



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Geografía

TESIS DOCTORAL

CONSECUENCIAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ABANDONO AGRÍCOLA
EN LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA, ISLAS CANARIAS):
APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DE BANCALES

Doctorando: Lidia Esther Romero Martín

Las Palmas de Gran Canaria 2014



D. PABLO MÁYER SUÁREZ, SECRETARIO DEL DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

CERTIFICA

Que el Consejo de Doctores del Departamento en su sesión de fecha de de septiembre de 2014 tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la tesis doctoral titulada “CONSECUENCIAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ABANDONO AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA, ISLAS CANARIAS): APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DE BANCALES” presentada por la doctoranda Dña. LIDIA ESTHER ROMERO MARTÍN y dirigida por la catedrática de Geografía Física Dña. Emma Pérez-Chacón Espino.

Y para que así conste, y a los efectos de lo previsto en el Artº 73.2 del Reglamento de Estudios de Doctorado de esta Universidad, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a de septiembre de 2014.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Geografía

DOCTORADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

**CONSECUENCIAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ABANDONO
AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA,
ISLAS CANARIAS): APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN DEL
PATRIMONIO DE BANCALES**

Tesis doctoral presentada por:

LIDIA ESTHER ROMERO MARTÍN

Dirigida por la Catedrática de Geografía Física

Dña. Emma Pérez-Chacón Espino

El Director La Doctoranda

Las Palmas de Gran Canaria, a de septiembre de 2014



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Geografía

DOCTORADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Tesis Doctoral

**CONSECUENCIAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ABANDONO
AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA,
ISLAS CANARIAS): APLICACIÓN A LA CONSERVACIÓN DEL
PATRIMONIO DE BANCALES**

Presentada por:

LIDIA ESTHER ROMERO MARTÍN

Las Palmas de Gran Canaria, a de septiembre de 2014

ÍNDICE

CAPÍTULO O: PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS	2
Agradecimientos	4
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN AL ÁREA DE ESTUDIO	9
1.1. El abandono de la actividad agrícola y sus consecuencias sobre la dinámica geocológica de las vertientes.....	9
1.2. Líneas de investigación sobre los espacios agrícolas en vertientes	13
1.2.1. <i>Los estudios sobre el abandono de la actividad agrícola</i>	14
1.2.2. <i>Los trabajos sobre las consecuencias de abandono agrícola en las vertientes</i> ..	23
1.2.3. <i>Las propuestas de valoración del patrimonio cultural y natural de los paisajes agrícolas en bancales</i>	41
1.3. El abandono agrícola en Gran Canaria y sus repercusiones sociales y ecológicas...	48
1.4. Introducción a los agrosistemas de la cuenca del Guinguada	59
1.4.1. <i>Justificación del área de estudio</i>	59
1.4.2. <i>Rasgos generales</i>	60
1.4.2.1. <i>El medio natural</i>	61
1.4.2.2. <i>La construcción del espacio agrícola tradicional</i>	63
1.4.2.3. <i>La contracción del espacio agrícola tradicional</i>	68
CAPÍTULO II. OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA	71
2.1. Objetivos e hipótesis.....	72
2.2. Metodología general	73
2.3. El análisis de las características ambientales y socioeconómicas del área de estudio	76
2.3.1. <i>Caracterización del medio natural</i>	76
2.3.2. <i>Determinación de las variables relativas a la presencia humana en la cuenca</i> . 84	
2.4. El análisis de los cambios de coberturas del suelo, del abandono de la superficie agrícola y de los cambios en las tasas de erosión	86
2.4.1. <i>La cartografía de la evolución de las coberturas del suelo y del abandono agrícola en bancales</i>	87
2.4.2. <i>El análisis de los cambios de coberturas: la dinámica de cambios</i>	100

2.4.3. Los cambios de coberturas y las tasas de erosión	105
2.5. La caracterización hidrogeomorfológica de las vertientes cultivadas	108
2.5.1. La recogida de información en el terreno: selección de campos de muestreo y ficha de inventario	108
2.5.2. Clasificación de los campos según estados erosivos: los tipos geomorfológicos	111
2.5.3. Las características ambientales de los "tipos geomorfológicos"	118
2.6. El muestreo geomorfológico de los tipos de campos detectados	127
2.6.1. La selección de los campos y la recogida de la información	127
2.6.2. Características geoecológicas de los tipos geomorfológicos: morfometría de los campos, cobertura vegetal y parámetros y cualidades de los suelos	137
2.6.3. La identificación y cuantificación de los procesos y formas de erosión	139
2.6.4. Identificación de las variables indicadoras de vulnerabilidad erosiva	140
2.7. Procedimientos para la elaboración del diagnóstico y la determinación de prioridades de conservación de los bancales del Guiniguada	142
2.7.1. El análisis de la consideración institucional al patrimonio de bancales	143
2.7.2. Metodología general para la valoración de los bancales	143
2.7.3. El inventario y la clasificación de las unidades de paisaje con bancales	145
2.7.4. El diagnóstico de calidad para la conservación de las unidades de bancales..	149
2.7.5. El análisis de los estados de conservación de las unidades de bancales y su relación con los parámetros ambientales y antrópicos	158
2.7.6. Las propuestas de prioridad y viabilidad para la restauración del patrimonio de bancales	159

CAPÍTULO III. ORGANIZACIÓN DEL PAISAJE AGRÍCOLA: FACTORES ECOANTRÓPICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL APROVECHAMIENTO HUMANO DEL TERRITORIO

3.1. El relieve: una orografía muy accidentada con escasas superficies llanas	167
3.1.1. Fases de construcción y modelado del relieve	167
3.1.2. Las formas del relieve... ..	179
3.2. El clima: la variedad de condiciones agroclimáticas.....	185
3.2.1. El clima como recurso.	186
3.2.2. El clima como riesgo	202

3.3. Las características biogeográficas: diversidad y alteraciones antrópicas.....	206
3.3.1. <i>Un recurso escaso y frágil, el suelo: tipología y distribución espacial</i>	207
3.3.2. <i>El predominio de las comunidades vegetales de sustitución</i>	211
3.4. El papel de los recursos humanos en la cuenca del Guinguada	217
3.4.1. <i>La dinámica demográfica: las diferenciadas pautas de comportamiento según ritmos y escalas de análisis</i>	218
3.4.2. <i>Los factores de la evolución: el crecimiento natural y los procesos migratorios</i>	225
3.4.3. <i>La estructura biodemográfica y el proceso de envejecimiento de la población</i>	226
3.4.4. <i>La estructura socio-productiva: la cualificación y especialización socioprofesional.</i>	228
3.5. Análisis territorial de la distribución de la población: el poblamiento	234
3.5.1. <i>Los tipos de núcleos de población</i>	234
3.5.2. <i>Cambios recientes en el poblamiento</i>	236
3.6. La gestión de la cuenca del Guinguada: la necesidad de alternativas para el aprovechamiento de sus recursos.....	238
3.6.1. <i>El aprovechamiento tradicional de los recursos: la construcción del espacio agrícola tradicional</i>	238
3.6.2. <i>El paisaje agrícola actual</i>	244
3.6.2.1. <i>Los tipos de cultivos</i>	244
3.6.2.2. <i>Las explotaciones agrícolas</i>	249
3.6.2.3. <i>Los titulares de las explotaciones</i>	251

CAPÍTULO IV. CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DEL SUELO Y EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA ENTRE 1960 Y 2002.

4.1 Características generales de las coberturas del suelo en los tres años de referencia: 1960, 1992 y 2002	256
4.1.1. <i>Coberturas del suelo en 1960: dominio de la cobertura agrícola en explotación</i>	257
4.1.2. <i>Coberturas del suelo en 1992: dominio del abandono agrícola</i>	262
4.1.3. <i>Coberturas del suelo en 2002: contracción de la cobertura agrícola</i>	265
4.2 Análisis de los cambios de coberturas del suelo	271
4.2.1. <i>Análisis de cambios entre 1960 y 1992</i>	273

4.2.2. Análisis de cambios en las ocupaciones del suelo entre 1992 y 2002	283
4.3. El riesgo de erosión y cambios en las coberturas del suelo entre 1960 y 2002	293
4.3.1. Cambios en las coberturas del suelo entre 1960 y 2002	294
4.3.2. Cambios en las tasas de erosión del suelo entre 1960 y 2002	295
4.4 La evolución de la cobertura agrícola: el proceso de abandono agrícola	298
4.4.1. Cambios en la cobertura agrícola entre 1960 y 2002	299
4.4.2. Los procesos de cambio y permanencia de la cobertura agrícola entre 1960 y 2002	300
4.4.3. El abandono de la ocupación agrícola entre 1960 y 2002 y los factores ambientales	306
4.4.4. El abandono de la ocupación agrícola en vertientes abancaladas entre 1960 y 2002	311

CAPÍTULO V. LOS PROCESOS DE EROSIÓN EN LAS VERTIENTES CULTIVADAS 321

5.1. Características generales de las parcelas en las vertientes cultivadas	321
5.1.1. Características ambientales de las vertientes cultivadas	522
5.1.2. Características generales de los campos de cultivo	325
5.2. Variables que inciden en los procesos de erosión de las vertientes cultivadas	333
5.2.1. Los modelos de campos de cultivo	333
5.2.2. Las variables ambientales	338
5.2.3. Los estados de conservación	340
5.3 Tipología de campos de cultivo en función de los procesos de erosión y del estado de conservación	346
5.3.1. Clasificación de los campos de cultivo: los tipos geomorfológicos	346
5.3.2. Características generales de los tipos geomorfológicos	347
5.4 Características de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación	357
5.4.1. Variables que inciden en la organización de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación	360
5.4.2. Distribución de los tipos geomorfológicos en campos abandonados, parcialmente cultivados y en explotación: análisis de casos.	371
5.4.2.1. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos abandonados	372

5.4.2.2. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos parcialmente cultivados.....	377
5.4.2.3. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos cultivados...	381
5.4.3. Analogías y diferencias entre los tipos geomorfológicos según su grado de explotación	385

CAPÍTULO VI. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS CAMPOS DE CULTIVO 389

6.1. Características geocológicas de los “tipos geomorfológicos”	389
6.1.1. Los modelos de campos y sus características morfométricas.....	390
6.1.2. La cobertura vegetal de los campos según los tipos geomorfológicos	399
6.1.3. Las características físicas y químicas de los suelos.....	406
6.1.3.1 Las características y cualidades físicas de los suelos	407
6.1.3.2. Las características químicas de los suelos.....	415
6.1.3.3. La fertilidad de los suelos.	421
6.2. La respuesta hidrogeomorfológica de los tipos geomorfológicos.....	427
6.2.1. Los procesos de erosión en los bancales con rellano plano	428
6.2.1.1. Los procesos de erosión en los bancales en buen estado de conservación (tipo geomorfológico 1)	429
6.2.1.2. Los procesos de erosión en los bancales con deterioro alto (tipo geomorfológico 3).....	433
6.2.2. Los procesos de erosión en los campos del tipo geomorfológico 2.....	437
6.2.3. Los procesos de erosión en los bancales con deterioros muy altos (tipo geomorfológico 4).....	444
6.3. Los factores determinantes de los procesos de erosión.....	447
6.3.1. Suelos, procesos de erosión y edad de abandono de los campos.....	447
6.3.2. Modelos de campos, variables ambientales, edad de abandono y procesos de erosión.....	459
6.3.3. Los factores de vulnerabilidad erosiva en los tipos geomorfológicos	473

CAPÍTULO VII. LA VALORACIÓN DEL PATRIMONIO DE BANCALES: APLICACIONES PARA SU CONSERVACIÓN Y GESTIÓN 481

7.1. Un patrimonio “multifuncional” infravalorado: las terrazas de cultivo.....	481
---	-----

7.1.1. La legislación canaria y el patrimonio cultural de bancales.....	482
7.1.2 Los planes insulares de ordenación	487
7.1.3. Los planes territoriales especiales y el plan sectorial de desarrollo rural	494
7.2. El patrimonio de bancales en un sector del cauce medio-bajo de la cuenca del Guiniguada: inventario y clasificación.....	507
7.2.1. Características ecoantrópicas de las unidades de bancales	510
7.2.2. Tipología de unidades de bancales	517
7.3. El diagnóstico: factores de valoración y factores de amenaza.....	520
7.3.1. Calidad para la conservación de las unidades de bancales	521
7.3.2. Estado de conservación de las unidades de bancales	534
7.3.2.1 Caracterización general del estado de conservación de las unidades de bancales.....	535
7.3.2.2 Relación del estado de conservación con variables físicas y antrópicas...	541
7.4. La fase propositiva: prioridad y viabilidad para la restauración del patrimonio de bancales.....	545
7.4.1. Prioridad para la restauración de las unidades de bancales	546
7.4.2. Viabilidad de restauración de las unidades de bancales.....	557
7.4.2.1. Visibilidad de los bancales	557
7.4.2.2. Viabilidad económica o cálculo de las externalidades de los bancales	559
7.4.2.3. La componente territorial de los bancales	568
CAPÍTULO VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	573
8.1. Discusión de los resultados	573
8.1.1. Cumplimiento de los objetivos.....	573
8.1.1.1. Objetivo 1. Analizar los cambios de coberturas recientes de la cuenca del Guiniguada y su repercusión en las pérdidas de suelo.....	574
8.1.1.2. Objetivo 2. Caracterizar el proceso de abandono de las vertientes cultivadas, especialmente de las ocupadas por bancales.....	579
8.1.1.3. Objetivo 3. Conocer las características geomorfológicas de las vertientes cultivadas y clasificar los tipos de campos de cultivo teniendo en cuenta la diversidad de situaciones ambientales y antrópicas existente.....	586

8.1.1.4. Objetivo 4. Caracterizar hidrogeomorfológicamente de forma detallada los tipos de estados erosivos ("tipos geomorfológicos"), teniendo en cuenta la heterogeneidad de situaciones (geoambientes, usos) en las que se presentan. ...	592
8.1.1.5. Objetivo 5. El diseño y la aplicación, sobre una zona seleccionada, de un método que permita valorar la calidad para la conservación y establecer categorías de prioridad y viabilidad para la restauración de unidades de paisaje con presencia de bancales.	596
8.1.2. Demostración de las hipótesis	602
8.1.2.1. Hipótesis 1	602
8.1.2.2. Hipótesis 2	604
8.2. Conclusiones	606
8.3. Perspectivas de futuro	616
BIBLIOGRAFÍA	623

A mi madre

*Bancales que levantaron
veinte siglos de existencia,
veinte siglos de trabajo,
veinte siglos de paciencia,
con que cien generaciones
hicieron campos las piedras
y entre agrestes peñascales
hicieron surgir las huertas.*

*Bancales que te enseñaron
lo que es un palmo de tierra
cuando en él crece un olivo
o está viviendo una cepa.*

*Bancales que tú cultivas
como si fueran macetas,
monumento que al trabajo
has levantado en la sierra.*

*Bancales que no dan flores
pero que son escaleras
que siempre suben al Cielo
y que aunque al cielo no llegan
las está mirando siempre
la Virgen de la Bandera.*

*¿Qué tienes fermosellano
que a esta tierra te sujeta?
¿Qué fuertes lazos te unen
a estos bancales de piedra?
¿Dime si no es el amor
lo que te ata a esta tierra?*

Federico Acosta Noriega

CAPÍTULO O: PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el seno del Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente, vinculado al Instituto de Oceanografía y Cambio Global de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, bajo la dirección de la doctora Emma Pérez-Chacón Espino, catedrática de Geografía Física del Departamento de Geografía de dicha Universidad.

Se enmarca en una de las cuatro líneas de investigación desarrolladas por el mencionado grupo, cuyo objetivo es la *elaboración de estudios básicos del medio natural y del paisaje, considerando las alteraciones inducidas por los cambios de uso del suelo*. Dicha línea tiene como objetivo el estudio de las consecuencias ambientales de las actividades humanas en el territorio, desde una doble perspectiva: el desarrollo de procesos inducidos, como la erosión y la pérdida de recursos naturales y patrimoniales, como el suelo, el agua y los bancales. Sigue la tradición del área de Geografía Física de abordar estudios sobre problemáticas significativas, dentro de una línea de investigación aplicada.

Tiene como punto de partida el trabajo de investigación titulado “Caracterización hidromorfológica de la cuenca del Guinguada y detección de procesos erosivos inducidos por actividades antrópicas”, en el que se constata que los procesos de erosión más extendidos en la cuenca, ocasionados por los seres humanos, son los relacionados con el abandono de la actividad agrícola. La dinámica regresiva de la ocupación agrícola, y la variedad de respuestas hidrogeomorfológicas de dichas vertientes, orientan a partir de entonces nuestra investigación en esa línea de trabajo. En ella se plantean una serie de aspectos, que forman parte de la estructura del trabajo que ahora se presenta. Entre ellos destacan los siguientes: el proceso de abandono agrícola reciente, la respuesta hidrogeomorfológica de las vertientes agrícolas, y el estado de conservación de las vertientes abancaladas, donde se ubica el modelo de campo más frecuente en la cuenca, el bancale.

Por otro lado, prueba del interés que despierta en la comunidad científica la temática señalada, simultáneamente a la realización de este trabajo se desarrollan encuentros nacionales e internacionales, en los que participamos activamente. En ellos se abordan específicamente los efectos del abandono de la actividad agrícola en la dinámica de

vertientes, en el paisaje y en la pérdida de patrimonio agrícola. Es el caso de la Reunión Precongreso de Geomorfología de la Sociedad Española de Geomorfología del 1994, celebrada en Zaragoza y titulada "Efectos geomorfológicos del abandono de tierras" y del IV Congreso Internacional de Construcción de Pedra en Sec, celebrado ese mismo año en Palma de Mallorca, donde se presentan diversos trabajos (Romero *et al.*, 1994 y 1997).

Asimismo esta tesis doctoral recoge, adapta y amplía algunos de los resultados derivados del proyecto de investigación "Estudio y proposición de actuaciones para la conservación y restauración de las terrazas agrícolas en el ámbito territorial del Proyecto Guinguada". Dicho trabajo nace del encargo realizado por el Cabildo de Gran Canaria a miembros del Grupo de Investigación de Geografía Física y Medio Ambiente de esta universidad y forma parte del Proyecto Piloto Urbano Guinguada (1996-2001), financiado por la Unión Europea. Su objetivo era la realización de propuestas de conservación y restauración de las terrazas agrícolas existentes en el ámbito de actuación considerado. Para ello, como paso previo a la selección de bancales aptos para su restauración, se realiza un diseño metodológico para la valoración de la calidad para la conservación de los bancales (Romero *et al.*, 2000, 2003 a, 2003 b y 2004).

Por último, conviene señalar la vinculación de este trabajo de investigación con la participación de su autora, junto con otros miembros del mismo grupo de investigación, en el proyecto europeo TERRISC "Recuperación de Paisajes de Terrazas y Prevención de Riesgos Naturales", perteneciente a la Iniciativa Comunitaria Interreg III-B Sudoeste Europeo. En él se propone evaluar la capacidad de regulación hídrica y de prevención de riesgos ambientales de los bancales existentes en diferentes territorios del suroeste de Europa (Portugal, Francia y España). El objetivo final del proyecto es establecer y divulgar estrategias comunes de gestión y conservación para estos paisajes culturales, prevenir su degradación, evitar su abandono y estimular su recuperación. A su término se celebraron las Jornadas sobre terrazas y prevención de riesgos naturales, en las que se reunieron científicos que trabajan sobre los riesgos de erosión, inundación, movimientos en masa y de incendios forestales asociados a las terrazas de cultivo. Una parte de los resultados obtenidos en esta tesis se trabajaron y publicaron (Romero *et al.*, 2006, 2007 a y b) durante la participación en dicho proyecto.

La tesis se estructura en ocho capítulos. El primero de ellos se dedica al planteamiento del problema y a los antecedentes, aportando una visión general sobre complejidad de los agrosistemas en vertiente, su fragilidad y la necesidad de su protección. Por último, se realiza una introducción al área de estudio.

En el segundo capítulo se exponen los objetivos, las hipótesis y el diseño metodológico, mientras que los resultados obtenidos se presentan en los capítulos siguientes. El tercer capítulo aborda las características ecoantrópicas de la zona de estudio, prestándole especial atención a los factores que organizan el paisaje agrícola y el aprovechamiento humano. El cuarto capítulo se dedica al análisis de cambios recientes en la ocupación del suelo y, en especial, a la evolución de la superficie agrícola en bancales. En el siguiente, el quinto, se analizan los procesos de erosión y estados de conservación de las vertientes de cultivo, y se aporta una clasificación de estados geomorfológicos de los campos. En el sexto capítulo se cuantifican los procesos de erosión según su tipología geomorfológica, y se analizan los factores que repercuten en la activación de los mismos y en sus estados de conservación. En el séptimo se analiza la valoración patrimonial de los bancales como paso previo a su conservación y gestión. Finalmente, en el octavo, se discuten los resultados alcanzados y se establecen las conclusiones oportunas.

Agradecimientos

A mis padres, por darme la vida, la educación y transmitirme el cariño y el respeto por nuestra tierra. En especial a mi padre, por ser el mejor profesor de Geografía humana que jamás he tenido y por transmitirme, sin ser consciente de ello, la pasión que despierta el conocimiento y la admiración de las bellezas naturales y culturales de nuestros paisajes. Vaya una mención especial para él pues murió durante la fase final de la realización de esta tesis aunque por suerte, pudo conocer mis dos tesis anteriores: Adrián y Ana.

A mis profesores del Colegio Universitario de Las Palmas, muchos de ellos, actuales compañeros de trabajo docente, por su contribución a la ardua tarea de amueblar cabezas y conciencias a través de los conocimientos de la historia de la humanidad (José Miguel Pérez García, Vicente Suárez Grimón), de la historia de las obras de arte (María de los Reyes Hernández Socorro) y de la Geografía. Gracias a esos jovencísimos

e “inexpertos” profesores que hicieron que me enamorara un poco de ellos y mucho de la Geografía. Mil gracias a Fernando Martín Galán, a José Arnáez Vadillo y a Alejandro González Morales.

No quiero olvidar a los profesores de la universidad de La Laguna con los que completé mi formación académica en Geografía. Estoy especialmente agradecida a Francisco Quirantes González, Constantino Criado Hernández, Carmen Romero Ruiz, María Eugenia Arozena Concepción, Wladimiro Rodríguez Brito y, a mis queridos María Victoria Marzol Jaén y Pedro Dorta Antequera por contagiarme, la primera su pasión por el mar de nubes de los alisios, y el segundo por los riesgos naturales de origen atmosférico en Canarias.

A mis antiguos compañeros de mi etapa de becaria de investigación, con los que me inicié en este trabajo y compartí largas jornadas laborales: Francisco Martel, Carmen Gloria Torres y Pino Dávila.

A la cuadrilla de amigos que me acompañaron a las múltiples visitas a los campos y rincones del Guinguada, quiénes me ayudaron a cargar con mi teodolito e “ignorancia” taquimétrica (Sergio Bello y Carlos), con mis “piedras robadas” (Luis), con la mira telescópica, el pantómetro y las bolsas de muestras (Pablo, Pura, José Ángel, Antonio, Gisela). Muchas gracias a todos por hacer de esas jornadas de campo sesiones amenas e ilustrativas, aportando con ello su partícula de suelo en un trabajo que versa sobre su pérdida.

A las personas que compartieron conmigo jornadas delante del SPSS, con el objeto de sacarle el máximo jugo a la información sobre la dinámica erosiva de las vertientes del Guinguada. Entre ellos vaya mi agradecimiento afectuoso para José Luis Jiménez Saavedra (al que tuve la oportunidad de transmitírsele antes de su reciente y triste fallecimiento), Beatriz González López-Valcárcel, y para mi último y generoso fichaje, Ángelo Santana del Pino.

Mi más sincero agradecimiento también para aquellas personas que han contribuido con su predisposición, trabajo y dedicación a que comprendiera un poco mejor el complejo mundo de los suelos. Al jefe del laboratorio de suelos de la Granja Agrícola del Cabildo de Gran Canaria, Juan Ramón Fernández Vera, a nuestro “canarión”

catedrático de Edafología en la universidad de Valencia, Juan Sánchez Díaz. Muchísimas gracias también al catedrático de Edafología de la universidad de La Laguna, Antonio Rodríguez Rodríguez con el que he realizado un importante avance en mis conocimientos sobre la erosionabilidad de los suelos canarios.

Muchas gracias también por su inestimable ayuda en la elaboración de la documentación cartográfica esta tesis a Antonio Ramón Ojeda, a Dina Sánchez Mateo, a Yeray Abadín Pérez y, muy especialmente, a mi actual compañero del grupo de investigación Leví García Romero, quien siempre estuvo dispuesto a quitar tiempo de su trabajo para que los mapas del Guinguada y de sus bancales quedaran con el mejor aspecto posible. Muchas gracias por su paciencia y dedicación.

A los miembros del grupo de investigación al que tengo el honor de pertenecer, por ser un magnífico ejemplo de profesionalidad y de constancia en el trabajo, por las toneladas de cariño, apoyo y ánimo que me han brindado en esta recta final de la tesis. Muchas gracias por crear este magnífico ambiente de trabajo que tenemos a Eli, Laura, Nati, Aarón, Leví, Emilio y muy especialmente a mis queridos Antonio, Pablo y Carolina. Gracias por estar ahí en los buenos y en los malos momentos.

A mis compañeros de profesión y de departamento de Geografía por sus múltiples y diversas aportaciones, y por su apoyo moral (Carmen Ginés de la Nuez, Claudio Moreno Medina, Alex Hansen Machín, Antonio Santana Santana, Ramón Díaz Hernández, Agustín Naranjo Cigala, Santiago Hernández Torres, Javier Camino Dorta, Juan Manuel Parreño Castellano), y por sus correcciones (Alejandro González Morales, Josefina Domínguez Mujica). Mención especial merecen también Gerardo Delgado Aguiar y Maite Armengol Martín, por dejarme ejercer de "okupa" en su despacho, aderezado con sus sabios consejos y múltiples muestras de cariño.

A mis compañeros de la facultad de Geografía e Historia por sus innumerables muestras de interés, apoyo y cariño, en relación con el desarrollo y finalización de esta tesis, en nuestras múltiples reuniones laborales, de pasillo y de cafetería. Mi más sincero y afectuoso agradecimiento para Candelaria González Rodríguez, María Luisa Monteiro Quintana, María Luisa Iglesias Hernández, María del Cristo González Marrero, Benedicta Rivero Suárez, Amelia Rodríguez Rodríguez y Manuel Ramírez Sánchez.

A mis amigos de la universidad de La Rioja José Arnáez Vadillo y Luis Ortigosa Izquierdo (recientemente fallecido), y del Instituto Pirenaico de Ecología (José María García Ruiz y Teodoro Lasanta Martínez), por ayudarme a comprender un poquito mejor el complejo mundo de la dinámica geomorfológica de las vertientes de cultivo en abandono, y brindarme en múltiples ocasiones su ayuda y sus sabios consejos.

A un montón de antiguos alumnos y actualmente “amigos” por aguantar las cuñas publicitarias lanzadas, en medio de mis clases de Climatología, Hidrogeografía y Geografía Física Aplicada, sobre la multifuncionalidad de los bancales; gracias por su paciencia y sus múltiples muestras de afecto. Vaya mi agradecimiento para Manolo Carretero, Miguel Liñán, Vicente, Alex Góez, Magdalena, Tina, Sory, Higinio, Cristian, Irene, Pilar y especialmente a mis estudiantes de las últimas promociones de la licenciatura en Geografía 2007-2012 y 2008-2013. Mi especial agradecimiento para Feliciano Tavío por sus múltiples aportaciones en materia de legislación territorial, y por sus sabias disertaciones sobre la valoración del patrimonio de bancales. Muchas gracias a Ángel Torres, por ejercer como tal en la realización de un buen número de figuras y gráficos de esta tesis que rezuman su cariño y buen hacer. Mi especial reconocimiento a Tanausú por su valiosa ayuda en la maquetación final de esta tesis.

A mis amigos de “toda la vida” por sus constantes muestras de cariño y de ánimo y sus sabios consejos sobre economía y préstamos de equipo fotográfico (Ruperto), y sobre agronomía (Rosa y Carlos). Mil gracias también para Carlos, Víctor, Sandra y Chago.

Muchas gracias a dos personas que me ayudaron a ver que los bancales del Guiniguada y, por extensión, los de Canarias, merecen ser estudiados, conocidos y “revalorizados”. Muchas gracias a una persona fallecida, pero muy viva en este trabajo. A José Miguel Fernández Aceytuno, por hacerme ver que la recuperación del paraíso del Guiniguada y de sus bancales es posible. Muchas gracias por confiarnos esa tarea tan apasionante. También a Miquel Grimalt Gelabert, director del departamento de Geografía de la universidad de las Islas Baleares, por invitarnos a participar en un proyecto europeo sobre riesgos naturales y bancales en el que consideró que las islas españolas del Atlántico también debían estar presentes.

Este trabajo no podía haberse realizado sin el apoyo moral, logístico y el cariño de un nutrido grupo de personas con los que convivo a diario en el edificio de Humanidades y

que no quiero mantener en el anonimato. Gracias al equipo de conserjería (Pedro, Rosi, Sole, Ana, Montse, Pili, Fátima, Manuel...) por su disponibilidad, profesionalidad y complicidad; al equipo de limpieza (Loli, Viki, Mari, Oti); a los técnicos de mantenimiento y de reprografía (Ismael, Mujica, Antonio y Pablo); a los del servicio de la cafetería (Joaquín, Carlos y Alexis). Mil gracias por los regalos en forma de piropos y de cariño que siempre he recibido de mi bedel preferido, Juan. Muchas gracias a todos.

Finalmente tengo que destacar a las personas que más significación han tenido en el desarrollo de esta tesis:

A mi directora de tesis, Emma Pérez-Chacón Espino, por coger el testigo dejado por José Arnáez Vadillo, quien me transmitió su pasión por el análisis del sistema de vertientes. Muchas gracias por ello, pero también por su paciencia, sus aportaciones, su sabiduría, su amistad y su incondicional apoyo en los momentos personales duros y, en definitiva, por ser el faro que ha iluminado el camino de esta investigación.

A dos excelentes geógrafos, y mejor si cabe amigos, que han estado muy presentes en todas las fases de este trabajo aportando siempre sabias ideas, su tiempo, dedicación y cariño incondicional para que esta tesis viera finalmente la luz. Por ello se puede considerar que ambos, Luis Hernández Calvento y Purificación Ruiz Flaño son los padrinos de esta criatura.

Y, por supuesto, quiero agradecer al resto de los miembros de mi familia, a mis tres hermanos, cuñados y a mi esposo, compañero de vida y padre de mis hijos por sus muestras de cariño, apoyo y comprensión en mis momentos de ausencias y de agobios.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN AL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. El abandono de la actividad agrícola y sus consecuencias sobre la dinámica geocológica de las vertientes

El paisaje agrícola es el resultado de un dilatado proceso de transformación del medio natural realizado por las sociedades para obtener recursos imprescindibles para su supervivencia. Esa intervención alcanza su máxima expresión, cuando se trata de vertientes topográficamente modificadas, en las vertientes abancaladas. En ellas se produce el desmonte de la vertiente con el consiguiente cambio en su morfología, el renivelado de los escalones creados, y la fábrica de estructuras de piedra adosadas a los saltos para evitar la pérdida de sedimentos del escarpe creado, favoreciendo de esta forma su drenaje. Este tipo de intervención humana sobre las vertientes afecta a su cubierta vegetal, a su dinámica geomorfológica, a los ciclos de agua y nutrientes y al paisaje.

Las laderas cultivadas constituyen auténticos agrosistemas en los que interactúan los factores propios del sistema hidrogeomorfológico de vertientes (pendiente, litología, suelos, lluvia, gravedad, etc.) con los del sistema socioeconómico (población, actividad económica, mercado, etc.). Además son agrosistemas dinámicos, que cambian según lo hacen los ritmos de la presión demográfica y de la demanda del mercado, lo cual redundaría en la intensidad de intervención sobre el territorio y sus recursos.

En las sociedades agrarias tradicionales al aumento del número de habitantes de un lugar, le sucedía el correspondiente incremento en la demanda de alimentos. Ese problema se resolvía con la ampliación del espacio cultivado o con la emigración. Pero con la revolución tecnológica el panorama agrario cambia notablemente, pues se consigue mayor productividad por unidad de superficie, al tiempo que se amplían los mercados de abastecimiento de alimentos y de productos agrícolas de primera necesidad.

La historia reciente de los espacios agrícolas nos habla del proceso de terciarización de la economía y, en consecuencia, de la pérdida del peso económico de la actividad agrícola, del descenso del número de agricultores y del abandono de buena parte de las superficies agrícolas tradicionales.

El abandono de la actividad agrícola es consecuencia de la transformación del modelo económico tradicional que, a su vez, provoca cambios en el paisaje y en la dinámica de la población. En el paisaje, las antiguas parcelas agrícolas manifiestan claros síntomas de abandono y es frecuente la recolonización espontánea de la vegetación que interactúa con los procesos de erosión. Por otro lado, los efectos de este proceso en la población son de diverso signo. El éxodo rural, con el consecuente envejecimiento de la población que continúa trabajando las tierras, se combina con los casos en los que la población no abandona su lugar de residencia pero realiza desplazamientos pendulares diarios por motivos laborales.

En muchos casos el cultivo de las tierras agrícolas se transforma en una actividad de ocio o secundaria, también llamada agricultura de fin de semana o a tiempo parcial. Las vertientes cultivadas bajo esa modalidad se convierten, en ocasiones, en espacios marginales en los que sus dueños descuidan las tareas de conservación de suelo.

El cambio de modelo económico implica además, una profunda transformación de la valoración que se realiza de estos nuevos espacios marginales. Las vertientes abancaladas dejan de ser percibidas como un patrimonio con valor productivo para situarse en el extremo opuesto, es decir, en su total devaluación, e incluso a su “no valoración”, su olvido u omisión. Prueba de ello es la frecuencia con la que no se contemplan, al menos de manera explícita, en los planes de ordenación del territorio, en la normativa sectorial (planes hidrológicos) o en los catálogos e inventarios del patrimonio etnográfico.

Por su parte, el suelo es un recurso natural con un valor ecológico esencial: es soporte de la vegetación y de la fauna, almacén de agua y nutrientes, regulador hidrológico y sustento de la alimentación humana. Es escaso y no renovable a escala humana. Además, en los suelos agrícolas se suma su elevado valor cultural, pues las sociedades agrarias han desarrollado- a lo largo de miles de años – procedimientos que constituyen un importante legado histórico sobre la gestión de los recursos hídricos y edáficos.

A lo dicho hay que añadir que, en islas y en áreas de montaña, alejadas de los grandes centros de producción de alimentos, el suelo agrícola debe ser considerado además como un valor estratégico importante ante posibles coyunturas negativas que afecten a los transportes y a la producción local de alimentos. En estos lugares el suelo no es sólo un

patrimonio natural, cultural o económico sino un "patrimonio estratégico de supervivencia" (Rodríguez-Brito, 2007).

La crisis de la agricultura de subsistencia implica un proceso de degradación socioecológica que supone el abandono de importantes extensiones de recursos edáficos, así como el descuido de buena parte del patrimonio cultural sobre el que se apoyaba dicha actividad (bancales, muros, acequias, alpendres, estanques, etc...). A ese estado de degradación en que se encuentra actualmente el medio rural, provocado por el abandono de la actividad agrícola, contribuyen también los procesos de urbanización y "erialización" del suelo rústico (Rodríguez-Brito, 1995).

Con el abandono de las prácticas agrarias tradicionales cabría esperar que se produjera la regeneración de los ecosistemas destruidos en el pasado. Esto parece suceder así en los cultivos en pendiente en áreas de montaña, con precipitaciones suficientes para favorecer la colonización vegetal, y sin intervención humana posterior al abandono (Ruiz-Flaño *et al.*, 1992). En cambio, en vertientes abancaladas, donde la energía utilizada por la sociedad para su construcción es muy elevada, también hace falta mucha energía para mantenerlas y la vegetación, por si sola, puede hacer poco por evitar los movimientos en masa que se instalan en los bordes de las terrazas (García-Ruiz *et al.*, 1998).

El futuro de estos agrosistemas es incierto, pues un porcentaje significativo de tierras de cultivo abandonadas están funcionando como "áreas sin control" sobre las que se localizan actividades y procesos que contribuyen a la merma de su valor: residuos, urbanizaciones ilegales, extracciones de áridos, degradación de paisajes tradicionales, de su infraestructura y patrimonio, incendios y procesos de erosión.

Este rápido cambio operado en el medio rural lo coloca en la actualidad en una posición de frágil equilibrio ante las expectativas puestas sobre él y sus habitantes por parte de sociedad urbana actual. Actualmente se exige de estos espacios rurales que sean, además del espacio productor de alimentos y materias primas, en el marco de una agricultura competitiva-sostenible-de bajo costo, suministradores de paisaje, agua, naturaleza y ocio, y que sus habitantes sean, al mismo tiempo, empresarios (activos agrarios) y conservadores del paisaje y del medio ambiente (pasivos rurales o agentes medioambientales).

La política agrícola europea ha evolucionado, con el cambio de siglo, hacia su ecologización. Eso significa que se abandona la visión productivista y de mercado que imperaba hasta entonces. En la Agroagenda 2000 se reconoce el carácter multifuncional del sector agrícola, pues se entiende que desempeña un papel clave en la conservación del campo, de los espacios naturales y en la vitalidad de la sociedad rural. También se pretende responder a la preocupación del consumidor por la seguridad y calidad de los alimentos y el bienestar de los animales. Y, por último, se aspira a proteger y mejorar el medio ambiente rural para disfrute de las futuras generaciones.

A modo de resumen, se puede señalar que las consecuencias de la desarticulación del sistema tradicional de explotación agrícola son de diversa índole:

- Desde un punto de vista económico supone la pérdida o infrautilización de un enorme potencial de recursos naturales (suelos, pastos, forrajes, madera, agua, semillas, etc.) y antrópicos (mano de obra, infraestructuras, legado cultural, etc.).
- Desde un punto de vista paisajístico, el espacio agrícola se muestra desarticulado, como un mosaico de múltiples situaciones donde compiten usos del suelo muy diferentes o incluso donde se superponen huellas de aprovechamientos poco respetuosos con estas áreas agrícolas.
- Desde un punto de vista geoecológico se rompe el "frágil equilibrio antrópico" de las vertientes, desencadenándose sobre las parcelas abandonadas diferentes procesos: la recolonización vegetal cuya velocidad depende de las condiciones ambientales y antrópicas tras el cese de la actividad y los procesos de erosión cuya evolución futura depende de las interrelaciones entre vegetación y procesos geomorfológicos, y la gestión posterior al abandono.

El resultado de todo ello es el incremento de la diversificación de situaciones ambientales y de conservación. En cada parcela se establece una compleja dialéctica entre ritmos de colonización vegetal, evolución de los procesos de erosión, usos del suelo e infraestructuras existentes.

La gran variedad de situaciones "socio-ecológicas" plantea una serie de interrogantes acerca de las causas de esa heterogeneidad espacial, del papel de la gestión antrópica posterior al abandono agrícola y de los factores medioambientales en el desarrollo de

procesos geomorfológicos. En el contexto de esta investigación se pretende dar respuesta a dichos interrogantes, con el fin de integrarlos en un sistema útil de evaluación de esos espacios agrícolas singulares, basado en la compatibilización de la rentabilidad económica con la conservación de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) y culturales (muros de piedra seca, edificaciones asociadas a la explotación agroganadera). En el trabajo que aquí se presenta se pretende diseñar una metodología que permita aportar los criterios adecuados para la valoración de la superficie agrícola en bancales, que sea útil como herramienta de gestión de estos espacios y su puesta en valor.

Para conseguir esos objetivos, se estudia la evolución reciente de la superficie agrícola en bancales y las consecuencias geomorfológicas de su abandono para, finalmente, ensayar diagnósticos de calidad para la conservación y de fragilidad erosiva encaminados a la realización de propuestas para su conservación.

El trabajo se articula en torno a un conjunto de aspectos muy relacionados entre sí: los procesos de cambio de uso y ocupación del suelo y más concretamente, en el abandono agrícola, el análisis de las consecuencias ambientales del mismo y, en tercer lugar, las propuestas de catalogación y revalorización de los espacios agrícolas en bancales desde la óptica del desarrollo sostenible.

1.2. Líneas de investigación sobre los espacios agrícolas en vertientes

Los rápidos cambios que la globalización está produciendo sobre los espacios agrarios tradicionales, concretamente sobre los situados en áreas de montaña, inducen a la comunidad científica a cuestionarse acerca de las consecuencias socioeconómicas y ambientales de dicho proceso y sobre el futuro de esos espacios agrícolas marginales, tanto a escala regional como local. Todos ellos coinciden en señalar el estado de amenaza en que se encuentran estos paisajes culturales y tradicionales en distintos puntos del globo.

En este apartado se realiza una revisión de la producción científica relacionada con los temas abordados en esta investigación: el proceso de abandono agrícola, las consecuencias socioecológicas de ese abandono y la valoración del patrimonio cultural y natural de los paisajes agrícolas en bancales.

1.2.1. Los estudios sobre el abandono de la actividad agrícola

El análisis de los cambios de uso y de coberturas del suelo constituye una fuente de información muy valiosa en la comprensión de las complejas relaciones que se establecen entre los sistemas naturales y sociales que operan en el territorio, así como para conocer las causas y consecuencias de los mismos (Meyer y Turner, 1991). Es pues muy útil para realizar estudios medioambientales, económicos, sociales, para la planificación territorial y muy especialmente en la comprensión de los cambios recientes acaecidos en espacios agrícolas y en la realización de propuestas dirigidas hacia su gestión sostenible.

En este sentido el abandono de la actividad agrícola es uno de los cambios de uso y de ocupación del territorio de mayor alcance superficial de los que han acontecido en el mundo en los últimos decenios. Los primeros estudios realizados sobre este tema datan de la década de los ochenta del siglo XX, cuando el tiempo transcurrido desde los inicios de ese abandono generalizado de los espacios agrícolas resultaba suficiente como para que sus consecuencias ambientales se apreciaran en el paisaje.

La variedad de trabajos que abordan el proceso de abandono agrícola es muy amplia. Algunos autores hablan de "crisis del mundo rural" (García-Fernández, 1996), otros de "crisis ambiental" (Cacho *et al.*, 1999), de cambios espaciales, poblacionales, económicos y ambientales.

En España, el primer trabajo que se realiza sobre evolución de los espacios agrícolas tradicionales es el de Anglada *et al.* (1980). En la tesis doctoral de Lasanta (1989) se analiza la complejidad del proceso de abandono en el Pirineo aragonés y se analizan los factores ambientales y humanos que influyen en el mismo. A partir de entonces se multiplican y diversifican los trabajos que abordan el estudio del abandono agrícola según objetivos, fuentes de información, métodos y herramientas empleados y grados de aplicabilidad de sus resultados en la gestión de esos nuevos espacios de la "marginalidad". Unos se centran en la reconstrucción del proceso de contracción de la superficie agrícola (Ubalde y Poch, 1999). En otras ocasiones el estudio de cambios de uso de los espacios agrícolas se aborda analizando la evolución de la presión demográfica en un intervalo de tiempo (Lasanta y Arnáez, 1999) y su incidencia en el uso y la conservación del suelo y la aparición de nuevas fuentes de erosión asociados a los nuevos usos de campos agrícolas abandonados. En otros, se profundiza en el análisis del tipo, la magnitud y los ritmos de intensidad de la dinámica evolutiva,

regresiva o progresiva de los cambios de ocupación del suelo en ámbitos agrícolas (Badía y Rodríguez, 2004). Destacan, entre otros, los que aportan nuevas metodologías para evaluar la dinámica, la estructura (Pontius *et al.*, 2004; Braimoh, 2006; Mottet *et al.*, 2006; Agnoletti, 2006 y 2007 y Pineda *et al.*, 2008) y la calidad de los cambios que experimenta el paisaje, en los que se proponen índices como herramientas para analizar el valor de un paisaje cultural, sus cambios en el tiempo y en el espacio aplicados a cualquier uso de la tierra en una unidad de paisaje.

Por último, entre los que abordan este tema desde una vertiente aplicada destacan los que identifican diferentes grados de adaptación de las áreas agrícolas a la nueva situación socioeconómica (Lasanta, 1989, Lasanta *et al.*, 1989) y los que estudian la potencialidad de los campos abandonados como áreas susceptibles de acoger otros usos agrarios diferentes a los originales (Errea *et al.*, 2004).

En la revisión bibliográfica realizada para esta tesis se comprueba que existe un grupo importante de trabajos que tratan sobre los problemas conceptuales que plantea el análisis del abandono agrícola. En tal sentido se aprecia que no existe unanimidad entre la comunidad científica en la definición de "abandono de tierras". Existen diferencias de interpretación entre los que entienden que es un estado estático de la tierra en el tiempo y los que defienden que se trata de un proceso dinámico. Por otro lado, están los que se refieren al abandono de la actividad agrícola y los que trabajan el abandono de tierras agrícolas. Ambas no son visiones excluyentes y, además, en la mayor parte de los casos, el primero conduce al segundo directamente.

Además existen muchos y nuevos conceptos empleados en la literatura científica que enlazan con el de abandono agrícola. Para algunos autores (Baudry, 1991 y Pinto, 1993) los conceptos de marginalidad, abandono de tierras, retirada de tierras (*set-aside*) y extensificación agrícola son sinónimos. En este sentido, son de gran interés los trabajos que se desarrollan en torno a los conceptos de "marginalidad" y "extensificación" de la actividad agrícola (Pinto, 1993 y Lasanta, 1996).

El término abandono agrícola incluye un amplio catálogo de tipologías. En su forma extrema, se refiere a la incapacidad de adaptar la gestión de la agricultura y la tierra a las presiones sociales y económicas. Si se tiene en cuenta el tiempo de dedicación humana a dicho aprovechamiento, nos encontramos con dos polos opuestos que van desde el abandono absoluto y definitivo, efectivo o total (Corbelle y Crecente, 2008)

hasta los abandonos de corta duración o barbechos, pasando por lo que algunos autores llaman abandono oculto o semiabandono. Este último tipo se refiere a tierras de cultivo a las que se les dedica un menor tiempo, o menos esfuerzo, menor intensidad en la explotación.

Por otro lado, la marginalización es el proceso de abandono agrícola referido a los espacios con escasa capacidad productiva por razones naturales (pendiente, suelos, aridez, etc.) o por sobreexplotación antrópica (Ellison, 1953 y Cerdá, 2003). A esos factores se le suman otros de tipo estructural, económicos, de mercado, legales y sociológicos (Baldock *et al.*, 1996 y FAO, 2006). Entre estos últimos destacan el tipo de explotación y de producción, el tamaño de la parcela, el tamaño de la explotación, los sistemas de riego, la accesibilidad, los precios de los insumos y de los productos en el mercado, el régimen de propiedad, las ayudas, las subvenciones y las limitaciones a la producción (cuotas), la edad, formación técnica y la percepción social de la actividad agrícola.

Para algunos autores (Pinto, 1993), el abandono de tierras se entiende como el cese del aprovechamiento agrícola de un territorio y añaden que abandono, extensificación y marginalización son términos relativos según el territorio al que se refieran. Dicho autor comenta que el abandono agrícola en la Europa mediterránea es el resultado de un proceso de marginalización a escala global, en la que los países que la componen no pueden competir con la elevada productividad de los países de la Europa del Norte. En la Europa mediterránea las tierras agrícolas abandonadas son, por lo general, tierras con características marginales en relación a su baja producción y cuyo trabajo elevado y elevados riesgos no compensan con el beneficio obtenido por su producción. En cambio, en el noroeste de Europa, las tierras marginales son aquellas que no son rentables según las condiciones de mercado. Esos cultivos marginales se convierten en pastos o se someten a algún tipo de propuesta de conservación. Se podría hablar de una marginalidad estructural, la de los países mediterráneos, frente a una coyuntural, la de los países de Europa del Norte.

El concepto de extensificación se refiere a un cambio hacia un aprovechamiento agrícola menos intensivo, o también a dejar de trabajar y de usar el suelo. Ese último caso se produce en el Mediterráneo europeo que evoluciona progresivamente de tener una agricultura mixta tradicional, a un sistema extensivo hasta su total abandono.

Por último, y enlazando con la idea anterior, el concepto de abandono agrícola no debe confundirse con el de infrautilización de los recursos y, además, a juicio de algunos autores (Bordiú, 1985), la valoración del infrauso debe pasar por una asignación de usos del suelo que tenga en cuenta el necesario equilibrio entre utilización/conservación del territorio, así como por un análisis de la productividad de los cultivos.

El proceso de abandono agrícola responde a múltiples causas. Estas pueden ser de tipo poblacional (decremento demográfico, éxodo rural, envejecimiento), técnicas (mecanización y nuevas técnicas agrícolas), económico-mercantiles (baja productividad, escasa competitividad), políticas (sectoriales-regionales como la PAC, nacionales-post comunismo) y ambientales (deterioro edáfico, escasez hídrica) (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011). Estos mismos autores señalan la existencia de dos tipos de abandono según sea por iniciativa privada, debido el colapso de las sociedades de montaña, denominándolo abandono espontáneo; o inducido, cuando lo potencian las políticas agrícolas supranacionales. Y en las últimas décadas se detecta una nueva modalidad de abandono, el de la agricultura a tiempo parcial en los que este abandono no se asocia con el éxodo rural.

En otros trabajos el análisis del proceso se centra en la influencia que ejercen los factores físicos y humanos como causantes del abandono agrícola (Bosque *et al.*, 1991; Lasanta, 1988, 1989, 1996 y 1997; Hietel, *et al.*, 2004; Ruiz-Flaño *et al.*, 2009). En ellos, se llega a la conclusión de que los abandonos antiguos se relacionan fundamentalmente con las variables físicas (geoformas, pendiente, altitud, exposición), mientras que los abandonos más recientes lo hacen debido a variables humanas (la accesibilidad y el modelo de campo). Primero se abandonan los campos menos fértiles y después aquellos en los que la mecanización no es posible. Es el caso de los bancales, en los que a dicho factor se suma como detonante de su abandono, el elevado coste de mantenimiento de sus muros, al que únicamente se puede hacer frente desde producciones agrícolas altamente rentables (la oliva) o subvencionadas (la vid, el plátano, etc.).

En otros trabajos se destaca la existencia de diferentes ritmos en el proceso de abandono agrícola: abandono abrupto y abandono progresivo (Pinto, 1993). Mientras que el primero es un abandono súbito, en el segundo caso, más laxo en el tiempo. A su vez, dentro de éste último, se distinguen dos itinerarios hasta llegar a la degradación de

esos espacios: la “degradación por intensificación” y la “degradación por extensificación”. La primera de ellas se produce cuando se introducen técnicas mecanicistas y productivistas sobre suelos frágiles con el consecuente deterioro de las débiles condiciones naturales (degradación y erosión de suelos). La “degradación por extensificación” (matorralización, riesgo de incendio, deterioro de suelos) es la que se produce sobre los espacios marginales tradicionales.

El inicio del abandono generalizado de los espacios agrícolas europeos no es simultáneo en el tiempo. Se puede hablar de una secuencia de abandono agrícola en tres etapas y para tres subregiones. Para los países del norte y oeste (Reino Unido, Alemania, Suiza, Norte de Italia y Francia), donde la industrialización fue pionera, tiene lugar desde mediados del siglo XIX hasta la década de los veinte del siglo homónimo. En los países de la ribera del Mediterráneo (España, Portugal, Sur de Francia y de Italia) en los que la industrialización llega con retraso, el abandono agrícola comienza en la década de los 60 del siglo XX y se extiende hasta la actualidad. La última etapa de abandono le corresponde a los países de Europa del Este a partir de los años 90 del siglo XX debido a la caída de los regímenes comunistas (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011).

Muchos autores identifican varias etapas en dicho proceso que, aunque no coincidan temporalmente en los distintos territorios analizados, si pueden responder a causas semejantes. Para el ámbito de la Unión Europea, se puede señalar una etapa anterior y otra posterior a la implementación de la política agraria europea (PAC). La primera se corresponde con el éxodo masivo de la población desde el interior hacia las grandes ciudades y la costa, con la consecuente orientación de la actividad agrícola hacia una mayor producción, tecnificación y mejor calidad de vida de los agricultores. La segunda etapa se caracteriza por la adopción de las medidas dictadas por la PAC, cuyo principal objetivo es la reducción de la producción aunque enarbolando la bandera de la conservación y de la protección del medio ambiente. Es la época de las subvenciones para potenciar la “retirada de tierras” (*set aside*), la jubilación anticipada, la reforestación de tierras agrícolas y la agricultura ecológica, al tiempo que aparecen las teorías enunciadas por los expertos del “desarrollo rural” y del “desarrollo sostenible”.

A pesar de esta evolución común, dentro de cada una de estas etapas, y especialmente en la primera, la magnitud de los cambios y los ritmos de abandono son diferentes en cada espacio en función de su evolución demográfica, de su capacidad de adaptación

al nuevo modelo económico y también de sus propias características ecológicas (Ruiz-Flaño *et al.*, 2009).

El proceso de abandono de la actividad agrícola ha sido muy intenso en diversas áreas de montaña del mundo. En América, los autores señalan el desigual impacto de la globalización sobre la superficie agrícola tradicional de las montañas latinoamericanas (Grau y Brown, 2000; Grau *et al.*, 2003; Aide y Grau, 2004; Grau *et al.*, 2005; Grau y Aide, 2007 e Izquierdo y Grau, 2009). Además, denuncian el grave riesgo de pervivencia que experimentan los bancales de los Andes (llamados andenes) en el proceso de integración en la nueva economía de mercado (Cacho *et al.*, 1999).

En Europa, los autores señalan el desigual impacto de la política agraria europea en el proceso de abandono agrícola. En este sentido, destacan los trabajos desarrollados en Gran Bretaña (Bunce, 1984 y 1991), en las montañas francesas (Guiheneuf *et al.*, 1996; Van Eetvelde y Antrop, 2004 y Mottet *et al.*, 2006), en los Alpes suizos (Walther, 1986; Gellrich *et al.*, 2006 y Tasser *et al.*, 2007), en las montañas del norte de Italia (Farina, 1991 y Agnoletti, 2007) y en las montañas portuguesas (Pinto, 1992 y 1993; Van Doorn y Bakker, 2007). Muchos coinciden en denunciar la pérdida de la diversidad del paisaje y de la biodiversidad características que también existen en los paisajes culturales europeos (Meeus *et al.*, 1988 y 1990). Entre los trabajos realizados sobre este tema en los países de Europa oriental, en los que se da cuenta de que es un fenómeno reciente motivado por la caída del régimen comunista de la antigua URSS, destacan los realizados en los Cárpatos polacos, eslovacos y ucranianos (Kozak *et al.*, 2004; Kuemmerle *et al.*, 2008; Hostert, 2010), en Estonia (Peterson y Aunap, 1998) y en Letonia (Nikodemus *et al.*, 2005).

En otros trabajos se parte de la idea de que aunque la causa del abandono agrícola en Europa puede ser común para muchos países, no lo son en cambio, las consecuencias ambientales del mismo que pueden ser muy diversas según el tipo de abandono, las condiciones ambientales y la sensibilidad ambiental frente a los cambios de usos del suelo (Mac Donald *et al.*, 2000). Éstos proponen que se adopten medidas políticas (sectoriales y estructurales), tanto de carácter preventivo como de gestión de las tierras abandonadas. Para ello, diseñan un índice que mide el capital natural (bienes y servicios) de las tierras abandonadas con el que valorar los activos ambientales (su utilidad para crear riqueza monetaria o de bienestar). Parten de la premisa de que el abandono de cualquier espacio agrícola de "alto valor natural" se traduciría en una

depreciación del capital social. Se entiende por agricultura de “alto valor natural” (Baldock *et al.*, 1996) aquella que está asociada con hábitats seminaturales, con bajo grado de mecanización y de baja intensificación por sistemas agrícolas y, por lo tanto, de pequeña escala y baja intensidad, como lo son buena parte de las superficies agrícolas tradicionales del mundo.

El análisis del proceso de abandono agrícola en las montañas españolas abarca diferentes áreas: las montañas galáico-leonesas (Cabero, 1979, 1980 y Martín-Galindo, 1987) y castellano-leonesas (Llorente y Luengo, 1986 y Luengo, 1992), los valles asturianos (Rodríguez, 1984); el Pirineo navarro (Floristán 1990 y 1993), el Sistema Central (Bordiú, 1985); las sierras madrileñas (Sancho *et al.*, 1993 a, b y 1995); las montañas malagueñas (Gómez-Moreno, 1985); el Pirineo aragonés (Lasanta, 1988 a y b, 1989, 1996, 2007; Lasanta *et al.*, 2005; García-Ruiz y Lasanta, 1990, 1993, Lasanta y García-Ruiz, 1987), el Pirineo central y el Sistema Ibérico (Arnáez *et al.*, 1990; Lasanta *et al.*, 1989) en el Sistema Ibérico riojano (Lasanta y Errea, 2001; Ruiz-Flaño *et al.*, 2009; Arnáez *et al.*, 2011); los Pirineos catalanes (Ubalde *et al.*, 1999; Soriano, 1994; Molina *et al.*, 2001); las sierras alicantinas (Marco y Morales, 1995; Padilla, 1997; Peña *et al.*, 2005) y las Béticas (Douglas *et al.*, 1996 y Cañadas, 2003).

En Canarias, la producción científica realizada sobre los espacios agrarios, la actividad agrícola y sus transformaciones recientes, se pueden clasificar en varios grupos:

- Los que analizan la evolución del paisaje agrario desde su construcción hasta la actualidad en Gran Canaria (Santana y Pérez-Chacón, 1991; Santana, 1992, 1993 y 2001) y en el archipiélago canario (Santana y Morales, 1993 y 2005; Morales y Macías, 2003).
- Los que se centran en la diversidad de paisajes agrarios (Rodríguez-Brito, 1992, 1993, 1997) y diagnostican su situación actual (Santana *et al.*, 1992; Martín *et al.*, 1993, 1994; Martín 1997 y 2000; García y Pestana, 2010).
- Los que estudian la situación de la actividad agrícola, en diferentes etapas de la historia reciente de las islas Canarias, a partir del análisis de fuentes historiográficas diversas (Quintana y Márquez, 1996; Guerra Palmero, 2005; Domínguez *et al.*, 2005). Los que analizan las causas de la actual situación de crisis e incertidumbre del sector frente al futuro inmediato y presentan propuestas de solución (Sans, 2004; Díaz y Parreño, 2006; Zapata, 2008).

- En el último grupo se encuentran los trabajos en los que se analizan las transformaciones recientes del paisaje con el empleo de tecnologías de información geográfica (SIG) a diversas escalas espaciales (Camino *et al.*, 1999; Abadín *et al.*, 2004 y Abadín, 2007; Romero *et al.*, 1994). En este mismo bloque se encuentra el Proyecto Corine Land Cover, que aporta datos de cambios de ocupación del suelo entre 1990 y 2000, cuyos resultados son poco significativos para el caso de Canarias. Esto se debe a que la escala usada y la unidad mínima cartografiable no presentan el detalle suficiente, dadas las dimensiones de las islas y la abrupta topografía de algunas de ellas (escala 1:100.000 y unidad mínima de 25 ha).

Por su carácter reciente y por su valiosa aportación en el campo del desarrollo rural, destaca el estudio sobre el abandono del espacio y de la actividad agrícola en la isla de Tenerife (Godenau *et al.*, 2009). En él se usa de manera combinada la información social y espacial (encuesta y cartografía de cultivos de diversas fechas), se explican las diversas causas del abandono y se cuantifica la superficie agrícola abandonada, diferenciando entre abandono prolongado y abandono reciente.

Por último, cabe señalar que el grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente, vinculado actualmente al Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOcAG) de la universidad de Las Palmas de Gran Canaria, trabaja en torno a una línea de investigación sobre las "Alteraciones antrópicas de los sistemas naturales en Canarias". En este contexto, se han realizado estudios acerca de las modificaciones antrópicas sobre los distintos paisajes vegetales y agrícolas (Pérez-Chacón *et al.*, 1984; Pérez-Chacón, 1987 y Naranjo, 1995), así como sobre las competencias en el uso de los espacios agrícolas de las medianías de la isla de Gran Canaria (Pérez-Chacón *et al.* 1993).

Cabe asimismo destacar que el uso combinado, cada vez más generalizado, de diversas fuentes de información (fotografía aérea, ortofoto digital, imágenes de satélite, encuestas) y de herramientas y tecnologías de información geográfica (SIG, teledetección), resultan de gran utilidad en la recogida, el análisis y la gestión del gran volumen de información que es preciso manejar en este tipo de estudios (Sancho *et al.*, 1993; Sancho y Navaltropo, 1994 y Pérez *et al.*, 2004). Suponen asimismo una mejora tecnológica para cuantificar la dinámica temporal de los cambios impuestos por el ser humano en el medio, siendo muy útiles para medir la intensidad y el sentido de los

cambios, así como su relación con las variables ambientales y socioeconómicas más significativas (Ubalde *et al.*, 1991).

Otros autores destacan la importancia de trabajar con las unidades de observación adecuadas al estudio del proceso de abandono agrícola. Algunos señalan que para el estudio de cambios se debe trabajar con unidades de usos del suelo y no de coberturas del suelo (Verburg *et al.*, 2009). Asimismo, añaden que es conveniente cartografiar las funcionalidades de un territorio, pues mientras que los usos aportan información sobre la estructura, las funcionalidades o funciones nos permiten conocer los bienes y servicios que presta u ofrece un determinado territorio.

Para finalizar con este apartado dedicado a la revisión bibliográfica sobre el abandono agrícola, cabe mencionar los trabajos en los que se cuestiona si dicho proceso constituye un problema ambiental. La respuesta no es única, ni válida para todos los territorios. Por ejemplo, en áreas de montaña con clima húmedo, como el Pirineo Central, la recolonización vegetal sería relativamente rápida y eficaz frente a la acción de los agentes erosivos. No obstante, esto depende del manejo o uso posterior al abandono agrícola que el ser humano hace de dichos espacios, tales como las quemas indiscriminadas o el pastoreo (Pérez-Chacón y Vabre, 1988; García Ruiz *et al.*, 1991, Pérez-Chacón, 1993). Los autores consultados coinciden en destacar la compleja evolución de la recolonización vegetal que, presenta una evolución lineal (de pastizal degradado a "bosque climácico") cuando las condiciones ecológicas son favorables, pero cuando no es así, se producen situaciones que ralentizan, bloquean e invierten dicha dinámica sucesional, estableciéndose diferentes temporalidades según los casos. Por su parte, en medios semiáridos (área mediterránea) el abandono agrícola puede ser un problema ambiental en parcelas con suelos pobres y sometidas a valores de erosividad pluviométrica elevados, aspectos que limitan el desarrollo de la vegetación y, por ello, de su función protectora del suelo.

Otros autores (Vicente-Serrano *et al.*, 2000) responden a esa misma cuestión realizando un balance entre los efectos negativos y positivos del mismo. Entre los negativos, señalan la pérdida de espacios con importante valor cultural, histórico, económico y ecológico. Por el contrario, la matorralización de los antiguos campos de cultivo implica la disminución de las tasas de erosión y la mejora de la calidad del agua que llega a los ríos, todo ello como consecuencia de la recuperación de la vegetación natural que propicia, a medio y largo plazo, una mayor calidad ecológica, pero también

un mayor riesgo de incendio. Lo realmente problemático, a juicio de los autores, es la situación intermedia que definen de "tránsito inestable" por la heterogeneidad paisajística negativa que presentan algunos espacios agrícolas abandonados. Esa situación se caracteriza por una colonización arbustiva y arbórea y de especies pirófitas que hacen que el paisaje pierda su valor ambiental y económico, y se incrementa de forma considerable el riesgo de incendio forestal, lo que detendría el proceso de sucesión vegetal, reactivaría la erosión y retrasaría la llegada a una situación de homogeneidad natural.

1.2.2. Los trabajos sobre las consecuencias de abandono agrícola en las vertientes

En este apartado del trabajo se realiza un recorrido por la producción científica que aborda las consecuencias que el abandono agrícola provoca sobre las vertientes, prestando especial atención a aquellas que afectan a las ocupadas por terrazas agrícolas. Aunque se sabe que el abandono agrícola tiene implicaciones en la población, la organización social, la actividad económica y en la gestión del territorio, este trabajo se centra en el análisis de las consecuencias geoecológicas, especialmente las hidrogeomorfológicas, que éste provoca en las vertientes.

Las consecuencias geoambientales del abandono agrícola se han estudiado de muy diversas maneras, por ejemplo, de forma conjunta, de forma sectorial o analítica (cada tema por separado), haciendo uso de técnicas y herramientas diversas (fotointerpretación, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, modelización, estadística multivariada) y, por último, a escalas muy diferentes (regional, cuenca hidrográfica y parcelas experimentales).

Lo primero que cabe señalar es que la evolución de los campos tras el abandono depende de cinco factores: la edad del abandono, las condiciones climáticas de la zona abandonada, las características de los campos, la gestión de la tierra tras el abandono y el papel de las políticas gubernamentales (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011, pág. 317). La acción combinada de dichos factores incide sobre la colonización vegetal, la reducción de biodiversidad, la calidad de los suelos, la dinámica hidromorfológica y la pérdida de suelos y, finalmente, sobre la calidad de los paisajes agrícolas. A continuación se sintetizan algunos de los resultados obtenidos por diversos autores sobre estos aspectos.

El estudio de estas consecuencias tiene una amplia historia en España. Ya en 1989 el Seminario celebrado en Zaragoza, organizado por el CIHEAM (Centro Internacional de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza y la INTECOL (la Internacional Association for Ecology) tuvo como tema de debate el abandono agrícola en el contexto de los paisajes rurales. En él se estudia el abandono como proceso que afecta a los seres vivos en la sucesión vegetal, tanto durante como después del abandono.

La consecuencia más evidente del abandono agrícola, especialmente cuando se trata de abandonos antiguos, es la recolonización vegetal de los campos. Ésta es un proceso de sucesión secundaria (Pugnaire *et al.*, 2006) relativamente complejo, que depende de múltiples factores (naturales y antrópicos), tales como las características climáticas (precipitación media anual y evapotranspiración) (Francis y Thornes, 1990 y García-Ruiz *et al.*, 2011), edáficas (fertilidad y profundidad), las características topográficas de las vertiente (pendiente y forma de la ladera) y de los campos, así como de la composición florística de la vegetación de borde y el uso posterior al abandono de los campos.

Las características climáticas pueden favorecer o limitar la recolonización vegetal. Así, en ambientes semiáridos, marcados por la escasez y torrencialidad de las precipitaciones, se dificulta este proceso de sucesión vegetal (Ruiz-Flaño, 1993 y García-Ruiz *et al.*, 1996). En estas situaciones, la recolonización adquiere morfología en parches, rodales o *islas de fertilidad*, que alternan con calveros o superficies desprovistas de ella (Puigdefábregas, 1996 y 2005, Bergkamp *et al.*, 1996; Puigdefábregas *et al.*, 1998). Por el contrario, en ambientes húmedos en los que apenas se registran eventos lluviosos de alta intensidad, la vegetación coloniza rápidamente los campos abandonados tras el abandono (Marco-Molina y Morales-Gil, 1995; Padilla, 1998; Molina-Gallart y Nadal-Tersa, 1998; Camarasa *et al.*, 1998).

Las características del suelo (espesor, contenido en materia orgánica, contenido en nutrientes, etc.), según algunos autores, son más limitantes que las propias condiciones climáticas para el desarrollo de la recolonización vegetal (Lasanta *et al.*, 2000 y 2006; Pueyo y Begueria, 2007; Acacio *et al.*, 2007; Verburg y Overmars, 2009 y Nunes *et al.*, 2010). Otro factor limitante, común en ambientes semiáridos degradados por inadecuadas prácticas agrícolas, es la escasez de semillas en el suelo (Pugnaire *et al.*, 2006).

La heterogeneidad de situaciones que presenta la recolonización vegetal en campos abandonados está estrechamente relacionada con el tipo de campo y con sus características microtopográficas. Los factores que influyen en la dinámica recolonizadora en los campos en pendiente (Ruiz-Flaño, 1993) difieren de los que lo hacen en bancales (Marco y Padilla, 1995; Marco *et al.*, 1996; Rodríguez Aizpeloea *et al.*, 1991 y Padilla, 1998). La microtopografía del bancal es un factor importante en la recolonización vegetal, especialmente en los primeros años tras el abandono. En bancales “de pendiente invertida”, o también llamados “terrazas escalonadas” (Hudson, 1982), los pies de los muros son los sectores de máxima densidad vegetal porque en ellos se concentran la escorrentía, son mínimas las pérdidas por evaporación (proyección de la sombra del muro) y es el lugar donde caen las semillas (desde los muros y taludes) que permitirán su colonización hacia el centro del bancal. En algunos de los trabajos realizados sobre recolonización vegetal en terrazas de cultivo (Rodríguez-Azpiolea *et al.*, 1991; Marco y Padilla, 1995; Marco *et al.*, 1996 y Padilla, 1998), se destaca el papel de la forma de la parcela (estrechez) en la dinámica recolonizadora. Esto se debe, a que contribuye a acelerar el proceso no sólo por el menor espacio a ocupar, sino también por la mayor proximidad de las fuentes de semillas localizadas en los muretes y en las formaciones vegetales colindantes. Padilla (1998) señala que la dinámica recolonizadora es veloz en parcelas estrechas (<3 metros), donde la fuente principal de semillas son los muros, mientras que es lenta en terrazas más anchas, en las que el suministro de semillas procede fundamentalmente de las formaciones aledañas. Señala la existencia de tres sectores dentro de los bancales según su densidad y diversidad vegetal: el frente de la parcela, el centro y el pie del muro. El primero de ellos es el que presenta el valor más bajo de dichos parámetros, debido al apelmazamiento del suelo por el tránsito y a su menor espesor (el suelo descansa sobre parte del paramento de piedras del muro). Por último, también resultan muy interesantes las pautas de colonización vegetal descritas por Padilla en bancales, donde comienza por la ocupación de los reservorios de humedad asociados al tipo de cultivo (en cultivos herbáceos los surcos del arado y en arbóreos, los hoyos donde éstos se localizaban). Estas pautas continúan con la colonización desde los muretes o taludes hacia el centro de la parcela, siguiendo una tendencia centrípeta.

Por su parte, Marco *et al.* (1996) destacan, con respecto al proceso recolonizador en bancales, que en laderas con características pluviométricas favorables y fuentes de semillas próximas, las terrazas suelen presentar mayor cobertura vegetal y riqueza

florística que las formaciones alledañas. Esto se debe a que en las terrazas concurren una serie de factores que favorecen el enraizamiento de las especies vegetales: mayor espesor edáfico, riqueza en nutrientes y reservas hídricas relacionadas con las labores del arado.

También cabe señalar el papel que desempeñan los taludes y los muros de los bancales como fuentes de provisión de semillas, corredores de conectividad, hábitats lineales de flora y fauna trófico-dependientes, así como reservas de propágulos de una gran diversidad de especies vegetales. Todo ello contribuye al incremento de la diversidad en los paisajes agrícolas (Pardo *et al.*, 2005). Los muros de piedra bien conservados dan lugar a un tipo de hábitat en el que abundan las comunidades de briófitos y pteridófitos, mientras que en los bancales con taludes y/o desprendimientos se instala una gran variedad de especies leñosas.

El uso de los campos tras el abandono puede interferir negativa o positivamente en su recolonización. En el primer caso, destacan el pastoreo intensivo y la quema de arbustos espinosos practicada por los pastores. Esto provocan el bloqueo de la sucesión vegetal impidiendo la entrada de comunidades arbustivas y favoreciendo la compactación y erosión del suelo con la consecuente pérdida de nutrientes y semillas (Ruiz- Flaño *et al.*, 1992 y Dunjó *et al.*, 2003). En cambio, el pastoreo extensivo u ocasional, puede favorecer el progreso de las leñosas (González-Bernáldez, 1991; Vicente-Serrano *et al.*, 2004; Tasser *et al.*, 2007; Tzanopoulos *et al.*, 2007; Sluiter y De Jong, 2007; Verburg y Overmars, 2009 y Lasanta *et al.*, 2009).

Algunos autores señalan que la recolonización vegetal no siempre es un proceso lineal de evolución desde estrato herbáceo a bosque climácico. Con frecuencia se producen retrocesos o bloqueos en la dinámica sucesional, que pueden deberse a factores externos (caza, el pastoreo, repoblaciones, puesta en cultivo de parte o de la totalidad de la parcela y la presencia de animales, como el jabalí) o internos (pobreza en nutrientes del suelo, competencia entre especies vegetales colonizadoras) del campo (Pérez-Chacón y Vabre, 1988 y Marco y Padilla, 2002).

La estrecha relación que existe entre la cobertura vegetal y la actividad hidromorfológica tras el abandono agrícola ha sido analizada en muchos trabajos científicos, entre los que destacan los de Fisher *et al.* (1987) y Thornes *et al.* (1990). Una densa cubierta vegetal favorece la infiltración, reduce la disponibilidad de sedimentos

transportables por las escorrentías y retiene suelo frente a los procesos de movimientos en masa.

Cabe añadir que existe una serie de trabajos que estudian la dinámica sucesional desde una visión netamente aplicada, cuyo objetivo principal es plantear la gestión sostenible de los campos abandonados, teniendo en cuenta los mecanismos de la dinámica recolonizadora y de la hidrogeomorfológica (Sobrón y Ortíz, 1989; Gasull *et al.*, 1990; Molinillo *et al.*, 1997 y Lasanta *et al.*, 2009).

Resulta interesante señalar que, en medios intensamente antropizados en los que antes de la explotación agrícola los campos se habían dedicado a otros aprovechamientos (madera, caza, pastos, carboneo, etc), no se puede pensar en un escenario de evolución hacia una situación climática. Éste es el caso de muchas áreas agrícolas del levante español y de Gran Canaria (Pérez-Chacón, 1987). En este sentido, hay autores que proponen que se hable de un proceso de restitución de un equilibrio medioambiental más o menos estable en el que puedan coexistir actividades económicas compatibles con él (Padilla, 1998), mientras que otros señalan “tendencias regenerativas de formaciones relicticas” que pueden configurar nuevas situaciones clímax o plesioclímax (Pérez-Chacón *et al.*, 1984: 175 y 176).

El proceso de recolonización vegetal en bancales abandonados ha sido escasamente estudiado en Canarias (Quirantes *et al.*, 1994 y Arbelo *et al.*, 2006). En el primero, se identifica y describe la composición florística de las especies recolonizadoras en bancales de abandono antiguo (sobre basaltos), frente a los de abandono más reciente (sobre pumitas), localizados en los distintos pisos bioclimáticos de las Laderas del Sureste de Tenerife. En el segundo caso, los autores relacionan la gradación altitudinal de ciertas propiedades del suelo con el grado de cobertura vegetal y los biotipos presentes, en un transecto altitudinal que transcurre de costa a cumbre en la vertiente Suroeste de Tenerife. Encuentran un incremento de la cobertura vegetal y de la presencia de fanerófitos y hemicriptófitos con la altitud, mientras que en las zonas bajas y áridas, los biotipos que dominan, son los terófitos y los caméfitos.

Tras el abandono, la calidad de los suelos agrícolas sigue trayectorias diferentes en función de las características climáticas, de sus características originales, del proceso de recolonización vegetal, del tipo e intensidad del manejo durante su explotación y tras el abandono y también del tiempo transcurrido desde su abandono.

En climas húmedos o subhúmedos, donde la recolonización vegetal es relativamente rápida, las características de los suelos (contenido en materia orgánica, estabilidad y tamaño de los agregados, capacidad de retención hídrica) tienden a mejorar e incluso a superar la calidad que tenían durante su explotación (Trimble, 1990; Pardini *et al.*, 1991; Martínez-Fernández *et al.*, 1995; López-Bermúdez *et al.*, 1996; Ruecker *et al.*, 1998; Kosmas *et al.*, 2000 y García-Ruiz, 2010).

Pero en medios semiáridos, con suelos esqueléticos y muy deteriorados tras largos períodos de explotación, la recolonización vegetal se encuentra con fuertes limitaciones y las características del suelo, lejos de mejorar, avanzan hacia su total deterioro o infertilidad e incluso a su pérdida, por erosión (Soriano, 1994). Romero *et al.* (2012) demuestran en la región de Murcia que dicha degradación también está condicionada por las características litológicas de los campos, siendo los sustratos de naturaleza margosa, los más vulnerables frente a la erosión y a su degradación físico-química.

En esos mismos ambientes climáticos, Cerdá *et al.* (1994) comprobaron que es más rápido el incremento de la densidad de microorganismo que el de la agregación tras doce años de abandono. Asimismo, en las terrazas abandonadas situadas en las partes bajas de las vertientes funcionan como trampas de sedimentos, receptoras de fertilidad que es transportada por las escorrentías. A esto último añade que requieren ser conservadas para evitar la pérdida súbita de sedimentos acumulados durante décadas (Cerdá *et al.*, 1994 y 1995).

Otros autores señalan al uso posterior al abandono como causa de máxima importancia en el estado de degradación de los suelos. Ruiz-Flaño (1993) y Lasanta y García-Ruiz (1999) observan que el bajo contenido en materia orgánica, nitrógeno y nutrientes puede deberse a prácticas pastoriles inadecuadas (fuego de rastrojos) o por senescencia vegetal.

Dunjó *et al.* (2003) emplean índices de calidad de los suelos agrícolas para identificar las complejas relaciones físico-químicas de los componentes del suelo en terrazas con diversas edades de abandono. Estos índices resultan de suma utilidad para describir los suelos en términos de gestión sostenible de este recurso en las áreas de montaña.

En el caso de la degradación del suelo de los bancales abandonados en Canarias, Fuentes (2003) y Arbelo *et al.* (2006) detectan cambios de diferente signo en la calidad de los parámetros edáficos según edad de abandono y geoambientes. Observan que, en la vertiente suroriental de Tenerife, la disminución de la salinidad del suelo y del contenido en arcilla junto al incremento de la alcalinidad, el C orgánico y el N total puede ser atribuible a la edad de abandono. Asimismo, señalan que la degradación de los bancales del geomambiente de costa comenzó poco después del abandono de las prácticas agrícolas, como consecuencia del ascenso por capilaridad de las sales contenidas en el agua de riego (riego a manta), mientras que la del geoambiente de medianías se produce por la incidencia de la erosión del agua de lluvia.

El análisis de las consecuencias hidrogeomorfológicas del abandono agrícola en cuencas-vertientes y en campos abarca una amplia gama de temas, técnicas y escalas espaciales. Los resultados más relevantes se sintetizan en los párrafos siguientes.

En España, los primeros estudios que se realizan sobre las consecuencias geomorfológicas del abandono agrícola datan de finales de la década de los 80 y principios de los 90 del siglo XX (Puigdefábregas, 1983; Pérez-Cueva y Calvo, 1984; Arnáez y Pérez-Chacón, 1986; Francis, 1986; Molinillo *et al.*, 1987; García-Ruiz *et al.*, 1988 y 1991; Ruiz-Flaño *et al.*, 1990 y 1992; Ruiz-Flaño, 1993; Llorens y Gallart, 1990 y 1992 y Gallart *et al.*, 1994). A partir de esos trabajos pioneros la lista de estudios similares se ha multiplicado sustancialmente abarcando otras áreas de montaña española y europea. Tal y como señalan García-Ruiz y Lana-Renault (2011) y Lana-Renault *et al.* (2012), en Europa es muy significativa la cantidad de trabajos realizados en los últimos veinte años en materia de consecuencias hidrológicas y geomorfológicas del abandono de cultivos, siendo máxima la producción científica en los países mediterráneos (España, Francia, Grecia, Italia, Portugal y Eslovenia), debido a la magnitud del abandono y su impacto visible en el paisaje, a la diversidad de modelos de campos existente y a la complejidad y dificultad de la colonización vegetal debido a las limitaciones climáticas (escasas e irregulares precipitaciones). En cambio, el número de trabajos publicados sobre Europa del Centro (Austria, Polonia, Eslovaquia, Alemania, Suiza, Hungría, Letonia y Estonia) y del Este (Ucrania) es considerablemente inferior.

De ellos se concluye que no existe un único modelo o patrón en el proceso de abandono agrícola, por lo que a la diversidad de tipos de abandono le corresponde igualmente una variada gama de consecuencias hidrogeomorfológicas en las cuencas-vertientes y

en los campos. A pesar de ello, se comprueba que existen unos efectos comunes desde el punto de vista de la respuesta hidrológica. Por ejemplo, el que la recolonización vegetal, especialmente de comunidades arbustivas y arbóreas, interfiere activamente en el ciclo hidrológico de las cuencas y de las vertientes, respectivamente. Además, las pérdidas por erosión en campos abandonados son mayores transcurridos unos años de abandono, al disminuir la infiltración por el deterioro de las estructuras de laboreo (surcos y caballones), reduciéndose cuando la vegetación se hace más densa.

Las condiciones climáticas influyen, como se ha señalado en párrafos anteriores, en la recolonización vegetal de los campos y, por ello, también en la respuesta hidrológica y erosiva de los mismos y de las cuencas-vertientes. De este modo, en climas húmedos se reducen los valores de escorrentía, es mayor la interceptación de la vegetación, se incrementan las tasas de infiltración, se incrementa el umbral de lluvia precisa para que se inicien las escorrentías, los caudales máximos disminuyen, se retrasan los picos de crecida fluviales y se reducen considerablemente las inundaciones anuales.

En cambio, en climas secos, concretamente en el ámbito de la Europa mediterránea, la dinámica hidrológica es muy intensa debido a la compleja y difícil recolonización vegetal. Por una parte, la aridez del clima (precipitaciones escasas e irregulares, evapotranspiración elevada, temperaturas altas, periodos de sequía largos) limita el proceso de germinación de las semillas existentes en los campos. Por otra, es frecuente la formación de costras en el suelo, proceso que es significativo en los primeros años tras el abandono, debido a la ausencia de capa vegetal protectora. Las costras reducen notablemente la tasa de infiltración y favorecen el incremento de la escorrentía superficial concentrada, creándose así un paisaje de cárcavas muy densas (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011). Otros autores señalan que el abandono favorece la activación de procesos de erosión de gran envergadura (deslizamientos y coladas de barro), asociados a episodios de lluvias torrenciales características de esos ambientes (Martí y Puigdefábregas, 1983; Pérez-Cueva y Calvo, 1984 y Molina *et al.*, 1997).

Los estudios realizados sobre la respuesta hidrológica de cuencas con presencia de campos abandonados resultan de gran interés en áreas con déficit hídrico considerable, como la mediterránea. A partir del análisis hidrológico de cuencas hidrográficas situadas en el Pirineo aragonés, con predominio de campos abandonados en pendiente (abandonos antiguos) y con diferentes estadios de colonización, se constata una respuesta hidrológica casi inmediata frente a cualquier intensidad y volumen de lluvia

(Arnáez *et al.* 1999). Por el contrario, en cuencas con predominio de una cobertura forestal se produce una respuesta retardada y amortiguada y de funcionalidad más compleja (Seeger y Beguería, 2003).

En cambio, en pequeñas cuencas hidrográficas situadas también en medios húmedos (Pirineo catalán) pero con predominio de bancales abandonados, Llorens *et al.* (1992) y Gallart y Llorens (1993 y 1994) demuestran la funcionalidad hidrológica de los mismos, debida a su elevada capacidad de retención hídrica y su baja producción de sedimentos. En cambio, los canales de drenaje construidos en los márgenes de los bancales, son los que suponen elementos de gran riesgo hidrológico y de erosión lineal, elevando los picos de crecida en períodos lluviosos y el riesgo de acarcavamiento y de deslizamientos.

En cambio, en ámbitos semiáridos, los bancales y especialmente los canales de drenaje construidos en sus márgenes son considerados como “puntos calientes” de la erosión, así como vías de transporte de sedimentos. Esto se debe a que interfieren en la conectividad de escorrentías y sedimentos a escala de cuenca, provocando la formación de cárcavas y el aumento de la movilización de sedimentos en el sistema (Hooke, 2003 y 2006).

Entre los trabajos realizados sobre la respuesta hidrológica de las vertientes tras el abandono, realizados a escala de parcela agrícola, destaca la tesis doctoral de Ruiz-Flaño (1993) por ser el primero en abordar esa temática y por sus interesantes aportaciones metodológicas y resultados. Su autora modeliza la evolución geomorfológica de campos de cultivo en pendiente en un valle del Pirineo aragonés (Valle de Aísa) a partir de una metodología experimental, en la que se combinan transectos, parcelas experimentales con canales Gerlach y pruebas de simulación de lluvia. Uno de los resultados más concluyentes de ese trabajo es que la mayor actividad erosiva se produce en los campos de abandonos recientes y, también, en los de abandonos muy antiguos (80-100 años). Por el contrario, la actividad erosiva se reduce considerablemente en los campos con abandono intermedios (25-30 años). Mientras la actividad erosiva de los campos de reciente abandono y el descenso de la misma entre los campos de abandono medio se relacionan directamente con el estadio de recolonización vegetal, la intensa actividad erosiva de los campos asociados a abandonos antiguos responde a malas prácticas pastoriles. La reactivación de severos procesos de erosión (escorrentía concentrada y escorrentía difusa severa), que conducen al predominio de microambientes erosivos de enlosados de piedras, se debe a la quema de arbustos

espinosos que los pastores de esta zona del Pirineo practicaron con frecuencia para crear pastos. Estos campos de abandonos antiguos se corresponden con el abandono de la marginalidad, es decir, los correspondientes a campos con peores aptitudes agrológicas (suelos delgados y pobres) ubicados en las topografías más susceptibles a la erosión (laderas rectas y convexas).

A partir de esa tesis doctoral se incrementa el empleo de dichas técnicas experimentales (parcelas y de pruebas de simulación de lluvia e infiltración) en el análisis de la respuesta hidrogeomorfológica de los campos de cultivos abandonados en diversas montañas españolas. Belmonte *et al.* (1999) con parcelas experimentales sometidas a diversos usos en ambiente semiárido (cuenca del río Mula en Murcia), comprueban el incremento de la escorrentía por compactación del suelo tras el abandono, así como la reducción de la tasa media de erosión con el incremento de la cobertura vegetal. Por su parte, Lasanta *et al.*, (1994) con pruebas de simulación de lluvia denotan la mayor producción de sedimentos y de escorrentía en barbecho sin abonado, concluyendo que el abandono agrícola debe ser dirigido con prácticas de conservación de suelos como el abonado para favorecer la recolonización vegetal.

La necesidad de conocer la dimensión espacial y temporal de la dinámica erosiva tras el abandono agrícola, a escala de cuenca y para un período de vigencia superior al de las parcelas experimentales, y con el objeto final de realizar propuestas de uso sostenible de los recursos, lleva a muchos científicos a proponer el uso combinado de técnicas experimentales con los SIG (Molina-Gallart y Manuel de Miró, 1996; Ries, 1997; Molina-Gallart y Nadal-Tersa, 1998 y Marzolff, 2003).

Para estudiar la dimensión espacial de la erosión hídrica (escorrentías), que deriva del abandono agrícola, también se han empleado modelos semiempíricos, como la USLE o Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (Wischmeier y Smith, 1962) y la RUSLE o Ecuación Universal de Pérdida del Suelo Revisada en diversos territorios de Europa (Chisci, 1985 y Pelacani, 2008).

En Canarias, dicho modelo se aplicó para el cálculo de la erosión actual y la potencial (Sánchez *et al.*, 1995) de la isla de Gran Canaria, cuyos mapas resultantes forman parte una serie cartográfica denominada Cartografía del Potencial del Medio Natural, que proporciona una base científica para la planificación ambiental y la ordenación del territorio. También se emplea el modelo USLE en la comparación de las tasas de

erosión de dos cuencas hidrográficas en dos momentos de la historia socioeconómica reciente (1962 y 2002) (Abadín *et al.*, 2004 y Abadín, 2007).

Las diversas herramientas que ofrecen los SIG también resultan de suma utilidad para realizar estudios diacrónicos o de "dinámica erosiva" de una cuenca hidrográfica, como el realizado por Camarasa *et al.* (1998) en la comunidad valenciana (cuenca del río Mijares en Castellón).

Los efectos hidrogeomorfológicos del abandono agrícola en bancales merecen una mención especial, pues presentan unas características propias que derivan del intenso grado de alteración de las características topoedáficas e hídricas de las vertientes sobre las que se construyen y de la propia morfología de estos campos, especialmente de aquellos que presentan un rellano plano y un muro de piedra adosado a su escarpe.

El abancalamiento supone una drástica alteración y reorganización de la red de drenaje de las vertientes, así como una redistribución del suelo removido que presenta, en muchas ocasiones, mayor espesor cerca del escarpe y menor en la parte interior de la terraza. Además, la respuesta hidrológica de los bancales, especialmente en el sector próximo al escarpe, varía en función de si se le adjunta a éste un muro de piedras o no, o si simplemente se configura como un talud cubierto de hierba, arbustos e incluso árboles. Al grado de antropización descrito se suma, en muchas ocasiones, la construcción de una compleja red de drenaje artificial que sirve para derivar las aguas de escorrentía o con el fin de regar los cultivos de la parcela.

Los efectos del abandono en esas vertientes abancaladas, debido a las características descritas, difieren de los que se producen en campos en pendiente en tres aspectos esenciales: la recolonización vegetal de sus rellanos no siempre es inmediata, no se reducen las tasas de erosión (Lana-Renault *et al.*, 2012) y tampoco mejora, en todos los casos, la calidad del suelo.

La producción científica que trata sobre los efectos hidrogeomorfológicos del abandono agrícola sobre vertientes abancaladas es muy variada y amplia. Comprende desde trabajos en los que se relacionan los bancales con las vertientes en las que se localizan, hasta los que estudian los procesos hidrogeomorfológicos, de forma detallada, en cada uno de los sectores del bancal.

Todos los autores consultados coinciden en señalar la gran variedad de situaciones geomorfológicas, ecológicas y antrópicas que presentan los campos abancalados tras su abandono. Ésta variedad responde a la acción combinada de *factores básicos*, o referidos a las características de las terrazas, y a *factores dinámicos* (Marco y Morales, 1995). Por *factores básicos* se entiende la forma de la vertiente en la que se encuentra el bancal y las características del propio muro. En cambio, entre los *factores dinámicos* distinguen los abióticos (la litología y los episodios de lluvias torrenciales), los bióticos (fauna y vegetación como factores desestabilizador y estabilizador de las vertientes, respectivamente), y por último, los antrópicos (duración del abandono y aprovechamiento postcultivo). Otros autores añaden a la lista de factores la pendiente de la parte central y media del muro, el descalzamiento de su base, la erosión hídrica interna y del efecto dominó con los bancales contiguos (Ramón- Molinas, 1997).

El tipo de proceso de erosión que se instala en los bancales depende directamente del modelo de campo. En los bancales con rellanos planos, predominan los movimientos en masa en sus muros, mientras que en los que presentan su superficie en pendiente se produce la acción combinada del arroyamiento difuso en sus superficies con los movimientos en masa en sus muros y/o escarpes. Mientras que en los de rellano plano se desestabilizan las vertientes por medio de desplomes masivos en un intento de regularización natural de las rupturas de pendiente, en los segundos se produce la pérdida progresiva de finos y el aumento de la pedregosidad superficial de las vertientes.

Los factores que condicionan el tamaño y la frecuencia de los movimientos en masa de los muros de los bancales son: la pendiente y la forma de la ladera, el lugar que ocupan en la ladera y la edad de abandono. García-Ruiz *et al.* (1988), Jiménez-Olivencia (1992); Arnáez *et al.* (1992) y Lasanta, *et al.* (2001) comprueban que la máxima frecuencia de deslizamientos en los muros de los bancales se registra en las partes bajas de las vertientes cóncavas, en donde la presión hidráulica es mayor, pero en cambio el volumen de material desalojado es superior en los sectores medios de las laderas rectas y convexas, debido a la mayor pendiente de esos sectores de la ladera (Arnáez *et al.*, 2009).

A lo expuesto, cabe añadir el desigual papel que desempeña la cubierta vegetal en relación con la activación de los movimientos en masa en los muros de los bancales. En medios áridos el descenso de la permeabilidad del suelo con la profundidad es un factor limitante para el enraizamiento de las plantas por lo que, la función que ejerce la

vegetación en la fijación del suelo se ve muy limitada y no consigue impedir los movimientos en masa. Lesschen *et al.* (2008) destacan que la presencia de árboles en el rellano y el crecimiento de arbustos en el muro de los bancales contribuyen significativamente a la desestabilización de los mismos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Cammeraat *et al.* (2005) en una cuenca alicantina, en los que se comprueba que la rápida colonización vegetal de los bancales fue suficiente para reducir la frecuencia de los deslizamientos y desprendimientos. Por el contrario, en zonas húmedas, donde la cubierta vegetal es densa, especialmente en los bordes de los bancales se reduce notablemente el número de movimientos en masa de los mismos (Llorens *et al.*, 1997). García-Ruiz *et al.* (1988) señalan a este respecto que la densidad de los deslizamientos correlaciona negativamente con la densidad de la cubierta vegetal.

Jiménez-Olivencia (1992) y Pallarés-Bou (1994 a y b) analizan la secuencia de procesos de erosión que se desarrollan en distintos sectores del muro de los bancales tras el abandono: los propios de su parte central, abombamientos y deslizamientos, y los del sector superior (caídas de piedras de la fila superior del muro o "piedra altera"¹). Éstos concluyen que la rotura o desplome de las paredes de bancales se produce como consecuencia de la lenta modificación de la morfología de la pared causada, a su vez, por procesos tales como el aumento del volumen por humectación, deslizamiento del material de la terraza y desalojo de material por escorrentía subsuperficial. El segundo autor mencionado además señala que los muros de los bancales no son de "contención de tierras", sino que sirven para proteger de la erosión a la superficie del talud. Además, a excepción de los casos en los que se produce deslizamientos del terreno del talud, el grueso de los desmoronamientos de los muros se deben a la propia morfología inestable de la pared sin que participen empujes externos del terreno adyacente.

García-Ruiz *et al.* (1988) señalan, en relación el arroyamiento en los rellanos de los bancales en pendiente, que el pastoreo intensivo que se practica en bancales abandonados incide negativamente en la conservación de sus suelos. De esta forma, se llega a triplicar el coeficiente de escorrentía, así como la carga de sedimentos suspendidos y disueltos con respecto a los de los rellanos de bancales abandonados sin pastorear.

¹ Jiménez Olivencia, 1992

Existen pocos trabajos en los que se relacionan los procesos de erosión que se activan en los rellanos con los que lo hacen en los muros de los bancales. Destaca el realizado por Pallarés y Girona (1996), en el que se relacionan la dirección de la trayectoria de la escorrentía en el rellano del bancal y la estabilidad del muro. Comprueban que ésta, junto con la pendiente del rellano, condiciona de forma muy significativa, el incremento de la densidad de rotura del muro, en aquellas situaciones en que las aguas vierten en dirección perpendicular al ribazo.

Otro tipo de procesos que se activan en bancales son las cárcavas. Éstas adquieren dimensiones significativas y se muestran más activas en medios áridos (Lesschen *et al.*, 2007), debido a la lenta recuperación de la vegetación, a la formación de costras del suelo y a la falta de mantenimiento de las terrazas después de su abandono. En algunos casos, las cárcavas se originan a partir de las cicatrices de los deslizamientos o de desprendimientos que se producen en los muros. Pero en otros por las tubificaciones que son generadas por las escorrentías subsuperficiales, debidas al mal drenaje de la parte interna de la terraza. El gradiente hidráulico entre terrazas vecinas y la presencia de una capa subsuperficial impermeable son los factores que favorecen este tipo de proceso de erosión, que puede ser el origen de los movimientos en masa del borde del bancal. Si a lo descrito se suma la presencia en superficie de suelos arcillosos, con marcada tendencia a formar grietas de desecación, su evolución puede llevar a los paisaje de badlands, frecuentes en áreas con suelos muy degradados y con altos contenidos en sodio (López-Bermúdez y Torcal, 1986; Romero-Díaz *et al.*, 2007 y Solé-Benet *et al.*, 2010).

En otros estudios realizados sobre hidrología de bancales abandonados, se llega a la conclusión de que, en vertientes cóncavas, donde las líneas de corrientes han sido ocupadas por bancales, existe el riesgo de que se reinstaure la conectividad original entre laderas y canales tras el abandono (Oostwoud *et al.*, 1999; Lesschen *et al.*, 2008; Bellin *et al.*, 2009; Meerkerk *et al.*, 2009). Llorens *et al.* (1992) y Gallart *et al.* (1994) señalan que la falta de mantenimiento de la red de drenaje artificial construida cerca de los bancales contribuye a la reorganización del sistema de drenaje, a través de la incisión de nuevos canales que atraviesan los bancales, produciéndose el restablecimiento de la red de drenaje natural.

Los trabajos realizados con parcelas experimentales y pruebas de simulación de lluvia por Rodríguez-Aizpeolea, *et al.* (1991), sobre los procesos de recolonización vegetal y la

respuesta hidrogeomorfológica en bancales, ponen de manifiesto que la evolución postabandono de los bancales no es lineal. Asimismo, indican que en medios semiáridos, la capacidad de infiltración y de recolonización vegetal disminuyen con el tiempo. No obstante, si la introducción de plantas vivaces es factible y, además, no existe interferencia humana negativa (incendios o sobrepastoreo), la infiltración mejora.

La respuesta hidrológica de los bancales abandonados es analizada por Cerdá (1994), quien parte de la idea de que la hidrología del bancal, de la vertiente e, incluso, de la cuenca a la que pertenece dicho bancal cambia drásticamente con el cese de la actividad agrícola. Además, establece que esos cambios son negativos, dado el incremento de las tasas de escorrentía y erosión, en suelos sobre margas y positivos, y, por razones opuestas, en arcillas y calizas. A lo expuesto añade que esos cambios se deben a la acción conjunta de la litología con la evolución de la cubierta vegetal, así como de los parámetros edáficos (textura y contenido en materia orgánica) tras el abandono.

Londoño (2008) emplea los Sistemas de Información Geográfica para estudiar el patrón erosivo y la cantidad de erosión que se ha producido en las terrazas prehispánicas incas abandonadas tras la conquista del Perú. La autora de dicho trabajo calcula la erosión que se ha producido en una muestra reducida de bancales entre 1532 y 2005, mediante la comparación de modelos de elevación de la morfología observada y de modelos de reconstrucción de la morfología original de dichas terrazas incas. Ortigosa *et al.* (1994) destacan la utilidad de los SIG para la elaboración de modelos de evolución geomorfológica a partir de la información obtenida de los bancales abandonados en el campo.

Algunos autores plantean la necesidad de la realización de estudios multiescalares, en los que se integren el funcionamiento hidrogeomorfológico de las laderas abancaladas con las cuencas de las que forman parte. De este modo, se puede “estudiar la conectividad entre esas áreas fuente de sedimento y la red de drenaje principal”, con el objeto de “explicar y predecir la evolución hidrogeomorfológica del abandono de campos abancalados” (Lana-Renault *et al.*, 2012: 586).

Otras líneas de trabajo sobre bancales se han centrado en la función que realizan los paisajes de bancales frente a los riesgos naturales y mixtos (erosión, avenidas fluviales, movimientos en masa e incendios forestales), que fue el tema central del proyecto europeo TERRISC (Lourenço, 2005). Llovet y Ruiz (2002) analizan el papel de los

incendios en la respuesta hidrogeomorfológica de bancales abandonados, y comprueban que los valores de escorrentía y sedimentos son máximos en el bancal ocupado por pinar adulto de regeneración natural y afectado por un incendio forestal reciente. Esto se debe a la mayor virulencia del incendio por la mayor combustibilidad frente a otras coberturas, a la peor recuperación de la vegetación postincendio y al pésimo estado de conservación del muro que se hace más evidente tras el incendio.

En Canarias, donde el proceso de abandono de la actividad agrícola es muy importante, se han realizado estudios sobre la tipología de bancales en los distintos geoambientes de la isla de Gran Canaria (Arnáez y Pérez-Chacón, 1986; Romero *et al.*, 1994, 1997, 2000, 2003, 2006, 2007 a y b). En ellos, se relacionan los factores ambientales y antrópicos con los procesos de erosión, así como con el estado de conservación de los bancales abandonados. En estos trabajos se pone de manifiesto el grave riesgo de erosión que presentan aquellos situados en los geoambientes de costa y cumbre.

Una reflexión interesante que se hacen algunos autores es que, a tenor de la diversidad de situaciones presentes en los bancales abandonados, debería existir un control y una gestión eficaz y selectiva del abandono de cultivos. Entre otros, destaca el trabajo de Cerdá (1994), quien propone que se realice un abandono controlado, especialmente en aquellos casos en los que la degradación del suelo sea tan elevada que pueda dar lugar a un proceso general de desertificación. Sin embargo, reconoce que es una propuesta de difícil práctica. Arnáez y Ortigosa (1997) señalan la estrecha relación que existe los procesos de erosión, que se activan en los bancales en el Sistema Ibérico Noroccidental, con la subutilización ganadera y forestal de que son objeto tras su abandono.

Una consecuencia del abandono agrícola claramente apreciable sobre el terreno es la pérdida de calidad de los paisajes rurales tradicionales y, en el caso de los bancales, de un tipo de paisaje cultural de incalculable valor (Pinto, 1993; Tatoni *et al.*, 1994; Barberá *et al.*, 1997; Poyatos *et al.*, 2003; Gállego-Fernández *et al.*, 2004; Lasanta *et al.*, 2005; Lasanta y Vicente-Serrano, 2007; Errea *et al.*, 2009 y Lasanta *et al.*, 2011). Los signos de dicha degradación se deben a los procesos de sucesión vegetal con avance de matorrales, que tienden a "homogeneizar el paisaje y a disminuir la diversidad biológica" asociada a los diversos usos agrarios (Lasanta, 2007; Lasanta *et al.*, 2013: 308), pero también a la proliferación de procesos de erosión en las vertientes. En esencia, los autores señalan que se pasa de una situación de heterogeneidad de los paisajes

humanizados propios del sistema tradicional y de estabilidad mantenida por mucha energía humana, hacia una situación de homogeneidad paisajística, que evoluciona hacia la naturalización, con la consiguiente desaparición de muchos elementos del patrimonio etnográfico rural de gran valor cultural y paisajístico.

Preiss *et al.* (1997) y Suárez-Seoane *et al.* (2002) señalan que esa expansión de la cubierta vegetal hacia la naturalización del paisaje puede tener efectos positivos (mayor absorción de CO₂, incremento de la biodiversidad, mejora estética del paisaje por parte de la sociedad, descenso de la exportación de sedimentos y regulación de las aguas de escorrentía), pero también negativos. Entre estos últimos, destacan el mayor riesgo de génesis y propagación de incendios, la menor disponibilidad de agua, pérdida de calidad estética y del valor cultural del paisaje, con sus implicaciones en su poder de atracción turística, disminución de los recursos piscícolas o desequilibrio en la provisión estacional de los mismos, reducción de la riqueza local de especies y pérdida de la biodiversidad asociada a los paisajes agrícolas.

Jongman (2002), Errea *et al.* (2009) y Lasanta (2010) usando índices de ecología del paisaje (de diversidad y de estructura del paisaje), concluyen que el intenso proceso de revegetación de las sierras riojanas, junto a la caída de los muros de los bancales, conlleva la pérdida de diversidad, la fragmentación y la degradación del paisaje. Todo ello deriva en la consecuente pérdida del valor estético y productivo de los paisajes agrícolas tradicionales.

Ya no se marcan las fajas con la misma claridad, ni el conjunto produce esa sensación de obra cuidada, acabada y bella. Una triste degradación que resta valor, presencia y prestancia a un paisaje único, que debería volver, aunque sea poco a poco, a sus estructuras pasadas. Con el abandono se ha perdido parte de su valor estético y productivo, demandando esfuerzos e inversiones urgentes para conservar un paisaje creado por muchos durante mucho tiempo, un paisaje de campos arañados al monte, creado y mantenido con muchísimo trabajo, que constituyen pura etnografía agrícola (Lasanta, 2010: 68)

Aunque en términos generales se admite que la colonización vegetal, que sucede al abandono agrícola, implica un aumento de la densidad de la cubierta vegetal y de la complejidad de las asociaciones vegetales, lo cierto es que no siempre ocurre así. Por ejemplo, en los prados de montaña, la colonización de herbáceas, matorrales y árboles

puede implicar una disminución de la biodiversidad (MacDonald *et al.*, 2000). En cualquier caso, dado el estado actual del conocimiento en materia de biodiversidad en su relación con el abandono agrícola, no puede afirmarse con total rotundidad que exista una relación directa y lineal entre el abandono agrícola y el decremento de la misma. Mac Donald *et al.* (2000: 57) señalan que la interpretación de los cambios en biodiversidad es todavía problemática, debido a que aún no se conocen con exactitud los procesos implicados, ni la evaluación de los impactos sobre los valores ambientales. Incluso hay autores que señalan, para los pastizales de los Alpes suizos, varias etapas en la evolución de la biodiversidad que sucede al abandono. En la primera, se produce el descenso con la colonización de especies invasoras y agresivas, en la segunda se incrementa con la diversificación de especies leñosas de matorral y, en la tercera, la biodiversidad vuelve a disminuir cuando el estrato arbóreo se densifica (Cernusca *et al.*, 1996).

Agnoletti (2006 y 2007) estudia el proceso de degradación del paisaje de la Toscana debido al descenso de la diversidad paisajística y de la biodiversidad tras el abandono de las actividades agrícolas y forestales (huertos de castaño). Aporta un interesante índice que aplica sobre las unidades de usos del suelo para evaluar el valor de un paisaje cultural, y para analizar sus cambios en el tiempo y en el espacio. También denuncia los postulados de la Directiva Europea Hábitat por no considerar los paisajes agrícolas tradicionales como hábitats para la flora y la fauna, dignos de conservar, así como la falta de integración entre la política forestal regional y los proyectos de biodiversidad del paisaje con el Convenio Europeo del Paisaje. Pero en cambio se congratula que el Plan Estratégico Nacional de Desarrollo Rural 2007-2013, por primera vez en la historia de Italia, ha puesto a la conservación de los paisajes culturales y de los conocimientos tradicionales entre los objetivos financiados con los fondos de la Política Agrícola Común de la Unión Europea.

1.2.3. Las propuestas de valoración del patrimonio cultural y natural de los paisajes agrícolas e bancales

Los paisajes agrícolas en bancales en el último lustro han experimentado una drástica reducción de su explotación, repercutiendo negativamente en la conservación de estos paisajes históricos. Se han visto sometidos a un intenso proceso de marginalización debido, fundamentalmente, a las fuertes limitaciones que presentan para su mecanización-intensificación y a sus problemas de accesibilidad a los mercados.

Como se ha comentado con anterioridad, la consecuencia inmediata del abandono de estos agrosistemas es su degradación y la desarticulación de la dinámica hidrogeomorfológica de las vertientes en las que se encuentran. Esta desorganización del sistema de vertientes provoca la pérdida irreversible de recursos naturales y culturales, además del bloqueo de sus funciones preventivas ante los riesgos naturales.

Entre las líneas de trabajos en bancales, a los que abordan la dinámica hidrológica se han sumado, más recientemente, los que estudian este paisaje desde el punto de vista de su conservación. Estos trabajos pueden clasificarse en dos grupos: los que se centran en su valor patrimonial y los que analizan su funcionalidad en relación con los riesgos naturales. Los primeros tienen un objetivo común, el de inventariar, clasificar y diagnosticar el estado de conservación de los bancales como paso previo a valorar su conservación y proponer su restauración. Por el contrario, los del segundo grupo estudian la funcionalidad y vulnerabilidad de las vertientes con bancales frente a los riesgos naturales. Cabe destacar el carácter complementario de ambos tipos de trabajo, pues se entiende que los resultados de ambos deben sumarse con el fin de conseguir un objetivo común, el de su conservación.

En relación con la temática del primer grupo de trabajos, es conveniente señalar que el patrimonio cultural es el conjunto de todos los bienes, materiales (tangibles) o inmateriales (intangibles) que, por su valor propio, deben ser considerados de interés relevante para la permanencia de la identidad y la cultura de un pueblo. Es la herencia cultural propia del pasado, con la que un pueblo vive hoy y transmite a las generaciones futuras. Los bancales son bienes tangibles, en tanto que son obras creadas por las sociedades rurales agrícolas, pero también se pueden considerar como bienes intangibles, pues representan una forma de entender o de concebir el territorio y de su biodiversidad por parte de sus usuarios. Presentan un importante valor histórico, arquitectónico, arqueológico, ambiental, ecológico y son, además, una representación de la cultura de los pueblos que los habitan. Los bancales son pues, elementos de identidad cultural, de la cultura de la subsistencia, de la cultura de la escasez de suelos y de la economía del agua, en definitiva, de la cultura de la necesidad. Son los llamados "paisajes del hambre". Se trata de un patrimonio heredado, insustituible y con un valor de restitución incalculable. Pese a ello, se puede mantener y rehabilitar con una inversión proporcionalmente escasa si se consideran los beneficios territoriales que aporta y los valores patrimoniales y ambientales que le son inherentes.

Cualquier trabajo que tenga como objetivo promover la conservación del rico patrimonio de bancales existente en muchas áreas de montaña del mundo, debe comenzar por delimitar la superficie abancalada, calcular sus dimensiones e inventariar sus características (Grimalt *et al.* 1992, 1997 y 2000; Romero *et al.*, 2000 y 2003 a y b y Kendall, 2008²). En esa tarea se encuentra parte de los esfuerzos que viene realizando la recién creada Alianza Internacional sobre el Paisaje de Terrazas (ITLA), en la de realizar un mapa mundial sobre paisaje de terrazas. Destacan en este sentido, los trabajos realizados por diversas instituciones peruanas entre las que destacan la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), con el inventario nacional de andenes que comienza en 1987 (Masson, 1992).

En esa fase descriptiva del análisis del patrimonio de bancales puede ser interesante cuantificar y relacionar la longitud de los muros con la superficie que abarcan, con el objeto de obtener una ratio sobre la intensidad del abancalamiento, como se ha hecho en la Sierra de la Tramontana (Roselló-Gelí, 1997). En ese mismo trabajo se relacionan la altura y longitud del muro con su localización en la vertiente y la pendiente de la misma y, por otro lado, se correlacionan la intensidad de bancales con el uso del suelo y la altitud.

Innovador en este tipo de estudios fue el trabajo desarrollado por los grupos de investigación que participaron en el proyecto europeo PATER (Colomar, 2002). En él se desarrolla y aplica una metodología para clasificar, catalogar y comparar el patrimonio abancalado de los países integrantes de dicho trabajo: España, Francia e Italia. Esta metodología permite diagnosticar el estado actual de los bancales, establecer grados de fragilidad e identificar áreas que, por su valor ambiental y patrimonial, merecen ser contempladas como áreas preferentes de actuación para su restauración y conservación. Asimismo, destacan las iniciativas adoptadas en los tres ámbitos de actuación (Sierra de Tramuntana, Cinque Terra y Alpes Marítimos) para la preservación de estos espacios, relacionados con aspectos diversos:

- Con su valor patrimonial, etnológico y ambiental, la declaración como espacios protegidos a diversas escalas (Patrimonio de la Humanidad, Bienes de Interés Cultural, etc.)

² “Para ello es preciso hacer un inventario cartografiado de las zonas de infraestructuras de andenes y de agua, de los cuales se identifiquen los diferentes tipos de andenes, su ubicación y características apropiados para los diferentes beneficios anticipados” (pág. 15)

- Con la planificación física, la inclusión del término paisaje como elemento a preservar a través de la planificación
- Con su protección y, desde una óptica medioambiental, la aprobación de proyectos europeos de cooperación transnacional (PROTERRA, REPPIS, CARREFOUR, REPS, MEDSTONE) que contienen ayudas para preservar los muros y así, evitar las pérdidas de suelo.
- Con su conservación, desde una óptica socioeconómica, la defensa de este tipo de paisaje como un recurso que puede contribuir a potenciar el mantenimiento de las rentas de la población local vinculadas a la actividad turística y a la producción de productos agrarios de calidad.

En esta misma línea de trabajo, se desarrolló el proyecto Piloto Urbano Guinguada. En él se analiza la calidad para la conservación y se exponen propuestas de restauración de una selección de bancales existentes en el ámbito territorial de la cuenca del Guinguada, en Gran Canaria (Islas Canarias) (Romero *et al.*, 2000, 2003 a, 2003b y 2004).

Son muchas ya las voces que abogan por la protección, recuperación y conservación del paisaje de terrazas e, incluso, defienden la consideración de los bancales en los instrumentos de ordenación del territorio (Arnaéz *et al.*, 1992; García-Ruiz y López-García (eds.), 1997; Asins y Sánchez, 2004 y Lasanta *et al.*, 2011 y 2013), en las políticas agrarias (Rodríguez y Kendall, 2001)³ y en los planes de Desarrollo Rural (Barberá, 1996). Y todos coinciden en que su conservación debe ser entendida como una tarea a medio y largo plazo, que debe mantenerse ligada al uso para el que fueron construidos, adaptándose a las nuevas demandas (productos agrícolas con sellos de calidad), o a nuevos usos (forestal, científico, didáctico, recreativo, de ingeniería hidráulica e incluso urbano), que garanticen la permanencia de la población y de su calidad de vida ligados a programas de desarrollo rural.

La inclusión en el catálogo de la Unesco de Lugares Patrimonio de la Humanidad entre los años 1983 y 2012 (tabla 1.1) de espacios con fuerte presencia de terrazas agrícolas, supone el máximo reconocimiento internacional a la preservación de los mismos.

³ "Se ofrecen una serie de conclusiones que apuntan hacia la necesidad de incluir la rehabilitación de canales y terrazas dentro de la política agraria que incorpora soluciones descentralizadas y participativas, que revaloran la tecnología tradicional y la recrean para un manejo sostenible de los recursos naturales" (pág. 396)

Destaca el predominio de paisajes culturales en terrazas en Europa, con la reciente incorporación de la Sierra de la Tramontana, situada en la isla balear de Mallorca, en 2011.

Las áreas SIPAM (Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial) de la FAO es una distinción pensada para el reconocimiento de agrosistemas muy emblemáticos situados en países empobrecidos y áreas de economía deprimida, entre los que se encuentran los espacios de bancales del Perú y las terrazas de arroz de Ifugao (Filipinas).

Por último, en la red de Reservas de la Biosfera de la UNESCO también se realiza el reconocimiento del alto valor patrimonial que presentan las superficies de bancales en lugares como las Sierras de Béjar y Francia (Salamanca), en Gran Canaria, en La Palma y, especialmente, en La Gomera.

Nº y denominación	Continente	País	Año de declaración
(274) Machu Pichu	América	Perú	1983
(722) Arrozales de Banaue	Asia	Filipinas	1995
(826) Cinque Terre	Europa	Italia	1997
(970) Wachau	Europa	Austria	2000
(1046) Región vitivinícola del Alto Duero	Europa	Portugal	2001
(1243) Lavaux Vineyard Terraces	Europa	Suiza	2007
(1333) Paisaje Cultural de Konso	África	Etiopía	2011
(1371) Paisaje Cultural de la Sierra de la Tramontana	Europa	España	2011
(1153) Paisaje de la cultura agropastoral mediterránea de Causses y Cévennes	Europa	Francia	2011
(1994) Paisaje cultural de la provincia de Bali: el sistema Subak como manifestación de la filosofía Tri Hita Karana	Asia	Indonesia	2012

Tabla 1.1. Lugares Patrimonio de la Humanidad (Paisajes Culturales) con presencia de bancales. Fuente: <http://whc.unesco.org/en/list/>, [Última consulta: 21/11/2013].

Otra prueba del reconocimiento internacional de este tipo de paisaje es la reciente declaración, por parte de la ONU, de su paisaje y de la técnica de aterramiento como "el más importante sistema de organización del paisaje del área del Mediterráneo", al tiempo que hace un llamamiento a nivel mundial para proteger el sistema de terrazas, como elemento esencial para preservar el paisaje y para la lucha contra la desertificación y la degradación del suelo.

La construcción de bancales aparece como una técnica capaz de hacer un uso adecuado de los recursos y de evitar los riesgos ambientales, mediante la creación de

un sistema que se regula con la estética de alta calidad y la integración con el paisaje. Por ese motivo, se han incluido en el Banco Mundial de Cultura Tradicional (TKWB) creado por la UNESCO y por IPOGEA. Dicho banco se configura como una red para la acogida e intercambio de datos e información sobre las técnicas y los conocimientos tradicionales para proteger los ecosistemas y potenciar el desarrollo sostenible. El prototipo de Banco Mundial de Cultura Tradicional fue presentado por sus promotores en la VII Reunión de la Conferencia de las Naciones Unidas para combatir la Desertificación (UNCCD) en noviembre de 2005, con el objeto de que sea utilizado en el futuro como una herramienta para combatir la desertificación.

Aunque desde numerosas instituciones públicas se está procediendo a la revalorización del paisaje de terrazas, esto no se ha materializado en la conservación de buena parte de las existentes en el área del Mediterráneo, donde el abandono y el deterioro se han incrementado en los últimos años. Los programas de desarrollo rural pueden ser los instrumentos de gestión que canalicen los esfuerzos por conciliar, a escala regional y local, estos agrosistemas incluyendo los paradigmas ambiental y agrícola (Asins, 2007).

Por su parte, la Comisión Europea está elaborando una serie de indicadores para evaluar el grado de integración de las medidas ambientales en la política agraria (IRENA, Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agricultural Policy). Dichos indicadores, si se adaptan bien a las especificidades de los paisajes en terrazas, pueden resultar muy útiles para evaluar los servicios ambientales que proporcionan las áreas de terrazas a la sociedad. En el Programa LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey, 2005) la Comisión Europea se centra en la recopilación de datos sobre usos, coberturas y características ambientales, y se realiza un cálculo estimado de la longitud de muros de bancales existente en la Europa de los 15. El resultado es de 1.612.533 km de longitud (3.1 m de ancho) y 104,921 kilómetros (> 3) m de anchura.

Prueba de la escasa impronta de las medidas agroambientales de la Unión Europea en los paisajes de terrazas, es el reducido número de contratos agroambientales firmados por los pequeños propietarios de terrazas de la Europa mediterránea, frente al resto de las regiones europeas. En este sentido es muy importante la participación activa de los estados en la revalorización de estos espacios, mediante la realización de inventarios y cartografía y, especialmente, con la elaboración de mapas de estados de conservación

de los mismos. En relación con esto último, cabe destacar un proyecto de cooperación interterritorial entre los territorios de La Palma, La Gomera e Ibiza, financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en el marco de la red Rural Nacional, denominado Agropaisajes Insulares (2010-2013). En dicho proyecto, se persigue mantener y proteger el paisaje y el patrimonio rural de gran interés, junto con las prácticas tradicionales sostenibles. Constituye una experiencia piloto a nivel nacional que pretende experimentar fórmulas de compensación a los agricultores de territorios insulares para que mantengan ese paisaje agrario con fuerte presencia de bancales, de alto valor agronómico y turístico, recuperando su aspecto visual, pero también aportando activos a quienes son sus mantenedores. En su primera fase, se han realizado una serie de actividades de diagnóstico para determinar los elementos definidores de sus paisajes agrarios como fase previa al establecimiento de un modelo de custodia. Los trabajos realizados en la isla de La Gomera, han sido los siguientes:

- Descripción de la situación ambiental y socioeconómica y diagnóstico sobre el sector agrícola y los agropaisajes de La Gomera.
- Diagnóstico y tipologización de los sistemas de bancales en los agropaisajes gomeros.
- Determinación de criterios de selección y de las zonas prioritarias de intervención y explotaciones, así como caracterización y diagnóstico de las mismas.
- Propuestas y alternativas para la aplicación de un modelo general de gestión mediante contratos de custodia.

En el segundo gran grupo de trabajos, los relacionados con la funcionalidad de los bancales en los riesgos naturales, destacamos el proyecto europeo TERRISC (Reynés *et al.*, 2007), en el que se aglutina el esfuerzo de grupos de investigación de diversos países del suroeste de Europa (Francia, Portugal y España). El objetivo general es el de la revalorización de los paisajes abancalados por su función en la prevención de los riesgos naturales y mixtos (erosión, avenidas fluviales, movimientos en masa e incendios forestales). Las principales conclusiones a las que llega este proyecto son:

- Las terrazas (el rellano) aseguran una gestión más eficaz del agua en la vertiente.
- Los bancales y las infraestructuras hidráulicas asociadas situados en vertientes cóncavas y de fuertes pendientes actúan como eficaces medidas estructurales de

carácter preventivo ante el riesgo de movimientos en masa de grandes dimensiones.

- En pequeñas cuencas con predominio de superficie abancalada, está probada su eficacia en la regulación de los caudales de avenidas.
- La escasa cobertura y el carácter discontinuo de la vegetación y de la pendiente contribuyen a reducir el riesgo de ignición y la propagación de incendios forestales.
- Las superficies de bancales pueden constituir perímetros de seguridad (cortafuegos) en el límite de los espacios naturales (bosques y matorrales).

Una de las aportaciones importantes de este proyecto, es que se constata la multifuncionalidad que presentan los bancales en la prevención de los riesgos naturales, cuestión que debe incorporarse al método empleado en la selección e identificación de las áreas abancaladas de preferente recuperación y conservación.

En otros trabajos, se demuestra asimismo el valor de los sistemas de terrazas en la mitigación de los efectos del cambio climático en territorios en los que los modelos de predicción apuntan hacia un decremento de los registros de lluvia y hacia un incremento de su intensidad y, por tanto, de su potencial erosivo (Kendall y Den Ouden, 2008)⁴.

Otro de los proyectos europeos reciente en el que se analiza el paisaje de bancales es el ALPTER (Fontanari y Patassini, 2008). En él se aborda el estudio de las terrazas que existen en la región alpina (Italia, Eslovenia, Austria, Francia y Suiza). Aporta interesantes reflexiones sobre una nueva valoración de los paisajes de terrazas, considerándolos como paisajes intermedios o "Bio-paisaje cultural" (Fagarazzi, 2005: 135), en los que el hombre y la naturaleza trabajan hacia una convergencia de intenciones (coevolución) que garantiza el equilibrio del agua y la producción ecológica. A su vez, se proponen "nuevas formas" de entender "viejos paisajes". El objetivo del proyecto es definir una metodología común para el análisis de las terrazas, técnicas de estudio y modelos de gestión de la

⁴ "El sistema de andenería, con su capacidad de conservar el suelo y retener el agua, puede ser recuperado exitosamente como una estrategia de reducir el impacto de una probable disminución de precipitaciones en zonas montañosas. Las lecciones aprendidas en los Andes pueden ser aplicadas a otras regiones, por ej. Alrededor del Mediterráneo, donde los sistemas tradicionales están aún en uso evidente pero también en abandono. Los efectos de los cambios climáticos requieren implementar un manejo de riesgos adecuado" (pág. 8)

tierra para uso específico de estas áreas e implementar estrategias para fomentar su reactivación productiva.

Por último, el proceso de revalorización de los paisajes abancalados se realiza desde instancias de la Unión Europea, con la inclusión de los paisajes aterrizados en el Plan de Desarrollo Rural 2007-2013, en el Plan de Acción de Biodiversidad para la Agricultura y en la Estrategia Temática de Protección del Suelo y dentro de la Estrategia Territorial para la Protección del Suelo incluye como objetivo su protección y mantenimiento (Lasanta *et al.*, 2013).

1.3. El abandono agrícola en Gran Canaria y sus repercusiones sociales y ecológicas

En este apartado se realiza una presentación general de la historia de la evolución del espacio agrícola grancanario, desde su construcción hasta la situación de abandono generalizado en que se encuentra en la actualidad, y se exponen las principales consecuencias geoecológicas de ese proceso.

La historia de los paisajes agrícolas canarios puede resumirse en dos etapas de desigual duración temporal e impronta económica y territorial: la de su construcción (desde el siglo XV hasta la primera mitad del siglo XX) y la de su marginalización, subutilización y, en el peor de los casos, su destrucción (años 60 del siglo XX hasta la actualidad).

En este apartado del trabajo se presenta esquemáticamente la evolución de dichos paisajes en Gran Canaria, isla en la que se encuentra el área de estudio de este trabajo. La isla es un perfecto ejemplo de la sucesión de un largo período de agrarización, frente a un breve y reciente episodio de desagrarización y de periurbanización, que puede valorarse, desde diversas ópticas, como insostenible.

Comenzamos señalando la escasa capacidad de transformación del paisaje que debieron tener los aborígenes de Gran Canaria, debido a su bajo nivel de tecnificación. Aunque practicaron una agricultura de secano y de regadío combinada con la ganadería extensiva de trashumancia, y con la recolección de frutos de los extensos bosques existentes, estos pobladores dejaron una escasa huella en el proceso de construcción del paisaje agrícola en esta isla (Santana y Pérez-Chacón, 1991; Santana, 1992 y 2001).

La etapa que le sigue sí que va a constituir un largo período en el que la transformación de los espacios naturales en superficies de cultivo se hace a expensas de una intensísima deforestación, que terminó por reducir a una mínima extensión el bosque de laurisilva (selva de Doramas), así como la mayor parte de la superficie ocupada por los bosques termófilos (Monte Lentiscal) que existían en la isla de Gran Canaria.

La ocupación humana del territorio se realizó de forma gradual. Primero se ocuparon las mejores tierras agrícolas, situadas en las costas del Norte y Este de Gran Canaria. Se trata de las superficies llanas de los tramos bajos de los barrancos, que cuentan con buenos suelos agrícolas y abundante agua. Desde esos sectores se inició la colonización hacia el resto del territorio insular, proceso en el que se aprovecharon los cauces de los barrancos como vías de penetración hacia el interior. A partir de ese momento, las medianías se constituyen como áreas suministradoras de recursos (madera, agua, ganado, productos agrícolas de subsistencia, mano de obra) para el desarrollo de la agricultura de exportación, para los asentamientos urbanos de la costa y para sus propios pobladores.

La historia del aprovechamiento agrícola de una isla montañosa como Gran Canaria puede resumirse como la de la convivencia de dos tipos de agriculturas con destinos productivos, ocupación espacial y consumo de recursos diferentes, pero complementarias. Por un lado, se trata de la de abastecimiento del mercado interior y de autoconsumo campesino y, por otro, de la agricultura de exportación. La primera cumplió la función social de alimentar, especialmente en épocas de crisis, a la población local, mientras la segunda se sometía a las demandas del mercado exterior. La agricultura de exportación es, la gran consumidora de agua y de los suelos con mejor capacidad agrológica. En cambio, la de consumo interior se tiene que "fabricar" sus fincas en los espacios de mayor pendiente cuando las superficies llanas escasean. La primera se localiza en la costa, intervalo hipsométrico que ocupa en Gran Canaria el 24,7% de su superficie, mientras la segunda, lo hace en las medianías y en parte de la cumbre, que suponen algo más del 63% de la misma. La agricultura de exportación supuso una explotación de recursos llevados a niveles de irreversibilidad en los últimos momentos (degradación de suelos y agotamiento de los acuíferos); mientras que en la de autoconsumo se practica una agricultura sostenible en la que el campesino agudiza el ingenio para incrementar la productividad usando técnicas respetuosas con el medio ambiente (alternancia de cultivos, barbechos, estercolado, etc), y practicando continuamente tareas de conservación para mantener sus suelos frente a la erosión.

La agricultura de exportación evoluciona, a lo largo de los siglos, según los dictámenes del mercado exterior, con la implantación de cultivos que se introducen para sustituir a los que entran en crisis. Por el contrario, la agricultura de mercado interior lo hace con continuas roturaciones e incorporando y adaptando a las condiciones locales, nuevos productos agrícolas, traídos del extranjero para hacer frente a la demanda de una población sometida a crisis de subsistencia periódicas y en continuo crecimiento, aunque en ocasiones la ampliación de la superficie agrícola se hizo a través de ocupaciones clandestinas del bosque y de su consecuente destrucción.

La caña de azúcar fue el primer producto agrícola de exportación que se introdujo en Canarias. Se mantuvo durante la primera mitad del siglo XVI y dejó una impronta destructiva muy clara sobre el territorio insular, especialmente sobre los bosques termófilos, el bosque de laurisilva y sobre los pinares más próximos a la capital insular, de donde se extrajo la madera necesaria para la construcción de las ciudades y puertos y la leña necesaria para las calderas de los ingenios azucareros. Estos espacios deforestados se transformaron rápidamente en tierras de pan sembrar y en viñedos, o en zonas de monte degradado o en eriales, sobre los que la ganadería extensiva contribuyó a su destrucción.

Al tiempo que en los espacios más fértiles se instalaba la agricultura comercial o de exportación, se producía la colonización de los espacios interiores hacia las medianías y cumbres de la isla, así como en sectores antes incultos, en el Sur. Este último se convirtió en el granero insular del trigo, cereal menos exigente que otros en agua, pero que sufría periódicas pérdidas de cosecha por sequías prolongadas o invasiones de langosta africana. También se introduce en los suelos pobres y salitrosos de ese mismo sector de Gran Canaria, pero con mucho menos peso que en las islas orientales, el cultivo de la barrilla para su exportación a los mercados europeos (Inglaterra e Irlanda) y norteamericanos, para la obtención de sosa cáustica demandada por la industria textil.

Por otro lado, en las medianías subhúmedas y húmedas del norte se “fabrican fincas” (abancalamiento y sorribado) para abastecer el mercado interior de productos de subsistencia (policultivo de millo y papa), y para consumo de la población campesina en crecimiento, así como de jornaleros y habitantes de las ciudades. El millo y la papa americanos experimentan a lo largo de los siglos un proceso de endemización que resulta de su adaptación a las variadas condiciones ambientales existentes en la isla,

contribuyendo así a su gran agrobiodiversidad actual y al suministro alimentario básico de la población, una vez se convierten en la dieta fundamental de sus habitantes. Dichos cultivos son los que han absorbido, en Canarias en general y en Gran Canaria en particular, durante los siglos siguientes, las mayores cantidades y variedades de tierra, esfuerzo y productos obtenidos de la explotación de las medianías.

A la caña de azúcar le sucede la vid en la cadena agrícola de exportación a partir de la segunda mitad del siglo XVI hasta finales del siglo XVII, llegando a ocupar una superficie mayor que la que llegó a tener la propia caña. La competencia con otras regiones vitivinícolas (Madeira, Oporto y, más tarde, Jerez) supuso la crisis de ese cultivo, lo que llevó a que el siglo XVIII fuera un siglo de pobreza para Canarias, pues su venta se obtenían buena parte de los productos de importación (Morales y Santana, 2005). Se incrementa la superficie dedicada al trigo y el abastecimiento de productos básicos para la población, y se realiza a costa de roturar los espacios con bajo potencial agrícola de las medianías, donde se instalan cultivos de secano. Como consecuencia del crecimiento poblacional y de la extensificación de los cultivos de autoabastecimiento y abastecimiento de los mercados locales se supera, durante el siglo XVIII, la capacidad de carga de la isla, siendo la emigración hacia los territorios de ultramar la única salida de los campesinos para garantizar su supervivencia. El policultivo (papas y millo) y los cereales (trigo, cebada y centeno) ocupaban a finales del siglo XVIII el 90% de la superficie cultivada de Canarias (Morales y Santana, 2005:167). Según lo expuesto se puede considerar dicho siglo como el de máxima construcción del paisaje agrícola de medianías.

La proliferación de estos cultivos, la topografía accidentada y las sucesivas reparticiones por herencias terminan por configurar el típico paisaje agrícola de medianías, en vertientes abancaladas y asociadas a un poblamiento de carácter disperso mayoritariamente. Pero la sucesión de malas cosechas que se produce a lo largo del siglo XVIII obliga a muchos agricultores a vender sus propiedades a los grandes propietarios, produciéndose así la concentración de la propiedad de la tierra y del agua en pocas manos.

A mediados del siglo XIX se introducen en Canarias nuevas especies agrícolas destinadas a la exportación, poco exigentes en suelo y agua, como la pita o enequén y la tunera que ocupan inicialmente los espacios marginales de laderas de barrancos y escarpes, incorporándose así al paisaje agrícola canario.

La sucesión de cultivos de exportación termina con la introducción, en los últimos años del siglo XIX, de nuevos productos agrícolas: el plátano y el tomate, y con incorporación de la papa, cuya producción hasta ese momento sólo había sido para el mercado o el consumo local.

A partir de entonces se erigen como los cultivos que dominan la historia agraria canaria de exportación de todo el siglo XX y comienzos del XXI. Se produce, al mismo tiempo, un proceso de incipiente industrialización agroalimentaria, pesquera, tabacalera y azucarera, realizada por la burguesía urbana y los terratenientes, al tiempo que se inicia el proceso urbanizador que ha caracterizado a todo el siglo XX.

Los británicos son los que introducen esos nuevos cultivos y, tras la primera guerra mundial, se incorporan propietarios locales de fincas de diversos tamaños. Ese grupo de agricultores canarios se introducen así a la nueva agricultura capitalista, en la que invierten mucho dinero en la construcción de las infraestructuras agrícolas, tales como los llamados "bancales ingleses" situados en la franja litoral, con o sin cortavientos, y un sin fin de construcciones destinadas al almacenamiento y distribución del agua hasta las mismas.

Estos nuevos cultivos de exportación presentan una distribución espacial muy concreta. Las plataneras se localizan en el sector de costa del norte de la isla, el tomate sobre las tierras bajas de sotavento, y las papas, como cultivo de exportación, se incorporan al mosaico minifundista de las medianías húmedas. Los cereales continúan con el retroceso iniciado por la competencia con la cochinilla, debido a los bajos precios de las harinas y granos procedentes del exterior.

Estos últimos cultivos de exportación, muy exigentes en agua, provocan que el acuífero de Gran Canaria toque el techo de su sobreexplotación, pues los pozos, galerías y minas se multiplicaron en número y en productividad gracias a la sustitución de la fuerza animal por la tracción mecánica de motores de vapor o de combustión.

La edad dorada del plátano en Gran Canaria se produce en (1950 – 1975), período en el que se alcanzaron los picos de producción y de extensión superficial y en el que se "fabricaron" las últimas fincas plataneras. Éstas se extienden por el Norte y Noreste de la isla e, incluso, conviven con barrios capitalinos en los límites de la capital insular.

Esa etapa de esplendor de los últimos cultivos de exportación coincidió, en pleno período de autarquía franquista (1940-1959), con el último pulso intensificador del policultivo de medianías. Éste fue el último episodio en el que la población campesina acentúa el uso intensivo del minifundismo de las medianías, para asegurarse la subsistencia en una etapa en la que la incomunicación con el exterior provocó el desabastecimiento de productos básicos. La estrategia seguida por las familias campesinas, una vez más, fue proveerse de la máxima variedad de productos agrícolas a través de la explotación de sus tierras y, con el escaso excedente, surtirse del resto de las necesidades elementales para la vida.

Los últimos 50 años de la historia de los paisajes agrarios grancanarios están marcados por el cambio de modelo económico, que se transforma en un modelo urbano-turístico con importante implicación de los subsectores de la construcción y del sector servicios. Se produce la consecuente ocupación urbana del litoral, en el que se localizan los recursos que demanda el turismo masivo de sol y playas.

La economía insular deja de gravitar en los distintos espacios agrícolas, y la actividad comercial de las ciudades, para trasladarse hacia la costa. En consecuencia, el paisaje agrícola tradicional se muestra tremendamente desarticulado por el mayor proceso de abandono de la actividad agrícola de toda su historia. La población residente en los pueblos del interior, que antes vivía de la explotación de sus tierras y de su ganado, se dedica a diversos oficios relacionados con la construcción o con la hostelería, pues su nivel de renta es notablemente superior.

Pero ese abandono agrícola no afecta por igual a toda la superficie insular. En la costa, se produce la reducción de las superficies por problemas de mercado y por la escasez y carestía de los recursos (agua y suelo). La actividad urbana desplaza a la agrícola por la ocupación de los mismos espacios. También en esos mismos sectores se produce la expansión de la infraestructura viaria, que une los espacios turísticos y urbanos entre sí, provocando la desarticulación de los espacios agrarios y la pérdida irreversible de buena parte de los mejores suelos agrícolas de la isla. Se produce así un cambio radical en la valoración de los paisajes, pues frente a la devaluación de los espacios antiguamente "más cotizados", las tierras de alto valor agrícola, se asiste a la revalorización de antiguos suelos agrícolas marginales que, en estos momentos, presentan un elevado potencial turístico. La ocupación urbana se adueña de las costas

del Este y Sur de la isla, un *continuun* urbano pero también de las del Norte y del área metropolitana.

Asimismo, cabe señalar toda una serie de “efectos colaterales” que la irrupción del turismo ha provocado en los nuevos “espacios marginales” de este modelo económico, las medianías, y que podemos englobar bajo el concepto de rururbanización.

En los espacios rurales se copian los patrones de ocupación del territorio y de edificación de las ciudades. Los espacios contiguos a las vías se urbanizan sobre antiguos suelos agrícolas. Lo mismo sucede con el crecimiento urbano de los núcleos de población rural, tanto las cabeceras municipales como sus barrios. Además, se copia la tipología edificatoria de las ciudades, lo que transforma los núcleos tradicionales de los pueblos en “cascos históricos” por su valor etnográfico. La autoconstrucción, con el modelo de “casa salón” y su proliferación en diseminado (“mancha de aceite”) por las medianías insulares, y la consecuente densificación de la red de pistas y de caminos agrícolas y carreteras, generan una transformación paulatina de los paisajes agrícolas tradicionales.

En resumen, ante los paisajes agrarios tradicionales se cierne un futuro incierto en el que la irreversibilidad de la pérdida de recursos naturales, económicos, culturales y paisajísticos debería ser reconducida hacia la sostenibilidad.

El nuevo modelo económico genera una serie de procesos con graves implicaciones ambientales sobre el territorio de Canarias, en general, y sobre los espacios de tradición agraria, en particular. Estos son: superpoblación de unas áreas y despoblación de otras, turismo de masas, abandono de la agricultura, consumo de energía, consumo de agua y modelo de transporte. Todos ellos repercuten de manera más o menos directa sobre los espacios agrícolas, en la medida en que los recursos naturales propios de esos espacios se ven alterados. Ese proceso de alteración se manifiesta en un espectro de situaciones, que van desde el abandono del recurso suelo como agroecosistema, hasta el de la pérdida irreversible del mismo debido a su artificialización.

También se produce un importante cambio estructural, que se manifiesta especialmente en la población. En menos de 40 años (1960-2000) se duplica el número de habitantes (de 0,94 a 1,78 millones de habitantes), se incrementa notablemente la

densidad demográfica (de 130 a 231 hab/km²), al tiempo que el número de visitantes que recibe el archipiélago se multiplica por 170 (de 0,07 a 12 millones) (Fernández Palacios *et al.*, 2004: 68).

En el caso de Gran Canaria, la sobrepresión demográfica presenta valores alarmantes. La densidad demográfica alcanza los 542 hab/km² en 2001 (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 73). Ocupando, en el contexto nacional el tercer lugar en el ranking de densidad demográfica, por detrás de la Comunidad de Madrid (648 hab/ km²) y de la provincia de Barcelona (613 hab/ km²). Si además relacionamos ese dato con el criterio de "suelo apto" (el que no está protegido, con pendientes inferiores al 30% y situado por debajo de los 1.200 m de altitud) se obtienen valores de 1.667 hab/ Km². Por este motivo, Gran Canaria es la isla más densamente poblada del mundo, por delante de Malta (1.166 hab/ Km²) y de Bermudas (1.242 hab/ Km²) (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 73).

Una de las consecuencias de la implantación del modelo económico urbano-turístico en Canarias, es que la actividad agrícola deja de ser el motor económico y, salvo en islas como La Palma y en determinadas comarcas de Tenerife y de Gran Canaria, ésta queda relegada a un tercer plano. Entre 1960 y 2000 la superficie cultivada de Canarias se reduce en más de la mitad, pasando de 95.000 ha a 46.000 ha (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 68).

Ese cambio, se ha realizado a costa de la pérdida de territorio y de capital humano que sufre el sector primario, especialmente el agrícola. Los datos de la evolución reciente de la superficie cultivada y de la población activa dedicada al sector primario permiten corroborar lo dicho en las líneas anteriores. El trasvase de población del sector primario al terciario (servicios y turismo) es espectacular si se contrastan las cifras sobre la evolución de la población activa dedicada a la agricultura (del 54% al 6%), y la dedicada al sector terciario (que pasa del 27% al 70%). En el primer caso, se reduce a una novena parte, mientras que en el segundo se duplica el número de efectivos.

Hay que matizar, además, que las pérdidas de activos agrícolas se ha producido fundamentalmente en la agricultura de medianías, tradicionalmente destinada al autoabastecimiento y al abastecimiento de los mercados locales. Por primera vez, en la historia de Canarias la dependencia exterior en materia de alimentos para sostener a la creciente población (residente y visitantes) alcanza una magnitud tan elevada.

Por otra parte, aunque casi 30 años más tarde que la de autoabastecimiento, la agricultura de exportación también experimenta la competencia en mano de obra, usos del agua y ocupación de suelos del litoral con la actividad turística, en las islas capitalinas.

El proceso de abandono agrícola es generalizado en todo el archipiélago, aunque no afecta por igual a todas las islas. Según estadísticas de 1988 y 2010 (Tabla I.2), la reducción de la superficie cultivada afecta a todas las islas, aunque es más significativa en las islas con más vocación turística, las de la provincia de Las Palmas. En 2010 la isla que más superficie destina a la producción agrícola es El Hierro (11,8% de su superficie), seguida de La Palma (10,1%) y, en tercer lugar, Tenerife (8,3%). Gran Canaria ocupa el cuarto lugar, con sólo el 5,9% de su superficie, mientras que Fuerteventura es la isla que menor dedicación agrícola presenta de su territorio, con tan sólo el 0,3% del mismo

Concepto	LZ	FV	GC	TF	LP	LG	EH	
Superficie insular (km ²)	845,9	1659,7	1.560,1	2.034,4	708,3	369,8	268,7	
Superficie insular (ha)	84594,0	165974,0	156010,0	203438,0	70832,0	36976,0	26871,0	
Superficie cultivada (ha)	1988	24.221	82.578	66.371	74.884	23.911	10.213,5	8.313,5
	2010	3.548	453	9.132	16.903	7.186,7	1.066,9	3.182,8
% área insular	1988	28,6	49,8	42,5	36,8	33,8	27,6	30,9
	2010	4,2	0,3	5,9	8,3	10,1	2,9	11,8
1998-2010 (%)	-24,4	-49,5	-36,7	-28,5	-23,6	-24,7	-19,1	

Tabla I.2. Superficie cultivada en Canarias en 1988 y 2010.

Fuente: Estadística Agraria de Canarias 1988 y 2010. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Gobierno de Canarias.

Entre los problemas ambientales que se derivan de la transformación urbano-turística, destacan la destrucción, fragmentación o transformación de hábitats y la degradación de los suelos (Fernández-Palacios, *et al.*, 2004: 96). Cabe matizar que esos problemas ya existían en Canarias desde que se inicia la colonización del territorio para uso agrario, afectando fundamentalmente a los espacios forestales (monteverde, bosque termófilo y pinar), que fueron perdiendo superficie hasta su casi total desaparición en islas como Gran Canaria (Bosque de Doramas, Monte Lentiscal, etc.) a mediados del siglo XIX. La política reforestadora, llevada a cabo por las corporaciones locales desde mediados del siglo XX, ha supuesto una notable recuperación de las tierras usurpadas a los pinares y, en menor medida, a los bosquetes termófilos y de Monteverde, por

parte de los agricultores de antaño. En cambio, las ayudas de la Unión Europea para la reforestación de superficies agrícolas abandonadas apenas han tenido trascendencia en Canarias.

En las áreas agrícolas abandonadas, especialmente en las vertientes, existe una gran cantidad de superficies abancaladas en las que coexisten diferentes estadios de sucesión vegetal, junto parcelas que presentan una intensa actividad hidrogeomorfológica, por presentar diversas limitaciones para su recuperación vegetal. En algunos casos, esta recolonización se encuentra próxima a la madurez de monteverde y, en menor medida, de bosques termófilos, pero en otros muchos la sucesión vegetal es mucho más lenta, debido a factores relacionados con las condiciones ambientales (características climáticas, pendiente, etc), así como con el aprovechamiento antrópico (suelos empobrecidos, con problemas de drenaje, con usos posteriores al agrícola que inciden en el bloqueo sucesional, etc).

Además, en los espacios agrícolas abandonados aumenta la superficie ocupada por el matorral de sustitución. Es el llamado proceso de extensificación del matorral. Ese proceso supone un grave problema en áreas intensamente edificadas, máxime cuando se trata de diseminados urbanos densos, propios de las medianías del norte de las islas más pobladas como Tenerife y Gran Canaria. La mayor cobertura de material leñoso, altamente inflamable y escasamente sometido a podas periódicas, supone un incremento de la peligrosidad de incendios forestales, llamados de interfaz. Ese incremento del riesgo de incendios de interfaz en medianías es un grave problema, no tanto ambiental sino de carácter humano, debido al elevado número de personas y de bienes inmuebles que existen en esas áreas.

Los bancales son también hábitats que albergan un elevado número de especies de la fauna y de la flora, resultado de la transformación de hábitats naturales preexistentes. El proceso de abandono agrícola responde a decisiones individuales de los dueños de pequeñas y medianas propiedades, y eso redundará en la fragmentación actual que presentan esos originales antropohábitats.

La degradación (pérdida de fertilidad y de potencialidad biológica) y la erosión (pérdida de suelos en Tm/ha/año) de los suelos agrícolas son fenómenos que alcanzan niveles alarmantes en extensas superficies de nuestro archipiélago. Se producen durante la explotación agrícola y tras el cese de la misma. Son la consecuencia

inmediata y duradera en el tiempo, de una mala gestión en el manejo del suelo y de la menor dedicación a las tareas de conservación. Cabe señalar que el 21% de la superficie agrícola de las islas está afectada por procesos de salinización y/o sodificación, debidos a los elevados contenidos en sales de las aguas de riego y al uso masivo de fertilizantes. En las islas orientales (Fuerteventura y Lanzarote) es donde se hace más patente ese tipo de degradación edáfica, afectando al 54% de su superficie en el caso de Fuerteventura y al 30,2% en el de Lanzarote (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 98).

El 43% del territorio canario sufre una erosión hídrica y eólica acelerada grave, es decir, superior a 12t/ha (equivale a una pérdida de 1-1,5 mm anuales que es el valor límite tolerable de erosión⁵⁶). Además, en islas como Fuerteventura y Gran Canaria son realmente alarmantes las cifras de superficie afectada por tasas elevadas de pérdidas de suelo, con el 59,4% para el caso de la primera y 56,7% para la segunda (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 98). A lo expuesto cabe añadir que no existen datos oficiales sobre la superficie agrícola que se ha perdido, con carácter irreversible, por su urbanización o enterramiento bajo las infraestructuras viarias.

Por último, no debemos olvidar que los procesos de erosión, además de la propia pérdida de suelo agrícola y forestal, implican una merma de la calidad del suelo que permanece en el campo de cultivo. Esta reducción se manifiesta a través de la degradación de su estructura, su compactación superficial y la aparición de costras de sellado, que redundan en la pérdida de la capacidad de infiltración y de almacenamiento de agua. Supone también una pérdida de nutrientes y de materia orgánica por lixiviación y lavado de los horizontes superficiales, por lo que todo ello implica una importante pérdida en la fertilidad de los suelos.

⁵ Schmidt, B. L.; Allmaras, R. R.; Mannering, J. V. y Papendick, R. I. (1982): Determinants of soil loss tolerance. American Society of Agronomy - Soil Science Society of America. Madison, pp. 153.

⁶ “Conviene hacer una reflexión sobre los límites tolerables de pérdida del suelo por erosión, en una región donde el suelo constituye un recurso natural escaso y por tanto estratégico y donde además convendría introducir un factor ético, ya que aunque actualmente podamos tolerar unas pérdidas de suelo de este tipo ¿conocemos realmente cuáles van a ser las necesidades de suelos en el futuro?” (Rodríguez Rodríguez, 2002: “Erosión y desertificación”, pág 320. En: Fernández-Palacios y Martín Esquivel (eds.), 2002: Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación. Editorial Turquesa, Santa Cruz de Tenerife.

No podemos concluir este apartado sin señalar la pérdida irreversible de suelo agrícola, en muchas ocasiones, de los mejores suelos agrícolas que conlleva la reciente reconversión de la red viaria insular. El nuevo modelo de transporte incentiva el uso del transporte privado y la adopción de políticas encaminadas a la densificación de la red viaria insular a costa de, en muchas ocasiones, la eliminación física de suelos de tradición agrícola. Este fenómeno de asfaltización es muy acusado en Gran Canaria, donde el número de vehículos por kilómetro cuadrado en el año 2001 es el mayor del archipiélago (302,4 vehículos/km²) (Fernández-Palacios *et al.*, 2004: 88).

1.4. Introducción a los agrosistemas de la cuenca del Guinguada

En este apartado se presentan los rasgos generales del área de estudio de esta investigación. En primer lugar, se justifica su elección y, seguidamente, se presentan las características generales, sus rasgos naturales y humanos. En el próximo capítulo se aportarán las características más relevantes de los factores ambientales y antrópicos que han condicionado su aprovechamiento agrícola y su estado actual de conservación, como parte integrante de los resultados del trabajo realizado.

1.4.1. Justificación del área de estudio

Para este trabajo se ha seleccionado la cuenca del Guinguada, una cuenca hidrográfica situada en el sector norte de la isla de Gran Canaria. Se trata de una unidad territorial cuyos recursos naturales han sido intensamente aprovechados por sus habitantes desde antes de la conquista castellana hasta la actualidad. El aprovechamiento del suelo y del agua para diversos usos agrarios llega a ocupar, hasta mediados del siglo XIX, una amplia extensión superficial. Constituye, por lo tanto, un magnífico laboratorio en el que estudiar las transformaciones experimentadas por las vertientes dedicadas al uso agrícola en el período más reciente y dinámico de su historia, es decir, desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

La "cuenca" constituye una unidad, tanto geomorfológica como de explotación antrópica tradicional de esta isla, y la seleccionada representa un claro exponente de las transformaciones sufridas tras el abandono de la actividad agrícola. Asimismo, al comprender unidades geoambientales muy contrastadas, posee un buen "muestrario" de las diferentes tipologías de campos abandonados, en los que estudiar las consecuencias

hidrogeomorfológicas del abandono agrícola y con los que ensayar un modelo de valoración de calidad para su conservación, objetivos que se propone este trabajo.

Se trata de un espacio donde el desarrollo urbano-turístico de la isla en general y de la capital insular, en particular, han causado un fuerte impacto y, muy especialmente, sobre su extensa superficie agrícola. Concretamente el proceso de abandono agrícola y las consecuencias socioambientales se manifiestan con procesos que afectan a la dinámica hidrogeomorfológica y a la calidad de su extensa superficie abancalada, objeto de estudio de este trabajo.

Por último, la elección de esta cuenca-vertiente puede servir como modelo de funcionamiento hidrogeomorfológico de vertientes sometidas a diferentes estadios de evolución o de conservación, y como muestra con la que ensayar un método de valoración y de propuesta de conservación de los múltiples agrosistemas en bancales existentes en otras áreas de esta isla (Tenteniguada, Teror, Valleseco, Artenara, cuenca de San Bartolomé de Tirajana, Tejeda, etc.), así como en otros territorios insulares. Sirvan de ejemplo los variados paisajes abancalados de islas como La Gomera o de los macizos antiguos de Anaga y Teno o en las Bandas del sur, de Tenerife.

1.4.2. Rasgos generales

La cuenca hidrográfica del Guinguada se encuentra en el Noreste de Gran Canaria (figura I.1). Presenta una orientación Noreste-Suroeste y una superficie de 65 km².

En ella se salva un desnivel máximo de 1.866 metros en apenas 22 km, que es la distancia más corta y en línea recta entre la costa y su cumbre, lo que le confiere la característica de relieve masivo. Limita al Norte con la cuenca del Barranco de Tamaraceite, al Sur con la de las Goteras y, en su cabecera, con la de Tejeda-La Aldea.

Este espacio se encuentra, a su vez, sumamente compartimentado, como consecuencia del encajamiento de la red de drenaje a lo largo de la historia geológica de la cuenca.

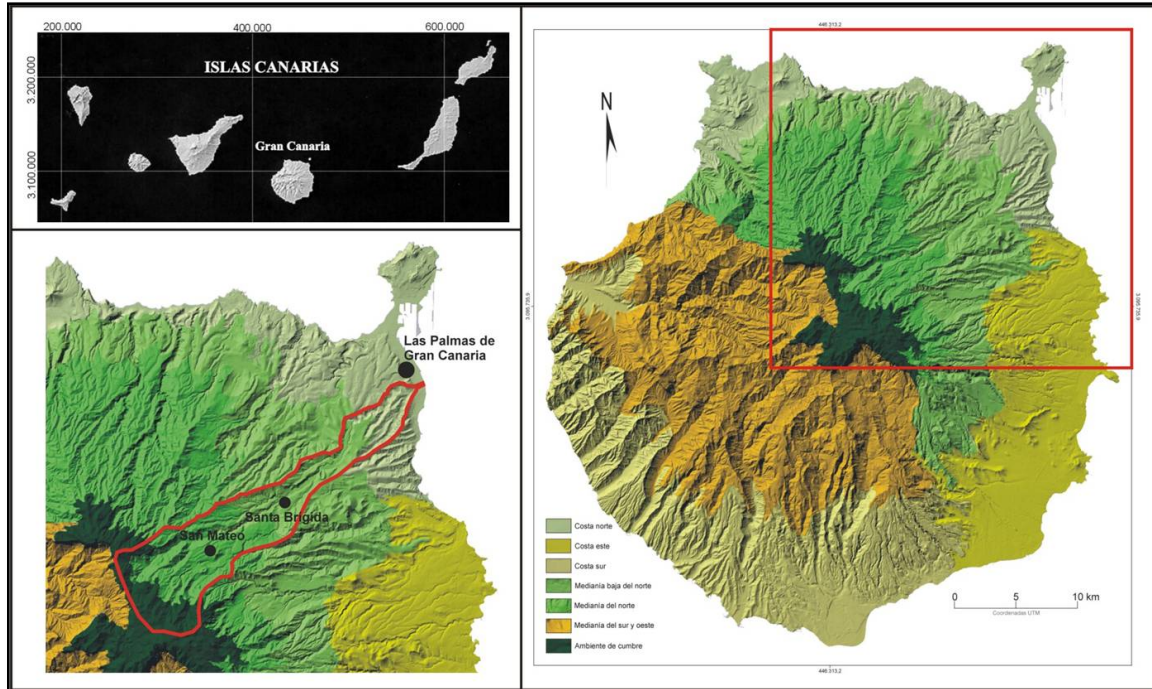


Figura 1.1. Localización del área de estudio.

1.4.2.1. El medio natural

La cuenca del Guinguada se ubica en lo que se ha denominado Neocanaria (Hausen, 1962), es decir, el sector insular en donde predominan las litologías más jóvenes de la historia geológica de esta isla. Aunque predominan los materiales volcánicos recientes (piroclastos y coladas basálticas), también existen materiales de origen sedimentario (Formación Detrítica de Las Palmas) y volcánicos antiguos (fonolitas e ignimbritas del primer ciclo magmático). La superposición e imbricación de los materiales geológicos de distintas edades y litologías ha configurado una cuenca de reducidas dimensiones, si se compara con otras de la isla, como las de Tejeda-La Aldea y la de San Bartolomé de Tirajana, pero con una gran variedad litoestructural.

La historia de la construcción de esta cuenca puede resumirse en la acción combinada de procesos de construcción de edificios volcánicos y deposición de materiales volcánicos (coladas y depósitos de piroclastos), con procesos de modelado de materiales sedimentarios efectuados por los diversos agentes a lo largo de su historia geológica.

Esta cuenca se caracteriza por la alternancia de barrancos encajados e interfluvios alomados, a los que se superponen edificios volcánicos recientes. La red de drenaje se dispone siguiendo una dirección Noreste-Suroeste, con la presencia de meandros en su tramo final. Y el relieve asciende, de forma general, de Noreste a Sureste. Sus puntos culminantes son la Cruz del Saucillo (1.800 m), Montaña El Salado (1.791 m) y la Cruz de Constantino (1.707 m), todos ellos localizados en la cabecera de la cuenca.

Las altitudes que ocupan una mayor superficie en la cuenca son las ubicadas en los geoambientes de medianías altas (800-1.500 metros), con el 40,9 %, y de medianías bajas (400-800 metros), con el 33,16% de la superficie de la misma.

Otra característica del relieve de esta cuenca es la importante extensión superficial que ocupan las vertientes con valores superiores a los 15° de pendiente, pues el 47,4% de su superficie presenta valores comprendidos entre los 15° y los 40°. Este dato explica la necesidad de colonizar sus vertientes con bancales para poder cultivar.

Su localización en la Alisiocanaria (Pérez-Chacón y Santana, 1991), su exposición Norte y la orientación Noreste-Suroeste explican que se encuentre regularmente afectada por los vientos alisios y por la masa de nubes estratiformes que se estancan en ese sector, y que intervienen junto con el relieve en la existencia de una amplia gama de microclimas. Se pueden distinguir en ella cuatro geoambientes:

- *Costa* (<400 metros de altitud) con un clima desértico (< 150 m. de precipitación anual) y cálido (20° C de temperatura media anual).
- *Medianías bajas* (400-800 m.de altitud), de clima subhúmedo con temperatura media anual de 16,8°C en Madroñal y lluvias que oscilan entre 413,6 mm en Santa Brígida y los 533,2 mm en Draguillo- San Mateo.
- *Medianías altas* (800-1.500m. de altitud), de gran extensión superficial en esta cuenca. Presentan un clima de carácter húmedo, con los mayores registros pluviométricos, con 829,7 mm anuales en Hoya del Gamonal. Las medianías tienen en común la elevada humedad ambiental que les proporciona el manto de estratocúmulos de los alisios.
- *Cumbre* (> 1.500 m. de altitud). Presenta condiciones climáticas extremas, con precipitaciones elevadas (entre 754,3 mm en Cruz de Tejeda y los 769,3 mm en Mesas de Ana López de media anual) y con las temperaturas más bajas de toda la cuenca (15°C de temperatura media anual).

El paisaje vegetal, que originalmente presentaba la existencia de los pisos de vegetación propios de las vertientes norte de las islas montañosas, a excepción del piso de alta montaña, se halla sumamente transformado florística y espacialmente. La desaparición de las formaciones arbóreas originales ha dado paso al dominio del estrato arbustivo, en el que conviven especies propias del matorral degradado de cada uno de los pisos bioclimáticos con especies transgresivas de los pisos contiguos, junto con otras introducidas para su cultivo, hoy asilvestradas.

1.4.2.2. La construcción del espacio agrícola tradicional

La cuenca del Guiniguada es un espacio de pronta ocupación humana y dilatada tradición agrícola. En su desembocadura se asienta el núcleo fundacional de la capital insular, desde el que se dirige la colonización humana hacia el interior de la isla.

Prueba de su elevada aptitud agrícola es que la cuenca era conocida como La Vega. El término vega, entendido como "parte de tierra baja, llana y fértil" (DRAE), hace referencia a la vocación de esta "comarca natural de recursos" (Santana, 1992) para la explotación agrícola intensiva, a la que se sometió dicho espacio desde el período prehispánico hasta la actualidad. Dicho término se conserva actualmente en forma de topónimo de uno de los municipios que la conforman, el de la Vega de San Mateo.

A continuación se expone un breve resumen de la historia del aprovechamiento agrícola de esta cuenca, haciendo especial hincapié en la pronta especialización del aprovechamiento antrópico según los geoambientes que, de alguna manera, pervive hasta la actualidad.

Con los repartimientos de tierra que se producen tras la conquista de la isla, se inicia una clara diferenciación espacial de la propiedad de la tierra. Se instauran grandes y medianas propiedades en la Vega de En Medio, medianas y pequeñas propiedades en la Vega Alta, mientras en la cumbre, la propiedad de la tierra se concentra en dos grandes cortijos. El poblamiento es temprano en la Vega Baja, con la localización de la capital insular y, especialmente en la Vega de En Medio, destacando los núcleos de Tafira, Pino Santo y Sataute. Destaca, en éste último, la pronta creación de la ermita de Santa Brígida, en 1522 (Santana, 1992 y 2001; Santana y Moreno, 2001 y Naranjo y Santana, 2002).

Desde los inicios del siglo XVI se dibuja la distribución espacial de los cultivos. Se cultiva la caña de azúcar en las tierras más fértiles de la costa y comienza la expansión de la vid en las proximidades de Bandama. Los márgenes de la desembocadura del Guinguada y parte de la Vega Baja son dedicados además al cultivo de cereales, huertas y frutales, destinados al abastecimiento de los habitantes de la ciudad recién construida. El resto del territorio se cultiva con cereales y, en algunos espacios, se comparte con el uso ganadero, como en las dehesas de Tasaute, Vega Vieja, Vegueta de Porras, Tasautejo y Gamonal. El monte público del Lentiscal se destina al aprovisionamiento de leña y madera de la población del Noreste de la isla.

El comienzo del siglo XVII está marcado por dos hechos históricos significativos, que tendrán su impronta en la redistribución espacial de la población. Se trata del ataque del pirata holandés Van der Does en 1599 y la gran avenida del Guinguada de 1615. Ambos marcan el inicio del desplazamiento de la población humilde (jornaleros agrícolas y artesanos), que vivía en el sector aledaño a la desembocadura del Guinguada, hacia los "riscos" de San Nicolás, San Roque, San Juan y San José, en los que se construyeron sus respectivas ermitas en advocación a los santos que dan nombre a dichos barrios populares.

El siglo XVII supone el inicio del proceso de diversificación de los cultivos y de la especialización agrícola de los geoambientes de esta cuenca. En el paisaje agrícola antes descrito, se sustituye la caña de azúcar por la vid de exportación y se incorporan nuevos productos traídos de América (papa y millo) y de Europa (perales, higueras, nogales, entre otros). Continúa el proceso de nuevas roturaciones, al tiempo que se instaura un patrón de poblamiento disperso, en pequeños caseríos y grandes haciendas de propietarios de la capital.

Mientras que en otros sectores de Gran Canaria la crisis de la vid de exportación hace mella sobre la población por la escasez de tierras, agua y alimentos, en las medianías de esta cuenca aumentan las roturaciones de nuevas tierras, al tiempo que se incrementa el número de habitantes, que en ese momento supone el 8,5% de la población insular. De este modo, las medianías se configuran como nuevo espacio de ocupación económica y social del territorio y del agua. Este hecho lleva parejo el inicio de la conflictividad del campesinado por la propiedad de la tierra y por el uso del agua, hasta entonces destinada al riego de fincas de la costa y al abasto de las residencias de los grandes propietarios urbanos.

Se producen las primeras usurpaciones de tierras reales en el Monte Lentiscal. Crece el poblamiento, especialmente en aquellos núcleos situados en las proximidades de las vías que comunican la costa con Teror (Santa Brígida, San Mateo y Pino Santo) y con la cumbre (Camaretas y Utiaca).

Durante el siglo XVIII se produce una cierta recuperación de la economía insular con el alza de la exportación vitivinícola y la introducción de la barrilla como nuevo cultivo de exportación. El paisaje agrícola del cereal sigue dominando en La Vega, siendo el millo, el que ocupa la mayor extensión, seguido de la cebada y el trigo, a los que se suma la superficie de la papa. El elevado número de molinos que existen por la cuenca atestigua la importante vocación cerealista en esa época. Por otro lado, el campesinado complementa su actividad agrícola con la ganadera (leche, lana y miel) para poder subsistir, pues los precios de sus productos chocan en los mercados locales con la competencia de los cereales de importación.

El siglo XVIII comienza con la última de las segregaciones municipales en La Vega, que se produce con la construcción en 1802 de la parroquia de San Mateo. Se configura entonces la división político-administrativa en los tres municipios con los que cuenta actualmente la cuenca del Guinguada: Las Palmas de Gran Canaria, Santa Brígida y la Vega de San Mateo. Continúa el crecimiento de los núcleos de población, con la concentración de asentamientos en torno a Santa Brígida y a los caminos que conectan la Vega con las cuencas y pueblos vecinos (Jinámar, Las Goteras, Teror), así como con la cumbre insular. Se intensifica la deforestación y, para subsanar el daño causado, se realizan repoblaciones en el Monte Lentiscal por parte de la Real Sociedad Económica de Amigos del País. Por último, las tierras que permanecían sin cultivar, se dedican al pastoreo extensivo y al leñeo intensivo para usos domésticos.

El siglo XIX es especialmente duro para los campesinos de La Vega, debido a las sucesivas crisis de abastecimiento provocadas por causas naturales (sequías, malas cosechas) y antrópicas (especulación con los granos canarios para su venta al exterior por parte de la burguesía), que derivaron en importantes episodios de desabastecimiento general. Se suceden las crisis de subsistencia debido a la falta de alimentos. Las hambrunas, las epidemias y la emigración son el resultado de esta prolongada situación aciaga. Mientras la Vega Alta continúa funcionando como área abastecedora del consumo local y de subsistencia de la población residente, pero sometida a graves problemas de ocupación espacial, de transporte y comercialización de sus productos, en la Vega de En Medio se

construyen numerosas residencias de recreo para los grandes terratenientes y otras edificaciones agrícolas.

Se incrementa el número de campesinos sin tierras que labrar y de ganaderos sin pastos comunales hasta los que llevar a su ganado, pues desaparece definitivamente el Monte Lentiscal, con su total deforestación y privatización. A mediados de dicho siglo se introduce la cochinilla como nuevo producto de exportación, a la que se suman, una veintena de años más tarde, el tabaco, el plátano y el tomate.

Las descripciones de René Verneau (1982) nos hablan, a fines del XIX, de un paisaje vegetal muy variado, fruto de la diversificación de las especies vegetales agrícolas y de jardinería y de una nueva distribución geográfica de los cultivos. Entre los primeros, destaca la vid que se extiende por las vertientes cubiertas por piroclastos de los antiguos terrenos públicos del Monte Lentiscal. Desde el núcleo de Santa Brígida hacia la costa predominan los policultivos de subsistencia (cereales, granos, papas y batatas) y, a partir de ese núcleo hacia la Vega Alta, domina una gran diversidad de frutales.

Por otro lado, a finales del siglo XIX, la mejora de la carretera del centro junto con la difusión internacional por parte de algunos viajeros ilustres (Von Buch y Olivia Stone) de las aptitudes climáticas y paisajísticas del sector medio de la cuenca, surgen las semillas de una nueva actividad económica, el turismo, que supondrá el revulsivo para el cambio de modelo económico que acontecerá en la isla casi medio siglo más tarde. Es el periodo del primer impulso turístico en Gran Canaria, el de los hoteles sanatorios para los enfermos británicos de pulmón y de reumatismo, que pasaban temporadas alojados en los cuatro hoteles que llegaron a construirse en Santa Brígida.

El proceso de ampliación de la superficie cultivada en la cuenca del Guinguada toca su techo en la primera mitad del siglo XX, período en el que alcanza su máxima extensión, con el 58% de su territorio.

La primera mitad del siglo XX supone el fin del largo período de construcción de la superficie agrícola en La Vega con la introducción de los últimos productos de exportación agrícola: el tomate y el plátano. Mientras el primero tiene una escasísima impronta espacial y económica en este sector de la isla, el plátano sustituye espacialmente a los anteriores productos agrícolas de exportación, en la Vega Baja del Guinguada. Es un período de fuerte capitalización agrícola, que transforma

sustancialmente el paisaje de la Vega Baja. Supuso un nuevo y último pulso en la fábrica de tierras de cultivo, con la construcción de los llamados "bancales ingleses", en los que se invirtieron importantes sumas de capital humano y económico. También se invirtió mucho dinero en nuevas explotaciones acuíferas y en diversos sistemas de canalización y almacenamiento de agua, para abastecer la elevada demanda de este nuevo cultivo de exportación

La ciudad se erige también en un importante polo de atracción poblacional, pues junto a la expansión propiciada por el cultivo del plátano se suman otra serie de actividades que demandan bastante mano de obra, tales como la construcción y explotación del puerto y el propio desarrollo urbano.

En la Vega de En Medio (Santa Brígida) el uso agrícola del espacio se irá reduciendo a lo largo del siglo XX, mientras que el residencial se irá incrementando exponencialmente. Ello supone la pérdida irreversible de buena parte de los mejores suelos agrícolas en las proximidades de Santa Brígida y del Monte Lentiscal. También se produce una cierta recuperación de la actividad turística que, a mediados del siglo XX, deja de tener carácter sanatorio-residencial para convertirse en un turismo de visita breve, que se desplaza desde la capital (llegada de cruceros) hasta Bandama o al pago de La Atalaya. El paisaje agrícola dominante en este sector es el de policultivo de secano de papas, frutales, leguminosas, hortalizas y forrajeras.

En la Vega Alta aunque la actividad agroganadera se mantiene como base económica del municipio y la población residente conoce su máximo histórico en la década de los 50, comienza el rápido declinar de la agricultura de abastecimiento del mercado interior, que se mantiene hasta los últimos años de la autarquía. Se producen mejoras en las infraestructuras municipales (construcción de edificios públicos, mejora de caminos vecinales y de la conectividad con los municipios aledaños). Se desarrolla una importante actividad comercial con la feria del ganado iniciada en 1890, que posteriormente es reconvertida en mercado de productos agroganaderos de la comarca que se mantiene hasta la actualidad.

1.4.2.3. La contracción del espacio agrícola tradicional

La segunda mitad del siglo XX es, sin lugar a dudas, el período en el que se producen los cambios más trascendentales de la historia económica y social de este territorio. La

actividad agrícola deja de ser el motor de la economía, debido al desarrollo urbano de la capital insular y al desarrollo turístico de espacios del sureste de Gran Canaria, hasta entonces marginales.

La despoblación de algunos sectores de las medianías, el abandono de los terrenos de cultivo menos productivos pero, paradójicamente también de los de mayor capacidad agrológica, la reconversión al regadío de las explotaciones dedicadas al abastecimiento del mercado interior y la ocupación urbana de áreas agrícolas, son algunas de las consecuencias de ese cambio de modelo económico que, además, repercuten sustancialmente en la estructura y dinámica actual de esos paisajes agrícolas tradicionales.

Como consecuencia de ello el aprovechamiento de recursos de la cuenca experimentan, en la actualidad, diferentes ritmos de cambios de uso generados por el nuevo modelo económico. En la costa, los cultivos de regadío y exportación, principalmente el plátano, ceden terreno al intenso proceso urbanizador que tiene lugar en la capital insular. En las medianías, el paisaje tradicional de cultivos de papas, maíz, hortalizas y frutales subtropicales y templados, se solapa con los fenómenos de rururbanización y de la dedicación agrícola a tiempo parcial. Por último, en la cumbre, las actividades tradicionales (aprovechamiento forestal, ganadería extensiva y cultivos de forrajeras), abandonadas desde los años 60 del siglo XX por la expansión urbano-turística insular se aplican políticas regeneracionistas (re poblaciones forestales) y proteccionistas (ley de espacio naturales de Canarias, 1987) por parte de las instituciones públicas insulares y autonómicas.

La extensa superficie de bancales que existe en esta cuenca (alrededor del 81% de su superficie agrícola), es el escenario sobre el que se desarrollan los procesos derivados del cambio de modelo económico y que tienen su fiel reflejo en el paisaje. El abandono agrícola, la rururbanización, y, con matices, la recolonización vegetal natural y la repoblación forestal ponen en peligro la supervivencia o mantenimiento de estos espacios agrícolas de incalculable valor ambiental, paisajístico y cultural.

El proceso de abandono agrícola muestra diferentes pautas espaciales y temporales, respondiendo a diversas causas. El abandono más antiguo (antes de 1960), afecta a los espacios de peor calidad agrológica, localizados principalmente en la costa y en la cumbre respectivamente. En cambio, el abandono agrícola más reciente afecta a

espacios de mejor calidad agrológica de las medianías bajas principalmente, sobre suelos de buena calidad, no siempre en bancales y en lugares muy próximos a las zonas de crecimiento urbano. Es necesario mencionar que, según la información más reciente de que se dispone, el abandono agrícola afecta a más de la mitad de las vertientes abancaladas (57,4%) de esta cuenca hidrográfica.

La presión humana en esta cuenca es muy elevada (117.145 habitantes en 2011, INE; 1.802 habitantes/km²) y presenta un gradiente que se incrementa notablemente de cumbre a costa. El grueso de la población que reside en ella no vive de la actividad agrícola, lo cual pone de manifiesto el proceso de desagrarización de este espacio. La expansión de la urbanización trae consigo la densificación de la red de caminos, carreteras y pistas que comunican los nuevos asentamientos con las capitales municipales, y con la carretera comarcal que conduce a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

Los cambios de usos del suelo en la cuenca del Guiniguada se manifiestan claramente en las transformaciones experimentadas por las coberturas del suelo (figura I.2). Las coberturas correspondientes a espacios cultivados, abandonados y urbanos han modificado sustancialmente su ocupación entre 1960 y 2002. Las áreas de cultivo se han reducido a la mitad, la superficie agrícola abandonada se ha duplicado y la cobertura de vegetación natural experimenta también un ligero ascenso. Finalmente, la edificación es la que proporcionalmente se ha modificado en mayor medida, incrementando su espacio en más de cinco veces en ese mismo periodo temporal.

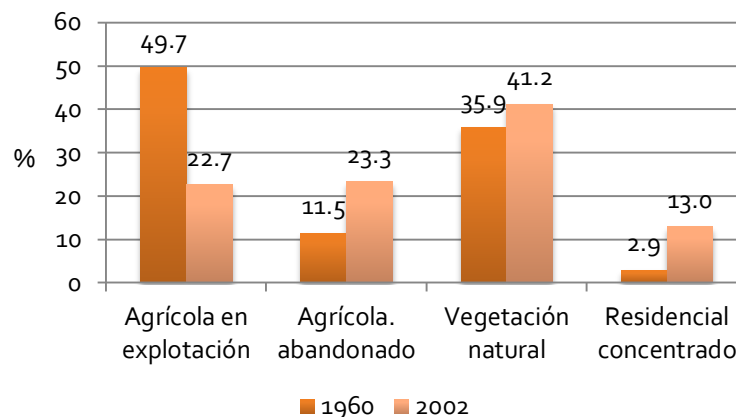
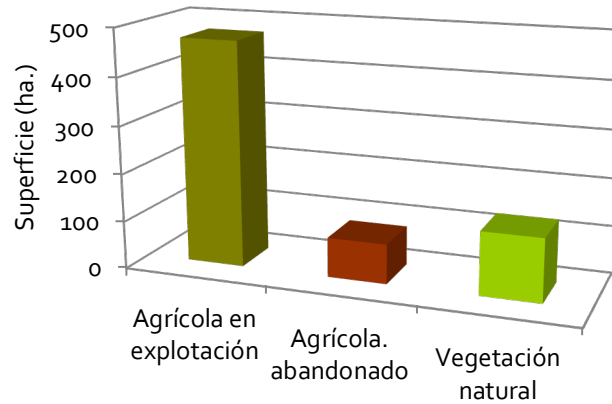


Figura I.2. Evolución de las coberturas del suelo entre 1960 y 2002.

Por último, un dato muy significativo sobre el proceso urbanizador de esta cuenca en ese intervalo temporal, es que la mayor parte de la expansión urbana se ha realizado sobre áreas que permanecían en cultivo en 1960 (figura I.3) y, en menor medida, sobre coberturas naturales y agrícolas abandonadas en la primera fecha.



Categorías de ocupación del suelo en 1960

Figura I.3. Crecimiento de la cobertura urbana en 2002 sobre otras coberturas de 1960.

Las transformaciones recientes de la cuenca del Guiniguada imprimen una situación sumamente compleja en la dinámica de su paisaje y, si cabe, mayor complejidad en la identificación y clasificación de las unidades de paisaje, pues a la diversidad ecoantrópica, natural y tradicional, se suman nuevas formas de ocupación y de gestión de ese espacio. Todo ello se traduce en un incremento en la diversificación de los paisajes actuales, que incide notablemente en las tareas de ordenación y de gestión de dicho territorio.

CAPÍTULO II. OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA

El tema de estudio, tal y como se ha indicado en el capítulo anterior, es un fenómeno complejo. Ha sido incluso calificado, en muchas ocasiones, de problema “socio-ecológico”, pues en él se entremezclan la descomposición de un sistema de explotación tradicional, la implantación de nuevos usos en el territorio y la dinámica natural de cada espacio. El análisis de una problemática compleja implica la aplicación de un procedimiento metodológico de igual categoría, en el que además se combinan un enfoque pluriescalar con otro multitemporal. A partir del primero, se trabajan las variaciones que experimentan la ocupación agrícola y sus consecuencias espaciales y ecológicas desde la escala de la cuenca hidrográfica hasta la de mayor resolución, el campo de cultivo. Con el segundo enfoque se estudia la dinámica de la ocupación y usos del suelo del área de estudio y, especialmente, las relacionadas con el aprovechamiento agrícola, que sirve para ilustrar la dimensión espacial del proceso de abandono de dicha actividad.

Se trabaja en un intervalo temporal que se inicia en los años sesenta del pasado siglo y concluye en los primeros años de la presente centuria. La fecha de inicio coincide con el momento inmediatamente anterior al proceso de cambio de modelo económico, que deja de ser agrario para transformarse en urbano-turístico. Esa fecha resulta pues clave para dimensionar la importancia que alcanzó la primera actividad económica citada hasta esa fecha. Por otra parte, la inexistencia de fotografías aéreas que abarquen toda el área de estudio en fechas anteriores, constituye la segunda razón en la elección del inicio de este estudio.

En cambio, la fecha de finalización del periodo temporal estudiado, en el inicio del siglo XXI, se ha considerado porque se entiende que ha pasado el tiempo suficiente para valorar las consecuencias ecológicas que el abandono agrícola imprime en las vertientes amén de que, en la actualidad, la problemática ambiental de la cuenca está tomando otros derroteros ajenos a los objetivos de este trabajo.

El análisis del proceso de abandono agrícola, sus consecuencias geomorfológicas y el riesgo de destrucción del patrimonio de terrazas, pasando por la fragilidad erosiva de las vertientes cultivadas, obliga a recurrir a fuentes de información muy diversas (observación y muestreo de campo, estadística oficial de características socioeconómicas, cartografía básica y temática de variables ambientales y sociales,

registros de observatorios meteorológicos, fotografía aérea, etc.), así como la utilización conjunta de técnicas de tratamiento de la información también muy contrastadas (fotointerpretación, análisis estadísticos y Sistemas de Información Geográfica).

2.1. Objetivos e hipótesis

El objetivo general que se propone este trabajo es *conocer las consecuencias geomorfológicas del abandono agrícola de las vertientes de la cuenca hidrográfica del Guinguada, con el objeto de identificar aquellos indicadores de diagnóstico que faciliten la posterior gestión y conservación de su importante patrimonio de bancales*. Este objetivo principal se divide, a su vez, en cinco específicos:

- 1. Analizar los cambios de coberturas recientes de la cuenca del Guinguada y su repercusión en las pérdidas de suelo.*
- 2. Caracterizar el proceso de abandono de las vertientes cultivadas, especialmente de las ocupadas por bancales.*
- 3. Conocer las características geomorfológicas de las vertientes cultivadas y clasificar los tipos de campos de cultivo teniendo en cuenta la diversidad de situaciones ambientales y antrópicas existente.*
- 4. Caracterizar hidrogeomorfológicamente de forma detallada los tipos de estados erosivos ("tipos geomorfológicos"), teniendo en cuenta la heterogeneidad de situaciones (geoambientes, usos) en las que se presentan.*
- 5. Diseñar y aplicar, sobre una zona seleccionada, un método que permita valorar la calidad para la conservación y establecer categorías de prioridad y viabilidad para la restauración de unidades de paisaje con presencia de bancales.*

Esta investigación parte de dos hipótesis concatenadas: la primera de ellas establece que, en los últimos cincuenta años, se han producido cambios en el tradicional aprovechamiento agrícola de las vertientes, uno de los cuales, el abandono de dicha actividad, redundaría en el incremento de la vulnerabilidad erosiva de las mismas; la segunda, que dichos cambios, a su vez, suponen una pérdida del patrimonio agrícola en bancales y un bloqueo de su multifuncionalidad, por lo que resulta de sumo interés establecer un método de valoración de dicho patrimonio que favorezca su conservación.

2.2. Metodología general

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, se establece un diseño metodológico que comprende los siguientes ámbitos: cuenca, vertiente, unidad de paisaje con bancales y campo de cultivo. Este trabajo comienza con el análisis del proceso de abandono de la superficie agrícola a escala de cuenca. Continúa con el estudio de las consecuencias geomorfológicas de dicho abandono sobre las vertientes y, posteriormente, a escala de campo de cultivo. Y, en la tercera y última parte del trabajo, se realizan diagnósticos de estados de conservación, de calidad para la conservación y de fragilidad erosiva y síntesis de prioridad y viabilidad para la restauración, todo ello en el ámbito de unidades de paisaje con presencia de bancales (Figura II.1).



Figura II.1. Esquema metodológico general.

Por lo que respecta al primer objetivo específico, el diseño metodológico se centra en el análisis de las características ambientales y socioeconómicas del área de estudio. Además, analiza las transformaciones recientes del espacio agrícola existente en la cuenca y, muy especialmente, en el proceso de abandono de la superficie agrícola. La escala espacial es la cuenca hidrográfica en su totalidad, mientras que la escala

temporal abarca el período comprendido entre 1960-2002. Esta parte del trabajo se sustenta en la recopilación de la cartografía temática realizada por diversas instituciones, y en la elaboración propia de cartografía de los elementos del medio físico y antrópico necesarios para describir las características del espacio agrícola, la dinámica de ocupación y los procesos geomorfológicos que se desarrollan en las vertientes cultivadas.

La cartografía es, al mismo tiempo, una fuente de documentación y un instrumento de análisis. Resulta fundamental para conocer las variables que intervienen en el proceso de abandono agrícola primero, y en la activación de los procesos geomorfológicos después.

A través de la comparación de los mapas de coberturas del suelo de las diferentes fechas consideradas, se realiza un análisis diacrónico centrado en el estudio de las variaciones experimentadas por las distintas coberturas. Como resultado de este análisis se obtiene la caracterización de la dinámica multianual de coberturas, prestando especial atención al análisis de lo sucedido sobre la superficie agrícola en bancales en los últimos cincuenta años.

Los objetivos segundo y tercero se abordan con sendas campañas de campo, en las que se recoge la información contenida en sus respectivas fichas de inventario. En la primera de ellas se realiza un amplio muestreo que abarca la totalidad de la cuenca, y con él se recaba la información necesaria para la clasificación de los campos. También se obtienen los criterios necesarios que permiten una selección más reducida sobre la que efectuar análisis de detalle posteriores. Este primer muestreo supone pues, una primera toma de contacto con las vertientes agrícolas en el que se recaba información general sobre el modelo de campo, el uso, los procesos, la datación del abandono a partir de la "frescura" de las formas erosivas y a partir de la foto aérea y, finalmente, el grado de deterioro de los campos.

En el segundo muestreo se recoge información detallada de un grupo de campos representativos del catálogo de situaciones geomorfológicas y de estados de conservación que existen en el área de estudio. En este caso, la ficha de inventario contiene variables relativas a las características topográficas de la vertiente y del campo, a su recubrimiento vegetal, a las características constructivas y recubrimiento vegetal de los muros o taludes de los bancales, a los procesos de erosión en los muros

o taludes y en los rellanos, en campos en pendiente o con rellanos en pendiente, medidas de la pendiente y, finalmente, las características del suelo.

En ambos casos, al trabajo sobre el terreno le sucede el de gabinete, que consiste en el volcado de la información en hojas de cálculo para el tratamiento estadístico de las variables consideradas, así como la representación gráfica de los análisis estadísticos más concluyentes.

En el último objetivo específico, el ámbito de trabajo es la unidad de paisaje con presencia de bancales. Siguiendo las indicaciones sobre metodología de estudios de paisaje (Bovet y Ribas, 1992, Pérez-Chacón, 2002) se definen unidades con características ecoantrópicas semejantes, tal y como se hace con la delimitación de las unidades homogéneas, con la diferencia de que en este caso se han seleccionado sólo las que se corresponden con las vertientes abancaladas. En estas observaciones se agrupan, dentro de la misma unidad, campos que, siendo contiguos, poseen similitudes de uso y de características constructivas. La identificación y delimitación de dichas unidades de paisaje se realiza a partir del trabajo de fotointerpretación y de las observaciones en el terreno.

Tras la delimitación espacial de las unidades se cumplimenta una ficha de inventario para cada una de ellas. Esa ficha contiene información acerca de las características ecoantrópicas básicas, y de aquellos descriptores considerados necesarios para abordar las posteriores fases de diagnóstico y de síntesis.

Tras rellenar la ficha, en cada una de las unidades de bancales definidas se procede a determinar su calidad para la conservación, de acuerdo a un algoritmo previamente diseñado. Este algoritmo contempla las variables representativas de la triple valoración que se atribuye a los bancales (productiva, ecológica y estética).

De forma simultánea, se realiza una estimación de las amenazas inmediatas a las que se enfrentan los muros de piedras de los bancales. Se establece así un factor amenaza (inspirado en el realizado por Cadiñanos y Meaza, 1998, para el estudio de la vegetación), que combina el grado de deterioro y el uso actual del bancal. La escala de valoración utilizada se basa en la idea de que la amenaza crece conforme se incrementa el deterioro físico del bancal, y disminuye el tiempo que los propietarios dedican a la conservación de estas estructuras.

Finalmente, la determinación de la prioridad para la restauración se establece relacionando el interés para la conservación, que deriva del diagnóstico de calidad, y el factor amenaza. Los resultados obtenidos se contrastan con un conjunto de variables que permiten determinar el grado de viabilidad de la restauración de los bancales.

La digitalización de las unidades de bancales y la implementación del proceso en un SIG permiten el tratamiento de los datos, además de la salida gráfica y cartográfica de los resultados obtenidos.

2.3. El análisis de las características ambientales y socioeconómicas del área de estudio

En este apartado se realiza una descripción de las características ecoantrópicas del área de estudio, que sirve de base para conocer las condiciones en las que se produce la creación y posterior evolución de la superficie agrícola en vertientes de la cuenca del Guiniguada. También permite conocer, a escala de cuenca hidrográfica y de geoambientes, las características del medio natural y antrópico que intervienen directa e indirectamente en la vulnerabilidad erosiva de las vertientes y en el riesgo de pérdida del patrimonio de bancales en este sector de la isla de Gran Canaria.

2.3.1. Caracterización del medio natural

El análisis de las características ambientales que inciden en el aprovechamiento agrícola de las vertientes se realiza a partir de la elaboración, adquisición y adaptación a la temática de este trabajo de la cartografía temática pertinente, así como del análisis de los elementos climáticos obtenidos de las fuentes analíticas oficiales. El tratamiento de las variables espaciales se ha realizado a través de distintos sistemas de información geográfica. Para este apartado se realizan 9 mapas temáticos cuya relación, tipología, fuente de información, escala, año y procedimientos empleados en su realización se muestran en la tabla II.1.

Variables	Tipo de mapa	Fuente	Escala nominal y año	Procedimiento empleado
Relieve	Hipsométrico	MDE oficial del IGN (con base LiDAR)	1:25.000 (2008)	Reclasificación de altitudes
	Pendientes			Cálculo de pendientes y reclasificación
	Red hídrica			Clasificación de arroyos (método Strahler)
	Geoformas dominantes	Bases topográficas de cartografías militar y del IGN	1:25.000 (1985 y 2008)	Digitalización
Geología	Lito-geológico	Mapa Geológico ITGME	1:25.000 (1990)	Digitalización y reclasificación
Suelos	BRS FAO	Geocientífico	1:25.000 (1995)	Reclasificación
Vegetación	Vegetación actual	GRAFCAN 2006	1:25.000 (2006)	Reclasificación
Lluvia año	Isoyetas medias anuales	Servicio Hidráulico de Las Palmas	1:25.000	Generación de un MDP a partir de implementación de funciones de regresión entre precipitación y altitud
Lluvia "R"	Erosividad media anual (Arnoldus, 1980)	Servicio Hidráulico de Las Palmas	1:25.000	Generación de un modelo a partir de implementación de funciones de regresión entre precipitación e índice de Arnoldus

Tabla II.1. Mapas elaborados para la caracterización ambiental de la cuenca del Guinguada.

El elemento del medio natural al que se le ha dedicado el mayor número de documentos cartográficos es el relieve. A partir de un modelo digital de elevaciones (MDE) se reclasifican las altitudes en los intervalos finalmente seleccionados. A su vez, de ese mapa se deriva otro de altitudes simplificado por geoambientes, con sólo cuatro intervalos (<400m., 400-800 m., 800-1.500 m. y > 1.500 m), que resulta de gran utilidad en el análisis de la distribución espacial de las variables y procesos representados en el resto de los mapas de esta tesis.

El mapa de pendientes se obtiene también a partir del MDE. Se identifican ocho intervalos, donde se identifican las pendientes en rangos de 5°, desde las inferiores a los 5° hasta el umbral superior a 35°.

El mapa de la red hídrica también se elabora con el MDE, utilizando para ello una función de *clasificación de arroyos* conforme al método de Strahler (1964). El resultado es un mapa en el que aparecen los cursos fluviales identificados según orden jerárquico, con máximo de orden 6, y el límite topográfico de la cuenca hidrográfica.

El mapa de geoformas dominantes se elabora siguiendo el modelo realizado en los montes riojanos y el Pirineo aragonés (Lasanta, 1985 y 1988). Consiste en la delimitación de tres grandes grupos de geoformas en función de la contribución de las mismas en la dinámica de los sedimentos. Se han identificado un total de 15 categorías: las llanas (3), las receptoras de fertilidad (4) y las exportadoras de fertilidad (8).

El mapa geológico resulta de la adaptación del mapa geológico editado en 1990 por el Instituto Tecnológico Geominero de España. Se trata de una serie cartográfica que emplea, como cartografía topográfica de referencia, la del Servicio Geográfico del Ejército. Está realizada a escala 1:25.000 y las hojas consultadas son cuatro: Las Palmas de Gran Canaria (1101-I-II/ 84-81; 84-82), Santa Brígida (1109-I/ 84-83), San Bartolomé de Tirajana (1109-III/ 83-84) y Teror (1109-IV/ 83-83). La leyenda contiene un total de 32 tipos de materiales litológicos ordenados según su antigüedad y localización estratigráfica.

El mapa de suelos se realiza tomando como referencia el inventario edafológico de las unidades ambientales de la Cartografía del Potencial del Medio Natural de Gran Canaria (Sánchez *et al.*, 1995). La realización de este mapa comienza con la digitalización de las 165 unidades ambientales que existen en el interior de la cuenca del Guiniguada, a las que se asoció una tabla de atributos con el campo de los tipos de suelo. En dicha publicación se trabaja con la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) y posteriormente se adapta a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2007), que es la utilizada en la descripción de los tipos de suelo de esta cuenca. Esa clasificación comprende dos niveles de referencia. En el primero se identifican 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR), de los cuales en nuestra zona de estudio están presente 6, que se diferencian según el proceso pedogenético o formador primario que ha producido los rasgos del suelo característicos.

El mapa de vegetación actual se realiza a partir del mapa de vegetación editado por Grafcan (Gobierno de Canarias), con fecha de 2006. El trabajo de campo para la isla de

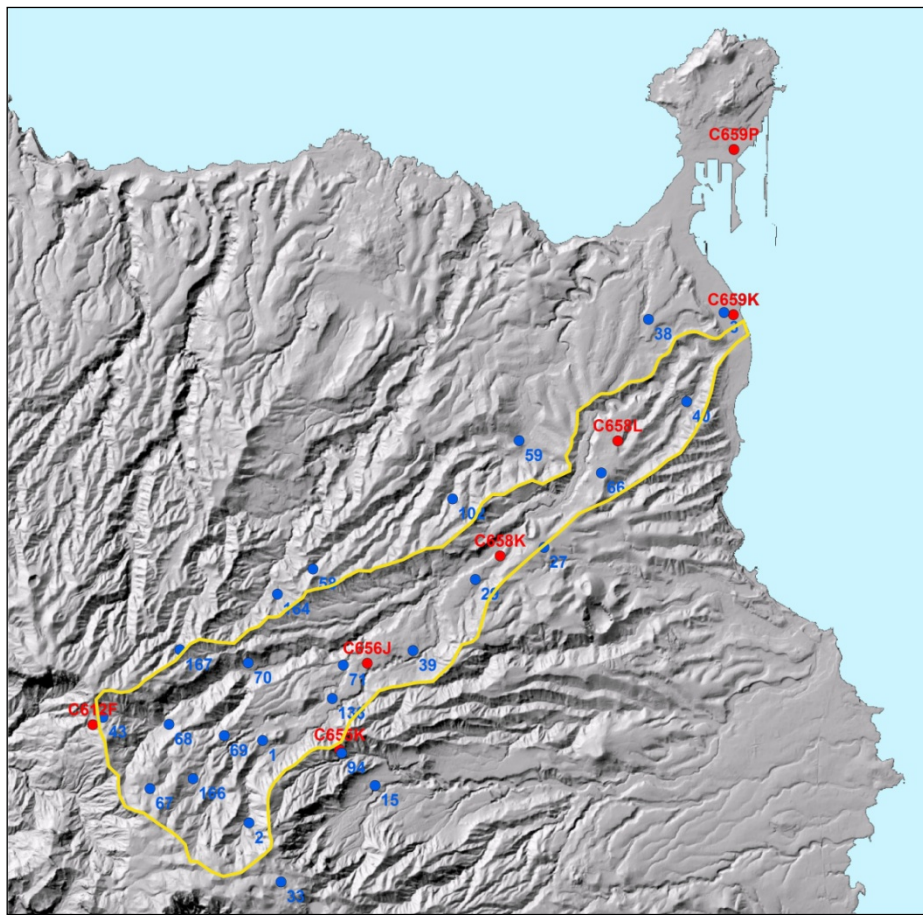
Gran Canaria se realizó, para el sector del Guinguada entre los años 1999-2001. Se realiza un proceso de simplificación de las categorías de comunidades vegetales del mapa inicial, del que resulta una leyenda con cinco grupos de categorías. Éstas son: relictos de vegetación potencial, matorral de sustitución, herbazal de sustitución, plantaciones forestales y la última, que engloba todas aquellas superficies que no están ocupadas por vegetación natural o no tienen vegetación. Este último grupo está compuesto por la superficie urbana, la agrícola (cultivos y caseríos), industrial, áreas de servicio y áreas sin vegetación.

La variable climática "lluvia" se trabaja desde un doble enfoque: como elemento del clima, que incide en la diversidad de condiciones ambientales de la cuenca y en el aprovechamiento humano de sus vertientes, y como agente erosivo de máxima relevancia, en especial en lo que respecta a la dinámica hidrogeomorfológica de las mismas. Se realizan dos mapas de lluvia: precipitación media anual y el de erosividad de la lluvia media anual (factor R de la USLE).

Geoambiente	Código y nombre	X	Y	Z
COSTA	3. Las Palmas	458.405	3.110.355	60
	40. Llano de Las Brujas	457.925	3.106.720	100
	38. Lomo del Polvo	456.890	3.109.085	160
	59. San Lorenzo	453.195	3.105.630	235
	66. Tafira Vivero	455.520	3.104.730	337
	102. La Milagrosa	451.150	3.104.125	395
M. BAJAS	27. Monte Coello	453.730	3.102.765	470
	29. Santa Brígida	451.180	3.101410	485
	39. El Madroñal	450.205	3.099.760	595
	71. Draguillo-San Mateo	448.070	3.099.475	740
	15. Tenteniguada	448.685	3.096.030	745
	164. Ojero-Teror	446.210	3.101.460	770
M. ALTAS	58. Faro Espartero	447.215	3.102.160	818
	136. San Mateo-Pueblo	447.925	3.098.420	830
	70. Utiaca	445.555	3.099.415	850
	94. Solana Presa	448.025	3.097.015	1.010
	1. Lomo Aljorradero	445.970	3.097.245	1.075
	68. Las Lagunetas	443.150	3.097.820	1.110
	69. Antona-Gañanías	444.715	3.097.500	1.110
	167. Aríñez	443.460	3.099.900	1.160
	166. Cueva Grande	440.000	3.096.175	1.335
	2. Hoya del Gamonal	445.580	3.094.940	1.365
CUMBRE	43. Cruz de Tejeda	441.295	3.098.015	1.520
	67. Mesas de Ana López	442.615	3.096.020	1.548
	33. Cuevas Blancas	446.480	3.093.290	1.690

Tabla II.2. Estaciones pluviométricas usadas en el análisis pluviométrico de la cuenca del Guinguada (1950-1999) (Servicio Hidráulico de Las Palmas).

Para la realización de ambos mapas pluviométricos se trabaja con series de 50 años de lluvias medias anuales de 25 estaciones pluviométricas, pertenecientes a la red de estaciones del Servicio Hidráulico de Las Palmas; lo que supone una densidad de 2,6 pluviómetros por km² (tabla II.2 y figura II.2). Cabe señalar que ocho de ellas (indicadas en negrita en la tabla adjunta) se encuentran fuera de los límites topográficos de la cuenca. La razón de su inclusión se debe a que, en un proceso de interpolación, es necesario contar con puntos muestrales en las áreas periféricas, pues de no ser así el sistema tiende a considerar un gradiente lineal, según la tendencia creciente o decreciente de los valores más cercanos.



En rojo las estaciones de AEMET y en azul las del Servicio Hidráulico de Las Palmas.
Figura II.2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en la cuenca del Guinguada.

La cartografía pluviométrica se realiza a partir del siguiente procedimiento (Hernández *et al.*, 2002):

1. Análisis de la calidad de las series pluviométricas. Consiste en comprobar si su longitud y homogeneidad son aceptables y detectar la existencia de lagunas o vacíos de información (*gaps*). El problema de los *gaps* se solventa con el método de correlación de Fernández García (1995).
2. Cálculo de la relación entre la precipitación media anual y la altitud, con el fin de conocer cómo esta última variable condiciona la distribución de las lluvias en la cuenca. Para ello, se calculan los parámetros estadísticos que definen la recta de ajuste (la pendiente, *b* y la intersección, *a*), según el método de mínimos cuadrados. Tras la realización de diversos ensayos con varios tipos de rectas de regresión se optó por la de mejor ajuste, en este caso, de tipo potencial, dando como resultado 14,116 para *a*, mientras que el valor de *b* es 0,5501 (figura II.3).
3. Cálculo de las precipitaciones para las mismas altitudes a las que se localizan las estaciones pluviométricas, con el objeto de conocer la bondad de ajuste de la recta de regresión seleccionada. Resulta un error medio cuadrático de 46,5 mm y el error cuadrático máximo de 131,2 mm.

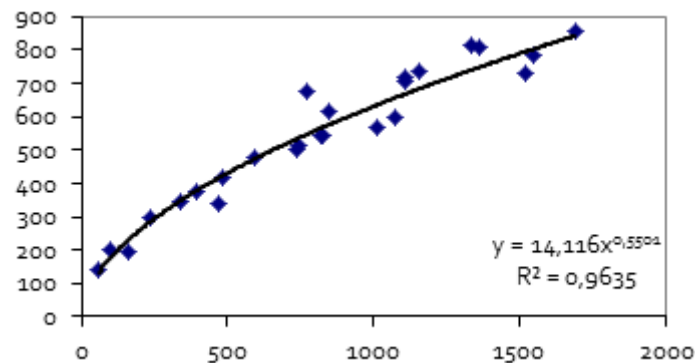


Figura II. 3. Relación entre la altitud y las precipitaciones medias anuales (1950-1999).

4. Comprobación estadística de la validez de los datos obtenidos con un test de significación de correlación, cuyo resultado con valor muy próximo a 1 ($R^2 = 0,9635$), indica que ambas muestras son casi idénticas.
5. Elaboración del mapa de precipitaciones medias anuales aplicando la función obtenida anteriormente, utilizando el MDE de la cuenca como variable independiente ($P = a \cdot b^x$).

El mapa de erosividad de la lluvia se realiza siguiendo el mismo procedimiento descrito para el de las lluvias medias anuales, con la diferencia de que el dato de partida, la recta de ajuste, y su resultado son ligeramente diferentes.

Para el cálculo de la R se sigue el procedimiento empleado por otros autores en las islas Canarias (Padrón *et al.*, 1991; Sánchez *et al.*, 1995 y Hernández, 1996), que consiste en aplicar el índice de Fournier modificado por Arnoldus (Fm) en 1980. Presenta la ventaja del uso de datos pluviométricos más accesibles y abundantes (la lluvia media mensual), obteniendo una buena correlación con el factor R de la USLE.

La expresión de este índice es:

$$Fm = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P}$$

donde p_i representa la precipitación mensual y P la precipitación anual.

En el caso de la isla de Gran Canaria, Sánchez *et al.* (1995) calculan este índice para las mismas estaciones pluviométricas de la isla de Gran Canaria en las que el ICONA calcula el factor R y, aplicando varias ecuaciones de regresión, observan que el mayor factor de correlación ($r^2 = 0,88$) viene dado por la ecuación exponencial:

$$R = \exp(3,11503 + 0,0119296 \cdot Fm)$$

Esa es la fórmula que se aplica a las 25 estaciones pluviométricas del Guinguada en esta tesis. La recta de ajuste en la que se relacionan la altitud con el valor de R es, en este caso, exponencial (figura II.4), y el ajuste es ligeramente inferior al obtenido para el mapa anterior, con 0,9471 de valor de R^2 .

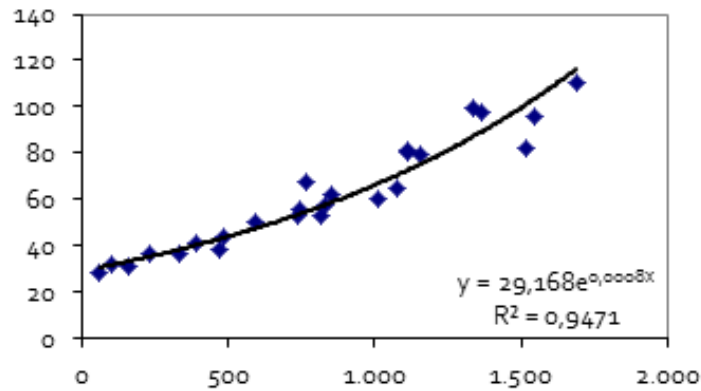


Figura II. 4. Relación entre la altitud y erosividad media de las lluvias (1950-1999).

Una vez obtenidos los datos de la R, y con el fin de conocer la bondad de ajuste, se procede al cálculo de la R' para las mismas altitudes a las que se localizan las estaciones pluviométricas, siendo el error medio cuadrático de 6,7 mm y el error cuadrático máximo de 14,4 mm. Por último, para comprobar estadísticamente la validez de los datos obtenidos, se elabora el test de significación de correlación cuyo resultado es 0,9592, valor muy cercano al 1, lo que indica que ambas muestras son casi idénticas.

El estudio de las características climáticas de la cuenca del Guinguada se completa con el análisis estadístico de las lluvias, temperaturas, humedad, insolación, nubosidad y vientos. Los datos de estos elementos climáticos se extraen de la red de estaciones completas, automáticas y termopluviométricas que la Agencia Estatal de Meteorología tiene instaladas en la cuenca del Guinguada (tabla II.3 y figura II.2). En el análisis de esos elementos climáticos se tienen en cuenta las variaciones temporales (regímenes anuales y estacionales, mensuales) y espaciales (por geoambientes). Se analizan los valores "normales" de cada uno de ellos y los valores extremos de los más significativos en este trabajo, como son las temperaturas y, muy especialmente, las lluvias.

Código y nombre	X	Y	Z	Serie	Tipo de estación
C659P (Junta de Obras del Puerto) C659K (Instituto Canario de Medicina Tropical) C658L (Centro Meteorológico Territorial) C658J (Jardín Canario) C658K (Santa Brígida-El Tejar)	1525002 1525002 1526592 1527402 1529432	280900 280630 280435 280340 280240	15 30 269 270 390	1955-1994 1968-1981 1994-2004 1994-2004 1994-2004	Completa Completa Completa Automática Termopluvio.
C656J (Santa Brígida-Madroñal)	1531172	280112	700	1994-2004	Termopluvio.
C655Q (San Mateo Colegio) C655K (La Lechucilla)	1531562 1531452	280023 275953	835 980	1993-1999 1993-1999	Termopluvio. Completa
C 612F (Cruz de Tejeda) C611E y C611X (Corral de los Juncos)	1535562 1535022	280025 275838	1.514 1.702	1991-1998 2003-2004	Termopluvio Automática

Tabla II. 3. Estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis climático (AEMET).

2.3.2. Determinación de las variables relativas a la presencia humana en la cuenca

En el análisis de las características antrópicas de la cuenca del Guiniguada se abordan diversos aspectos relacionados con la población, el poblamiento y la gestión humana de los recursos. Antes de señalar las fuentes consultadas, el tipo de información manejada y el análisis realizado, conviene señalar algunos problemas derivados de las características de las fuentes consultadas. La disparidad de las fechas de los datos manejados es el primero de ellos (cultivos 2005, censo agrario 1999). Otro radica en la dificultad de adaptación de los datos oficiales a nuestra área de estudio que, al tratarse de una unidad geomorfológica, no coincide con las delimitaciones administrativas (los municipios). Otro inconveniente resulta de la desigual resolución espacial de las fuentes consultadas. En este sentido, la mayor resolución espacial coincide con la

información que aportan los Nomenclator para el estudio de la dinámica de la población y del poblamiento, pues es, al menos en los últimos años de nuestro período de estudio, a escala de núcleo de población. Por su parte, la mayor dificultad la encontramos a la hora de trabajar con los censos agrarios, en los que buena parte de la información que aportan viene dada a escala provincial o municipal. Cuando la información sólo aparece a escala municipal se opta por excluir al municipio capitalino, debido a la exigua superficie del mismo que se encuentra en el interior de la cuenca del Guiniguada, donde tan sólo representa el 14,9% de la misma.

Los datos con los que se trabaja este apartado se extraen de los organismos oficiales (INE, ISTAC, Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias). Los documentos consultados son: el Nomenclator (años 1960, 1991, 2002 y 2011), el Censo de Población y Vivienda de 2001 y el Censo Agrario de 1999. Una parte de la información se analiza con un tratamiento estadístico descriptivo, a otra se le aplican índices (tasas de crecimiento de la población e índice de envejecimiento femenino), cuyos resultados se muestran tabulados, y en formato gráfico o cartográfico. Se realizan cuatro mapas temáticos cuya relación, tipología, fuente de información y procedimientos informáticos empleados en su realización se muestran en la tabla II.4.

Variables	Tipo de mapa	Fuente	Procedimiento
Población 1960	Entidades de población con habitantes de hecho 1960	Nomenclator 1960. INE	Unión de tablas
Población 2011	Núcleos de población con habitantes de hecho 2011	Nomenclator 2011. INE	Unión de tablas
Evolución de la población 1960-2011	Mapa de entidades de población con tasas dinámica población 1960-2011	Nomenclator 1960 y 2011. INE	Unión de tablas
Cultivos	Cultivos y atributos Información agrícola 2005	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas Gobierno de Canarias	Reclasificación de categorías originales

Tabla II.4. Mapas elaborados para la caracterización de variables antrópicas de la cuenca del Guiniguada.

La cartografía realizada para este apartado comprende tres mapas de población y un mapa de cultivos. El primer mapa representa la población de hecho censada en las

entidades de población de la cuenca en 1960, mientras que el segundo muestra la población de hecho, por núcleos de población en el año 2011. En ambos casos el valor de la población se establece en seis categorías o intervalos con amplitud de clase de 300 habitantes, cuyos rangos mínimo y máximo oscilan entre <100 habitantes hasta > 1.200 habitantes. El mapa de evolución de la población resulta de la representación espacial de los valores de la tasa de crecimiento, calculada para el período de análisis seleccionado (1960-2011). Son tasas de crecimiento exponencial, consideradas como el método más apropiado para el cálculo del crecimiento o decremento de las poblaciones y, por lo tanto, las más adecuadas para identificar las dinámicas demográficas del área de estudio. Conviene aclarar que la diferencia temporal, entre los momentos de los datos censales (31 de diciembre de 1960 y 31 de marzo de 1991) y los datos padronales (1 de enero de 2002 y 1 de enero de 2011), origina una ligera desviación en los cálculos de dichas tasas de crecimiento, que se han despreciado en este trabajo por considerarlas poco significativas. La leyenda del mapa de evolución de la población entre los años 1960 y 2011 la componen ocho categorías, que oscilan entre el máximo crecimiento (Tasa crecimiento >2,5) y el máximo decrecimiento (T.C. <2,5), las entidades que desaparecen (T.C. =-100), las de nueva creación y, por último, se reserva una categoría para aquellos espacios de los que no se dispone de información. En los tres mapas de población se utiliza una unión de tablas de atributos para relacionar la población con las entidades y núcleos de población.

Por último, el mapa de cultivos se realiza a partir del editado por la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias, con datos referidos a la campaña agrícola de 2005. Tras realizar una reclasificación de los tipos de cultivos existentes, la leyenda la conforman nueve categorías de tipos de cultivos, a los que se suman el pastizal, las huertas abandonadas y el uso no agrícola.

2.4. El análisis de los cambios de coberturas del suelo, del abandono de la superficie agrícola y de los cambios en las tasas de erosión

En este apartado del trabajo se analizan los cambios que experimentan las distintas coberturas del territorio en la cuenca del Guinguada desde 1960 hasta 2002. Se relacionan los cambios de las coberturas del suelo con las tasas de erosión, a partir de la aplicación del modelo USLE, y se dedica una parte importante del mismo al estudio del proceso de abandono de la superficie agrícola, partiendo de la evolución espacio-temporal de dicha ocupación. El trabajo continúa con el análisis de la dinámica de

cambios, así como de la relación que el abandono puede haber tenido con algunas variables ambientales (pendiente, altitud y suelos) y antrópicas.

2.4.1. La cartografía de la evolución de las coberturas del suelo y del abandono agrícola en bancales

La herramienta más adecuada para el análisis de cambios espaciales son los Sistemas de Información Geográfica, pues permiten simultáneas la descripción y la explicación de las distribuciones espaciales de los fenómenos reales (Sancho *et al.*, 1993). Una forma de concebir la dimensión espacio-tiempo, y que en este trabajo se asume, es la propuesta por Langran (1992: 38), denominada "en secuencia de mapas". Consiste en la representación espacial de los estados alcanzados por los hechos geográficos a lo largo de la dimensión tiempo, y la no inclusión de los eventos que sí quedan implícitos en la variación de los estados. Por ejemplo, en nuestro caso, el fenómeno del abandono de la superficie agrícola. Se acepta como cambio espacial la diferencia significativa de ocupación de un espacio entre dos fechas dadas.

Los Sistemas de Información Geográfica permiten gestionar y analizar bases de datos territoriales conjuntamente con su representación espacial. Por otro lado, las herramientas de análisis propias de los SIG (superposición y reclasificación) posibilitan tareas de búsqueda y extracción selectiva de la información, resultan muy útiles en el análisis de la dinámica o evolución del territorio. Así, los cambios acaecidos en un territorio entre dos fechas determinadas son indicadores clave que permiten reconocer procesos territoriales de heterogeneización y/o homogeneización, así como de cambios y permanencias. En este sentido, se considera que los cambios en el paisaje pueden ser causados por procesos naturales, por la intervención humana o por ambos simultáneamente. Entre los antrópicos destacan: la urbanización, la deforestación, el abandono agrícola, el desarrollo de la agricultura, la desertificación y la reforestación.

La superposición (*Overlay*) y la reclasificación (*Reclass*) se usan en repetidas ocasiones para averiguar la evolución de las ocupaciones del suelo a partir del análisis de zonas previamente definidas, para hacer sucesivas reclasificaciones de las variables conforme se centra el estudio en la superficie agrícola y, finalmente, en la superficie agrícola en bancales. También permiten ilustrar ese fenómeno el análisis de cambios a partir del cruce de los mapas síntesis con algunos parámetros ambientales (pendientes, altitudes, suelos). Con el procedimiento expuesto, se logra finalmente

analizar una de las consecuencias del abandono agrícola, como es la pérdida del patrimonio ecoantrópico del paisaje de bancales.

La secuencia metodológica (figura II.5) comienza con la obtención de la información básica a partir de la interpretación de fotogramas aéreos de tres períodos (tabla II.5). La interpretación de la información que estos fotogramas aportan se realizó usando las técnicas de fotointerpretación tradicionales y, posteriormente, digitalizando los datos obtenidos. Es preciso señalar la existencia de un vacío documental importante en lo que respecta a información espacial de cultivos, así como de la superficie abancalada para los años que comprende esta tesis (a excepción del mapa de cultivos de 2005 ya mencionado). A lo expuesto, se debe añadir las deficiencias que presenta la cartografía oficial de coberturas del suelo (Proyecto CORINE Land Cover, 1990, 2000 y 2006). La escala empleada (1:100.000), la unidad mínima cartografiable para las coberturas del suelo (25 ha.) y para los cambios en la ocupación del suelo (5 ha.), aportan muy baja resolución espacial para ámbitos insulares de reducido tamaño como las Islas Canarias. Por otra parte, entre las categorías de clasificación de coberturas y usos del suelo (44 en una clasificación jerárquica de tres niveles) no se contempla ni la cobertura de agrícola en abandono, ni la superficie ocupada por bancales. Con lo expuesto, queda justificada la elección de los fotogramas aéreos multianuales como fuente de información en la realización de la cartografía de cambios mencionada.

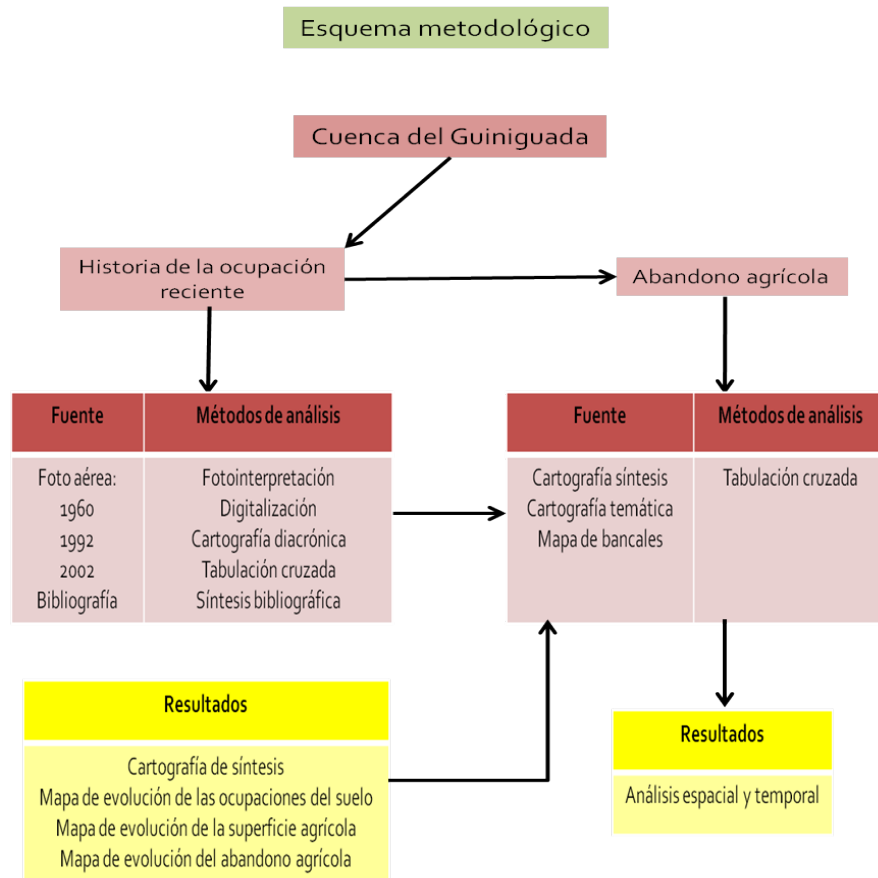


Figura II.5. Esquema metodológico del análisis de cambios de coberturas del suelo.

En el proceso de fotointerpretación se reconocen sistemáticamente, en cada intervalo estudiado, los distintos tipos de ocupación de los períodos analizados. El tamaño de la zona de análisis (65 km²) y la escala de las fotos aéreas condicionan la selección de la escala final de los documentos cartográficos, que ha sido la 1: 50.000. La primera fecha (1960) se corresponde con el momento del despegue del fenómeno turístico en Gran Canaria, por lo que su información constituye el punto cero, a partir del cual se inicia el fenómeno que más interesa, el abandono agrícola. La fotografía de 2002 muestra las coberturas reciente de este territorio, mientras que la de 1992 permite obtener una muestra intermedia entre los intervalos temporales señalados.

Fecha	Color, B/N	Escala	Pasada, tomo	Negativos	Entidad
1961-62	B/N	1:16.000	4, 2 6, 3 7, 3 8, 4 9, 5 10, 6 11, 7	11156-11159 10707-10710 10734, 10740-10748 10780-10789 10825-10837 10875-10888 10934-10942	Cabildo de Gran Canaria
Marzo 1992	Color	1:50.000	2 3 4 5	2514-2516 2624-2626 2633-2637 2645-2648	Gobierno de Canarias
Enero 2002	Color	1:18.000	9 11 14 17 21 22 25	6102-6107 6217-6223 6180-6189 6199-6208 6458-6463 6432-6439 6487-6493	Grafcan

Tabla II.5. Fotografías aéreas de la cuenca del Guinguada utilizadas para la fotointerpretación.

El año 1960 constituye también el punto de referencia para el análisis de la superficie de bancales, pues se entiende que es el momento en el que la superficie agrícola alcanza la mayor extensión y, por ende, la superficie abancalada es la de mayores dimensiones. Por lo tanto, a la interpretación de las coberturas del suelo para esa fecha le sigue la de superficie máxima de bancales, de la que derivará su mapa correspondiente.

Se utilizó como base topográfica los documentos correspondientes a la Cartografía Militar de España (hojas 42, 10, 41) de la serie L-E, a escala 1:50.000, cuyos datos de partida fueron elaborados sobre transparencias y, posteriormente, digitalizados y analizados mediante SIG.

Para la correcta adaptación de los datos al entorno SIG, una de las primeras cuestiones que hubo que decidir fue el tamaño del píxel. Se trata de una cuestión muy importante, ya que define el tamaño de la imagen raster, la escala del mapa y, en consecuencia, el volumen de información que podrá ser almacenado. Cuanto menor es su tamaño, mayor es el número de filas y columnas que hay que utilizar en la determinación de la rejilla que define las imágenes y, por tanto, mayor el volumen de información que tendrá que almacenar el sistema. La relación entre tamaño de píxel y número de filas y columnas a representar se define a partir de las fórmulas siguientes:

$$N^{\circ} \text{ DE COLUMNAS} = X \text{ máxima} - X \text{ mínima} / \text{Tamaño del píxel}$$

$$N^{\circ} \text{ DE FILAS} = Y \text{ máxima} - Y \text{ mínima} / \text{Tamaño del píxel}$$

Donde X e Y corresponden a los valores máximos y mínimos de las coordenadas de la imagen a representar.

La cuenca del Guinguada presenta un territorio muy compartimentado y con una gran heterogeneidad de coberturas por unidad de superficie, hechos que se manifiestan en la presencia de diversas clases de ocupación de suelo en superficies muy inferiores al centenar de metros. Por ello, en algunas coberturas resulta complicado definir un tamaño de píxel adecuado. Con el fin de garantizar una buena visualización de la cartografía, se decidió utilizar otros criterios más relacionados con las técnicas de tratamiento gráfico.

Los criterios seleccionados se basan en la definición del tamaño del píxel, de modo que éste sea poco perceptible por el ojo humano. Esta cifra suele establecerse en 0,2 mm en el mapa (Naranjo y Hernández, 1995). En este caso, al trabajar con la escala 1:50.000, el tamaño del píxel quedaría establecido en 25 metros en la realidad. Éste es un criterio utilizado en la representación de datos obtenidos mediante técnicas de teledetección espacial. Si bien esta técnica no presenta ninguna ventaja en el tratamiento digital de los datos, pues no significa una mejora en la resolución espacial de las imágenes, el efecto conseguido posibilita una buena interpretación visual de los mapas finales.

La zona de estudio queda definida por las coordenadas que se muestran en la tabla adjunta (tabla II.6). Considerando el tamaño de píxel seleccionado, esta zona de estudio la forman 800 columnas y 640 filas.

X máxima	460.000
X mínima	440.000
Y máxima	3109.000
Y mínima	3093.000

Tabla II.6. Coordenadas UTM de la zona de estudio.

La organización de una base de datos raster responde a un modelo sencillo, en el que cada uno de los estratos temáticos se encuentra almacenado en un fichero separado,

definiéndose para el mismo número de filas y columnas dependiendo del tamaño del píxel. Esta organización se debe a que los aspectos espaciales y temáticos se registran conjuntamente (Bosque, 1992). Sin embargo, esta aparente sencillez no se manifiesta al inicio del proceso, ya que una de las tareas más costosas es, precisamente, la creación de la base de datos.

En este trabajo, para este primer paso, se opta por el método más usado habitualmente: la digitalización de la información en formato vectorial y su posterior rasterización. En la tabla II.7 se muestran las capas temáticas que configuran la base de datos inicial, atendiendo a las fuentes y a la representación de los objetos espaciales (puntos, líneas y polígonos).

Capa temática	Fuente	Carácter	Objetos geográficos
Límite del área de estudio	Mapa topográfico de Grafcan, S.A.		Polígono
Coberturas del suelo	Fotografía aérea - trabajo de campo	Cualitativo-Nominal	Polígonos
Altitud	MDE IGN	Cuantitativo-numérico-intervalos	Polígonos
Clases de suelo	SÁNCHEZ, 1975, SÁNCHEZ <i>et alii</i> , 1995 y base de datos del SIG del Cabildo de G.C.	Cualitativo-nominal	Polígonos
Pendiente	MDE IGN	Cuantitativo-numérico-intervalo	Polígonos
Superficie agrícola con bancales	Fotografía aérea - trabajo de campo	Cualitativo-Nominal	Polígonos

Tabla II.7. Capas temáticas de la base de datos empleada en el SIG raster.

La estructura de la base de datos original queda reflejada en las tablas II.8, II.9, II. 10 y II. 11. Cada mapa es una capa y las categorías que definen dichas variables o capas temáticas oscilan entre 7 y 28.

En la capa de coberturas del suelo se presta especial atención a la superficie agrícola y, más concretamente, al grado de actividad de las zonas. Se consideran tres categorías de cobertura agrícola: los cultivos en uso (*Cu*), los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*), es decir, con valores que rondan la mitad de su superficie entre las categorías de en abandono y en explotación y, por último, los cultivos abandonados (*Ca*) o aquellas zonas en las que el abandono agrícola afecta a algo más del 75% de su superficie.

1	Cultivos en uso
2	Cultivos parcialmente en uso
3	Cultivos abandonados
4	Áreas de pastizal
5	Áreas de matorral
6	Áreas de repoblación
7	Edificación concentrada

Tabla II.8. Categorías de los mapas de coberturas del suelo.

El mapa hipsométrico es producto de la reclasificación de los datos de altitud del MDE del IGN.

1	< 200
2	200 – 400
3	400 - 600
4	600 – 800
5	800 – 1000
6	1000 – 1200
7	1200 – 1500
8	> 1500

Tabla II. 9. Categorías del mapa hipsométrico (metros).

La base de datos de la variable pendiente se obtuvo a través del cálculo de pendientes aplicado al MDE del IGN y su posterior reclasificación.

1	< 5
2	5 – 10
3	10 – 15
4	15 – 20
5	20 – 25
6	25 – 30
7	30 -35
8	> 35

Tabla II. 10. Categorías del mapa climométrico (°).

La capa de suelos se obtuvo a partir de la base de datos y de la digitalización de las unidades de suelo definidas por Sánchez (1975), y su posterior actualización por Sánchez *et al.* (1995). Dicha actualización consistió en el cambio de sistema de clasificación de suelos, de la americana (Soil Taxonomy; Soil Survey Staff, 1999) a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS/FAO, 2006). En la tabla II.11 se

muestran las categorías de dicho mapa y las equivalencias entre las dos clasificaciones empleadas.

Soil Taxonomy (Subórdenes y asociaciones de subórdenes)		WRB (FAO) Grupos de Suelos de Referencia (GSR) con calificadores Tipo I y asociaciones
1	Eutrochrept	Cambisoles éútricos
2	Dystrochrept	Cambisoles dístricos
3	Xerochrept	Cambisoles arídicos
4	Eutrandept	Andosoles éútricos
5	Dystrandept	Andosoles dístricos
6	Vitrandept	Andosoles vítricos
7	Haplumbrept	Umbrisoles háplicos
8	Hapludalf	Luvisoles ándicos
9	Haploxeralf	Luvisoles háplicos
10	Rhodoxeralf	Luvisoles ródicos
11	Paleorthid	Calcisoles pétricos
12	Paleargid	Calcisoles lúvicos
13	Xerorthent	Leptosoles éútricos
14	Torriorthent	Leptosoles éútricos
15	Chromoxerert	Vertisoles crómicos
16	Inexistente	Suelos urbanizados
17	A. Paleorthid - Orthent	Calcisoles pétricos-Leptosoles
18	A. Xerochrept - Orthent	Cambisoles arídicos-Leptosoles
19	A. Xerorthent - Ochrept	Leptosoles éútricos- Cambisoles
20	A. Eutrochrept - Orthent	Cambisoles éútricos-Leptosoles
21	A. Haploxeralf - Ochrept	Luvisoles háplicos-Cambisoles
22	A. Xerochrept - Xeralf	Cambisoles arídicos-Luvisoles
23	A. Xerorthent - Xeralf	Leptosoles éútricos-Luvisoles
24	A. Vitrandept - Orthent	Andosoles vítricos-Leptosoles
25	A. Dystrochrept - Orthent	Cambisoles dístricos-Leptosoles
26	A. Haplumbrept – Orthent	Umbrisoles háplicos-Leptosoles
27	A. Eutrochrept – Udalf	Cambisoles éútricos-Luvisoles
28	A. Hapludalf - Ochrept	Luvisoles ándicos-Cambisoles

Tabla II. 11. Categorías del mapa de suelos (clases de suelos). Tabla de equivalencias facilitada por Antonio Rodríguez Rodríguez.

Tal y como se señaló anteriormente, el procedimiento de análisis utilizado para estudiar los fenómenos propuestos es el de la sucesión de clasificaciones (tabulaciones) cruzadas, y las correspondientes reclasificaciones de las categorías de

las variables obtenidas de las que unas veces se realizan agregaciones y otras reetiquetado de los valores (figura II. 6).

Para obtener la cartografía de síntesis se realizan sucesivas reclasificaciones que, atendiendo a los términos utilizados en teledetección para clasificar imágenes, se denominan "automáticas" y "supervisadas". La primera atiende a una reclasificación de polígonos, con la que se eliminan los "problemas de borde". Y la segunda, a una reclasificación de categorías, en la que se asigna, a cada una de las categorías, los valores adecuados en cada caso.

Los mapas elaborados para el análisis de cambios de cobertura, evolución de la superficie agrícola, abandono agrícola y abandono de la superficie de bancales son diez, cuyas características (variables, tipo de mapa y procedimiento) se muestran en la tabla II.12.

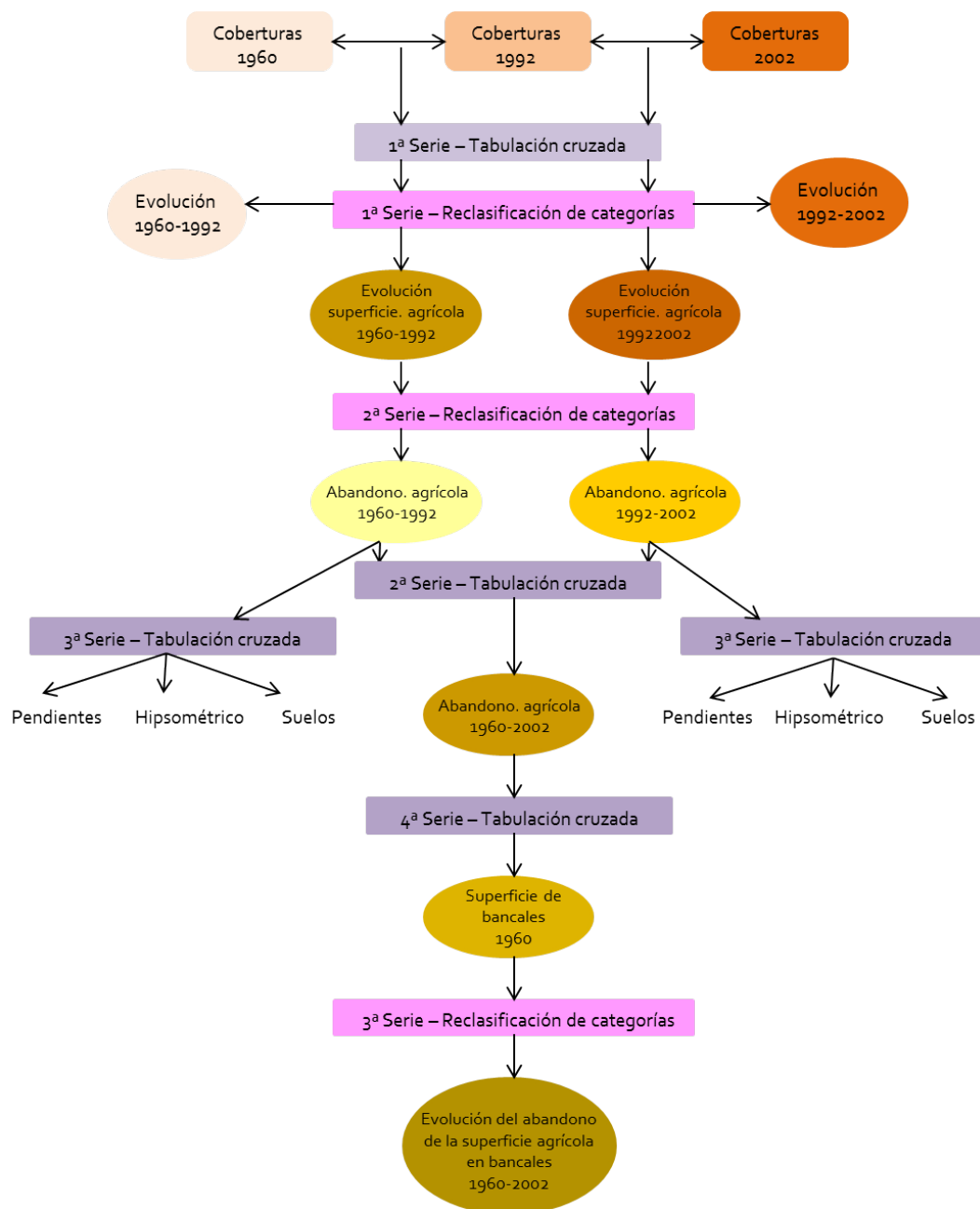


Figura II.6. Secuencia metodológica utilizada en el análisis de cambios y mapas resultantes.

Variables	Tipo de mapa	Procedimiento
Coberturas del suelo 1960	Sincrónico. Unidades de cobertura	Digitalización Maquetación
Coberturas del suelo 1992	Sincrónico. Unidades de cobertura	Digitalización. Maquetación
Coberturas del suelo 2002	Sincrónico. Unidades de cobertura	Digitalización. Maquetación
Evolución de las coberturas del suelo 1960-1992	Diacrónico. Unidades de cambios de cobertura	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Evolución de las coberturas del suelo 1992-2002	Diacrónico. Unidades de cambios de cobertura	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Evolución superficie agrícola 1960-1992	Diacrónico. Unidades de cambios de coberturas agrícolas	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Evolución de la superficie agrícola 1992-2002	Diacrónico. Unidades de cambios de coberturas agrícolas	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Evolución del abandono agrícola 1960-2002	Diacrónico. Unidades de datación del abandono agrícola	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Evolución del abandono de las superficies agrícolas en bancales (1960-2002)	Diacrónico. Unidades de datación del abandono de bancales y otras coberturas sobre bancales	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación
Superficie de bancales 1960	Sincrónico. Unidades con bancales	Tabulación cruzada/ reclasificación Maquetación

Tabla II.12. Cartografía elaborada para el análisis de cambios de cobertura, evolución de la superficie agrícola, abandono agrícola y abandono de la superficie de bancales.

El primer proceso que se aborda es la elaboración de un mapa que resulta del cruce entre los mapas de coberturas del suelo por parejas de fechas consecutivas (1960-1992 y 1992-2002). Como resultado de estas primeras serie de tabulaciones cruzadas y de su posterior reclasificación se obtienen cuatro mapas: dos de evolución de las coberturas del suelo, en los que se representan los cambios y las permanencias de todos los tipos de coberturas (tabla II. 13); y los otros dos, de evolución de la superficie agrícola (tabla II. 14) en esos dos intervalos temporales.

Áreas sin cambios significativos	
1	Áreas agrícolas
2	Áreas con vegetación
3	Áreas urbanas
Áreas con cambios	
4	De cobertura agrícola a vegetal (pasto, matorral y/o bosque)
5	De cobertura agrícola a urbana
6	De cobertura vegetal (pasto, matorral y/o bosque) a agrícola
7	Otros cambios

Tabla II .13. Categorías de los mapas de evolución de las coberturas del suelo.

Mientras en los mapas de evolución de las coberturas del suelo se reflejan los cambios experimentados por todas las coberturas en ese intervalo temporal, en los de la evolución de la superficie agrícola (tabla II.14) se analizan y reflejan cartográficamente los cambios y permanencias que experimenta esa categoría de cobertura en esos mismos intervalos temporales.

Áreas sin cambios significativos		
1	Permanencia en explotación agrícola	
2	Permanencia en semiexplotación agrícola	
3	Superficie agrícola abandonada antes de 1960	Superficie agrícola abandonada antes de 1992
Áreas con cambios		
4	Reducción intensidad de la actividad agrícola	
5	Reducción superficie agrícola	
6	Incremento de la superficie agrícola abandonada	
7	Intensificación de la actividad agrícola	
8	Ampliación de la superficie agrícola	
Otros		
9	Superficie no agrícola	

Tabla II .14. Categorías de los mapas de evolución de la superficie agrícola.

Respecto a los elementos de la leyenda de estos dos últimos mapas, cabe aclarar que la categoría denominada intensificación de la actividad agrícola se refiere a aquellos casos en los que, en la época precedente, la superficie se hallaba parcialmente explotada mientras en la segunda se incrementa la superficie cultivada hasta ocupar toda la unidad.

El mapa de evolución del abandono agrícola (1960-2002) (tabla II.15) resulta de la intersección de los dos mapas de abandono agrícola realizados para las dos fechas de

corte, constituyendo un mapa síntesis de indudable valor, pues ilustra la secuencia diacrónica del proceso de abandono agrícola en ese período de tiempo.

1	Superficie agrícola abandonada antes de 1960
2	Superficie agrícola abandonada entre 1960-1992
3	Superficie agrícola abandonada entre 1992-2002
4	Superficie agrícola en uso
5	Superficie no agrícola

Tabla II .15. Categorías del mapa de evolución del abandono agrícola.

El último mapa de la serie es el de la evolución del abandono de la superficie agrícola en bancales (tabla II.16). Resulta de la intersección entre el mapa de bancales (superficie de bancales en 1960) y el de evolución del abandono agrícola, y aporta información sobre el grado de explotación de las superficies agrícolas abancaladas, objeto central de estudio de esta tesis.

1	Bancales abandonados antes de 1960
2	Bancales abandonados entre 1960-1992
3	Bancales abandonados entre 1992-2002
4	Bancales en uso
5	Coberturas no agrícolas sobre bancales
6	Superficie agrícola sin bancales
7	Superficie no agrícola

Tabla II.16. Categorías del mapa de evolución del abandono de la superficie agrícola en bancales (1960-2002).

Por último, se realizaron intersecciones entre los mapas de abandono agrícola de ambas fechas con las capas de pendiente, altitud y suelos, con el fin de analizar las relaciones entre dichas variables ambientales y el proceso de abandono de la actividad agrícola. Pero en esa ocasión no se elaboró cartografía, sino que se extrajeron las tablas de superficies correspondientes, con las que se hicieron los análisis pertinentes. De ellas se obtuvo información relativa a la superficie (km²) de cada categoría, para su posterior análisis y representación gráfica, tal y como se muestra en el apartado de resultados.

Finalmente la información cartográfica se sometió a un proceso de maquetado, asignación de leyenda y aplicación de paleta de color correspondiente. En la selección

del color para cada categoría de las variables representadas en los mapas, se asignan las tonalidades atendiendo a la naturaleza de los elementos a representar, valiéndonos de las propiedades del color en la percepción asociativa (Bertín, 1988). Por ese motivo, para las ocupaciones agrícolas se asignan colores en la gama de los marrones, verde a las ocupaciones naturales de porte arbustivo y arbóreo, colores cremas a los pastizales y rojos a las ocupaciones urbanas.

Las características generales (superficie y distribución espacial) de las coberturas del suelo en las tres fechas señaladas (1960, 1992 y 2002) se infieren a partir de la información que aportan los tres mapas de coberturas realizados.

2.4.2. El análisis de los cambios de coberturas: la dinámica de cambios

El análisis de los cambios de coberturas se realiza para dos intervalos temporales, 1960-1992 y 1992-2002. Para conocer y vincular los patrones de cambio de coberturas del suelo con los procesos que subyacen a esa variación, y entender mejor los complejos mecanismos de cambio (Braumoh, 2006) que se producen en ambas etapas, se emplea un método estadístico (Pontius *et al.*, 2004). Está basado en el análisis de los diferentes tipos de cambios o transiciones (aleatorias y sistemáticas) que experimentan las ocupaciones del suelo en ese intervalo temporal¹. Se calculan además de los cambios netos² (atribuibles a la cantidad de superficie), las persistencias, los intercambios (atribuible a la ubicación) y las transiciones sistemáticas que se producen en ambos periodos para las siete categorías identificadas en los mapas de coberturas de esas tres fechas.

¹ Las transiciones aleatorias son producto de un proceso fortuito y único que provoca cambios bruscos en el paisaje y en los ecosistemas (fenómenos naturales extremos, guerras, etc.) (Braumoh, 2004; Lambin *et al.*, 2003) mientras que las sistemática son debidas a procesos regulares o frecuentes de cambio que tienden a evolucionar de manera gradual o progresiva (crecimiento natural de la población, cambios en la demanda de los mercados de comercialización, cambios políticos, etc.) (Lambin *et al.*, 2003).

² La mayoría de los trabajos consultados analizan los cambios de usos y de ocupación sólo a partir de los cambios netos. Es el caso del programa europeo CORINE Land cover (2006). En otras ocasiones lo hacen siguiendo metodología propuesta por organismos mundiales (FAO y PNUMA), como el índice de velocidad de cambio de uso del suelo (IU) (Ortiz *et al.*, 1994)

A partir del cruce de los mapas de coberturas de inicio y finalización de cada etapa se obtiene una matriz de cambios, que resulta de transformar la información cartográfica a formato matricial. En ella, cada celda contiene el número de píxeles en los que se producen los cambios descritos que se pasan a valores de superficie (km²) y, finalmente, a porcentajes (tabla II.17). En dicha matriz de cambios, las filas muestran las proporciones de las siete categorías (i) de coberturas en el año de inicio o, tiempo 1, y las columnas las correspondientes categorías (j) al año de finalización del período, o tiempo 2. Cada celda contiene el porcentaje de superficie de la cuenca que ha experimentado un cambio de la clase i a la j entre el tiempo 1 y el 2. Las celdas que conforman la diagonal de la matriz indican la proporción de paisaje que no experimenta cambios entre el tiempo 1 y el 2, lo que se denomina persistencia (sombreado en gris).

	1992								
1960	Cu (j1)	Cpu (j2)	Ca (j3)	Ap (j4)	Am (j5)	Ar (j6)	Ec (j7)	Total 1960	Pérdidas Lij
Cu (i1)	Ci1-j1	Ci1-j2	Ci1-j3	Ci1-j4	Ci1-j5	Ci1-j6	Ci1-j7	∑ Ci1	∑ Ci1- Ci1-j1
Cpu (i2)	Ci2-j1	Ci2-j2	Ci2-j3	Ci2-j4	Ci2-j5	Ci2-j6	Ci2-j7	∑ Ci2	∑ Ci2- Ci2-j2
Ca (i3)	Ci3-j1	Ci3-j2	Ci3-j3	Ci3-j4	Ci3-j5	Ci3-j6	Ci3-j7	∑ Ci3	∑ Ci3- Ci3-j3
Ap (i4)	Ci4-j1	Ci4-j2	Ci4-j3	Ci4-j4	Ci4-j5	Ci4-j6	Ci4-j7	∑ Ci4	∑ Ci4- Ci4-j4
Am (i5)	Ci5-j1	Ci5-j2	Ci5-j3	Ci5-j4	Ci5-j5	Ci5-j6	Ci5-j7	∑ Ci5	∑ Ci5- Ci5-j5
Ar (i6)	Ci6-j1	Ci6-j2	Ci6-j3	Ci6-j4	Ci6-j5	Ci6-j6	Ci6-j7	∑ Ci6	∑ Ci6- Ci6-j6
Ec (i7)	Ci7-j1	Ci7-j2	Ci7-j3	Ci7-j4	Ci7-j5	Ci7-j6	Ci7-j7	∑ Ci7	∑ Ci7- Ci7-j7
Total 1992	∑ Cj1	∑ Cj2	∑ Cj3	∑ Cj4	∑ Cj5	∑ Cj6	∑ Cj7		
Ganancias Gij	∑ Cj1- Ci1-j1	∑ Cj2- Ci2-j2	∑ Cj3- Ci3-j3	∑ Cj4- Ci4-j4	∑ Cj5- Ci5-j5	∑ Cj6- Ci6-j6	∑ Cj7- Ci7-j7		

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal; **Am:** Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla II. 17. Matriz de cambios que resulta del cruce de los mapas de ocupación del suelo entre 1960 y 1992.

Se parte de la base de que la dinámica de cambios de cobertura no debe realizarse sólo a partir del análisis superficial de la información que aporta la matriz de cambios, sino a través del estudio detallado de los cambios que experimentan cada una de las categorías, es decir, el análisis de las transiciones entre ellas. Dicho método permite identificar los niveles de cambio (ganancias y pérdidas) de cada categoría con las restantes, relacionados con su persistencia, en un intervalo temporal fijado. El autor de dicho método señala que un valor bajo de cambio neto, es decir, la diferencia de tamaño de una categoría entre el tiempo 1 y el tiempo 2, no implica falta de cambio en el paisaje pues, por ejemplo, la pérdida de bosque en un lugar puede ir acompañada

por la misma cantidad de superficie de bosque ganada en otro lugar. Para evitar ese tipo de interpretaciones propone el empleo del concepto de intercambio o *swap*, que permite conocer ese cambio de ubicación de cada categoría de cobertura del suelo. Resulta un concepto interesante a tener en cuenta, y que no se puede obtener a través de los datos oficiales de cambios de ocupación que elaboran periódicamente algunos organismos internacionales, pues sólo aportan los valores de cambio neto de las categorías. Defiende también la idea de que, para conocer los cambios del paisaje (ganancias y pérdidas de las categorías de coberturas del suelo), se necesita conocer la persistencia, y que para identificar y cuantificar las transiciones entre categorías, se necesita obviarla.

Para detectar los cambios significativos entre categorías se aplicó un método que propone analizar de forma más detallada los cambios que están fuera de la diagonal, considerando las pérdidas y las ganancias por separado (Pontius *et al.*, 2004; Braimoh, 2006 y Pineda *et al.*, 2009). Se parte de un enfoque estadístico de los cambios, en el que se considera que una transición es aleatoria si una categoría de ocupación del suelo tiene ganancias de otras categorías en proporción al tamaño de las categorías que han tenido pérdidas, o bien, si la pérdida de esa misma categoría está en proporción al tamaño de aquellas que han ganado. Cualquier diferencia alta de estas proporciones representa una transición sistemática del paisaje, mientras que las diferencias próximas a cero indican transiciones al azar entre categorías. Para identificar las transiciones se trabajan por separado las transiciones hacia ganancias de las que lo son hacia pérdidas.

Teniendo en cuenta los aspectos señalados, en esta tesis se sigue la secuencia metodológica que se señala a continuación:

- 1) Cálculo de la superficie total de cada categoría en el tiempo 1 y en el tiempo 2. En la matriz que se presenta de muestra (tabla II.7) se corresponde con la columna del total de 1960 y con la fila del total de 1992.
- 2) Se identifica la persistencia de cada categoría, que es el valor de las celdas sombreadas en gris en la matriz de cambios.
- 3) Cálculo del cambio neto de cada categoría, considerado como la diferencia de superficie que presenta cada una en el intervalo 1960-1992.
- 4) Se estiman las ganancias, las pérdidas y el intercambio de cada categoría. Por su parte, las pérdidas (L_{ij}) se calculan para cada categoría, restando el total de

cada categoría en el tiempo 1 menos su persistencia; mientras que las ganancias (G_{ij}) se obtienen para cada categoría con la resta del total de cada categoría en el tiempo 2 menos su persistencia. El intercambio (S_j) entre categorías se calcula como dos veces el valor mínimo de las ganancias y las pérdidas (expresión 1).

$$S_j = 2 \times \text{MIN}(G_{ij}, P_{ij}) \quad (1)$$

- 5) Se calcula la proporción entre ganancias y pérdidas (G_{ij}/L_{ij}), el cambio total ($G_{ij}+L_{ij}$), el valor absoluto del cambio neto intercambio ($L_{ij}-G_{ij}$).
- 6) Se estiman las ganancias esperadas. Para ello, se asume que la ganancia de cada categoría y la proporción de cada categoría en el tiempo 2 son fijas, para después distribuir la ganancia a través de las otras categorías, según la proporción relativa de las otras categorías en el tiempo 1 (expresión 2).

$$G_{ij}' = \frac{G_{ij} \times \sum C_{i1}}{1 - \sum C_{j1}} \quad (2)$$

Donde,

G_{ij}' es la transición esperada de la categoría i para la categoría j debido a un proceso aleatorio de ganancia

G_{ij} es la ganancia total observada de la categoría j

$\sum C_{i1}$ es el tamaño de la categoría i en el tiempo 1

$1 - \sum C_{j1}$ es la suma de los tamaños de todas las categorías excluyendo a la categoría j en el tiempo 1.

- 7) Se calculan las pérdidas esperadas. El procedimiento es similar al anterior, donde se asume que la pérdida de cada categoría es fija, y luego distribuye la pérdida a través de las otras categorías según la proporción relativa de las otras categorías con el tiempo 2 (expresión 3).

$$L_{ij}' = \frac{L_{ij} \times \sum C_{j1}}{1 - \sum C_{i1}} \quad (3)$$

Donde,

L_{ij}' es la transición esperada de la categoría i para la categoría j debido a un proceso aleatorio de pérdida

L_{ij} es la pérdida total observada de la categoría i entre los dos tiempos

$\sum C_{j1}$ es el tamaño de la categoría j en el tiempo 2

$1 - \sum C_{i1}$ es la suma de los tamaños de todas las categorías excepto la categoría i en el tiempo 2

Después de realizar sendos cálculos se presentan en una tabla los valores observados o reales de superficie (V_r) de cada categoría, las ganancias esperadas (V_e), la diferencia entre lo observado y lo esperado ($V_r - V_e$) y la proporción entre la diferencia de lo observado menos lo esperado con lo esperado ($(V_r - V_e) / V_e$). Se opera de la misma manera con los valores de las pérdidas esperadas y , con ello, se procede a la identificación de las transiciones sistemáticas entre categorías. El cálculo de las ganancias y de las pérdidas esperadas entre categorías se realiza con los valores de fuera de la diagonal de la matriz de cambios. La diferencia entre el valor observado y el esperado ($V_r - V_e$) aporta la clave sobre el tipo de transición, hacia la ganancia o hacia la pérdida de parejas de categorías. Los valores elevados y alejados del cero (magnitud elevada) indican transiciones sistemáticas, mientras que los valores bajos y próximos a cero indican transiciones al azar, así como el porcentaje de paisaje que cambia. Por último, el cálculo de la proporción entre la diferencia de lo observado menos lo esperado con lo esperado ($(V_r - V_e) / V_e$) es análogo a las proporciones que forman la base de las pruebas del Chi cuadrado, y nos permite corroborar que la transición es sistemática cuando las proporciones son grandes.

Si nos referimos a la ganancia esperada, el valor positivo de esa diferencia ($V_r - V_e$) indica que la categoría de la fila perdió más que la categoría de la columna. En cambio, si es negativo significa que la categoría de la fila perdió menos de lo que cabría esperar, debido a un proceso aleatorio de ganancia que la categoría de la columna y que, por lo tanto, la pérdida de una no implica la ganancia de la otra que la categoría de la columna.

El análisis concluye con la selección de las transiciones sistemáticas más significativas, tanto de las ganancias como las de pérdidas, por separado del período y con la interpretación de esos cambios en forma de procesos. Por ejemplo, si entre 1960 y 1992 se aprecia una transición sistemática de ganancia de la categoría cultivos

abandonados (*Ca*) sobre la de cultivos en uso (*Cu*) indica un claro proceso de abandono agrícola.

2.4.3. Los cambios de coberturas y las tasas de erosión

El procedimiento utilizado para obtener las tasas de erosión en 1960 y en 2002 es el de la adaptación a un entorno SIG de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) (figura II.7). Resulta un método válido para conocer los cambios en los balances teóricos de sedimentos que pueden producirse entre dos momentos históricos en las coberturas del suelo de esta cuenca. Se trata de una aproximación teórica que permite hacer una estimación de las tasas de erosión en dos momentos de la historia de las coberturas de la cuenca, de las que se obtiene la evolución temporal. Se trata de un modelo semiempírico cuya formulación es la siguiente:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Donde,

A = pérdida de suelo (tm/ha/año)

R = Factor de erosividad de la lluvia

K = Factor de erosionabilidad del suelo

LS = Factor longitud-pendiente de la vertiente

C = Factor cobertura del suelo

P = Factor prácticas de conservación del suelo.

La implementación de dicho modelo mediante un SIG aporta una visión espacial complementaria y necesaria en ámbitos tan compartimentados como esta cuenca.

Para su obtención se sigue la metodología desarrollada por Hernández *et al.* (1998), quienes adaptan al entorno de un SIG la revisión y adaptación a Gran Canaria de la USLE realizada por Sánchez *et al.* (1995). Las variables topográficas y climáticas requeridas por esta ecuación se toman del MDE elaborado (figura II.7).

Para la erosividad de la lluvia se usa el Modelo Digital de Precipitaciones (MDP) empleado por Hernández, Máyer y Romero (2002), según la metodología expuesta en párrafos anteriores. Los datos referidos a la erosionabilidad del suelo han sido tomados directamente de la cartografía de suelos aportada por Sánchez (1975) y de los

valores adjudicados por Sánchez et al. (1995) a las diferentes clases y asociaciones edáficas presentes en la cuenca. Las coberturas se corresponden con los mapas de coberturas de los años 1960 y 2002, cuya leyenda se reduce a cuatro categorías para facilitar los cálculos. Estas son: cultivos en uso, cultivos abandonados, áreas con vegetación y áreas urbanas. Para el cálculo de las prácticas de conservación se considera la presencia o ausencia de bancales, según la metodología elaborada por Sánchez *et al.* (1995) y el mapa realizado en esta tesis a partir de la digitalización de la fotografía aérea de 1960.

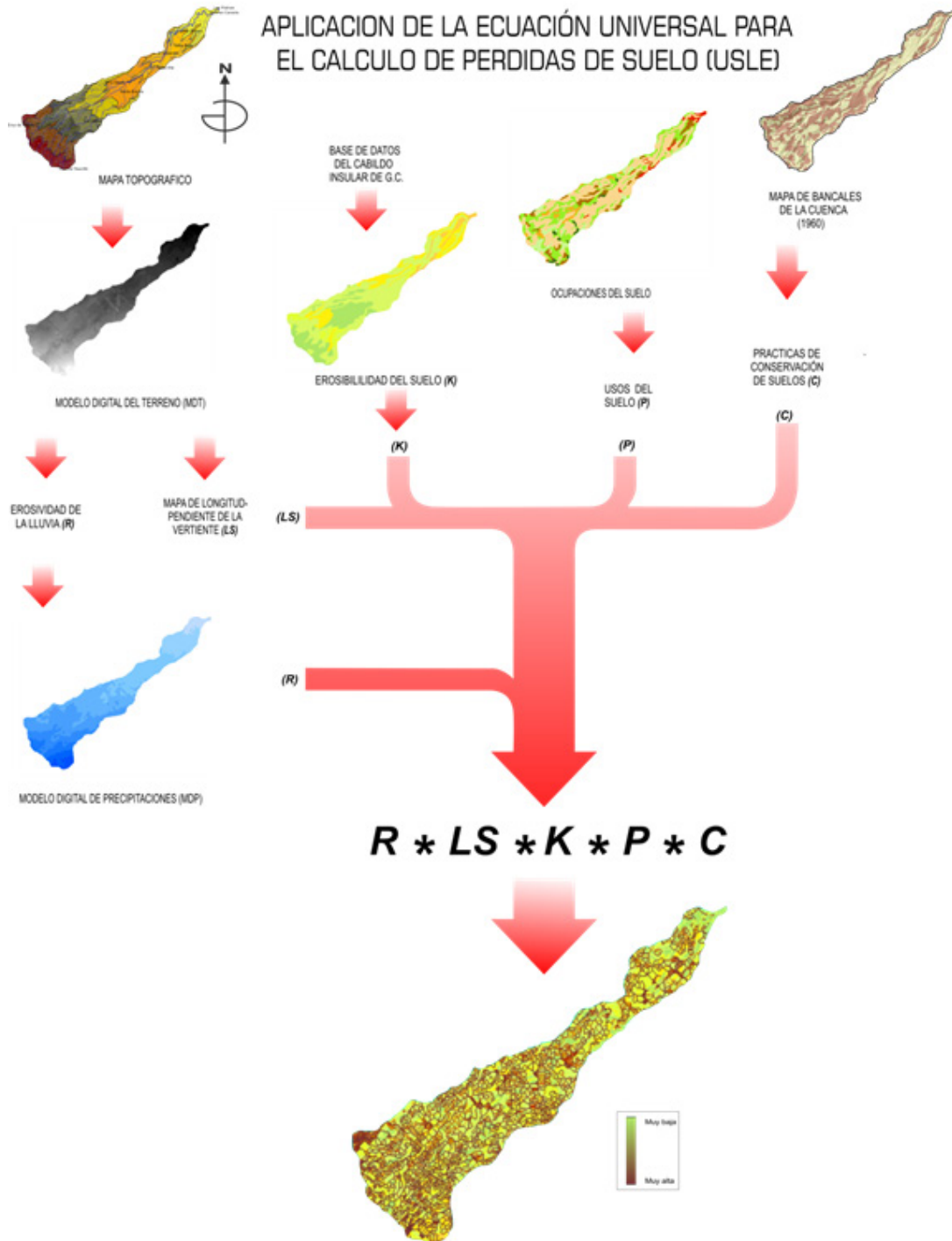


Figura II.7. Método para el cálculo de la USLE en un entorno SIG.

Finalmente, las tasas de erosión obtenidas se agrupan en seis categorías cuyos resultados se presentan en el capítulo de resultados en formato gráfico (Sánchez *et al.*, 1995): Nulo (o Tm/ha/año –esta categoría se obtiene únicamente para coberturas

urbanas-); Muy bajo (>0,1-10 Tm/ha/año); Bajo (>10-20 Tm/ha/año); Moderado (>20-50 Tm/ha/año); Alto (>50-100 Tm/ha/año); Muy alto (>100-300 Tm/ha/año); e Irreversible (> 300 Tm/ha/año).

2.5. La caracterización hidrogeomorfológica de las vertientes cultivadas

La primera aproximación al análisis de las consecuencias que el abandono de la actividad agrícola supone en la dinámica hidrogeomorfológica de las vertientes se realiza a partir de trabajo de campo, y del posterior tratamiento estadístico de los datos recabados en el mismo. Seguidamente la información se somete a procedimientos estadísticos descriptivos, clasificatorios y multivariados. Los objetivos que se persiguen son dos: identificar y conocer los tipos de campos de cultivo en vertientes que existen en la zona de estudio según su dinámica erosiva y sus estados de conservación; y obtener los criterios necesarios para realizar una correcta selección de un reducido número de campos sobre los que efectuar un análisis hidrogeomorfológico detallado, a escala de campo de cultivo cuyos resultados se exponen en el capítulo VI de esta tesis.

2.5.1. La recogida de información en el terreno: selección de campos de muestreo y ficha de inventario

La selección de los campos se realiza a partir de un muestreo que combina dos procedimientos: estratificado y al azar. Con el primero se consideran los cuatro geoambientes de la cuenca y, a su vez, en cada uno de ellos se seleccionan al azar un número significativo de campos. En cada campo de cultivo en vertientes seleccionadas se recaba información relativa a los procesos de erosión y a los estados de conservación. La toma de datos se realiza entre octubre de 1993 y febrero de 1994. Durante ese periodo de tiempo, se procede a la cumplimentación de una ficha de inventario (figura II.8) correspondiente a 1.642 campos de cultivo ubicados en los cuatro geoambientes: costa, medianías bajas, medianías altas y cumbre.

La ficha de campo se estructura en cinco bloques de datos: de identificación, el uso de los campos en el momento del muestreo, los procesos de erosión observables, la datación del abandono y el grado de deterioro del campo.

En el primer bloque se anotan datos de identificación (fecha, localización, modelo de campo, tipo de cultivo). Los modelos de campos registrados son cuatro: en pendiente, bancales con rellano en pendiente y muro, bancales con rellano plano y muro y bancales sin muro.

En el segundo bloque se indica el tipo de uso que presenta el campo en ese momento, distinguiéndose seis categorías: totalmente abandonado, parcialmente abandonado, en explotación, reutilización pastoril, reutilización agrícola y reutilización forestal o repoblación. La categoría de parcialmente abandonado engloba a todos aquellos campos en los que una parte de su superficie se mantiene en cultivo, mientras que la otra no está utilizada desde hace varios años.

En el tercer bloque se identifican los procesos de erosión detectados a visu (deslizamientos, desprendimientos, cárcavas, arroyamiento laminar, taludes con terracillas y caídas de tepés) pues en esta fase, la observación se realiza desde la ladera de enfrente con el empleo de prismáticos.

En lo que respecta al abandono, en esta fase se trata de realizar una primera aproximación a su datación, a través de los signos de actividad de los procesos de erosión observables en los muros o taludes de los bancales y en los rellanos de los mismos. En este sentido, se consideran procesos activos aquellos cuyas cicatrices y depósitos son perfectamente reconocibles, y no han sido colonizados por la vegetación. También puede darse el caso de un nutrido número de campos en los que coexisten evidencias de la actividad de los procesos de erosión con diferentes grados de actividad. Por ello se opta por incluir en ese apartado de la ficha un tercer tipo, en el que coexisten ambos casos, los procesos actuales con los relictos. Además, ese dato se contrasta con su localización en los fotogramas de cuatro vuelos diferentes (años 1960, 1977, 1989 y 2002).


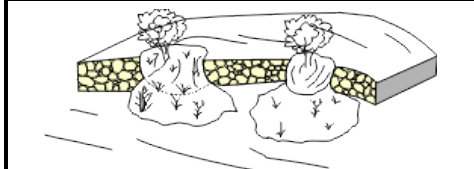
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Fotografía:	Campo n°: 713	Fecha: 7/11/1994	
	Localización: Barranco de Antona - La Siberia		
	Coordenadas: X- Y- Z- 1,370 m.		
	Tipo de campo:		
	Con pdte. <input type="checkbox"/>	Pdte. con muro <input type="checkbox"/>	Plano con muro <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de cultivo: Frutales			
USOS			
Totalmente abandonado		<input checked="" type="checkbox"/>	Cultivos
Parcialmente abandonado		<input type="checkbox"/>	Repoblación
Reutilización agrícola		<input type="checkbox"/>	Reutilización pastoril
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROCESOS DE EROSIÓN			
Deslizamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Caída de tepés	<input type="checkbox"/>
Arroyamiento laminar	<input type="checkbox"/>	Colada de barro	<input type="checkbox"/>
Incisiones	<input checked="" type="checkbox"/>	Caída de piedras	<input type="checkbox"/>
Desprendimiento	<input type="checkbox"/>	Terracillas de ganado	<input type="checkbox"/>
Reptación	<input type="checkbox"/>	Microdeslizamientos y deslizamientos superficiales	<input type="checkbox"/>
		Talud con movimiento en masa	<input type="checkbox"/>
DATACIÓN DEL ABANDONO		GRADO DE DETERIORO DEL CAMPO	
Foto aérea 1961	<input checked="" type="checkbox"/>	Procesos activos (A)	<input type="checkbox"/>
Foto aérea 1977	<input type="checkbox"/>	Procesos relictos (B)	<input type="checkbox"/>
Foto aérea 1989	<input type="checkbox"/>	Sin procesos	<input type="checkbox"/>
		A + B	<input type="checkbox"/>
		%	<input type="checkbox"/>
		%	<input type="checkbox"/>
Muy alto	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>
Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy bajo	<input type="checkbox"/>
Medio	<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>
GEOAMBIENTE		PENDIENTE LADERA (%)	
Costa	<input type="checkbox"/>	Medianías altas	<input checked="" type="checkbox"/>
Cumbre	<input type="checkbox"/>	Medianías bajas	<input type="checkbox"/>
< 10	<input type="checkbox"/>	15 - 20	<input checked="" type="checkbox"/>
10 - 15	<input type="checkbox"/>	20 - 25	<input type="checkbox"/>
		> 25	<input type="checkbox"/>
FORMA LADERA		LITOLOGÍA	
Cóncava	<input checked="" type="checkbox"/>	Fonolitas	<input type="checkbox"/>
Convexa	<input type="checkbox"/>	Brecha-Fonolitas R.N.	<input type="checkbox"/>
Rectilínea	<input type="checkbox"/>	Ignimbritas	<input type="checkbox"/>
		Coladas R.N.	<input type="checkbox"/>
		Coladas Post R.N.	<input checked="" type="checkbox"/>
		Piroclastos Post R.N.	<input type="checkbox"/>
		Sedimentos actuales	<input type="checkbox"/>
		Formación detrítica LP.	<input type="checkbox"/>
SUELOS			ORIENTACIÓN
Orthent	<input type="checkbox"/>	Xerert	<input type="checkbox"/>
Ochrept	<input type="checkbox"/>	Orthid	<input type="checkbox"/>
		Andept	<input checked="" type="checkbox"/>
		Udalif	<input type="checkbox"/>
		Umbrept	<input type="checkbox"/>
		Xeralf	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
Existen dos deslizamientos de magnitud considerable. Están recolonizados por escobones de porte arbóreo y los codesos, de porte arbustivo se encuentran en la parte inferior, sobre el material semilíquido desalojado.			

Figura II .8. Ficha de campo empleada en el muestreo geomorfológico de los cultivos en vertientes.

El grado de deterioro de los campos se estima de forma cualitativa, según la cantidad de muro o talud y de rellano que permanece intacto o, por el contrario, que muestra signos de destrucción. Los campos con deterioros nulos son aquellos que no se muestran afectados por proceso alguno; bajo, cuando menos del 25% de la longitud del muro está afectada por procesos; medio, cuando el 50% del muro aparece desmantelado; y alto cuando más del 50% del mismo aparece desfigurado. También se establecen matizaciones, dentro de estas categorías para los campos en pendiente y bancales con rellanos en pendiente.

La ficha de inventario de campo se completa posteriormente en el gabinete con información relativa a variables ambientales extraídas de la cartografía topográfica (altitud, pendiente de la ladera, forma de la ladera, exposición), de la cartografía geológica (litología) y de la del potencial de medio natural de Gran Canaria (tipos de suelos). Finalmente, en la fase de informatización de los datos, se añade la información pluviométrica (lluvia media anual y máxima diaria) facilitada por el Servicio Hidráulico de Las Palmas.

La información contenida en esas fichas se vuelca en un fichero de base de datos (dbf) para su exportación a un programa estadístico (SPSS), en el que se procede a su codificación final como fase previa al tratamiento estadístico de la misma. Con esta base de datos se realizan análisis estadístico descriptivos (frecuencias), bivariados (tabulaciones cruzadas) y multivariados, tal y como se señala en el esquema metodológico general (figura II.1) y que se expone de manera pormenorizada en los párrafos siguientes.

2.5.2. Clasificación de los campos según estados erosivos: los tipos geomorfológicos

El primer tratamiento estadístico de la muestra de 1.630 campos³ consiste en un análisis de frecuencia de las variables ecoantrópicas que caracterizan a los campos en los diversos geoambientes. Dichas variables se refieren a campos sometidos a diversos grados de explotación, distinguiéndose entre campos abandonados (691), cultivados

³ La muestra inicial de 1.642 campos queda reducida a ese número tras la retirada de 12 campos de la base original por ser poco representativos en el contexto de la investigación, pues se trata de 12 bancales con rellano en pendiente con reutilización forestal.

(744) y parcialmente explotados (195). Las variables contempladas se agrupan en tres tipos en función de la escala espacial a la que se refieren, es decir, el campo, la vertiente y el geoambiente.

Las variables que describen los campos son: litología, tipo de suelo, morfodinámica (tipo de proceso de erosión y grado de actividad de los mismos), microtopografía (modelo de campo) y estado de conservación. Por su parte, las variables que describen las vertientes son: forma, lugar en la vertiente y pendiente de la ladera. Y, por último, las variables relacionadas con las características climáticas son: las de localización (altitud y geoambiente), las pluviométricas (lluvia media anual y lluvia máxima en 24 horas/año) y la exposición.

Una vez se conocen las características generales de las vertientes con dedicación agrícola se realizan sencillos análisis estadísticos bivariados (tablas de contingencia, test de significación del Chi cuadrado y coeficientes de contingencia). Con esto se pretende averiguar el grado de relación que existe entre las variables seleccionadas, determinar el peso que ejercen en la tipología de procesos de erosión y, por último, conocer las frecuencias más significativas que permiten explicar el grado de deterioro de los campos.

En este estudio, a través de las tablas de contingencia y del coeficiente de contingencia, se relacionan los procesos de erosión con las variables relativas a los campos (actividad de los procesos de erosión, tipo de campo y estado de conservación), con las variables relativas a las vertientes (pendiente, forma y lugar de la vertiente) y con una de las variables relacionadas con el clima (exposición). Además, siguiendo el mismo procedimiento, se cruza la variable grado de deterioro con la de los geoambientes y con los usos.

Considerando la gran heterogeneidad de situaciones geomorfológicas y de estados de conservación de los campos muestreados, se realiza una clasificación de las situaciones geomorfológicas existentes en los campos analizados. Dicha clasificación se hace en función de dos variables: tipo de proceso de erosión y grado de deterioro de los campos. Para ello se realiza una clasificación mediante cluster de tipo aglomerativo y jerárquico.

Las variables seleccionadas, un total de 26, son binarias (presencia o ausencia) y nominales, mientras que el método seleccionado para medir la distancia entre grupos es el de la distancia media (*average linkage between groups*). Tras la realización de varias clasificaciones, el mejor resultado se obtiene con el cluster de siete grupos, que luego queda resumido en cuatro, donde el 99,4% de la muestra aparece bien clasificada. La muestra queda reducida a 1.621 campos, tras desechar los nueve campos que integran los tres últimos grupos del cluster. Dado que el cluster se limita a identificar grupos y constituye una especie de caja negra, de la que tan sólo se sabe el número de casos que pertenecen a cada uno, pero no aporta información acerca de los elementos que los componen y articulan, dichos grupos (en adelante, “tipos geomorfológicos”) se someten posteriormente a un análisis factorial denominado análisis discriminante descriptivo (figura II.9).

Dicho análisis sirve para conocer las características de cada uno de los tipos geomorfológicos, así como examinar las diferencias que existen entre ellos, empleando un conjunto de variables discriminantes (tabla II.18). El objetivo principal es hallar el conjunto de combinaciones lineales (funciones discriminantes) de esas variables discriminantes, que maximizan la diferencia entre los grupos (Camacho, 1995: 57).

Clave	Parámetro	Clave	Parámetro
Arroyam	Arroyamiento	Reptacn	Reptación
Caidapie	Caída de piedras	Taludmov	Mov. masa en el talud
Caidatps	Caída de tepés	Terracls	Terracillas de ganado
Coladaba	Colada de barro	Grd1	Deterioro nulo
Desliz	Deslizamiento	Grd2	Deterioro bajo
Desprend	Desprendimiento	Grd3	Deterioro medio
Incision	Incisiones	Grd4	Deterioro alto
Micrdslz	Microdeslizamientos	Grd5	Deterioro muy alto

Tabla II.18. Relación de variables independientes utilizadas en el análisis discriminante.

Se parte de la hipótesis de la existencia de cuatro grupos de campos que presentan procesos de erosión y deterioros diferentes. Y, desde el punto de vista estadístico, se trata de rechazar la hipótesis nula (H_0), lo que implica la aceptación de la hipótesis alternativa (H_1). En este caso, la hipótesis nula supone que no existen diferencias

significativas entre los tipos de campos clasificados, mientras que la hipótesis alternativa sostiene lo contrario. De la aceptación de la hipótesis alternativa se deduce que debe haber un conjunto de variables capaces de diferenciar, de forma relevante, las características de cada grupo.

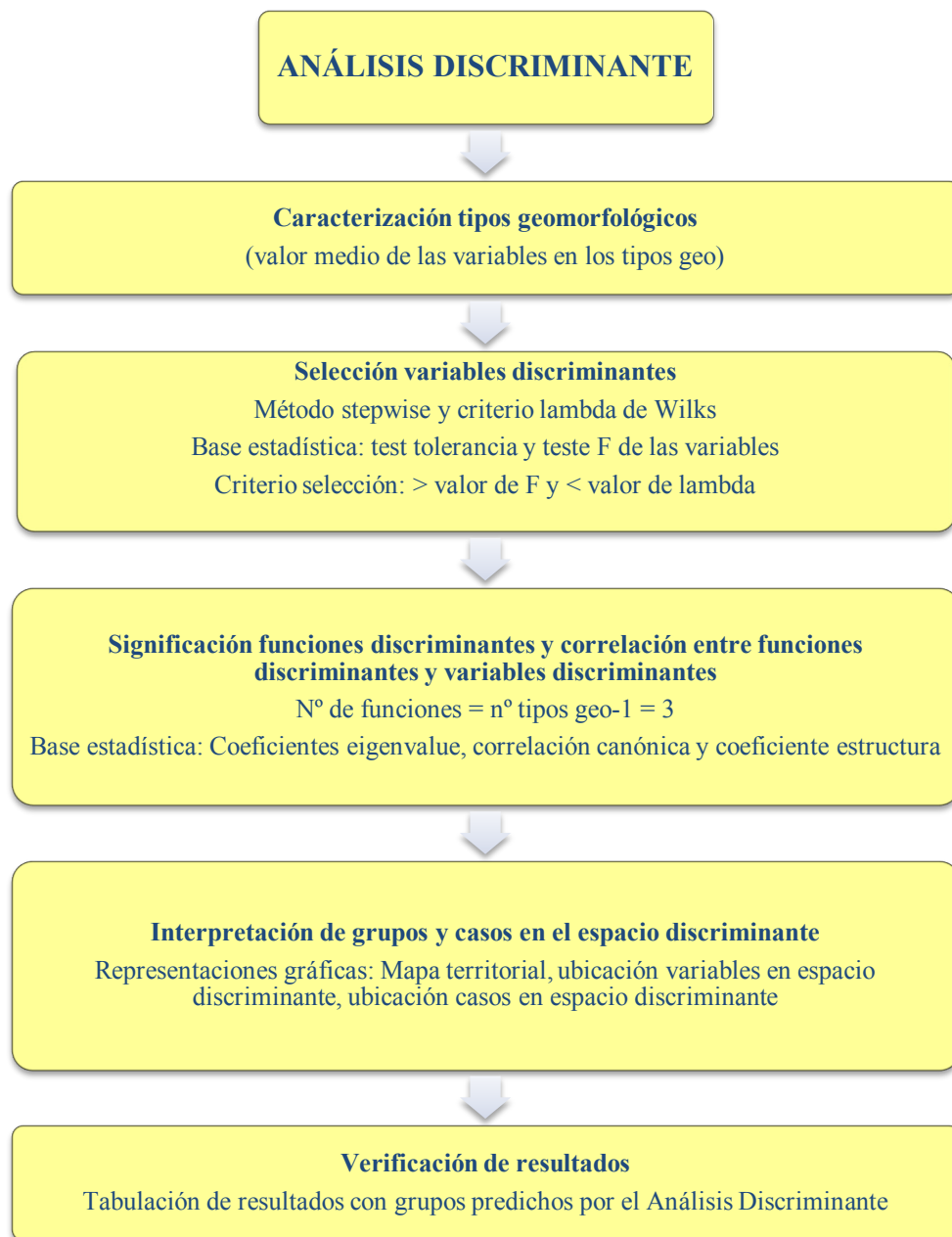


Figura II.9. Procedimiento metodológico seguido en el análisis discriminante.

La variable dependiente es la tipología de campos obtenida a través del clúster (4 tipos geomorfológicos), y las independientes son los once tipos de procesos de erosión, y las cinco categorías de deterioro que presentan los campos.

Con la matriz inicial, en la que se cruzan las 16 variables independientes con los tipos geomorfológicos (variable dependiente) de los 1.621 campos muestreados, se realiza la caracterización de los tipos geomorfológicos. Ésta se hace a partir de los valores medios más elevados que presentan los grupos para cada una de las variables.

Una vez se conoce la composición de cada grupo, comienza el análisis discriminante propiamente dicho a partir de la secuencia metodológica que se señala a continuación (Camacho, 1995):

1. Selección de las variables
2. Significación de las funciones discriminantes
3. Interpretación de las funciones discriminantes
4. Interpretación de los grupos en el espacio discriminante

En la selección de las variables discriminantes se utiliza un método analítico llamado paso a paso (*stepwise*) y el criterio lambda de Wilks. El objeto del mismo es utilizar las variables más útiles o más significativas para realizar la separación entre grupos. La base estadística se sustenta sobre diferentes test: el de la tolerancia y el de la F de las variables. El primero de ellos mide el porcentaje de varianza de una variable discriminante que no es explicada por el resto de las variables discriminantes. Mide, por lo tanto, el grado de asociación lineal entre las variables discriminantes y se usa para evitar posibles redundancias. En el SPSS, la tolerancia mínima, por defecto es de 0,001. El test de la F de las variables muestra el poder discriminante de cada variable para diferenciar entre los grupos (Rasilla, 1995). Por otra parte, el criterio que se utiliza para medir las diferencias entre los grupos es la lambda de Wilks (λ). Ésta varía entre 0 y 1, de tal forma que cuanto menor es la lambda, mayor es la separación entre grupos y, a la inversa, cuanto mayor es, menor es la separación intergrupala (Camacho, 1995).

El procedimiento de selección paso a paso consiste en ir extrayendo en cada uno de ellos aquella variable que presente un mayor valor de F y un menor valor de λ . A ello hay que añadir que la primera variable en entrar es aquella que presente el mayor valor de F de entre todas aquellas que superen el valor F de entrada de 3,84 estipulado por

el SPSS para Windows. Las siguientes variables en entrar deben cumplir con las condiciones mencionadas, y así sucesivamente hasta que se introduce la última variable que cumpla esas condiciones. A ello hay que añadir que cada vez que participe una de ellas en la ecuación discriminante influirá en la F del resto, ocasionando una nueva reorganización de las demás.

El número máximo de pasos es, por defecto igual al doble de las variables discriminantes. Por lo tanto, en nuestro caso, con dieciséis variables, el número máximo de pasos es de treinta y dos. El proceso se paraliza cuando las variables restantes no cumplen los requisitos especificados anteriormente, es decir, valores de tolerancia superiores a 1 o de F de entrada, superiores a 3,84.

El proceso de selección de las variables discriminantes comienza con el paso nº0, en el que se muestra la totalidad de las variables y su F antes de entrar en la ecuación. Y se paraliza cuando las variables restantes no cumplen los requisitos especificados anteriormente, es decir, valores de tolerancia superiores a 1 o de F de entrada, superiores a 3,84.

Con el análisis de la significación de las funciones discriminantes se determina el número de funciones significativas o, el número de dimensiones en las que difieren los grupos y se comprueba que existen diferencias significativas entre los grupos o tipos geomorfológicos. Para ello se procede a la interpretación de las funciones en base a las variables discriminantes correlacionadas con ellas (Camacho, 1995).

En el análisis discriminante, el número máximo de funciones discriminantes posibles es igual al valor menor de:

- El número de grupos menos uno
- El número de variables

En este estudio, en el que se trabaja con 4 grupos y 16 variables, el número de funciones o de combinaciones lineales de las variables máximo posible es de tres que es el valor menor entre el número de grupos o de variables menos uno.

Para comprobar que las tres funciones discriminantes son significativas se calculan dos coeficientes que indican la importancia de las variables en cada función: el *eigenvalue*

o valor propio y la correlación canónica. El primero mide la potencia discriminante de las funciones y permite obtener la proporción de la varianza explicada por cada una de ellas. Por su parte, la correlación canónica es una medida del grado de correlación entre los grupos y las funciones discriminantes, así que un coeficiente alto indicará que existe una fuerte relación entre los grupos y la respectiva función discriminante, variando los valores entre 0, el mínimo y 1, el máximo. Y, con valores de lambda de Wilks (λ) inferiores a 0,386⁴, se determina que las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas ($< 0,05$), de lo que se deduce que éstas no son producto del azar, por lo que prevalece la hipótesis alternativa.

La interpretación de las funciones discriminantes se realiza a partir del análisis del coeficiente estructura, que mide la correlación entre cada función discriminante y cada variable discriminante, y varía entre -1 y 1. Con ello se consigue conocer el grado de contribución relativa de cada variable a la correspondiente función.

La interpretación de los grupos y de los casos en el espacio discriminante se realiza a partir de la interpretación de los correspondientes gráficos: el que relaciona las funciones discriminantes con los centroides de grupos (mapa territorial), y en los que se relacionan las funciones discriminantes con las variables, con los grupos y con los casos.

Finalmente, se realiza una tabla de clasificaciones observadas y previstas con las que concluir si el número de campos que han sido clasificados correctamente es significativo, y dar por válido éste análisis para los objetivos perseguidos en este trabajo.

⁴ La lambda de Wilks es un coeficiente que permite medir la diferencia entre grupos. Sus valores varían entre 0 y 1. Cuando $\lambda = 1$ no hay ninguna diferencia entre los grupos; cuando $\lambda = 0$ existe una diferencia perfecta entre ellos.

2.5.3. Las características ambientales de los "tipos geomorfológicos"

Una vez se clasifican los campos de cultivo en función de su comportamiento geomorfológico y, se verifica la correcta clasificación del 97,1% de ellos en los cuatro "tipos geomorfológicos", procede conocer en detalle las características de cada uno de ellos. Por un lado, se pretende comprobar si las categorías de esta clasificación responden a estructuras de interrelaciones determinadas y, por el otro, si éstos pueden ser caracterizados a partir del análisis de las interrelaciones que se producen entre las variables o elementos del paisaje que las componen.

Se parte de la premisa de que la presión antrópica ejerce una influencia muy directa en el funcionamiento geomorfológico y en el estado de conservación de los campos, por lo que interesa distinguir la dinámica geomorfológica de los campos según su grado de explotación. Para ello se procede a separar en tres bases de datos distintas los campos según su uso: cultivados, parcialmente cultivados y abandonados. Y, para facilitar la comprensión de los resultados, se han recodificado los tipos geomorfológicos atendiendo a su estado de conservación según una escala descendente, de mejor a peor (tabla II.18.).

Nº Tipo Geomorfológico	Características	Nº de casos según usos		
		1	2	3
1	Movimientos en masa y deterioro nulo y bajo	403	131	618
2	Arroyamiento y deterioro medio y alto	61	4	21
3	Movimientos en masa y deterioro alto	184	58	104
4	Todo tipo de procesos y deterioro muy alto	43	2	1
TOTAL		691	195	744

Usos: 1: Campos de cultivo abandonados; 2: Campos de cultivo parcialmente explotados; 3: Campos de cultivo en explotación

Tabla II. 18. Características y frecuencia de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación.

Como primera aproximación al análisis de las características ambientales de los tipos geomorfológicos, lo primero que se hace es el cruce, mediante tabulación cruzada, de las variables ambientales generales de los campos, de las variables topográficas de las laderas, de las variables litoedáficas de los campos, el tipo de campo y la actividad de los procesos de erosión con los cuatro tipos geomorfológicos.

Teniendo en cuenta los objetivos marcados y las características de las bases de datos a analizar, donde destaca sobre todo la disparidad en los niveles de medida de las variables, se selecciona un análisis estadístico multivariado. Esto permite detectar relaciones (lineales y no lineales) entre variables, entre casos, entre variables y casos, así como las asociaciones o relaciones de proximidad y lejanía entre categorías de distintas variables (Pérez-Chacón, 1997). Por este motivo, se opta por un Análisis de Componentes Principales (A.C.P.), el PRINCALS, que forma parte de los métodos de escalamiento óptimo del programa informático "Statistical Package for Social Sciences" (SPSS, versión 6.01).

Después de realizar varios ensayos con ese A.C.P. y, comprobar que el elevado número de casos que conforman las tres bases de datos interfería negativamente en la interpretación de los resultados, se optó por trabajar con muestras reducidas de cada una ellas (tabla II.19. y figuras II.10, II.11 y II.12). El número total de casos asciende a 250, establecidos mediante un muestreo en el que se combinan el procedimiento estratificado y el aleatorio. El primero de ellos al considerar los "tipos geomorfológicos" y los grados de explotación, y el segundo de ellos para la selección final. Dichos campos son descritos con el PRINCALS a través de 14 variables codificadas y 54 categorías para la muestra de campos abandonados; con 12 variables y 42 categorías para la de campos parcialmente cultivados; y 12 variables con 41 categorías para la de campos cultivados.

Tipo geomorfológico	Abandonados	Parcialmente explotados	Cultivados
1	25	25	39
2	25	0	21
3	25	25	40
4	25	0	0
TOTAL	100	50	100

Tabla II. 19. Número de casos según grados de explotación y tipos geomorfológicos ("Tg") usados en el A.C.P. (PRINCALS).

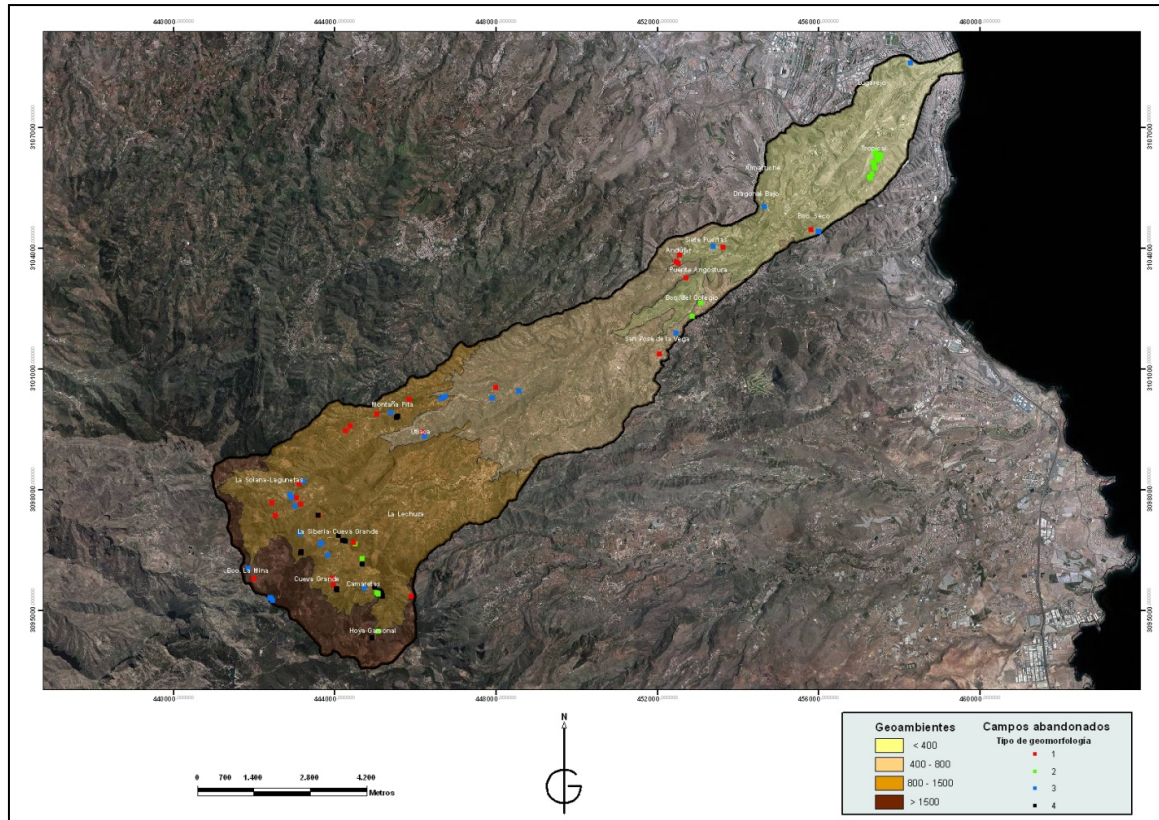


Figura II.10. Localización de la muestra de campos abandonados (100 campos).

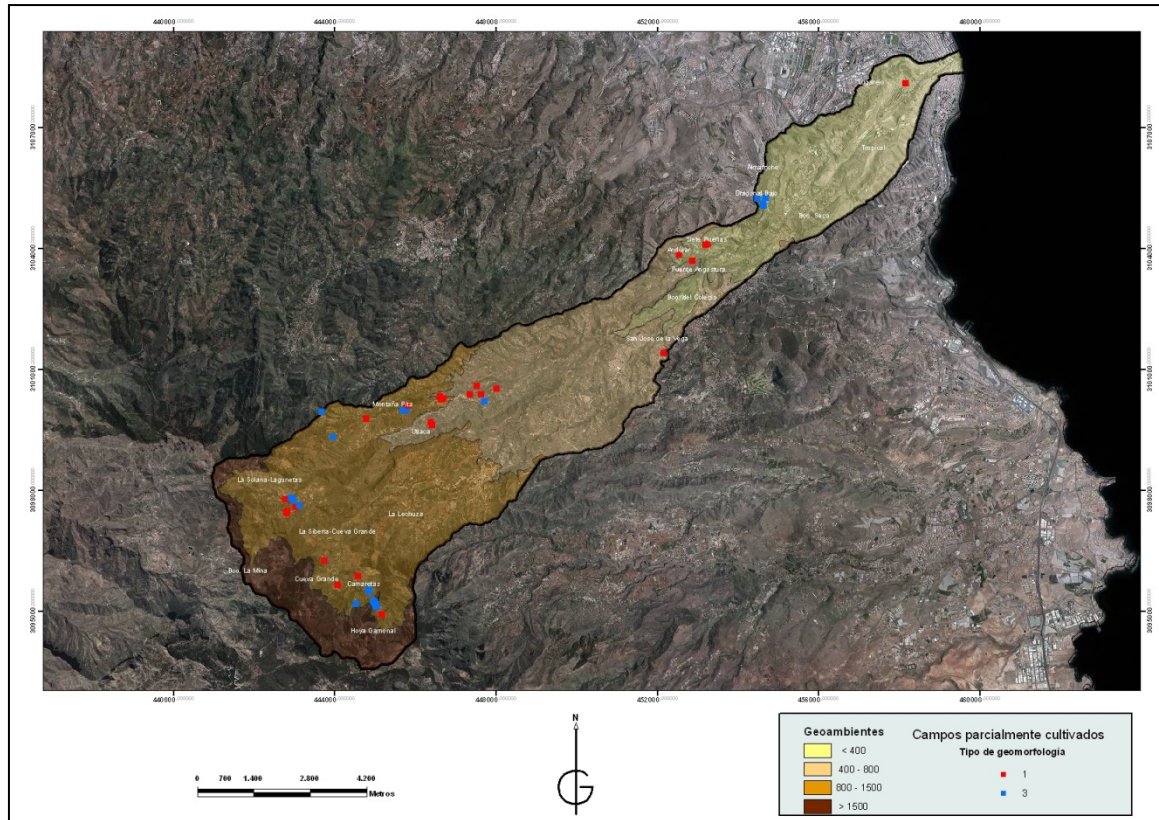


Figura II.11. Localización de la muestra de campos parcialmente cultivados (50 campos).

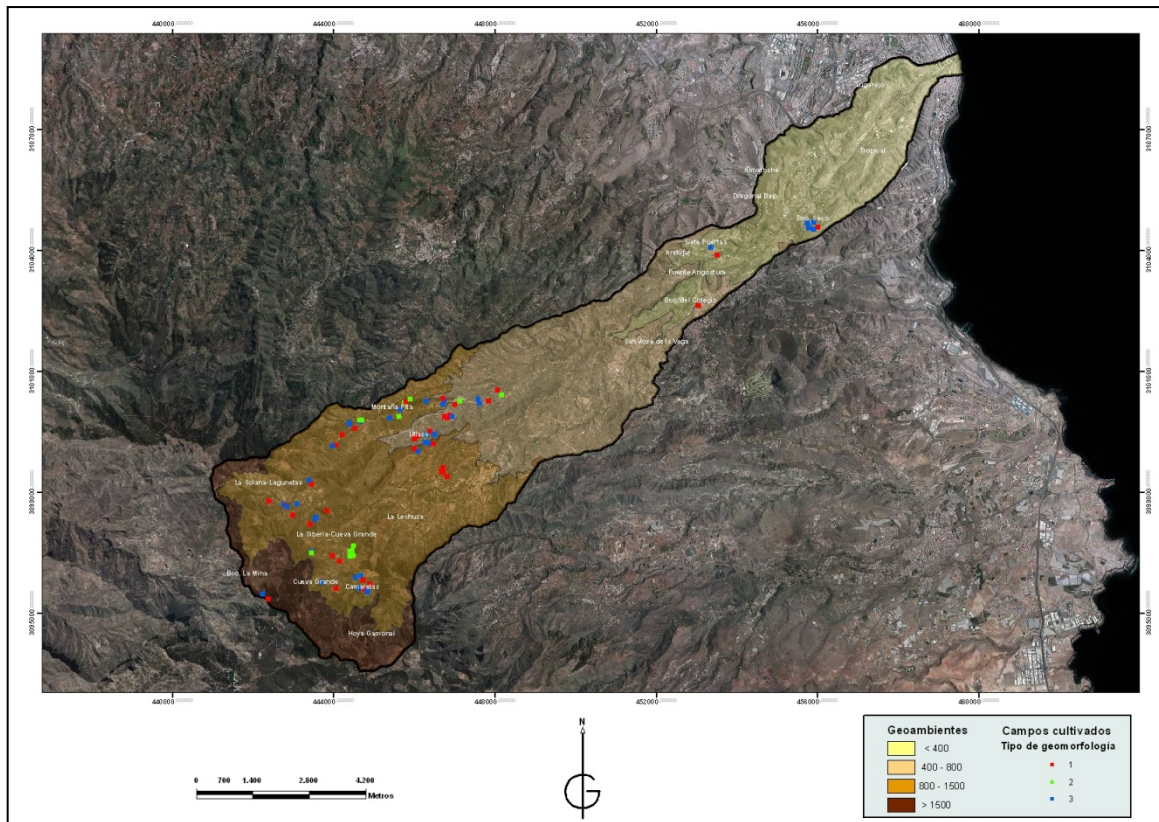


Figura II.12. Localización de la muestra de campos cultivados (100 campos).

El análisis de los resultados obtenidos con el PRINCALS se realiza de forma secuenciada (figura II.13) tras el cambio de tipología de algunas variables, la reagrupación de las categorías y del cambio de orden de las categorías de otras variables. Concretamente y, en lo que se refiere a las tres bases de datos, las variables que cambiaron de tipología, de nominal simple a nominal múltiple, fueron cinco (exposición, forma de ladera, litología, suelo y tipo de campo). Por su parte, la reducción de categorías afectó a otras cinco variables (ambiente, exposición, litología, pendiente y suelo). Por último, las variables cuyas categorías cambiaron de orden fueron: la antigüedad de los procesos, la exposición la forma de la ladera, la litología y el lugar en la ladera. Todos los cambios mencionados se realizaron con el fin de facilitar el tratamiento de la información en la fase operativa, así como la mejor interpretación de los resultados en la fase de análisis de los resultados.

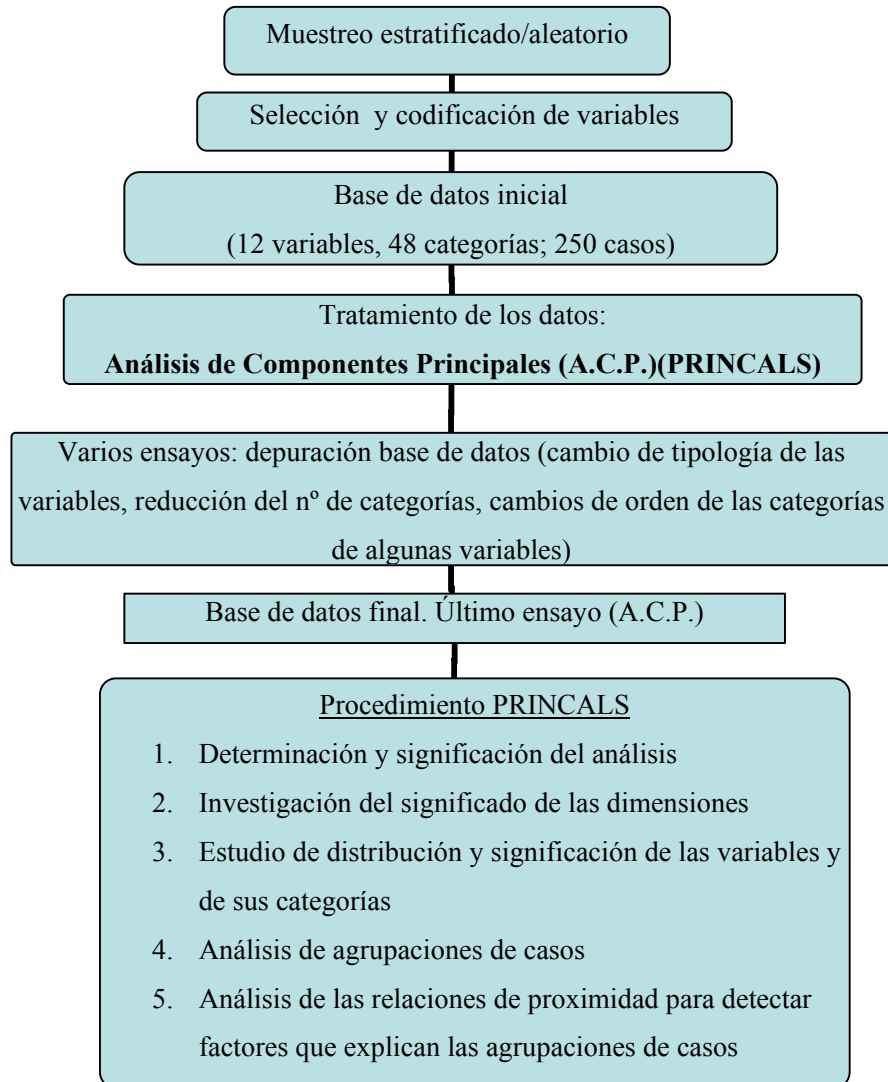


Figura II. 13. Procedimiento metodológico seguido en el A.C.P. (PRINCALS).

Por último se añaden dos nuevas variables, edad de abandono y accesibilidad, a la base de datos de los campos abandonados, pues se considera su estrecha relación con el abandono de los campos y, por ello, su positiva contribución hacia la mejor interpretación de los resultados de este análisis estadístico.

La edad de abandono se obtiene a partir de la consulta de las fotografías aéreas correspondientes a los años 1960, 1992 y 2002. Se establecen tres categorías: abandonos antiguos o anteriores a 1960, medio (entre 1960 y 1992) y reciente (después de 1992). La accesibilidad de los campos se determinó a través de la cartografía topográfica, siguiendo el criterio de proximidad de los campos a tres tipos

de vías. Se establecen tres categorías: accesibilidad baja, para los campos de difícil acceso (acceso a través de una pista o camino agrícola estrecho), accesibilidad media, para los que su acceso se realice por una carretera local, y accesibilidad alta para aquellos cuyo acceso se realiza a través de una carretera comarcal.

Estas dos variables (abandono y accesibilidad), aunque se introdujeron en la base de datos en el ensayo nº9, no aportaron mejoras sustanciales al análisis, como se esperaba. Muy al contrario, el nivel de significación total disminuyó con respecto al ensayo anterior. Se tuvieron finalmente en cuenta para realizar una tabla cruzada entre los tipos geomorfológicos y ambas variables.

Entre las 14 variables contempladas en este análisis, unas se refieren a las características relacionadas con el clima (altitud, ambiente, precipitación máxima diaria y precipitación media anual), otras con las características de las vertientes (la pendiente, la exposición, el lugar en la ladera y la forma de la ladera), otras con las características específicas de los campos (litología, suelos, antigüedad de los procesos de erosión y tipo de campo) y las dos restantes a cuestiones relacionadas con su explotación antrópica (edad de abandono y accesibilidad). A continuación se señalan para cada base de datos, las variables, sus categorías, el significado de los códigos y la frecuencia de cada categoría (tabla II.20).

Variables (abreviaturas)	Tipo de variable	Categorías	Frecuencia		
			Abandonados	Parcialmente Cultivados	Cultivados
Altitud (alt)	Ordinal	<400	26	8	
		400-800	13	10	32
		>800	61	32	68
Ambiente (amb)	Nominal Simple	Costa (Co)	22		
		Medianías Bajas (Mb)	19	21	21
		M. Altas y Cumbre (Ma+Cu)	59	29	79
Antigüedad procesos (anti)	Nominal Múltiple	Sin procesos (A1)	13	8	14
		No funcionales (A2)	22	8	40
		No funcionales + Activos (A3)	57	8	32
		Activos (A4)	8	26	14

Tabla II. 20. Variables, tipo de variable, categorías y frecuencias de las bases de datos utilizadas para el A.C.P. (PRINCALS).

Variables (abreviaturas)	Tipo de variable	Categorías	Frecuencia		
			Abandonados	Parcialmente Cultivados	Cultivados
Exposición (expo)	Nominal Múltiple	N+NO (NNO)	52	21	38
		SE+SO (SESW)	29	20	42
		E+NE (ENE)	19	9	20
Forma ladera (fla)	Nominal Múltiple	Cóncava (Cc)	17	30	27
		Rectilínea (Rec)	53	6	38
		Convexa (Cv)	30	14	35
Litología (litolg)	Nominal Múltiple	Col Bas RN+Col Bas PRN (Lt1)	45	29	47
		Ign Pum Brecha (Lt2)	4		
		C. Fonolíticas (Lt3)	3	5	2
		Brecha RN (Lt4)	10	6	19
		Piroc RN Piro Col Re (Lt5)	11		15
		Suelos actuales (Lt6)	3	5	12
		FDLP (Lt7)	24	5	5
Lugar ladera (lla)	Nominal Simple	Baja (Lb)	30	17	44
		Media (Lm)	42	20	44
		Alta (La)	28	13	12
Pendiente (pendnte)	Ordinal	<15	12	11	28
		15-20	20	23	29
		20-25	41	9	29
		>25	27	7	14
Precipitación máxima (pma)	Ordinal	<50	18		
		50-75	15	10	68
		75-100	27	24	
		>100	40	16	32
Precipitación año (pmm)	Ordinal	<350 / <600*	31	9	20*
		350-700 / 600-700*	15	17	28*
		700-800	22	8	22
		>800	32	16	30

* Categorías de precipitación anual de la muestra de campos cultivados.

Tabla II. 20. (continuación) Variables, tipo de variable, categorías y frecuencias de las bases de datos utilizadas para el A.C.P. (PRINCALS).

Variables (abreviaturas)	Tipo de variable	Categorías	Frecuencia		
			Abandonados	Parcialmente Cultivados	Cultivados
Suelo (sol)	Nominal múltiple	Luvisol (So1)	5	4	18
		Andosol (So2)	30	10	18
		Luvisol (So3)	7	8	18
		Cambisol (So4)	25	24	47
		Vertisol y Umbrisol (So5)	10		11
		Calcisol (So6)	21		6
		Leptosol (So7)	2		
		Vertisol + Umbrisol + Leptosol (So5)		4	
Modelo de campo (tcam)	Nominal múltiple	C pendiente (Cp)	24		
		B pendiente muro (Pm)	29	12	8
		B plano muro+buldozer (PLMB)	47		
		B plano buldozer (PLB)		5	20
		B plano muro (PLB)		33	72
Abandono (abando)	Nominal simple	Antiguo (<60)	45		
		Medio (60-92)	41		
		Reciente (>92)	14		
Accesibilidad (accesi)	Nominal simple	Baja	38		
		Media	55		
		Alta	7		

Sombreadas en amarillo las que sólo se emplean en la muestra de campos abandonados.

Tabla II. 20. (continuación) Variables, tipo de variable, categorías y frecuencias de las bases de datos utilizadas para el A.C.P. (PRINCALS).

El número de ensayos realizados varía para cada base de datos, siendo la de los campos abandonados, la primera que se trabaja y la de mayor número de casos en los datos originales, la que se somete al valor máximo (9 ensayos, aunque se trabaja con el nº8). Le siguen la de los campos parcialmente cultivados (5 ensayos) y la de campos cultivados (4 ensayos).

Con los resultados obtenidos se consigue definir las características geoecológicas de los tipos geomorfológicos detectados en el área de estudio. Éstos se exponen, siguiendo la secuencia metodológica señalada, en el apartado 5.4 que trata sobre las características de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación.

2.6. El muestreo geomorfológico de los tipos de campos detectados

El análisis detallado de las características geomorfológicas de los tipos geomorfológicos detectados se realiza cambiando de escala, de vertientes a campos, con la selección de una muestra de 76 campos. La información detallada se obtiene en el terreno y, posteriormente, es tratada desde el punto de vista estadístico, según el procedimiento metodológico que aparece en la figura II.14.

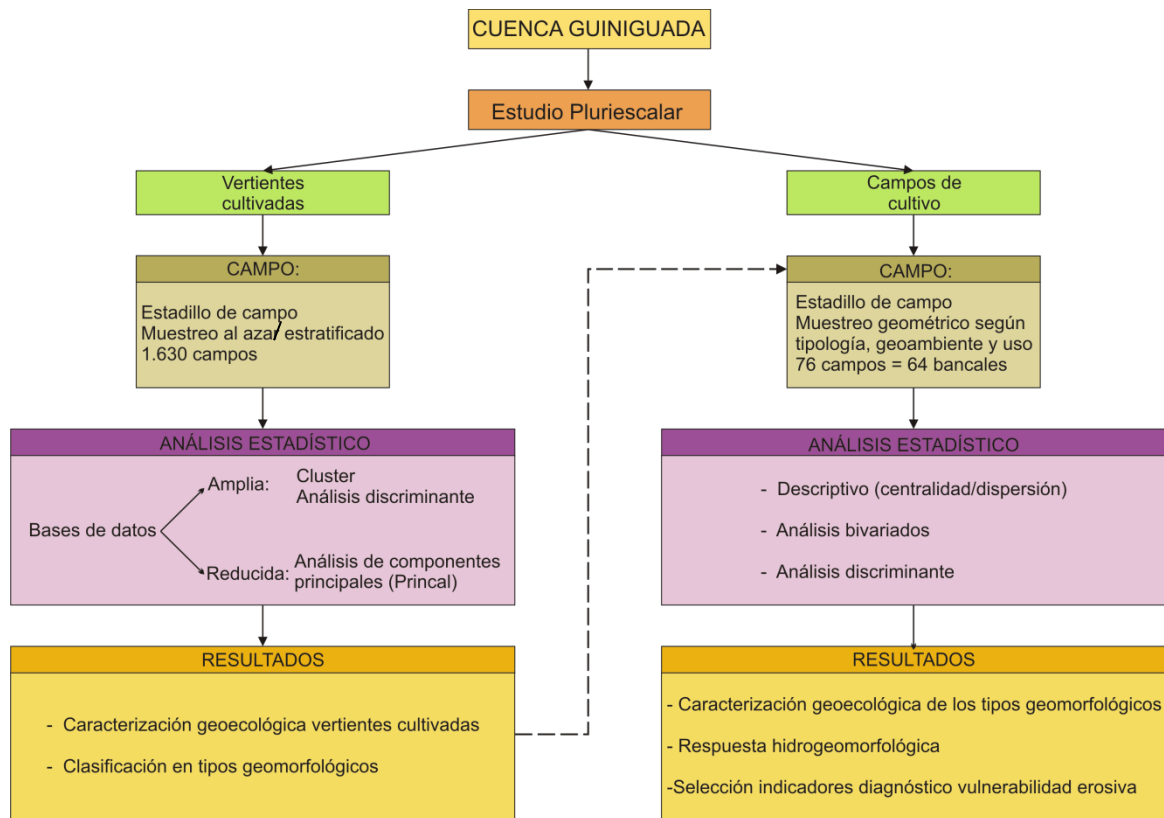


Figura II.14. Procedimiento metodológico seguido en el análisis geomorfológico de los campos.

2.6.1. La selección de los campos y la recogida de la información

El análisis de la tipología de campos de cultivo en vertientes, según el estado de conservación y los procesos de erosión, culmina con el estudio detallado de las características morfológicas, edáficas y de cobertura vegetal de los campos y de las dimensiones y frecuencias de los procesos de erosión detectados en los muros y rellanos de los campos. Para ello, el número de campos queda reducido a 76, de los cuales 64 son bancales y el resto campos en pendiente. En la selección se consideran

también que sean representativos de los tipos geomorfológicos, de los cuatro geoambientes de la cuenca del Guinguada (costa, medianías bajas y altas, cumbre) (tabla II.21 y figura II.15) y de las formas de explotación actual (29 en cultivo y 47 en abandono). Cabe señalar que, aunque se miden esas características en campos en pendiente, se dedica mayor atención a los campos en bancales, por ser el modelo más abundante y porque constituyen el objeto de estudio del último capítulo de esta tesis, en el que se aborda el problema de su degradación-conservación-recuperación.

Como promedio se procede a la selección de 3 campos de cada tipo geomorfológico, geoambiente y uso. Por último, no se encuentran ejemplos del tipo geomorfológico 2 (arroyamiento y deterioro medio y alto) en algunos geoambientes y usos, tal y como se señala en la tabla adjunta.

CULTIVADOS (30)			AMBIENTE	ABANDONADOS (46)				TOTAL
<i>Tgeo 1</i>	<i>Tgeo2</i>	<i>Tgeo3</i>		<i>Tgeo1</i>	<i>Tgeo2</i>	<i>Tgeo3</i>	<i>Tgeo4</i>	
3	0	3	Cumbre	3	3	3	3	18
3	3	3	M. Altas	3	3	3	3	21
3	3	3	M.Bajas	4	0	3	3	19
2	0	3	Costa	3	3	3	3	17
11	6	12	TOTAL	13	9	12	12	76

Tabla II. 21. Distribución de los campos según usos, geoambientes y "tipos geomorfológicos".

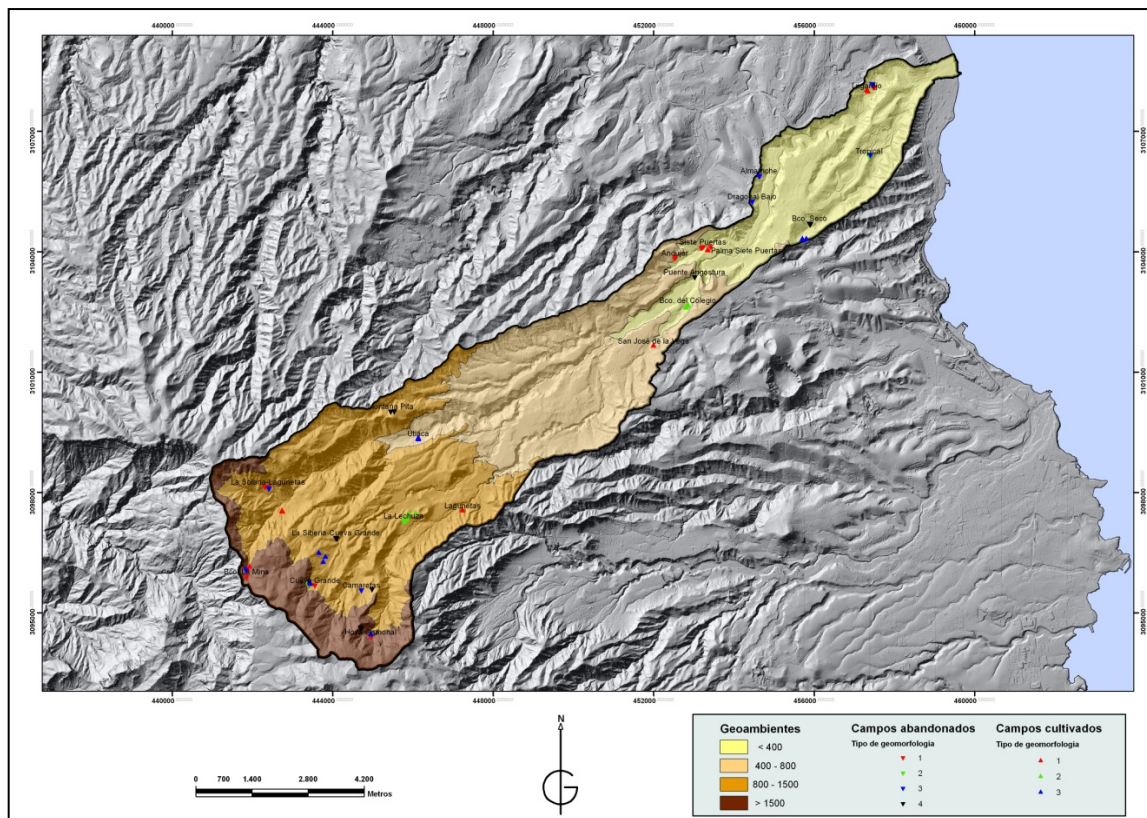


Figura II.15. Localización de los campos muestreados para el análisis de los procesos de erosión según los “tipos geomorfológicos”.

El trabajo de campo que se realiza sobre esta selección de campos consiste en la recogida de información sobre 75 variables geológicas, que aparecen reflejadas en la tabla II.22, y cuyo registro sistemático se realiza en la ficha de campo diseñada para esta fase del trabajo (figuras II.16 a, b, c y d).

Características generales del campo	Características de la vertiente
Nº de campo Fecha Lugar Uso Edad de abandono Tipo geomorfológico Tipo de campo Tipo de cultivo	Ambiente Altitud Pendiente de la ladera Lugar en la ladera Forma de la ladera
Dimensiones del campo	Características de la vegetación
Longitud rellano Anchura rellano Superficie rellano Longitud muro Altura muro Altura escarpe-talud Litología escarpe	Cobertura total Cobertura herbácea Cobertura subarbusciva Cobertura arbustiva Cobertura arbórea Tipo herbácea Tipo subarbusciva Tipo arbustiva Tipo arbórea Especies dominantes Cobertura vegetación talud Tipo vegetación talud
Características del muro del bancale	
Sillería Piedra sillería Cobertura vegetal Tipo vegetación	
Procesos de erosión	Características edáficas
<u>En el muro</u> Desprendimiento (m) Desprendimiento (%) Caída piedra (m) Caída piedra (%) Deslizamiento (m) Deslizamiento (%) Talud (m) Talud (%) Colada barro (m) Colada barro (%) Otros (m) Otros (%) Desprendimiento (m ³) Caída piedra (m ³) Deslizamiento (m ³) Colada barro (m ³) <u>En rellano pendiente</u> Arroyamiento Difuso Débil (%) Arroyamiento Difuso Moderado (%) Arroyamiento Difuso Fuerte (%) <u>Campos en pendiente</u> *: Transectos	<u>Químico</u> Conductividad pH Caliza (%) Carbono (%) Materia Orgánica (%) Nitrato ppm <u>Microelementos</u> K me/100 g Na me/100 g Mg me/100 g Hierro Manganeso Cobre Zinc <u>Físico-Textura</u> Arcilla Limo Arena gruesa Arena fina Clase textural

Tabla II. 22. Variables empleadas en la caracterización de los tipos geomorfológicos.

FICHA DE CAMPO



DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
CAMPO N° 982	FECHA: 15/09/1999	NOMBRE: PALMA DE SIETE PUERTAS	MUNICIPIO: LAS PALMAS DE G.C.
			
TIPO DE CAMPO Bancal pte. y muro <input type="checkbox"/> Bancal plano muro <input checked="" type="checkbox"/> Cultivo en pendiente <input type="checkbox"/>		TIPOGEO Mm+det nulo y bajo <input checked="" type="checkbox"/> Mm+det medio y alto <input type="checkbox"/> rroyamiento+det medio y alto <input type="checkbox"/> ltiprocesos+det muy alto <input type="checkbox"/>	
USOS			
USO ACTUAL Cultivado <input type="checkbox"/> Abandonado <input checked="" type="checkbox"/>		EDAD DE ABANDONO Cultivado <input type="checkbox"/> > 40 años <input type="checkbox"/> 40 - 24 años <input checked="" type="checkbox"/> 24 - 9 años <input type="checkbox"/> < 9 años <input type="checkbox"/>	
TIPO DE CULTIVO Cereal <input checked="" type="checkbox"/> Papas <input checked="" type="checkbox"/> Huerta <input checked="" type="checkbox"/> Vid <input checked="" type="checkbox"/> Frutales <input type="checkbox"/>			
TÉCNICAS DE CULTIVO Caballones paralelos al muro y muchos pependiculares			
CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DE LA LADERA			
ALTITUD < 400 m <input checked="" type="checkbox"/> 400 - 600 m <input type="checkbox"/> 600 - 800 m <input type="checkbox"/> 800 - 1500 m <input type="checkbox"/> > 1500 m <input type="checkbox"/>			
PENDIENTE (°) < 10° <input type="checkbox"/> 10 - 15° <input type="checkbox"/> 15 - 20° <input type="checkbox"/> 20 - 25° <input type="checkbox"/> > 25° <input checked="" type="checkbox"/>			
LUGAR VERTIENTE Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>		FORMA VERTIENTE Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input checked="" type="checkbox"/> Recta <input type="checkbox"/>	
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL CAMPO			
LONGITUD DEL CAMPO (m):	117	ANCHURA DEL CAMPO (m):	Izquierda: 9,90 Centro: 20,40 Derecha: 15,00
ANCHURA MEDIA DEL CAMPO (m):	15,10	ALTURA DEL MURO/TALUD (m):	1,60 1,60 1,00
		ALTURA MEDIA DEL MURO/TALUD (m):	1,40
		PENDIENTE DEL MURO/TALUD (°):	90 90 90
SUPERFICIE DEL CAMPO (m2):	1766,7	LONGITUD DEL MURO/TALUD (m):	132,30 SUP. MURO 185,22
CARACTERÍSTICAS DEL MURO O TALUD DEL BANCAL			
TIPO DE MAMPOSTERÍA Rajuela y canto rodado <input type="checkbox"/> Ordinaria/O. con ripio <input checked="" type="checkbox"/> Hileria/H. con ripio <input type="checkbox"/>		LITOLÓGIA DE LA SILLERÍA Fonolita <input checked="" type="checkbox"/> Ignimbrita y punrita <input type="checkbox"/> Basalto <input type="checkbox"/>	

Figura II. 16 a. Ficha de campo empleada en el muestreo detallado de los "tipos geomorfológicos".

CARACTERÍSTICAS DEL MURO O TALUD DEL BANCAL (CONT.)

TIPO DE BLOQUES: **Subangulosos** TAMAÑO BLOQUES GRANDES: **60 cm** TAMAÑO BLOQUES PEQUEÑOS: **10 cm**

TIPO DE VEGETACIÓN EN MURO/TALUD: **Aeonium, Kleinia, Pteridum (helechos)**

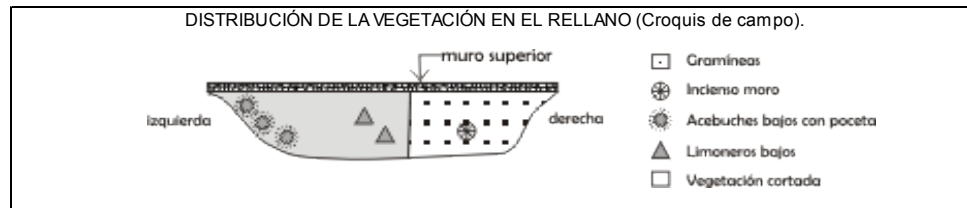
RECUBRIMIENTO VEGETAL DEL MURO/TALUD (%): **Pocos ejemplares**

RECUBRIMIENTO VEGETAL DEL RELLANO DEL CAMPO

COBERTURA TOTAL DEL RELLANO (%)	COBERTURA DEL ESTRATO HERBÁCEO	COBERTURA DEL ESTRATO ARBUSTIVO	COBERTURA DEL ESTRATO SUBARBUSTIVO	COBERTURA DEL ESTRATO ARBÓREO
0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>	0 <input checked="" type="checkbox"/>	0 <input checked="" type="checkbox"/>
< 25 <input type="checkbox"/>	+ <input type="checkbox"/>	+ <input type="checkbox"/>	+ <input type="checkbox"/>	+ <input type="checkbox"/>
25 - 50 <input type="checkbox"/>	< 25 <input type="checkbox"/>	< 25 <input checked="" type="checkbox"/>	< 25 <input type="checkbox"/>	< 25 <input type="checkbox"/>
50 - 75 <input checked="" type="checkbox"/>	25 - 50 <input checked="" type="checkbox"/>	25 - 50 <input type="checkbox"/>	25 - 50 <input type="checkbox"/>	25 - 50 <input type="checkbox"/>
> 75 <input type="checkbox"/>	50 - 75 <input type="checkbox"/>	50 - 75 <input type="checkbox"/>	50 - 75 <input type="checkbox"/>	50 - 75 <input type="checkbox"/>
	> 75 <input type="checkbox"/>	> 75 <input type="checkbox"/>	> 75 <input type="checkbox"/>	> 75 <input type="checkbox"/>

PROFUNDIDAD DE LAS RAÍCES: **Menos de 10 cm en las gramíneas y mas de 20 cm en el resto**

ESPECIES VEGETALES MÁS FRECUENTES: **En el estrato herbáceo las gramíneas, cardos e hinojos y en el arbustivo 3 acebuches, limoneros y 1 incienso moro.**



MEDIDAS DE PROCESOS DE EROSIÓN EN EL MURO O TALUD DEL BANCAL

TRANSECTOS GEOMORFOLÓGICOS (De izquierda a derecha)

- NUL: Erosión nula (vegetación herbácea muy densa, no hay síntomas de erosión)
- DEB: Erosión difusa débil (ligera denudación de la parte superior del suelo, sedimentos sueltos)
- DEB: Erosión difusa débil (ligera denudación de la parte superior del suelo, sedimentos sueltos)
- FUE: Erosión difusa fuerte (fuerte escorrentía, descalzamientos, gravas libres, horizonte decapitado)
- CAN: Erosión en canales (arroyamiento concentrado con cubierta vegetal variable)
- ACU: Acumulaciones (sedimentos finos o de material grueso, conos de deyección, obstáculos, etc.)
- DPT: Desprendimientos o pequeños movimientos en masa (lóbulos, cicatriz de arranque, etc.)
- CPS: Caída de piedras de la parte superior del muro.

LONGITUD (m)	CATEGORÍA	ANCHURA (m)	ALTURA (m)	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN (m ³)
0 - 18,5	NUL	—	—	—	—
18,5 - 21	DPT	2,50	1,90	2,20	10,45
21 - 37	NUL	—	—	—	—
37 - 40	DPT	3,00	2,40	2,80	20,16
40 - 48,40	NUL	—	—	—	—
48,40 - 55,0	DPT	6,60	1,90	2,60	32,6
55,0 - 59,40	DPT	4,40	1,30	2,30	13,16
59,40 - 67,90	NUL	—	—	—	—
67,90 - 71,30	DPT	3,40	1,60	2,00	10,88
71,30 - 79,80	DPT + CAN	8,50	1,60	2,00	27,20
79,80 - 90,40	NUL	—	—	—	—
90,40 - 95,70	DPT	5,30	1,70	2,50	22,52
95,70 - 102,30	NUL	—	—	—	—
102,30 - 132,30	CPS	30,00	0,75	0,50	11,25

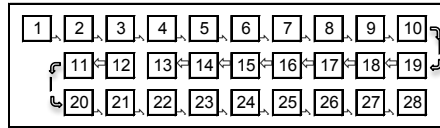
Figura II. 16 b. Ficha de campo empleada en el muestreo detallado de los "tipos geomorfológicos".

TOTAL METROS LINEALES DESPRENDIMIENTOS:	33,70	MURO AFECTADO POR DESPRENDIMIENTOS (%):	28,8
TOTAL METROS LINEALES CAIDA DE PIEDRAS:	30,00	MURO AFECTADO POR CAIDA DE PIEDRAS (%):	25,6
TOTAL METROS LINEALES DE MURO DAÑADO:	54,40	PORCENTAJE TOTAL DE MURO DAÑADO (%):	46,5
TOTAL DESPRENDIMIENTOS (m ³):	136,97	TOTAL CAIDA DE PIEDRAS (m ³):	11,25

MEDIDAS DE PROCESOS DE EROSIÓN EN EL RELLANO DEL BANCAL O EN LA SUPERFICIE DEL CAMPO

MUESTREO SUPERFICIAL (1m²)

DISTRIBUCIÓN EN EL CAMPO



MUESTRA Nº	TIPO DE PROCESO DE EROSIÓN			CUBIERTA VEGETAL			PEDREGOSIDAD
	TIPO	(%)	(m ²)	TOTAL	MATORRAL	HERBÁCEAS	
1	DEB	50	0,50	50	---	100% Gramíneas	10
2	NUL	0	0,00	100	Tunera 80%	20% Gramíneas	0
3	DEB	5	0,05	90	---	90% Gramíneas+cardos	0
4	DEB	10	0,10	80	---	Restos secos	0
5	DEB	15	0,15	85	---	Restos secos y hojas de palmera	0
6	DEB	65	0,65	35	---	Herbáceas+cardos	30
7	NUL	0	0,00	100	---	100% Gramíneas + hinojos + cardos	0
8	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
9	NUL	0	0,00	100	---	Trebolina	10
10	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
11	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
12	NUL	0	0,00	100	---	100% Gramíneas + cardos	0
13	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
14	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
15	DEB	90	0,90	10	---	Gramíneas	5
16	DEB	90	0,90	10	---	Gramíneas	10
17	DEB	100	1,00	0	---	---	10
18	DEB	20	0,20	80	---	Herbáceas	10
19	DEB	50	0,50	40	---	Herbáceas	10
20	DEB	10	0,10	90	---	Herbáceas	+
21	NUL	0	0,00	100	---	Herbáceas	0
22	DEB	10	0,10	90	---	Herbáceas	0
23	DEB	60	0,60	40	---	Herbáceas	0
24	DEB	30	0,30	70	---	Gramíneas	10
25	DEB	30	0,00	70	---	Gramíneas + herbáceas	0
26	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
27	NUL	0	0,00	100	---	Gramíneas	0
28	NUL	0	0,00	100	---	70% Gramíneas + 30% herbáceas	0

Figura II. 16 c. Ficha de campo empleada en el muestreo detallado de los "tipos geomorfológicos".

PERFIL MICROTOPOGRÁFICO TRANSVERSAL AL CAMPO			
Para tipos de campo en pendiente o bancales con rellano en pendiente. Longitud del pantómetro 1 m. (Comenzar siempre desde la parte alta del campo)			
NÚMERO	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
1			
2			
3			
4			
5			

CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO		
LITOLOGÍA		
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	MUESTRANº 1 (Centro superior)	MUESTRANº 2 (Centro inferior)
CONDUCTIVIDAD	308	468
pH	4,4	4,4
CALIZA (%)	—	—
CARBONO (%)	0,6	0,75
MATERIA ORGÁNICA (%)	1,03	1,29
NITRATO (Ppm)	8	5
FÓSFORO (Ppm)	194	307
K me/100 g	0,6	1,3
Na me/100 g	2,1	4,7
Ca me/100 g	10,2	11
Mg me/100 g	11,7	10,7
HIERRO	69,6	105
MANGANESO	104	82,5
COBRE	1,7	1,2
ZINC	2,6	3,2
ARCILLA	28	35,41
LIMO	31,24	19,68
ARENA GRUESA	23,4	18,85
ARENA FINA	16,33	24,77
CLASE TEXTURAL	Franca arcillosa	Franca arcillosa

Figura II. 16 d. Ficha de campo empleada en el muestreo detallado de los "tipos geomorfológicos".

Sobre el terreno, además de las características generales del campo y de las vertientes, se miden las dimensiones del campo (rellano, muro o escarpe) y el recubrimiento vegetal del rellano (cobertura y tipo de vegetación por estratos). Entre las variables trabajadas se presta especial atención a las que permiten calcular el volumen de suelo desalojado, los tipos de procesos de erosión y la frecuencia de los mismos. En los bancales con muro se registran las características constructivas de los muros

(mampostería y litología de los sillares), así como el tipo y la cuantía de la cobertura vegetal de los paramentos. Para medir los procesos de erosión se usa el método de los transectos, adaptados al tipo de campo. De esta forma, en los campos en pendiente se mide a través de tres transectos situados en la parte baja, media y alta del campo (figura II.17).



Figura II. 17. Técnica de los transectos y recogida de muestras de suelo en campos en pendiente.

En los bancales con rellano plano y muro, se miden también con un transecto todos aquellos procesos que existen y afectan a la estabilidad del muro, así como a la pérdida de suelo del mismo (figuras II.18 a y b).



Figuras II. 18 a y b. Medida de las dimensiones y de los procesos de erosión existentes en los muros de los bancales.

Conviene aclarar que la toma de medida de las dimensiones de los campos es diferente según los modelos de campos. La longitud de los campos en pendiente se mide desde el punto situado a mayor cota hasta el contrario. Este dato se corresponde con la anchura de los rellanos de los bancales, que es la distancia en metros entre el muro del bancale superior y el muro del bancale de medida. En cambio, la anchura de los campos en pendiente se corresponde con la longitud de los bancales. En el primer caso se toman medidas siguiendo las curvas de nivel, en el tramo superior, medio e inferior para, de esa manera, hallar la media. En cambio, en el caso de los bancales sólo se toma una medida en la proximidad del muro.

Por último, en los bancales con rellano en pendiente y muro, se miden los procesos del muro de la manera ya descrita, y los que existen en el rellano se abordan como un análisis de coberturas de los procesos, siguiendo el mismo procedimiento empleado en el análisis del porcentaje de cobertura vegetal. La pendiente del rellano del bancale y de los campos en pendiente se mide realizando perfiles microtopográficos con el pantómetro de Pitty en el centro del campo, y desde la parte alta a la baja. Cuando el

campo es regular se realiza un solo perfil, pero cuando no es así se hacen tres perfiles, también realizados desde la parte superior hasta la inferior del campo. Por último, en cada campo se extraen dos muestras de suelo a 30 centímetros de la superficie, en puntos situados en el centro superior y centro inferior del rellano del bancale, o de la superficie del campo en pendiente. Dichas muestras se enviaron al laboratorio de Suelos de la Granja Agrícola Experimental del Cabildo de Gran Canaria, donde se analizan sus características físicas y químicas, así como su contenido en microelementos (tabla II.23).

Parámetros edáficos y unidades de medida	Métodos de laboratorio
Textura (%) : Arena gruesa: 2-0,2 mm Arena fina: 0,2-0,02 mm Limo: 0,02-0,002 mm Arcilla:< 0,002 mm:	Método de la pipeta. Day (1965) y Green (1981)
Materia orgánica (%)	Método de Walkley and Black (1934)
Caliza total (%)	Método volumétrico Allison and Moodle, (1965). Calcímetro de Bernard
Carbono orgánico (%)	Método de Walkley and Black (1934)
Conductividad ($dS.m^{-1}$)	Conductimetría en extracto 1:5
pH en agua 1:2,5 de suelo	Método del electrodo selectivo. Extracto 1:2,5
Nitrato (ppm)	Extracción con cloruro potásico 2 M y método colorimétrico, Bremner (1965)
Fósforo asimilable (ppm)	Método Olsen (1965)
Potasio (meq/100g) Sodio (meq/100g)	Determinación por espectrofotometría de Absorción Atómica
Calcio (meq/100 g) Magnesio (meq/100g)	Determinación por espectrofotometría de Absorción Atómica
Hierro (ppm) Manganeso (ppm) Cobre (ppm) Zinc (ppm)	Determinación por ICP

Tabla II. 23. Métodos de análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo según protocolos utilizados en la Granja Agrícola del Cabildo de Gran Canaria.

2.6.2. Características geocológicas de los tipos geomorfológicos: morfometría de los campos, cobertura vegetal y parámetros y cualidades de los suelos

Con los datos obtenidos en cada campo sobre sus características morfométricas (anchura rellano, longitud del rellano, altura del muro, longitud del muro, pendiente del rellano, etc.) se realizan tablas y gráficos. En ellos se contemplan dichas

características de los modelos de campos según los tipos geomorfológicos y, dentro de cada uno de ellos, su promedio por geoambientes.

Los datos sobre cobertura vegetal también se representan en sus correspondientes tablas y gráficos de la misma manera. De esta forma, se analiza el promedio de cobertura vegetal total y por estratos (herbáceo, subarbusivo, arbustivo y arborescente⁵) en cada tipo geomorfológico.

En cuanto a los suelos, en este apartado se describen las características de algunos de los parámetros que intervienen en su vulnerabilidad erosiva. Dicho análisis se realiza siguiendo el mismo procedimiento, con el objeto de ir descubriendo particularidades en las características edáficas según los estados de conservación y dinámica erosiva (tipos geomorfológicos). Y, en cada uno de ellos, según su distribución espacial (geoambientes). Con ese propósito se analizan los valores de las características de un elemento tan complejo y tan determinante en la dinámica de las vertientes. A esa complejidad se hace frente analizando algunos de los parámetros de forma combinada, como es el caso del contenido en arcilla - materia orgánica - caliza, los diagramas texturales, la conductividad eléctrica - sodio intercambiable - PSI y, por último, su fertilidad. En relación con su fertilidad cabe señalar que, dada la estrecha relación de interdependencia que existe entre esta cualidad y la erosión del suelo, se opta por emplear, para cada tipo geomorfológico, los criterios de valoración utilizados por Fuentes Fernández (2003), que se exponen en la tabla adjunta (tabla II.24).

⁵ Se adopta la clasificación de Braun Blanquet (1979) en la que el estrato herbáceo es <0,5 m; el subarbusivo entre 0,5 y 1 m, el arbustivo entre 1 y 3 m y, el arborescente entre 3 y 7 metros.

Parámetro		Óptimo	Aceptable	No aceptable
pH		6,5 – 7,5	5,0 – 6,5 7,5 – 8,5	< 5,0 > 8,5
CE _{ext.1:5} (dS·m ⁻¹) 25°C		≤ 0,365	0,365 – 0,79	> 0,79
Carbonatos totales (%)		≤ 20	20 – 40	> 40
Materia orgánica (%)		2,0 – 4,0	1,0 – 2,0 4,0 – 15,0	< 1,0 > 15,0
Nitrógeno total (Kjeldahl, %)		0,15 – 0,20	0,09 – 0,15 0,20 – 0,48	< 0,09 > 0,48
Relación C/N		9 – 13	7 – 9 13 – 18	< 7 > 18
Fósforo asim. (Olsen, mg·kg ⁻¹)		25 – 120	20 – 25 120 – 600	< 20 > 600
Cationes asimilables (cmol _(c) ·kg ⁻¹)	Calcio (Ca ²⁺)	6 – 17	3 – 6 17 – 20	< 3 > 20
	Magnesio (Mg ²⁺)	1,0 – 7,5	0,5 – 1,0 7,5 – 10,0	< 0,5 > 10,0
	Potasio (K ⁺)	0,31 – 5,0	0,16 – 0,31 5,0 – 8,5	< 0,16 > 8,5
	Sodio (Na ⁺)	≤ 2,0	2,0 – 3,0	> 3,0
% Na		≤ 8	8 – 12	> 12
K/Mg		0,3 – 0,8		< 0,3 > 0,8
Ca/Mg		1 – 10		< 1 > 10
$\left[\left(\frac{K}{Ca + Mg} \right) * 100 \right]$		2 – 10		< 2 > 10
Textura		Franca Franco-arcillosa Franco arcillo-limosa Franco-arenosa		Arcillosa Limosa Arenosa

Tabla II.24. Criterios de interpretación de parámetros de fertilidad para un suelo agrícola. Fuente: Fuentes Hernández, 2003: 104

2.6.3. La identificación y cuantificación de los procesos y formas de erosión

Los datos obtenidos en el terreno, relativos a la tipología de procesos de erosión y magnitud de los mismos, se analizan por tipos geomorfológicos y, dentro de éstos, por geoambientes. Esto tiene por objeto saber cuáles son los más frecuentes, los de mayor magnitud, así como su distribución espacial en la cuenca. Para ello se realizan comparaciones entre tipos geomorfológicos que, aunque presenten diferentes estados de conservación, tienen en común el modelo de campo (bancales con rellano plano y muro) y, por ese motivo, similar dinámica erosiva. Y, por otro lado, en aquellos tipos geomorfológicos en los que existan dos modelos de campos (bancales planos y

campos en pendiente o bancales de los dos tipos detectados en la cuenca), se realiza un análisis diferencial entre ellos de los procesos de erosión que presenten.

2.6.4. Identificación de las variables indicadoras de vulnerabilidad erosiva

Con el objeto de identificar los factores de vulnerabilidad erosiva, que inciden en el estado de conservación de los campos, se realizan análisis bivariados entre las dimensiones y frecuencias de los procesos de erosión y las variables ambientales, los modelos de campos y la edad de abandono. Las características de las bases de datos realizadas, esto es, sus dimensiones, la tipología de variables (cuantitativas de escala, cuantitativas de intervalo y cualitativas o nominales) y el insuficiente número de casos en algunas categorías de dichas variables, impidieron que se hicieran análisis multivariados con cada una de ellas por separado. Se emplea el coeficiente de correlación de Pearson para conocer el grado de relación existente entre variables cuantitativas. Y, cuando se trataba de relacionar variables cuantitativas continuas con cualitativas (ordinales o nominales) nos encontramos con que, dadas las limitaciones descritas de las bases de datos, no se cumplían los requisitos de normalidad (distribución normal o gaussiana de una variable) y de homocedasticidad (homogeneidad de la varianza entre categorías de una variable) necesarios para la realización de análisis de varianza (ANOVA). Finalmente se aplicaron, en este último caso, pruebas de decisión estadística o de significación no paramétricas, como las de Kruskal-Wallis (K-W) para variables con 3 o más categorías, y la de W de Wilcoxon + U de Mann-Whitney (W+U) para las que cuentan con sólo dos categorías. Las preguntas formuladas en este apartado que conducen a la realización de dichas pruebas son las siguientes:

1. ¿Existe relación entre los “modelos de campos” (bancal rellano plano, bancal rellano inclinado, campos en pendiente) con la frecuencia y dimensiones de los procesos?
2. ¿Existe relación entre el tiempo transcurrido desde el abandono y la frecuencia y dimensiones de los procesos?
3. ¿Existe relación entre los parámetros ambientales y la frecuencia y dimensiones de los procesos?
4. ¿Existe relación entre la edad de abandono y los parámetros edáficos más importantes para valorar la degradación del suelo?
5. ¿Y entre los parámetros edáficos y la frecuencia de los procesos?

1ª) Bancal rellano plano y muro		
Frecuencia (%) y dimensiones de los procesos (m y m ³)	Anchura rellano bancal (m.) Altura del muro (m.)	C. de correlación de Pearson (r)
1ª) Bancal con superficie en pendiente y muro		
Frecuencia de los procesos (%) en rellano y muro	Longitud del rellano (m.) Pendiente del rellano (°) Altura del muro (m.)	C. de correlación de Pearson (r)
1ª) Campos en pendiente		
Frecuencia de los procesos (%)	Longitud del campo (m.) Pendiente del campo (°) Lugar del transecto en el campo (superior, medio e inferior)	C. de correlación de Pearson (r) C. de correlación de Pearson (r) Kruskal-Wallis (K-W)
2ª) Tipos geomorfológicos		
Frecuencia (%) y dimensiones de los procesos (m y m ³)	Edad de abandono (intervalo)	W de Wilcoxon + U de Mann-Whitney (W+U) para tipo geo 1 y 3 Prueba de Kruskal-Wallis (K-W) para tipo geo 2 y 4
3ª) Tipos geomorfológicos		
Frecuencia (%) y dimensiones de los procesos (m y m ³)	Altitud (m) Pendiente de la ladera (°) Cobertura vegetal total (%) Cobertura herbácea (%) Cobertura subarbusciva (%) Cobertura arbustiva (%) Cobertura arbórea (%)	C. de correlación de Pearson (r)
	Litología (nominal) Tipo de suelo (nominal) Lugar en la ladera (nominal) Forma de la ladera (nominal)	Prueba de Kruskal-Wallis (K-W)
4ª y 5ª) Tipos geomorfológicos		
Edad de abandono (intervalo)	Arcilla (%) M.O. (%) pH (nº) Conductividad(mS/cm) Carbono (%)	W de Wilcoxon + U de Mann-Whitney (W+U) para tipo geo 1 y 3 Prueba de Kruskal-Wallis (K-W) para tipo geo 2 y 4
Frecuencia (%) de los procesos	Arcilla (%) M.O. (%) pH (nº) Conductividad (mS/cm) Carbono (%)	C. de correlación de Pearson (r)

Tabla II.25. Relación de cruces entre variables (según cuestiones planteadas) para la identificación de vulnerabilidad erosiva.

En la tabla II.25 se muestran las variables empleadas en la búsqueda de dichas relaciones, ordenadas según el de las preguntas formuladas, con sus correspondientes unidades de medida y las pruebas estadísticas empleadas en cada caso.

Falta añadir que salvo en la primera de las preguntas, en la que se busca relación entre la morfometría de los diferentes modelos de campo y los procesos de erosión, se sigue la misma pauta de los apartados anteriores, esto es, la caracterización de los estados erosivos o tipos geomorfológicos.

Por su parte, la datación del abandono de los 76 campos muestreados se realizó a partir de la consulta de las fotografías aéreas correspondientes a las siguientes fechas: 1961, 1977, 1992 y 2002. Se agrupan en cuatro intervalos o categorías para facilitar la interpretación de los análisis realizados. Estos son, ordenados de menor a mayor edad de abandono:

1. Cultivados
2. Abandonos recientes (1992-2002 = < 10 años)
3. Abandonos medios (1960-1992 = 42- 25 años)
4. Abandonos antiguos (<1960 = > 42 años)

Finalmente, los resultados obtenidos, de forma unitaria, para cada uno de los tipos geomorfológicos se presentan en una matriz con el objeto de facilitar su interpretación conjunta y, con ello, establecer umbrales de vulnerabilidad erosiva.

2.7. Procedimientos para la elaboración del diagnóstico y la determinación de prioridades de conservación de los bancales del Guinguada

El último capítulo de esta tesis se centra en el diseño de procedimientos para la puesta en valor de un patrimonio "multifuncional" diverso y extenso en la cuenca del Guinguada: los bancales. Se parte de la premisa de que son bienes patrimoniales y paisajes culturales construidos, principalmente, para la captación de agua y para la conservación del suelo. Además no están ni suficientemente ni convenientemente valorados por la sociedad actual. Por ello se diseña, se ensaya y se propone una metodología que pueda ser usada por los gestores del territorio a favor de su conservación.

2.7.1. El análisis de la consideración institucional al patrimonio de bancales

Para fundamentar o corroborar la premisa planteada en el párrafo anterior, acerca de lo infravalorado que está el patrimonio de bancales en nuestra zona de estudio, se consultan documentos legislativos y normativos, territoriales y sectoriales relacionados directa o transversalmente con los bancales (tabla II. 26).

Documentos de ámbito regional

- Decreto Legislativo 1/2000 de 8 de mayo de Texto refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias
- Ley 4/1999 de 15 de marzo de Patrimonio Histórico de Canarias

Documentos del planeamiento insular

- (PIOG) Plan Insular de Ordenación de la isla de La Gomera
- (PIOGC) Plan Insular de Ordenación de la isla de Gran Canaria

Documentos sectoriales y de planes de desarrollo

- (PTE-5) Plan Territorial Especial sobre Paisajes de Gran Canaria
 - (PTE-6) Plan Territorial Especial de Patrimonio Histórico de Gran Canaria
 - (PTE-9) Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria
 - Plan de Desarrollo Rural de las Medianías y Cumbres de Gran Canaria
-

Tabla II.26. Documentos consultados para el análisis de la consideración institucional de los bancales en la legislación canaria.

En la consulta legislativa se realiza una doble lectura: por un lado se busca, entre los principios rectores y la normativa, alusiones a los bancales y, en los catálogos de las figuras de protección (espacios naturales⁶ y patrimonio⁷) se identifican, entre los correspondientes catálogos, aquellos que tienen bancales y su grado de valoración. Con el resto de documentos consultados, el análisis se centra en la búsqueda de referencias a los bancales, en el tipo de valoración que se les asigna, al tiempo que se señalan las omisiones sobre el tratamiento de los bancales en diferentes aspectos relacionados con su multifuncionalidad.

2.7.2. Metodología general para la valoración de los bancales

La metodología propuesta para la valoración del patrimonio de bancales se aplica en el tramo medio-bajo de la cuenca del Guinguada, concretamente entre los sectores de Santa Brígida (tramo medio) y el Pambaso (desembocadura) (figura II.19). La zona

⁶ Parques Rurales y Paisajes Protegidos

⁷ Bienes de Interés Cultural (BIC)

coincide con el espacio que más ha acusado el proceso de expansión urbana y del viario de toda la cuenca.

Este apartado de la investigación surge del encargo realizado por el Cabildo de Gran Canaria, a miembros del Grupo de Investigación de Geografía Física y Medio Ambiente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con el fin de proponer actuaciones para conservar y restaurar las terrazas agrícolas de esos sectores de la cuenca. El trabajo forma parte de un proyecto europeo, el Proyecto Piloto Urbano Guinguada, cuya esencia es la recuperación del "paraíso"⁸ en el entorno urbano de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria y el municipio vecino de Santa Brígida.

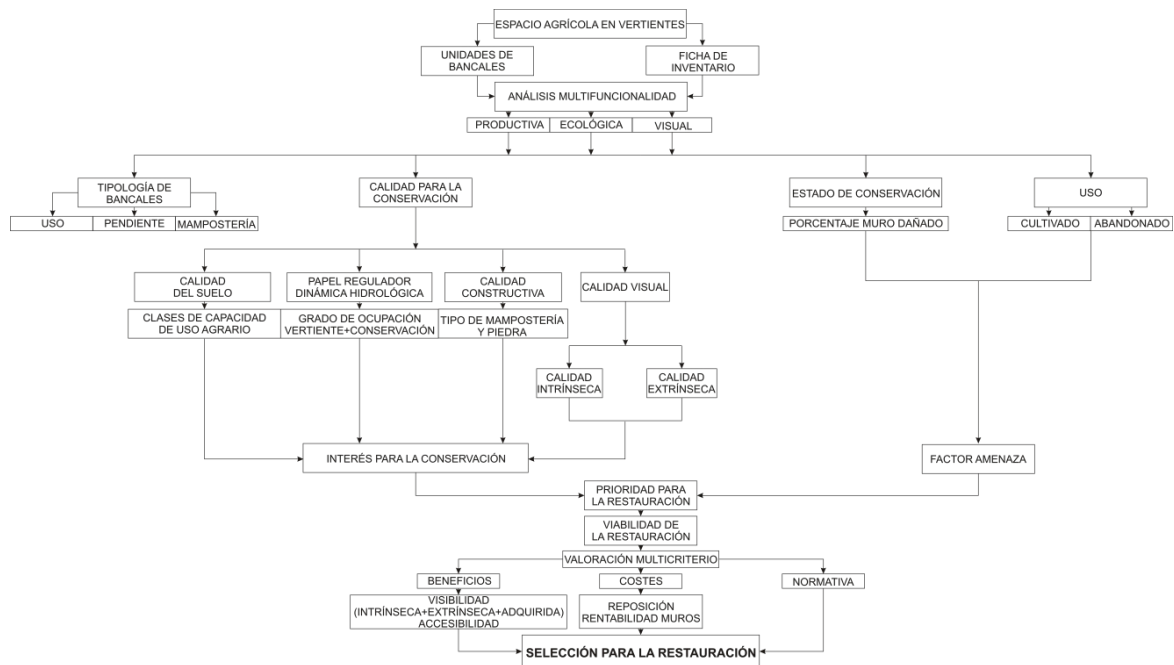


Figura II. 19. Procedimiento metodológico seguido en la valoración del patrimonio de bancales.

En los apartados siguientes se expone el procedimiento metodológico seguido en cada una de las fases del trabajo: en el inventario y clasificación de las unidades de paisaje con bancales, en el diagnóstico de su calidad para la conservación, en el análisis de su estado de conservación y, finalmente, en la fase propositiva-selectiva de la prioridad, viabilidad y oportunidad para la restauración de los mismos.

⁸ "Recrear el *Paraíso Posible*" fue el lema del Proyecto Guinguada. En memoria de su autor José Miguel Fernández Aceytuno (1951-2004).

Los mapas elaborados para la valoración del patrimonio de bancales son cuatro. Estos son: tipología de unidades de paisaje con bancales, calidad para la conservación, estado de conservación y prioridad para la restauración. Todos estos mapas se realizan a partir de la digitalización de las unidades de bancales en el entorno del ArcGIS (versión 10.0). Éstas se han identificado a través de la fotointerpretación y posterior contraste con el trabajo en el terreno. De todo ello, resulta un mapa base de unidades de paisaje con bancales del que se extraen los mapas sintéticos correspondientes. Los procedimientos seguidos para la elaboración de cada uno de ellos se exponen de forma desglosada en los apartados siguientes.

2.7.3. El inventario y la clasificación de las unidades de paisaje con bancales

El trabajo comienza con la identificación y localización, mediante fotogramas aéreos y reconocimiento sobre el terreno, de las vertientes abancaladas existentes en la zona de estudio. Para ello, y ante la imposibilidad material de trabajar los bancales a escala de la parcela, se opta por agruparlos en unidades con características ecoantrópicas semejantes siguiendo un procedimiento similar al utilizado para definir las unidades homogéneas de paisaje. En cada unidad se agrupan campos que, siendo contiguos, poseen similitudes de uso y constructivas.

Tras la delimitación espacial de las unidades, se diseña y cumplimenta una ficha de inventario (figuras II.20 a y b), en la que se incluyen características ecoantrópicas básicas y aquellos descriptores considerados útiles en las posteriores fases de diagnóstico y propositiva. La ficha está estructurada en cuatro grandes bloques: el primero comprende las características ambientales y topográficas de las vertientes, el uso de los bancales y las características constructivas de los muros, es decir, todos los elementos que se tienen en cuenta en la posterior clasificación de unidades de bancales.

En el segundo, se describen los procesos de erosión y el estado de conservación, usados en el diagnóstico de estados de conservación y en la síntesis de prioridad para la restauración. En el tercero se recogen los indicadores del diagnóstico de calidad para la conservación. En el último, se registran ciertas características del emplazamiento de la unidad, consideradas significativas para la fase final de presentación de propuestas de restauración.


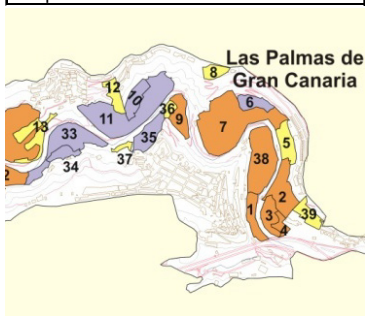
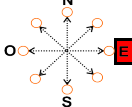

DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Fotografía 	Croquis de situación 	Unidad N ^o : 11	Fecha: 1/4/2000
		Nombre de ref.: Lomo Apolinario	Municipio: Las Palmas de G.C.
		Superficie (m ²): 65.362,5	
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y TOPOGRÁFICAS			
ALTITUD <100 <input checked="" type="checkbox"/> 100-200 <input type="checkbox"/> 200-300 <input type="checkbox"/> 300-400 <input type="checkbox"/> 400-500 <input type="checkbox"/> >500 <input type="checkbox"/>	LITOLOGÍA Lavas basálticas <input checked="" type="checkbox"/> Ignimbritas <input type="checkbox"/> Fonolitas <input type="checkbox"/> Brecha Roque Nublo <input type="checkbox"/> Depósitos aluviales <input checked="" type="checkbox"/> Formación detrítica LP. <input checked="" type="checkbox"/>	LUGAR VERTIENTE Baja <input type="checkbox"/> Baja-media <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Media-alta <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	ORIENTACIÓN 
SUELOS Haploxeralf <input type="checkbox"/> Xerochrept <input type="checkbox"/> Xerochrept-Orthent <input type="checkbox"/> Xerorthent-Xeralf <input type="checkbox"/>	Paleorthid <input type="checkbox"/> Xerorthent-Torrorthent <input type="checkbox"/> Chromoxerert <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/>	PENDIENTE⁽⁰⁾ > 10 <input checked="" type="checkbox"/> 10 - 15 <input type="checkbox"/> 15 - 20 <input type="checkbox"/> > 20 <input type="checkbox"/>	FORMA VERTIENTE Convexa <input type="checkbox"/> Cóncava <input checked="" type="checkbox"/> Recta <input type="checkbox"/>
CARACTERÍSTICAS DEL APROVECHAMIENTO ANTRÓPICO			
USO Abandonado <input type="checkbox"/> Cultivado <input checked="" type="checkbox"/>	EDAD ABANDONO Reciente >1996 <input type="checkbox"/> Intermedio 1961-1996 <input type="checkbox"/> Antiguo <1961 <input type="checkbox"/>	TIPO DE CULTIVO Huerta <input type="checkbox"/> Huerta+matorral <input type="checkbox"/> Herbáceos regadio <input type="checkbox"/> Herbáceos regadio+frutales <input type="checkbox"/>	
		Platanera <input checked="" type="checkbox"/> Platanera+huerta <input type="checkbox"/> Labor intensiva <input type="checkbox"/> Pastizal <input type="checkbox"/>	Matorral <input type="checkbox"/> Matorral+acebuche <input type="checkbox"/> Matorral+eucalipto <input type="checkbox"/> Improductivo <input type="checkbox"/>
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS MUROS (CC)			
TIPO DE MAMPOSTERÍA Cantos rodados <input type="checkbox"/> Ordinaria y rajuela <input type="checkbox"/> En hileras <input checked="" type="checkbox"/>		TIPO DE ROCA Ignimbritas <input checked="" type="checkbox"/> Basaltos <input checked="" type="checkbox"/> Cantos rodados <input type="checkbox"/> Fonolitas <input type="checkbox"/>	
TIPOLOGÍA DE UNIDAD DE BANCALES (USO-PENDIENTE-MAMPOSTERÍA)			
Cultivados sobre pendientes <10 ⁰ y mampostería en hileras			
ESTADO DE CONSERVACIÓN			
TIPO DE PROCESO DE EROSIÓN Sin procesos <input type="checkbox"/> Deslizamientos <input checked="" type="checkbox"/> Desprendimiento <input checked="" type="checkbox"/>		GRADO DE DETERIORO Bajo <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/>	DETALLE 
Incisiones en el rellano <input type="checkbox"/> Arroyamiento laminar en rellano <input type="checkbox"/> Caída de piedras <input checked="" type="checkbox"/>			

Figura II.20 a. Modelo de ficha empleada en el muestreo de las unidades de bancales.

CALIDAD DEL SUELO (CS)									
CAPACIDAD DE USO AGRARIO		Bfq: <input type="checkbox"/>	De p: <input type="checkbox"/>	Cpx: <input type="checkbox"/>	Cf: <input type="checkbox"/>	Epx: <input type="checkbox"/>	Cxf: <input checked="" type="checkbox"/>	Cp: <input type="checkbox"/>	Epr: <input type="checkbox"/>
	Cpf: <input type="checkbox"/>	Bfs: <input type="checkbox"/>	Dxf: <input type="checkbox"/>	Cx: <input type="checkbox"/>	Cfs: <input type="checkbox"/>	Eep: <input checked="" type="checkbox"/>	Dp: <input type="checkbox"/>		
PAPEL REGULADOR DE LA DINÁMICA HIDRÁULICA DE LA VERTIENTE									
Bajo <input type="checkbox"/>			Medio <input type="checkbox"/>			Alto <input checked="" type="checkbox"/>			
CALIDAD VISUAL (CV)									
CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN DE LA UNIDAD									
SINGULARIDAD			DENSIDAD			CONTRASTE CROMÁTICO			
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Alta	<input checked="" type="checkbox"/>	Media	<input type="checkbox"/>	Baja	<input type="checkbox"/>
				Alto	<input type="checkbox"/>	Medio	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>
CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN DEL ENTORNO DE LA UNIDAD									
SINGULARIDAD			DENSIDAD			CONTRASTE CROMÁTICO			
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Alta	<input type="checkbox"/>	Media	<input checked="" type="checkbox"/>	Baja	<input type="checkbox"/>
				Alto	<input type="checkbox"/>	Medio	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DEL ENTORNO									
SINGULARIDAD			AFLORAMIENTOS ROCOSOS		FRECUENCIA AFLORAMIENTOS ROCOSOS			CONTRASTE CROMÁTICO GEOMORFOLÓGICO DEL ENTORNO	
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	Abundante	<input type="checkbox"/>
				Frecuente	<input type="checkbox"/>	Raros	<input checked="" type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>
				Medio	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>		
Tipo de forma de relieve singular: Cañón y meandros del barranco Guinguada									
CARACTERÍSTICAS DEL FONDO ESCÉNICO O PAISAJE CIRCUNDANTE									
Valor de incremento de la calidad visual de la unidad		<input type="checkbox"/>	Valor máximo (el paisaje circundante potencia la calidad visual con la unidad de bancales)						
		<input type="checkbox"/>	Valor medio (el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual de los bancales y genera un moderado contraste)						
		<input checked="" type="checkbox"/>	Valor mínimo (el paisaje circundante no incrementa positivamente la calidad visual de los bancales ni genera contraste visual significativo)						
INTEGRACIÓN ACTIVIDADES HUMANAS									
Valor de integración		Máximo	<input checked="" type="checkbox"/>	Impactos antrópicos		Si	<input type="checkbox"/>	Elementos con valor patrimonial	
		Medio	<input type="checkbox"/>			No	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>
		Mínimo	<input type="checkbox"/>					No	<input type="checkbox"/>
Tipo de elemento con valor patrimonial: Estanque y casas tradicionales									
CARACTERÍSTICAS DE LA UBICACIÓN ESPACIAL									
Visibilidad desde la unidad de bancales		<input type="checkbox"/>	Valor máximo (se aprecia una amplia vista y/o elementos de alta calidad visual antrópicos o						
		<input type="checkbox"/>	Valor medio (campo visual medio y/o elementos de calidad visual media)						
		<input checked="" type="checkbox"/>	Valor mínimo (vistas reducidas y/o elementos de calidad visual baja)						
Visibilidad desde la unidad de bancales		<input checked="" type="checkbox"/>	Alta	Accesibilidad		<input type="checkbox"/>	Alta (carretera)		
		<input type="checkbox"/>	Media			<input type="checkbox"/>	Media (camino asfaltado)		
		<input type="checkbox"/>	Baja			<input checked="" type="checkbox"/>	Baja (pista sin asfaltar)		

Figura II.20 b. Modelo de ficha empleada en el muestreo de las unidades de bancales.

Finalmente, se identifican e inventarían 111 unidades de bancales, y la información obtenida se implementa en una base de datos a la que se le aplican los sistemas de valoración diseñados (figura II.21).

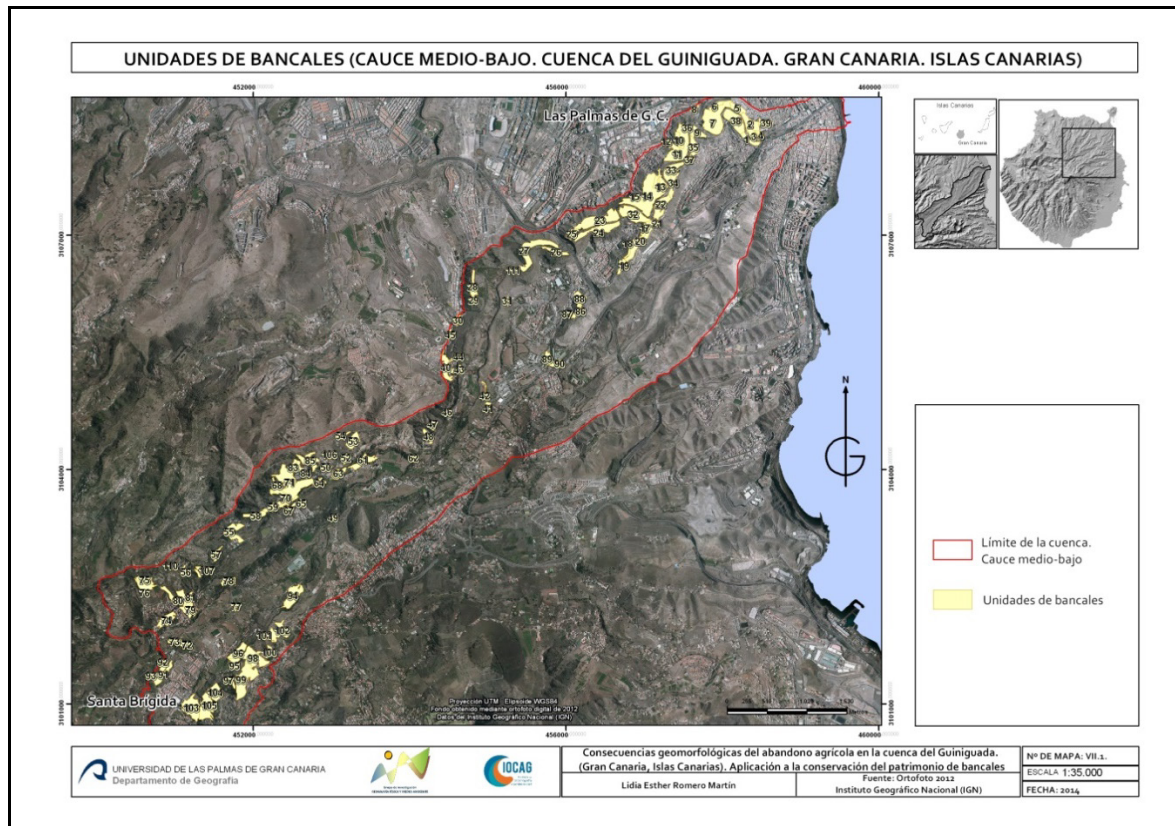


Figura II.21. Unidades de paisaje con bancales en el cauce medio-bajo del Guinguada.

Debido al enorme volumen de información generada en las diversas campañas realizadas sobre el terreno se opta por considerar, en el análisis, sólo las tres variables más significativas para determinar tipos de unidades de bancales. Las variables son: el uso, la pendiente de la ladera y el tipo de mampostería utilizada en su construcción.

El uso o grado de explotación que presenta la unidad de bancales se estima como la variable principal en la clasificación. Ello se debe a que se considera que marca diferencias notables entre las unidades de bancales, e incide directamente en algunas características analizadas posteriormente, tales como el estado de conservación, su calidad para la conservación y, finalmente, en las propuestas de restauración.

Entre todas las variables geocológicas seleccionadas, es la pendiente de la ladera la que se considera el segundo criterio en la fase de clasificación, porque condiciona la morfología de las terrazas (altura del muro y dimensiones del rellano) y, por consiguiente, el estado de conservación de los muros de los bancales.

La tercera y última variable usada como criterio de clasificación es el tipo de mampostería utilizada en la construcción de los muros de los bancales. Su interés estriba en que es una característica que incide también en el estado de conservación de los bancales, pues la calidad constructiva varía de unos tipos a otros y porque añade valor a la calidad visual del paisaje, factores ambos que se tienen en cuenta tanto en el diagnóstico de calidad para la conservación como en la propuesta de restauración. En base a los criterios seleccionados, resulta una tipología de unidades de bancales cuyos rasgos comunes son los que dan nombre a los diferentes tipos, existiendo en el seno de cada grupo una mayor variabilidad para el resto de los factores ambientales. La clasificación final resulta de la combinación de las dos categorías de uso (cultivado y abandonado), de las tres categorías de pendiente (variable, $<15^\circ$ y $>15^\circ$) y de los tres tipos de mampostería presentes en ese sector de la cuenca (cantos rodados, ordinaria y en hileras regulares). El resultado de la clasificación de las unidades de bancales se presenta en su mapa correspondiente, que se usa para valorar la distribución espacial de las mismas.

2.7.4. El diagnóstico de calidad para la conservación de las unidades de bancales

Por su parte, el diagnóstico de calidad para la conservación de las unidades de bancales se concibe como una expresión que sintetiza el valor del territorio (Tavío *et al.*, 2002). En este caso, de las unidades de bancales, de cara a su conservación y posible restauración. Se parte de la base de que los bancales son agrosistemas multifuncionales, que deben ser valorados a través de aquellos aspectos que contemplen esas cualidades. Al mismo tiempo, son elementos paisajísticos que muestran perfectamente la actuación del hombre con el medio, de lo que resulta el trinomio hombre-agricultor/medio-vertiente/obra-muro, lo que es algo muy presente en este estudio.

En este caso, los criterios tenidos en cuenta en el diagnóstico de calidad para la conservación se sintetizan en la siguiente triple valoración, que responde al carácter multifuncional de dichos agrosistemas. Estos son: valor productivo, valor ecológico y, finalmente, valor estético y visual. Las variables que nos permiten acometer esta triple valoración se exponen en la tabla II. 27. El valor productivo de los bancales se mide a partir de la calidad del suelo; el valor ecológico a partir del papel regulador de la dinámica hidrológica de las vertientes en las que se encuentran; el valor visual se

estima a través de las características constructivas de sus muros y de la calidad visual de las unidades; y, finalmente, el valor estético deriva del nivel de integración de las actividades humanas en la unidad de bancales.

	FACTORES	PESOS
Valor productivo	Calidad del suelo (CS)	5
Valor ecológico	Papel regulador de la dinámica hidrológica (PR)	5
Valor estético o visual	Características constructivas (CC)	3
	Calidad visual (CV)	1
	Integración de las actuaciones humanas (IAH)	1

Tabla II. 27. Factores y pesos usados en el diagnóstico de calidad para la conservación.

El valor final de calidad para la conservación de las unidades de bancales se obtiene a partir de la incorporación de las valoraciones parciales en el siguiente algoritmo:

FÓRMULA FINAL DE CALIDAD PARA LA CONSERVACIÓN
$CC = 5 \cdot CS + 5 \cdot PR + 3 \cdot CC + CV + IAH$

Donde,

CS = calidad del suelo

PR = papel regulador en la dinámica hidrológica de la vertiente

CC = características constructivas

CV = calidad visual

IAH = integración de las actuaciones humanas

La obtención del valor de las variables contempladas en dicho algoritmo se hace a partir de unas valoraciones específicas que se comentan a continuación.

La inclusión de la variable denominada **Calidad del suelo (CS)** se justifica por la necesidad de preservar los escasos suelos agrícolas de calidad que existen en la isla. En el caso de los bancales, el trabajo realizado por los agricultores a lo largo de los años ha permitido la acumulación y evolución de suelos productivos, cuya conservación es imprescindible. Por ese motivo, se le asigna el peso más elevado en este sistema de

valoración (5). Se obtiene a partir de las clases, subclases y unidades de capacidad de uso agrario establecidas para Gran Canaria (Sánchez *et al.*, 1995), ya que estos valores constituyen una buena síntesis de la productividad del suelo, al integrar tanto sus características como sus limitaciones. Por ello, se prescinde de la clasificación taxonómica del suelo, por quedar incluida implícitamente en la de capacidad de uso. Las clases de capacidad fijadas por Sánchez *et al.* (1995, pág.62) para la isla de Gran Canaria, en la que no existen suelos de la máxima calidad (clase A), son las siguientes:

- Suelos de clase B: presentan una capacidad de uso elevada y son susceptibles de utilización agrícola moderadamente intensiva, al presentar limitaciones y riesgo de erosión moderados.
- Suelos de clase C: poseen una capacidad de uso moderada y son aptos para una utilización agrícola poco intensiva, debido a limitaciones acentuadas y riesgo de erosión elevado.
- Suelos de la clase D: tienen baja capacidad de uso. No son susceptibles de utilización agrícola, al presentar limitaciones severas y riesgo de erosión de elevado a muy elevado.
- Suelos de la clase E: presentan una capacidad de uso muy baja. No son aptas para el uso agrícola, pues tienen limitaciones muy severas y riesgo de erosión muy elevado.

Para la valoración de la calidad del suelo se agrupan en tres valores (tabla II.28.). El mayor valor (valor 3) es el que alcanzan los suelos de la clase B, de elevada capacidad de uso. Le siguen los suelos de la clase C (valor 2), con capacidad de uso moderada. Finalmente, los suelos de baja calidad (valor 1) integran todos los de la clase D y E, de baja capacidad de uso.

Valor	Categorías
3	Unidades con alta capacidad de uso agrario (Clase B)
2	Unidades moderada capacidad de uso agrario, con limitaciones (Clase C)
1	Unidades con baja capacidad de uso agrario (Clases D y E)

Tabla II. 28. Categorías y valores de la calidad del suelo (CS).

Con el **papel regulador de la unidad de bancales en la dinámica hidrológica de las vertientes (PR)** se considera una de las funciones ecológicas más importantes que

desempeñan los bancales en el sistema de vertientes, pues favorecen la lucha contra la erosión y la recarga de los acuíferos. En este caso, se valora la capacidad que tienen los bancales de retener agua, potenciando la infiltración y posterior percolación, de reducir los valores de la escorrentía superficial y, por consiguiente, de evitar el desarrollo de procesos de erosión de magnitud que puedan ocasionar una degradación importante de las vertientes. Todo ello justifica el elevado peso que se le ha dado a este parámetro en el sistema de valoración diseñado (5). Se distinguen tres categorías o tipos de regulación (alta, media y baja), obtenidas a partir del grado de ocupación de las vertientes por parte de los bancales y el estado de conservación de los mismos (tabla II.29). El máximo valor se reserva para aquellas unidades cuyos bancales se encuentren en buen estado de conservación o/y ocupan buena parte de la vertiente, mientras que el más bajo se otorga al escenario opuesto. Esto es, unidades cuyos bancales muestren un pésimo estado de conservación o/y ocupan un sector reducido de la vertiente.

Valor	Categorías
3	Alto. Unidades con bancales de rellano plano, bien conservados y que ocupan una importante superficie de la vertiente
2	Medio. Unidades con bancales que ocupan aproximadamente el 50% de la superficie de la ladera y/o en las que el deterioro de los muros disminuye el papel regulador que originalmente habrían tenido
1	Bajo. La unidad ocupa sectores muy localizados de la vertiente, incluyéndose aquellas unidades cuyos muros se encuentran altamente deteriorados

Tabla II. 29. Categorías y valores del papel regulador de la dinámica hidrológica (PR).

Las **características constructivas de los muros de los bancales (CC)** son un criterio de valoración de notable peso en la estimación de calidad para la conservación (3), que deriva de la enorme inversión de capital humano empleado en su construcción, de la calidad estética de algunos muros y del hecho de que estas características intervienen significativamente en el mantenimiento y en la conservación de las estructuras a largo plazo. Sin embargo, aunque son las razones mencionadas las que otorgan una gran importancia a este aspecto, a la hora de establecer la calidad para la conservación de los muros sólo se han valorado los referidos al tipo de mampostería y los materiales empleados en la fabricación del muro del bancal. El valor final se obtiene del sumatorio

de los valores parciales de ambas variables: tipo de mampostería y materiales empleados en la construcción.

La mampostería es un reflejo de la solidez de los muros y, por lo tanto, de su resistencia a los procesos de erosión más comunes en este tipo de campos, los desprendimientos y los deslizamientos (tabla II. 30). La mampostería en hileras es la de mayor calidad constructiva, pues implica un mayor trabajo de la piedra, que se convierte en un sillar dispuesto en hileras (alineaciones). Ello implica una alta dosis de pericia en la colocación de las piedras entre las cuales, en ocasiones, se coloca ripio para sellar el paramento de los muros. La mampostería de moderada calidad constructiva es el grupo conformado por la mampostería ordinaria y de rajuela. Ambas implican cierto grado de trabajo y de selección de las piedras a colocar, y no suponen más que leves ejercicios de alineación de las mismas en el proceso de construcción del muro. Por último, la mampostería de peor calidad constructiva es la de cantos rodados. En ella, la piedra apenas se trabaja y se coloca sin ningún tipo de alineación ni enraizamiento, lo que redundará en su fuerte inestabilidad.

Valor	Categorías
3	Mampostería en hileras
2	Mampostería ordinaria y de rajuela
1	Mampostería de cantos rodados

Tabla II. 30. Categorías y valores del tipo de mampostería (CC).

Por su parte, de los materiales empleados en la construcción de los muros se valoran su compresividad, su resistencia a la meteorización y su rareza. Se establecen cuatro categorías con sus respectivas valoraciones (tabla II.31.).

Valor	Categorías
4	Basaltos
3	Cantos rodados
2	Fonolitas
1	Ignimbritas

Tabla II.31. Categorías y valores del tipo de piedra del muro (CC).

La **calidad visual de la unidad de bancales (CV)** es un parámetro que se ha considerado, a pesar de la subjetividad que encierra su valoración, por las cualidades estéticas que presentan algunas unidades de bancales existentes en el área de estudio, cuestión que incrementa el valor para su conservación de las mismas. Por tal motivo, se le asigna un valor de ponderación bajo en la aplicación del algoritmo de calidad para la conservación. Es, además, el parámetro de obtención más compleja. El método empleado para su valoración consiste en considerar una serie de valores parciales, oportunamente ponderados, referidos a diferentes características o cualidades presentes tanto en la unidad de bancales como en su entorno (tabla II.32.).

VARIABLES	PESOS
Contraste cromático de la vegetación dentro de la unidad (Cc)	0,5
Valor de la vegetación del entorno (Ve)	2
Existencia de relieves singulares (Rs)	0,5
Existencia de afloramientos rocosos (Ar)	0,5
Fondo escénico (Fe)	1

Tabla II.32. Factores y pesos usados en el diagnóstico parcial de calidad visual (CV).

Estas características son el contraste cromático de la vegetación dentro de la unidad (Cc), valor de la vegetación del entorno (Ve), existencia de relieves singulares (Rs), existencia de afloramientos rocosos (Ar) y fondo escénico (Fe). El valor final de la calidad visual (CV) de las unidades de bancales se obtiene a partir de la fórmula siguiente:

FÓRMULA PARCIAL DE CALIDAD VISUAL (CV)
$CV = 0,5 \cdot Cc + 2 \cdot Ve + 0,5 \cdot Rs + 0,5 \cdot Ar + Fe$

El contraste cromático de la vegetación dentro de la unidad (Cc) refleja la incidencia del colorido de la vegetación que existe en su interior. Presentan la máxima valoración aquellas unidades abandonadas que alcanzan un mayor grado de diversidad vegetal en el proceso recolonizador, y también aquellas unidades que permanecen en explotación dedicadas a diversos tipos de cultivos (agricultura "promiscua"). Se establecen tres categorías con sus respectivas valoraciones (tabla II.33).

Valor	Categorías
3	Contraste cromático alto
2	Contraste cromático medio
1	Contraste cromático bajo

Tabla II. 33. Categorías y valores del contraste cromático de la vegetación en la unidad (Cc).

El valor de la vegetación del entorno (Ve) se obtiene a partir del sumatorio de las valoraciones de dos aspectos: por un lado, a partir de su contraste cromático (cc) y, por el otro, en función de su singularidad y densidad (sd). Ambos aspectos además de realzar la calidad visual de la unidad, consideran la existencia de especies que cuentan con algún grado de protección según la Orden 20 de febrero de 1991, sobre *Protección de Especies de la Flora Vasculare Silvestre de la Comunidad Autónoma de Canarias*. Para el contraste cromático se establecen tres categorías (tabla II.34.), y cuatro para la singularidad-densidad (tabla II.35.).

Valor	Categorías
3	Contraste cromático alto
2	Contraste cromático medio
1	Contraste cromático bajo

Tabla II. 34. Categorías y valores del contraste cromático de la vegetación del entorno (cc).

Los valores más elevados de esta variable se corresponden con aquellas unidades en cuyo entorno existe una alta densidad de elementos vegetales singulares, así como un gran contraste cromático mientras. En el extremo inferior, se sitúan las unidades sin elementos singulares en el entorno y de bajo contraste cromático.

Valor	Categorías
3	Existencia de elementos singulares y alta densidad
2	Existencia de elementos singulares y densidad media
1	Existencia de elementos singulares y baja densidad
0	No existen elementos singulares

Tabla II. 35. Categorías y valores de la singularidad-densidad de la vegetación del entorno (sd).

La existencia de relieves singulares (rs) se refiere al tipo de geoforma en la que se localiza la unidad de bancales. Es una variable en la que se contempla la presencia (valor 1) o la ausencia (valor 0) de geoformas, tales como escarpes, meandros de fondo de barranco, conos volcánicos, etc., que pueden contribuir a incrementar la calidad visual del paisaje.

Por su parte, la existencia de afloramientos rocosos (ar) en el interior de las unidades, esto es, en los escarpes aledaños a los bancales o formando parte del basamento de los muros, también realza la calidad visual de la misma. En este caso, se valora la presencia y la densidad de los mismos a través de cuatro categorías con sus respectivas valoraciones (tabla II.36.). Le corresponde la valoración más elevada (3) a aquellas unidades en las que existen afloramientos abundantes, y la menos (0) a aquellas donde no existen afloramientos rocosos.

Valor	Categorías
3	Existen afloramientos rocosos abundantes
2	Existen afloramientos rocosos frecuentes
1	Existen afloramientos rocosos poco frecuentes
0	No existen afloramientos rocosos

Tabla II. 36. Categorías y valores de la existencia de afloramientos rocosos (ar).

Por último, se incluye el fondo escénico (fe) porque se considera que la calidad visual de las unidades de bancales no depende exclusivamente de ellas, sino también de su entorno. Este puede contribuir a realzar, en distinto grado, los valores estéticos del conjunto. Se establecen tres categorías con sus respectivas valoraciones (tabla II.37). El valor máximo (valor 5) se corresponde con aquellas unidades cuya calidad visual se ve potenciada de forma notable por el paisaje circundante.

Valor	Categorías
5	El paisaje circundante potencia notablemente la calidad visual de la unidad
2,5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual de la unidad
1	El paisaje circundante no ejerce influencia positiva en la calidad visual de la unidad

Tabla II.37. Categorías y valores del fondo escénico (fe).

La última variable que se incorpora al diagnóstico de calidad para la conservación de las unidades de bancales es la denominada integración de las actuaciones humanas (IAH). Se trata de un aspecto que eleva la calidad de aquellas unidades en las que existen elementos del patrimonio dignos de conservar. Son pues unidades en las que existen construcciones o edificaciones tradicionales, relacionadas con su uso agrícola o agrario (alpendres, cuartos de aperos, estanques, maretas, minas, acequias, casas, etc.). En este caso se establecen tres categorías con sus respectivas valoraciones (tabla II.38). Las puntuaciones más elevadas corresponden a las unidades de bancales en las que las actuaciones inciden favorablemente sobre la unidad, o bien están totalmente ausentes. Sin embargo no se penaliza (se puntúa con valor "0") a las unidades con actuaciones de carácter negativo (basuras, casetas de baja calidad constructiva), pues éstas pueden desaparecer con una tarea de limpieza y, por tanto, deben intervenir poco en la calidad para la conservación final.

Finalmente, tras realizar las distintas valoraciones parciales se aplica el algoritmo final, cuyos resultados se agrupan en cinco categorías de calidad para la conservación (muy baja, baja, media, alta y muy alta). Además, se realiza el correspondiente mapa de calidad para la conservación, que permite conocer la distribución espacial resultante de dicho diagnóstico.

Valor	Categorías
2	Grado de integración alto: existen actuaciones que inciden favorablemente en la unidad o está libre de ellas
1	Grado de integración medio: existen actuaciones dispersas que afectan escasamente a la unidad
0	Grado de integración mínimo: existen actuaciones dispersas que afectan negativamente a la unidad

Tabla II. 38. Categorías y valores del nivel de integración de las actuaciones humanas (IAH).

2.7.5. El análisis de los estados de conservación de las unidades de bancales y su relación con los parámetros ambientales y antrópicos

El diagnóstico de estado de conservación de las unidades de bancales se realiza a partir del análisis de siete variables naturales y cuatro antrópicas, consideradas determinantes en el funcionamiento hidrogeomorfológico de las vertientes. Las

naturales son: altitud, pendiente, orientación, forma de la ladera, lugar en la ladera, el sustrato litológico y el tipo de suelo. Y las antrópicas: el tipo de mampostería, el uso, la edad de abandono y el grado de deterioro. El siguiente paso consiste en efectuar un sencillo tratamiento estadístico, que permite caracterizar el estado general de conservación de las unidades mediante el recuento de casos (frecuencia absoluta y relativa) de unidades de bancales con los tres estados de conservación establecidos previamente.

Se considera en buen estado de conservación cuando los muros de los bancales no están afectados por procesos o sólo sufren retoques ligeros, como la caída de algunas piedras o desprendimientos y deslizamientos de escasas dimensiones. El regular se refiere a unidades de bancales en las que casi el 50% de sus muros aparece desmantelado, mientras que el malo se reserva para aquellas cuyos muros se encuentran desfigurados en más del 50% de su superficie. Conviene aclarar que el estado de conservación se determina para el conjunto de la unidad de bancales considerada y que, por lo tanto, se encuentra en relación directa con los metros lineales de muro de piedra de su interior. Dado que el tamaño superficial de las unidades es diferente, desde aquellas que pueden contener uno o dos bancales hasta otras en cuyo interior pueden existir muchos, ante un mismo estado de conservación no cabe esperar el mismo número de metros lineales de muro afectado por procesos de erosión.

Una vez caracterizado el estado de conservación de las unidades, y con el fin de determinar las posibles vinculaciones entre deterioro y parámetros físicos y antrópicos, se procede a cruzar toda la información para detectar las relaciones más significativas.

Este apartado se completa con un estudio de mayor detalle, que permite comprender el tipo de proceso de erosión que afecta a los bancales y sus dimensiones. Consiste en seleccionar cinco bancales pertenecientes a cinco unidades de bancales con las tres categorías de estado de conservación establecidas. En el campo, siguiendo la metodología descrita en el apartado 2.6.3, se miden los procesos detectados en el rellano de las parcelas y en los muros de las mismas. En el caso de los rellanos se efectúa una estimación visual de los procesos, mientras que en los muros se mide, con la ayuda de miras telescópicas y cintas métricas, sus dimensiones (ancho, alto, profundidad y longitud), al tiempo que se realiza un recuento de los procesos de

erosión. Por último, para conocer la distribución espacial del estado de conservación de las unidades de bancales, se realiza el correspondiente mapa de estados de conservación, en cuya leyenda se incorporan las tres categorías (malo, regular y bueno) establecidas previamente.

2.7.6. Las propuestas de prioridad y viabilidad para la restauración del patrimonio de bancales

Una vez realizados los diagnósticos de calidad para la conservación y estado de conservación de las unidades de bancales, el paso siguiente en la valoración de los bancales consiste en establecer un orden de prelación para su restauración.

Aunque se parte de la base de que todas las unidades de bancales con alta y muy alta de calidad para la conservación merecen ser restauradas, especialmente si además de su calidad se tiene en cuenta que si ésta no se produce se corre el riesgo de su desaparición y, con ello, la pérdida de sus funciones ecológicas y estéticas, se es consciente del elevado coste económico de restauración y mantenimiento. Por ese motivo, procede realizar una selección de acuerdo con un proceso discriminante que contemple, de un lado, su calidad para la conservación y, por el otro, las amenazas inmediatas a las que se enfrentan los muros de piedras de los bancales. Con todo ello se pretende obtener una valoración de prioridad para la restauración. Se establece así un factor amenaza (inspirado en Cadiñanos y Meaza, 1998), que combina el estado de conservación y el uso actual del bancal. A diferencia de lo que se entiende por amenaza en los análisis DAFO, esto es, un factor externo que puede provocar daños sobre los sistemas, en esta tesis se emplea para asignar el daño combinado de factores externos e internos que pueden perturbar la conservación de los bancales. Nuestro factor externo es el uso de los bancales que depende fundamentalmente del sistema económico imperante y en cambio el factor interno es el estado de conservación que lo hace especialmente de las características intrínsecas de los campos.

La escala de valoración utilizada se sustenta en la idea de que la amenaza crece conforme decrece el estado de conservación real del bancal, y disminuye el tiempo que los propietarios dedican a la conservación de estas estructuras. Las puntuaciones más bajas de este factor (tabla II.39) corresponden a aquellos bancales que se encuentran cultivados y en buen estado de conservación (valor 1). En el otro extremo, se sitúan los bancales abandonados y con peor estado de conservación (valor 6).

Criterios	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5	Valor 6
Calidad para la conservación	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
Estado de conservación	Bueno	Regular	Malo			
Uso	Cultivado	Abandonado				
Factor de amenaza (Estado de Conservación/Uso)	Bueno + cultivado	Bueno + abandonado	Regular + cultivado	Regular + abandonado	Malo + cultivado	Malo + abandonado

Tabla II. 39. Criterios utilizados en la valoración de prioridad para la restauración.

Finalmente, la determinación de la prioridad para la restauración se establece relacionando el interés para la conservación, que deriva del diagnóstico de calidad, y el factor amenaza. Esta valoración se obtiene del producto de ambos parámetros, con una ponderación previa de la calidad para la conservación (x2), que se realiza para facilitar la tarea discriminadora ante situaciones similares del factor amenaza. Los resultados numéricos obtenidos se proyectan en una tabla de doble entrada, que facilita la selección de umbrales de prioridad para la restauración. Según estos umbrales, esta prioridad se clasifica en: mínima (<12), baja (12-18), media (18-24), alta (24-48) y muy alta (>48) (tabla II.40).

El análisis de la prioridad para la restauración culmina con la salida cartográfica de sus resultados, en cuya leyenda aparecen las cinco categorías establecidas (mínima, baja, media, alta y muy alta), lo que permite conocer su distribución espacial.

La restauración de los bancales sólo es factible si se tiene previsto el uso de esos espacios, junto a una adecuada gestión para su conservación. Esto se consigue, bien sea manteniendo el uso para el que fueron construidos, o bien incorporándolo a las nuevas demandas de los espacios rurales y periurbanos del siglo XXI, en el marco de la sostenibilidad.

Factor amenaza →							
Calidad conservación (x2) ↓	1	2	3	4	5	6	TOTAL FILA
2	Mínima 2 (2)	Mínima 4 (1)	Mínima 6 (2)	Mínima 8 (0)	Mínima 10 (8)	Mínima 12 (0)	13
4	Mínima 4 (3)	Mínima 8 (6)	Mínima 12 (6)	Baja 16 (2)	Media 20 (2)	Media 24 (0)	19
6	Mínima 6 (10)	Mínima 12 (14)	Baja 18 (4)	Media 24 (2)	Alta 30 (8)	Alta 36 (2)	40
8	Mínima 8 (4)	Baja 16 (8)	Media 24 (4)	Alta 32 (2)	Alta 40 (3)	Alta 48 (3)	24
10	Mínima 10 (6)	Media 20 (3)	Alta 30 (2)	Alta 40 (0)	Muy Alta 50 (3)	Muy Alta 60 (1)	15
TOTAL COLUMNA	25	32	18	6	24	6	111

Tabla II.40. Criterios empleados en el cálculo de prioridad para la restauración de las unidades de bancales. Valores y frecuencias.

Por todo ello, desde este trabajo se considera que la decisión última sobre la restauración debe ir dirigida hasta el final, para facilitar así la tarea de los técnicos y de las autoridades competentes en materia de ordenación territorial y gestión sectorial. Siguiendo con la idea expuesta en los párrafos anteriores, el procedimiento metodológico se completa con la implementación de una serie de **indicadores de viabilidad** para la restauración, que faciliten la toma de decisión de los gestores de estos espacios agrarios. En este trabajo se propone y se realiza un ensayo, para la valoración de la viabilidad de la restauración de los bancales, a partir del análisis de tres tipos de criterios: visuales, económicos y territoriales que se comentan a continuación. En esta nueva valoración de la viabilidad de restauración de los bancales se afronta otra fase discriminatoria entre las unidades de bancales, que consiste en la selección de entre aquellas unidades de bancales con alta y muy alta prioridad para su restauración aquellas que reporten mayores beneficios, menores costes y compatibilidad con la normativa territorial vigente. Este nuevo proceso discriminatorio se realiza con las 24 unidades de bancales, que resultan con alta y muy alta prioridad para la restauración.

Criterios visuales

Se considera la visibilidad de las unidades de bancales. Se parte de la idea de que cuanto mayor sea el número de personas que reciban (visualidad) y, al mismo tiempo, perciban (visibilidad) la imagen de los bancales objeto de restauración, mayor será el beneficio que reporta dicha intervención. Dicho con otras palabras, cuanto más visible sea la unidad, y más campo de visión ofrezca, mayor valor o beneficio (por el número de personas que pueden apreciarlo) reporta su restauración y conservación. Se tiene en cuenta la visibilidad como un aspecto más en el proceso discriminatorio de las unidades de bancales a restaurar. Los factores de visibilidad que se consideran son: la **visibilidad intrínseca** (cuánto es de visible la unidad por su cercanía a núcleos de población o a vías de comunicación), la **visibilidad extrínseca** (cuánto se puede ver los paisajes de alrededor de la unidad, se valora su situación estratégica para obtención de panorámicas) y la **visibilidad adquirida**. Este último comprende, a su vez, la *atracción del lugar* (aptitud) y la *accesibilidad*. La visibilidad adquirida se entiende como el conjunto de lo atractivo que puede ser dicha unidad de bancales, dadas sus potencialidades de uso y su singularidad a lo que se suma su fácil o difícil acceso. En esta tesis se ha optado por dejar para futuros trabajos el análisis del primer componente de la visibilidad adquirida señalado, pues se excederían los objetivos trazados en la misma.

La valoración de la visibilidad de las 24 unidades de bancales seleccionadas como de alta prioridad para la restauración, se realiza a partir de un algoritmo en el que se contemplan, como valores agregados, los tres factores de visibilidad asignándole un peso superior a la visibilidad intrínseca ($\times 2$). Los valores obtenidos se agrupan en tres categorías de visibilidad: baja, moderada y alta.

Criterios económicos

En este criterio se estima el valor económico de la reposición de los muros de los bancales, y se analiza la relación coste/beneficio que supone tan restauración en relación con la actividad productiva que se realiza en ellos. El coste de reposición de los muros se realiza para las 24 unidades de bancales con alta prioridad para la restauración, mientras que el de coste-beneficios se hace con dos unidades de

bancales seleccionadas de ese mismo grupo⁹. En este último caso, se calculan los beneficios económicos obtenidos por sus propietarios, con el objeto de conocer el punto de amortización y el tiempo de amortización de dicha inversión.

Para obtener el valor del coste de reposición de los muros de las 24 unidades de bancales, lo primero que se hace es medir la longitud de los muros de los bancales que existen en cada una de las unidades, usando la herramienta de ArcGIS (calculadora de geometría) sobre la ortofoto de 2012 (IGN). Con la medida obtenida y, según el valor del deterioro de los mismos (Medio= 50% de su longitud y Alto= 75% de su longitud), se calculan los metros lineales de muros a restaurar en cada unidad de bancales. Finalmente, se calcula el coste real de la restauración con los precios vigentes y homologados por el Ministerio de Agricultura (TRAGSA, 2011) para dos supuestos:

- El primero, contempla la reposición de un muro de mampostería de piedra seca en acabado rústico para un muro con espesor inferior o igual a 50 cm, altura inferior o igual a 2 m y distancia a la cantera de obtención de la piedra como materia prima, inferior a los 3 km.
- En el segundo supuesto, se valora el coste de reposición de un muro de mampostería de piedra seca con el empleo del material de derribo que permanece en el lugar. (tabla II.41).

El primero resulta más costoso pues, al no disponerse de la materia prima necesaria, debe incorporarse al coste final el valor de su obtención, y traslado hasta el bancale que va a ser objeto de restauración.

Con todo ello se obtiene un determinado número de unidades seleccionadas para ser propuesta la restauración de sus muros, de entre las que presentan muy alta prioridad para la restauración.

⁹ Una unidad de bancales dedicada a la producción de plátano (unidad 28, Fuente Morales) y otra a la de papas (unidad 61, Palma de Siete Puertas) como cultivos más representativos de los que se producen en el espacio de bancales de la zona de estudio.

Supuesto nº1	m ³ Mampostería seco rústico, espesor <= 50 cm, h<= 2 m, D<= 3 km Mampostería en seco, con terminación rústica, en alzados de muros hasta 50 cm de espesor. Distancia máxima de la piedra de 3 km. Hasta una altura máxima de 2 m				
Código	Unidad	Detalle	Rendimiento	Precio Simple (€)	Precio
001004	h	Oficial 1ª	3,1000	18,3800	56,98
001009	h	Peón régimen general	3,1000	15,7000	48,67
Po2036	m ³	Piedra para mampostería, hasta 50 Kg	1,1000	5,7900	6,37
% 2,5 CI	%	(en cantera)	2,5000	112,0200	2,80
% 4,0 GG	%	Costes indirectos 2,5%	4,0000	114,8200	4,59
lo2027	m ³	Gastos generales 4,0%	1,3000	1,8500	2,41
		Transporte materiales sueltos (obra), camión basculante D<= 3 Km		TOTAL	121,82 €/m
Supuesto nº2	m ³ Reconstrucción muros mampostería con material derribo Reconstrucción de mampostería, con materiales procedentes del derribo de antiguas mamposterías, sin careado ni incorporación de materiales nuevos. En caso de incorporar nuevos materiales se valorarán por separado				
Código	Unidad	Detalle	Rendimiento	Precio Simple (€)	Precio
001017	h	Cuadrilla A	1,3740	43,3500	59,56
% 2,5 CI	%	Costes indirectos 2,5%	2,5000	59,5600	1,49
% 4,0 GG	%	Gastos generales 4,0%	4,0000	61,0500	2,44
				TOTAL	63,49 €/m

Tabla II. 41 . Coste de restauración de los muros de los bancales. Fuente: TRAGSA 2011: 325 y 361).

Si se parte de la premisa de que el bancal, o conjunto de bancales a restaurar, van a seguir con el aprovechamiento agrícola para el que se construyeron, en el análisis de costes debe sumarse a la cuantía de la reposición de los muros y los costes de producción agrícola anual por unidad de superficie (semillas, agua de riego, fertilizantes, productos fitosanitarios y mano de obra y maquinaria, si procediese). Por su parte, en el apartado de beneficios o ingresos, debe estimarse la producción anual (kg/m² x cosecha) de la parcela y el precio de venta (€/kg), según precio de mercado vigente y estimaciones futuras. A partir de la estimación del beneficio neto anual (Beneficio-Coste) se puede llegar a determinar cuándo se alcanza el punto de amortización, o momento en el tiempo en que el conjunto de beneficios obtenidos iguala al conjunto de costes que ha ocasionado. A partir del punto de amortización (*break-even point*), el sistema entra en fase de aportar beneficios netos económicos al agricultor que acomete dicha inversión. También se puede calcular, siguiendo ese mismo procedimiento, el período de amortización (*payback*) o período de tiempo que transcurre desde que los costes son máximos (año de la restauración del muro) hasta que se alcanza el punto de amortización, es decir, cuándo va a obtener beneficios el agricultor por su trabajo-inversión. Éste es el procedimiento seguido para el cálculo de la rentabilidad económica de las dos unidades de bancales dedicados al cultivo de

plátanos y de papas, con la pertinente consulta de sendos estudios de rentabilidad económica reciente de dichos cultivos (Cáceres Hernández, *et al.*, 2012 y Falcón y Cubas, 2010).

Criterios territoriales

Por último, se entiende por criterios territoriales la asignación de usos previstos en los diferentes instrumentos de ordenación del territorio, desde las diferentes administraciones públicas autonómicas, insulares y municipales para los espacios abancalados. Se obtiene la información necesaria a este respecto a partir de la consulta documental (memorias y planos) de los planes generales de ordenación de los municipios de Las Palmas de Gran Canaria y de Santa Brígida, así como de los Planes Especiales de los Paisajes Protegidos de Tafira y de Pino Santo. Todo ello, con el objeto de averiguar el grado de "compatibilidad" de los usos y actuaciones permitidas en esos espacios con la restauración y conservación de los mismos. Finalmente se comprueba que la ordenación y gestión de las 24 unidades de bancales seleccionadas por su prioridad para la restauración son competencia del cabildo de Gran Canaria (13 se localizan en el interior del Paisaje Protegido de Pino Santo) y del ayuntamiento de Santa Brígida (las 11 restantes).

CAPÍTULO III. ORGANIZACIÓN DEL PAISAJE AGRÍCOLA: FACTORES ECOANTRÓPICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL APROVECHAMIENTO HUMANO DEL TERRITORIO

En este capítulo se analizan los factores naturales y humanos que intervienen en la configuración actual de la cuenca del Guinguada, en especial, de su espacio agrícola. En él se consideran, entre los factores del medio natural, aquellos que inciden directamente en el territorio donde se desarrolla la actividad agrícola como son las geoformas, los condicionantes climáticos, los suelos y la vegetación. Y, entre los humanos, se hace especial hincapié en aquellos relacionados con los pobladores de este espacio, especialmente en los que inciden en las transformaciones recientes de este territorio, tales como la desagrarización en unos sectores y la superpoblación, en otros, asociados a la ocupación urbana.

3.1. El relieve: una orografía muy accidentada con escasas superficies llanas

La cuenca hidrográfica objeto de estudio se caracteriza por sus reducidas dimensiones (65 Km²) y por su dilatada historia geológica. La primera característica destacable de su relieve es la gran variedad de materiales geológicos y de geoformas que presenta. Para poder entender el aspecto actual de su morfología es preciso conocer la historia de su construcción, prestando especial atención a los mecanismos volcánicos y a la dinámica erosiva que tienen lugar a lo largo de la misma. Por ese motivo, este apartado se estructura en dos epígrafes: en el primero se describe la historia de su formación y los materiales geológicos que se crean y, en el segundo, se identifican y describen las geoformas resultantes.

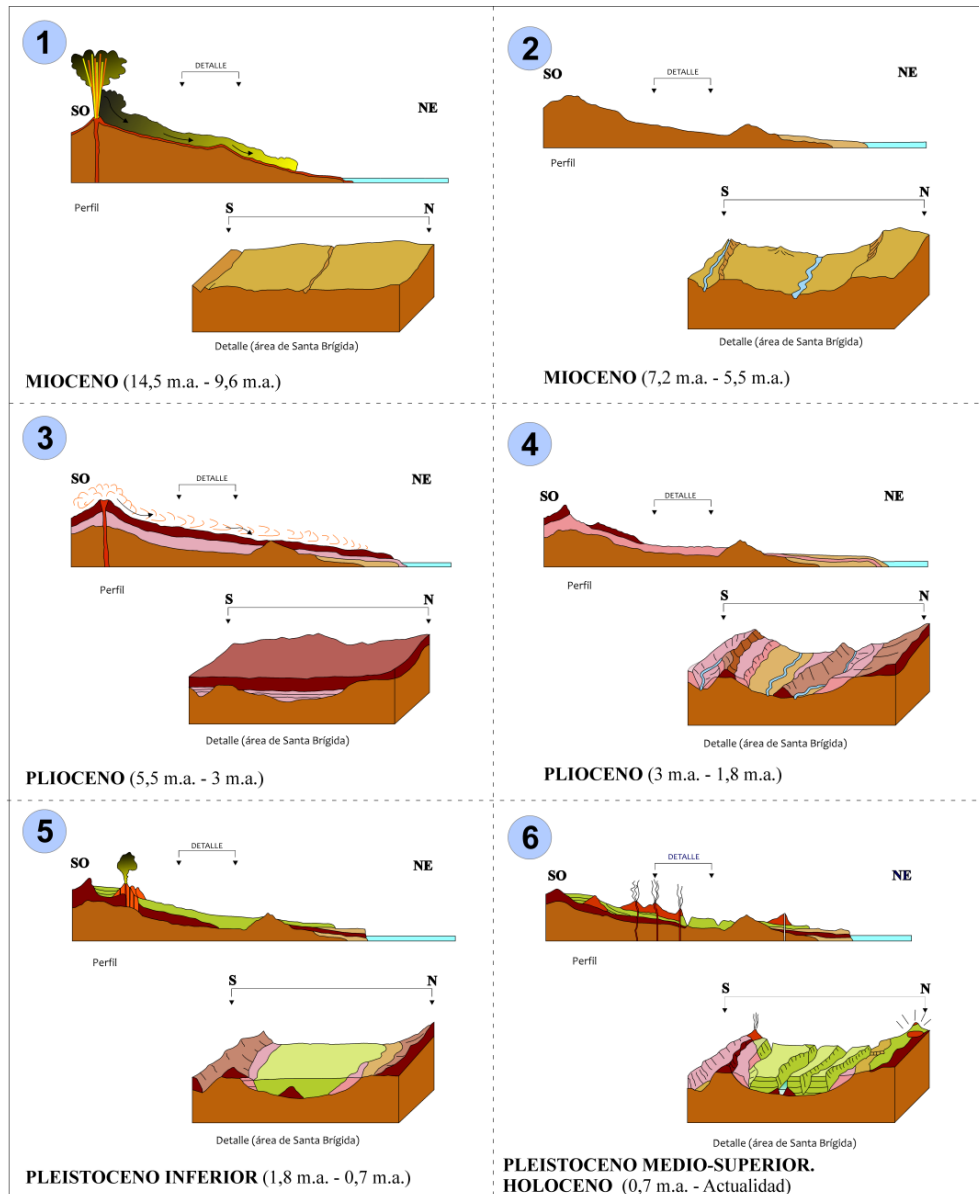
3.1.1. Fases de construcción y modelado del relieve

La historia geológica de esta unidad de relieve resulta de la sucesión temporal, e incluso de la simultaneidad de procesos sobre un mismo espacio (figura III.1). Estos unas veces construyen (superposición de materiales volcánicos) y otras destruyen (incisión y reincisión de barrancos sobre dichos materiales o relleno de los cursos fluviales y creación de depósitos sedimentarios). Esta cuenca se forma a lo largo de tres grandes ciclos eruptivos, denominados primer ciclo, ciclo Roque Nublo y ciclo Post Roque Nublo con intervalos erosivo-sedimentarios que tienen lugar durante el proceso constructivo (MAGNA, 1991) cuyos rasgos fundamentales se describe a continuación.

Durante el primer ciclo magmático (14,5 y 8,5 m.a.; Mioceno Medio-Mioceno Superior) se construye el primer edificio insular emergido. Se trata de una megaestructura en escudo, de mayores dimensiones que el edificio insular actual, en el que se superponen apilamientos de coladas basálticas, luego depósitos de materiales félsicos (traquitas y riolitas) y, finalmente, depósitos de magmas félsicos (traquitas y fonolitas).

Esta cuenca se sitúa en el flanco nororiental del paleoescudo. En ella sólo se aprecian en superficie, restos de los materiales del techo de dicho edificio: coladas fonolíticas y depósitos ignimbríticos soldados tipo "block and ash" y sin soldar "ash and pumice". Estos depósitos constituyen rampas lávicas (figura III.1¹), superficies estructurales en las que se canalizan las escorrentías y se depositan materiales volcánicos y sedimentarios de las etapas posteriores. Se localizan en el tramo inferior de la cuenca (Barrio de San Nicolás, Tres Piedras y Llanos de M^a Rivera).

Hay una etapa de inactividad volcánica insular, entre 7,2 y 5,5 m.a. (Mioceno superior) donde los agentes de modelado realizan su labor creando una primitiva red radial de barrancos, dejando en resalte los materiales rocosos de mayor resistencia a la meteorización y creando extensos depósitos de materiales sedimentarios en las partes bajas de la isla. En este período se define la orientación y dirección dominante NE-SO de los principales cauces de la cuenca (figura III.1²), aparecen cerros fonolíticos que son residuos del edificio anterior y que actúan, desde este momento, como divisoria topográfica, en su tramo medio. Por su parte, en la desembocadura se genera un amplio delta sedimentario que resulta de la deposición de buena parte de los materiales arrancados (traquíticos-fonolíticos) desde el interior de la isla. Dicho depósito sedimentario se denomina Miembro Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas.



EVOLUCIÓN CUENCA GUINGUADA

- | | |
|--|---|
| 1 Crecimiento en escudo (lavas y piroclastos básicos y félsicos) | 4 Dominio de la erosión |
| 2 Dominio de la erosión | 5 Volcanismo basáltico del Rift Post Roque Nublo |
| 3 Actividad del estratovolcán Roque Nublo (lavas y aglomerados) | 6 Volcanismo reciente y actual. Volcanismo monogénico disperso (Post Roque Nublo) |

EVOLUCIÓN SECTOR SANTA BRÍGIDA

- | | |
|--|---|
| 1 Relieve estructural (rampas lávicas) | 4 Vaciado y ampliación del valle |
| 2 Primera excavación del valle | 5 Basaltos del valle. Relleno del valle |
| 3 Relleno del primer valle | 6 Excavación de los basaltos del valle por nuevos barrancos con perfil transversal en "V" |

Figura III. 1. Diagrama evolutivo de la cuenca del Guinguada y del sector de Santa Brígida. Fuente: modificado de Hansen, 2001: 20-26.

La Formación Detrítica de las Palmas (en adelante, FDLP) es un conjunto de depósitos volcanoclásticos y sedimentarios (marinos y terrestres) situados estratigráficamente entre los materiales volcánicos fonolíticos del primer ciclo y las coladas basálticas del ciclo Post Roque Nublo (en adelante Post R.N.). Está compuesta por tres niveles de edades y naturaleza diferente (inferior, medio y superior) y presenta en planta, una superficie con forma triangular, con vértice en Santa Brígida y márgenes en Arucas y Telde. El Miembro Inferior de dicha Formación Detrítica es un depósito de origen sedimentario subaéreo que forma una llanura de inundación situada a los pies de la zona montañosa central, donde los cursos de agua depositan su carga. Se encuentra en la parte inferior de las laderas de Bco. Guiniguada y de Bco. Seco, entre los 80 y 100 metros de altitud.

La actividad eruptiva se reanuda en el Ciclo Roque Nublo (Plioceno, 5,5 - 3 m.a. según Lietz y Schmincke, 1975 e ITGE, 1992). Se caracteriza por ser "un ciclo volcánico evolutivo completo" debido a la variedad de mecanismos eruptivos y de depósitos que genera (Anguita, 1972). Comienza con la construcción de un campo de volcanes situado en el sur de la isla cuyas coladas rellenan parcial (coladas intracanyon) o totalmente los cauces (figura III.2) y evoluciona hacia mecanismos eruptivos de máxima explosividad, con la construcción de un estratovolcán (Roque Nublo) y de varios domos de composición ácida. La etapa inicial de este ciclo coincide con una transgresión marina con la que el mar ocupa parte de la llanura aluvial y genera el Miembro Medio de la FDLP cuyos depósitos muestran contemporaneidad de procesos erosivo-sedimentarias con emisiones lávicas, datadas en unos 4,4 m.a. Contiene materiales detríticos formados por arenas y limonitas litorales fosilíferos y conglomerados con bloques líticos de hasta 60 cm de diámetro y emisiones lávicas.



Figura III.2. Depósitos de ignimbritas del primer ciclo (1) (Dragonal Alto), colada basáltica "intracanyon" del ciclo Roque Nublo (2) (Palma de Siete Puertas) y cono de piroclastos de reciente construcción (3) (Monte Lentiscal). Foto: Claudio Moreno.

El estratovolcán Roque Nublo se localiza en un sector comprendido entre Las Mesas y Los Llanos de la Pez (Anguita, García y Araña, 1989 y Pérez Torrado, 1992). Este edificio emite coladas y brechas volcánicas que rellenan los paleocauces, llegando en algunos sectores a colmatarlos (figura III.1³). Coincidiendo con su fase más explosiva se produce su colapso y continúa su actividad funcionando como una caldera explosiva en la que se intercalan fases de relleno lávico y sedimentario con procesos erosivos que evacúan parte de los materiales. Por su parte, los domos volcánicos que surgen al final del ciclo, se localizan en la cabecera de la Hoya del Gamonal (Cruz del Saucillo, Roque Saucillo y Risco Caído, datados en unos 2,8 m.a.) y sus coladas se desplazan hacia las zonas de Tenteniguada y Cuevas Blancas, fuera de los límites de esta cuenca (figura III.3). Durante este ciclo aumenta notablemente el volumen topográfico de la cuenca y se configura buena parte de sus límites.



Figura III.3. Domos y pitones fonolíticos del ciclo Roque Nublo. (Roque Saucillo (1) y Cruz de Saucillo (2), Hoya del Gamonal, Vega de San Mateo).

Al final del segundo período magmático (Roque Nublo) se le superpone el comienzo del tercero (ciclo Post R.N.) que coincide con una nueva fase erosiva (3,5 m.a.-2,8 m.a; finales del Plioceno). Durante ésta y coincidiendo con unas características climáticas más húmedas que las actuales, se produce la meteorización de los depósitos lávicos y piroclásticos del Roque Nublo y Post R.N., se activan procesos de dinámica de vertientes de gran envergadura y se reinciden las líneas de drenaje (figura III.1⁴). Los materiales relacionado con coladas piroclásticas y lahares más los desalojados de las vertientes y canalizados por los cauces forman el Miembro Superior de la FDLP que se sitúa sobre los anteriores. Se trata un enorme paquete de materiales muy heterométricos, con una estratificación grosera subhorizontal cuyos elementos líticos son redondeados y subredondeados y de variada composición (basaltos, tefritas, traquitas, fonolitas y brechas volcánicas) de los ciclos eruptivos Roque Nublo y Post R.N. El origen de este depósito volcano-sedimentario es semejante al del Miembro Inferior de la FDLP y los restos de esta plataforma se aprecian en una amplia superficie del sector de la desembocadura de la cuenca en la que se intercalan barrancos (Guinguada, Los Toledos, La Calderina y Barranco Seco) con interfluvios alomados (figura III.4).



Figura III.4. Interfluvios en lomo y barrancos incididos sobre el Miembro Superior de la FDLP (Barranco Seco, Las Palmas de Gran Canaria). Foto: Claudio Moreno.

También aparece un afloramiento de éste depósito detrítico en un sector distal ubicado en el casco del pueblo de Sta. Brígida. Pertenecen también a este período evolutivo extensas y potentes superficies edáficas y de elevada aptitud agrológica como la que se localiza en la divisoria topográfica norte de la cuenca, entre Aríñez y Pino Santo. La cuenca adquiere en este período los límites actuales, pues son las brechas volcánicas y las coladas basálticas Roque Nublo las que edifican esa potente muralla topográfica que la individualiza de las cuencas vecinas, y a la que las erupciones volcánicas posteriores (Ciclo Post Roque) sólo modificarán puntualmente su fisonomía.

El último ciclo eruptivo Post Roque Nublo (de 3,5 m.a. hasta la actualidad) se caracteriza por la construcción, en esta cuenca, de unos 25 edificios volcánicos formados por mecanismos estrombolianos (algunos con freatomagmatismo) con la emisión de productos volcánicos (coladas y piroclastos) de mucha menor volumetría que los períodos precedentes. El resultado final es la construcción de superficies lávicas, muchas de las cuales se canalizan por la red de barrancos ("coladas intracanyon") y depósitos piroclásticos que se superponen a los relieves preexistentes. Muchas de esos depósitos

lávicos son disectados por la red hidrográfica posterior conformando lo que se denomina "rampas lávicas" que conforman interfluvios planos.

Las coladas emitidas durante la primera fase se superponen a los materiales Roque Nublo ocupando una vasta extensión superficial de estructura tabular, conocidos como "basaltos de meseta" (Boucart y Jeremine, 1937) y de pendientes suaves que abarcan buena parte de la cuenca alta actual.

Las coladas del Post Roque Nublo, junto con los materiales del ciclo Roque Nublo, son las responsables de la elevada altitud de la cuenca actual y los conos contribuyen a la compartimentación del relieve en subcuencas hidrográficas, paralelas en la cabecera y convergentes en los tramos medio y bajo de la misma.

También pertenece a este ciclo eruptivo un conjunto de diques de naturaleza basanítica-nefelínica que constituyen los salideros de uno o varios edificios piroclásticos estrombolianos que quedan en resalte por la intensa actividad erosiva que tiene lugar en la cabecera meridional de la cuenca (Camaretas y Hoya del Gamonal). Durante los periodos de inactividad volcánica que tienen lugar durante el ciclo Post Roque Nublo se alteran las superficies construidas en dicho periodo y se termina de configurar la red hidrográfica hasta conseguir el aspecto actual.

Durante los últimos 300.000 años se construyen los 7 últimos conos volcánicos que existen en la cuenca del Guinguada (Lietz y Schmincke, 1975). Los edificios y los materiales volcánicos de este periodo presentan características estrombolianas, pero en este caso, los piroclastos presentan un menor grado de oxidación (piroclastos negros) y las coladas un aspecto más reciente. La actividad volcánica de este período no modifica los rasgos morfoestructurales de la cuenca pero si significa el "enriquecimiento de las morfologías de detalle, un aumento de los volúmenes topográficos y, en algunas áreas, una modificación importante o una fosilización de los relieves preexistentes" (Hansen, 1987 y Rodríguez-González, *et al.*, 2008:1.342). Destacan por su aspecto "fresco", por su interferencia con el sistema fluvial y por su extenso manto de piroclastos, los volcanes Monte Lentiscal (datado en 2.200 años antes del presente) y Montaña de Troya, situados en el tramo inferior y medio de la cuenca respectivamente (figura III.5.).



Figura III.5. Cono de piroclastos reciente (Montaña de Troya, Vega de San Mateo). Foto: Jorge Mongil.

Para finalizar con el relato de la historia geológica de esta cuenca hidrográfica, cabe señalar que, durante este último período eruptivo insular los cambios climáticos cuaternarios (períodos glaciares e interglaciares) y las variaciones del nivel del mar (regresiones y transgresiones marinas, respectivamente) asociados a ellos dejan su huella con la creación de geformas sedimentarias de muy diversas características, entre los que destacan: plataforma y cantil costero, depósitos lacustres, depósitos aluviales o de barranco, depósitos coluviales o de vertientes y suelos.

La plataforma y el cantil costero situados en la desembocadura de la cuenca se producen durante la transgresión marina jandiense que corresponde con el último interglaciar, datado en 125.000 años antes del presente (Meco, 1986 a y b; Meco *et al.*, 1987). La erosión marina acantila los depósitos sedimentarios de la FDLP y produce un escarpe de unos 8-9 metros sobre el nivel actual del mar sobre la que se asientan los riscos de la ciudad. Por su parte, fruto de la localización del edificio volcánico construido hace 2.200 años B.P., denominado Monte Lentiscal, en el cauce del barranco de La Angostura, se obtura temporalmente la salida natural de las aguas fluviales en ese tramo y se crea un depósito lacustre de unos 6 metros de espesor en su ladera occidental (figura III.6).



Figura III.6. Depósito lacustre (Puente de La Angostura, Santa Brígida). Foto: Cabildo de Gran Canaria.

Existen varios ejemplos de depósitos aluviales antiguos, como los que hoy en día se encuentran seccionados por el cauce actual del barranco, en la cabecera del barranco de La Mina y, en la confluencia del mismo con el de Las Lagunetas. Pero los más espectaculares por su longitud y potencia, reflejo de la elevada energía empleada por este sistema de transporte en épocas de lluvias torrenciales, son los depósitos aluviales situados en el barranco de La Angostura-Guinguada. Los depósitos de ladera y coluviones más importantes de la cuenca son los que se sitúan en la cabecera de la Hoya del Gamonal, formados por fragmentos básicos del ciclo Post Roque Nublo y en el barranco de La Mina-Alonso, por restos de coladas y brechas basaníticas y fonolíticas del ciclo Roque Nublo.

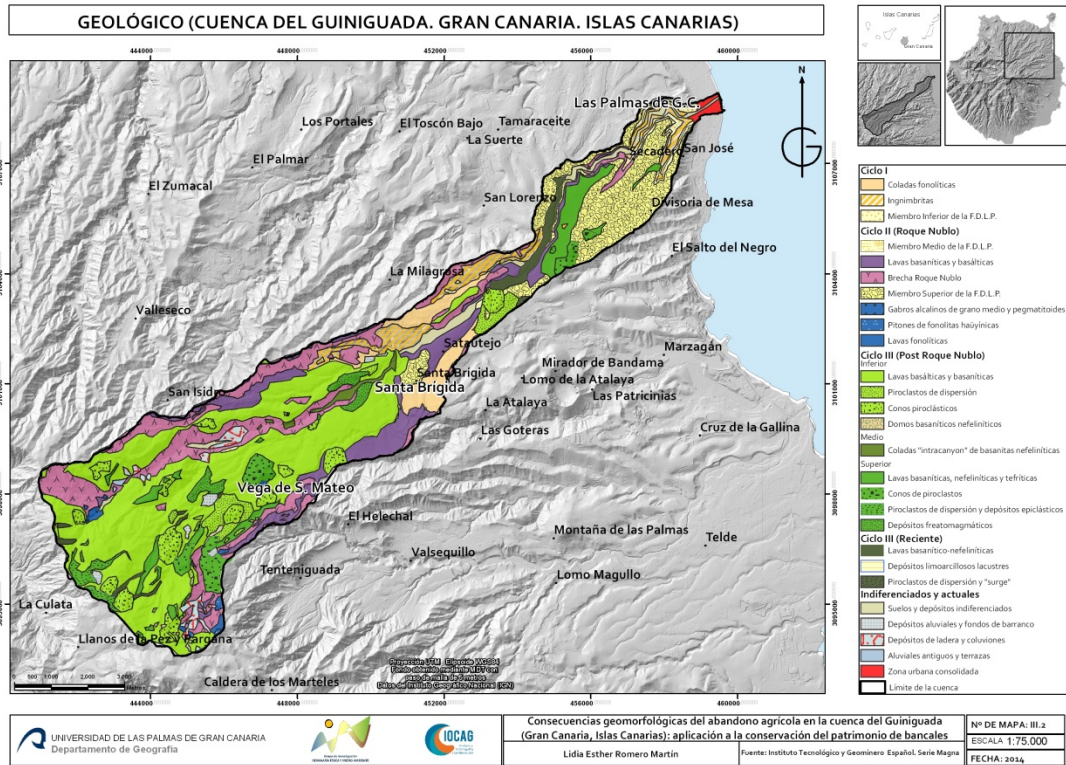
Por último, existen depósitos edáficos (arcillosos y limo-arcillosos) originados por la alteración "in situ" de los depósitos lávicos y piroclásticos del ciclo Post Roque Nublo, entre los que destacan los situados en superficies llanas o en pequeñas depresiones como los de La Lechuza, Pino Santo, Montaña Cabreja y Lomo de los Horraderos. Destacan por su importancia agrológica, los procesos de edafización que se producen sobre los

depósitos piroclásticos cuaternarios en los que se crea un suelo rojizo, de textura granulosa, fácilmente disgregables y con espesores considerables, en la zona comprendida entre San Mateo y Lomo Piquillo.

Como consecuencia de lo expuesto en los párrafos anteriores, resulta una unidad hidrogeomorfológica, la cuenca del Guinguada, rica en materiales litológicos de naturaleza y edad diversa (mapa III.1).

Los materiales más abundantes son los del ciclo Post Roque Nublo, pues ocupan el 44,92% de la superficie de la cuenca y más concretamente los depósitos de lavas basálticas, basaníticas y basanítico-nefeliníticas que se depositan en el primer período del ciclo (Pleistoceno Inferior). Ocupan el 32,4% de la superficie de la cuenca y suponen el 72,19% del material emitido durante ese tercer ciclo eruptivo. Le siguen en importancia los materiales del segundo ciclo (Ciclo Roque Nublo) que se extienden por el 35,13% de la cuenca, siendo la brecha volcánica Roque Nublo el material más abundante. El residuo de brecha volcánica Roque Nublo supone actualmente el 14,52% de la superficie de la cuenca y representa algo menos de la mitad de los materiales del segundo ciclo, concretamente el 41,33%.

De lo expuesto se deduce que son los materiales de origen volcánico los que más ampliamente se extienden por la cuenca (piroclastos, coladas básicas y brechas). Por su parte, los materiales de origen sedimentario de mayor extensión superficial se corresponden con el Miembro Superior de la FDLP que se depositan, como ya se indicó, en el tramo bajo de la cuenca y suponen el 11,01% de la superficie de la misma.



Mapa III.1. Geológico

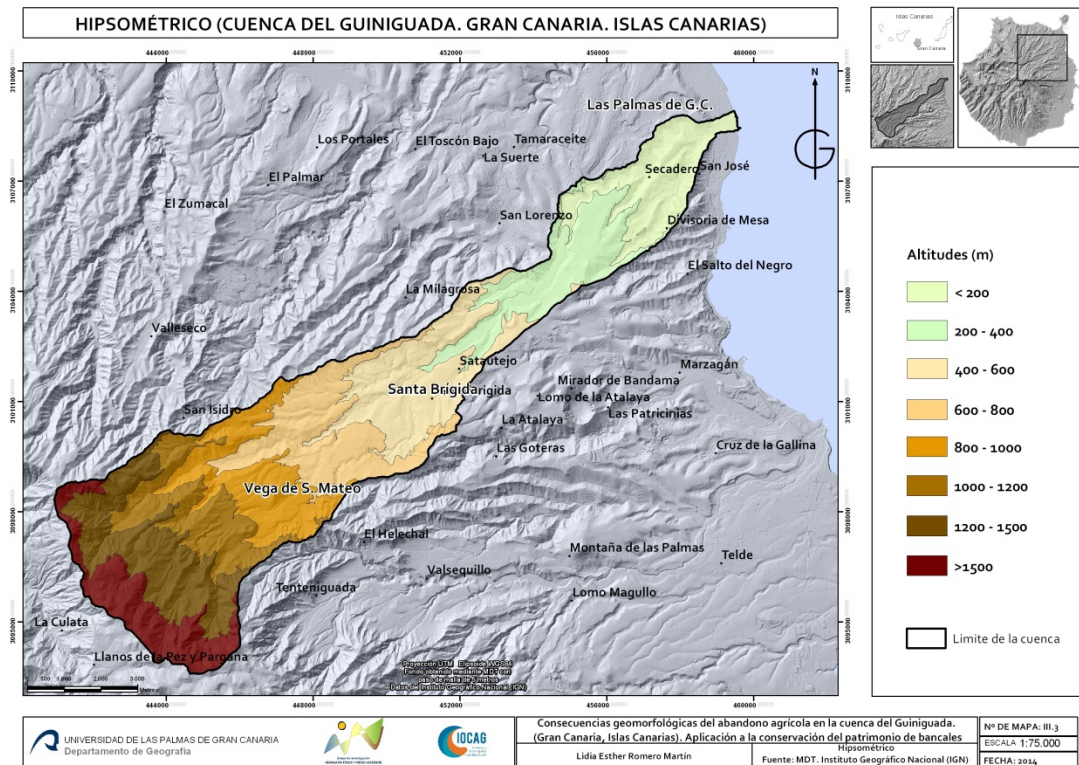
Por último, cabe señalar que los conos piroclásticos y los piroclastos de dispersión suponen apenas el 10,8% de la superficie de la cuenca, entre los que destacan los pertenecientes al ciclo Post Roque Nublo, con el 10,8% de la superficie de la cuenca.

Resulta interesante destacar la importancia de determinados materiales geológicos en la construcción del paisaje de bancales de esta cuenca por su contribución en el rico patrimonio cultural de los muros de los bancales aportándole una variada gama de calidades constructivas a los mismos. El material litológico más usado es el bloque extraído de los depósitos lávicos de basaltos, pero también existen bancales construidos con lajas de fonolitas, con bloques y cantos subredondeados de los depósitos aluviales y de los depósitos de ignimbritas, ambos situados en la cuenca baja.

3.1.2. Las formas del relieve

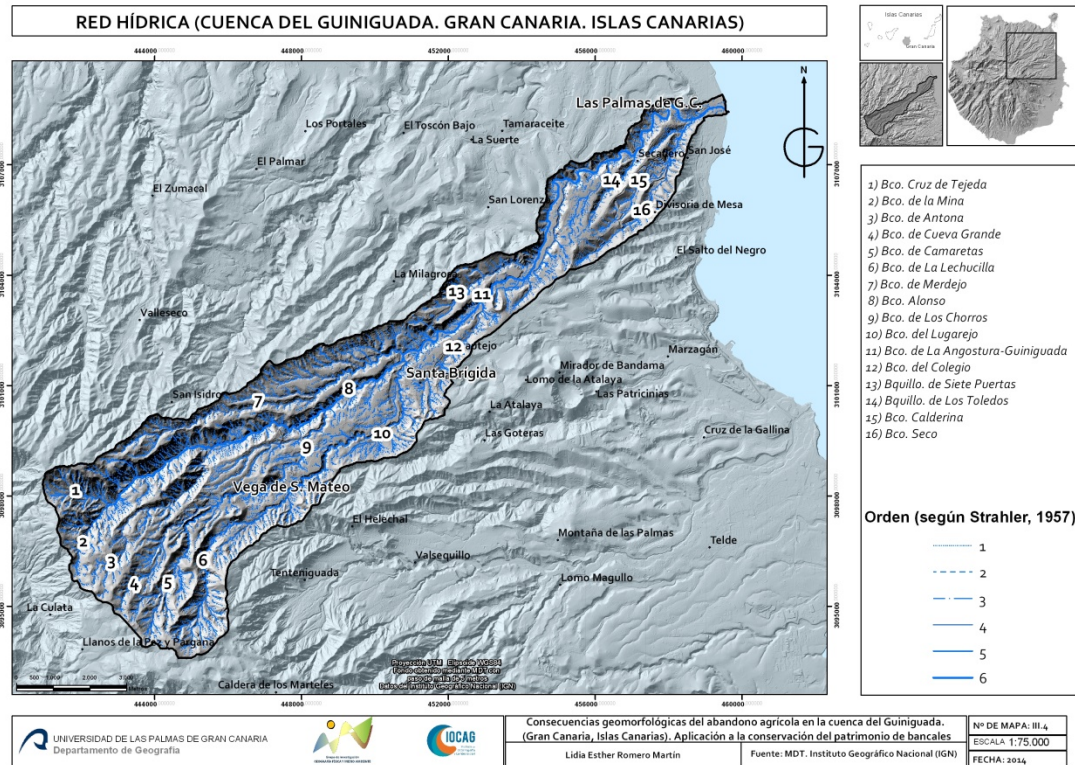
Si se tratara de describir en una sola frase la geoforma que resulta de la evolución morfogenética descrita se podría señalar que la cuenca del Guinguada es “un valle viejo donde se han instalado otros nuevos” (Hansen, 2001: 17).

Su localización en la denominada Neocanaria (Hausen, 1962) determina el predominio de materiales volcánicos pliocuaternarios y de morfologías juveniles, esto es, formas volcánicas directas y barrancos encajados separados por interfluvios alomados (Santana y Naranjo, 1992). Presenta una disposición NE-SO y el relieve asciende, de forma general, del NE al SE, en donde se localizan sus puntos más elevados, la Cruz del Saucillo (1.800 m.) y Montaña El Salado (1.791 m.) (mapa III.2). Por otra parte, el análisis de la distribución superficial de las altitudes, agrupadas por geoambientes, muestra la mayor extensión en el ámbito de las medianías que supone el 67,26% de la superficie de esta cuenca.



Mapa III.2. Altitudes

Sobre este relieve masivo se incide una red hidrográfica cuyos cursos presentan, en la actualidad, un funcionamiento propio de las regiones áridas (Tricart, 1977), es decir, carácter ocasional. Presenta una morfología mixta con "avenamiento paralelo"¹ en su tramo superior (cumbre y medianías altas) y "avenamiento pinnado" (Monkhouse, 1978) en medianías bajas y en la costa (mapa III.3).



Mapa III.3. Red hídrica

El elevado coeficiente de torrencialidad (570 cauces de orden 1/65 Km² de superficie de la cuenca) de sus vertientes es la causa de esta cuenca alcance un nivel de jerarquización de orden seis. Se puede diferenciar, atendiendo al número de cauces y a la disposición espacial de los mismos, tres áreas: cabecera, tramo medio y desembocadura.

- La cabecera está compartimentada en seis barrancos que de Norte a Sur son: Cruz de Tejeda, La Mina, Antona, Cueva Grande, Camaretas y La Lechucilla. Todos ellos presentan una inflexión en su dirección, pues comienzan de S a N para

¹ "avenamiento paralelo" líneas de drenaje cuyas arterias y cursos afluentes son virtualmente paralelos unos a otros y "avenamiento pinnado" es aquel cuyas corrientes o afluentes principales reciben un gran número de afluentes a cortos intervalos y en ángulo agudo, como una pluma.

posteriormente tomar la disposición general de la cuenca (SO-NE). La excepción la constituye el barranco de la Cruz de Tejeda pues su dirección es NO-SE. Es un sector fuertemente abarrancado como lo demuestran los elevados valores de jerarquización (orden 3 y 4) que alcanzan sus cursos.

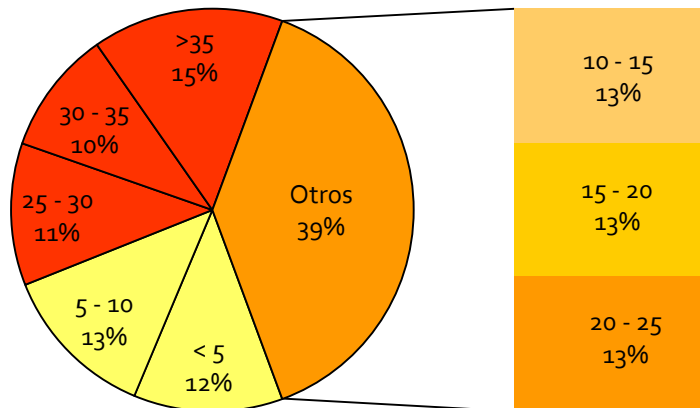
- El tramo medio es el sector donde la red comienza a simplificarse, pasando de siete a tres cauces. En el sector de Las Meleguinas se produce esa confluencia y la red adopta un avenamiento pinnado, es decir, se produce la convergencia en ángulo agudo.
- La desembocadura es donde se alcanza el mayor orden de la cuenca (orden 6) como resultado de la unión de los barrancos de Merdejo y Alonso. A partir de este punto, hasta el contacto con el mar, el colector principal denominado Barranco de La Angostura-Guiniguada, sólo recibe el aporte de cinco pequeñas cuencas. La característica más destacable de este sector es el ensanchamiento y trazado meandriforme del cauce principal (el de ángulo más pequeño y máxima longitud, según Horton), características que demuestran la pérdida de energía de las corrientes con la deposición de su carga sólida y el escaso gradiente altimétrico que ha de salvar.

Esta cuenca además se caracteriza por ser pequeña (65 Km²), corta (22 Km), estrecha (2,96 Km), con un perímetro reducido (54,63 Km) y una baja densidad de drenaje (3,8 Km de cauce/Km² de terreno) (Strahler, 1957).

Su divisoria topográfica presenta una clara disimetría altitudinal entre sus límites norte y sur (mayor cota en cabecera sur, en el tramo alto y mayor cota en límite norte desde el tramo medio hasta la desembocadura) y en ella abundan las degolladas, entre las que destacan las de Cruz de Tejeda y Becerra, en la cabecera norte.

Una cuarta parte de su superficie presenta pendientes suaves (<10°), aptas para su aprovechamiento agrícola (sin entrar a considerar otros parámetros agrológicos) (figura III.7). En cambio el 36,69% de la superficie presenta pendientes que exceden los límites recomendados para su cultivo por suponer un riesgo alto de erosión y por el elevado coste de construcción de las terrazas. Entre ambos valores, se encuentran aquellas superficies que si pueden dedicarse al aprovechamiento agrícola pero sólo con la construcción y el uso de bancales. Se trata de aquellos valores de pendiente comprendidos entre los 10° y los 25° que esta cuenca ocupan el 39% de su superficie.

Las pendientes inferiores a los 10° se localizan en los interfluvios que forman las vegas de Santa Brígida y San Mateo (mapa III.4), en los cauces de los barrancos más amplios (barranco de La Angostura y Guinguada), en algunas depresiones endorreicas (interior de la caldera de La Lechucilla y La Lechuza) y en los relieves planos elevados que se encuentran en la cumbre (Mesas de Ana López).



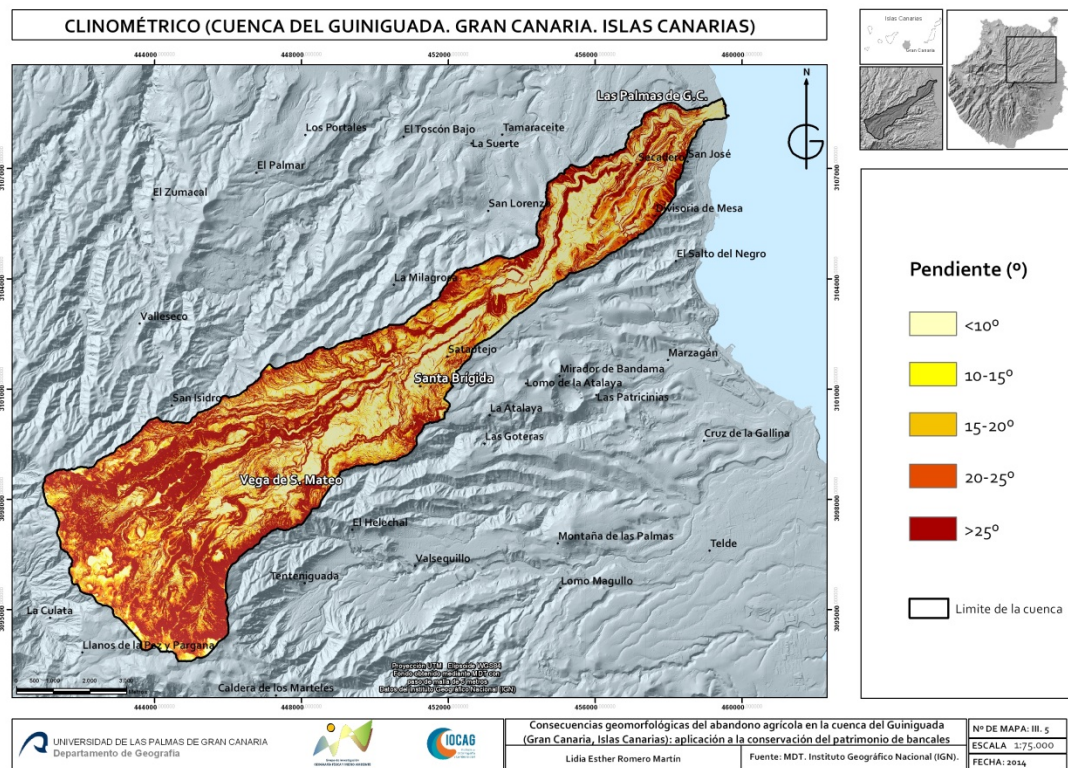
Rojo: no apto uso agrícola. Naranja: uso agrícola sólo con bancales. Amarillo: apto uso agrícola

Figura III.7. Frecuencia de las pendientes como factor agrícola limitante.

Por otro lado, las pendientes con valores comprendidos entre los 10° y 25° conforman las vertientes de los interfluvios alomados y agudos, de los numerosos conos volcánicos, así como de buena parte de la divisoria topográfica de la cuenca. Por último, los gradientes clinométricos más acusados se localizan en las medianías altas y cumbres, en los taludes de derrubios de las laderas de los barrancos de La Mina, Camaretas y La Lechucilla y en las paredes de los domos fonolíticos que se encuentran en la Hoya del Gamonal y en Camaretas.

En esta unidad de relieve existe un variado catálogo de geoformas de menor entidad entre las que destacan, por su mayor extensión superficial los barrancos, los interfluvios, las vertientes y los edificios volcánicos (Romero, 2004). Entre ellas destacan las vertientes por ser las unidades de relieve de mayor extensión superficial (64,59%), por su variedad (cóncavas, convexas y rectilíneas) y por ser las geoformas en las que se encuentra el grueso de la ocupación agrícola del espacio objeto de este

estudio. Son las vertientes rectilíneas las de mayor extensión superficial, pues suponen el 54,1% de las vertientes del Guinguada.

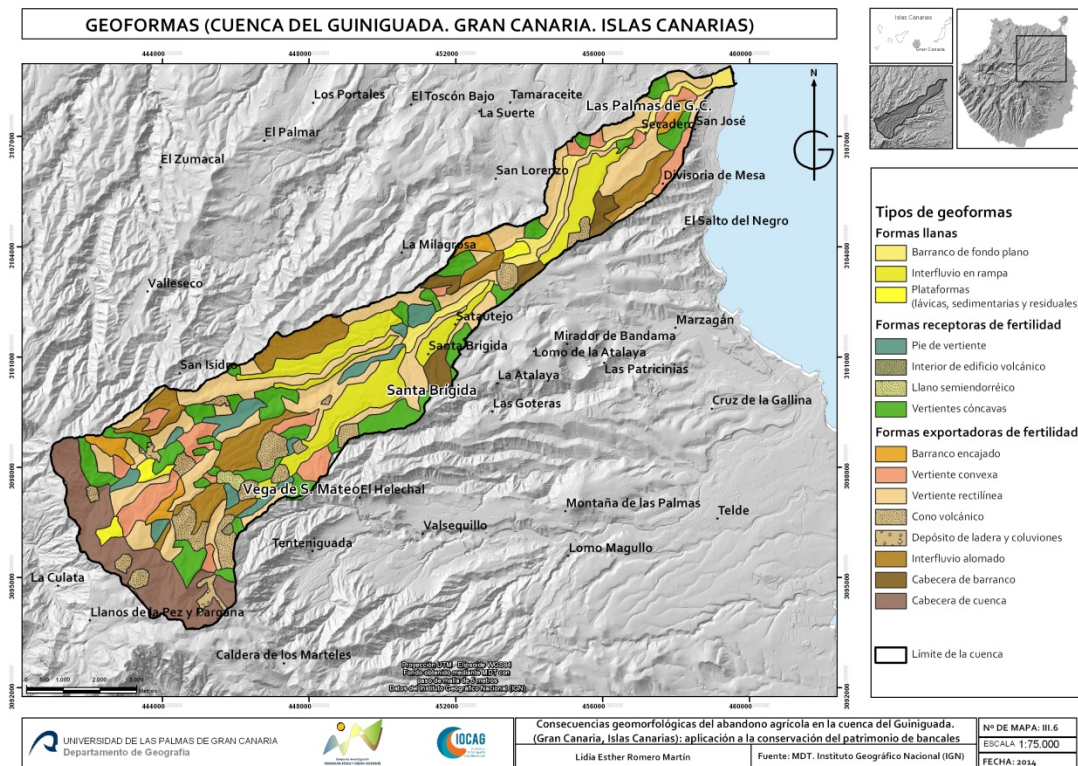


Mapa III.4. Pendientes.

También merecen ser destacadas, por su elevada aptitud agrícola (potencia edáfica) las llanuras semiendorréicas, de origen diverso que existen en esta cuenca. Algunas se ha formado por la interferencia de un edificio volcánico que provoca el estrechamiento del cauce del barranco preexistente (Hoya del Gamonal, Hoya Navarra, Hoya Troya, Hoya Capa), otras están ligadas a la red de drenaje (Hoya Aruca y Hoya de los Ajos, en Las Lagunetas; Hoya Grande, en Cueva Grande y Hoya de los Cardos, en el barranco de Antona). Una variante de las primeras son las depresiones que se forman a partir de la construcción de edificios volcánicos hidromagmáticos sobre un cauce, dando lugar a calderas freatomagmáticas que modifican el trazado del paleocauce, ensanchándolo y potenciando así la acumulación sedimentaria-aluvial posterior. Sirven de ejemplo Hoya Brava en barranco Alonso y La lechuza en el barranco de Los Chorros.

El análisis de la distribución espacial de las geformas (mapa III.5) permite identificar aspectos geomorfológicos y topográficos que resultan claves en el análisis de la

evolución experimentada por la ocupación agrícola y en la organización espacial de los diferentes modelos de campos. Las geoformas son aquellos espacios dotados de una forma relativamente homogénea y con unas peculiaridades geomorfológicas cuyo funcionamiento hidrológico, su capacidad para exportar o recibir sedimentos finos y oligoelementos, su diferente fertilidad, etc. dotan a cada unidad de unos rasgos bien definidos que los diferencia de las demás (Lasanta, 1985 y 1988).



Mapa III.5. Geoformas

Tras la delimitación de las geoformas, usando criterios de funcionamiento de las mismas en la dinámica de las escorrentías y en el transporte de sedimentos, se comprueba que existen tres grupos de geoformas en cuanto a sus aptitudes para el aprovechamiento agrícola: las llanas, las receptoras de fertilidad y las exportadoras de fertilidad.

- Las formas exportadoras de fertilidad son las que presentan un mayor desarrollo superficial (63,5%). Poseen suelos poco potentes y pendientes pronunciadas, por lo que funcionan como áreas exportadoras de fertilidad, de agua y de suelo. Está formado por las cabeceras, los barrancos encajados, las

vertientes rectilíneas y convexas, los interfluvios alomados, las faldas de los edificios volcánicos y los depósitos de ladera y coluviones. Entre ellas, destacan las vertientes rectilíneas pues suponen algo más de una cuarta parte de la superficie de cuenca.

- El segundo grupo es el de las formas llanas. Suponen el 18,62% de la superficie de la cuenca y se caracterizan por su reducido valor de pendiente por lo que neutralizan la circulación de los sedimentos. Está formado por los barrancos de fondo plano, los interfluvios en rampa y las plataformas lávicas o sedimentarias de carácter residual. Entre estas geoformas destacan los interfluvios en rampa pues suponen el 13,08% de la superficie de la cuenca.
- El grupo de las geoformas receptoras de fertilidad ocupan el 17,88% de la superficie de la cuenca. Estas geoformas son las que reciben y almacenan las escorrentías y los sedimentos, acumulan la mayor proporción de elementos finos, materia orgánica, nitrógeno y calcio y, por ello presentan los suelos más potentes y fértiles de la cuenca. Lo conforman las vertientes cóncavas, los pie de vertientes, el interior de los edificios volcánicos con cráter y los llanos semiendorreicos. Destacan, por su mayor extensión superficial, las vertientes cóncavas, con el 13,5% de la superficie de la cuenca.

3.2. El clima: la variedad de condiciones agroclimáticas

Esta cuenca presenta las características climáticas propias de los sectores de barlovento de Canarias. Su situación, en el noreste de la isla de Gran Canaria (Alisiocanaria), y su orientación (NE-SO) hacen que se encuentre regularmente afectada por las masas de aire húmedas que, cuando llegan a Canarias, lo hacen de componente NE (vientos alisios), NO (perturbaciones atlánticas) y, en menor medida, del SO (borrascas atlánticas con recorrido meridional) (Romero y Hernández, 1996). La configuración orográfica de esta cuenca es el factor geográfico que potencia los notables contrastes climáticos que existen en su interior. Esta unidad de relieve se presenta como un pasillo natural por el que se canalizan las masas de aire templado y húmedo que ascienden, conforme lo hace el relieve, y que se encuentran con una importante muralla topográfica al llegar a sus cabeceras, especialmente la meridional, donde se encuentra la cota más elevada y los escarpes más pronunciados de toda la cuenca.

3.2.1. El clima como recurso

Las características climáticas de esta cuenca están condicionadas por los cambios que impone la altitud y por la estratificación del aire propia del tipo de tiempo más frecuente en Canarias (inversión térmica por subsidencia dinámica), el "normal" o del anticiclón de las Azores. La temperatura media anual decrece, conforme se asciende en altitud con un gradiente medio de $0,6^{\circ}\text{C}/100$ metros, desde la costa hasta las medianías altas (980 metros, La Lechucilla) (figura III.8).

A partir de ese sector hasta la cabecera de la cuenca y, cumbre de la isla, se produce un significativo aumento térmico cifrado en $0,5^{\circ}\text{C}$ cada 100 metros. La causa se encuentra en la presencia de una capa de inversión térmica debida a la subsidencia del aire en el seno del anticiclón de las Azores de la que resulta la superposición de una capa cálida y seca sobre otra templada y húmeda inferior. A lo expuesto cabe añadir que ese decremento de las temperaturas del aire con la altura es muy acusado en los primeros 100 metros de desnivel topográfico.

Esto se debe a la propia configuración orográfica en ese sector, donde el relieve se eleva bruscamente desde la antigua plataforma de abrasión marina en la que se sitúa la ciudad baja hasta el paleoacantilado contiguo y los lomos, sobre los que se asienta la ciudad alta y los barrios periféricos de la misma.

Los valores de la temperatura media anual varían desde los 21°C en la costa baja (Junta de Obras del Puerto), desciende hasta los $16,6^{\circ}\text{C}$ en medianías bajas (Finca del Madroñal), se registra el valor más bajo en medianías altas, con $15,1^{\circ}\text{C}$ (La Lechucilla) hasta el ya citado aumento térmico de la cumbre, con $17,9^{\circ}\text{C}$ (Cruz de Tejeda).

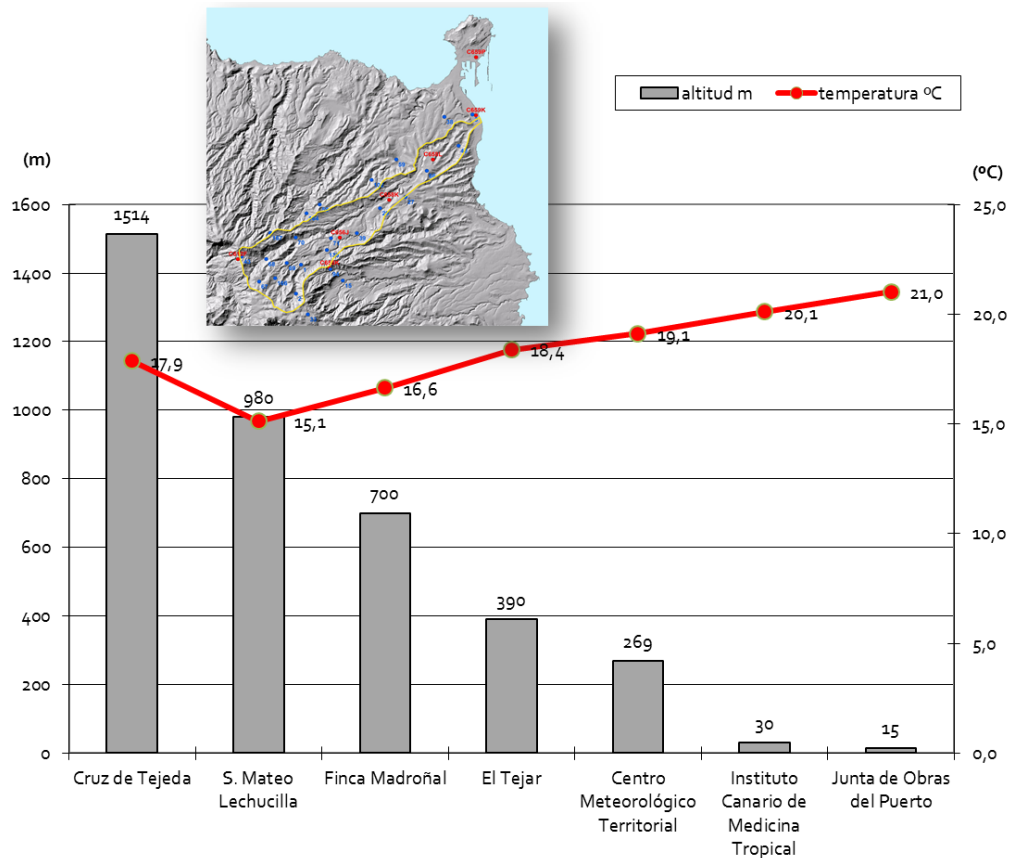


Figura III.8. Distribución altitudinal de la temperatura media anual. Fuente: AEMET.

Existe una clara gradación altitudinal en la amplitud térmica anual absoluta, que es mínima en la costa y máxima en cumbre, y en los valores medios anuales y medio de las máximas. Pero no ocurre así con las medias de las temperaturas mínimas, ni con la mínima absoluta en las que se aprecia una leve diferencia térmica entre las dos estaciones situadas en medianías (figura III.9).

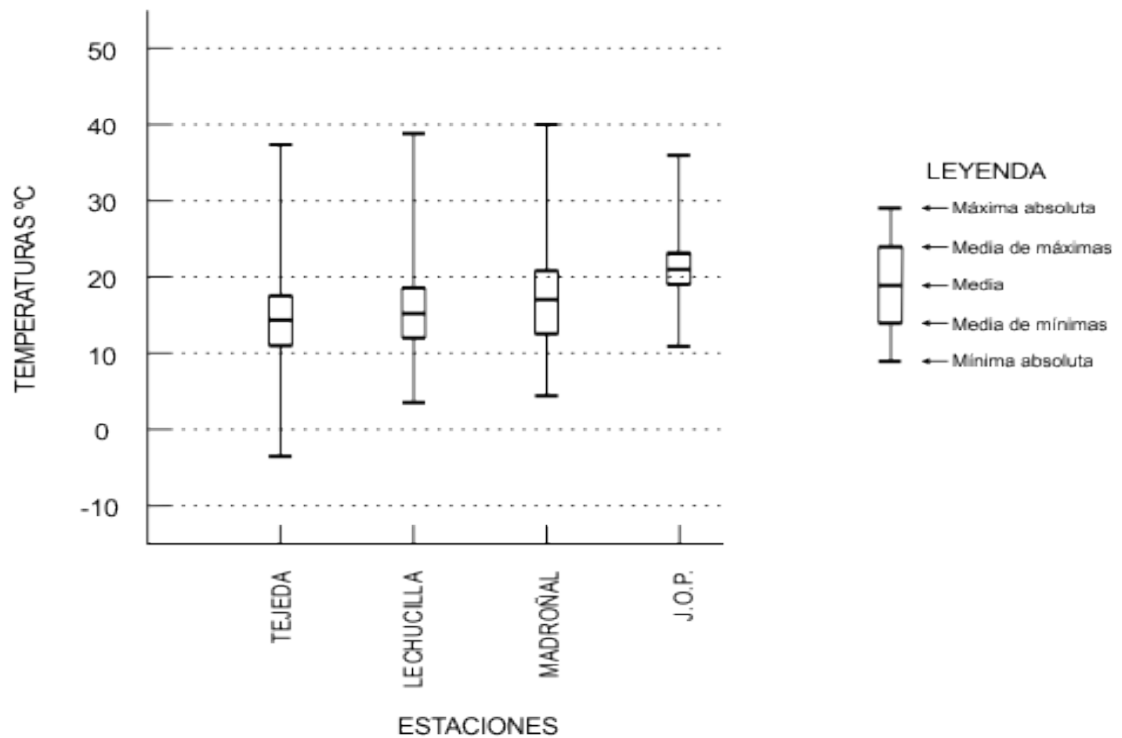


Figura III.9. Variación térmica anual de las temperaturas. Fuente: AEMET.

En el análisis del régimen térmico mensual de las estaciones situadas en los cuatro geoambientes (figura III.10) se aprecia la existencia de un período cálido en verano y comienzos del otoño (julio, agosto y septiembre), en el que la temperatura media mensual más alta se registra en la costa, con 24,2°C en el mes de septiembre y, la más baja, de 21°C, en los meses de julio y agosto, en las medianías altas y bajas, respectivamente. Por otra parte, el período frío comprende los meses de enero, febrero y marzo. Se registra el valor más bajo en la cumbre, con 9,5°C en marzo y el más elevado en la costa, con 18,3°C de temperatura media en el mes de febrero.

De lo expuesto se deduce una prolongación del período frío en la parte alta de la cuenca, hasta principios de la primavera, y del período cálido en la parte baja, hasta el mes de septiembre. Los valores de la amplitud térmica media anual muestran un incremento gradual conforme se asciende en altitud. La amplitud térmica es elevada en la cumbre y en medianías altas, con 12,4°C y 10,7°C respectivamente. Decece gradualmente con la altitud, con 8,3°C en medianías bajas y con 5,9°C, en la costa, donde alcanza el valor más bajo.

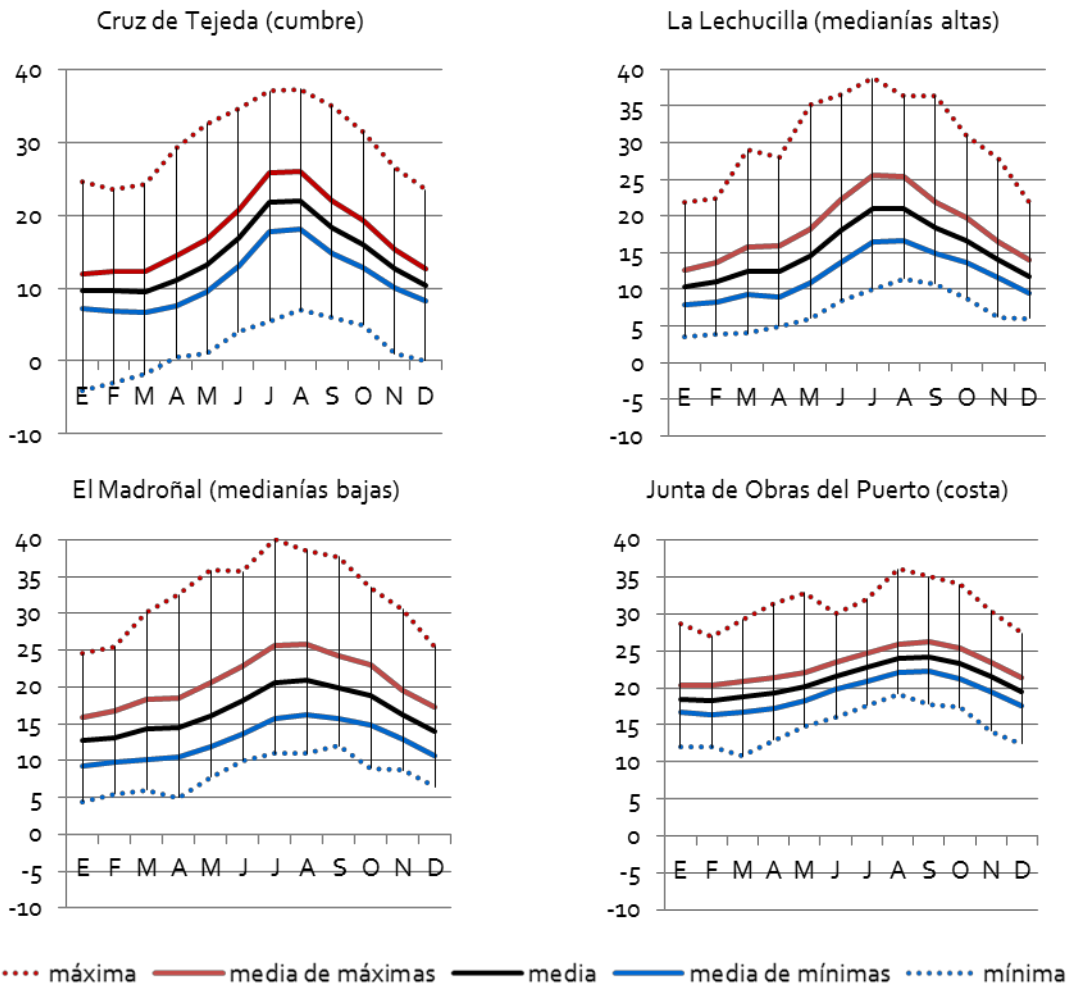


Figura III.10. Régimen térmico mensual. Fuente: AEMET.

Por lo que respecta a los valores extremos mínimos, éstos nos señalan el riesgo de helada durante los meses de enero, febrero y marzo en la estación de cumbre, y de la probabilidad de episodios fríos (<10°C) en más de ocho meses del año en las estaciones de medianías, especialmente en las medianías altas (La Lechucilla).

Los valores extremos máximos nos presentan unas medianías (altas y bajas) en las que las temperaturas superiores a los 34°C (umbral alerta amarilla por olas de calor en Canarias) se han producido durante el período de mayo a septiembre y en las que la temperatura más elevada del período de análisis alcanzó el valor de 38,8°C y 40°C en medianías altas y bajas respectivamente. Otro sector de la cuenca que también presenta riesgo de episodios de calor, tal y como lo demuestran los valores de la serie

de temperaturas máximas diarias, es el de cumbres, en el que la temperatura más elevada del período ascendió a 37,3°C.

La distribución pluviométrica anual (figura III.11) permite diferenciar cuatro sectores en esta cuenca:

- La costa es el más seco, con valores de precipitación comprendidos entre los 140,4 mm (Las Palmas de Gran Canaria) y los 343,1 mm anuales (Tafira-Vivero).
- Las medianías bajas se caracterizan por sus moderadas precipitaciones. Presentan unos umbrales pluviométricos comprendidos entre los 340,7 mm en Monte Coello y los 504,4 mm en Draguillo-San Mateo.
- En las medianías altas, es donde se registran los mayores volúmenes de precipitación de toda la cuenca, con valores que oscilan entre los 542,9 mm de San Mateo-Pueblo y los 816,4 mm de Cueva Grande.
- En la cumbre se registran los segundos máximos pluviométricos con valores comprendidos entre los 732,9 mm de Cruz de Tejeda, en su cabecera norte y los 786,8 mm de las Mesas de Ana López, en la central.

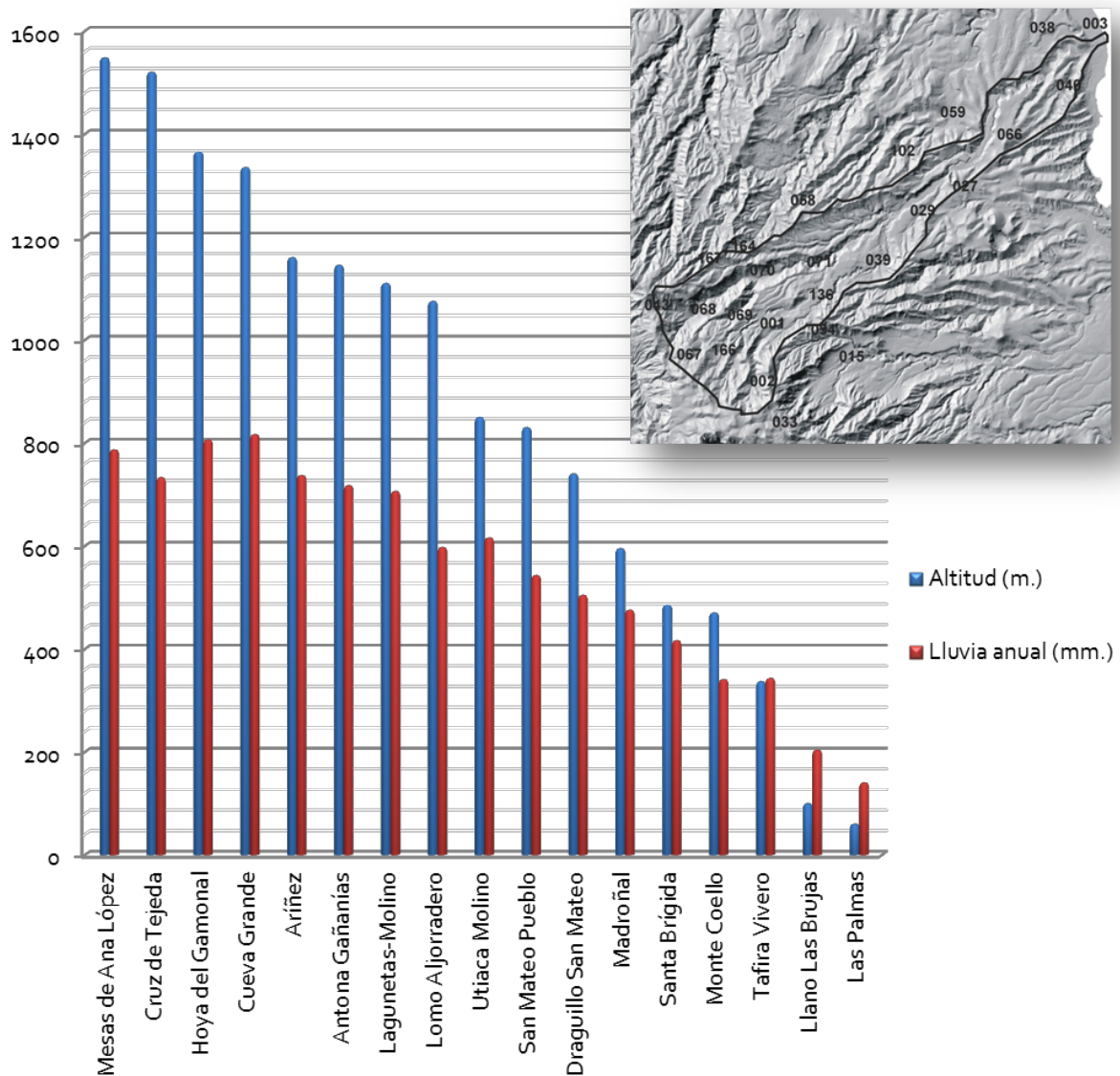
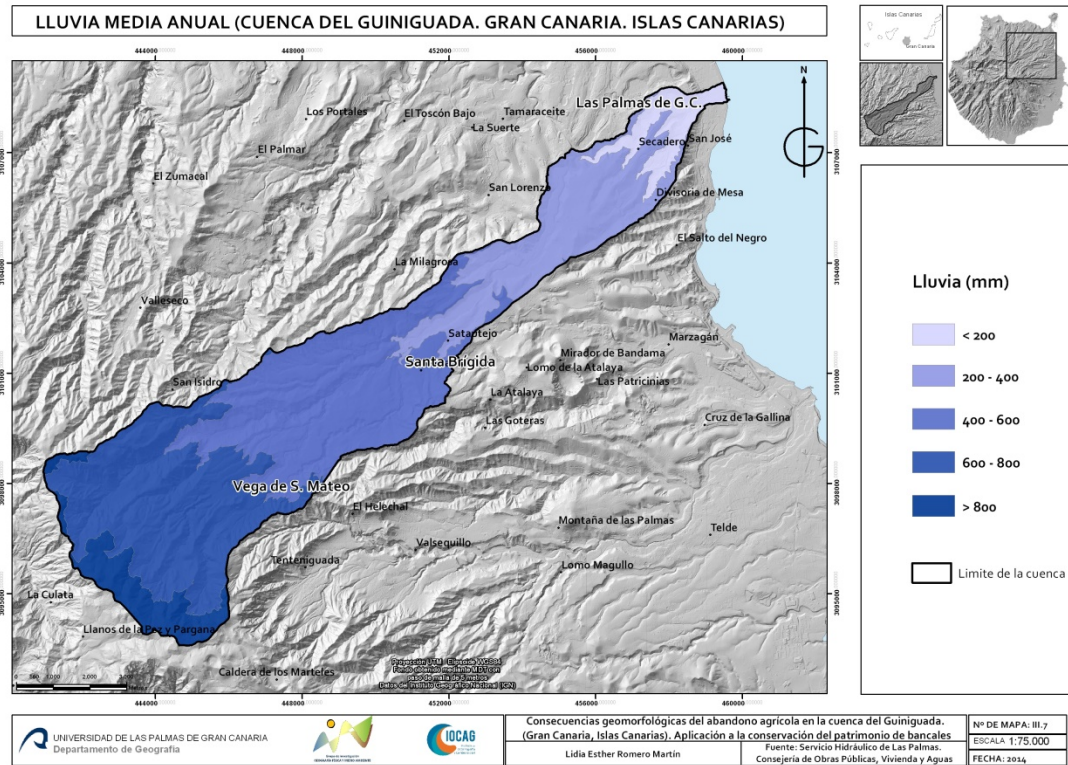


Figura III.11. Distribución altitudinal de la precipitación media anual. Fuente: Servicio Hidráulico de Las Palmas.

Esta diferencia pluviométrica da cuenta de los marcados contrastes de aportes hídricos existentes en esta cuenca hidrográfica, en la que las precipitaciones aumentan desde el NE hacia el SE, es decir, desde la desembocadura hacia su cabecera suroriental (mapa III.6).



Mapa III.6. Lluvia media anual.

Otra característica de las precipitaciones es su estacionalidad que es del tipo IOPV (invierno, otoño, primavera y verano). Según el régimen pluviométrico estacional, el invierno es la estación más lluviosa del año, en la que se recoge la mitad de la lluvia anual. Eso se debe a la llegada a Canarias, y con mayor incidencia sobre las vertientes septentrionales de las islas montañosas, de borrascas procedentes de la zona templada, fruto del descenso latitudinal y/o de la retirada hacia el centro del Atlántico del anticiclón de las Azores. El otoño es la segunda estación lluviosa, pues en ella se registra el 31,3% de la lluvia anual de la cuenca. Ello se debe a que, en esa estación se produce, con cierta frecuencia, el desplazamiento meridiano de las perturbaciones atlánticas, lo que incrementa la inestabilidad de esas masas de aire y, al llegar a las islas, por el suroeste, debido a su fuerte inestabilidad son capaces, en muchas ocasiones, de remontar las cumbres de las islas montañosas y descargar en las vertientes septentrionales. Durante la primavera se registra la mitad de lluvia que durante el otoño, con el 16,8% del total anual. El verano es la estación en la que apenas se recoge el 1,2% de la lluvia anual. La razón estriba en que, durante el estío, el anticiclón de las Azores afecta con mayor frecuencia a Canarias. Por otra parte, el mes

más lluvioso del invierno es diciembre, pues es el mes que recoge entre el 18 y el 20,4% de la lluvia total anual. Por el contrario, el mes más seco del año es julio que representa el 0,5% de la lluvia anual.

La variabilidad temporal de las lluvias es otra característica de esta área de transición climática (entre el clima mediterráneo y el tropical seco), puesto que a las importantes fluctuaciones estacionales e interanuales que sufren los mecanismos atmosféricos dinámicos se suma la actuación del relieve y la topografía. Por este motivo se hace necesario otorgar mayor importancia a los regímenes probables que a los regímenes medios. El análisis de frecuencia (%) de las lluvias anuales se realiza agrupando los valores en ocho intervalos de 200 mm de amplitud lo que aporta el dato de la probabilidad que un determinado valor de precipitación tiene de producirse en cada una de las estaciones y geoambientes en el período de análisis (tabla III.1). El registro anual más elevado de toda la cuenca, y en el período de estudio analizado, correspondió a la estación de Aríñez situada a 1.160 metros de altitud, en las medianías altas, con 2083,2 mm en 1962. Una conclusión general que se extrae del análisis de las frecuencias es que existe una notable diferencia entre las estaciones situadas en las cotas más bajas, con menores registros pluviométricos (costa y medianías bajas) y las más altas, que reciben más precipitaciones (medianías altas y cumbre). Las primeras se agrupan en cinco intervalos mientras las segundas lo hacen en seis o siete.

Por otra parte, la probabilidad de que se superen los 1.400 mm anuales es de entre el 10 y el 12% en las dos estaciones situadas en las zonas más elevadas de las medianías altas (Cueva Grande y Hoya del Gamonal). Considerando de forma conjunta todas las estaciones como integrantes de un único espacio, se puede deducir que la probabilidad de superar los 1.200 mm de precipitación en la cuenca es escasamente del 8,8%. El intervalo comprendido entre los 400 y 600 mm de precipitación anual es el más frecuente, con el 28%.

AMBIENTE	Intervalos de frecuencia (mm)							
Estación	<200	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000-1200	1200-1400	>1400
COSTA								
Las Palmas	84	16						
Llano Las Brujas	50	46	4					
Tafira-Vivero	6	68	24	2				
MEDIANÍAS BAJAS								
Monte Coello	14	60	20	6				
Santa Brígida	6	40	42	10	2			
Madroñal	4	30	40	22	4			
Draguillo-San Mateo	2	32	38	22	6			
MEDIANÍAS ALTAS								
San Mateo-Pueblo	2	28	32	26	8	4		
Utiaca-Molino		12	36	38	12	2		
Lomo Aljorradero	4	24	28	22	14	6	2	
Lagunetas-Molino	14	26	28	16	10	6		
Antona-Gañanías		10	28	26	22	8		6
Aríñez		10	24	26	26	10	2	2
Cueva Grande	6	30	20	20	20	12		12
Hoya del Gamonal		6	28	28	12	16		10
CUMBRE								
Cruz de Tejeda		6	32	20	26	10	4	2
Mesas de Ana López		12	28	20	14	18	2	6
Valores medios	17,5	26,8	28,3	20,3	13,5	9,2	2,5	6,3

Tabla III. 1. Frecuencia de las precipitaciones medias anuales (1950-1999).

Otra característica de la lluvia es que cae en un reducido número de días al año, siendo el promedio, para el conjunto de la cuenca, de unos 70 días. Aun siendo una característica común a toda la zona de estudio, cabe señalar que el número de días de lluvia aumenta con la altitud, desde promedios de 41 días/año en la costa, 69 días/año en medianías bajas, 73,5 días/año en medianías altas, hasta los 73,9 días/año en la cumbre. Los valores extremos se sitúan en la costa, con 35,4 días/año de la estación situada en Las Palmas de Gran Canaria, frente a los 92,1 días/año de la estación situada en medianías altas, localizada en Utiaca-Molino.

La humedad relativa media anual, para el conjunto de la cuenca, es de 76,7%. Los valores oscilan entre 73,8% de la estación situada más cerca del mar, y a menor cota (Junta de Obras del Puerto), pasando por el 75,9% de medianías altas (La Lechucilla) y alcanza su máximo en la estación situada a 269 m, en el CMT Tafira, con el 80,5%

(figura III.12). Por otro lado, los registros medios mensuales muestran valores siempre superiores al 70% con los máximos en verano y los mínimos en primavera (marzo y abril). La excepción a ese régimen de humedad descrito se encuentra en la estación situada en medianías altas (La Lechucilla) en la que se aprecia un decremento notable de la humedad del aire justo en esos meses estivales, con máximo en julio (63%), por encontrarse por encima del nivel de inversión térmica y, por ello, de la influencia del manto de estratocúmulos que acompaña a los vientos alisios.

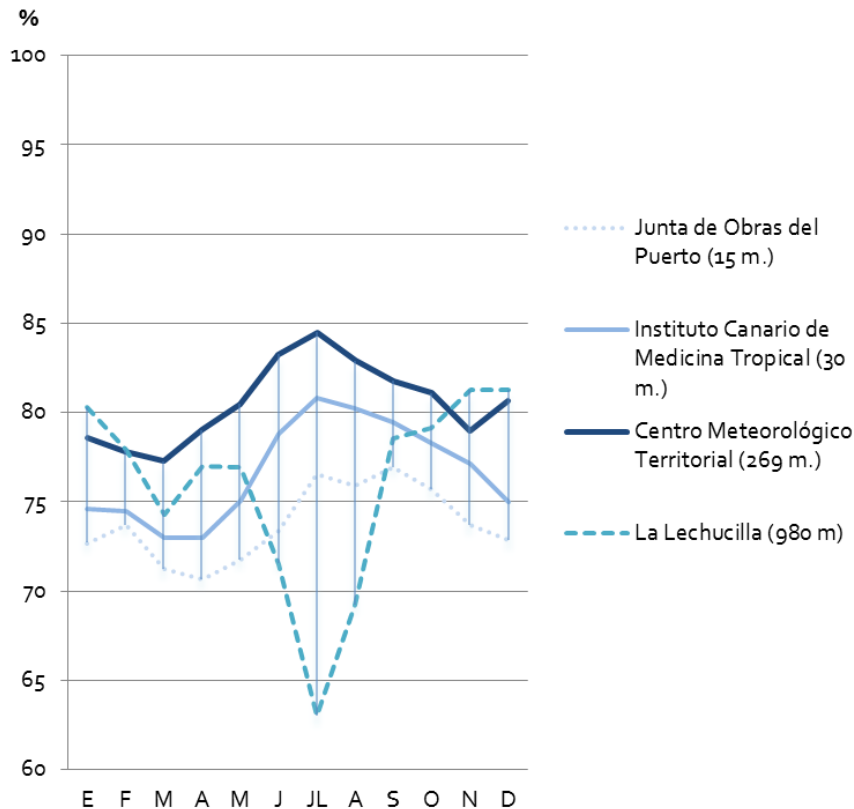


Figura III.12. Humedad relativa media mensual (%). Fuente: AEMET.

La posición de esta cuenca en la vertiente de norte determina los bajos valores de insolación que recibe, con un promedio anual de 2004,9 horas al año. Los datos aportados por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) muestran valores que oscilan entre los 1.928,8 h/año de la estación situada a más baja cota (Junta de Obras del Puerto), unas 2.048 h/año a 269 metros de altitud (Centro Meteorológico Territorial-Tafira) y unas 2.038 h/año para la situada en las medianías altas, en La Lechucilla, a unos 980 metros de altitud (figura III.13). Por su parte, los valores de insolación media mensual muestran claramente una estacionalidad desigual entre los observatorios meteorológicos, pues mientras en la costa el mayor número de horas de

sol se registra en los meses de mayo y septiembre (193 y 191,3 h/mes), en las estación situada a altitud superior (La Lechucilla), son los meses de verano (julio y agosto) los que registran una mayor insolación. Los valores extremos de insolación (máxima y mínima) se registran en la estación de La Lechucilla, en los meses de agosto y noviembre. Los datos revelan la presencia de nubosidad baja que se instala en la vertiente norte de la isla cuyo techo se sitúa, con frecuencia, por debajo de los 250 metros de altitud y es conocida "coloquialmente" como "panza de burro".

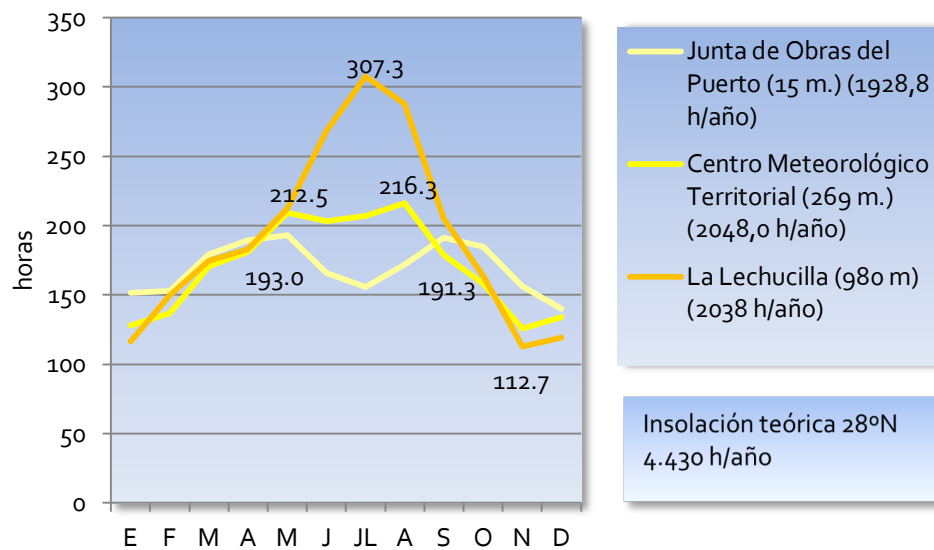


Figura III.13. Insolación media mensual (horas) a diferentes altitudes en la cuenca del Guiniguada. Fuente: AEMET.

Los datos de nubosidad anual de la única estación en esta cuenca de la que se dispone datos, la del Centro Meteorológico Territorial, situado en Tafira a 269 metros de altitud (figura III.14) muestran un claro predominio de los días nubosos al año, con el 60% frente a los días cubiertos (33%), y el escaso número de días totalmente soleados que apenas suponen el 7% de los días del año.

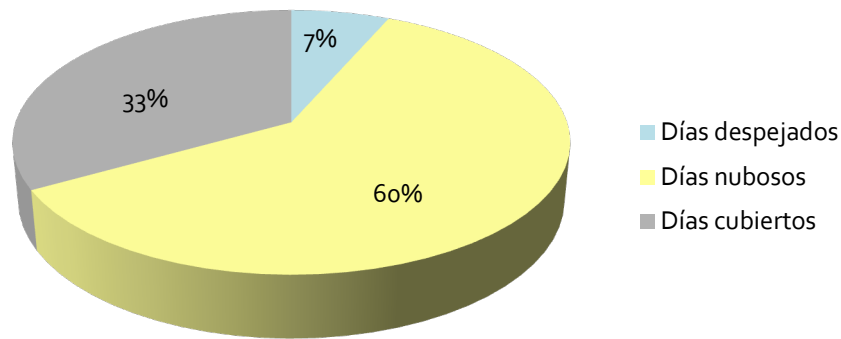


Figura III.14. Porcentaje anual de días despejados, nublados y cubiertos. Centro Meteorológico Territorial-Tafira (269 m). Fuente: AEMET.

Además no se observa una clara estacionalidad en la nubosidad (figura III.15) pues los días nublados dominan durante los doce meses del año, con un ligero descenso durante el mes de febrero que coincide con un repunte de los días despejados.

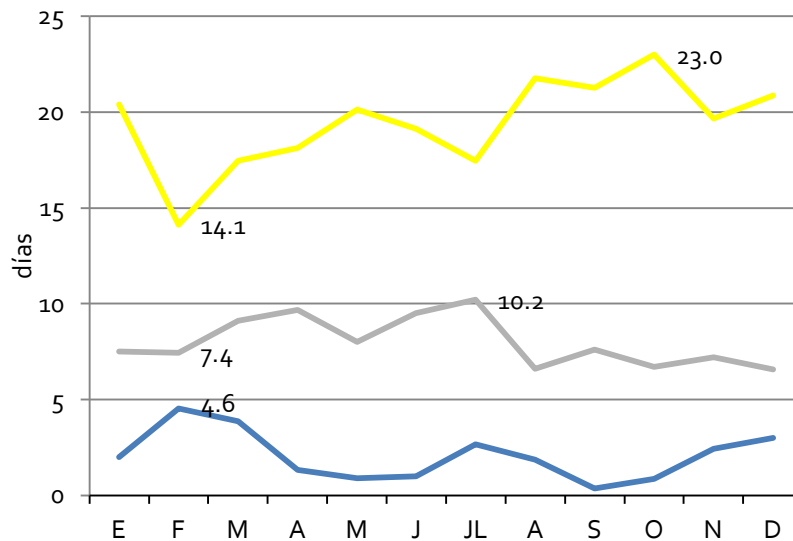
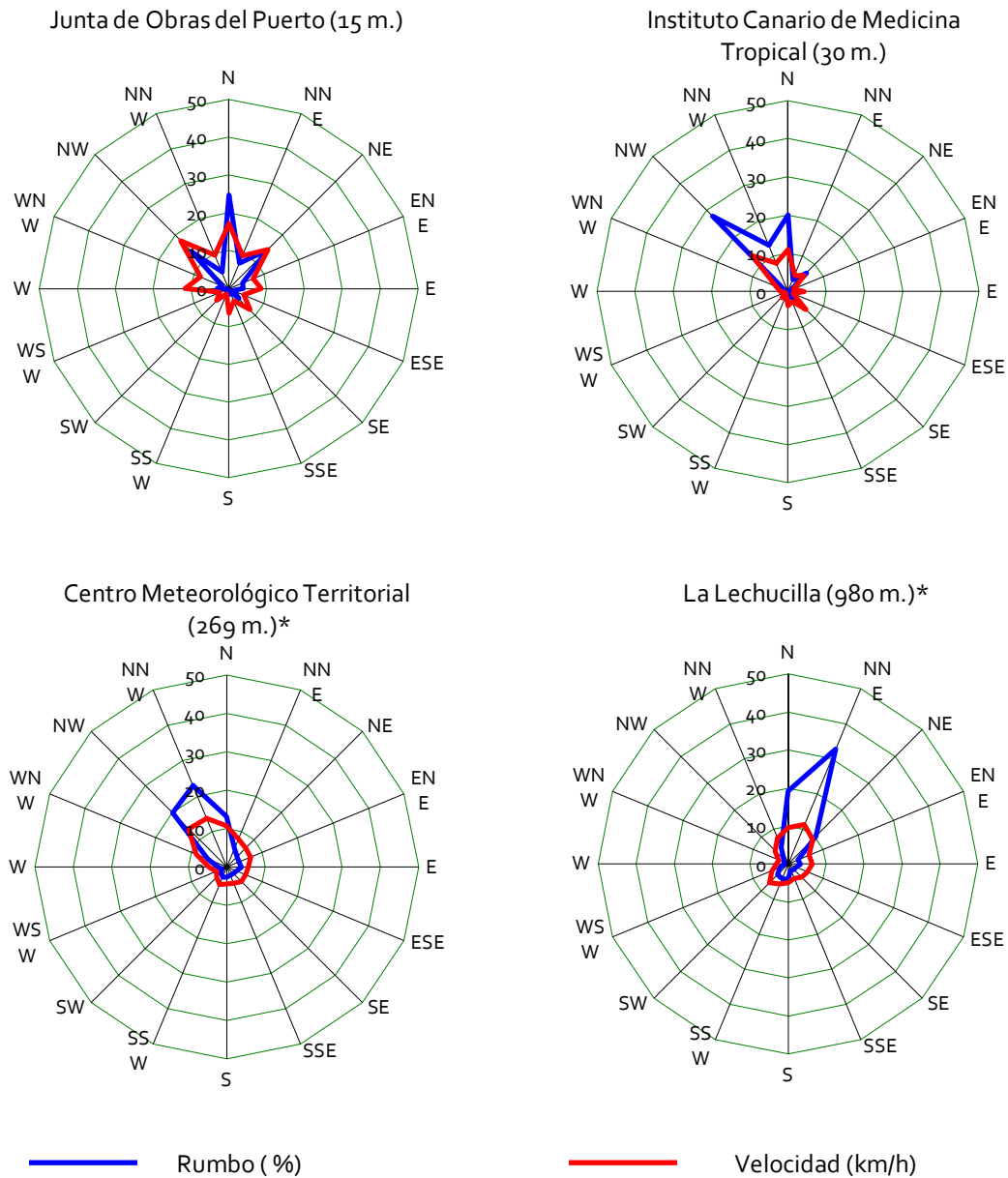


Figura III. 15. Promedio mensual de días nublados, cubiertos y despejados. Centro Meteorológico Territorial-Tafira (269 m). Fuente: AEMET.

Por su parte, los vientos dominantes son los alisios, que son del cuarto cuadrante en los sectores más bajos y de primer cuadrante en la estación situada en las medianías

altas. Presentan además una velocidad media moderada pues, en ningún caso, supera los 20 Km/hora de media (figura III.16).



*Centro Meteorológico Territorial y La Lechucilla (1993-2005/); JOP (1961-1993); ICMR (1968-1993).
Figura III. 16. Frecuencia de la dirección y velocidad media mensual. Fuente: AEMET.

El análisis del viento mensual (figura III.17) confirma el dominio de los vientos del cuarto cuadrante, especialmente durante los meses estivales, siendo éstos de velocidad moderada, de 12,6 km/h de media mensual.

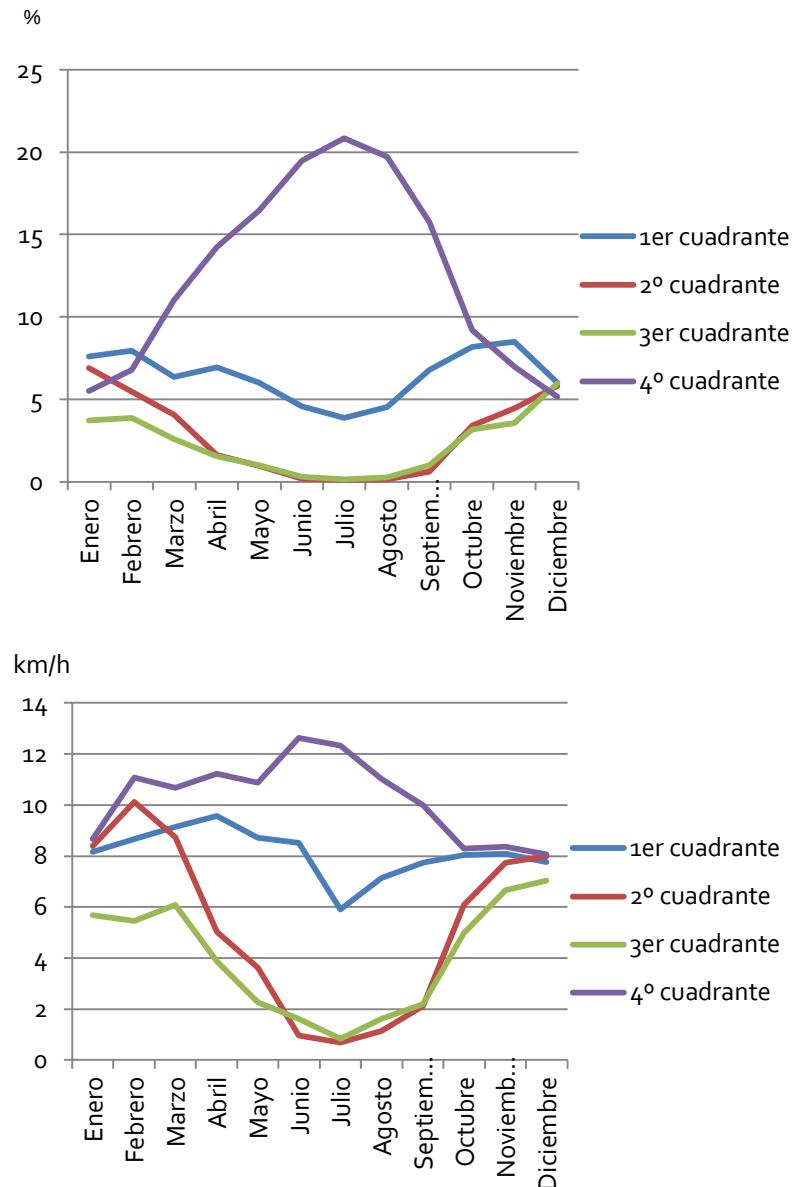


Figura III.17. Rumbos y velocidad media del viento mensual en el Centro Meteorológico Territorial-Tafira. Fuente: AEMET.

Para conocer la cantidad de recurso agua procedente de la lluvia, útil para su uso vegetal (natural y cultivada) se calculan los valores de evapotranspiración potencial y real, y se relacionan con los aportes pluviométricos medios mensuales para conocer el signo que adquiere el balance hídrico en los distintos sectores de esta cuenca y su variabilidad mensual. La primera característica a señalar es la aridez de buena parte de la cuenca, concretamente en las medianías bajas y costa, en las que resulta un balance negativo entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial. Por otra parte,

ese déficit es particularmente elevado en el período estival que, en Canarias, se corresponde con el período seco o “sin lluvias”, al que se suman las elevadas temperaturas e insolación de los sectores que, en ese período, se localizan por encima del mar de nubes. La disponibilidad de agua aumenta conforme lo hace la altitud, pues tal y como se señaló en párrafos anteriores, las lluvias se incrementan y las temperaturas disminuyen según ese factor topográfico.

El valor de evapotranspiración potencial anual (ETP) es máximo en medianías bajas, (Madroñal a 600 metros de altitud) con 87,9 cm/año, y mínimo en medianías altas (San Mateo-Las Lagunetas a 1.200 m de altitud) con 72,1 cm (figura III.18). En la estación situada a más baja cota ésta presenta un valor anual de 74 cm. Los valores de evapotranspiración real son notablemente inferiores, oscilando entre 47,5 cm y 30,9 cm, en la estación de medianías bajas y la situada en la costa respectivamente.

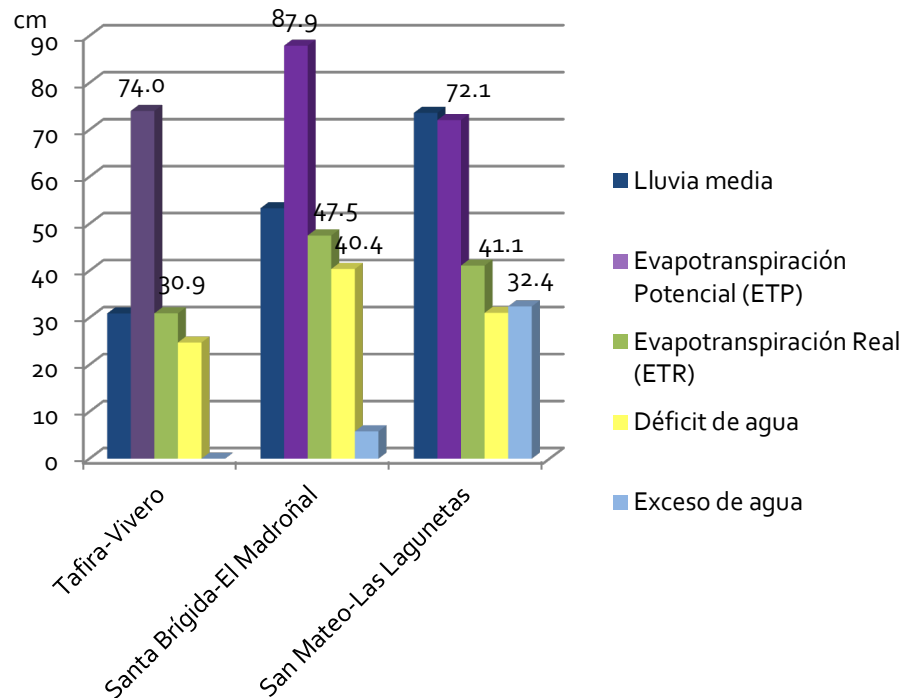
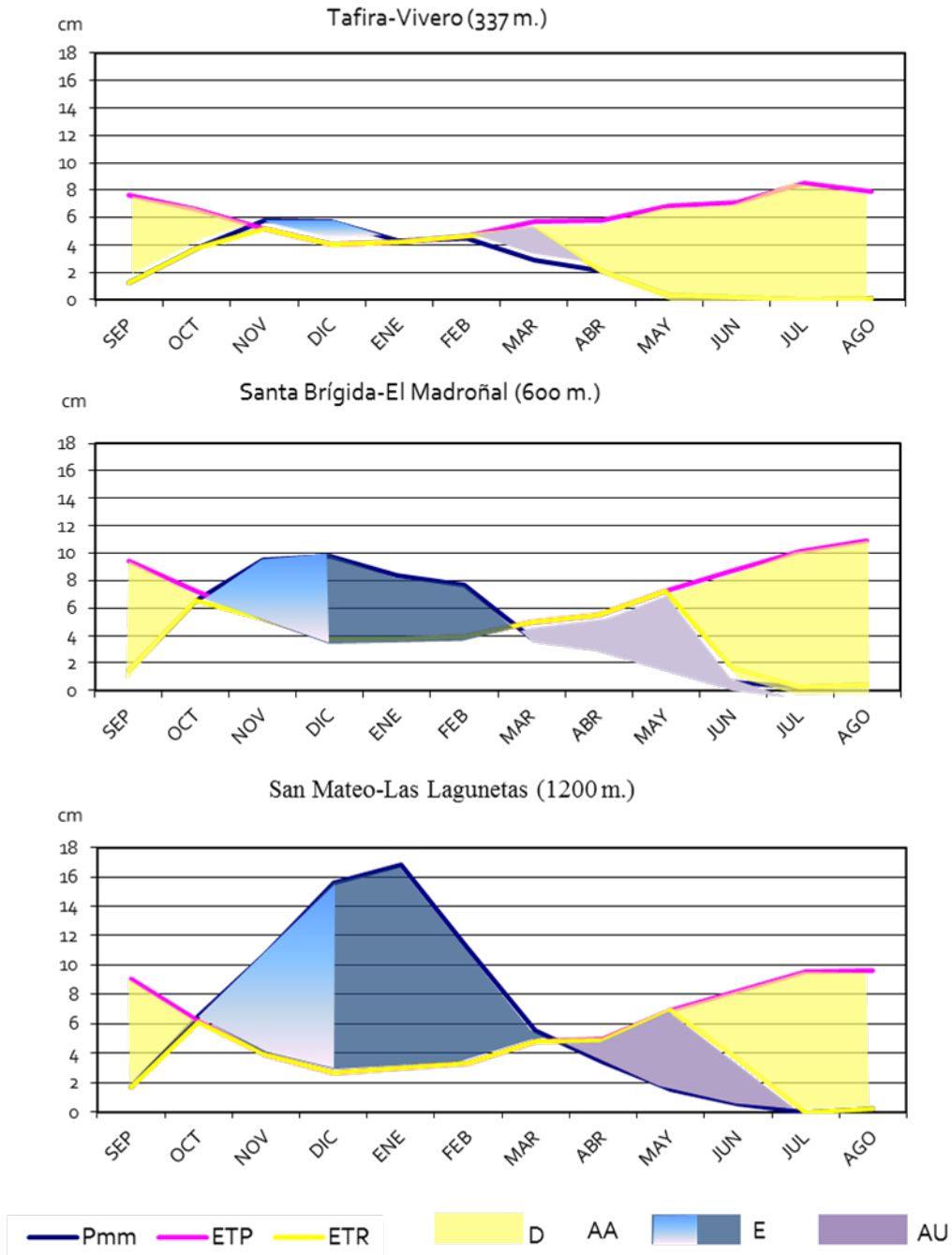


Figura III.18. Balance hídrico anual. Fuente: AEMET y Servicio Hidráulico de Las Palmas.

Los diagramas de balance hídricos muestran notables contrastes entre dos distintos sectores de la cuenca (figura III.19).



Pmm: lluvia; ETP: evapotranspiración potencial; ETR: evapotranspiración real; D: déficit hídrico; AA: agua acumulada en la reserva; E: escorrentía; AU: agua usada de la reserva o período de subseguía

Figura III.19. Balance hídrico en tres estaciones de la cuenca del Guinguada. Fuente: AEMET y Servicio Hidráulico de Las Palmas.

El período de sequía es más prolongado en la estación de costa (9 meses) y decrece con la altitud, con cinco meses en medianías bajas y cuatro en medianías altas.

Además, en la estación de costa no existe un período de exceso de agua, y el volumen de agua acumulada en la reserva y excedente se incrementa con la altitud.

Según lo expuesto, la lluvia registrada en esta cuenca resulta insuficiente para el desarrollo de la vegetación cultivada, por lo que se hace preciso el riego y/o la adaptación a estas condiciones climáticas de las especies vegetales seleccionadas para el cultivo.

3.2.2. El clima como riesgo

La duración e intensidad de las precipitaciones es un parámetro fundamental para determinar su influencia sobre las demás variables del medio natural. Por ello no es suficiente conocer sólo la cantidad total de agua registrada por precipitación en un observatorio, sino que interesa saber su intensidad. Son las lluvias torrenciales las que aceleran las pérdidas de suelo fértil, por el arrastre de las escorrentías superficiales y subsuperficiales. A su vez, esas lluvias hacen que la infiltración sea muy escasa y el uso del agua por las plantas mínimo.

Por otra parte, se ha considerado que en Canarias una precipitación diaria superior a 50 mm (Marzol, 1988 y 1989) comienza a tener efectos negativos sobre el suelo, mucho más acusados en las vertientes con escasa cubierta vegetal y fuertes pendientes, que constituyen el escenario más apto para la activación de los procesos de erosión superficial y de movimientos en masa.

Considerando que el 62% de la superficie de la cuenca se halla ocupada por pendientes superiores a los 15°, umbral clinométrico a partir del cual aumenta el peligro de erosión (Marsh, 1978), y que el 64% de la misma presenta un elevado nivel de desprotección vegetal, queda justificado el gran interés que despierta en este trabajo la distribución de las lluvias superiores a 50 mm diarios. Las precipitaciones máximas en 24 horas que se han producido en esta cuenca, en el período analizado, oscilan entre 138,5 mm registrados en Las Palmas de Gran Canaria en noviembre de 1954, en el geoambiente de costa, y los 400 mm en Hoya del Gamonal, en medianías altas, en febrero de 1954 (tabla III.2). La lluvia registrada en esos días representa el 53,9% y el 26,2% respectivamente del total pluviométrico de ese mismo año, y en ambos casos se supera ampliamente la media de las máximas diarias del período analizado. Otro dato

a destacar es que, en todas las estaciones de la cuenca, se ha triplicado el umbral de los 50 mm/día señalado como lluvias de alta energía erosiva.

AMBIENTE Nº y nombre de la estación	Valor máximo	Año y mes	Total anual	%	Media anual máx 24 h.
COSTA					
(3) Las Palmas	138,5	1954- Nov	256,8	53,9	31,9
(40) Llano Las Brujas	167,5	1954- Nov	422,6	39,6	41,5
(66) Tafira-Vivero	190,8	1954- Nov	561,3	34,0	49,4
MEDIANÍAS BAJAS					
(27) Monte Coello* (1950-1979)	208,9	1955- Oct	609,2	34,3	55,8
(29) Santa Brígida * (1952-1999)	216,9	1955- Oct	625,3	34,7	58,8
(39) Madroñal	364,6	1955- Oct	766,1	47,6	70,9
(71) Draguillo-San Mateo	246,0	1971- Feb	660,5	37,2	73,9
MEDIANÍAS ALTAS					
(136) San Mateo-Pueblo	230,0	1955- Oct	694,7	33,1	79,2
(70) Utiaca-Molino	198,6	1955- Oct	669,3	29,7	77,0
(1) Lomo Aljorradero	302,1	1955- Oct	806,4	37,5	85,0
(68) Lagunetas-Molino* (1950-1992)	198,5	1971- Feb	753,8	26,3	93,4
(69) Antona-Gañanías	275,2	1955- Oct	868,1	31,7	97,9
(167) Aríñez	204,4	1955- Oct	784,2	26,1	92,6
(166) Cueva Grande	306,0	1956-Feb	1846,1	16,6	108,8
(2)Hoya del Gamonal	400,0	1956-Feb	1524,4	26,2	123,0
CUMBRE					
(43) Cruz de Tejeda	214,5	1953-Dic	1585,2	13,5	95,1
(67) Mesas de Ana López	270,3	1989-Nov	1083,3	25,0	106,3

Tabla III.2. Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) (1950-1999) * (series más cortas).

Los temporales más fuertes registrados en esta cuenca se produjeron a lo largo de la primera mitad del período de estudio (1950-1971) (Máyer *et al*, 1999 y Máyer y Romero, 2006). Y, la mayoría de esos episodios lluviosos extremos se produjeron desde finales del otoño hasta finales del invierno, con la máxima incidencia en el mes de octubre (47% de los casos), y muy especialmente el de octubre de 1955, pues afectó a una amplia superficie de la cuenca, concretamente a las medianías.

Otro dato a destacar, pues desvela la máxima concentración temporal de las lluvias es que, por término medio, esas máximas diarias representan algo más del 30% de la lluvia anual que recibe esta cuenca, siendo en las estaciones de la costa donde más se acusa esa característica. Sirvan de ejemplo los valores de 34% de Tafira-Vivero y el 53%

de la estación situada a más baja cota, la de Las Palmas de Gran Canaria. Por último, la media anual de las máximas diarias muestra un progresivo incremento de sus valores con la altitud, en el que, a partir de los 400 metros de altitud, ese valor supera los 50 mm/día. Los valores más elevados se localizan en las medianías altas y cumbre del sector suroriental de la cuenca.

A lo largo de los 50 años analizados se han contabilizado un total de 803 sucesos lluviosos erosivos (>50 mm/24horas) de los cuales, más de la mitad se produjo en las medianías altas (63,3%), el 17,4% en la cumbre, el 14,1% en medianías bajas y el 4,9% restante en la costa, por lo tanto, existe una relación estrecha entre el poder erosivo de la lluvia y la altitud (figura III.20).

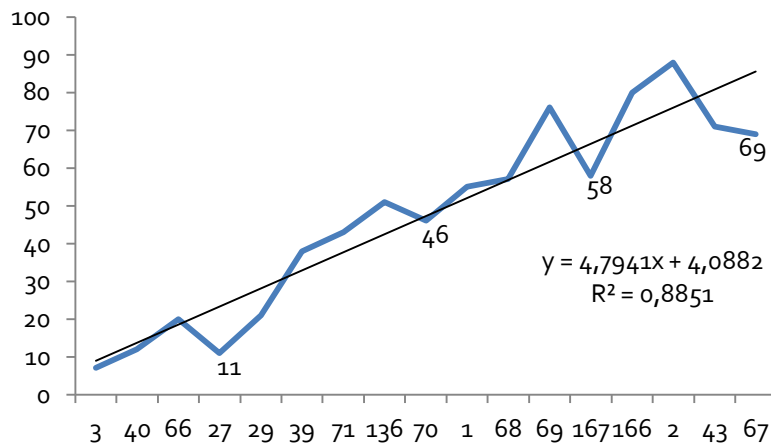


Figura III.20. Relación entre el nº de episodios lluviosos erosivos y la altitud. Fuente: Servicio Hidráulico de Las Palmas.

Entre los resultados del cálculo de la cantidad de lluvia máxima probable en 24 horas, para diferentes períodos de recurrencia (figura III.21), destaca el que únicamente en las estaciones situadas en la costa no es probable que se registren lluvias, en períodos de dos años, superiores a los 50 mm/día.

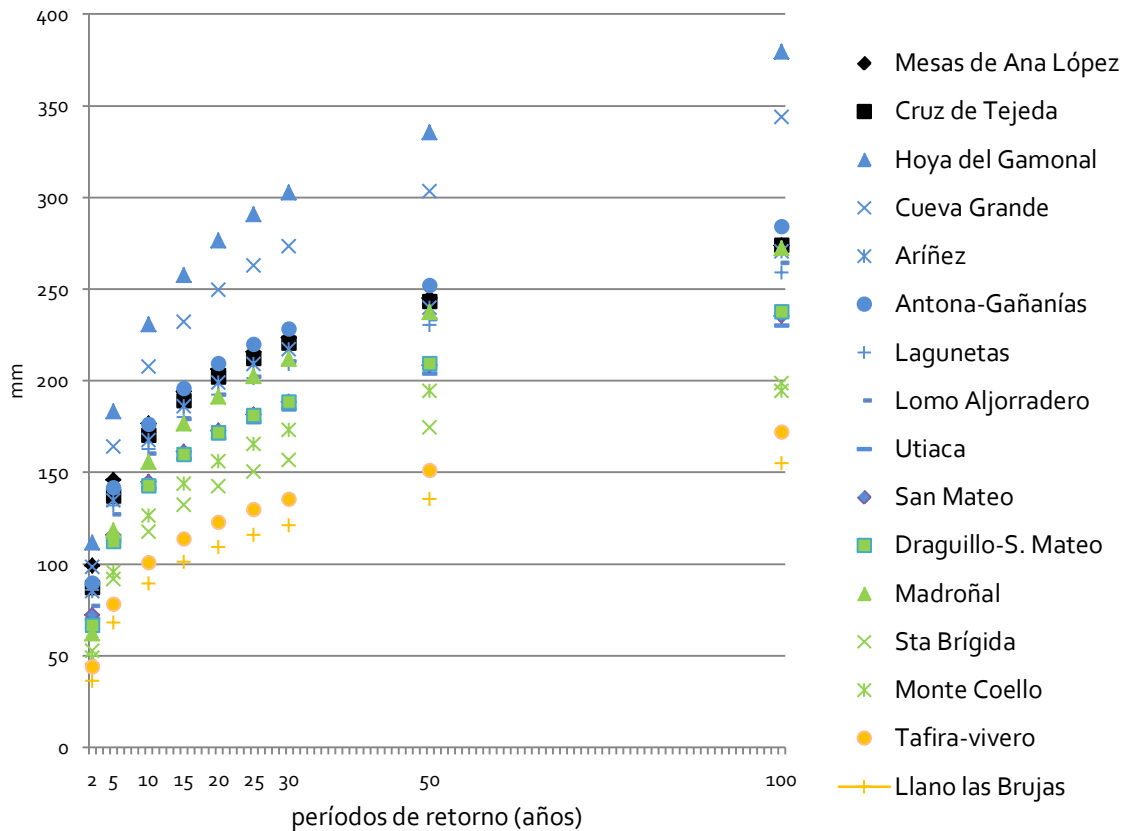
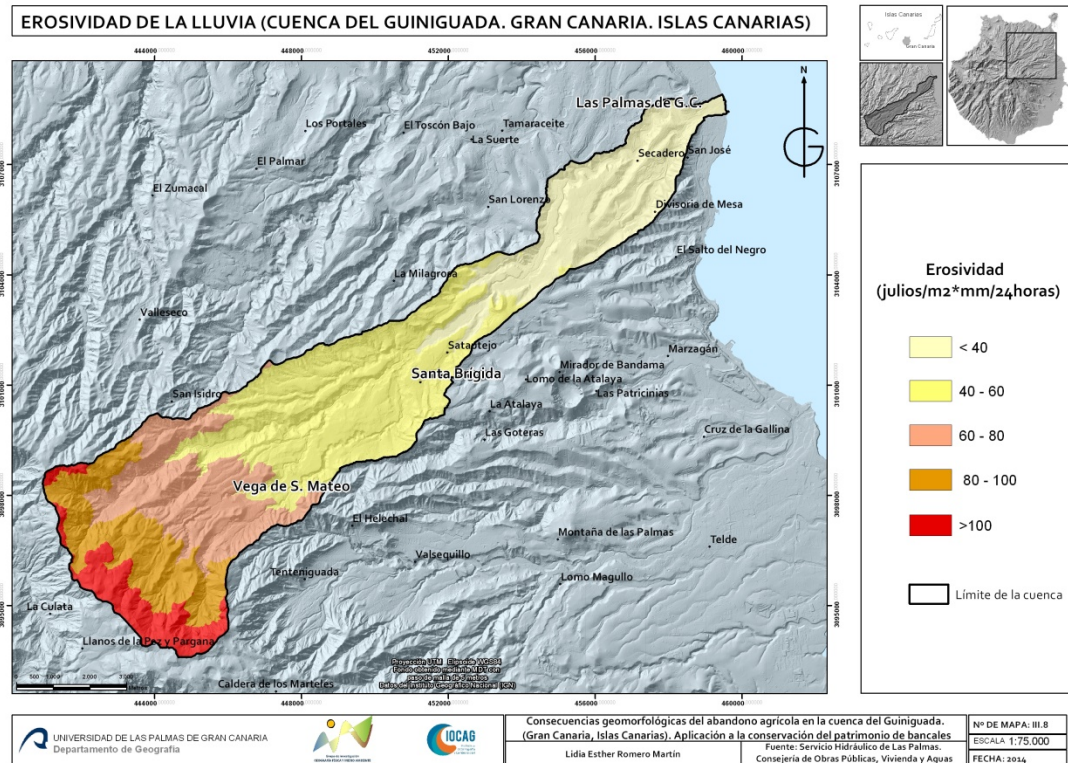


Figura III.21. Cantidad máxima de lluvia diaria probable según períodos de recurrencia (Gumbel). Fuente: Servicio Hidráulico de Las Palmas.

En cambio, en el resto de la cuenca, no sólo se supera ese umbral en todos los períodos de recurrencia considerados, sino que llega a triplicarse en cortos períodos de recurrencia (15 años y más). Las lluvias máximas diarias más intensas para todos los períodos de retorno se localizan en las medianías altas del sector sureste de la cuenca (Cueva Grande y Hoya del Gamonal), seguidas de las situadas en la cumbre.

Por último, se calcula el índice de erosión pluvial, o de erosividad de la lluvia, que recoge la influencia de la intensidad y el volumen de precipitación en la erosión. Sirve por lo tanto para conocer el potencial erosivo de la lluvia que afecta al proceso de erosión del suelo, medido en julios/m²*mm/24horas (mapa III.7). Dicho cálculo se ha realizado siguiendo el método propuesto por el ICONA (1988), adaptado para Gran Canaria (Sánchez *et al.*, 1995 y Hernández, 1996).



Mapa III.7. Erosividad de la lluvia (R).

Dicho índice presenta valores comprendidos entre los 28,6 Julios/m⁻²*cm/h⁻¹ en la estación situada a menor altitud, la de Las Palmas de Gran Canaria y los 110 Julios/m⁻²*cm/h⁻¹ de la estación de cumbre situada en el exterior del límite topográfico de la cuenca, en su sector meridional (Presa de Cuevas Blancas) a 1.690 metros de altitud. En la agresividad pluviométrica también se aprecia un gradiente altitudinal ascendente de costa a cumbre. Los valores altos y muy altos de la misma se localizan en las estaciones pluviométricas localizadas en los sectores más elevados de las medianías altas (>1.100 metros de altitud), en las cabeceras meridionales de la cuenca y en la cumbre.

3.3. Las características biogeográficas: diversidad y alteraciones antrópicas

En el apartado se presentan las características de dos recursos naturales, los suelos y la vegetación, que han sido intensamente transformados por la acción humana a lo largo de los más de cinco siglos de ocupación de esta "comarca natural de recursos" (Santana, 1992).

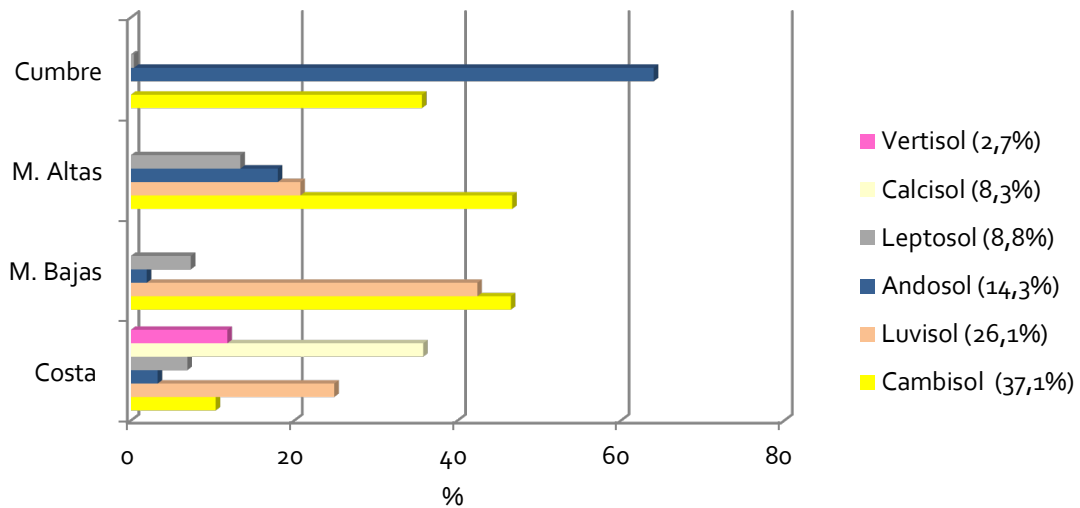
3.3.1. Un recurso escaso y frágil, el suelo: tipología y distribución espacial

La primera característica a destacar es la diversidad de grupos de suelos que existe, y que resulta de la variedad de materiales litológicos de edades y características diversas, de los contrastes climáticos impuestos por el relieve y de la evolución de las condiciones climáticas durante el cuaternario.

Se toma, como fuente de información, la cartografía de suelos realizada para Gran Canaria por Sánchez *et al.* (1995), posteriormente adaptada a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS/FAO, 2006). Esa clasificación comprende dos niveles de referencia. En el primero se identifican 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR), y se diferencian según el proceso pedogenético o formador primario que ha producido los rasgos del suelo característicos. En el segundo nivel (unidad de suelo) se detallan propiedades del proceso formador de suelos secundarios, que puedan afectar significativamente los rasgos del suelo primario. Se trata de un conjunto de calificadores que presentan una única definición. Con frecuencia se tienen en cuenta las características del suelo que tienen un efecto significativo sobre su uso.

En la cuenca del Guinguada se encuentran 6 GSR, que se clasifican combinados con 13 de las características del segundo nivel de esta clasificación. A grandes rasgos se puede señalar que los suelos en esta cuenca presentan una clara diferenciación altitudinal y climática predominando los Vertisoles y Calcisoles en la costa, los Cambisoles, Luvisoles y Leptosoles en medianías y, por último, los Andosoles en la cumbre. Los factores que han condicionado la formación de estos suelos son cinco: las condiciones de aridez o semiaridez (Calcisoles), la juventud del material parental (Cambisoles), la existencia de un período húmedo prolongado (Luvisoles), la topografía o fuertes pendientes (Leptosoles) y la litología, que crea suelos minerales de costa (Vertisoles) y de cumbre (Andosoles).

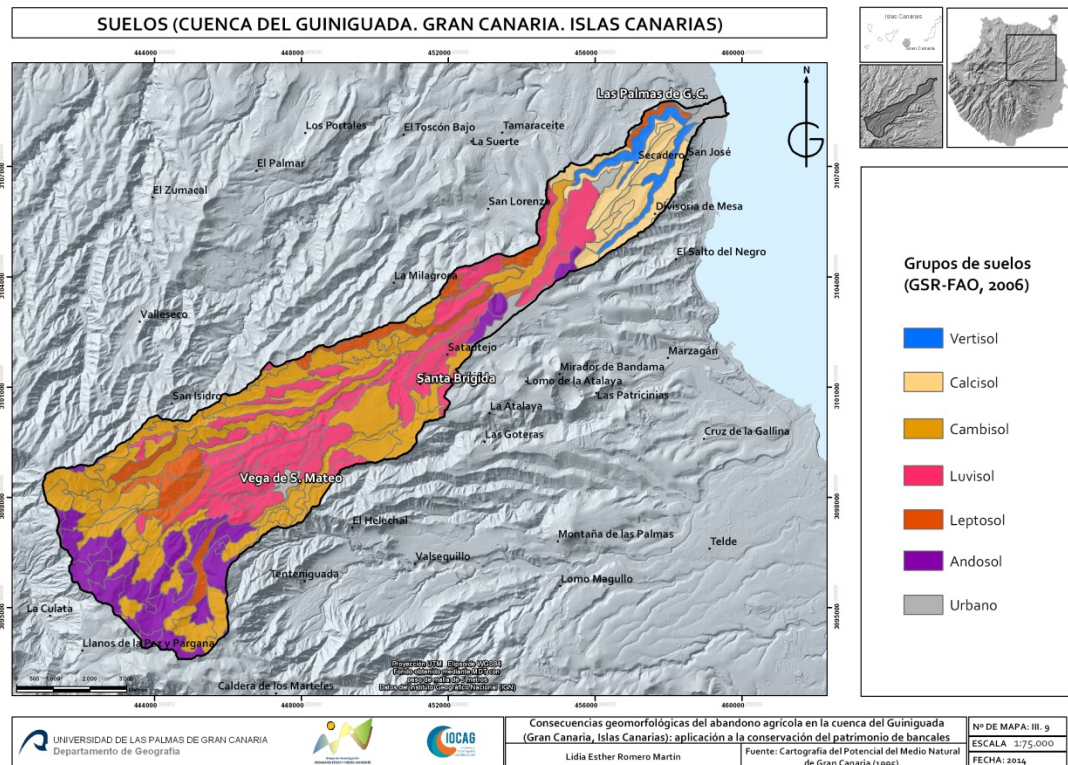
El grupo de suelos que ocupa una superficie mayor en esta cuenca es el de los Cambisoles. Representan el 37,1% de la superficie de la cuenca y se encuentran en todos los geoambientes, pero mayoritariamente en las medianías altas y bajas donde ocupan el 46,7 y 46,5% de sus superficies respectivamente (figura III.22 y mapa III.8).



Los valores que acompañan a los nombres de los GSR se refieren a su porcentaje de cobertura a escala de la cuenca.

Figura III.22. Frecuencia (%) de los tipos de suelos según geoambientes. Fuente: Sánchez et al., 1995.

Los Cambisoles son suelos jóvenes o de incipiente formación, por lo que presentan un principio de diferenciación de horizontes. Éste se hace evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato. Presentan materiales de textura media a fina, y derivan de un amplio espectro de rocas. También se caracterizan por presentar una meteorización del material parental de ligera a moderada, y por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Su ambiente de formación cubre un amplio espectro de condiciones climáticas, situaciones topográficas y de coberturas vegetales. Generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente.



Mapa III.8. Suelos.

Los Luvisoles ocupan el 26,1% de la superficie de la cuenca del Guinguada. No aparecen en el geoambiente de cumbre y suponen el 42,4% de la superficie edáfica de las medianías bajas. Son suelos ricos en arcillas debido a procesos de iluviación (migración desde la parte superior), lo que crea un horizonte subsuperficial *árgico* y saturado en bases (Bt). Se forman a partir de depósitos aluviales y coluviales, en topografías llanas o de pendientes moderadas y en avientes con una estacionalidad pluviométrica marcada. En regiones subtropicales como la nuestra se forman sobre superficies jóvenes. La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Cuando se presentan en pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión.

Los Andosoles ocupan el 14,3% de la superficie de la cuenca, aunque donde más extensión alcanzan es en la cumbre, pues ocupan el 64% de su superficie. Son suelos en los que la actividad química del hierro (Fe) y/o del aluminio (Al) juega un papel principal en su formación. Presentan alto contenido en materiales amorfos de vidrios volcánicos. Son los típicos suelos negruzcos formados a partir de la alteración de

depósitos volcánicos piroclásticos (lapilli, cenizas volcánicas, etc.) ricos en silicatos. Su ambiente de formación responde a topografías onduladas o montañosas, con elevada humedad ambiental y sobre las que se desarrolla un amplio rango de tipos de vegetación. Se producen por la meteorización rápida de vidrios y otros productos volcánicos que dan lugar a la acumulación de complejos órgano-minerales estables, o a minerales de bajo grado de ordenamiento (alofano, imogolita y ferrihidrita). Tienen un alto potencial para la producción agrícola, especialmente los que se forman sobre cenizas y lapillis volcánicos con contenido moderado o bajo en sílice, y no expuestos a lavado excesivo. Aunque la fuerte fijación de fosfato de los Andosoles (causada por Al y Fe libres) supone un importante problema para su aprovechamiento agrícola se pueden aplicar medidas para reducir este efecto tales como la aplicación de tratamientos calcáreos, sílice, material orgánico, y la fertilización fosfatada. Son fáciles de cultivar y presentan buenas propiedades para el enraizamiento y para el almacenamiento de agua. En cambio, los que están fuertemente hidratados son, en cambio, difíciles de labrar, debido a su baja capacidad de carga y a su elevada adhesividad. Sobre ellos se cultiva una variedad amplia de cultivos.

Los Leptosoles ocupan tan sólo el 8,8% de la superficie de esta cuenca y se localizan en varios geoambientes, pero son más abundantes en las medianías altas, con el 13,4% de su superficie. Son suelos muy someros o delgados (espesor <30 cm), formados sobre roca dura continua y son muy pedregosos. Se desarrollan sobre vertientes con pendientes acusadas y constituyen un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y como tierra forestal. Presentan fuerte limitación para el cultivo por su elevado riesgo de erosión. Pueden transformarse en tierras de cultivo a través del aterrazado, con la remoción manual de las piedras, que pueden usarse para la construcción del muro del bancal. El drenaje excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles dificultan el enraizamiento de las plantas, y pueden causar sequía edáfica incluso en ambientes húmedos.

Los Calcisoles tan sólo ocupan el 8,3% de la superficie de esta cuenca y suponen el 35,8% del material edáfico de la costa. Se desarrollan sobre los depósitos sedimentarios de la Formación Detrítica de Las Palmas, concretamente sobre los lomos y barrancos del Colegio, La Calderina y Barranco Seco. Son suelos propios de superficies llanas o alomadas en ambientes áridos o semiáridos, y están con frecuencia asociados a materiales parentales con altos contenidos en material calcáreo. La vegetación natural es escasa, y dominan arbustos y árboles xerofíticos o a pastos

efímeros. Suelen tener un horizonte superficial pardo pálido y la acumulación de material calcáreo secundario se produce dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo.

Por último, los Vertisoles son los suelos de menor representación espacial de la cuenca, con sólo el 2,7% de su superficie y además, se localizan en un sector muy concreto de la costa, suponiendo el 11,8% de su superficie edáfica. Se localizan en los cauces de los barrancos de la desembocadura de la cuenca y son suelos muy arcillosos (>35%), con alta proporción de arcillas expansivas, que producen grietas muy anchas (>1 cm) y profundas (hasta 50 cm) cuando se secan. Se forman sobre materiales sedimentarios con elevada proporción de ese tipo de arcillas o por neoformación a partir de meteorización de rocas. Se desarrollan en zonas topográficamente deprimidas o áreas llanas, en condiciones climáticas en la que existe una clara estacionalidad de las precipitaciones. Tienen un considerable potencial agrícola, pero requieren de una gestión adecuada, que tenga en cuenta sus propiedades físicas (presencia de arcillas) y su régimen de humedad. Presentan obstáculos a la labranza por su adhesividad cuando están mojados y por su dureza cuando están secos.

3.3.2. El predominio de las comunidades vegetales de sustitución

El paisaje vegetal de esta cuenca dista mucho de lo que fue su aspecto original. La vegetación constituyó un preciado recurso, empleado en las distintas actividades desarrolladas por sus habitantes desde la etapa prehispanica hasta la actualidad. En la cuenca abundan los topónimos que avalan su biodiversidad vegetal en el pasado, y que han quedado como testigos de ella. En este apartado se señalan las características que presentaban los paisajes vegetales primitivos, y se muestra el resultado de la intervención humana del territorio en materia vegetal.

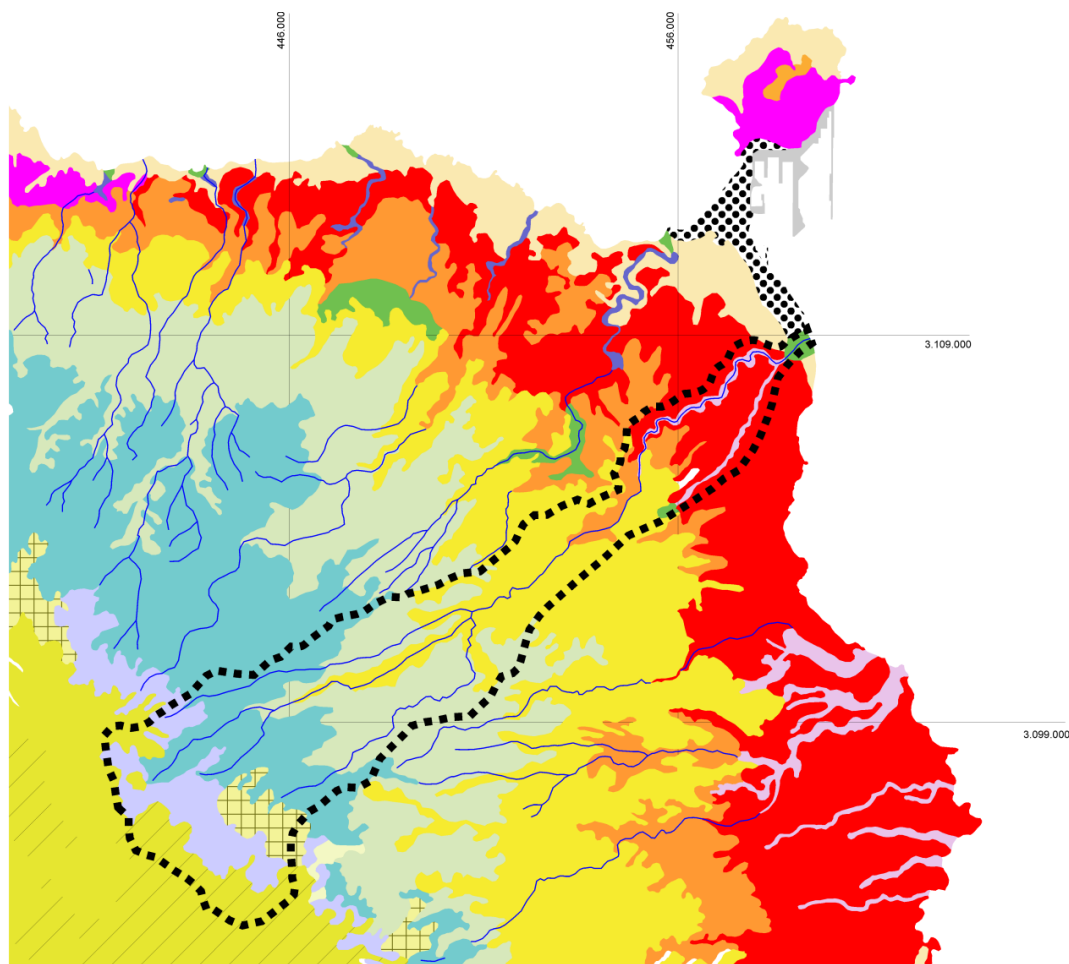
La vegetación natural que existía en esta cuenca presentaba una clara secuencia altitudinal (Del Arco, 2006), en la que las comunidades vegetales se distribuían en perfecta adaptación a las condiciones ambientales (clima y sustrato litológico y/o edáfico) (figura III.23). En la desembocadura se encontraba un denso palmeral canario (*Phoenix canariensis*), del que las crónicas dan cumplida cuenta de su existencia y sobre el que se asentó el núcleo fundacional de la capital de la isla, El Real de Las Palmas. Cauce arriba del colector principal y del tributario Barranco Seco se encuentra una

“geoserie²” de vegetación (Del Arco, 2006:33) de ramblas desérticas del norte insular compuesta por sauzal-palmeral-tabaiba dulce con balos (*Salix canariensis*, *Phoenix canariensis*, *Euphorbia balsamífera* y *Plocama pendula*). En los lomos y vertientes de este geoambiente costero, hasta aproximadamente los 200 metros de altitud, existía una comunidad vegetal de matorral dominado por la tabaiba dulce (*Euphorbia balsamífera*) y, a continuación, en los lomos (Lomo Blanco) y vertientes escarpadas de El Dragonal se situaba el cardonal (*Euphorbia canariensis*).

A continuación, desde Tafira Alta hasta donde hoy se encuentra el núcleo de Santa Brígida, con prolongación, a modo de brazos, por los barrancos de Merdejo, Alonso y Barranco de Santa Brígida, existía un extenso bosque termoesclerófilo o también denominado bosque termófilo. Dicha formación boscosa de árboles mediterráneos estaba compuesta por acebuches, almácigos y lentiscos (*Olea cerasiformis*, *Pistacia atlantica* y *Pistacia lentiscus*). Fue intensamente explotada para el aprovechamiento de su madera y leña desde los primeros momentos de ocupación castellana.

En el amplio espacio de las medianías bajas, y en buena parte de las medianías altas, se sucedían formaciones vegetales de Monteverde (laurisilva y fayal-brezal), cuyas especies vegetales viven gracias a los elevados valores de humedad ambiental proporcionados por la presencia del manto de estratocúmulos de los alisios, llamado también, “mar de nubes”. Por último, desde aproximadamente los 1.000 metros de altitud, hasta el punto más elevado de esta cuenca, se extendía un extenso pinar de pino canario (*Pinus canariensis*), cuyo cortejo florístico variaba según las condiciones litológicas, edáficas y su exposición a las masas de aire húmedas.

² Las geoserias (geosigmetum) expresan la concentración de series de vegetación a lo largo de un gradiente ecológico o conjunto de gradientes asociados.



LEYENDA

	Cinturón halófilo costero de roca semiárido		Palmeral canario
	Saladares y comunidad de aguas salobres		Vegetación hidrofítica (sauzal, juncal, palmeral de borde, etc.)
	Comunidades sabulícolas		Monteverde seco
	Tarahal hiperárido-árido		Monteverde húmedo
	Tarahal árido-semiárido		Fayal de altitud
	Geosigmetum de ramblas desértico-hiperáridas (balera+tarahal)		Pinar térmico termomediterráneo semiárido superior-térmico inferior
	Geosigmetum de ramblas desértico-áridas (balera+tarahal)		Pinar térmico mesoomediterráneo seco
	Geosigmetum de ramblas desérticas del norte (sauzal+palmeral+tabaibal dulce con balos)		Pinar sálico
	Tabaibal dulce		Pinar con brezos y fayas
	Tabaibal de tolda		Pinar con salvia blanca de cumbre
	Cardonal		Vegetación escasa o nula
	Acebuchal, almacigal y lentiscal		Límite de cuenca

Figura III.23. Vegetación potencial de la cuenca del Guinguada. Fuente: Mapa de vegetación de Canarias. Isla de Gran Canaria. GRAFCAN.

La vegetación actual de esta cuenca muestra claros signos de la intensa antropización sufrida a lo largo de estos últimos cinco siglos en los que, tal y como se señalará en los

próximos apartados, se ha pasado de un modelo de explotación agrario a otro urbano, no exento de problemas para conciliar el desarrollo y la conservación.

El paisaje vegetal actual se caracteriza por el dominio de especies vegetales, fundamentalmente en el estrato arbustivo y subarbustivo, que son de sustitución o recolonizadoras de espacios antaño explotados para el alimento del ganado y para el aprovechamiento agrícola. A lo expuesto cabe señalar que a esas plantas recolonizadoras se le suma la presencia de un importante grupo de especies vegetales, traídas desde lejanos países, que en su momento fueron cultivadas y hoy permanecen en condición de especies asilvestradas: es el caso de las tuneras y piteras (*Opuntia dillenii*, *Opuntia maxima* y *Agave americana*).

Prueba de la devastadora intervención humana en los paisajes vegetales prehistóricos en esta cuenca es que el 46,84% de su superficie carece de cobertura vegetal natural. De ella, tan sólo el 29,17% está actualmente destinado a la actividad agrícola y, el 17,60% lo ocupan las áreas edificadas (mapa III. 9 y figura III.24).

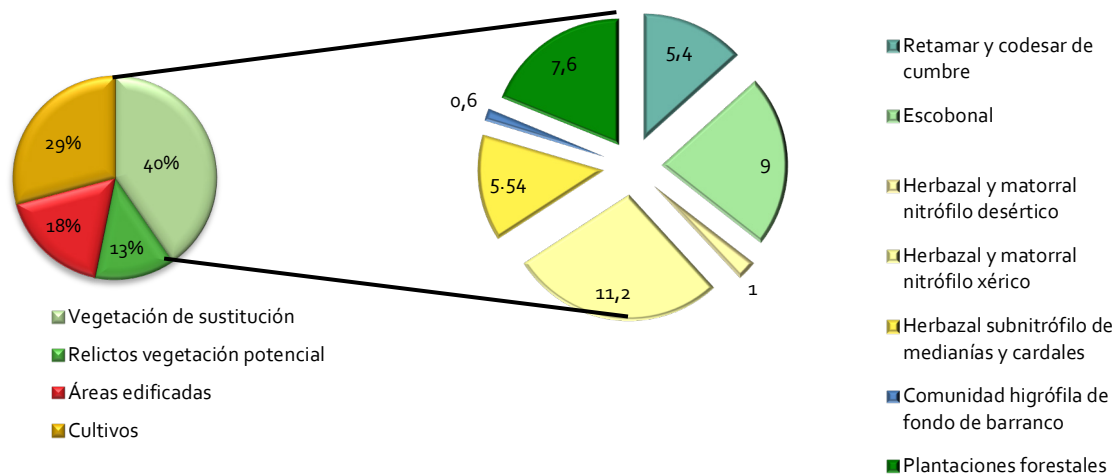
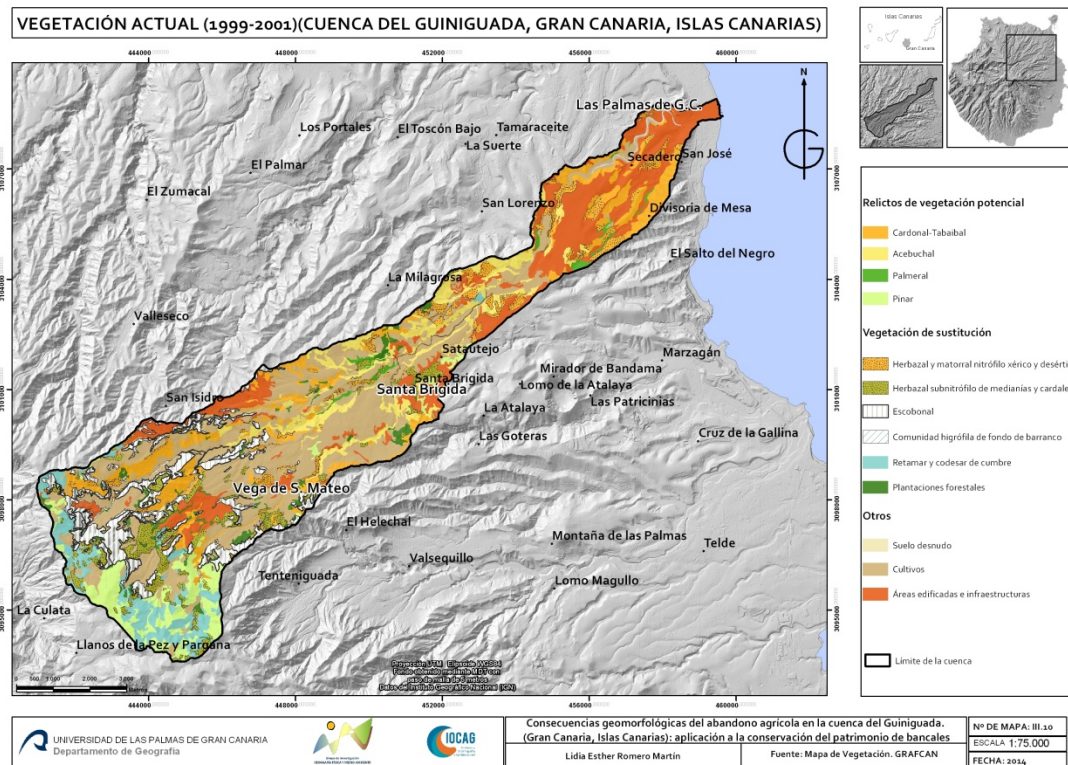


Figura III.24. Superficie (%) de las unidades fisionómicas de vegetación, cultivos y áreas edificadas y detalle de la superficie (%) de las unidades de vegetación de sustitución. Fuente: Mapa de vegetación de Gran Canaria. GRAFCAN.

Por otra parte, el paisaje vegetal dominante en la cuenca es el de la vegetación de sustitución (40%), es decir, el de las comunidades vegetales que se instalan tras el abandono de las actividades agroforestales tradicionales (agricultura, pastoreo, aprovechamiento forestal). Tan sólo quedan pequeños enclaves en los que se

conservan vestigios del paisaje vegetal natural. Estos relictos de vegetación suponen pequeñas islas de biodiversidad genética y ocupan apenas el 12,79% de la superficie de la cuenca.



Mapa III.9. Vegetación.

El análisis de la vegetación por geoambientes (tabla III.3) permite comprobar que, en la costa, más de la mitad de la superficie (59,04%) carece de vegetación natural, pues el 44,54% de la misma la ocupan las edificaciones. Por otra parte destaca el hecho de que el 27,86% está ocupada por relictos de vegetación potencial, fundamentalmente comunidades de cardonal-tabaibal (17,6%), rodales de acebuchales (8,89%) y pequeños bosquetes de palmerales (1,89%). Las primeras se encuentran sobre sustrato sedimentario (Miembro Superior de la FDLP). Los bosquetes de acebuches y lentiscos permanecen en enclaves de conos volcánicos como Montaña Socorro (Tafira Baja) y en las laderas de Altos de Siete Puertas y de Dragonal. Y los palmerales en las cabeceras de Bco. Seco, Bco. de la Calderina, en los cauces de los barrancos del Colegio, de Santa Brígida, Alonso y Merdejo y, formando alineaciones en los bordes de los bancales ingleses situados en los meandros del Guiniguada. Según estudio

realizado por Sosa *et al.* (2007), entre los palmerales con las mayores áreas de extensión que existen en Gran Canaria destacan algunos de los situados en esta cuenca. Estos son: el del Barranco de Guinguada (1,35 km²), Fuente Morales-El Dragonal (1,14 km²) y el de Barranquillo Siete Puertas-La Calzada (0,99 km²).

Cuenca (%)	Vegetación de sustitución (%)	Costa (%)	M. Bajas (%)	M. Altas (%)	Cumbre (%)
5,36	Retamar y codesar de cumbre	0,15	0,15	4,12	38,10
9,02	Escobonal		1,52	21,76	4,96
1,04	Herbazal y matorral nitrófilo desértico	4,47			
11,18	Herbazal y matorral nitrófilo xérico	7,41	14,59	13,47	1,09
5,54	H. subnitrófilo de medianías y cardales*		3,15	9,90	9,40
0,62	V. higrófila de fondo de barranco	1,02		1,03	
7,63	Plantaciones forestales	0,06	3,38	7,99	36,98
40,37	TOTAL	13,11	27,78	58,28	90,52
Cuenca (%)	Relictos vegetación potencial (%)	Costa (%)	M. Bajas (%)	M. Altas (%)	Cumbre (%)
7,74	Acebuchal	8,89	18,33	0,51	0,16
4,13	Cardonal Tabaibal	17,06	0,25	0,21	0,22
0,85	Palmeral	1,89	1,38		
0,07	Pinar				0,66
12,79	TOTAL	27,84	19,97	0,72	1,04
Cuenca (%)	Sin vegetación (%)	Costa (%)	M. Bajas (%)	M. Altas (%)	Cumbre (%)
17,60	Áreas edificadas	44,54	10,65	10,95	0,33
29,17	Cultivos	14,50	46,63	29,87	8,16
0,07	Áreas desprovistas de vegetación			0,19	
46,84	TOTAL	59,04	57,28	41,02	8,49

*comunidad de incienso y pinillo

Tabla III.3. Distribución de la vegetación actual por geoambientes. Fuente: GRAFCAN.

En las medianías bajas también dominan las superficies sin vegetación natural (57,28%) pero, a diferencia de la costa, destaca la superficie cultivada, con 46,63%, frente a la edificada que significa el 10,65% de su superficie. Le sigue en importancia la vegetación de sustitución, entre la que destacan los herbazales y matorrales nitrófilos xéricos compuestos por especies ruderales que se desarrollan sobre campos abandonados y antiguas áreas de pasto.

Por último la vegetación relictual ocupa el 19,97% de la superficie de la cuenca, siendo los acebuchales (18,33%) (Monte Lentiscal) las comunidades más extensas, seguidas

de los palmerales (1,38%). Destacan, por su extensión superficial, los acebuchales situados en el Monte Lentiscal y los bosquetes de palmeras localizados en las inmediaciones del núcleo de Santa Brígida y en el tramo inferior de Barranco Alonso.

En las medianías altas, predominan las superficies cubiertas por vegetación de sustitución (58,28%), y las comunidades vegetales más extensas son los escobonales (21,76%) y los herbazales-matorrales nitrófilos xéricos (13,47%). Un hecho a destacar de la vegetación en este geoambiente es la reducida extensión de las comunidades relictuales, pues tan sólo suponen el 0,72% de su superficie. El resto de la superficie de este geoambiente está ocupada por espacios sin vegetación (41,2%), donde los cultivos ocupan una importante extensión (29,87%) siendo el peso de las áreas edificadas significativo pues suponen casi el 11% de su superficie.

Por último, en la cumbre predomina de la vegetación de sustitución, que ocupa el 90,52% de su superficie. En ella, el retamar-codesar de cumbre (38,10%) y las plantaciones forestales (36,98%) dominan ampliamente el paisaje vegetal. Destaca la escasa presencia de vegetación relictual, que ocupa tan sólo el 1,04% de su superficie, de la que el 0,66% es de pinar canario. Por su parte, los cultivos, tan sólo representan el 8,16% de la superficie de este geoambiente.

3.4. El papel de los recursos humanos en la cuenca del Guinguada

El reconocimiento integral del paisaje de la cuenca del Guinguada conlleva el análisis del papel que desempeña la población que la habita, así como la propia estructura de poblamiento del área de estudio. En el pasado, la población cumplió una doble función. Por una parte, de su dimensión y de su estructura deriva el nivel de aprovechamiento de los recursos agrícolas, y la paulatina transformación del paisaje natural para su puesta en cultivo. Por otra parte, la población genera una demanda de consumo que, en parte, satisface con las producciones agrícolas de la cuenca, lo que determina diferentes niveles de presión sobre los recursos suelos y agua fundamentalmente, según la propia presión demográfica. Desde mediados del siglo XX, este panorama cambia de forma significativa. Ello se debe a los cambios que se producen en la ocupación del espacio objeto de estudio, a consecuencia del abandono agrícola, en un primer momento (1960-1981), y de la presión urbanizadora que se produce con posterioridad, y cuya máxima intensidad se manifiesta a inicios del siglo XXI. En consecuencia, el análisis de la dinámica demográfica y de las estructuras

resultantes nos informa de las íntimas relaciones que la cuenca del Guinguada mantiene con sus habitantes, agentes transformadores del paisaje, tanto cuando roturan, abancalan y ponen en explotación vertientes e interfluvios, como cuando proyectan las urbanizaciones que han hecho retroceder los espacios naturales y los campos de cultivo. Por tanto, el estudio de la población y del poblamiento se vuelve imprescindible para interpretar, adecuadamente, el paisaje del Guinguada.

En este apartado se analizan las características de la población que habita la cuenca, a la que se considera heredera directa del rico patrimonio agrícola que en ella existe, y protagonista del reciente proceso de abandono de la actividad agrícola. Se pretende con ello además conocer el potencial humano existente en materia de conservación de los paisajes tradicionales, como futuros activos agrarios. Se analiza la presencia humana en este espacio desde una óptica multifuncional, es decir, como constructor y gestor del paisaje agrícola, como destructor (cambios recientes de ocupación) y como agente activo en la conservación del mismo. La cuenca del Guinguada presenta una división administrativa en tres municipios que, de costa a cumbre son Las Palmas de Gran Canaria, Santa Brígida y Vega de San Mateo.

3.4.1. La dinámica demográfica: las diferenciadas pautas de comportamiento según ritmos y escalas de análisis

La población que habita en la cuenca del Guinguada experimenta un notable incremento desde la segunda mitad del siglo XX (1960) hasta la actualidad (2011), período en el que casi se duplica, pasando de 24.587 a 42.865 habitantes en 2011 (figura III.25). Si relacionamos el volumen de población con el territorio, se observa ese mismo incremento en la densidad de población que pasa de 378,3 habitantes/km², a comienzos del período indicado, a 659,5 habitantes/km² en 2011. Pero ese incremento que se aprecia, tomando la información en su conjunto, enmascara un ritmo de crecimiento muy desigual entre los diferentes municipios que conforman la cuenca.

Desde una perspectiva temporal, en la historia reciente de la población de la cuenca del Guinguada se pueden distinguir tres etapas diferenciadas que, además, ofrecen ciertas peculiaridades según los distintos municipios. En la primera, 1960-1991, se produce una importante pérdida de población, en el municipio de la Vega de San Mateo debido al proceso migratorio generado por el boom turístico en el sur de la isla que determina la pérdida de rentas agrícolas y, consecuentemente, el abandono de

dicha actividad económica. Por ese motivo, en ese intervalo temporal se produce un crecimiento lento de la población del conjunto de la cuenca. Esta evolución se altera en la segunda etapa (1991-2002), cuando un número considerable de entidades manifiestan intensos ritmos de crecimiento, especialmente en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria y, en menor medida, en el de Santa Brígida, lo que permite apreciar el crecimiento más acusado en todo el período analizado. El último período de análisis (2002-2011), sin embargo, refleja un cierto estancamiento o una ligera contracción del crecimiento.

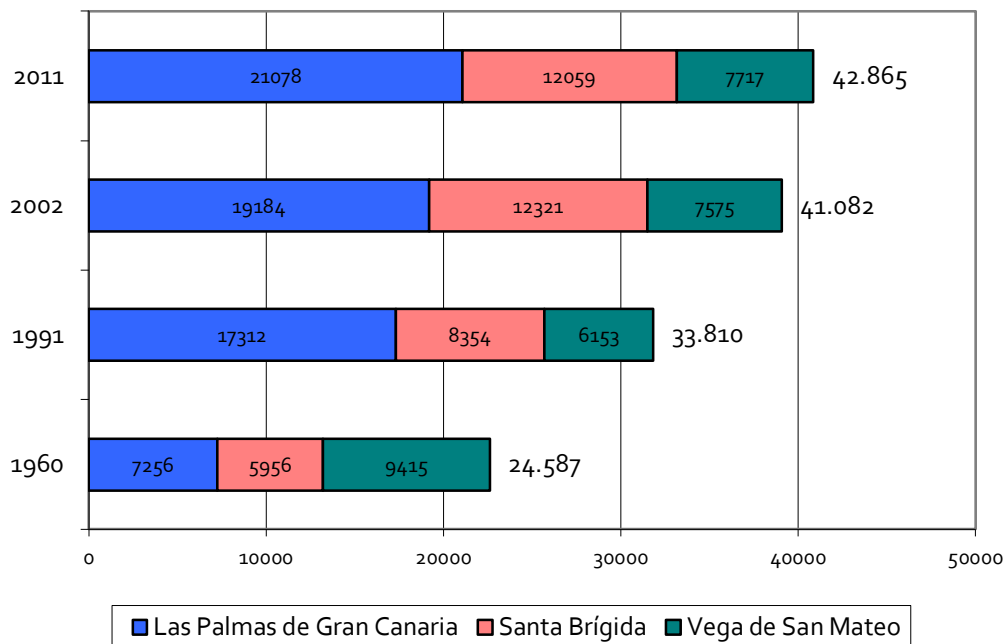


Figura III.25. Evolución de la población de las entidades y municipios de la cuenca del Guinguada. Fuente: Nomenclátor y Censos de Población y Viviendas (INE).

Si consideramos los municipios individualmente, se aprecia que la evolución del conjunto la determina la población de los núcleos situados en Las Palmas de Gran Canaria y, si bien, la Vega de San Mateo tiene más población censada en las entidades de la cuenca, en 1960, su peso disminuye a favor de Santa Brígida, lo que confirma que este último municipio ha tenido un mayor crecimiento en los últimos años, en correspondencia con los procesos de urbanización.

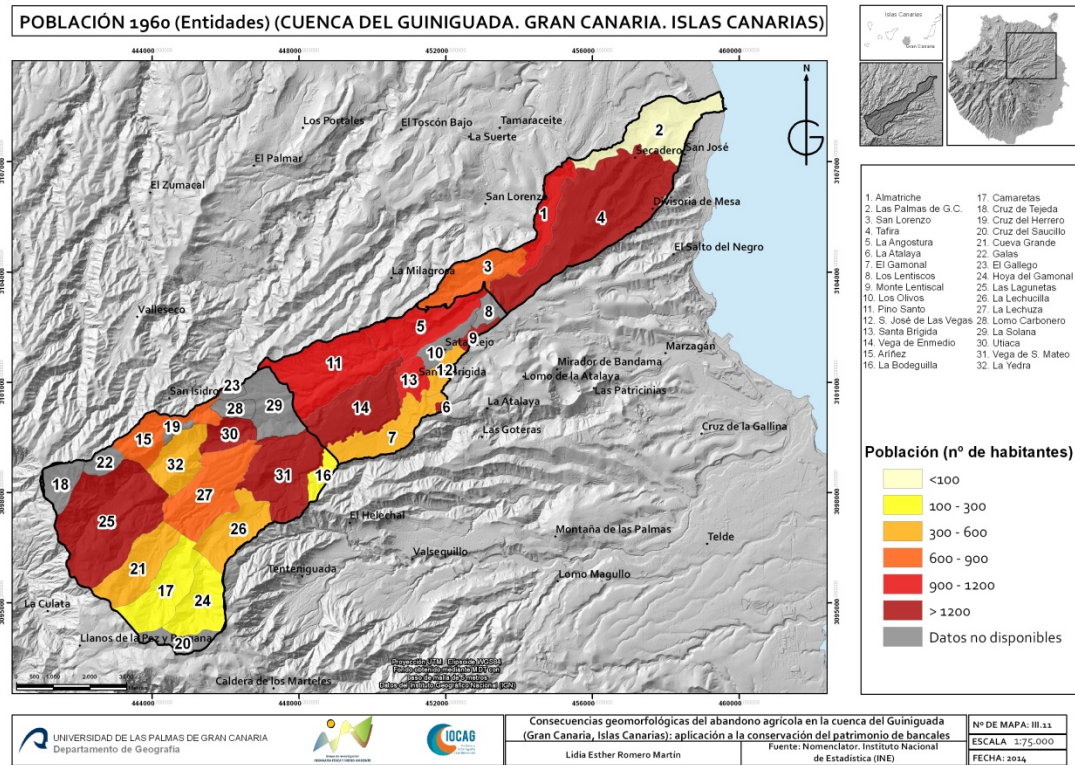
Por tanto, las causas que pueden explicar estas dinámicas son, por una parte, la tendencia a la desagrarización y el fenómeno conocido como éxodo rural en la primera etapa. Además, se trata de un proceso que, probablemente, fuera más intenso en las

primeras décadas de dicho período (1960 a 1980). La década de los años noventa, cuyas dinámicas revelan las transformaciones que vienen produciéndose en el área de estudio desde los años ochenta, manifiesta un proceso de crecimiento notable en correspondencia con la intensidad de los procesos de periurbanización que caracterizan la dinámica urbana de Las Palmas de Gran Canaria. Por ello, si se establece un paralelismo entre el crecimiento demográfico de los núcleos y su ritmo de urbanización se advierte un elevado nivel de correspondencia entre ambos fenómenos. Se trata, por tanto, del período en que la cuenca sufre una mayor agresión, con la máxima destrucción del paisaje natural y del patrimonio agrario. A dicho proceso contribuye el propio abandono de la etapa anterior.

Por último, el estancamiento o regresión de los últimos años hay que interpretarlo a la luz de un cambio importante en las tendencias urbanizadoras. La ciudad de Las Palmas de Gran Canaria crece, en este momento, en otros espacios consolidados, desde un punto de vista urbanístico, y la presión sobre la periferia urbana y, específicamente, sobre la cuenca del Guinguada disminuye. Al mismo tiempo, el reducido número de efectivos al que contribuye el crecimiento natural, por unos muy bajos niveles de fecundidad y un proceso de envejecimiento demográfico, origina una cierta parálisis del crecimiento, lo que reduce la presión demográfica sobre la cuenca del Guinguada.

Ahora bien, esta evolución general conviene concretarla en función de las dinámicas de las distintas áreas del ámbito de estudio, diferenciando entre las partes alta, media y baja de la cuenca, lo que nos permite, además, hacer un análisis microescalar. Para ello los mapas de población de los años 1960 y 2011 aportan una interesante información.

En el primero de ellos, el de distribución de la población por entidades en 1960 (mapa III.10), se revelan las huellas del pasado agrario, y los niveles de concentración de la población en función de la mayor aptitud de las tierras próximas a las entidades. Las entidades más pobladas son Tafira Baja (2.417 habitantes), donde residen entonces muchos de los campesinos de las explotaciones regadas en el curso bajo del barranco, dedicadas a los cultivos de platanera, y la Vega de San Mateo (2.479 habitantes), en la parte alta de la cuenca que, como su nombre indica, goza también de fértiles tierras de cultivo, especializadas en este caso en producciones para el abastecimiento del mercado interior.

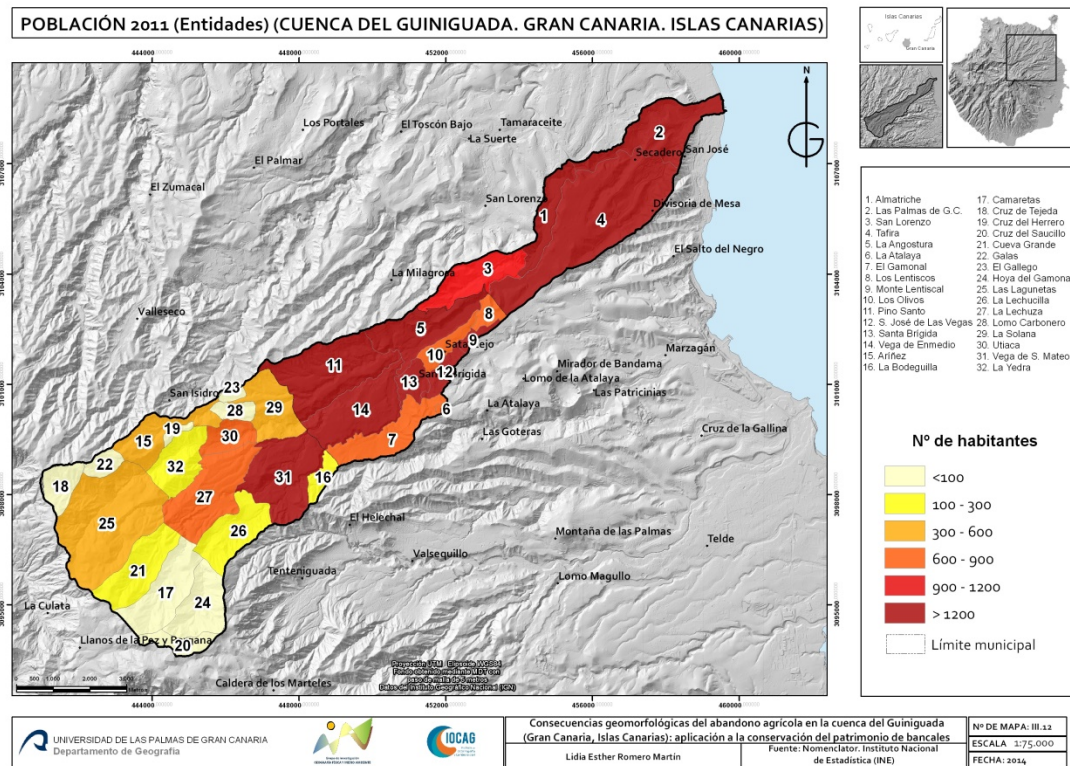


Mapa III.10. Población de 1960 (entidades).

Otras entidades de importancia demográfica en esa época son Tafira Alta, en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria (1.627 habitantes), la Angostura, Santa Brígida, Pino Santo y Vega de En medio, en el de Santa Brígida (1.090, 1.197, 1.197 y 1.480 habitantes respectivamente) y Las Lagunetas, en Vega de San Mateo, con 1.666 habitantes.

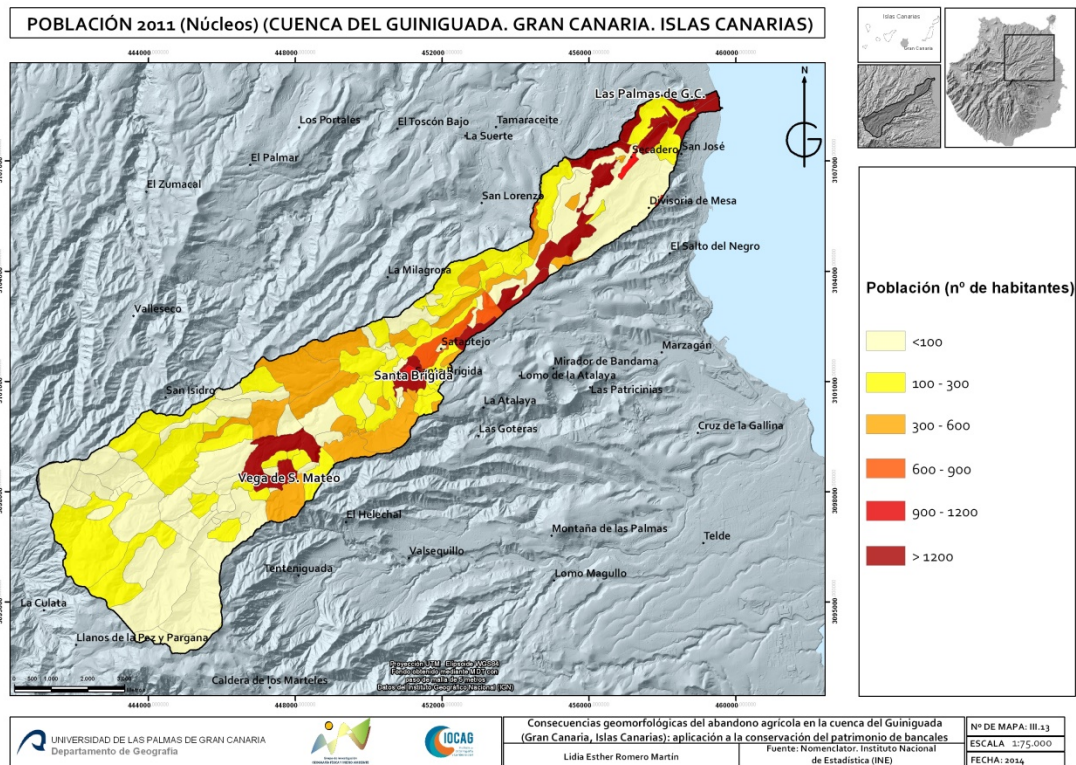
Para el mapa de 2011, se dispone de información desagregada a escala de núcleo de población e incluso, para los barrios metropolitanos de Las Palmas de Gran Canaria, la de los distritos y secciones censales. El panorama es absolutamente distinto (mapas III.11 y III.12) pues las entidades más populosas son Tafira y Almatriche, pertenecientes al municipio de Las Palmas de Gran Canaria, con 12.524 y 7.788 habitantes respectivamente. Dentro de estas entidades destacan, como núcleos muy poblados Almatriche Bajo y Lomo Blanco. Se trata de núcleos que, a su antigua condición de pagos que albergan a población agrícola, se les superponen proyectos de promoción inmobiliaria de distinto origen (promociones públicas, promociones realizadas al

amparo de la protección oficial y promociones privadas) y de diferente tipología (bloques de viviendas, viviendas de autoconstrucción, chalets, adosados...).



Mapa III.11. Mapa de población (entidades de población) en la cuenca del Guinguada en 2011.

En el caso del municipio de Santa Brígida crecen notablemente, las entidades denominadas San José de las Vegas (1.504 habitantes), Santa Brígida (3.293 habitantes) y Vega de En medio (1.885 habitantes), por un proceso semejante al mencionado con anterioridad, aunque aquí no se han desarrollado promociones inmobiliarias de viviendas de notable altura. Por último, el municipio en que se aprecia un mayor estancamiento demográfico es el de la Vega de San Mateo. En este caso, al abandono agrícola se suma la mayor distancia de sus pagos a la capital insular, y ello ha contribuido a que tan sólo el núcleo de Vega de San Mateo, capital municipal, haya concentrado el mayor volumen de población (3.655 habitantes), con promociones inmobiliarias, produciéndose crecimientos urbanos ocupando sectores de la vega agrícola.

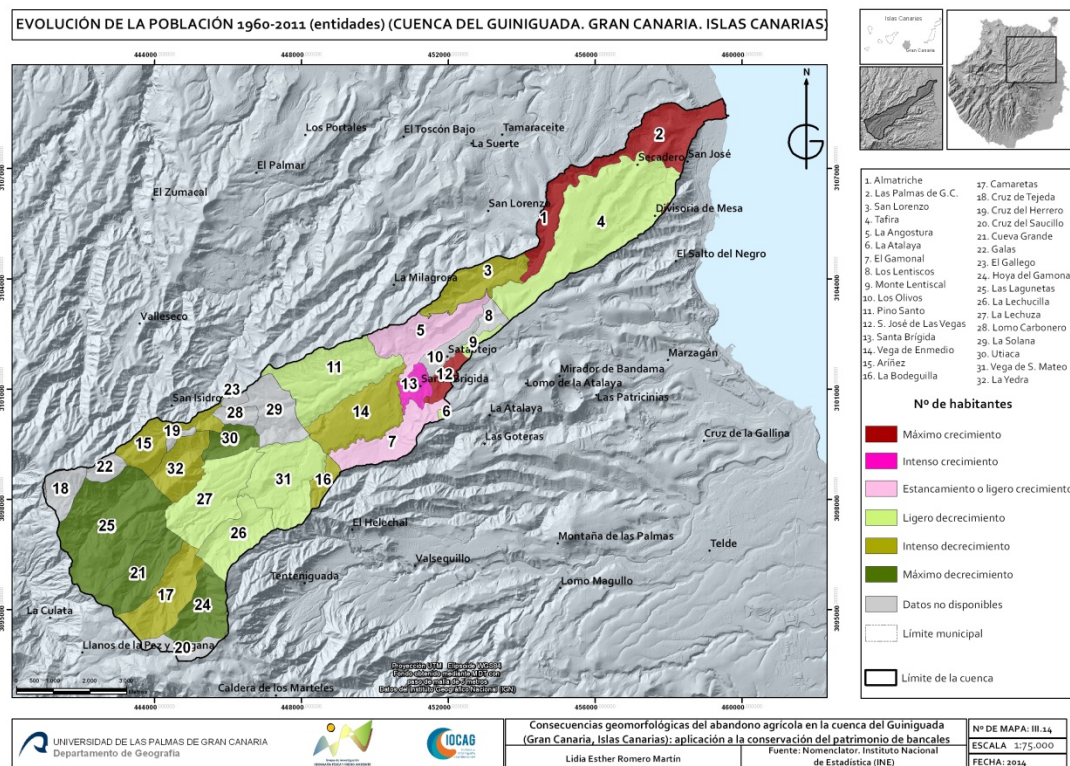


Mapa III.12. Mapa de población (núcleos de población) en la cuenca del Guinguada en 2011.

Por último, desde la perspectiva del crecimiento se aprecia que, desde 1960 a 2011, las tasas de crecimiento exponencial máximas, de más de un 2,5% anual (mapa III.13. y figura III.26), las arrojan el barrio urbano de Almatriche en la capital de Gran Canaria y San José de las Vegas, en el municipio de Santa Brígida. Otras entidades que experimentan también un crecimiento intenso, pero de menor cuantía, entre el 1 y el 3% anual exponencial, son Tafira, Angostura, Gamonal y el núcleo urbano de Santa Brígida. En ellos es posible encontrar aún población dedicada a las faenas agrícolas o, simplemente, tierras en cultivo próximas a las viviendas, aunque el carácter residencial ha primado en ellos desde que comenzaron las promociones inmobiliarias de los años ochenta y noventa. Por su parte, las entidades que experimentan un estancamiento o ligero crecimiento (entre 0 y 1% anual) son las que presentan peores conexiones viarias con sus respectivas capitales municipales, o con la insular. Es el caso de los núcleos de Los Llanos de María Rivera, La Palma y Siete Puertas en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria y Pino Santo y Vega de En medio, en el de Santa Brígida.

Las entidades de población del municipio de la Vega de San Mateo, en la parte alta de la cuenca, con excepción de la capital municipal, arrojan todos ellos tasas negativas, de hasta un -4,7% (Cueva Grande, Ariñez, Hoya del Gamonal, Utiaca, Las Lagunetas, etc.) o incluso, han desaparecido (Risco Prieto).

Por último cabe destacar que aparecen diez nuevas entidades en ese intervalo de tiempo. Entre ellas destacan las que resultan del crecimiento urbano reciente del núcleo de Santa Brígida (Los Olivos) y del Monte Lentiscal (Los Lentiscos). Se trata de los últimos procesos urbanizadores que tienen lugar en el tramo medio de la cuenca, realizados por promotores privados con tipologías edificatorias de baja a moderada densidad (adosados y bloque de edificios de menos de cuatro plantas), con más de 700 habitantes y que culminan con el proceso la artificialización de algunos de los mejores suelos agrícolas de este sector de la cuenca.



Mapa III.13. Evolución de la población entre 1960 y 2011.

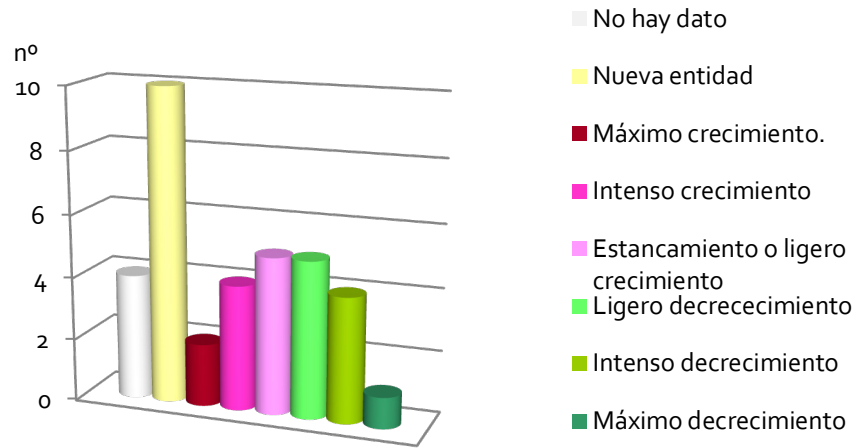


Figura III.26. Número de entidades según tasas de crecimiento (1960-2011). Cuenca del Guinguada. Fuente: Nomenclátor 1960 y 2011. INE.

Las restantes entidades se localizan en la parte más elevada de la cuenca, concretamente en la cabecera y en el límite con el municipio de Teror. Pertenecen al municipio de Vega de San Mateo, son viviendas diseminadas que no superan, en ningún caso, a los 100 habitantes, como Cruz de Tejeda, Cruz del Herrero, Cruz del Saucillo, Galas y El Gallego. Se trata, en la mayoría de los casos, de población que vive en casas aisladas de autoconstrucción.

3.4.2. Los factores de la evolución: el crecimiento natural y los procesos migratorios

El balance entre la dinámica vegetativa y los movimientos migratorios en la cuenca del Guinguada refleja que, en el período analizado, prima el señalado en primer lugar. La ausencia de datos de estos factores de crecimiento para núcleos y entidades impide su análisis detallado, pero ello no obsta para que se reconozcan dichos factores a partir de las dinámicas de los distintos municipios. En el caso del crecimiento vegetativo no se reconocen grandes diferencias entre los tres municipios. La evolución de la natalidad y mortalidad es semejante. En los primeros años del período analizado, la condición agraria del ámbito de estudio permite afirmar que las tasas de crecimiento natural eran considerablemente altas, pero con el paso de los años la transición demográfica, vinculada a la modernización de la sociedad, origina una importante contracción en el crecimiento. Ahora bien, las diferencias que podemos encontrar están mucho más condicionadas por las dinámicas migratorias. Por ello, la atracción residencial de determinados barrios o urbanizaciones es lo que ha potenciado la dinamización

demográfica, mientras que el abandono por emigración ha supuesto un importante lastre. Por tanto, los factores responsables del crecimiento han sido, fundamentalmente, los vinculados a los procesos migratorios de abandono del medio rural (dinámicas recesivas) en Vega de San Mateo, y al proceso de expansión urbana en determinados sectores (próximos a las vías insulares y a las capitales municipales) de los municipios restantes. Ahora bien, mientras que el proceso de rejuvenecimiento que representa la atracción inmigratoria no tiene grandes consecuencias en la dinámica vegetativa, el abandono sostenido del medio rural sí que genera un importante proceso de envejecimiento, lo que refuerza la pérdida de efectivos humanos.

Desde un punto de vista territorial, además, la dinámica de atracción más intensa las han arrojado los municipios de Las Palmas de Gran Canaria y Santa Brígida, sobre todo entre 1991 y 2002, mientras que la pérdida de efectivos por emigración del medio rural ha sido más intensa en la Vega de San Mateo, sobre todo en la primera etapa, lo provoca un intenso proceso de envejecimiento en muchos pagos, tal y como se analiza en el próximo apartado.

3.4.3. La estructura biodemográfica y el proceso de envejecimiento de la población

Entre los objetivos que se plantean en este trabajo se encuentra el de conocer aquellos aspectos de la estructura demográfica que se suelen relacionar con el proceso de abandono de la actividad agrícola, como el envejecimiento de la población y, especialmente, el de la población femenina. Tras aplicar el índice de envejecimiento a la población residente en las 25 entidades de población que conforman la cuenca del Guinguada, relacionando el número de ancianos (>65 años) con el de jóvenes menores de 16 años (tabla III.4), se obtienen valores considerados bajos-moderados (50-75 ancianos/100 jóvenes) en los dos municipios situados en el tramo medio y bajo de la cuenca (Las Palmas de G.C. y Santa Brígida) frente al valor moderado-alto (75-100 ancianos/100 jóvenes) del municipio más alejado de la capital insular (Vega de San Mateo).

En el caso de los municipios más urbanos de la cuenca se debe al propio movimiento natural de la población, al descenso de las tasas de natalidad y de mortalidad, mientras que en el municipio más claramente rural, Vega de San Mateo, el envejecimiento de su

población deriva de la fuerte pérdida poblacional que han experimentado aquellas entidades de mayor tradición agrícola y más alejadas de la capital municipal e insular.

Municipio	Entidades	INDICES DE ENVEJECIMIENTO		
		Total	Femenino	
Las Palmas de Gran Canaria	Almatriche	35,9	41,5	
	San Lorenzo	69,9	78,2	
	Tafira	100,6	120,0	
	Media	68,8	79,9	
Sta. Brígida	La Angostura	77,4	84,7	
	Gamonal	54,1	59,0	
	Los Lentiscos	12,7	11,9	
	Monte Lentiscal	52,8	62,3	
	Los Olivos	26,6	31,1	
	Pino Santo	63,2	67,1	
	San José de las Vegas	57,0	61,5	
	Santa Brígida	82,9	99,1	
	Vega de En Medio	94,4	104,1	
	Media	57,9	64,5	
Vega de San Mateo	Ariñez	87,8	102,7	
	La Bodeguilla	93,8	91,7	
	Camaretas	138,9	111,1	
	Cruz del Herrero	81,8	300,0	
	Cueva Grande	170,8	211,1	
	El Gallego	48,3	41,2	
	Las Lagunetas	135,2	136,4	
	La Lechucilla	108,5	128,6	
	La Lechuza	76,0	85,7	
	La Solana	58,9	78,6	
	Utiaca	80,7	86,7	
	Vega de San Mateo	71,2	78,3	
	La Yedra	116,7	125,0	
		Media	97,6	121,3
	MEDIA	79,8	95,9	
	MÁXIMO	170,8	300,0	
	MÍNIMO	12,7	11,9	
	Bajo	Moderado-Bajo	Moderado-Alto	Alto

Tabla III.4. Índices de envejecimiento total y femenino de la población que habita en la cuenca del Guinguada. Fuente: INE. Censo de Población y Viviendas 2001.

En cambio, al analizar el envejecimiento femenino, que resulta de relacionar el número de ancianas con el de mujeres jóvenes menores de 16 años se aprecia que, tanto las entidades del municipio de Las Palmas de Gran Canaria situadas en la cuenca, como las del municipio de Vega de San Mateo, presentan índices elevados. En el caso del envejecimiento femenino de las entidades del municipio capitalino, se trata del 79,9%, considerado moderado-alto y en Vega de San Mateo, se eleva hasta el 121,3%.

Al ampliar el análisis del envejecimiento de la población a la escala de entidades de población, se aprecian mayores contrastes poblacionales y territoriales de dicha variable demográfica. Destacan los valores elevados de Cueva Grande, Camaretas, Las Lagunetas, La Yedra y La Lechucilla en los que también se aprecian elevados valores del índice de envejecimiento femenino, provocado por la mayor esperanza de vida de esa fracción de la población.

3.4.4. La estructura socio-productiva: la cualificación y especialización socioprofesional

En este apartado se analiza el nivel de estudios de la población, así como la especialización profesional, y cuestiones tales como el tipo de profesión o sector de actividad y lugar donde desempeña su actividad. Este grupo de variables demográficas aporta valiosa información sobre el grado de relación de los habitantes de esta cuenca con su territorio, y la especialización productiva de los mismos.

El nivel de cualificación de la población de la cuenca responde al predominio de las personas que han realizado estudios de grado medio (bachillerato, FP, diplomatura...) (figura III.27).

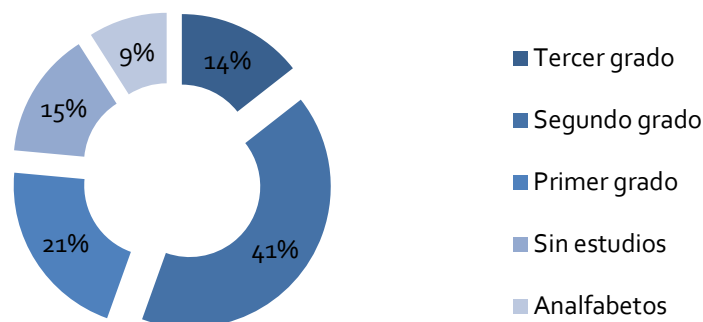


Figura III.27. Nivel de estudios de la población de la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001. INE

Por otra parte, el número de personas que no han cursado estudios (menos de 5 años de escolarización) y de analfabetos (personas de 10 años o más que presentan serias deficiencias en lectoescritura) es elevado (21%) y, en cambio, el porcentaje de personas que han realizado estudios universitarios es de apenas el 14%.

Los datos expuestos son el fiel reflejo de la evolución reciente que ha experimentado la educación en nuestro país, con un número aún elevado de personas, de más de 60 años cuya infancia (entre 6 y 14 años) transcurrió en el período de dictadura, pues con la instauración de la democracia y la aprobación de la Constitución de 1978 es cuando comienza la enseñanza básica obligatoria. Este dato también manifiesta el marcado carácter rural de la población, pues los campesinos necesitaban disponer de mano de obra para el trabajo de las tierras lo que implicaba que los niños y jóvenes de entonces y, muy especialmente los de sexo femenino, apenas recibieran, en su corta estancia en las escuelas rurales, breves nociones de lectura y escritura.

El análisis a escala municipal muestra (figura III.28) que la población del municipio satauteño presenta el porcentaje de población más cualificada de toda la cuenca, con el 43,1% de estudios de segundo grado y el 18,8% de la población con estudios de tercer grado. El elevado porcentaje de población universitaria que reside en Santa Brígida se relaciona con el ya mencionado proceso urbanizador de este espacio, que se ha convertido en el lugar de residencia, cercano a la capital insular, de población procedente de otros municipios, con alto nivel económico, cultural y social.

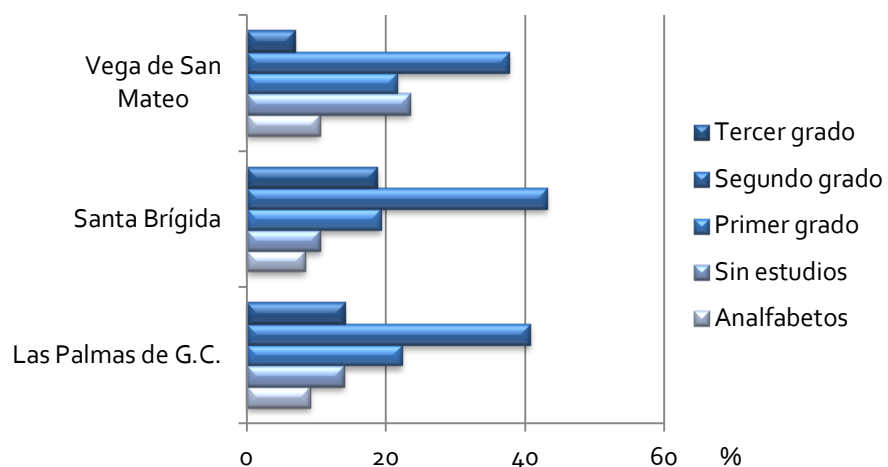


Figura III.28. Nivel de estudios de la población de la cuenca del Guinguada (por municipios). Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001. INE.

Es necesario aclarar que en este análisis se excluye a la población que reside en la ciudad consolidada o núcleo de Las Palmas de Gran Canaria. Se incluyen aquellos núcleos de población de entidades como Almatriche, San Lorenzo y Tafira que si pertenecen físicamente a la cuenca del Guinguada. Por este motivo, aparecen barrios de clase obrera o de tradición agrícola, en los que se aprecia un elevado porcentaje de personas analfabetas. Es el caso de Lomo Blanco y Lomo Verdejo, con 11,1% y 12,3% respectivamente; y de población con los estudios primarios sin terminar, como Siete Puertas con 35,7%. Estos núcleos capitalinos contrastan con otros en los que sí existe un porcentaje elevado de personas con estudios universitarios o equivalentes (FP II, Módulo III), que residen en urbanizaciones de alto standing como Zurbarán (39,7%) y Monteluz (33%), ambos situados en la zona universitaria de Tafira.

El municipio de más baja cualificación o nivel de instrucción de toda la cuenca es Vega de San Mateo. Nuevamente son las entidades con dinámicas demográficas regresivas y alejados de la capital municipal los que presentan los mayores porcentajes de población analfabeta y sin estudios de toda la cuenca. Entre ellos destacan Las Lagunetas, con 12,1% de población analfabeta y el 35,3% sin estudios, y Utiaca con 11,6% y 32,7% respectivamente. Incluso se da el caso de núcleos de población en los que, a pesar de su proximidad al casco de San Mateo, presentan un importante peso de población sin estudios. Sirven de ejemplo El Chorrillo o La Veguetilla, con un porcentaje de población sin estudios del 50,4% y 31,5% respectivamente.

La población económicamente activa (ocupados más parados) supone el 46,3% de la población total (figura III.29). Los que trabajan, con fecha de 2001, el 39,3% de la población total y el 7% se encuentra en el paro en el momento de realización del censo. El resto de la población lo componen los estudiantes (23,4%), los pensionistas por invalidez, viudedad u orfandad y jubilados (13,1%), personas que desempeñan labores del hogar (13,9%) y estudiantes (23,4%).

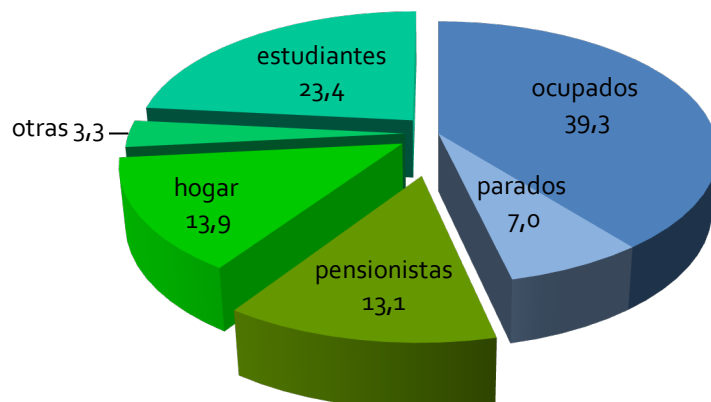


Figura III.29. Nivel de actividad de la población de la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2001. INE.

El análisis a escala más detallada (figura III.30) muestra un municipio, el de Santa Brígida, con el mayor valor de personas empleadas frente al de la Vega de San Mateo, en el que la población inactiva, especialmente los jubilados y los que desempeñan tareas en el hogar suman más del 30% de su población.

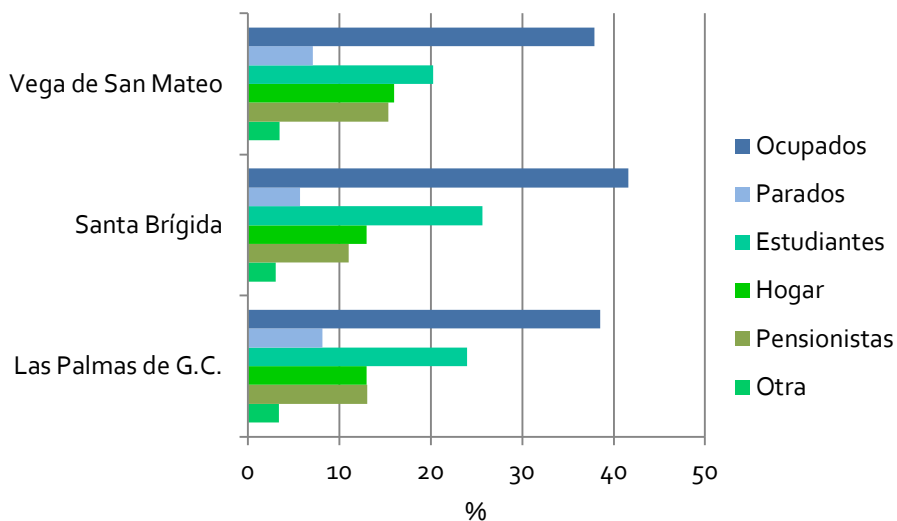


Figura III.30. Población activa (azul) e inactiva (verde) de los municipios de la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001 (INE).

Resulta altamente significativo del proceso de desagrarización, el hecho de que sólo el 1,8% de la población activa que habita en este espacio se dedique, como actividad lucrativa, al sector primario (figura III.34) y, por el contrario, destaque el dominio de los que trabajan en el sector terciario, concretamente en el subsector de los servicios.

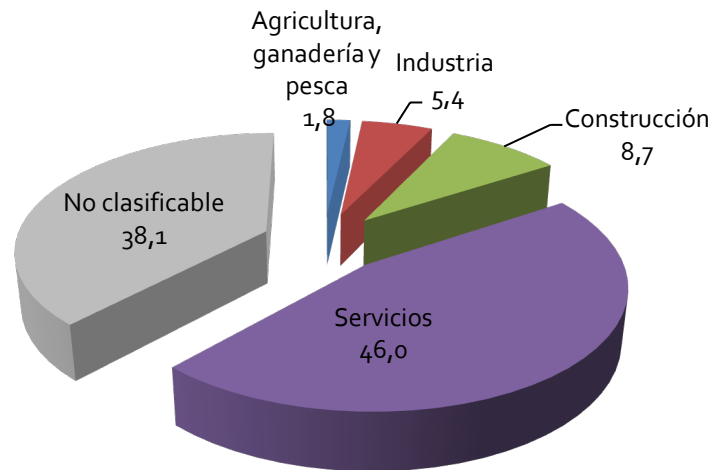


Figura III. 31. Sectores de actividad de la población activa de la cuenca del Guinguada (% hogares). Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001. (INE).

A escala municipal es posible matizar lo comentado anteriormente, pues se aprecia un incremento altitudinal en el número de hogares que se dedican a la actividad agrícola (figura III.32). En el municipio capitalino es 1 de cada 100, mientras que en el municipio del interior (Vega de San Mateo), casi 4 de cada 100 hogares subsisten por su dedicación a las actividades agrícolas.

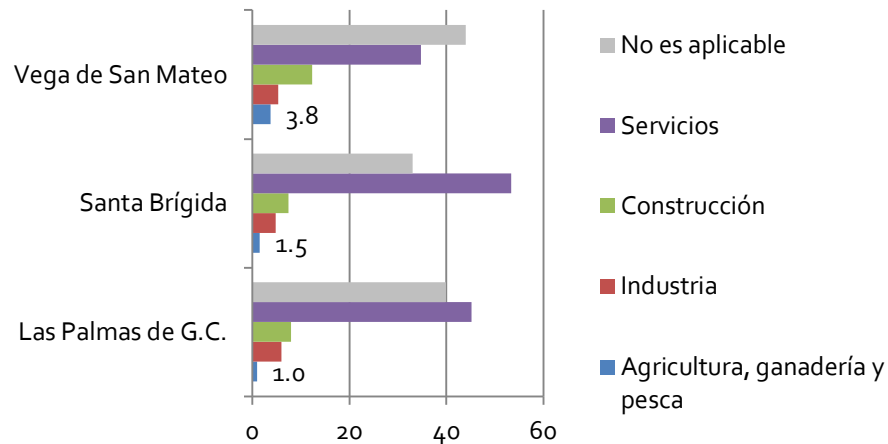


Figura III. 32. Sectores de actividad de la población activa del Guinguada según municipios (% hogares). Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001 (INE).

Otro dato que resulta significativo a la hora de conocer las características socioprofesionales de la población de esta cuenca es el referente al lugar de trabajo. En este sentido, algo más de la mitad de la misma trabaja en el propio municipio de residencia pero lo que es aún más relevante es que el 41% trabaja en otros municipios de la isla (figura III.33). Ese dato es altamente significativo en los municipios del interior de la cuenca, y máximo en el caso de la población activa del municipio de Santa Brígida (figura III.34). Este hecho demuestra la escasa capacidad de creación de empleo endógeno en dichos municipios, frente a lo que sucede con la capital insular.

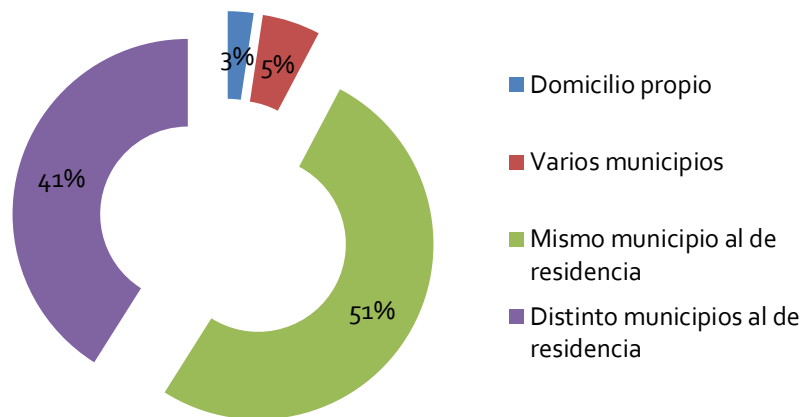


Figura III.33. Lugar de trabajo de los habitantes de la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Viviendas, 2001 (INE).

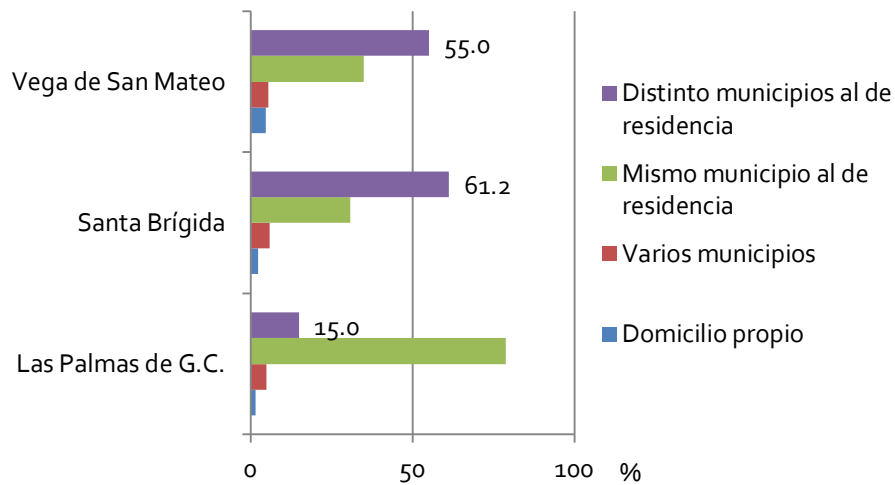


Figura III.34. Lugar de trabajo de los habitantes de los tres municipios de la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001 (INE)

3.5. Análisis territorial de la distribución de la población: el poblamiento

La forma de distribuirse la población en el territorio de análisis, es decir, el poblamiento es, resulta una variable de sumo interés, en el contexto de este trabajo, en la medida que aporta información sobre el grado de ocupación del territorio y la pérdida del recurso "suelo agrícola" que resulta de la ampliación del espacio edificado. Primero se estudia la tipología de los núcleos de población y su distribución espacial y, en segundo lugar, la evolución reciente del poblamiento.

3.5.1. Tipología de núcleos de población

La primera característica a destacar del poblamiento reciente (2011) de la cuenca del Guinguada es su elevado número de núcleos de población (tabla III.5). Y otra característica destacable es que el número de entidades, núcleos y áreas con poblamiento en diseminado se incrementa notablemente con la altitud debido a la propia configuración de la cuenca, que se amplía y se hace más abrupta en los geoambientes de medianías altas y cumbres, correspondientes con el municipio de la Vega de San Mateo.

Municipio	Entidades	Núcleos	Diseminado
Las Palmas de G.C.	3	23	2
Santa Brígida	8	47	1
Vega de San Mateo	19	57	12
Total	30	127	15

Tabla III.5. Entidades, núcleos de población y poblamiento diseminado en la cuenca del Guiniguada en 2011. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2011 y Secciones Censales 2009 (INE).

Por otra parte, esa elevada dispersión de la población también se aprecia en la relación entre la población (agrupada en intervalos) y la superficie que ocupan (figura III.35). Prueba de ello es que el 88% de la superficie de la cuenca presenta núcleos en los que habitan menos de 600 habitantes; siendo el rango más frecuente el de los núcleos de entre 100 y 300 habitantes, que ocupan algo más de la mitad de la superficie de la cuenca (53,52%).

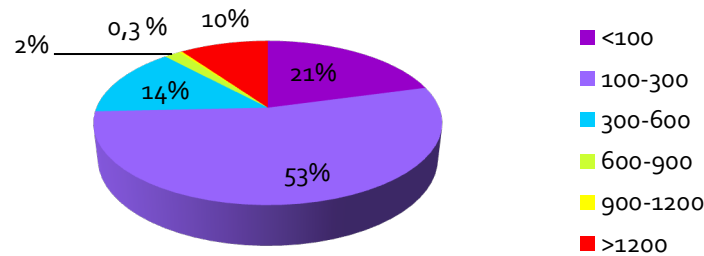


Figura III.35. Frecuencia de las unidades de poblamiento según número de habitantes. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2011 (INE).

Al analizar la tipología de núcleos de población por geoambientes, se aprecia que el poblamiento diseminado y de menos de 100 habitantes es dominante en la cumbre (figura III.36); que el rango comprendido entre 600 y 1.200 habitantes tiene escasa representación espacial, y que los núcleos de más de 1.200 habitantes ocupan mayor extensión superficial en algunos barrios urbanos y periurbanos de la capital insular y, en menor medida, en las capitales de los municipios del interior de la cuenca. Entre los barrios de la capital destacan por ser los más poblados, El Batán, Tafira Baja y Lomo Blanco, con 15.167, 12.391 y 11.481 habitantes respectivamente en 2009. El Batán y Lomo Blanco son barrios con una alta densidad edificatoria, de promoción pública en la que reside población de clase media-baja. Por el contrario el núcleo de Tafira Baja responde a un tipo de poblamiento residencial con edificaciones de menor altura,

construido a partir de promociones privadas en donde reside población de clase media-alta.

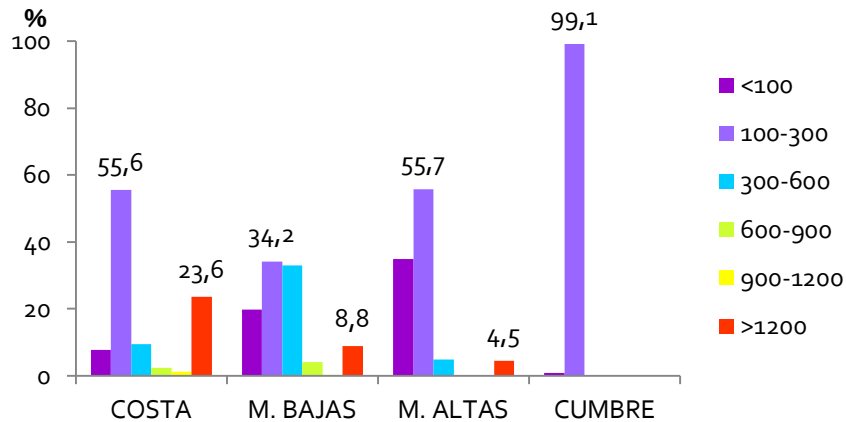


Figura III. 36. Frecuencia de los núcleos de población, según nº de habitantes por geoambientes. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)

3.5.2. Cambios recientes en el poblamiento

La ocupación urbana del territorio es un fenómeno bastante extendido en la vertiente norte de la isla de Gran Canaria, y especialmente intenso en los municipios colindantes con la capital insular. El análisis de la evolución reciente del número de edificios, realizado a partir de la información estadística oficial (Censos de Población y Viviendas de 1991 y 2001), permite verificar el notable peso que presentan los edificios de viviendas unifamiliares en los municipios no capitalinos de la cuenca (figura III.37).

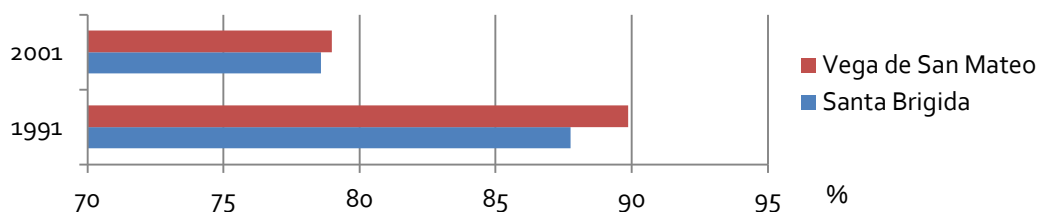


Figura III.37. Peso de los edificios destinados a viviendas unifamiliares con respecto al total de edificaciones de los municipios de Santa Brígida y Vega de San Mateo en 1991 y 2001. Fuente: Censos de Población y Viviendas 1991 y 2001 (INE).

El proceso de intensificación del diseminado urbano alcanza su techo a comienzos de la década de los 90 del pasado siglo, y tiene su máximo valor en el municipio de la parte alta de la cuenca (Vega de San Mateo) con el 89,9% y en Santa Brígida con el

87,8%. En cambio, en el último censo analizado se aprecia un leve decremento en el número de viviendas unifamiliares en relación con el resto de las edificaciones, llegando casi a equipararse los valores entre ambos municipios. Ese proceso puede deberse a la conjunción de varios fenómenos. De un lado, a que la normativa urbanística se haya vuelto más restrictiva (DL 1/2000 de 8 de mayo. Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias), a la densificación de las edificaciones localizadas en las capitales municipales, que actúan de polos de atracción de la población por la mayor oferta de servicios esenciales, o al cambio de categoría hacia edificios para viviendas multifamiliares.

Por otra parte, la información referente al tipo de viviendas que existen en la cuenca del Guinguada nos confirma la idea de la reciente proliferación de edificaciones destinadas a segunda residencia. Los datos de 2001 nos muestran que el 25% de las viviendas son no principales. Esto quiere decir que, una cuarta parte de las viviendas son de uso ocasional o permanecen vacías o sin uso. Por otra parte, el análisis a escala municipal (figura III. 38) muestra que es el municipio más alejado de la capital insular, y situado a mayor altitud, Vega de San Mateo, el que presenta el mayor porcentaje de viviendas no principales, con el 35,1%. En él, destacan entidades con clara vocación agrícola por presentar los porcentajes más elevados de este tipo de viviendas. Las Lagunetas (51,5%), Cruz del Herrero (38,9%), Vega de San Mateo y La Lechucilla (36 %) son los más significativos. En el municipio de Las Palmas de Gran Canaria es el núcleo de Los Llanos de María Rivera el que presenta el mayor porcentaje de viviendas no principales, con el 44%, seguido de Dragonal Alto con el 35,2%. En Santa Brígida los núcleos que tienen mayor porcentaje de viviendas no principales son San José de Las Vegas, con 33,1% y Vega de En medio, con el 29,8%.

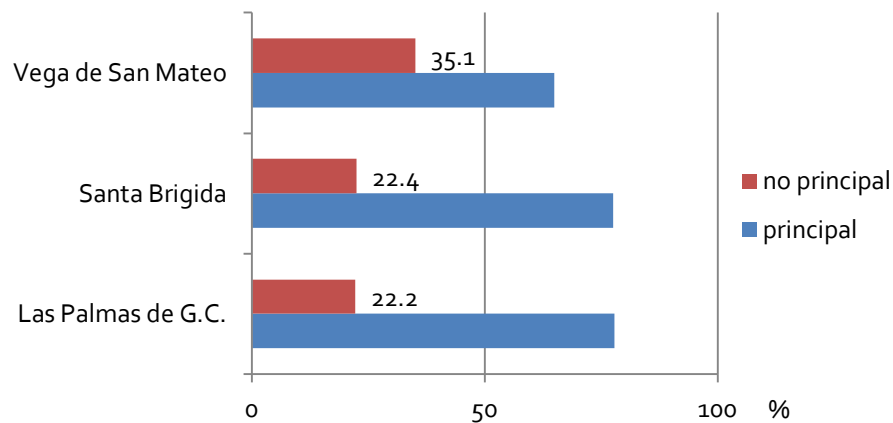


Figura III. 38. Tipos de vivienda (según uso) por municipio en la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo de Población y Viviendas 2001. (INE).

3.6. La gestión de la cuenca del Guinguada: la necesidad de alternativas para el aprovechamiento de sus recursos

3.6.1. El aprovechamiento tradicional de los recursos: la construcción del espacio agrícola tradicional

La cuenca del Guinguada es un espacio con una ocupación humana muy temprana, incluso antes de la conquista ya se aprovechaba este barranco por la población aborígen; por consiguiente tiene una dilatada tradición agraria. En la desembocadura se asienta el núcleo fundacional de la capital insular, desde el que se dirige la colonización hacia el interior de la isla.

Prueba de la elevada aptitud agrícola de esta cuenca es que era conocida como La Vega. El término vega, entendido como "parte de tierra baja, llana y fértil" (DRAE), hace referencia a la vocación de esta "comarca natural de recursos" (Santana, 1992) para la explotación agrícola intensiva a la que se sometió dicho espacio, desde el período prehispanico hasta la actualidad. Dicho término se conserva actualmente en forma de topónimo de uno de los municipios que la conforman, el de la Vega de San Mateo y de varios núcleos de población (Vega de En medio, La Veguetilla, etc.) (Moreno y Hansen, 2001).

A continuación se expone un breve resumen de la historia del aprovechamiento agrícola de esta cuenca, haciendo especial hincapié en la pronta especialización espacial del aprovechamiento antrópico según los geoambientes que, de alguna manera, pervive hasta la actualidad.

Con los repartimientos de tierra que se producen tras la conquista de la isla, se inicia una clara diferenciación espacial de la propiedad de la tierra (Suárez-Grimón, 1984). Se instauran grandes y medianas propiedades en la Vega de En Medio, medianas y pequeñas propiedades en la Vega Alta, mientras que en la cumbre, la propiedad de la tierra se concentra en dos grandes cortijos. El poblamiento es temprano en la Vega Baja, con la localización de la capital insular y, especialmente, en la Vega de En Medio, destacando los núcleos de Tafira, Pino Santo y Sataute. Destaca, en este último, la pronta creación de la ermita de Santa Brígida, en 1522.

Desde los inicios del siglo XVI se dibuja la distribución espacial de los cultivos. Se cultiva la caña de azúcar en las tierras más fértiles de la costa, y comienza la expansión de la vid en las proximidades de Bandama (Hansen, 1993). Los márgenes de la desembocadura del Guinguada, y parte de la Vega Baja, se dedican además al cultivo de cereales, huertas y frutales destinados al abastecimiento de los habitantes de la ciudad recién construida. El resto del territorio se cultiva con cereales, y en algunos espacios, se comparte con el uso ganadero, como en las dehesas de Tasaute, Vega Vieja, Vegueta de Porras, Tasautejo y Gamonal. El monte público del Lentiscal se destina al aprovisionamiento de leña y madera de la población del noreste de la isla.

El comienzo del siglo XVII está marcado por dos hechos históricos significativos, que tendrán su impronta en la redistribución espacial de la población. Se trata del ataque del pirata holandés Van der Does en 1599 y la gran avenida del Guinguada de 1615. Ambos marcan el inicio del desplazamiento de la población humilde (jornaleros agrícolas y artesanos) que vivía en el sector aledaño a la desembocadura del Guinguada, hacia los "riscos" de San Nicolás, San Roque, San Juan y San José, en los que se construyeron sus respectivas ermitas en advocación a los santos que dan nombre a dichos barrios populares (figura III.39).



Figura III.39. Riscos de San Juan y San Roque (Las Palmas de Gran Canaria). Foto: Cabildo de G.C.

El siglo XVII también supone el inicio del proceso de diversificación de los cultivos y de la especialización agrícola de los geoambientes de esta cuenca. En el paisaje agrícola antes descrito se sustituye la caña de azúcar por la vid de exportación, y se incorporan nuevos productos traídos de América (papa y millo) y de Europa (perales, higueras, nogales, entre otros). Continúa el proceso de nuevas roturaciones, al tiempo que se instaura un patrón de poblamiento disperso, en pequeños caseríos y grandes haciendas de propietarios de la capital.

Mientras que en otros sectores de Gran Canaria la crisis de la vid de exportación hace mella sobre la población por la escasez de tierras, agua y alimentos; en las medianías de esta cuenca aumentan las roturaciones de nuevas tierras y se incrementa la población, que en ese momento supone el 8,5% de la población insular (Censo del Obispado de Canarias, según Santana y Moreno, 2001) De este modo, las medianías se configuran como nuevo espacio de ocupación económica y social del territorio y del agua. Este hecho lleva parejo el inicio de la conflictividad del campesinado por la propiedad de la tierra y por el uso del agua, hasta entonces destinada al riego de fincas de la costa y al abasto de las residencias de los grandes propietarios urbanos.

Se producen las primeras usurpaciones de tierras reales en el Monte Lentiscal (Benjumea y Hansen, 2001). Crece el poblamiento, especialmente en aquellos núcleos situados en las proximidades de las vías que comunican la costa con Teror (Santa Brígida, San Mateo y Pino Santo) y con la cumbre (Camaretas y Utiaca).

Durante el siglo XVIII se produce una cierta recuperación de la economía insular, con el alza de la exportación vitivinícola y la introducción de la barrilla como nuevo cultivo de exportación. El paisaje agrícola del cereal es el dominante en La Vega, siendo el millo el que ocupa la mayor extensión, seguido de la cebada y el trigo, a los que se suma la superficie de la papa. El elevado número de molinos que existen por la cuenca (más de cuarenta) atestigua la importante vocación cerealista en esa época. Por otro lado, el campesinado complementa su actividad agrícola con la ganadera (leche, lana y miel) para poder subsistir, pues los precios de sus productos chocan en los mercados locales con la competencia de los cereales de importación.

El siglo XIX comienza con la última de las segregaciones municipales en La Vega, con la construcción en 1802 de la parroquia de San Mateo. Se configura entonces la división político-administrativa en los tres municipios con los que cuenta actualmente la cuenca del Guinguada: Las Palmas de Gran Canaria, la Villa de Santa Brígida y la Vega de San Mateo. Continúa el crecimiento de los núcleos de población, con la concentración de asentamientos en torno a la villa de Santa Brígida, y a los caminos que conectan la Vega con las cuencas y pueblos vecinos (Jinámar, Las Goteras, Teror) y con la cumbre insular (Moreno, 2005). Se intensifica la deforestación de los bosques y, para subsanar el daño causado, se realizan diversas repoblaciones en el Monte Lentiscal por parte de la Real Sociedad Económica de Amigos del País. Por último, las tierras que permanecían sin cultivar se dedican al pastoreo extensivo y al leño intensivo para uso doméstico.

El siglo XIX es especialmente duro para los campesinos de La Vega debido a las sucesivas crisis de abastecimiento provocadas por causas naturales (sequías, malas cosechas) y antrópicas (especulación con los granos canarios para su venta al exterior por parte de la burguesía), que derivaron en importantes episodios de desabastecimiento general. Se suceden las crisis de subsistencia debido a la falta de alimentos. Las hambrunas, las epidemias y la emigración son el resultado de esta prolongada situación económica adversa. Mientras, la Vega Alta continúa funcionando como área abastecedora del consumo local y de subsistencia de la población residente, pero sometida a graves problemas de ocupación espacial, de transporte y comercialización de sus productos. Por

su parte, en la Vega de En Medio se construyen numerosas residencias de recreo para los grandes terratenientes y otras edificaciones agrícolas.

Se incrementa el número de campesinos sin tierras que labrar y de ganaderos sin pastos comunales, pues desaparece definitivamente el Monte Lentiscal, con su total deforestación y privatización. A mediados de dicho siglo se introduce la cochinilla como nuevo producto de exportación a la que se suman, una veintena de años más tarde, el tabaco, el plátano y el tomate.

Las descripciones de René Vernau a fines del XIX nos hablan de un paisaje vegetal muy variado, fruto de la diversificación de las especies vegetales agrícolas y de jardinería, y de una nueva distribución geográfica de los cultivos. Entre los primeros destaca la vid, que se extiende por las vertientes cubiertas por piroclastos de los antiguos terrenos públicos del Monte Lentiscal. Del núcleo de Santa Brígida hacia la costa predominan los policultivos de subsistencia (cereales, granos, papas y batatas) y, a partir de ese núcleo hacia la Vega Alta, domina una gran diversidad de frutales (Vernau, 1982).

Por otro lado, a finales del siglo XIX, tiene lugar la mejora de la carretera del centro, junto con la difusión internacional por parte de algunos viajeros ilustres (Von Buch y Olivia Stone) de las aptitudes climáticas y paisajísticas del sector medio de la cuenca. Ello será la semilla de una nueva actividad económica, el turismo, que supondrá un revulsivo para el cambio de modelo económico, que acontecerá en la isla casi medio siglo más tarde. Es el periodo del primer impulso turístico en Gran Canaria, el de los hoteles sanatorios para los enfermos británicos de pulmón y de reumatismo, que pasaban temporadas alojados en los cuatro hoteles que llegaron a construirse en la villa de Santa Brígida (Santana y Rodríguez, 2006).

El proceso de ampliación de la superficie cultivada en la cuenca del Guinguada toca su techo en la primera mitad del siglo XX, período en el que alcanza su máxima extensión, con el 58% de su territorio.

La primera mitad del siglo supone el fin del largo período de construcción de la superficie agrícola en La Vega, con la introducción de los últimos productos de exportación agrícola: el plátano y el tomate. Mientras el segundo tiene una escasísima impronta espacial y económica en este sector de la isla, el plátano sustituye espacialmente a los anteriores productos agrícolas de exportación en la Vega Baja del Guinguada. Es un período de

fuerte capitalización agrícola que transforma sustancialmente el paisaje de la Vega Baja. Supuso un nuevo y último pulso en la “fábrica” de tierras de cultivo, con la construcción de los llamados “bancales ingleses”, en los que se invirtieron importantes sumas de capital humano y económico. También se invirtió mucho dinero en nuevas explotaciones acuíferas, y en diversos sistemas de canalización y almacenamiento de agua, para abastecer la elevada demanda de este nuevo cultivo de exportación.

La ciudad se erige en un importante polo de atracción poblacional, pues a este nuevo cultivo de exportación se le suman otra serie de actividades que demandan bastante mano de obra, tales como la construcción y explotación del puerto, así como el propio desarrollo urbano.

En la Vega de En Medio (Santa Brígida) el uso agrícola del espacio se transforma gradualmente en otro uso más devorador del territorio, el residencial, lo que supone la pérdida irreversible de los mejores suelos agrícolas en las proximidades de Santa Brígida y del Monte Lentiscal. También se produce una cierta recuperación de la actividad turística que, a mediados del siglo XX, deja de tener carácter sanatorio-residencial para convertirse en un turismo de visita breve, que se desplaza desde la capital hasta Bandama o al pago de La Atalaya, asociado al turismo de cruceros (González Morales, 2007). El paisaje agrícola dominante en este sector es el de policultivo de secano de papas, frutales, leguminosas, hortalizas y forrajeras.

En la Vega Alta (San Mateo), aunque la actividad agroganadera se mantiene como base económica del municipio, y la población residente conoce su máximo histórico en la década de los 50, comienza el rápido declinar de la agricultura de abastecimiento del mercado interior, que se mantiene hasta los últimos años de la autarquía. Se producen mejoras en las infraestructuras municipales, como la construcción de edificios públicos, la adecuación de caminos vecinales y de la conectividad con los municipios aledaños. Se desarrolla una importante actividad comercial con la feria del ganado iniciada en 1890 y reconvertida en mercado de productos agroganaderos de la comarca que se mantiene hasta la actualidad (Naranjo-Santana, 2007).

A partir de la segunda mitad del siglo XX y, más concretamente, de la década de los 60, se producen los cambios más trascendentales de la historia económica y social de Canarias en general, y de este territorio en particular. La actividad agrícola deja de ser el motor económico debido al desarrollo urbano de la capital insular y al turístico de espacios

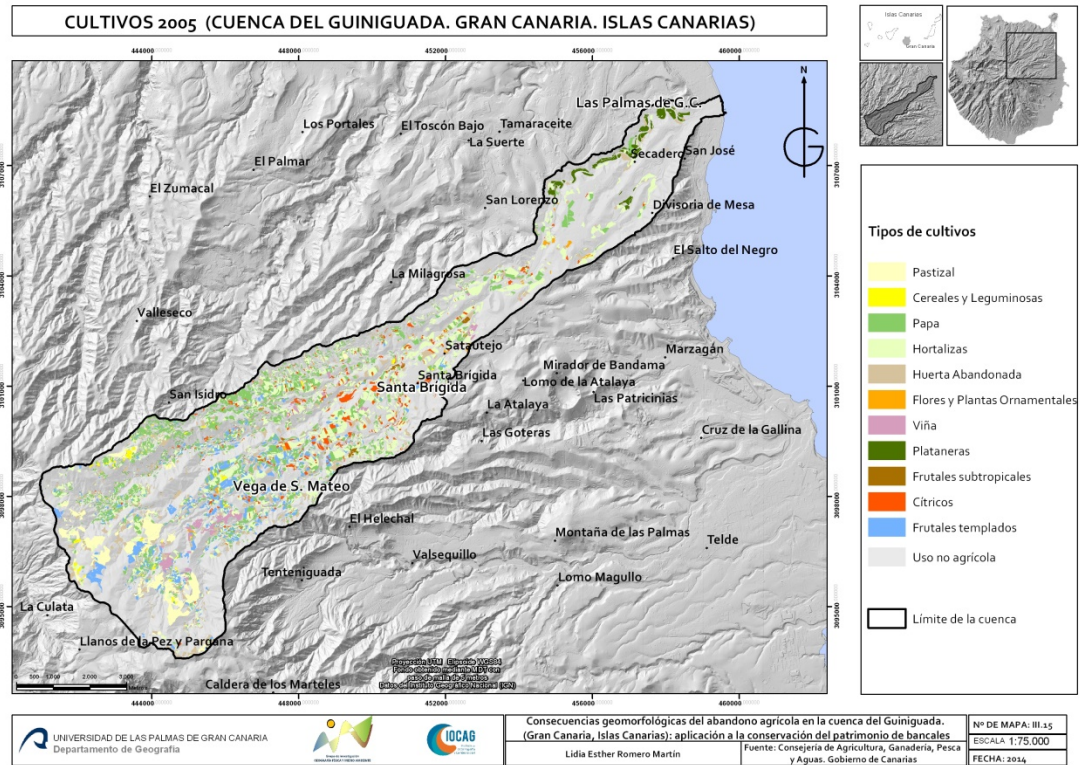
situados en el sureste y sur de Gran Canaria, que habían permanecido hasta entonces como áreas marginales. Este último proceso, y los cambios de ocupación territorial que el nuevo modelo económico impone a esta comarca agrícola tradicional, serán objeto de análisis en el capítulo cuatro de esta tesis doctoral.

3.6.2. El paisaje agrícola actual

Una vez descrita la evolución general de los usos en la cuenca, se procede a analizar, de forma muy sucinta, los tipos de cultivos y su distribución actual, así como las características de las explotaciones agrícolas, de sus titulares (edad y grado de dedicación a dicha actividad económica), y de los regímenes de tenencia de la tierra. Los datos proceden de dos fuentes oficiales que difieren sensiblemente en la fecha de recogida y publicación de la información pero que, en cualquier caso, nos permiten realizar una primera aproximación.

3.6.2.1. Los tipos de cultivos

En lo referente a los tipos de cultivos que existen actualmente en la cuenca, la información que refleja el mapa de cultivos (Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias) (mapa III.14), referidos a la campaña agrícola de 2005, muestran claros síntomas del proceso de desagrarización descrito en párrafos anteriores. Prueba de ello es que más de la mitad de su superficie, concretamente el 67,62%, presenta un uso no agrícola. Dicha categoría comprende las superficies de eriales, monte, viales y los espacios construidos.



Mapa III.14. Cultivos 2005.

Por otra parte, y en lo que se refiere a la superficie agrícola, los tipos de cultivo dominantes son herbáceos, concretamente las hortalizas y las papas (figura III.40). Las hortalizas (30,87%) son el cultivo “no tradicional” más importante de las medianías, esto es, de los municipios de Santa Brígida y Vega de San Mateo, y están asociadas a una agricultura más intensiva de regadío que la papa y el millo, aunque en un proceso de simplificación del mapa, se le han añadido las categorías de huerta limpia y huertos familiares. Por su parte, la papa es el cultivo estacional típico de ese geoambiente. Supone el 23,56% de la superficie agrícola de la cuenca, y de él se recogen hasta dos cosechas al año, con fechas de siembra y recogida diferente según las zonas agroclimáticas. Le siguen, por su importancia superficial, los frutales templados, con el 10,67% de la superficie agrícola. También forman parte de la superficie agrícola las huertas abandonadas, que suponen el 13,15% de la superficie de la misma. Se trata de una categoría que comprende tanto los abandonos recientes como los prolongados.

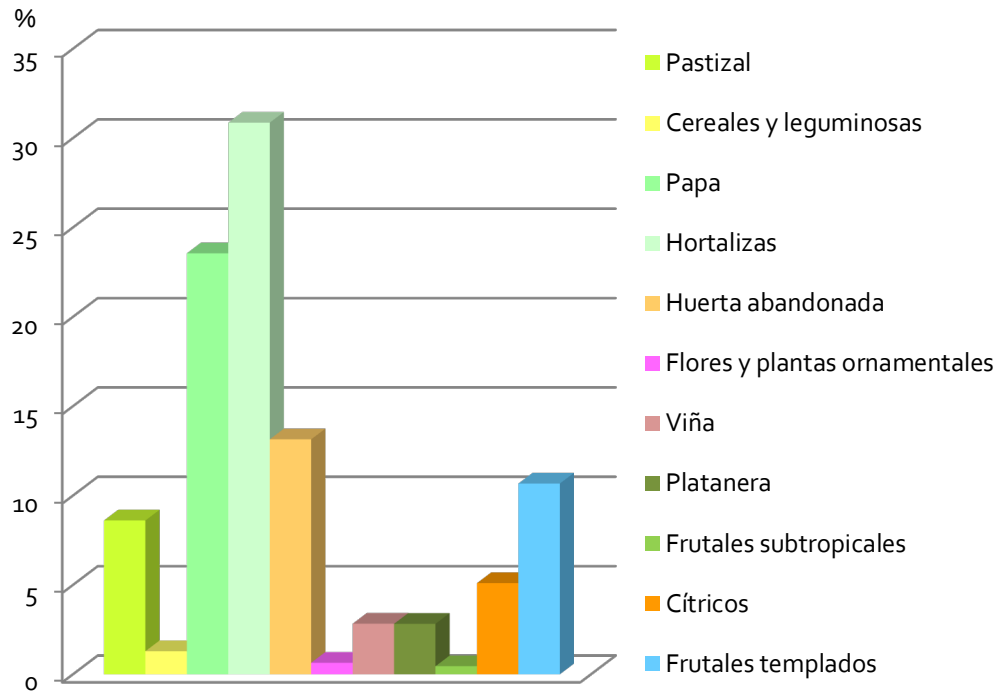


Figura III.40. Porcentaje de ocupación de los tipos de cultivo en la cuenca del Guinguada en 2005. Fuente: Mapa de cultivos. Consejería de Agricultura. Gobierno de Canarias.

Se entiende por estado de abandono reciente aquellas parcelas que no presentan signos de cultivo, pero en las que la recolonización de especies leñosas es limitada, es decir, que su abandono data de 2 ó 3 años antes de la recogida de los datos de campo (año 2005). Por el contrario, el abandono prolongado es aquel en el que la recolonización de leñosas se hace evidente, por lo tanto, con más de tres años de abandono, pero sin llegar a constituir eriales. El paisaje agrícola de la cuenca del Guinguada comparte la principal característica de las vertientes de barlovento de las islas más montañosas de Canarias, su elevada agrodiversidad (Rodríguez Brito, 1992). Las huertas³ y las papas son los cultivos dominantes en esta cuenca. Se distribuyen por todos los geoambientes aunque con menor presencia en costa y cumbre. Además existe una serie de cultivos adaptados a las condiciones térmicas extremas que se registran en esta cuenca (calor-frío), como son las plataneras en la costa y los pastizales en la cumbre. Y, por último, se aprecia una clara gradación altitudinal en la

³ El término huerta engloba tres categorías señaladas en el mapa de cultivos de Gran Canaria: hortalizas, huertas limpias y huertas familiares.

variedad de cultivos leñosos compuesta por frutales subtropicales en la costa, cítricos en las medianías bajas y frutales templados en medianías altas y cumbres.

Por último merece especial mención un producto agrícola con una dilatada historia en la zona, especialmente en sectores con sustratos piroclásticos en laderas escarpadas, la vid. Su presencia en esta cuenca destaca en la zona de Monte Lentiscal (medianías bajas) y en las vertientes de La Lechucilla, Montaña de Troya y Montaña Vinculación (Cueva Grande–Camaretas).

El análisis de la distribución de los tipos de cultivo por geoambientes nos información de mayor detalle. Un dato a destacar es que el uso no agrícola es particularmente más importante (alrededor del 80%) (tabla III.5) en la costa y en la cumbre. En el primer caso se debe al peso de la superficie urbana y los viales y, en el segundo, al dominio del monte y los eriales.

La reducida superficie agrícola que existe en la costa se reparte, mayoritariamente, entre las explotaciones de hortalizas y de platanera. Este último cultivo ha permanecido asociado a los márgenes del cauce principal de la cuenca, desde Fuente Morales hasta el Pambaso, más algunas fincas situadas en Barranco Seco. Por el contrario, el paisaje agrícola de cumbres se caracteriza por el dominio del pastizal y del cultivo de frutales templados. En el primer caso se trata de pequeñas parcelas en las que se siembran cereales para alimento de ganado, y en el segundo de grandes fincas, en su mayoría, de titularidad pública, en la que se cultivan diversas variedades de manzanas y peras, bien adaptadas a las condiciones termoclimáticas de la cumbre. Por su parte, en medianías bajas, dominan las hortalizas (15,53% de su superficie), las papas (9,71%) y los cítricos (3,94%), mientras que en medianías altas se invierte el peso superficial de los cultivos. En ellas, las papas ocupan el 10,51% de su superficie agrícola y las hortalizas el 8,45%. Cabe señalar, por último, que en las medianías altas es donde se registra la mayor agrobiodiversidad de toda la cuenca.

Cuenca	Tipo de cultivo	Costa	Medianías Bajas	Medianías Altas	Cumbre
2,79	Pastizal	0,00	0,09	5,17	8,73
0,42	Cereales y leguminosas	0	0,15	0,83	0,69
7,63	Papa	3,27	9,71	10,51	0,51
9,99	Hortalizas	8,67	15,53	8,45	1,89
4,26	Huerta Abandonada	2,06	3,31	6,45	4,04
0,21	Flores y plantas ornamentales	0,46	0,22	0,10	0,00
0,92	Viña	0,40	0,73	1,63	0,00
0,91	Platanera	3,92	0,01	0,00	0,00
0,15	Frutales subtropicales	0,18	0,35	0,00	0,00
1,65	Cítricos	0,63	3,94	0,84	0,10
3,46	Frutales templados	0,02	2,35	6,24	4,48
67,62	Uso no Agrícola	80,39	63,61	59,79	79,55
100	Total	100	100	100	100

Tabla III.5. Superficie ocupada por los tipos de cultivo en la cuenca y en los cuatro geoambientes. Fuente: Mapa de cultivos de Gran Canaria 2005. Consejería de Agricultura. Gobierno de Canarias.

La información disponible para conocer ciertas características de las explotaciones agrícolas, sus titulares, tipo de aprovechamiento y el régimen de tenencia, extraída del censo agrario limita el análisis a la escala municipal. Esto significa que los resultados obtenidos son meramente orientativos de la realidad agrícola de esta cuenca pues, en el caso concreto del municipio de Las Palmas de Gran Canaria, y en menor medida, de Santa Brígida y de Vega de San Mateo, la superficie que se encuentra en el interior de dicha cuenca es muy reducida (tabla III.6).

Municipios	Superficie total (km ²)	Superficie interior cuenca (km ²)	%
Las Palmas de G. C.	101,8	15,2	14,9
Santa Brígida	23,8	15,6	65,4
Vega de San Mateo	38,2	34,1	89,2
Teror	25,8	0,0	0,1
Valsequillo	38,8	0,0	0,1
GUINIGUADA		64,9	

Tabla III.6. Superficie municipal total y su porcentaje en el interior de la cuenca del Guinguada.

3.6.2.2. Las explotaciones agrícolas

La propiedad de la tierra se caracteriza por el dominio del minifundismo, es decir, de las explotaciones con superficies inferiores a las 5 ha (tabla III.7).

Municipios	Nº explotaciones con tierra	Minifundio (ha)		≥ 10 a < 20	≥ 20 a < 50	≥ 50
		≥ 0,1 a < 5	≥ 5 a < 10			
Las Palmas de G. C.	235	166	27	21	13	8
Santa Brígida	169	140	17	8	1	3
V. de San Mateo	317	288	19	4	3	3
Total	721	594	63	33	17	14
GUINIGUADA	100	82,4	8,7	4,6	2,4	1,9
Santa Brígida	100	82,8	10,1	4,7	0,6	1,8
V. de San Mateo	100	90,9	6,0	1,3	0,9	0,9

Municipios	Nº explotaciones con SAU	≥ 0 a < 5	≥ 5 a < 10	≥ 10 a < 20	≥ 20 a < 50	≥ 50
Santa Brígida	158	144	12	1	0	1
Vega de San Mateo	286	271	13	2	0	0
Total	648	583	51	11	1	2
GUINIGUADA	100	80,9	7,1	1,5	0,1	0,3
Santa Brígida	100	85,2	7,1	0,6	0,0	0,6
Vega de San Mateo	100	85,5	4,1	0,6	0,0	0,0

Tabla III.7. Número de explotaciones agrícolas con tierras y con superficie agrícola utilizada en la cuenca del Guinguada. Censo Agrario 1999. INE.

Tanto si se analizan las explotaciones con tierras, como las que tienen una superficie agraria utilizada, en los dos municipios del interior de la cuenca se aprecia el claro predominio del pequeño tamaño de las mismas, que suponen más del 80% en ambos casos. Este territorio presenta una adversa topografía, con escasos espacios llanos, lo cual dificulta el aprovechamiento agrario en la zona. Asimismo tiene suelos poco evolucionados, salvo el lecho del barranco, por lo que la productividad y el rendimiento por hectárea es bastante bajo.

El tamaño minúsculo de las explotaciones induce a pensar que, con los medios tradicionales, resulta insuficiente para la subsistencia de las familias, por lo que estas microexplotaciones son llevadas, en la mayoría de las ocasiones, a tiempo parcial. Por

el contrario, la gran propiedad (> 10 ha) tiene una escasa presencia en ambos municipios, siendo de apenas 12 explotaciones en Santa Brígida y 10 en San Mateo.

A lo expuesto cabe añadir la elevada fragmentación espacial de la propiedad, que se expresa en el paisaje por el alto número de parcelas que existen, siendo notablemente superior en el caso del municipio situado a mayor cota, Vega de San Mateo (tabla III.8).

Municipios	Nº de explotaciones			Nº		
	Total	Con tierras	Sin tierras	parcelas	(UG)	(UTA)
Las Palmas de G.C.	275	235	40	857	5.193	452
Santa Brígida	185	169	16	739	1.204	229
Vega de San Mateo	343	317	26	1.819	744	367
Total	803	721	82	3.415	7.141	1048
GUINIGUADA	100	89,8	10,2			
Santa Brígida	100	91,4	8,6			
Vega de San Mateo	100	92,4	7,6			

Tabla III.8. Estructura de la propiedad agraria en la cuenca del Guinguada. Fuente: Censo Agrario 1999. INE.

El relieve compartimentado, en el que dominan las vertientes con pendientes moderadas, junto a los sistemas de heredamientos (una familia podía tener parcelas sometidas a distintos aprovechamientos agrarios en zonas alejadas), pueden ser la causa de esa intensa segmentación de la propiedad agrícola. Predominan las explotaciones con tierra frente a las exclusivamente ganaderas (sin tierras). Por otra parte, el número de explotaciones y de parcelas es notablemente superior en la Vega de San Mateo que en la Villa de Santa Brígida. En la primera, el número de unidades de trabajo-año asciende a 367 frente a las 229 de Santa Brígida, lo cual confirma que este municipio tiene una estructura económica donde los subsectores agrícolas y ganaderos juegan un papel mayor que en el de Santa Brígida.

Por lo que respecta a las unidades ganaderas de ambos municipios, la situación se invierte, pues Santa Brígida presenta unas 1.204 UG frente a las 744 de San Mateo. Esto viene propiciado por la mayor especialización del primero en ganado vacuno, donde este tipo de animales tiene un cómputo mayor en la confección de la Unidad Ganadera (UG).

El régimen de tenencia dominante es el de las tierras en propiedad (tabla III.9). Este tipo de forma de explotación es más importante en Santa Brígida, con el 92,9% de la superficie, que en San Mateo. En este último caso, la superficie agrícola utilizada de las explotaciones en propiedad directa desciende al 62,8%. El resto de las explotaciones se trabajan según otros tipos de regímenes de tenencia (22,5% de la superficie) y mediante arrendamiento (14,7%). Por otra parte, la mayor superficie de explotaciones que se aprovechan en régimen de arrendamiento o alquiler en la Vega de San Mateo muestra una mayor desvinculación de sus propietarios con la tierra que en el municipio vecino.

Municipios	Todos	Propiedad	Arrendamiento	Aparcería	Otros
Las Palmas de G. C.	594	396	104	70	24
Santa Brígida	1498	1392	57	0	50
Vega de San Mateo	395	248	58	0	89
Total	2487	2036	219	70	163
GUINGUADA	100	81,9	8,8	2,8	6,6
Santa Brígida	100	92,9	3,8	0,0	3,3
Vega de San Mateo	100	62,8	14,7	0,0	22,5

Tabla III.9. Superficie agrícola utilizada de las explotaciones según el régimen de tenencia (ha).
Fuente: Censo Agrario 1999. INE.

3.6.2.3. Los titulares de las explotaciones

El municipio con mayor dedicación agrícola de la zona de estudio es, según el número de propietarios agrícolas (333 personas) Vega de San Mateo (tabla III.10). Entre ellos, menos del 10,8% son jóvenes menores de 34 años y, lo que es más significativo, algo más de la mitad de los propietarios agrícolas presenta una edad superior a los 55 años. Esto quiere decir que buena parte de los propietarios de tierras agrícolas que trabajan en sus tierras son personas de edad avanzada, próximas a la jubilación o ya jubiladas.

A la vista de estos datos se puede afirmar que el reemplazo generacional no está pues garantizado. A lo expuesto cabe añadir que una parte importante de los propietarios, concretamente entre el 66,3% en Santa Brígida y el 75,7% en San Mateo tienen como única actividad lucrativa, la agrícola, mientras que entre el 30,3 y el 21% respectivamente mantienen esta actividad como complemento a una primera actividad laboral.

Municipios	Todas las edades	Grupos de edad (años)				Ocupación principal		
		< 34	35 a 54	55 a 64	> 65	SE	OAL 1ª	OAL2ª
Las Palmas de G.C.	250	20	80	71	79	176	65	9
Santa Brígida	175	14	66	53	42	116	53	6
Vega de San Mateo	333	36	123	93	81	252	70	11
Total	758	70	269	217	202	544	188	26
GUNIGUADA	100	9,2	35,5	28,6	26,6	71,8	24,8	3,4
Santa Brígida	100	8,0	37,7	30,3	24,0	66,3	30,3	3,4
Vega de San Mateo	100	10,8	36,9	27,9	24,3	75,7	21,0	3,3

SE: sólo en la explotación; OAL1ª: otra actividad lucrativa 1ª; OAL2ª: otra actividad lucrativa 2ª

Tabla III.10. Titulares (personas físicas) por grupos de edad y ocupación principal. Fuente: Censo Agrario 1999. INE.

Por otro lado, el número de familiares que comparten las tareas agrícolas con el titular de la explotación es mayor en el municipio de Vega de San Mateo aunque cabe señalar que, un buen número de ellos lo hace en calidad de segunda actividad económica o, a tiempo parcial (tabla III.11).

Municipios	Solo en la explotación	otra actividad lucrativa 1ª	otra actividad lucrativa 2ª
Las Palmas de G.C.	75	87	3
Santa Brígida	58	63	1
Vega de San Mateo	127	130	3

Tabla III.11. Grado de implicación de otros miembros de la familia del titular en el trabajo de la explotación agrícola. Fuente: Censo Agrario 1999. INE.

Por último, se puede afirmar la mayor vocación ganadera del municipio de Santa Brígida debido al mayor número de unidades de ganado y a la superficie de tierras dedicadas a pastos permanentes (tabla III.12). Destaca también la extensa superficie de las explotaciones agrícolas que existen en el municipio de San Mateo que no son labradas, ni dedicadas a aprovechamiento ganadero ni forestal, por lo tanto se trata de eriales o superficies abandonadas.

Municipios	Total	Tierras labradas	Tierras pastos permanentes	Especies arbóreas forestales	Otras tierras no forestales
Las Palmas de G. C.	1905	577	16	39	1273
Santa Brígida	2110	279	1219	317	295
Vega de San Mateo	3096	369	26	4	2696
Total	7111	1225	1261	360	4264
GUNIGUADA	100	17,2	17,7	5,1	60,0
Santa Brígida	100	13,2	57,8	15,0	14,0
Vega de San Mateo	100	11,9	0,8	0,1	87,1

Tabla III.12. Superficie total de las explotaciones (ha) según tipo de aprovechamiento. Fuente: Censo Agrario 1999. INE.

En definitiva, se observa que el aprovechamiento agrario de esta cuenca ha ido reduciéndose con el paso del tiempo. Hoy predominan las actividades terciarias y los procesos urbano-inmobiliarios, con una agricultura residual, de carácter parcial, frente a los campesinos a tiempo completo que suponían mayoría en tiempos pretéritos. De igual manera, el abandono agrícola ha permitido una cierta recolonización de la vegetación natural, sobre todo en vertientes donde antes había bancales en explotación. La cuenca del Guinguada ha experimentado pues una profunda transformación agrícola y ganadera, aunque aún se pueden observar abundantes huellas de su pasado agrario.

CAPÍTULO IV. CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DEL SUELO Y EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA ENTRE 1960 Y 2002.

La relación que el ser humano establece con el medio se materializa a través de los cambios de uso y ocupación del suelo (Lambin *et al.*, 1999). Estos, presentes a lo largo de la historia de la humanidad, nunca antes han adquirido el ritmo y la intensidad de los últimos cincuenta años. Uno de los objetivos de este trabajo consiste en conocer la evolución de la cobertura agrícola de la cuenca del Guinguada y, más concretamente, la de su abandono reciente: el que tiene lugar tras el cambio de modelo económico experimentado a escala nacional y local. Como se ha comentado en capítulos precedentes, el abandono de la actividad agrícola conlleva importantes pérdidas de recursos naturales (suelo y agua) y culturales (patrimonio agrícola material e inmaterial). Para conocer la magnitud e intensidad de esas pérdidas es preciso estudiar la historia de la cobertura agrícola.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en el análisis de la evolución de las coberturas del suelo y su relación con las tasas de erosión, del proceso de abandono agrícola y concluye dedicándole una especial atención a la superficie agrícola con presencia de bancales. Se realiza a partir de un análisis territorial diacrónico en el que se usan, como fuentes de información, los fotogramas aéreos de tres fechas (1960, 1992 y 2002), y como herramienta de trabajo los SIG. Pese a las deficiencias que pueda presentar el empleo de imágenes aéreas, derivadas en su mayor parte de errores en la interpretación de la información, los resultados son asumibles sobre todo si se tienen en cuenta los enormes vacíos que existen sobre estos temas en la bibliografía científica, en las bases de datos territoriales (censos agrarios) y en la cartografía temática (mapa de cultivos, de ocupaciones, cartografía del Plan Insular y del Plan Agropecuario de Gran Canaria). Este déficit de información bruta o elaborada se hace aún más patente cuando se trata de territorios insulares montañosos, y de reducidas dimensiones como las Islas Canarias.

Por otra parte, somos conscientes de que el abandono de la actividad agrícola responde fundamentalmente a factores socioeconómicos, no incluidos en esta tesis. Por ello, en este capítulo tratamos de caracterizar un aspecto de este proceso a partir de algunas variables naturales (altitud, pendientes, suelos).

El capítulo se estructura en cinco apartados. En el primero se muestran las características de las coberturas del suelo en la zona de estudio en tres intervalos temporales; en el segundo se analizan los cambios de cobertura, su signo y su magnitud en los períodos considerados. En el tercero se relacionan los cambios de cobertura con las tasas de erosión potencial que se deducen de los mismos. En el cuarto se analiza el proceso de abandono agrícola, mientras que en el quinto, y último, se centra la atención en los cambios de cobertura que experimentan las vertientes con bancales en el período analizado.

4.1 Características generales de las coberturas del suelo en los tres años de referencia: 1960, 1992 y 2002

Para conocer la historia reciente de la ocupación agrícola de este territorio se ha recurrido al análisis de las coberturas del suelo en tres momentos diferentes. Así, la primera fecha de análisis (1960) se corresponde con el despegue del fenómeno urbano-turístico, por lo que su información constituye el punto cero, a partir del cual se inicia el proceso del abandono agrícola. La información obtenida para el año 2002 ilustra cómo es la cobertura reciente de este territorio, mientras que la de 1992 permite visualizar un corte intermedio en la tendencia evolutiva. El año 1960 constituye también el punto de referencia para el análisis de la superficie de bancales, pues se entiende que es el momento en el que la ampliación de la superficie agrícola toca techo y, por ende, la superficie abancalada. Por lo tanto, a la interpretación de las coberturas del suelo para esa fecha le acompaña la de la superficie de bancales de la que deriva su mapa correspondiente. Esto no quiere decir, como se demuestra más adelante, que no puedan darse nuevas colonizaciones de bancales en vertientes hasta ahora vírgenes, pero son casos aislados que se salen, dadas sus reducidas dimensiones, de la escala que se aborda en este trabajo. Las categorías seleccionadas para el análisis de coberturas del suelo son las siguientes: cultivos en uso (*Cu*), cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) (aproximadamente el 50% se halla en explotación y el resto en abandono), cultivos abandonados (*Ca*) (>75% de la superficie en estado de abandono agrícola), áreas de pastizal (*Ap*), áreas de matorral (*Am*), áreas repobladas (*Ar*) y edificación concentrada (*Ec*).

4.1.1. Coberturas del suelo en 1960: dominio de la cobertura agrícola en explotación

En la primera fecha de referencia (figura IV.1 y mapa IV.1) se observa que algo más de la mitad de la superficie de la cuenca está ocupada por coberturas antropizadas (64%), mientras que el 36% restante lo está por las naturales. Por su parte, la cobertura antrópica dominante en 1960 es la de cultivos en uso, mientras que la de edificación concentrada supone tan sólo el 3% de la superficie. El poblamiento concentrado se localiza en la capital insular (Las Palmas de Gran Canaria), en algunos de sus barrios del interior (Tafira, La Calzada) y en menor medida, en las cabeceras de los otros municipios y en algunos de sus barrios más poblados (Santa Brígida, El Monte, Las Meleguinas y Vega de San Mateo).

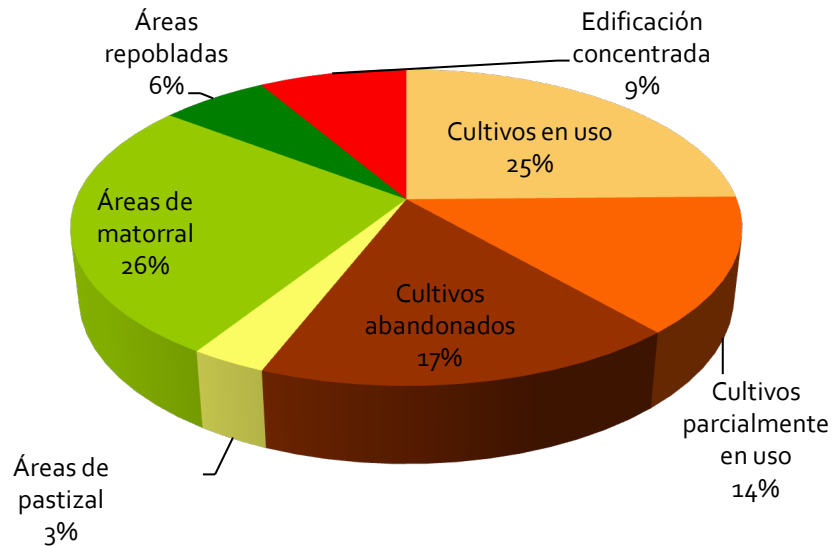
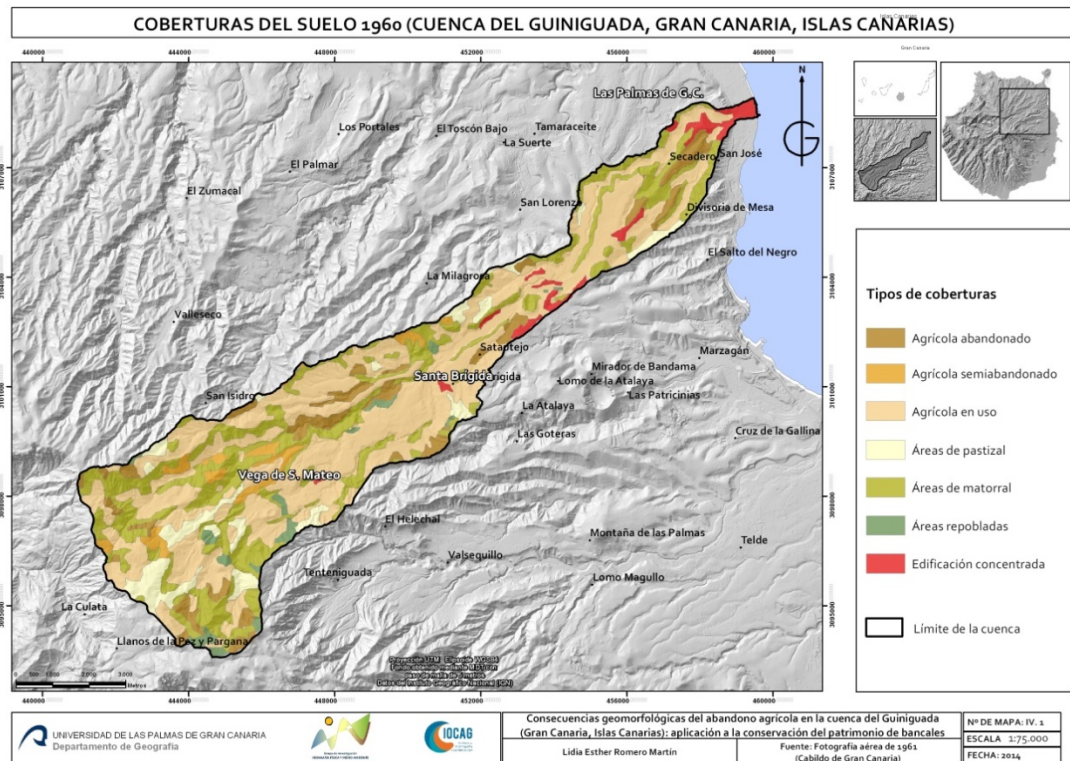


Figura IV.1. Distribución porcentual de las coberturas del suelo en 1960



Mapa IV.1. Coberturas del suelo en 1960.

Los cultivos abandonados representan tan sólo un 8%, lo que indica que el proceso de abandono no es muy importante todavía. Se corresponde con áreas marginales por la escasa productividad agrícola de sus suelos o por su difícil accesibilidad (figuras IV.2 y IV.3).

El resto de coberturas ocupan poca extensión y se distribuyen por toda la cuenca, predominando las áreas repobladas y de pastizal en las zonas más altas.

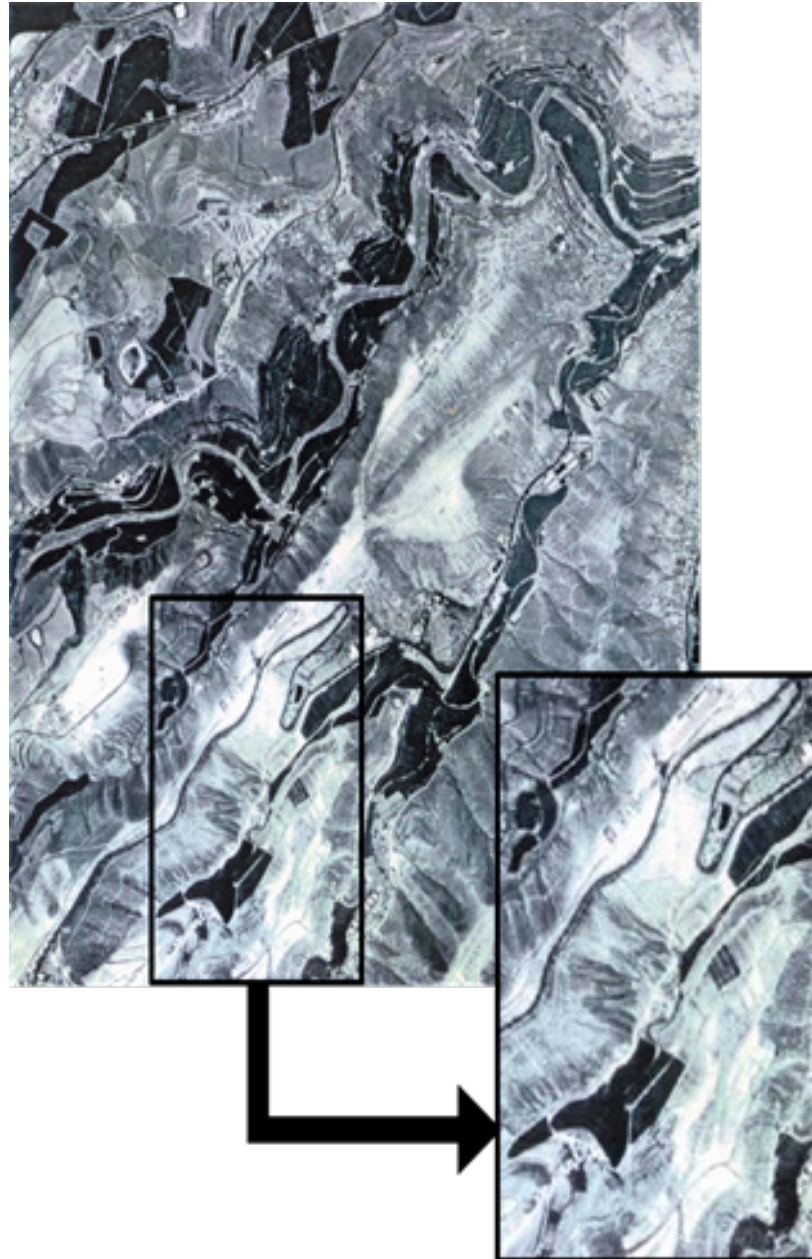


Figura IV. 2. Abandono agrícola incipiente (1960) asociado a la baja productividad (tomateras en vertientes de Bco. de la Calderina) en el geoambiente de costa.

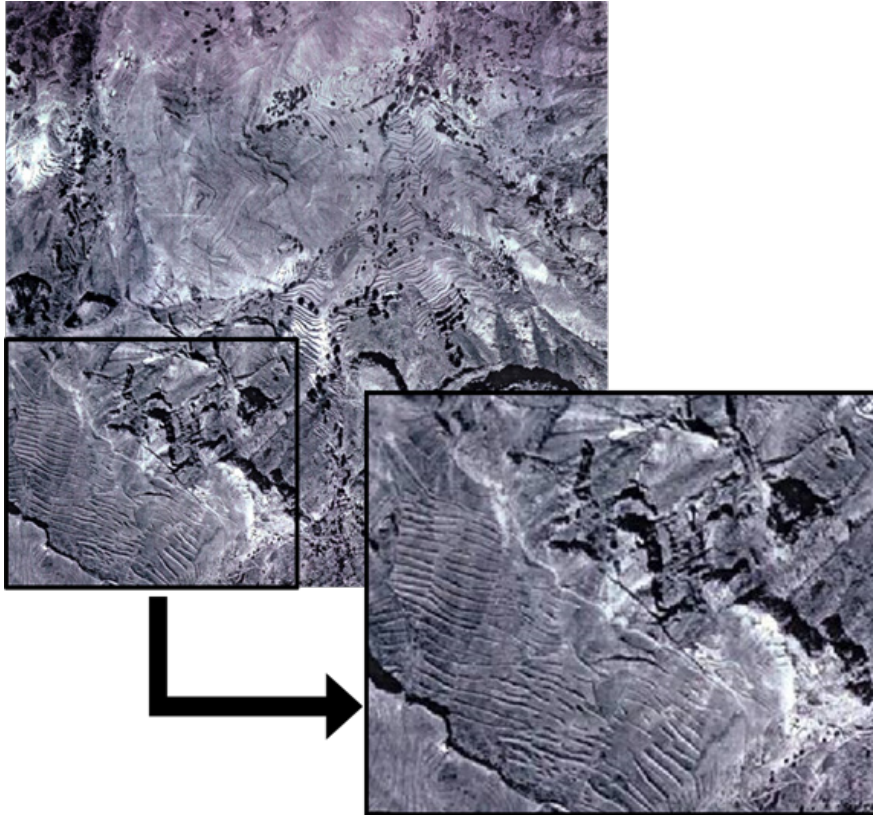


Figura IV.3. Abandono agrícola incipiente (1960) asociado a la baja productividad (cereales en bancales, cabecera de Bco. de Camaretas) en el geoambiente de cumbre.

La distribución porcentual de la superficie de las coberturas por geoambientes muestra interesantes diferencias entre estos sectores de la cuenca (figura IV.4).

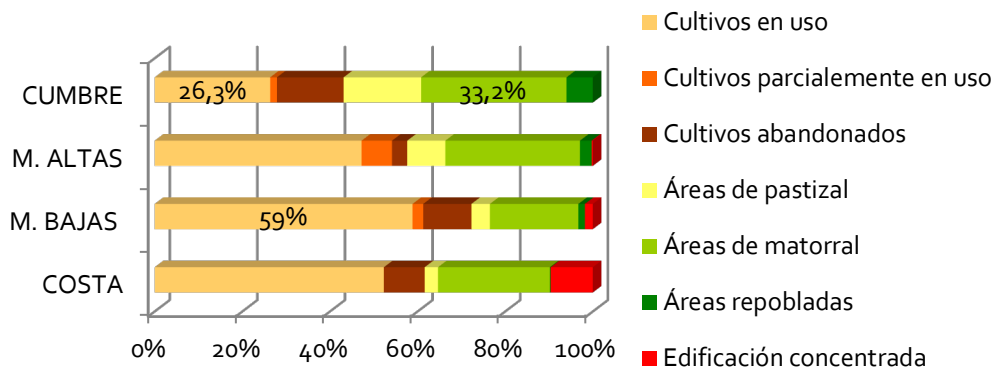


Figura IV.4. Distribución porcentual de la superficie (%) según tipos de cobertura y geoambientes en 1960.

Así, por ejemplo, los cultivos en uso presentan su máxima extensión en medianías bajas, donde suponen el 59% de su superficie (figura IV.5) y el 47% en medianías altas (figura IV.6), y la mínima en la cumbre, con el 26% de la misma. En cambio las áreas de matorral y los cultivos abandonados alcanzan su máxima extensión en la cumbre, con el 33% y el 15% de su superficie, respectivamente.

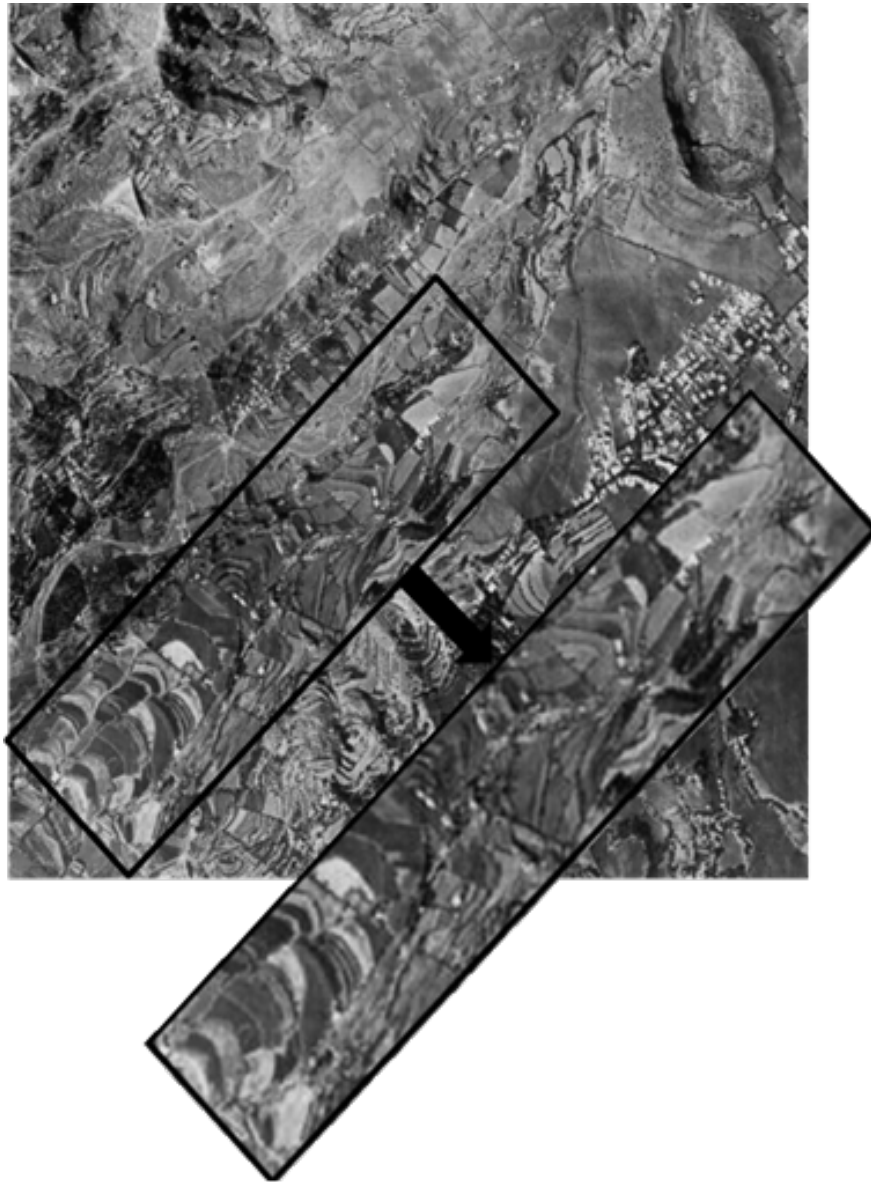


Figura IV.5. Cultivos en uso (1960) en medianías bajas (cultivos de huerta, papas y vid, Los Olivos-Bco. del Colegio; Santa Brígida).

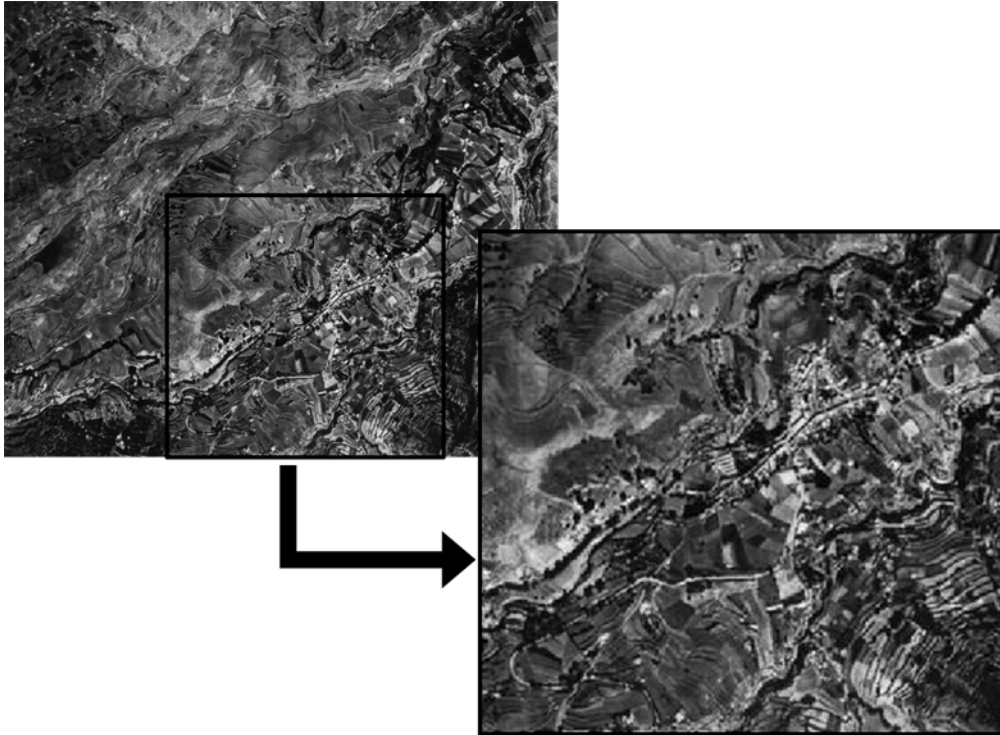


Figura IV.6. Cultivos en uso y cobertura urbana en cabecera municipal de medianías altas (1960) (Vega de San Mateo).

4.1.2. Coberturas del suelo en 1992: dominio del abandono agrícola

Transcurridas tres décadas se aprecian sustanciales diferencias en el mapa de 1992, especialmente en la cobertura agrícola de esta cuenca (figura IV.3 y mapa IV.2). Lo primero que destaca es la reducción que experimenta la superficie dedicada al uso agrícola, que pasa de suponer el 62% en 1960 al 56% en 1992. Mientras los cultivos en uso reducen a la mitad su superficie con respecto al período anterior, se duplica la superficie agrícola abandonada y se cuadruplica la parcialmente cultivada. Otro dato significativo es que la edificación concentrada y las áreas repobladas se incrementan notablemente alcanzando, en ambos casos, tres veces el valor superficial de 1960. Esto se debe a la presión urbanística y a la materialización de las políticas forestal que se inician en la cumbre de Gran Canaria en la década de los cincuenta (Real Decreto del 18 de diciembre de 1953 de Perímetro de Repoblación Forestal Obligatoria). A ello se suma la política de protección del gobierno autónomo, que califica y acota una serie de espacios naturales protegidos entre los que se encuentran los Paisajes Protegidos de Las Cumbres, Tafira y Pino Santo (Ley 12/1987

de declaración de Espacios Naturales de Canarias y Ley 12/1994 de Espacios Naturales de Canarias).

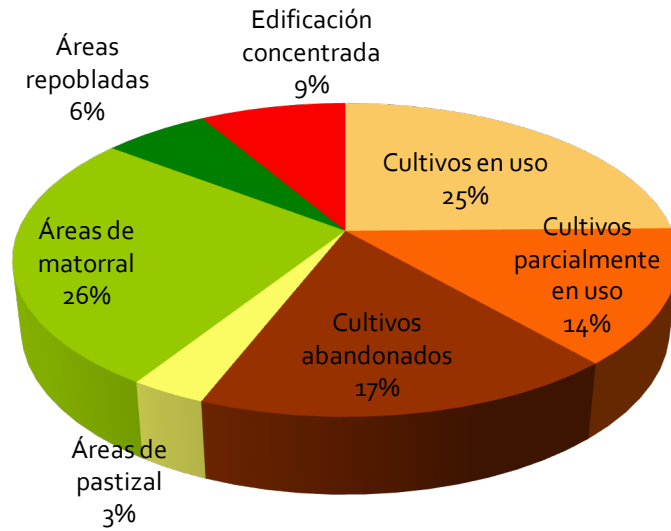
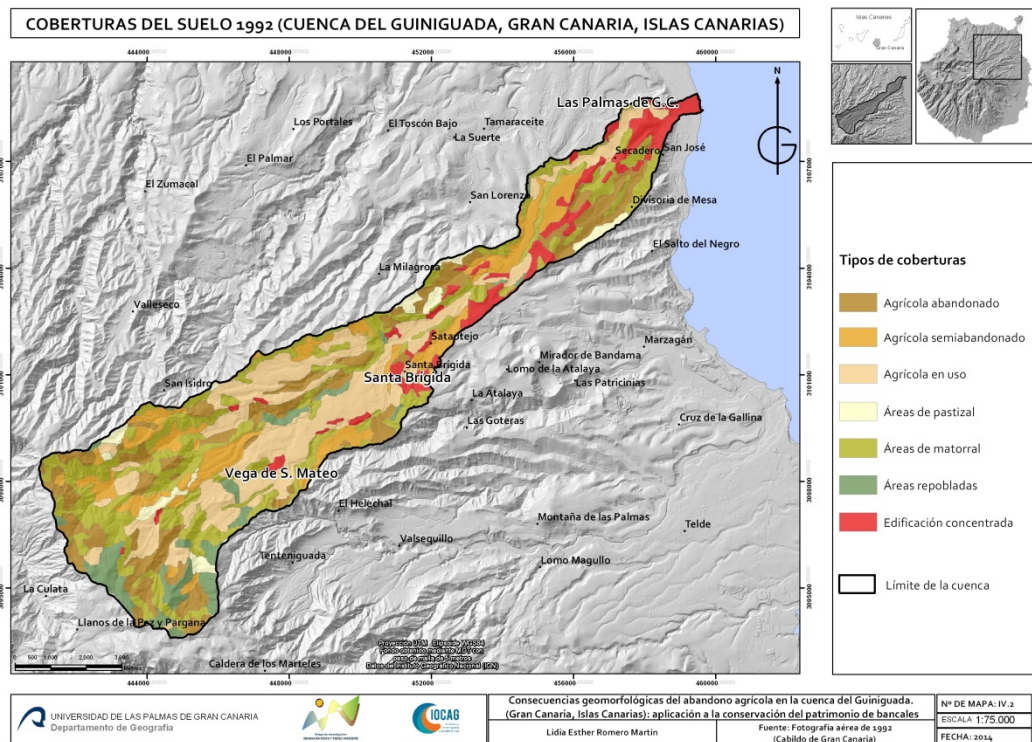


Figura IV.7. Distribución porcentual de las coberturas del suelo en 1992.

El abandono agrícola es más acusado en los geoambientes de costa y de cumbre, aunque los motivos son diferentes. En la costa, se debe a la presión urbanística que ejerce la capital insular y su área de influencia hacia el interior de la cuenca, mientras que en la cumbre lo es la escasa productividad al tratarse de espacios agrícolas marginales (cereales y forrajeras).



Mapa IV.2. Coberturas del suelo en 1992.

El análisis por geoambientes muestra una mayor diversificación de las coberturas respecto al año 1960 (figura IV.8). Los cultivos en uso siguen siendo la cobertura más extensa en medianías bajas, con el 39% de su superficie, y la de menor superficie en la cumbre, donde apenas supone el 4% de su extensión. En este mismo geoambiente es donde se observa la mayor superficie agrícola abandonada, que supone el 34% de su extensión.

En este intervalo temporal se puede señalar la irrupción de un doble proceso de ocupación, con origen diferente y sentido inverso. Por un lado, se produce un intenso proceso urbanizador que afecta a la costa, con el crecimiento urbano de la capital insular, y con las nuevas urbanizaciones que surgen en torno a la carretera del centro insular, y al crecimiento de las capitales de los otros dos municipios, situados en el interior de la cuenca. Este último es especialmente acusado en Santa Brígida. Por otro lado, se aprecia un proceso de signo contrario, de naturalización de las coberturas, que se origina en la cumbre y se expande hacia las medianías de la

cuenca. Este proceso de naturalización se manifiesta en el incremento de la ocupación forestal y de matorral de sustitución en la cumbre y en medianías altas.

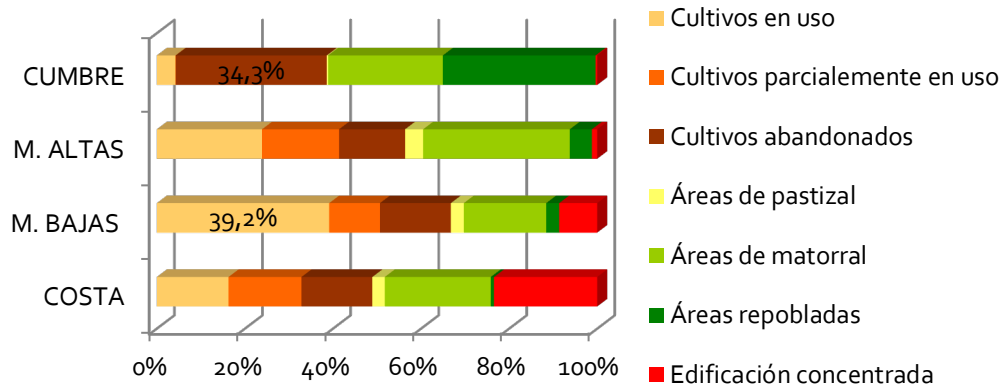


Figura IV.8. Distribución porcentual de la superficie (%) según tipos de cobertura y geoambientes en 1992.

4.1.3. Coberturas del suelo en 2002: contracción de la cobertura agrícola

En 2002 la superficie dedicada a la agricultura alcanza el valor más bajo del período de análisis, pues supone el 46% del total de la cuenca. Por el contrario, la cobertura natural, fundamentalmente la de matorral (31%), pero también de repoblación (9%), alcanzan los valores más elevados de ese período. A su vez, las coberturas agrícolas disminuyen levemente con respecto a 1992 (figura IV.9 y mapa IV.3).

Sin lugar a dudas, la cobertura que mayor crecimiento experimenta en este último año de análisis es la de edificación concentrada, que alcanza una extensión del 13% de la superficie de la cuenca (figuras IV.10, IV.11 y IV.12).

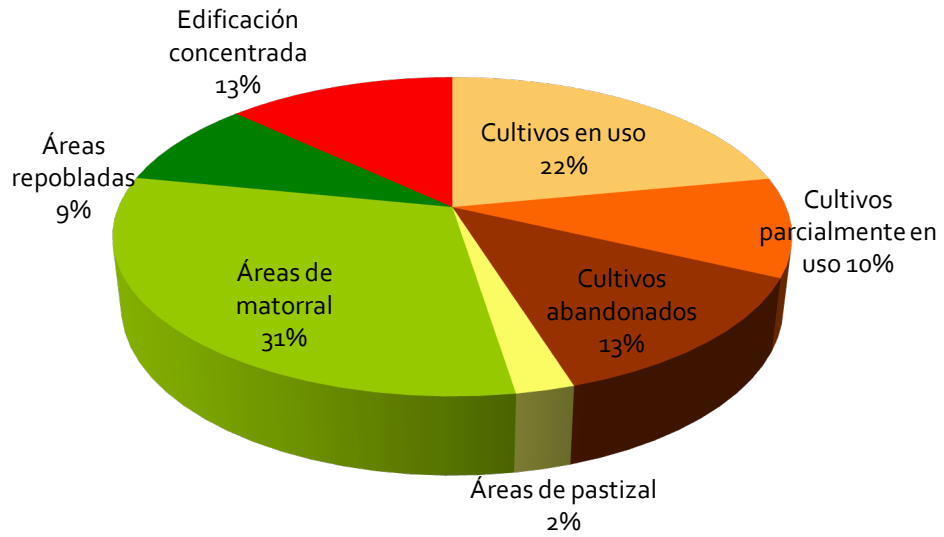
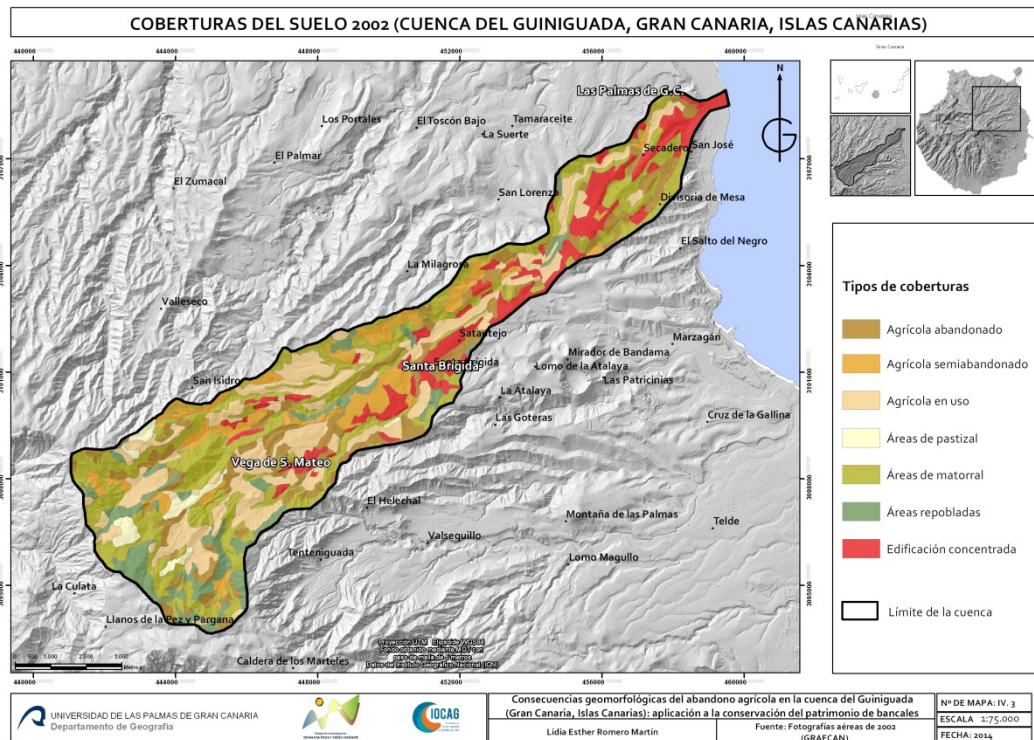


Figura IV.9. Distribución porcentual de las coberturas del suelo en 2002.



Mapa IV.3. Coberturas del suelo en 2002.



Figura IV.10. Desarrollo urbano (Lomo Blanco, El Secadero), infraestructuras viarias (viaducto del Bco de Los Toledo) y abandono de cultivos productivos (plataneras Bco. Guinguada) en 2002 en geoambiente de costa.



Figura IV.11. Crecimiento urbano sobre espacio agrícola, abandono agrícola y recolonización vegetal de campos abandonados en medianías bajas (2002) (Los Olivos- Bco. del Colegio-Monte Lentiscal; Santa Brígida).



Figura IV.12. Crecimiento urbano de cabecera municipal sobre antiguas superficies agrícolas y abandono agrícola (2002) (Vega de San Mateo).

El análisis de las coberturas agrícolas por geoambientes muestra datos muy reveladores (figura IV.13). Por primera vez, los cultivos en uso alcanzan su máxima extensión en las medianías altas, con el 29% de su superficie, mientras que la más baja sigue estando en la cumbre, aunque experimenta un ligero repunte con respecto al año anterior, pasando de suponer el 4% al 7% de su superficie. Por otra parte, el abandono agrícola se hace muy patente en la costa y en medianías bajas, suponiendo en ambos casos el 14% de su extensión. Además el doble proceso, que ya se ha manifestado en el año 1992, alcanza sus valores más elevados en este último año de análisis. De un lado, la edificación concentrada se dispara hasta alcanzar el 30% de la superficie de la costa, el 16% en medianías bajas, y triplica su superficie, con respecto a 1992, en medianías altas.

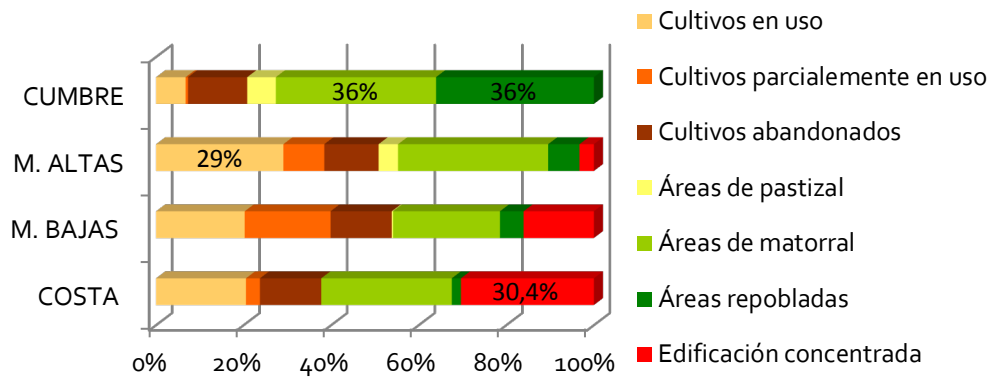


Figura IV.13. Distribución porcentual de la superficie (%) según tipos de cobertura y geoambientes en 2002.

De otro lado, el proceso de naturalización de las coberturas se incrementa en todos los sectores de la cuenca, aunque muy especialmente en la cumbre, donde las áreas de matorral alcanzan el 37% de su superficie. Y la cobertura forestal se incrementa sensiblemente en las medianías altas y bajas, con el 7% y el 5% de sus superficies respectivamente, pero donde presenta la máxima extensión es en la cumbre donde supone el 36% de su superficie (figura IV.14).

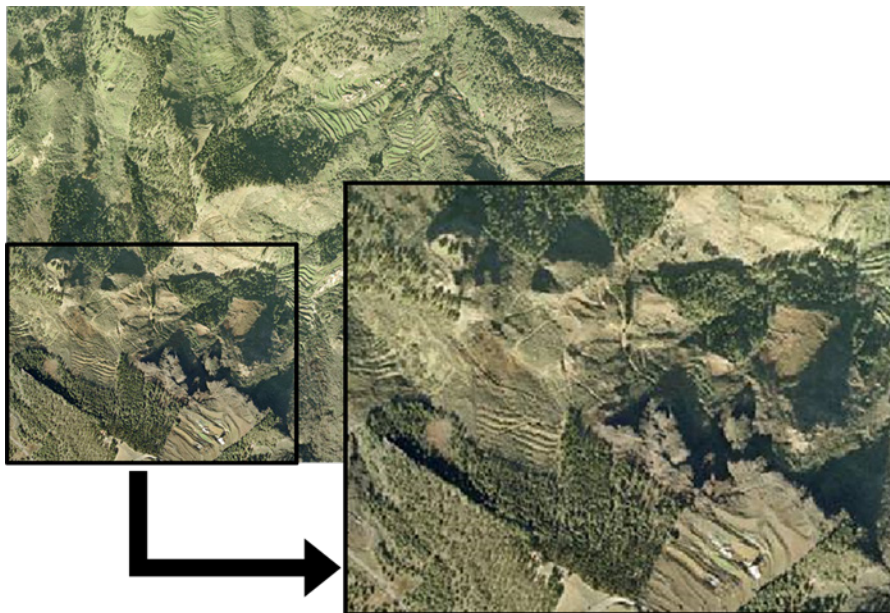


Figura IV.14. Repoblaciones y recolonización vegetal en bancales abandonados (2002) (cabecera del Barranco de Camaretas) en el geoambiente de cumbre.

Como se puede observar en el gráfico de la dinámica de las coberturas (figura IV.15), predominan las correspondientes a los cultivos en uso y matorral a lo largo del periodo analizado; con una reducción importante de los cultivos en uso en el periodo comprendido entre 1960 y 1992. Por otra parte aumenta la cobertura de repoblación y la de edificación concentrada, y se contrae la superficie de pastizal.

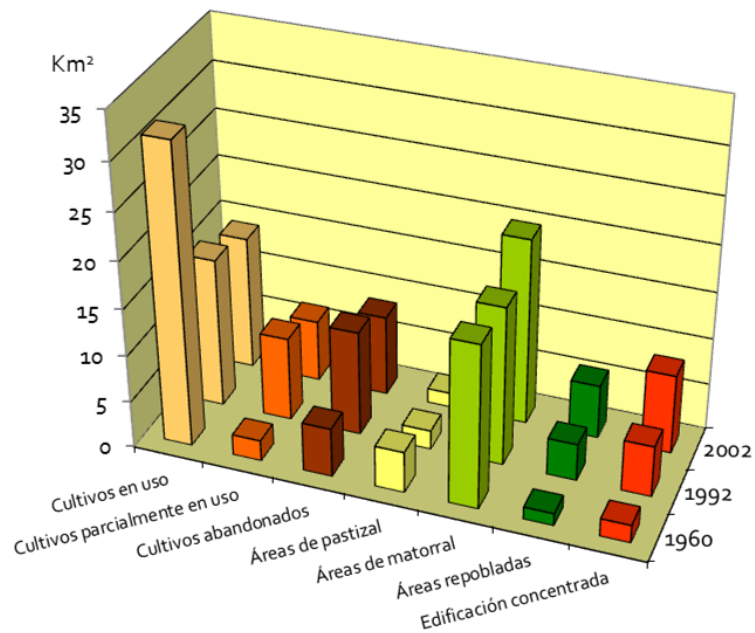


Figura IV.15. Superficies (km²) según tipos de coberturas en 1960, 1992 y 2002.

En resumen, se puede señalar que entre 1960 y 2002 se asiste a un proceso de transformación de las coberturas de la cuenca, que comienza con el dominio de los cultivos en uso, seguido de un progresivo abandono agrícola, finaliza con la naturalización (matorralización y reforestación) de la cumbre, y la urbanización de la costa, que también se expande hacia las medianías de esta cuenca.

4.2 Análisis de los cambios de coberturas del suelo

Las islas Canarias, especialmente las capitalinas y de mayor densidad de población como Gran Canaria, no han permanecido al margen de los procesos de cambios de coberturas del suelo y, por ello, de las importantes transformaciones en los paisajes que se han producido en la escena internacional. En el caso concreto del área de estudio de este trabajo se asiste, en las últimas décadas del siglo XX y primera del

XXI, a profundas variaciones en los usos y coberturas del suelo, que se han mostrado muy intensas por la velocidad y la magnitud con que se han sucedido en el tiempo y en el espacio.

La configuración espacial del uso de la tierra es un reflejo de las decisiones tomadas por los distintos administradores de la misma, desde el pequeño agricultor, que obtiene escasa rentabilidad del cultivo, hasta las administraciones supranacionales, que potencian la retirada de tierras, la reconversión de cultivos y la plantación forestal de tierras agrícolas (PAC). Muchos de los procesos que influyen en los cambios de cobertura y de uso del suelo interactúan en diferentes niveles de organización, a veces de una manera tan dinámica que producen patrones complejos de funcionamiento (Braumoh, 2006). Resulta esencial conocer y vincular los patrones de cambio de las coberturas de la tierra, con los procesos que subyacen en esa variación, para entender mejor los mecanismos de cambio, realizar predicciones futuras, identificar los lugares más vulnerables al cambio y con todo ello, poder diseñar políticas adecuadas (Lambin, 1994).

La detección de las transiciones aleatorias y sistemáticas permite a los científicos y a los planificadores conocer las señales más dominantes de cambio, e investigar las causas posibles de dichos cambios, con datos cualitativos y cuantitativos. Todo ello permite adoptar medidas de prevención o de atenuación de los impactos adversos que se producen sobre el territorio y, por ende, sobre sus habitantes.

Se parte de la idea de que las transformaciones que experimentan las coberturas del suelo pueden ser de dos tipos: aleatorias o sistemáticas. Desde el punto de vista de la causalidad, se entiende por cambios aleatorios aquéllos que son producidos por un proceso fortuito y único que provoca cambios bruscos en el paisaje y en los ecosistemas. Su causa suele ser una migración espontánea, conflictos internos entre tipos de ocupación, cambios en las condiciones macroeconómicas, pérdida de derechos sobre las tierras, recursos y otros factores de producción, etc. (Braumoh, 2004; Lambin *et al.*, 2003). En cambio, las transiciones sistemáticas son las debidas a procesos regulares o frecuentes de cambio, que tienden a evolucionar de manera coherente y gradual o progresiva según el crecimiento natural de la población, el aumento o descenso en la comercialización, la falta de educación pública sobre el

medio ambiente o cambios en las instituciones que rigen el acceso a los recursos (Lambin *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista estadístico la diferencia entre ambos tipos radica en el análisis de la superficie de las categorías de ocupación de la tierra a partir de los datos facilitados por una matriz de cambios. Se "considera que una transición es aleatoria si una categoría de ocupación del suelo tiene ganancias de otras categorías en proporción al tamaño de las categorías que han tenido pérdidas, o bien si la pérdida de esa misma categoría está en proporción al tamaño de aquellas otras categorías que han ganado" (Pineda *et al.*, 2008; p.37) y cualquier diferencia alta entre estas proporciones representa una transición sistemática del paisaje (Braumoh, 2006).

En este apartado se opta por realizar un análisis de cambios basado en postulados estadísticos en los que se tienen en cuenta los cambios en relación con la persistencia y el tamaño de las categorías de coberturas del suelo (Pontius, 2002). Para ello se realiza un análisis de cambios de coberturas del suelo en dos períodos temporales (1960-1992 y 1992-2002); se calculan los cambios, las persistencias, los intercambios y las transiciones sistemáticas que se producen en ambos intervalos temporales para las siete categorías identificadas en los mapas de cobertura de esas tres fechas. Estas son: cultivos en uso (*Cu*), cultivos parcialmente en uso (*Cpu*), cultivos abandonados (*Ca*), áreas de pastizal (*Ap*), áreas de matorral (*Am*), áreas repobladas (*Ar*) y edificación concentrada (*Ec*).

4.2.1. Análisis de cambios entre 1960 y 1992

Un resumen de los resultados se presenta en la tabla IV.1. En ella se observa que las coberturas agrícolas suponen en 1960, el 61,10% de la superficie de la cuenca, las de vegetación, el 35,97% y la edificación concentrada el 2,93%. En 1992 la superficie agrícola disminuye al 55,93% (3,6 Km²), las coberturas naturales también reducen su superficie hasta el 35,59% (0,1 Km²). En cambio, la edificación concentrada se incrementa al 8,48% (3,6 Km²). Los resultados indican que la superficie agrícola es la que más extensión ha perdido, y especialmente, la cobertura agrícola en explotación, que sufre una reducción del 27,9% de su superficie original. Pero una exploración más detallada de los cambios netos e intercambios más importantes entre

categorías ayuda a detectar las transiciones más significativas entre ellas (Pontius *et al.*, 2004; Braimoh, 2006; Pineda *et al.*, 2009).

	Total 1960	Total 1992	Ganancias (Gij)	Pérdidas (Lij)	G/P	Cambio total (Cj) (Gij+Lij)	Intercambio (Sj)	Valor absoluto del cambio neto (Lij-Gij)
<i>Cu</i>	49,59	24,72	3,05	27,92	0,11	30,97	6,10	24,87
<i>Cpu</i>	3,41	13,85	12,49	2,04	6,13	14,52	4,07	10,45
<i>Ca</i>	8,10	17,35	12,69	3,44	3,69	16,13	6,88	9,25
Total agrícola	61,10	55,93	28,22	33,40	0,85	61,62	56,45	5,17
<i>Ap</i>	6,83	3,12	0,44	4,15	0,11	4,59	0,88	3,71
<i>Am</i>	27,12	26,34	7,53	8,31	0,91	15,84	15,05	0,79
<i>Ar</i>	2,02	6,13	4,73	0,61	7,70	5,35	1,23	4,12
Total natural	35,97	35,59	12,69	13,07	0,97	25,77	25,39	0,38
<i>Ec</i>	2,93	8,48	5,88	0,33	17,79	6,21	0,66	5,55
TOTAL	100,00	100,00	46,80	46,80	1,00	46,80		

Cu: Cultivos en uso; *Cpu*: Cultivos parcialmente en uso; *Ca*: Cultivos abandonados; *Ap*: Áreas de pastizal; *Am*: Áreas de matorral; *Ar*: Repoblación y *Ec*: Edificación concentrada

Tabla IV.1. Resumen de cambios de coberturas del suelo entre 1960 y 1992 (%).

Entre 1960 y 1992 las coberturas del suelo con las mayores ganancias son los cultivos abandonados (*Ca*) y los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*). En cambio, las mayores pérdidas las registran los cultivos en uso (*Cu*), cobertura que perdió un 27,92% de su superficie. Y, dentro de las coberturas naturales, son las áreas de matorral (*Am*) las de mayores pérdidas, con el 8,31% de su superficie. Estos valores responden a dos procesos, que se inician y se desarrollan a lo largo de esas tres décadas: por una parte, el abandono de la actividad y de la ocupación agrícola debido al cambio de modelo económico y, y por otra las tareas de reforestación llevadas a cabo por el gobierno insular en las cabeceras de esta cuenca. La relación ganancia/pérdida (G/P) muestra un valor muy elevado en la edificación concentrada (17,79%). Este valor es del 7,7% para las áreas repobladas (*Ar*), del 6,13% para los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) y del 3,69% para los cultivos abandonados. El cambio neto más elevado lo registran los cultivos en uso, pues supone el 80,3% de la superficie de cambio de ese tipo de cobertura, mientras que el cambio atribuible a la ubicación (intercambio) es mayor para las áreas de matorral (*Am*) (95% de su superficie de cambio) (tabla IV.2).

El porcentaje de cambio neto que presentan las tres categorías de ocupación agrícola es el más elevado en ese período, con el 24,9% para los cultivos en uso, el 10,4% para los cultivos parcialmente en uso y el 9,2% para los cultivos abandonados (figura

IV.16). Por su parte, las coberturas naturales no experimentan cambios netos muy significativos pues, por ejemplo, la superficie de matorral sólo se incrementa en un 0,8%.

	<i>Cu</i>	% de cambio	<i>Am</i>	% de cambio
Intercambio (<i>Sj</i>)	6,10	19,70	15,05	95,01
Cambio neto <i>LIj-Gijl</i>	24,87	80,31	0,79	4,96
Cambio total (<i>Cj</i>)	30,97		15,84	

Tabla IV.2. Porcentaje de cambio atribuible al cambio neto y al intercambio en la ocupación agrícola en explotación (*Cu*) y en las áreas de matorral (*Am*).

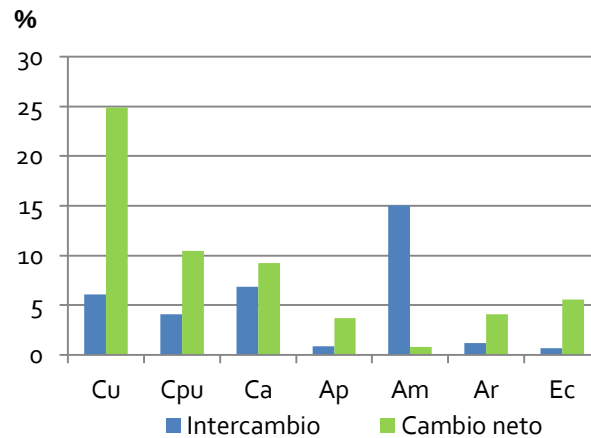


Figura IV.16. Cambios netos e intercambios ocurridos entre 1960 y 1992.

A pesar de esos valores de cambio neto, los intercambios entre categorías son relativamente escasos en este período. La dinámica de intercambio entre categorías más significativa es la que se aprecia en las áreas de matorral (*Am*) (15,05%), en las de cultivos abandonados (*Ca*) (6,88%), y en las de cultivos en uso (*Cu*) (6,10%). Éstas son pues las tres categorías más dinámicas o de mayores intercambios entre 1960 y 1992.

Entre 1960 y 1992 el cambio de coberturas total en la cuenca fue del 46,8%, lo que en términos absolutos se traduce en 30,2 km², mientras que la persistencia del paisaje fue del 53,2% (tabla IV.3). Los valores más elevados de persistencia se corresponden con las coberturas de mayor extensión superficial: la de cultivos en uso y las áreas de matorral.

1960	1992							Total	Lij
	Cu	Cpu	Ca	Ap	Am	Ar	Ec		
Cu	21,67	10,67	9,18	0,31	3,46	0,73	3,57	49,59	-27,92
Cpu	0,10	1,37	1,15	0,00	0,76	0,02	0,00	3,41	-2,04
Ca	0,38	0,55	4,66	0,01	1,31	0,28	0,90	8,10	-3,44
Ap	0,42	0,26	0,51	2,68	1,53	1,33	0,10	6,83	-4,15
Am	1,86	0,96	1,73	0,11	18,81	2,36	1,29	27,12	-8,31
Ar	0,21	0,00	0,02	0,00	0,36	1,40	0,02	2,02	-0,61
Ec	0,07	0,04	0,09	0,00	0,10	0,02	2,60	2,93	-0,33
Total	24,72	13,85	17,35	3,12	26,34	6,13	8,48	100,00	-46,80
Gij	3,05	12,49	12,69	0,44	7,53	4,73	5,88	46,80	53,20

En amarillo las ganancias (Gij), en naranja las pérdidas (Lij), en verde el cambio y en gris la persistencia
Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal;
Am: Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.3. Matriz de cambios de coberturas del suelo 1960-1992 (%).

Otro dato destacable es que existen coberturas con cambios netos bajos, lo que podría interpretarse como una escasa dinámica de cambio. Sin embargo, presentan elevados valores de intercambio. El caso más significativo es el de las áreas de matorral y de cultivos abandonados.

Para identificar las transiciones sistemáticas entre categorías, éstas se interpretan de acuerdo con el tamaño de las categorías, tanto en términos de pérdidas como de ganancias (Pontius, 2002), tal y como se explica en la metodología. En la tabla IV.4 se muestran las transiciones, sistemáticas y al azar, que se producen entre 1960 y 1992 entre las categorías de ocupación del suelo, en términos de ganancias.

Con los resultados que se muestran en esta tabla se responde a la siguiente pregunta: ¿Entre qué categorías se producen las transiciones más sistemáticas en términos de ganancias entre 1960 y 1992? Los números entre paréntesis con valores próximos a cero indican transiciones al azar, mientras que los que se alejan de ese valor señalan transiciones sistemáticas. Cuando esos valores superiores a cero presentan, además signo negativo muestran que las ganancias de la variable "j" en el tiempo 2 no se producen por el reemplazo de la variable "i". Y los números entre corchetes indican la proporción del cambio hacia la ganancia.

1960	1992							Total 1992	Pérdidas
	<i>Cu</i>	<i>Cpu</i>	<i>Ca</i>	<i>Ap</i>	<i>Am</i>	<i>Ar</i>	<i>Ec</i>		
<i>Cu</i>	13,97 13,97 (0,00) [0,00]	6,88 4,13 (2,75) [0,66]	5,92 4,41 (1,50) [0,34]	0,20 0,15 (0,05) [0,32]	2,23 3,30 (-1,07) [-0,32]	0,47 1,54 (-1,08) [-0,70]	2,31 1,94 (0,37) [0,19]	31,98 29,46 (2,52) [0,49]	18,00 15,48 (2,52) [0,14]
<i>Cpu</i>	0,07 0,13 (-0,07) [-0,50]	0,88 0,88 (0,00) [0,00]	0,74 0,30 (0,44) [1,45]	0,00 0,01 (-0,01) [-0,76]	0,49 0,23 (0,27) [1,17]	0,01 0,11 (-0,10) [-0,91]	0,00 0,13 (-0,13) [-1,00]	2,20 1,79 (0,40) [-0,55]	1,31 0,91 (0,40) [0,31]
<i>Ca</i>	0,25 0,32 (-0,07) [-0,22]	0,35 0,68 (-0,32) [-0,48]	3,01 3,01 (0,00) [0,00]	0,01 0,02 (-0,02) [-0,67]	0,85 0,54 (0,31) [0,57]	0,18 0,25 (-0,07) [-0,28]	0,58 0,32 (0,26) [0,83]	5,23 5,13 (0,09) [-0,24]	2,22 2,12 (0,09) [0,04]
<i>Ap</i>	0,27 0,27 (0,00) [0,01]	0,17 0,57 (-0,40) [-0,70]	0,33 0,61 (-0,28) [-0,46]	1,73 1,73 (0,00) [0,00]	0,99 0,45 (0,53) [1,17]	0,86 0,21 (0,65) [3,04]	0,06 0,27 (-0,20) [-0,77]	4,40 4,10 (0,30) [2,29]	2,67 2,38 (0,30) [0,11]
<i>Am</i>	1,20 1,06 (0,14) [0,13]	0,62 2,26 (-1,64) [-0,73]	1,12 2,41 (-1,30) [-0,54]	0,07 0,08 (-0,01) [-0,11]	12,13 12,13 (0,00) [0,00]	1,52 0,84 (0,68) [0,80]	0,83 1,06 (-0,23) [-0,22]	17,49 19,85 (-2,36) [-0,65]	5,36 7,72 (-2,36) [-0,44]
<i>Ar</i>	0,14 0,08 (0,06) [0,75]	0,00 0,17 (-0,17) [-0,99]	0,01 0,18 (-0,17) [-0,94]	0,00 0,01 (-0,01) [-1,00]	0,23 0,13 (0,10) [0,72]	0,90 0,90 (0,00) [0,00]	0,02 0,08 (-0,06) [-0,81]	1,30 1,55 (-0,25) [-2,27]	0,40 0,65 (-0,25) [-0,63]
<i>Ec</i>	0,05 0,11 (-0,07) [-0,60]	0,03 0,24 (-0,22) [-0,89]	0,06 0,26 (-0,20) [-0,77]	0,00 0,01 (-0,01) [-1,00]	0,07 0,19 (-0,13) [-0,66]	0,01 0,09 (-0,08) [-0,88]	1,68 1,68 (0,00) [0,00]	1,89 2,59 (-0,70) [-4,78]	0,21 0,91 (-0,70) [-3,29]
Total 1960	15,94 15,94 (0,00) [0,00]	8,93 8,93 (0,00) [0,00]	11,19 11,19 (0,00) [0,00]	2,01 2,01 (0,00) [0,00]	16,98 16,98 (0,00) [0,00]	3,95 3,95 (0,00) [0,00]	5,47 5,47 (0,00) [0,00]	100,00 100,00 (0,00) [0,00]	30,17 30,17 (0,00) [0,00]
Ganancias	1,97 1,97 (0,00) [0,00]	8,05 8,05 (0,00) [0,00]	8,18 8,18 (0,00) [0,00]	0,28 0,28 (0,00) [0,00]	4,85 4,85 (0,00) [0,00]	3,05 3,05 (0,00) [0,00]	3,79 3,79 (0,00) [0,00]	30,17 30,17 (0,00) [0,00]	

Negrita: porcentaje de cambio observado (Vo); *Cursiva:* porcentaje de ganancia esperada con un supuesto cambio al azar (Ve); (paréntesis): diferencia entre valor observado y esperado (Vo-Ve); [corchete]: relación entre la diferencia entre el valor observado menos el esperado con el esperado (Vo-Ve/Ve). Sombreado en amarillo: transiciones sistemáticas más importantes

Cu: Cultivos en uso; ***Cpu:*** Cultivos parcialmente en uso; ***Ca:*** Cultivos abandonados; ***Ap:*** Áreas de pastizal; ***Am:*** Áreas de matorral; ***Ar:*** Repoblación y ***Ec:*** Edificación concentrada

Tabla IV.4. Matriz de análisis del porcentaje de cambios en términos de ganancia (1960-1992).

En este primer período los cambios sistemáticos en términos de ganancias más significativos se producen en las categorías agrícolas, concretamente entre los cultivos parcialmente en uso con respecto a los cultivos en uso, con 2,75% de ganancia de la primera con respecto a la segunda, y con una proporción de cambio de 0,66%. En la tabla IV.5 se muestran los cambios sistemáticos positivos más

significativos, se interpretan esas transiciones sistemáticas hacia la ganancia, y se señalan los procesos que acompañan dichos cambios.

Transición sistemática	Vr- Ve	Vr- Ve/Ve	Interpretación de la transición sistemática	Proceso
Cu en 1960 y Cpu en 1992	2,75	0,66	Cuando el Cpu gana reemplaza al Cu	Extensificación agrícola
Cu en 1960 y Ca en 1992	1,50	0,34	Cuando el Ca gana reemplaza al Cu	Abandono agrícola
Am en 1960 y Ar en 1992	0,68	0,8	Cuando la Ar gana reemplaza al Am	Reforestación
Ap en 1960 y Ar en 1992	0,65	3,04	Cuando la Ar gana reemplaza al Ap	Reforestación
Ap en 1960 y Am en 1992	0,53	1,17	Cuando el Am gana reemplaza al Ap	Matorralización
Cpu en 1960 y Ca en 1992	0,44	1,45	Cuando el Ca gana reemplaza al Cpu	Abandono agrícola
Cu en 1960 y Ec en 1992	0,37	0,19	Cuando el Ec gana reemplaza al Cu	Artificialización
Ca en 1960 y Am en 1992	0,31	0,57	Cuando el Am gana reemplaza al Ca	Recolonización c. agrícolas
Cpu en 1960 y Am en 1992	0,27	1,17	Cuando el Am gana reemplaza al Cpu	Recolonización c. agrícolas
Ca en 1960 y Ec en 1992	0,26	0,83	Cuando el Ec gana reemplaza al Ca	Artificialización
Am en 1960 y Cu en 1992	0,14	0,13	Cuando el Cpu gana reemplaza al Am	Ampliación s. agrícola

Vr: valor real y **Ve:** valor esperado

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal;

Am: Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.5. Transiciones sistemáticas en términos de ganancia entre 1960 y 1992 (%).

Los resultados se muestran según el valor de la transición. Como puede apreciarse, la variedad de procesos de cambio es elevada, aunque afecta a porcentajes de ganancia muy dispares. Los procesos que muestran la “extensificación agrícola” (2,75%) (cambio de cultivo en uso a cultivos parcialmente en uso) y el abandono agrícola (1,50%) son los más importantes entre 1960 y 1992. Le siguen los de “naturalización” de la superficie de la cuenca, esto es, reforestación de antiguas superficies de matorral y de pastizal, con porcentajes de ganancia de 0,68% y 0,65% respectivamente.

Por su parte, las transiciones sistemáticas en términos de pérdidas se muestran en la tabla IV.6, en la que se sigue el mismo patrón que en la de las ganancias, sólo que en este caso los porcentajes de cambio esperados se refieren a las pérdidas que se producen entre las categorías para el período 1960-1992. Con los resultados que se muestran en esta tabla se responde a la siguiente pregunta: ¿entre qué categorías se producen las transiciones más sistemáticas en términos de pérdidas entre 1960 y 1992?

1960	1992							Total 1992	Pérdidas
	<i>Cu</i>	<i>Cpu</i>	<i>Ca</i>	<i>Ap</i>	<i>Am</i>	<i>Ar</i>	<i>Ec</i>		
<i>Cu</i>	13,97 13,97 (0,00) [0,00]	6,88 3,31 (3,57) [1,08]	5,92 4,15 (1,77) [0,43]	0,20 0,75 (-0,55) [-0,73]	2,23 6,30 (-4,07) [-0,65]	0,47 1,47 (-1,00) [-0,68]	2,31 2,03 (0,28) [0,14]	31,98 29,46 (2,52) [0,49]	18,00 15,48 (2,52) [0,14]
<i>Cpu</i>	0,07 0,64 (-0,57) [-0,90]	0,88 0,88 (0,00) [0,00]	0,74 0,26 (0,48) [1,81]	0,00 0,05 (-0,05) [-0,95]	0,49 0,40 (0,09) [0,23]	0,01 0,09 (-0,08) [-0,89]	0,00 0,13 (-0,13) [-1,00]	2,20 1,79 (0,40) [-0,55]	1,31 0,91 (0,40) [0,31]
<i>Ca</i>	0,25 0,66 (-0,42) [-0,63]	0,35 0,37 (-0,02) [-0,05]	3,01 3,01 (0,00) [0,00]	0,01 0,08 (-0,08) [-0,90]	0,85 0,71 (0,14) [0,20]	0,18 0,16 (0,02) [0,11]	0,58 0,23 (0,35) [1,55]	5,23 5,13 (0,09) [-0,24]	2,22 2,12 (0,09) [0,04]
<i>Ap</i>	0,27 0,68 (-0,41) [-0,60]	0,17 0,38 (-0,21) [-0,56]	0,33 0,48 (-0,15) [-0,31]	1,73 1,73 (0,00) [0,00]	0,99 0,73 (0,26) [0,36]	0,86 0,17 (0,69) [4,07]	0,06 0,23 (-0,17) [-0,74]	4,40 4,10 (0,30) [2,29]	2,67 2,38 (0,30) [0,11]
<i>Am</i>	1,20 1,80 (-0,60) [-0,33]	0,62 1,01 (-0,39) [-0,39]	1,12 1,26 (-0,14) [-0,11]	0,07 0,23 (-0,15) [-0,67]	12,13 12,13 (0,00) [0,00]	1,52 0,45 (1,07) [2,41]	0,83 0,62 (0,21) [0,34]	17,49 19,85 (-2,36) [-0,65]	5,36 7,72 (-2,36) [-0,44]
<i>Ar</i>	0,14 0,10 (0,03) [0,32]	0,00 0,06 (-0,06) [-0,98]	0,01 0,07 (-0,06) [-0,85]	0,00 0,01 (-0,01) [-1,00]	0,23 0,11 (0,12) [1,07]	0,90 0,90 (0,00) [0,00]	0,02 0,04 (-0,02) [-0,58]	1,30 1,55 (-0,25) [-2,27]	0,40 0,65 (-0,25) [-0,63]
<i>Ec</i>	0,05 0,06 (-0,01) [-0,20]	0,03 0,03 (0,00) [-0,15]	0,06 0,04 (0,02) [0,52]	0,00 0,01 (-0,01) [-1,00]	0,07 0,06 (0,01) [0,09]	0,01 0,01 (0,00) [-0,21]	1,68 1,68 (0,00) [0,00]	1,89 2,59 (-0,70) [-4,78]	0,21 0,91 (-0,70) [-3,29]
Total 1960	15,94 17,92 (-1,98) [-0,12]	8,93 6,05 (2,88) [0,32]	11,19 9,28 (1,91) [0,17]	2,01 2,85 (-0,84) [-0,42]	16,98 20,44 (-3,45) [-0,20]	3,95 3,26 (0,70) [0,18]	5,47 4,95 (0,52) [0,10]	100,00 100,00 (0,00) [0,00]	30,17 30,17 (0,00) [0,00]
Ganancias	1,97 3,94 (-1,98) [-1,00]	8,05 2,74 (5,31) [0,66]	8,18 5,13 (3,05) [0,37]	0,28 2,11 (-1,82) [-6,44]	4,85 14,14 (-9,29) [-1,91]	3,05 1,79 (1,26) [0,41]	3,79 2,92 (0,87) [0,23]	30,17 30,17 (0,00) [0,00]	30,17 30,17 (0,00) [0,00]

Negrita: porcentaje de cambio observado (Vo); *Cursiva:* porcentaje de pérdida esperada con un supuesto cambio al azar (Ve); (paréntesis): diferencia entre valor observado y esperado (Vo-Ve); [corchete]: relación entre la diferencia entre el valor observado menos el esperado con el esperado (Vo-Ve/Ve). Sombreado en amarillo: transiciones sistemáticas más importantes.

Cu: Cultivos en uso; ***Cpu:*** Cultivos parcialmente en uso; ***Ca:*** Cultivos abandonados; ***Ap:*** Áreas de pastizal; ***Am:*** Áreas de matorral; ***Ar:*** Repoblación y ***Ec:*** Edificación concentrada

Tabla IV.6. Matriz de análisis del porcentaje de cambios en términos de pérdidas (1960-1992).

Según los resultados, éstas se producen en la categoría de cultivos en uso (*Cu*), con un 2,52% de pérdida total. La mayor parte de esas transiciones se realizan a favor de las otras categorías agrícolas analizadas, con los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) y los cultivos abandonados (*Ca*). Por otra parte, entre las categorías de ocupación natural destacan las pérdidas del pastizal, con 0,30% de pérdida total. En este caso,

la superficie perdida por el pastizal es ocupada por la repoblación (0,69%) y, en menor medida, por el matorral (0,26%).

En la tabla IV.7 se muestran los cambios sistemáticos más significativos en términos de pérdidas, ordenados según el valor de la transición, se interpretan esas transiciones y se señalan los procesos que acompañan dichos cambios. Se muestran ordenados según el valor de la transición.

Transición sistemática 1960-1992	Vr- Ve	Vr- Ve/Ve	Interpretación de la transición sistemática	Proceso
De <i>Cu</i> a <i>Cpu</i>	3,57	1,08	Cuando el <i>Cu</i> pierde lo reemplaza al <i>Cpu</i>	Extensificación agrícola
De <i>Cu</i> a <i>Ca</i>	1,77	0,43	Cuando el <i>Cu</i> pierde lo reemplaza al <i>Ca</i>	Abandono agrícola
De <i>Am</i> a <i>Ar</i>	1,07	2,41	Cuando el <i>Am</i> pierde lo reemplaza la <i>Ar</i>	Reforestación
De <i>Ap</i> a <i>Ar</i>	0,69	4,07	Cuando el <i>Ap</i> pierde lo reemplaza la <i>Ar</i>	Reforestación
De <i>Cpu</i> a <i>Ca</i>	0,48	1,81	Cuando el <i>Cpu</i> pierde lo reemplaza el <i>Ca</i>	Abandono agrícola
De <i>Ca</i> a <i>Ec</i>	0,35	1,55	Cuando el <i>Ca</i> pierde lo reemplaza el <i>Ec</i>	Artificialización
De <i>Cu</i> a <i>Ec</i>	0,28	0,14	Cuando el <i>Cu</i> pierde lo reemplaza el <i>Ec</i>	Artificialización
De <i>Ap</i> a <i>Am</i>	0,26	0,36	Cuando el <i>Ap</i> pierde lo reemplaza el <i>Am</i>	Matorralización
De <i>Am</i> a <i>Ec</i>	0,21	0,34	Cuando el <i>Am</i> pierde lo reemplaza el <i>Ec</i>	Artificialización
De <i>Ca</i> a <i>Am</i>	0,14	0,20	Cuando el <i>Ca</i> pierde lo reemplaza el <i>Am</i>	Recolonización c. agrícolas
De <i>Ar</i> a <i>Am</i>	0,12	1,07	Cuando la <i>Ar</i> pierde la reemplaza el <i>Am</i>	Deforestación

Vr: valor real y Ve: valor esperado.

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal; **Am:** Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.7. Transiciones sistemáticas en términos de pérdidas entre 1960 y 1992 (%).

Los procesos que muestran unos porcentajes de cambios hacia pérdidas más elevados vuelven a ser los de "extensificación agrícola", de abandono agrícola y de repoblación sobre superficies de matorral y de pastizal. En éstos dos últimos casos las pérdidas de matorral (*Am*) y de pastizal (*Ap*) presentan unas proporciones que duplican, e incluso cuadruplican, las pérdidas esperadas para dichas ocupaciones a favor de la repoblación. Por último, merece ser mencionado el proceso de "artificialización" del suelo que experimentan las coberturas de cultivos abandonados (*Ca*) y de cultivos en uso (*Cu*) al ser reemplazadas por la de la edificación concentrada, con valores de transiciones hacia la pérdida de 0,35% y de 0,28%, y proporciones de 1,55% y de 1,14% respectivamente.

Por su parte, el análisis de la distribución espacial de evolución de las coberturas del suelo, especialmente de las coberturas agrícolas (tabla IV.8 y mapa IV.4), muestra

ligeras diferencias según los geoambientes, siendo los sectores de cumbre y de costa los más dinámicos en este período, con un 59% y un 54% de sus superficies respectivamente, con cambios. Pero esas dinámicas siguen signos opuestos, pues mientras que los cambios en el sector de menor cota de la cuenca responden fundamentalmente a procesos de "artificialización" de la superficie agrícola, en la cumbre se deben al proceso de recolonización natural de campos abandonados y, especialmente, al proceso de reforestación señalado anteriormente.

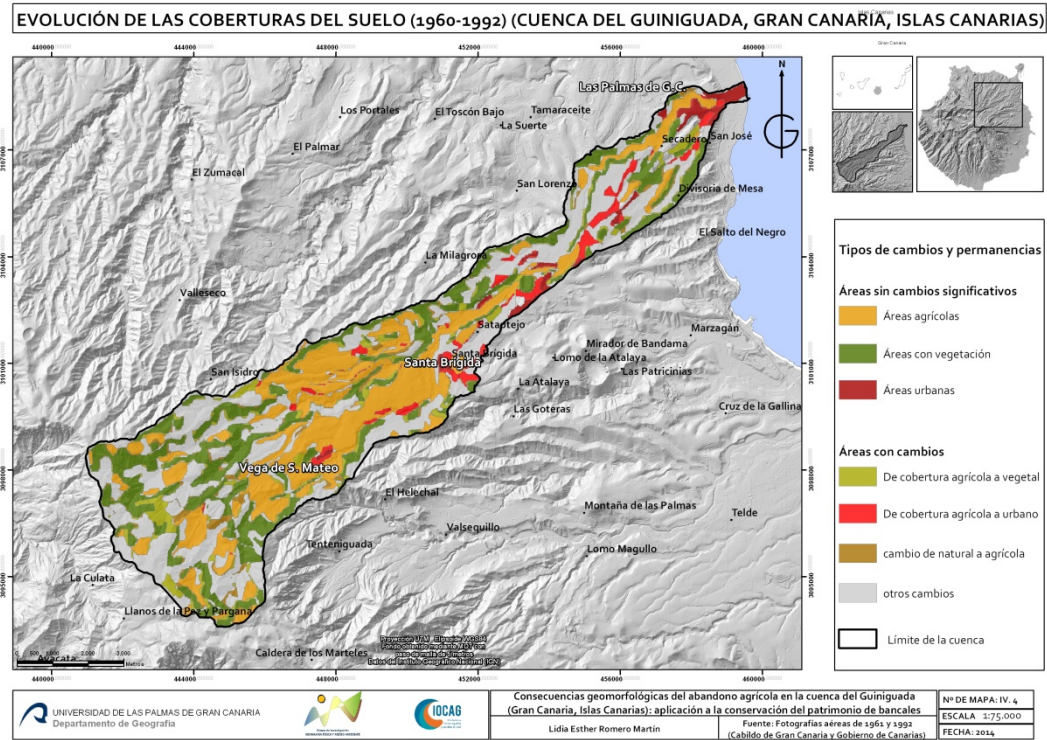
Cuenca (%)	Áreas sin cambios significativos	Superficie (%)			
		Costa	Medianías bajas	Medianías altas	Cumbre
23	Áreas con vegetación	20	16	29	25
28	Áreas agrícolas	18	42	25	16
2	Áreas urbanas	8	1	0	
Cuenca (%)	Áreas con cambios	Costa	Medianías bajas	Medianías altas	Cumbre
7	De cobertura agrícola a vegetal	7	5	7	9
2	De cobertura vegetal a agrícola	2	1	3	4
4	De cobertura agrícola a urbana	8	6	1	0
34	Otros cambios	37	27	35	46
100	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
53,0	Permanencias	46	60	54	41
47,0	Cambios	54	40	46	59

Tabla IV.8. Cambios y permanencias de las coberturas (%) por geoambientes entre 1960 y 1992.

A modo de resumen, la dinámica de cambios de este período se caracteriza por lo siguiente:

1. Existe un elevado porcentaje de superficie de esta cuenca que experimenta cambios en este período de tiempo (46,8%) frente a la persistencia (53,2%).
2. Las categorías más dinámicas, según sus valores de intercambio, son las áreas de matorral (*Am*), los cultivos abandonados (*Ca*) y los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*).
3. Se produce una importante reducción de la superficie agrícola, especialmente de la categoría de cultivos en uso (*Cu*); así como una leve reducción de las superficies de matorral (*Am*) y un importante incremento de la superficie de la edificación concentrada (*Ec*).

4. Las mayores transiciones sistemáticas en términos de ganancias se obtienen en los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*), que ganan superficie reemplazando a los cultivos en uso (*Cu*).



Mapa IV.4. Evolución de las coberturas del suelo (1960-1992).

5. Las mayores transiciones sistemáticas en términos de pérdidas se producen desde los cultivos en uso (*Cu*) hacia los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) y, desde éstos últimos hacia los cultivos abandonados (*Ca*), así como desde las áreas de pastizal (*Ap*) hacia las de repoblación (*Ar*).
6. Entre los procesos que generan dichos cambios se encuentran los que afectan a las superficies agrícolas como la extensificación, el abandono agrícola y la artificialización de antiguas superficies de cultivo abandonadas, y de superficies agrícolas que se hallaban en explotación a comienzos del período analizado. Por su parte, entre los que afectan a superficies con coberturas naturales destaca el proceso de reforestación, siendo las áreas de pastizal y de matorral las más transformadas.

7. Los geoambientes más dinámicos, es decir, los que registran mayor superficie de cambios, son la costa y la cumbre; el primero por la “artificialización” de superficies agrícolas, y el segundo por la “naturalización” de las mismas.

4.2.2. Análisis de cambios en las ocupaciones del suelo entre 1992 y 2002

Entre 1992 y 2002 la superficie agrícola continúa con el proceso de contracción que se inicia en el período anterior. En éste, pasa de representar el 56,7% de la superficie al 48,84%. En cambio las coberturas naturales, tomadas en su conjunto, experimentan un incremento de su superficie, pasando de ocupar el 34,88% al inicio del período al 41,33% al final del mismo (tabla IV.9). Por su parte, la superficie de los asentamientos humanos aumenta significativamente, desde el 8,4% que adquiere en 1992 hasta representar el 12,83% de la superficie de la cuenca, al final de esta etapa.

	Total 1992	Total 2002	Ganancias (Gij)	Pérdidas (Lij)	G/P	Cambio total (Cj) (Gij+Lij)	Intercambio (Sj)	Valor absoluto del cambio neto (Lij-Gij)
Cu	25,20	22,55	11,46	14,11	0,81	25,57	22,92	2,65
Cpu	13,88	10,25	8,10	11,74	0,69	19,84	16,20	3,64
Ca	17,62	13,05	8,48	13,06	0,65	21,54	16,96	4,57
Total agrícola	56,70	45,84	28,04	38,90	0,72	66,95	56,09	10,86
Ap	2,89	2,43	1,61	2,07	0,78	3,69	3,23	0,46
Am	25,94	30,35	15,27	10,86	1,41	26,13	21,71	4,41
Ar	6,06	8,55	4,67	2,18	2,14	6,85	4,36	2,49
Total natural	34,88	41,33	21,55	15,11	1,43	36,66	30,22	6,44
Ec	8,42	12,83	6,81	2,40	2,84	9,21	4,80	4,41
TOTAL	100,00	100,00	56,41	56,41	1,00	56,41		

Cu: Cultivos en uso; *Cpu*: Cultivos parcialmente en uso; *Ca*: Cultivos abandonados; *Ap*: Áreas de pastizal; *Am*: Áreas de matorral; *Ar*: Repoblación y *Ec*: Edificación concentrada

Tabla IV. 9. Resumen de cambios de coberturas del suelo entre 1992 y 2002 (%).

Entre las coberturas naturales, la única categoría que pierde superficie en este período es el pastizal, que experimenta una reducción del 2,07% respecto de su superficie original (1992). A diferencia de la etapa anterior, todas las categorías de cobertura agrícola sufren importantes reducciones de su superficie, que varían entre el 11,74% de los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) hasta el 14,11% de los cultivos en uso (*Cu*).

Entre 1992 y 2002 las coberturas del suelo con las mayores ganancias son las áreas de matorral (*Am*), que se incrementan en un 15,27% y los cultivos en uso (*Cu*), que lo hacen en un 11,46%. En cambio, las mayores pérdidas las registran los cultivos en uso (*Cu*) que pierden un 14,11% de su superficie, y los cultivos abandonados (*Ca*), con el 13,06% y, dentro de las coberturas naturales, las áreas de matorral (*Am*), con el 10,86% de su superficie. Estos valores responden a tres procesos que se inician en el período anterior: el abandono de la actividad y de la ocupación agrícola debido al cambio de modelo económico, la artificialización de las superficies agrícolas y la matorralización de esta cuenca.

Por su parte, el dato de la relación ganancia/pérdida de cada categoría no muestra los elevados valores registrados en la etapa anterior de las categorías de edificación concentrada y de áreas de repoblación. En el primer caso ese valor mantiene una proporción de apenas el 2,8% frente al 17,79% de la etapa anterior. Algo similar sucede con la proporción de las áreas repobladas que, siendo del 7,7% en el período anterior, desciende al 2,14% en esta etapa. De lo expuesto se deduce que las superficies que entran en juego en este balance son mucho más reducidas que en el período anterior. Por otra parte, si se tienen en cuenta los valores absolutos de cambio neto más elevados del período, y se relacionan con sus correspondientes valores de intercambio (porcentaje de cambio neto e intercambio), se comprueba que, en esta ocasión, los cambios más significativos son atribuibles a la ubicación de estas superficies (intercambio) y no así, a la cantidad de superficie que cambia (cambio neto). Esto se puede comprobar con las categorías que más cambian (mayor cambio neto), como son la de cultivos abandonados (*Ca*) en las que el 78,8% de sus cambios se deben a procesos de intercambio atribuibles a su ubicación y las áreas de matorral (*Am*), a las que les sucede lo mismo en un orden de magnitud mayor, con el 83,10% (tabla IV.10).

	<i>Ca</i>	% de cambio	<i>Am</i>	% de cambio	<i>Ec</i>	% de cambio
Intercambio (<i>Sj</i>)	16,96	78,76	21,71	83,10	4,80	52,08
Cambio neto [<i>Lij-Gij</i>]	4,57	21,24	4,41	16,89	4,41	47,91
Cambio total (<i>Cj</i>)	21,54		26,13		9,21	

Tabla IV.10. Porcentaje de cambio atribuible al cambio neto y al intercambio en los cultivos abandonados (*Ca*), en las áreas de matorral (*Am*) y en la edificación concentrada (*Ec*).

El porcentaje de cambio neto de todas las categorías en este período es muy bajo, con valores inferiores al 4,57%, siendo éste el dato más elevado que se corresponde con los cultivos abandonados (Ca) (figura IV.17).

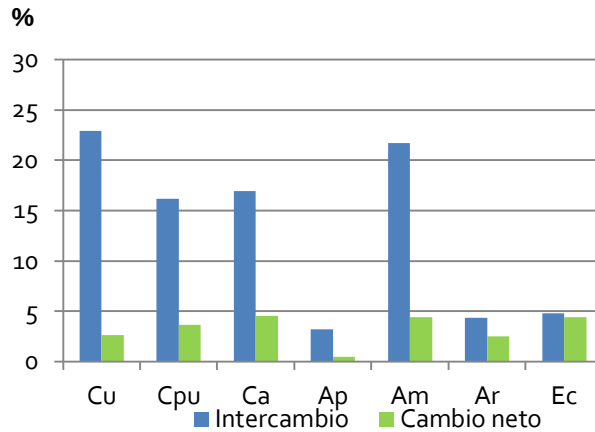


Figura IV.17. Cambios netos e intercambios ocurridos entre 1992 y 2002.

Sin embargo el porcentaje de intercambio entre todas las categorías es mucho más elevado que en la etapa anterior, especialmente entre los cultivos en uso (29,92%), en las áreas de matorral (21,71%) y en los cultivos abandonados (16,96%). Lo expuesto indica que, aunque las superficies que cambian no son muy extensas, sí lo es el porcentaje de permutas entre las categorías en lo que respecta a su ubicación, lo cual denota un modelo de cambios mucho más complejo que el sucedido en el período anterior.

Durante este segundo período de análisis, la evolución de las coberturas del suelo se muestra más dinámica que en el periodo anterior, tal y como lo demuestra el valor de la superficie total de la cuenca que cambia, que es del 56,4%, con respecto a la que persiste, cifrada en el 43,59% (tabla IV.11).

Los valores más elevados de persistencia se siguen correspondiendo con las coberturas de máxima extensión superficial, los cultivos en uso y las áreas de matorral, aunque en esta ocasión la superficie que no cambia es mayor para la segunda (15,1%) que para la primera (11,1%).

1992	2002							Total	Lij
	Cu	Cpu	Ca	Ap	Am	Ar	Ec		
Cu	11,1	4,3	2,8	0,2	3,6	0,7	2,6	25,2	-14,1
Cpu	4,0	2,1	2,7	0,2	2,8	0,6	1,5	13,9	-11,7
Ca	2,9	1,5	4,6	0,8	6,0	0,8	1,1	17,6	-13,1
Ap	0,1	0,4	0,2	0,8	1,0	0,3	0,1	2,9	-2,1
Am	3,3	1,7	1,8	0,4	15,1	2,3	1,5	25,9	-10,9
Ar	0,7	0,1	0,4	0,0	1,0	3,9	0,0	6,1	-2,2
Ec	0,5	0,2	0,6	0,0	0,9	0,1	6,0	8,4	-2,4
Total	22,5	10,2	13,0	2,4	30,4	8,5	12,8	100,0	-56,4
Gij	11,5	8,1	8,5	1,6	15,3	4,7	6,8	56,40	43,59

En amarillo las ganancias (*Gij*), en naranja las pérdidas (*Lij*), en verde el cambio y en gris la persistencia.
Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal;
Am: Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.11. Matriz de cambios de coberturas del suelo 1992-2002 (%).

En esta segunda etapa los cambios sistemáticos más significativos, en términos de ganancias, se encuentran muy repartidos entre las diferentes categorías de cobertura, sin prevalecer, en esta ocasión, las agrícolas sobre el resto (tabla IV.12). Prueba de ello es que el valor de transición sistemática más elevado se registra en la superficie que ganan las áreas de matorral al reemplazar a los cultivos abandonados (1,52%). Le sigue la ganancia de los cultivos parcialmente en uso a costa de los cultivos en uso (1,23%) y, a la inversa (1,18%). Por otra parte, la superficie cubierta por cultivos abandonados también muestra una transición sistemática hacia la ganancia sobre las superficies con cultivos parcialmente en uso (0,78%). Entre las coberturas naturales el mayor porcentaje de cambio hacia la ganancia lo muestran las áreas repobladas debido al reemplazo de superficies de matorral (0,6%).

Por último, resultan muy significativas las transiciones sistemáticas que se producen en la cobertura de la edificación concentrada, que aumenta su superficie a costa de la reducción de las correspondientes a los cultivos en uso (0,44%), y a los cultivos parcialmente en uso (0,30%). Ello pone de relieve un irreversible proceso de "solarización" de la superficie agrícola, sin precedentes en esta zona de Gran Canaria.

1992	2002							Total 1992	Pérdidas
	<i>Cu</i>	<i>Cpu</i>	<i>Ca</i>	<i>Ap</i>	<i>Am</i>	<i>Ar</i>	<i>Ec</i>		
<i>Cu</i>	7,01 7,01 (0,00) [0,00]	2,73 1,50 (1,23) [0,82]	1,76 1,64 (0,11) [0,07]	0,12 0,26 (-0,14) [-0,55]	2,25 3,28 (-1,04) [-0,32]	0,44 0,79 (-0,36) [-0,45]	1,63 1,18 (0,44) [0,37]	15,93 15,67 (0,26) [-0,04]	8,92 8,66 (0,26) [0,03]
<i>Cpu</i>	2,52 1,34 (1,18) [0,87]	1,36 1,36 (0,00) [0,00]	1,69 0,90 (0,78) [0,87]	0,15 0,15 (0,00) [0,01]	1,76 1,81 (-0,05) [-0,03]	0,36 0,44 (-0,08) [-0,18]	0,95 0,65 (0,30) [0,45]	8,78 6,65 (2,13) [2,00]	7,42 5,29 (2,13) [0,29]
<i>Ca</i>	1,83 1,71 (0,12) [0,07]	0,93 1,05 (-0,12) [-0,12]	2,89 2,89 (0,00) [0,00]	0,51 0,19 (0,32) [1,74]	3,82 2,30 (1,52) [0,66]	0,48 0,55 (-0,07) [-0,13]	0,69 0,83 (-0,13) [-0,16]	11,14 9,50 (1,64) [2,06]	8,25 6,62 (1,64) [0,20]
<i>Ap</i>	0,06 0,28 (-0,22) [-0,78]	0,23 0,17 (0,06) [0,33]	0,13 0,19 (-0,06) [-0,33]	0,52 0,52 (0,00) [0,00]	0,66 0,38 (0,28) [0,75]	0,16 0,09 (0,07) [0,77]	0,08 0,14 (-0,06) [-0,45]	1,83 1,76 (0,07) [0,29]	1,31 1,24 (0,07) [0,05]
<i>Am</i>	2,09 2,51 (-0,43) [-0,17]	1,07 1,54 (-0,47) [-0,31]	1,11 1,69 (-0,58) [-0,34]	0,22 0,27 (-0,05) [-0,18]	9,53 9,53 (0,00) [0,00]	1,45 0,82 (0,63) [0,77]	0,93 1,22 (-0,29) [-0,24]	16,40 17,58 (-1,19) [-0,46]	6,86 8,05 (-1,19) [-0,17]
<i>Ar</i>	0,41 0,59 (-0,18) [-0,30]	0,04 0,36 (-0,32) [-0,88]	0,28 0,39 (-0,11) [-0,28]	0,00 0,06 (-0,06) [-0,93]	0,61 0,79 (-0,18) [-0,23]	2,45 2,45 (0,00) [0,00]	0,03 0,28 (-0,26) [-0,90]	3,83 4,93 (-1,10) [-3,53]	1,38 2,48 (-1,10) [-0,80]
<i>Ec</i>	0,34 0,82 (-0,48) [-0,59]	0,12 0,50 (-0,38) [-0,75]	0,40 0,55 (-0,14) [-0,26]	0,02 0,09 (-0,07) [-0,78]	0,57 1,10 (-0,53) [-0,48]	0,07 0,26 (-0,20) [-0,74]	3,81 3,81 (0,00) [0,00]	5,32 7,12 (-1,80) [-3,62]	1,52 3,31 (-1,80) [-1,19]
Total 2002	14,26 14,26 (0,00) [0,0]	6,48 6,48 (0,00) [0,0]	8,25 8,25 (0,00) [0,0]	1,54 1,54 (0,00) [0,0]	19,19 19,19 (0,00) [0,0]	5,40 5,40 (0,00) [0,0]	8,11 8,11 (0,00) [0,0]	100,00 100,00 (0,00) [0,0]	35,66 35,66 (0,00) [0,0]
Ganancias	7,25 7,25 (0,00) [0,0]	5,12 5,12 (0,00) [0,0]	5,36 5,36 (0,00) [0,0]	1,02 1,02 (0,00) [0,0]	9,65 9,65 (0,00) [0,0]	2,95 2,95 (0,00) [0,0]	4,31 4,31 (0,00) [0,0]	35,66 35,66 (0,00) [0,0]	

Negrita: porcentaje de cambio observado (Vo); **Cursiva:** porcentaje de ganancia esperada con un supuesto cambio al azar (Ve); (paréntesis): diferencia entre valor observado y esperado (Vo-Ve); [corchete]: relación entre la diferencia entre el valor observado menos el esperado con el esperado (Vo-Ve/Ve). Sombreado en amarillo: transiciones sistemáticas más importantes.

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal; **Am:** Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.12. Matriz de análisis del porcentaje de cambios en términos de ganancias (1992-2002).

El proceso que domina en este período es el relacionado con la evolución de las superficies agrícolas de antiguo abandono, donde es patente la recolonización de matorral (tabla IV.13). También se producen, simultáneamente, procesos de "extensificación" e intensificación de la superficie agrícola, esto es, ganancias de los cultivos parcialmente en uso, desde los cultivos en uso y viceversa.

Transición sistemática (1992-2002)	Vr- Ve	Vr- Ve/Ve	Interpretación de la transición sistemática	Procesos
Ca en 1992 y Am en 2002	1,52	0,66	Cuando el Am gana reemplaza al Ca	Recolonización c. agrícolas
Cu en 1992 y Cpu en 2002	1,23	0,82	Cuando el Cpu gana reemplaza al Cu	Extensificación agrícola
Cpu en 1992 y Cu en 2002	1,18	0,87	Cuando el Cu gana reemplaza al Cpu	Intensificación agrícola
Cpu en 1992 y Ca en 2002	0,78	0,87	Cuando el Ca gana reemplaza al Cpu	Abandono agrícola
Am en 1992 y Ar en 2002	0,63	0,77	Cuando la Ar gana reemplaza al Am	Reforestación
Cu en 1992 y Ec en 2002	0,44	0,37	Cuando la Ec gana reemplaza al Cu	Artificialización
Ca en 1992 y Ap en 2002	0,32	1,74	Cuando el Ap gana reemplaza al Ca	Recolonización c. agrícolas
Cpu en 1992 y Ec en 2002	0,30	0,45	Cuando el Ec gana reemplaza al Cpu	Artificialización
Ap en 1992 y Am en 2002	0,28	0,75	Cuando el Am gana reemplaza al Ap	Matorralización

Vr: valor real y Ve: valor esperado.

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal; **Am:** Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.13. Transiciones sistemáticas en términos de ganancia entre 1992-2002 (%).

La coexistencia en el tiempo de dichos procesos, con porcentajes de superficie y proporciones de ganancia muy semejantes, parece señalar que la decisión de cultivar o dejar de cultivar una superficie agrícola responde a decisiones personales, en las que pueden estar implicados factores diversos como la estructura de la propiedad de la tierra, la edad de los propietarios, las sucesivas divisiones de las propiedades agrícolas, la falta o carestía del agua, etc. Por otra parte, el abandono agrícola ya no resulta de la transición de la cobertura agrícola en uso hacia cultivos abandonados, sino de la transición desde cultivos parcialmente en uso hacia su total abandono, proceso que ya tenía lugar en el período anterior, pero que en éste afecta a una superficie mayor. La reforestación continúa y se extiende por otros sectores de la cuenca. Y, por último, un proceso que se amplifica en esta etapa es el de "artificialización" de las superficies agrícolas.

En este intervalo temporal, las nuevas urbanizaciones no se emplazan sobre antiguos campos de cultivo abandonados sino que lo hacen, y en mayor medida que en la etapa anterior, sobre superficies agrícolas en explotación y sobre superficies agrícolas en parcial explotación. Todo parece indicar que la especulación del suelo y la devaluación del suelo agrícola convergen para producir dichos cambios.

Las transiciones sistemáticas, en términos de pérdidas más elevadas que se producen en este período, se registran entre los cultivos parcialmente en uso (*Cpu*), con un 2,13% de pérdida total (tabla IV.14).

1992	2002							Total 1992	Pérdidas
	<i>Cu</i>	<i>Cpu</i>	<i>Ca</i>	<i>Ap</i>	<i>Am</i>	<i>Ar</i>	<i>Ec</i>		
<i>Cu</i>	7,01 7,01 (0,00) [0,00]	2,73 1,18 (1,55) [1,32]	1,76 1,50 (0,25) [0,17]	0,12 0,28 (-0,16) [-0,57]	2,25 3,50 (-1,25) [-0,36]	0,44 0,98 (-0,55) [-0,56]	1,63 1,48 (0,15) [0,10]	15,93 15,67 (0,26) [-0,04]	8,92 8,66 (0,26) [0,03]
<i>Cpu</i>	2,52 2,07 (0,45) [0,22]	1,36 1,36 (0,00) [0,00]	1,69 1,08 (0,61) [0,56]	0,15 0,20 (-0,05) [-0,27]	1,76 2,51 (-0,75) [-0,30]	0,36 0,71 (-0,35) [-0,49]	0,95 1,06 (-0,11) [-0,11]	8,78 6,65 (2,13) [2,00]	7,42 5,29 (2,13) [0,29]
<i>Ca</i>	1,83 2,14 (-0,31) [-0,15]	0,93 0,97 (-0,05) [-0,05]	2,89 2,89 (0,00) [0,00]	0,51 0,23 (0,28) [1,19]	3,82 2,88 (0,93) [0,32]	0,48 0,81 (-0,33) [-0,40]	0,69 1,22 (-0,52) [-0,43]	11,14 9,50 (1,64) [2,06]	8,25 6,62 (1,64) [0,20]
<i>Ap</i>	0,06 0,30 (-0,24) [-0,79]	0,23 0,14 (0,09) [0,66]	0,13 0,18 (-0,05) [-0,28]	0,52 0,52 (0,00) [0,00]	0,66 0,41 (0,25) [0,62]	0,16 0,11 (0,05) [0,40]	0,08 0,17 (-0,10) [-0,56]	1,83 1,76 (0,07) [0,29]	1,31 1,24 (0,07) [0,05]
<i>Am</i>	2,09 2,22 (-0,14) [-0,06]	1,07 1,01 (0,06) [0,06]	1,11 1,29 (-0,18) [-0,14]	0,22 0,24 (-0,02) [-0,07]	9,53 9,53 (0,00) [0,00]	1,45 0,84 (0,60) [0,72]	0,93 1,26 (-0,33) [-0,26]	16,40 17,58 (-1,19) [-0,46]	6,86 8,05 (-1,19) [-0,17]
<i>Ar</i>	0,41 0,34 (0,07) [0,21]	0,04 0,15 (-0,11) [-0,72]	0,28 0,20 (0,09) [0,44]	0,00 0,04 (-0,03) [-0,88]	0,61 0,46 (0,15) [0,33]	2,45 2,45 (0,00) [0,00]	0,03 0,19 (-0,17) [-0,86]	3,83 4,93 (-1,10) [-3,53]	1,38 2,48 (-1,10) [-0,80]
<i>Ec</i>	0,34 0,39 (-0,06) [-0,14]	0,12 0,18 (-0,06) [-0,31]	0,40 0,23 (0,18) [0,78]	0,02 0,04 (-0,02) [-0,54]	0,57 0,53 (0,04) [0,07]	0,07 0,15 (-0,08) [-0,55]	3,81 3,81 (0,00) [0,00]	5,32 7,12 (-1,80) [-3,62]	1,52 3,31 (-1,80) [-1,19]
Total 2002	14,26 14,48 (-0,23) [-0,02]	6,48 4,99 (1,49) [0,23]	8,25 7,35 (0,90) [0,11]	1,54 1,55 (-0,01) [-0,01]	19,19 19,81 (-0,62) [-0,03]	5,40 6,06 (-0,65) [-0,12]	8,11 9,19 (-1,08) [-0,13]	100,00 100,00 (0,00) [0,00]	35,66 35,66 (0,00) [0,00]
Ganancias	7,25 7,47 (-0,23) [-0,03]	5,12 3,63 (1,49) [0,29]	5,36 4,47 (0,90) [0,17]	1,02 1,03 (-0,01) [-0,01]	9,65 10,28 (-0,62) [-0,06]	2,95 3,61 (-0,65) [-0,22]	4,31 5,39 (-1,08) [-0,25]	35,66 35,66 (0,00) [0,00]	

Negrita: porcentaje de cambio observado (Vo); **Cursiva:** porcentaje de pérdida esperada con un supuesto cambio al azar (Ve); (paréntesis): diferencia entre valor observado y esperado (Vo-Ve); [corchete]: relación entre la diferencia entre el valor observado menos el esperado con el esperado (Vo-Ve/Ve). Sombreado en amarillo: transiciones sistemáticas más importantes.

Cu: Cultivos en uso; ***Cpu:*** Cultivos parcialmente en uso; ***Ca:*** Cultivos abandonados; ***Ap:*** Áreas de pastizal; ***Am:*** Áreas de matorral; ***Ar:*** Repoblación y ***Ec:*** Edificación concentrada

Tabla IV.14. Matriz de análisis del porcentaje de cambios en términos de pérdidas (1992-2002).

La mayor parte de esas transiciones se realiza a favor de las otras categorías agrícolas analizadas: hacia cultivos abandonados (*Ca*), con el 0,61%, y hacia cultivos en uso (*Cu*), con el 0,45% de pérdida. Otra categoría que destaca por el porcentaje de pérdidas es la agrícola en abandono, con una pérdida total del 1,64% de superficie, que pasa mayoritariamente a ser reemplazada por el matorral. Por último, entre las categorías que conforman las ocupaciones naturales no se aprecian transiciones hacia pérdidas significativas.

Los procesos que muestran unos porcentajes de cambios hacia pérdidas más elevados son la “extensificación” agrícola, la recolonización de campos agrícolas, el abandono agrícola y la reforestación (tabla IV.15). El primero supone la pérdida de superficie de cultivos en uso (*Cu*) a favor de cultivos en parcial uso (*Cpu*), con un valor de 1,55% y una proporción de pérdida del 1,32%. Por su parte, la recolonización de campos agrícolas se realiza a partir de la pérdida de superficie de cultivos abandonados, y su remplazo por matorral, con una superficie del 0,93% y una proporción del 0,32%. El abandono agrícola se produce a partir de la pérdida de superficie de cultivos parcialmente en uso (*Cpu*) a favor de cultivos abandonados (*Ca*), que afecta a una superficie del 0,61% y a una proporción de pérdida del 0,56%.

Transición sistemática	Vr- Ve	Vr- Ve/Ve	Interpretación de la transición sistemática	Proceso
Cu en 1992 y Cpu en 2002	1,55	1,32	Cuando el Cu pierde lo reemplaza el Cpu	Extensificación agrícola
Ca en 1992 y Am en 2002	0,93	0,32	Cuando el Ca pierde lo reemplaza el Am	Recolonización c. agrícolas
Cpu en 1992 Am en 2002	0,61	0,56	Cuando el Cpu pierde lo reemplaza el Am	Abandono agrícola
Am en 1992 y Ar en 2002	0,60	0,72	Cuando el Am pierde lo reemplaza la Ar	Reforestación
Cpu en 1992 y Cu en 2002	0,45	0,22	Cuando el Cpu pierde lo reemplaza el Cu	Intensificación agrícola
Cu en 1992 y Ca en 2002	0,25	0,17	Cuando el Cu pierde lo reemplaza el Ca	Abandono agrícola
Ap en 1992 y Am en 2002	0,25	0,62	Cuando el Ap pierde lo reemplaza el Am	Matorralización
Ar en 1992 y Am en 2002	0,15	0,33	Cuando la Ar pierde lo reemplaza el Am	Deforestación
Cu en 1992 y Ec en 2002	0,15	0,10	Cuando el Cu pierde lo reemplaza el Ec	Artificialización

Vr: valor real y **Ve:** valor esperado.

Cu: Cultivos en uso; **Cpu:** Cultivos parcialmente en uso; **Ca:** Cultivos abandonados; **Ap:** Áreas de pastizal; **Am:** Áreas de matorral; **Ar:** Repoblación y **Ec:** Edificación concentrada

Tabla IV.15. Transiciones sistemáticas en términos de pérdidas entre 1992 y 2002 (%).

Asimismo cabe señalar el proceso de reforestación que experimentan las áreas de matorral (*Am*), cuyas pérdidas a favor de las repoblaciones son inferiores a las de la etapa anterior, con el 0,60% de pérdida de superficie de matorral y una proporción de cambio hacia la pérdida del 0,72%.

Por último, merece ser mencionado, a pesar de que se trata de una pérdida superficial baja, el proceso de artificialización del suelo que experimenta la cobertura agrícola en uso (Cu) al ser reemplazada por la de la edificación concentrada, con valores de transiciones hacia la pérdida de 0,15% y de proporción del 0,10%.

La evolución de las coberturas del suelo muestra que, durante este período, los geoambientes más dinámicos siguen siendo la costa y la cumbre, y es ligeramente superior en el primero que en el segundo, con el 44% y el 37% de superficie que cambia respectivamente (tabla IV.16 y mapa IV.5).

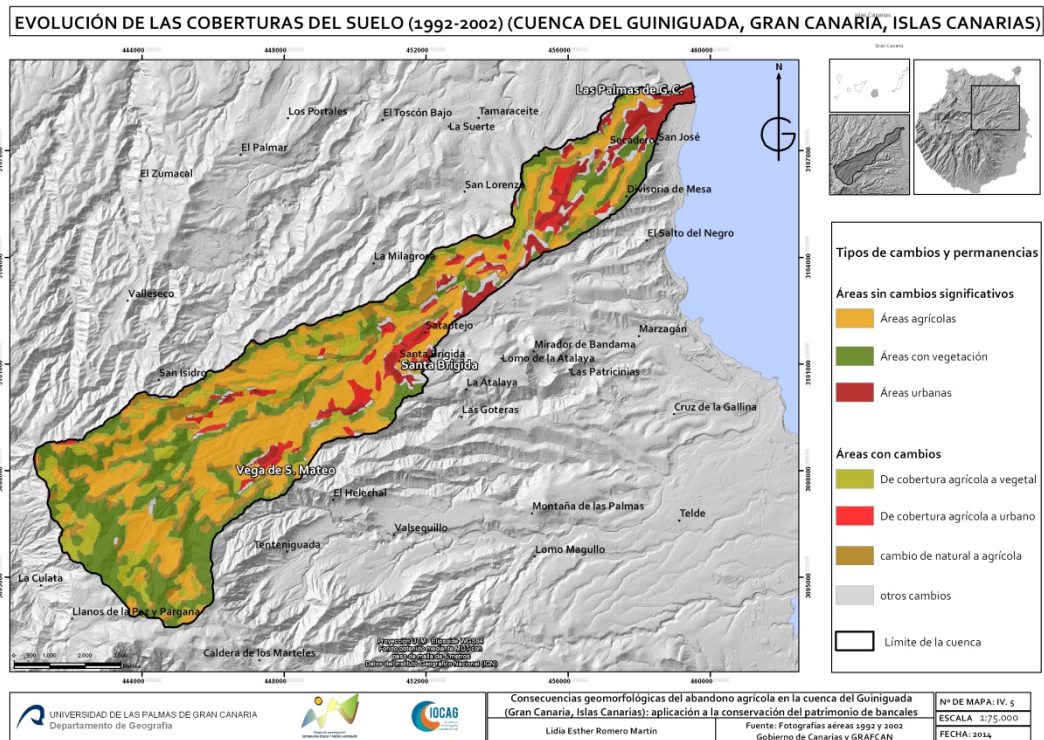
Cuenca (%)	Áreas sin cambios significativos	Superficie (%)			
		Costa	Medianías bajas	Medianías altas	Cumbre
24	Natural estable	14	14	31	51
36	Agrícola estable	26	46	39	12
6	Urbano estable	16	6	1	
Cuenca (%)	Áreas con cambios	Costa	Medianías bajas	Medianías altas	Cumbre
16	Cambio de agrícola a natural	14	14	16	26
9	Cambio de natural a agrícola	8	9	11	8
5	Cambio agrícola a urbano	10	8	2	2
4	Otros cambios	12	3	1	1
100	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
65,3	Permanencias	56	66	71	63
34,7	Cambios	44	34	29	37

Tabla IV.16. Cambios y permanencias de las ocupaciones (%) por geoambientes entre 1992-2002.

El mayor dinamismo de la costa se debe a los cambios netos experimentados desde las coberturas agrícolas a naturales y a urbanas, que apuntan a sendos procesos de matorralización y artificialización a los que se suman otros cambios entre ocupaciones naturales y urbanas. Por su parte, el dinamismo en la cumbre responde al proceso de naturalización de este sector de la cuenca, que sucede al abandono agrícola de la etapa anterior.

A modo de resumen, la dinámica de cambios del período comprendido entre 1992 y 2002 se caracteriza por lo siguiente:

1. Destaca un mayor dinamismo de cambio en esta etapa, pues se incrementa la superficie de cambios frente a las persistencias, con valores del 56,4% de superficie que cambia frente al 43,59% que no lo hace.



Mapa IV.5. Evolución de las coberturas del suelo (1992-2002).

- Continúa el proceso de contracción de la superficie agrícola que se inicia en el período anterior, pero en este caso la superficie que se pierde es el doble: el 10% frente al 5,17% de la primera etapa. La categoría agrícola que más superficie pierde es la de cultivos abandonados (Ca), con el 4,57%. Se incrementa la superficie natural en un 6,44% y la edificación concentrada en un 4,41%.
- Disminuye el cambio neto por categorías (menos superficie de cambio), pero se incrementa sustancialmente el porcentaje de permutas entre las categorías, siendo las más dinámicas en este sentido, (según sus valores de intercambios), la de cultivos en uso (Cu), las áreas de matorral (Am) y la de cultivos abandonados (Ca).
- Las mayores transiciones sistemáticas en términos de ganancias se obtienen en las áreas de matorral (Am), que ganan superficie reemplazando a la cobertura de cultivos abandonados (Ca).
- Las mayores transiciones sistemáticas en términos de pérdidas se producen desde la cobertura de cultivos parcialmente en uso (Cpu) hacia la de cultivos abandonados (Ca), y hacia la de cultivos en uso (Cu). También destaca la

pérdida de superficie desde los cultivos abandonados (*Ca*) hacia las áreas de matorral (*Am*).

6. Los procesos que generan la mayor parte de los cambios en este período son: la recolonización de antiguos campos de cultivo, la extensificación-intensificación agrícola, el abandono agrícola y la artificialización de la superficie agrícola.

4.3. El riesgo de erosión y cambios en las coberturas del suelo entre 1960 y 2002

Los cambios de usos del suelo se manifiestan en el territorio de dos maneras diferentes: a corto plazo, transformando las coberturas del suelo y, a medio y largo plazo, modificando los balances de agua y sedimentos como respuesta del medio ante esos nuevos usos. En este último sentido, el signo y la magnitud de dichos balances depende de las características de los cambios que se han producido y de las del propio medio (*García-Ruiz y López-García, 1997; Lasanta et al., 2000; Sánchez-Bosch y Martínez-Casnovas, 2000; Pascual, 2001 y Seeger y Beguería, 2003*).

En este apartado se muestran los resultados obtenidos del análisis de la repercusión que estos intensos y rápidos cambios de cobertura han tenido en las pérdidas de suelo entre 1960 y 2002. Se retoman los trabajos realizados para calcular la erosión potencial de la isla de Gran Canaria (*Sánchez et al., 1995*) y de un sector de las medianías del norte de la misma (*Hernández et al., 1998*), en los que sus autores calculan las tasas de erosión (erosión potencial) sobre un escenario de cambios de ocupación, referidos especialmente al abandono de la actividad agrícola y, en consecuencia, de las tareas de conservación del suelo y de las infraestructuras asociadas (bancales).

Una vez constatados los cambios de cobertura, se realiza un balance de las pérdidas de suelo entre 1960 y 2002 para determinar si se ha producido respuesta en la modificación del balance de sedimentos en esta cuenca hidrográfica (*Abadín et al., 2004*). Para ello se sigue un procedimiento de adaptación al entorno de un SIG (*Hernández et al., 1998*) de la revisión y adaptación a Gran Canaria de la USLE (*Sánchez et al., 1995*).

Las tasas de erosión obtenidas se agrupan en siete categorías: Nulo (o Tm/ha/año – esta categoría se obtiene únicamente para coberturas urbanas-); Muy bajo (>0,1-10 Tm/ha/año); Bajo (>10-20 Tm/ha/año); Moderado (>20-50 Tm/ha/año); Alto (>50-100 Tm/ha/año); Muy alto (>100-300 Tm/ha/año); e Irreversible (> 300 Tm/ha/año) (Sánchez *et al.*, 1995).

4.3.1. Cambios en las coberturas del suelo entre 1960 y 2002

Con el fin de simplificar el análisis de las tasas de erosión, en este apartado se reduce el número de categorías de coberturas del suelo de siete a cuatro. Estas son: cultivos en uso, cultivos abandonados, áreas con vegetación y edificación concentrada.

Las coberturas correspondientes a cultivos en uso, cultivos abandonados y edificación concentrada experimentan sustanciales cambios de extensión en esas cuatro décadas (figura IV.18). La superficie agrícola en explotación se reduce a algo más de la mitad, ocupando en la fecha más reciente el 22,7% del espacio total de la cuenca, frente al casi 50% que presenta al principio del período. Dicha reducción está directamente relacionada con el incremento de la cobertura de cultivos abandonados, que aumenta su superficie en casi el doble de la que presentaba en 1960, siendo en 2002 la segunda en importancia tras las áreas con vegetación.

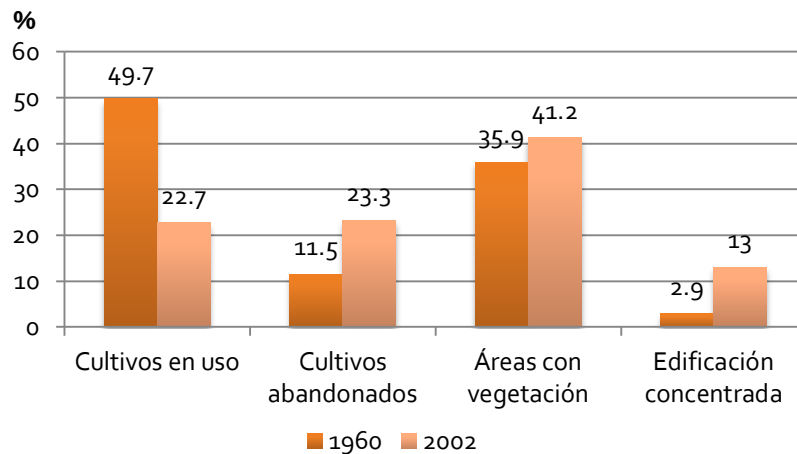


Figura IV.18. Evolución de las coberturas del suelo entre 1960 y 2002 (%)

Por último, la cobertura urbana (edificación concentrada) es, en proporción, la que más crecimiento experimenta en dicho período, con un incremento de alrededor de

seis veces su extensión inicial (1960). Buena parte de dicha expansión se realiza sobre áreas que se hallan en cultivo en 1960 y, en menor medida, sobre coberturas naturales y sobre cultivos abandonados (figura IV.19).

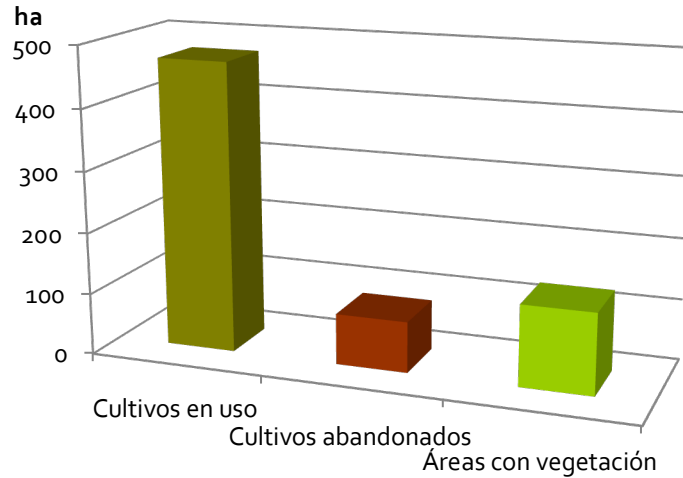


Figura IV.19. Crecimiento de la cobertura urbana en 2002 sobre otras en 1960 (ha.)

4.3.2. Cambios en las tasas de erosión del suelo entre 1960 y 2002

Las tasas de erosión obtenidas (tablas IV.17 y IV.18) muestran que las pérdidas de suelo experimentan descensos moderados y leves entre 1960 y 2002 y el rango que si ve incrementada su extensión superficial es el de la erosión nula por sellado de superficie edáfica subyacente.

Categorías erosivas	1960	2002
Nula (por sellado)	10,5	37,39
Muy baja - Baja	58,16	34,15
Media - Irreversible	32,06	28,46

Tabla IV. 17. Superficie de suelo según las tasas de erosión (%) en 1960 y 2002.

Esta categoría, la de erosión nula, reservada para asignar el proceso de "artificialización" (Corine Land Cover 1987-2000) o de "solarización" o "sellado" (Rodríguez-Rodríguez, 2007) del suelo rústico es la única en la que se aprecia un

incremento notable de su extensión en estas últimas décadas, pasando de cubrir el 10,5% de la superficie de la cuenca en 1960 a 37,39% en 2002.

Tasas	Tm/ha/año	1960	2002	1960-2002
Nula (por sellado)	0	10,5	37,39	26,89
Muy baja	> 0,1 - 10	52,57	29,06	-23,51
Baja	> 10 - 20	5,59	5,09	-0,5
Media	> 20 - 50	11,3	10,25	-1,05
Alta	> 50 - 100	9,36	8,22	-1,14
Muy alta	> 100 - 300	9,56	8,32	-1,24
Irreversibles	> 300	1,84	1,67	-0,17
Total		100	100	100

Tabla IV.18. Superficie de suelo según las tasas de erosión (%) en 1960 y 2002.

Por otra parte, los valores de pérdidas de suelo por erosión hídrica considerados bajos y muy bajos (inferiores a 20 Tm/ha/año) constituyen el 34,15% de la superficie de la cuenca, frente al 58,6% del año 1960. Por otro lado, las pérdidas consideradas como intolerables e irrecuperables por los procesos de edafogénesis (>20 Tm/ha/año o el equivalente a 2 mm de suelo fértil) representan en 2002 el 28% de la superficie de la cuenca frente al 32,06% de 1960.

En consecuencia, puede afirmarse que este espacio no cuenta con niveles de erosión elevados, lo que sin duda se explica por la existencia de interfluvios planos y alomados, pero sobre todo a que, casi la mitad de su superficie, se encuentra ocupada por cultivos en bancales de los que ya se conoce su importante función como captadores de humedad (potencian la infiltración y la regularización hídrica de las vertientes) y de retención de suelos.

Desde el punto de vista de la distribución espacial de las tasas de erosión se comprueba que es en la costa, y en las medianías bajas (figura IV.20), donde el aumento de la superficie con erosión nula se muestra más espectacular, pasando del 9,09% en 1960 al 27,27% de su superficie en 2002, para la primera; y de 0,86% a 10,2% en la segunda.

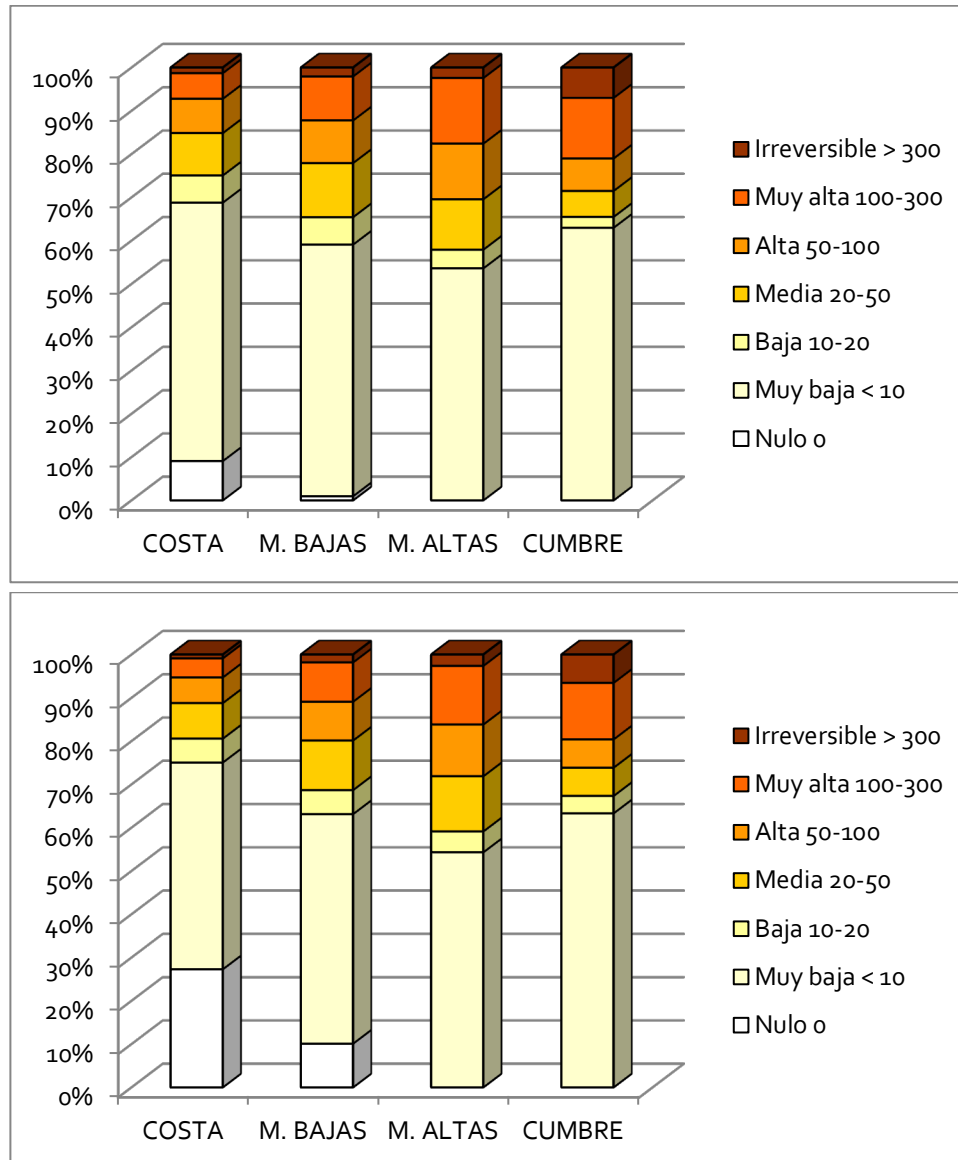


Figura IV.20. Tasas de erosión por geoambientes en 1960 (superior) y 2002 (inferior)

También resulta notable la importante reducción que experimentan el resto de las categorías de tasas de erosión. Otro hecho destacable es el ligero aumento de la superficie ocupada por la tasa de erosión media (20-50 Tm/ha/año) en medianías altas y cumbres, con valores que fluctúan entre el 11,65% y 12,75% en las primeras, y los 6% y 6,5% en las últimas. A ello se añade el incremento de la superficie ocupada por la erosión irreversible, nuevamente en medianías altas, pasando en este caso de ocupar el 2,41% en 1960 al 2,61% en 2002.

Como se puede comprobar con los datos obtenidos de tasas de erosión, a la intensa transformación de las coberturas del suelo producida en este período de tiempo no le corresponde un incremento en las tasas de erosión del suelo de igual magnitud. Esto puede deberse a varios motivos: al incremento de la superficie urbanizada, a la extensa superficie de vertientes abancaladas y a la recolonización vegetal. Aunque resulte paradójico, el incremento de la superficie urbana se traduce en una reducción de las pérdidas de sedimentos, ya que el proceso natural desaparece al perderse definitivamente el recurso suelo bajo el asfalto, lo cual puede considerarse un tipo de pérdida de suelo agrícola útil de carácter definitivo e irreversible. Por otra parte, parece que todavía no ha transcurrido el tiempo necesario, aunque el abandono agrícola es un hecho consumado, para que las laderas pierdan su morfología aterrazada y, por lo tanto, para que la longitud y el grado de pendiente se hayan transformado sustancialmente durante este tiempo.

Por otra parte, la extensa superficie de bancales que existe en esta cuenca contribuye a la ralentización de la actividad de los procesos de erosión hídrica de las vertientes. En lo que respecta a la recolonización vegetal, aunque es importante en algunos casos, carece todavía de la suficiente entidad como para incluirla en el espacio de cubierta vegetal natural con mayor densidad, lo que permitiría una reducción de las tasas de erosión.

4.4 La evolución de la cobertura agrícola: el proceso de abandono agrícola

El valor ecológico y la bioproductividad de la tierra de cultivo en España son muy elevados (más de la mitad de la biocapacidad existente en el territorio), por lo que su abandono, deterioro o transformación contribuyen a acrecentar notablemente la huella ecológica de nuestro país (Ozcáriz, 2008). En el caso de los suelos canarios, su origen y naturaleza volcánica les confieren un elevado valor, pues los volcánicos se encuentran entre los suelos con mayor fertilidad y capacidad de producción de biomasa de toda la corteza terrestre. Se trata pues de un recurso valioso y también muy escaso. En este sentido, cabe mencionar que sólo el 53% de la superficie del archipiélago tiene un cierto potencial agronómico y, de ella, únicamente el 22% está constituido por suelos de utilización agrícola (Rodríguez-Rodríguez, 2007).

Por otra parte, el abandono agrícola es uno de los principales procesos que están involucrados en la desertificación de las Islas Canarias. Según datos de la primera versión del Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAND), las islas de Fuerteventura, Lanzarote, Gran Canaria y el sur de Tenerife presentan un grado de afección de erosión muy alto aunque no se incluye en esa valoración el grado de implicación del abandono agrícola. Los datos aportados nos hablan de la imperiosa necesidad de la realización de estudios detallados sobre los procesos que inciden en la desertificación del archipiélago y, entre ellos, sobre el abandono agrícola. En Canarias se han abandonado en los últimos años más de 100.000 ha de suelos cultivados bajo sistemas agrícolas tradicionales, conservacionistas y sostenibles. Entre ellos están el 50% de los arenados de Lanzarote y el 50% de las gavias en Fuerteventura, pero se desconoce el valor de las superficies de bancales abandonados, sistemas igualmente conservacionistas desde el punto de vista de los recursos edáficos e hídricos.

En este apartado se muestran, por un lado, las variaciones que experimenta la ocupación agrícola en la escala de la cuenca y por geoambientes y, por otro lado, se analiza el proceso de abandono de la ocupación agrícola.

4.4.1. Cambios en la cobertura agrícola entre 1960 y 2002

En capítulos anteriores se ha descrito el largo proceso de construcción de la superficie agrícola en uno de los sectores del norte de la isla de Gran Canaria con mayor vocación y, en los párrafos que siguen, se procede a caracterizar justo el proceso contrario, el abandono de dicha ocupación. El análisis de los cambios de cobertura del suelo realizado en los apartados anteriores nos ha permitido comprobar que el espacio destinado al aprovechamiento agrícola en esta cuenca ha pasado de suponer el 61,1% de su superficie en 1960 al 45,1% en 2002 (figura IV.21).

El año 1960 no sólo supone el de máxima extensión de la ocupación agrícola en la cuenca, sino también el de máximo aprovechamiento. Tal y como demuestran los valores de cultivos en uso (81,2%) y abandonados (13,3%). El cambio más significativo se produce en el año 1992, en el que se reduce la superficie agrícola, pero sobre todo los cambios en el grado de explotación de la misma.

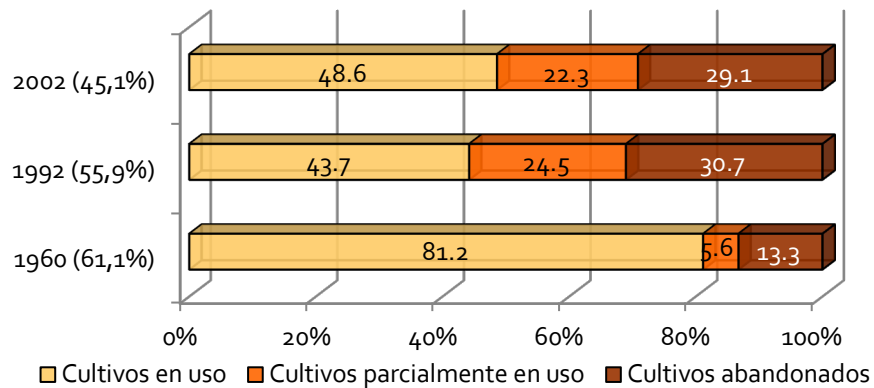


Figura IV.21. Evolución de la superficie agrícola en 1960, 1992 y 2002. Entre paréntesis, superficie de la ocupación agrícola en el contexto de la cuenca.

El espacio abandonado se triplica con respecto a 1960, y aumenta aquel en el que más de la mitad de las parcelas están abandonadas (cultivos parcialmente en uso). La superficie de cultivos en uso alcanza ese año (1992) el valor más bajo del período analizado, suponiendo el 43,7% de la superficie agrícola. Finalmente en 2002 es cuando la superficie agrícola de la cuenca alcanza el valor más bajo del período (45,1%), pero se puede afirmar que existe un leve repunte en el grado de actividad de la misma, pues tanto la cobertura de cultivos abandonados, como la de parcialmente en uso, se reducen a favor de la de cultivos en uso.

4.4.2. Los procesos de cambio y permanencia de la cobertura agrícola entre 1960 y 2002

El análisis de la evolución de la superficie agrícola se realiza en términos de balance, es decir, a partir del recuento de las ganancias y de las pérdidas que experimenta este tipo de cobertura en el período acotado (tabla IV.19). En el apartado de ganancias se incluyen la recuperación de cultivos abandonados y/o parcialmente en uso, los que permanecen en uso en el intervalo temporal considerado, las unidades en las que tiene lugar la intensificación de la ocupación, y las que permanecen semiexplotadas o parcialmente en uso. Se entiende por intensificación el caso en el que una unidad territorial deja de estar parcialmente en uso (>50% de su superficie abandonada y el resto en explotación) y pasa a su total explotación.

Ganancias	Pérdidas
1 Recuperación de <i>Ca</i>	1 Reducción intensidad agrícola (de <i>Cu</i> a <i>Cpu</i>)
2 Permanencia <i>Cu</i>	2 Permanencia <i>Ca</i>
3 Intensificación agrícola (de <i>Cpu</i> a <i>Cu</i>)	3 Abandono agrícola (de <i>Cu</i> y <i>Cpu</i> a <i>Ca</i>)
4 Permanencia <i>Cpu</i>	4 Reducción superficie de ocupación agrícola

En rojo, las categorías de abandono propiamente dichas.

Cu: Cultivos en uso; *Cpu*: Cultivos parcialmente en uso; *Ca*: Cultivos abandonados

Tabla IV.19. Categorías empleadas en el balance de cambios de la ocupación agrícola.

Y en el grupo de las pérdidas se encuentran las categorías siguientes: reducción de la intensidad de la actividad agrícola, superficie agrícola abandonada antes del período contemplado y que permanece igual, incremento de la superficie agrícola abandonada en el período de análisis (paso de cultivado y parcialmente cultivado a abandonado) y reducción de la superficie agrícola durante ese mismo período. Esta última categoría comprende el cambio de las clases agrícolas (en explotación, semiexplotadas y abandonadas) hacia otras no agrícolas (pastizal, matorral, forestal y urbano) y, por lo tanto, representa el volumen de pérdidas difícilmente recuperables e irreversibles (caso del cambio hacia urbano) de la agroproductividad de esos espacios. En todo el período analizado se mantiene el desequilibrio en el balance a favor de las pérdidas en las superficies agrícolas. Entre 1960 y 1992 (figura IV.22 y mapa IV.6) se aprecia que el 41,5% de la superficie agrícola experimenta ganancias mientras que el 58,5% restante registra pérdidas.

Se considera una ganancia, pues no supone pérdida alguna de superficie agrícola productiva, la permanencia entre 1960 y 1992 de un elevado porcentaje, concretamente el 32 %, de superficie agrícola que se mantiene en explotación durante este período. En cambio, entre las pérdidas destaca el elevado porcentaje de superficie agrícola que deja de cultivarse y que, sumada a la que permanece abandonada desde antes de 1960, supone el 35,9% de la misma. Por todo lo expuesto se puede afirmar que durante este largo período de tiempo el cese de la actividad agrícola es el proceso característico.

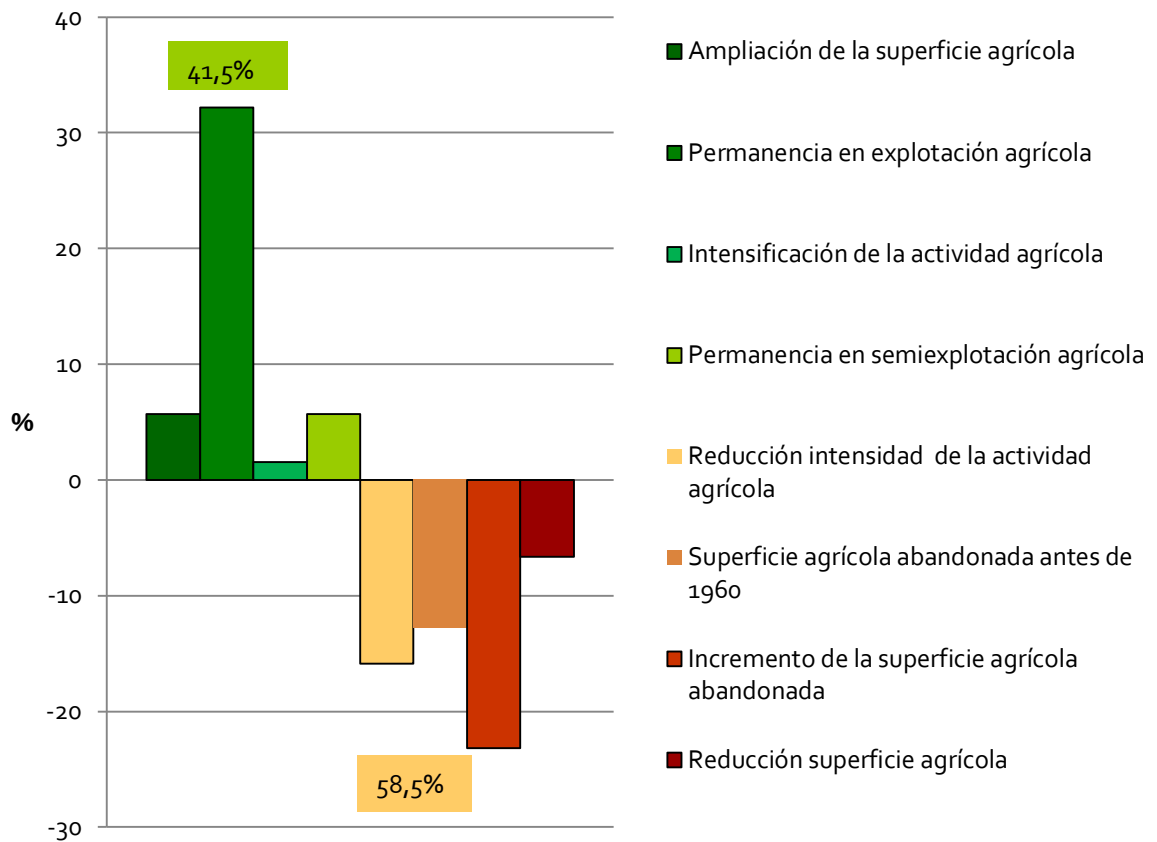
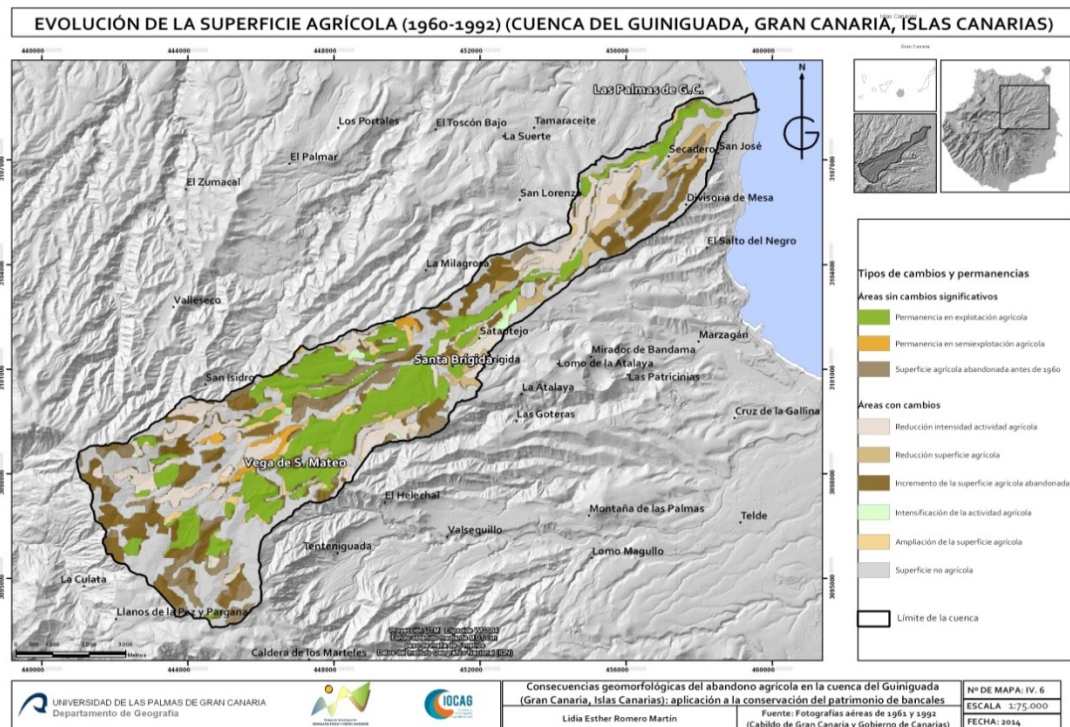


Figura IV.22. Dinámica superficial (%) de las categorías de cobertura agrícola entre 1960 y 1992.



Mapa IV.6. Evolución de la superficie agrícola (1960-1992).

En el balance entre cambios y permanencias de la cobertura agrícola, correspondiente al período 1992-2002 (figura IV.23 y mapa IV.7), y partiendo de la base de que la superficie agrícola se ha reducido con respecto al resto de ocupaciones, se aprecia un ligero incremento en las ganancias, y un leve decremento en las pérdidas, cifrados en 46,6% y en el 53,4% respectivamente.

Lo más destacado, en lo que a ganancias se refiere, es el notable incremento de la superficie agrícola recuperada para su explotación, de la que permanece parcialmente en uso, así como del proceso de intensificación de la actividad agrícola. En cambio, se reduce casi la mitad de la superficie que permanece siendo explotada en su totalidad desde el período anterior. Por el contrario y, en lo que respecta a las pérdidas, a la superficie agrícola abandonada desde el período anterior (9,2%) se le suma otro 9,5% que se abandona en este nuevo intervalo de tiempo (1992-2002).

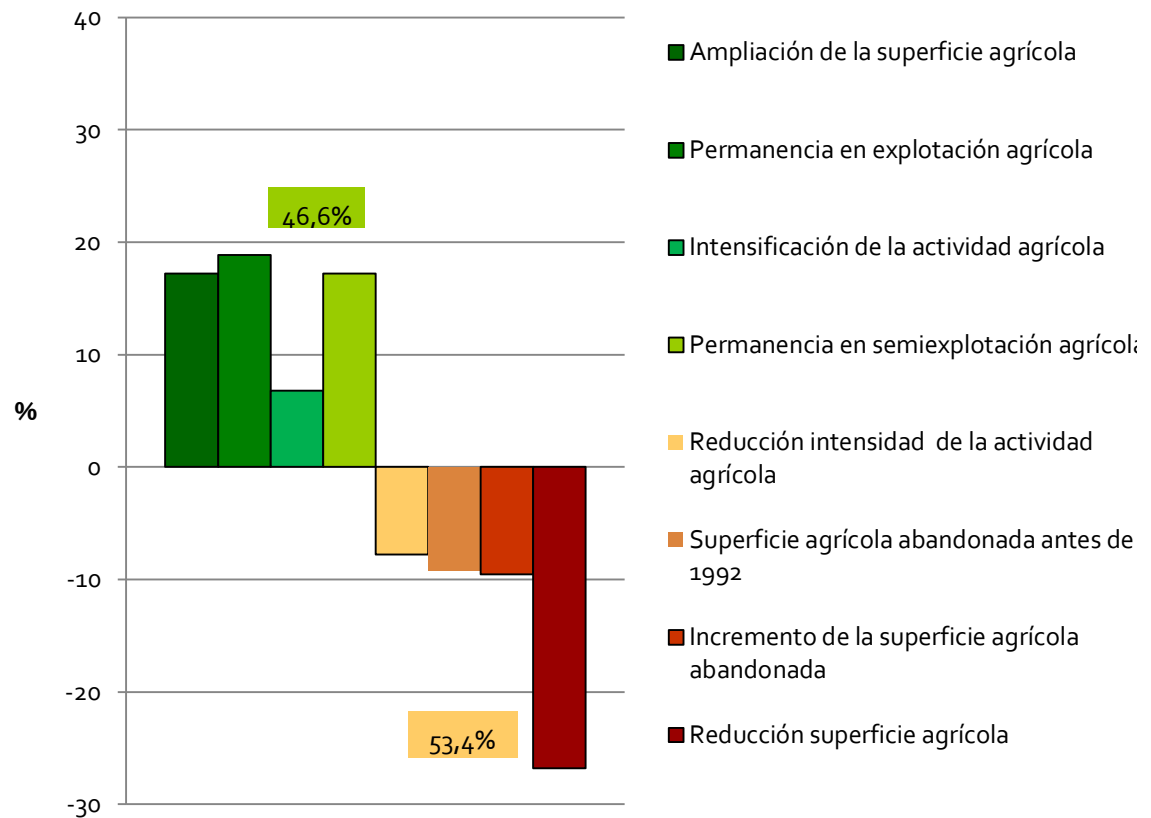
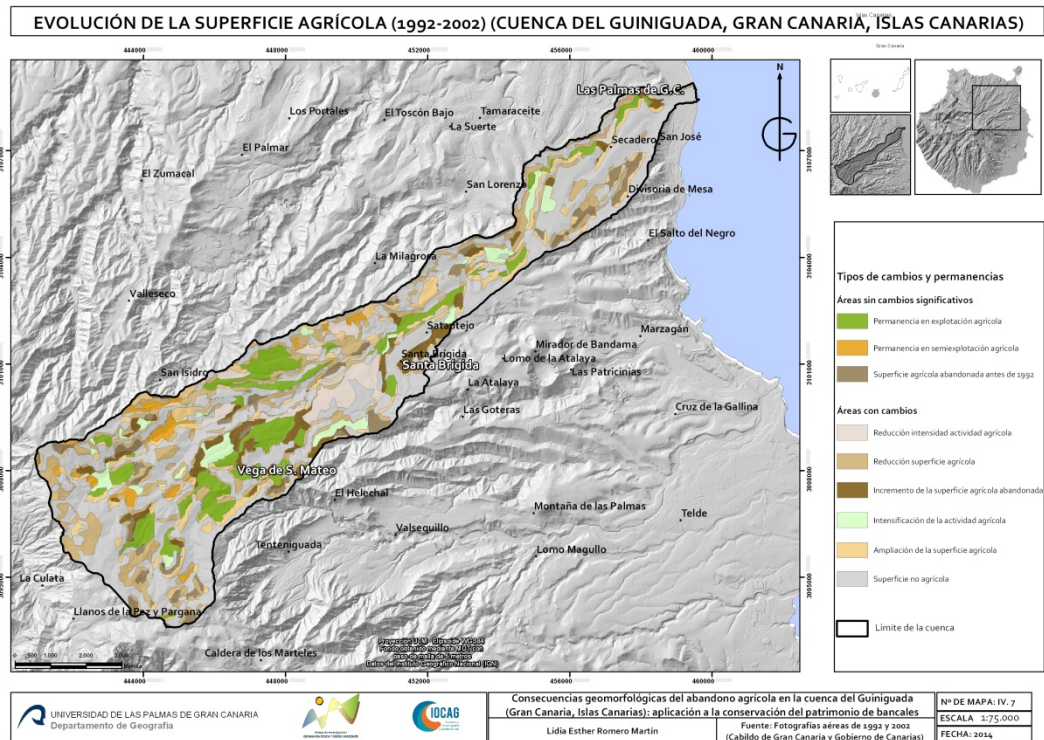


Figura IV.23. Dinámica superficial (%) de las categorías de cobertura agrícola entre 1992 y 2002.

Esa reducción de superficie abandonada contrasta con el 35,9% del período anterior. Buena parte de esa superficie agrícola abandonada en la etapa anterior ha cambiado en este período hacia la naturalización (pastizal, matorral o forestal), y hacia la artificialización, por lo que constituye una pérdida irrecuperable del potencial agrícola de la cuenca, que afecta al 26,7% de la superficie agrícola de la misma.



Mapa IV.6. Evolución de la superficie agrícola (1992-2002).

El análisis de cambios en la ocupación agrícola acaecidos entre 1960 y 2002 oculta los cambios, las permanencias y las transiciones observados en la fecha de corte (1992) (figura IV.24). Ello demuestra que los cambios de ocupación agrícola no responden a un proceso lineal o abrupto, sino a sucesivas transiciones de unas categorías a otras, en respuesta a las necesidades y decisiones personales de los propietarios de las tierras y de las políticas proteccionistas y urbanísticas de las distintas administraciones públicas.

Entre 1960 y 2002, el balance de ganancias y pérdidas de la ocupación agrícola sigue siendo negativo, con un 48,3% del cambio en positivo y un 51,6% del cambio en negativo.

Entre las ganancias destaca el dato del 29,3% de superficie agrícola que permanece cultivada en ese intervalo de tiempo, al que se le añade un 17% de superficie agrícola recuperada para su aprovechamiento, que resulta de la reutilización de espacios antaño abandonados y/o semiexplotados.

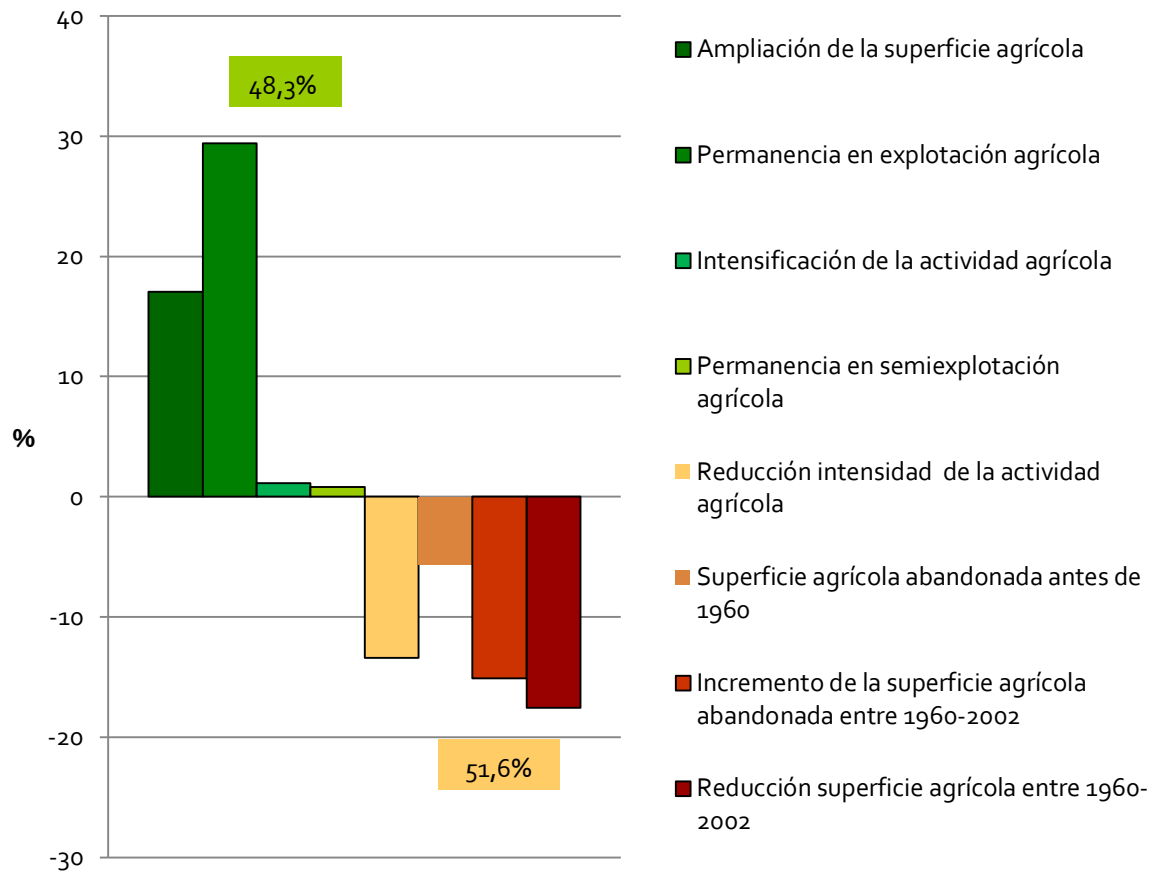


Figura IV.24. Dinámica superficial (%) de las categorías de cobertura agrícola entre 1960 y 2002.

Entre las pérdidas resulta un valor de abandono agrícola del 20,6%, una reducción de la intensidad de explotación del 13,4% de la superficie agrícola y de un balance hacia la naturalización o artificialización que afecta al 17,5% de la superficie agrícola de la cuenca.

4.4.3. El abandono de la ocupación agrícola entre 1960 y 2002 y los factores ambientales

Una vez estudiada la evolución de la cobertura agrícola a lo largo del periodo de estudio, procede realizar, el análisis del proceso de abandono de las tierras de cultivo, destacando cuánta superficie se ve afectada en cada momento temporal y qué relación puede existir entre ese proceso y algunas variables ambientales (pendiente, altitud y tipos de suelo).

Los cultivos abandonados en 2002 representan el 10% de la superficie de la cuenca, mientras que los cultivos en uso suponen el 32% de la misma (figura IV.25). Es preciso aclarar que en esta ocasión se cuantifica el abandono de aquellas unidades territoriales cartografiadas que han permanecido abandonadas durante este período de tiempo.

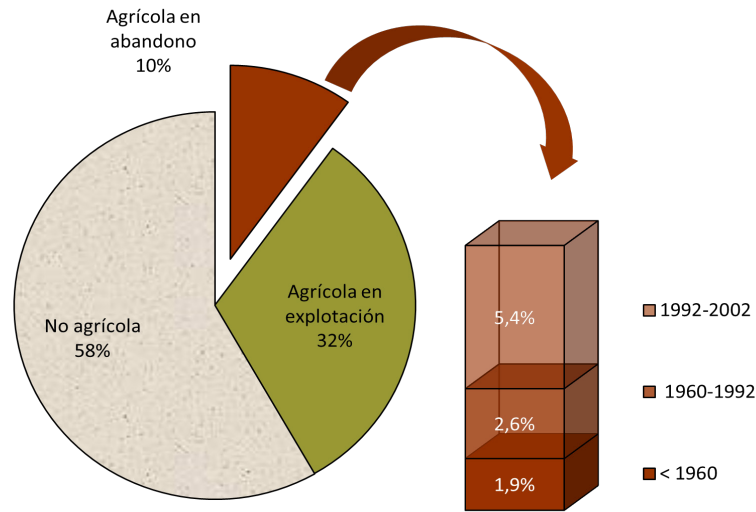


Figura IV.25. Superficie del abandono agrícola en 2002.

En lo referente al abandono agrícola cabe señalar que la superficie agrícola, que paulatinamente se deja de aprovechar, se incrementa con el paso de los años. Los abandonos antiguos (anteriores a 1960) son los que representan una menor superficie (1,9%), frente al período más reciente (1992-2002), en el que se añade el 5,4% a la superficie abandonada en fechas anteriores.

El abandono agrícola de esta cuenca presenta muy baja relación con las variables ambientales, como se puede comprobar por los coeficientes de correlación que se obtienen al cruzar la información de las superficies abandonadas en cada período con la pendiente y la altitud (tabla IV.20). La relación entre el abandono y la pendiente es muy baja (0,26 en los abandonos antiguos), o moderada (0,43 y 0,53), en los abandonos medios y recientes respectivamente.

	Período de abandono		
	<60	60-92	92-02
Pendiente	0,26548876	0,4396172	0,53248206
Altitud	0,36729445	-0,5329834	0,24295442

Tabla IV. 20. Coeficiente de correlación entre las variables ambientales (pendiente, altitud) y la superficie agrícola en abandono según fecha de abandono.

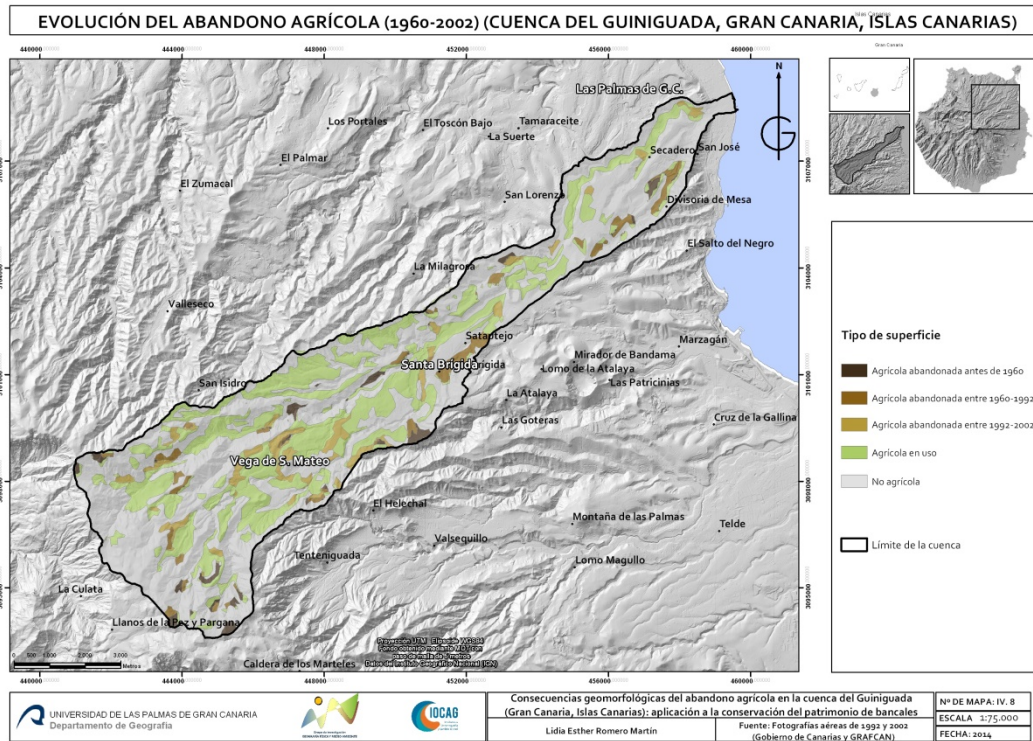
No obstante se aprecia que los abandonos más antiguos (antes de 1960) se producen mayoritariamente sobre vertientes con pendientes acusadas (entre 15 y 20°), en las que se tuvo que realizar labores de abancalamiento del terreno para su aprovechamiento agrícola (tabla IV.21). En cambio, en etapas posteriores, la mayor superficie de abandono afecta a vertientes con pendientes moderadas (10-15°), e incluso bajas (5-10°), lo que demuestra que el abandono no sólo afecta a vertientes en pendiente sino a superficies llanas y, por lo tanto sin limitación topográfica para su aprovechamiento agrícola.

Edad abandono	< 60	60-92	92-02
Pendiente (°)			
<5	1,7	0,1	1,7
5-10	8,7	26,2	30,7
10-15	25,2	35,4	38,3
15-20	48,0	22,9	21,1
20-25	11,4	4,9	2,9
25-30	4,5	2,6	3,6
30-35	0,1	5,3	1,4
>35	0,4	2,6	0,3
	100	100	100

Tabla IV.21. Superficie agrícola abandonada (%) según rangos de pendiente y edad de abandono.

La relación entre la altitud y el abandono también es muy escasa, con correlaciones bajas (0,36) y muy bajas (0,24) en el primer y último período de análisis respectivamente. Para el caso del abandono que tiene lugar entre 1960 y 1992 se aprecia una correlación moderada, pero negativa, entre la altitud y el abandono (-0,53), lo que significa que a menor altitud mayor es la superficie abandonada en esa etapa. Los abandonos más antiguos afectan a amplias superficies de los sectores de cumbre (mapa IV.8 y tabla IV.22), y a la zona de transición entre las medianías bajas y altas (600-1000 m). Por su parte, el abandono agrícola del período 1960-1992 afecta en un alto porcentaje de las medianías bajas y de su contacto hacia la costa y las

medianías altas. Y, por último, el abandono más reciente (1992-2002) afecta especialmente a las medianías bajas.



Mapa IV.8. Evolución de abandono agrícola (1960-2002).

Edad abandono	<60	60-92	92-02
Altitud (m.)			
<200	0,2	6,7	5,2
200-400	12,2	25,1	2,2
400-600	11,8	15,7	24,9
600-800	22,0	17,3	39,8
800-1000	20,3	19,4	22,4
1000-1200	0,3	6,9	5,0
1200-1500	13,7	4,7	0,4
>1500	19,6	4,3	0,0
	100	100	100

Tabla IV. 22. Superficie agrícola abandonada (%) según altitud y edad de abandono.

En lo que se refiere a los suelos, el 52,6% de la superficie agrícola abandonada antes de 1960 afecta a suelos poco desarrollados o Cambisoles (eútricos y arídicos) y a Andosoles (dístricos) (tabla IV.23).

Soil Taxonomy	WRB (FAO)	<60	60-92	92-02
Eutrochrept	Cambisoles éútricos	16,6	12,4	8,8
Dystrochrept	Cambisoles dístricos	2,6	13,7	6,9
Xerochrept	Cambisoles arídicos	16,5	2	7,3
Eutrandept	Andosoles éútricos	2,7	0	0
Dystrandept	Andosoles dístricos	19,5	7,3	0,6
Vitrandept	Andosoles vítricos	1,7	1,9	3,1
Haplumbrept	Umbrisoles háplicos	0	4,6	3,9
Hapludalf	Luvisoles ándicos	3,1	4	39,3
Haploxeralf	Luvisoles háplicos	4,9	11,9	19,7
Rhodoxeralf	Luvisoles ródicos	3,9	0	0,1
Paleorthid	Calcisoles pétricos	10,7	15,1	0,7
Xerorthent	Leptosoles éútricos	0,3	0,5	2,1
Torriorthent	Leptosoles éútricos	0	0	1,3
Chromoxerert	Vertisoles crómicos	1,8	16,8	3,3
Suelo urbanizado	Suelo urbanizado	0	0,6	0,1
Asociación Xerochrept-Orthent	Cambisoles arídicos- Leptosoles	0	0,6	0
Asociación Xerorthent-Ochrept	Leptosoles éútricos- Cambisoles	0,4	4,5	1,1
Asociación Eutrochrept-Orthent	Cambisoles éútricos- Leptosoles	8	2,2	0,7
Asociación Xerorthent-Xeralf	Leptosoles éútricos-Luvisoles	0	1,6	0,2
Asociación Dystrochrept-Orthent	Cambisoles dístricos- Leptosoles	5,8	0	0,3
Asociación Hapludalf-Ochrept	Luvisoles ándicos-Cambisoles	1,5	0,2	0,4
		100	100	100

Tabla IV.23. Superficie agrícola abandonada según tipo de suelo y edad de abandono.

El abandono entre 1960 y 1992 se suman, además de los suelos poco desarrollados como Cambisoles éútricos y dístricos, (con el 26,1% de la superficie) los Vertisoles crómicos y los Calcisoles pétricos, con el 16,8% y el 15,1% de la superficie respectivamente. Los Vertisoles son suelos ricos en hierro, aluminio y arcilla, pero con drenaje mediocre debido a la proliferación de arcillas expansibles que se agrietan cuando están secos y se apelmazan en períodos húmedos. Y los Calcisoles pétricos son suelos salinos con yeso y calcio, propios de zonas áridas.

Por último, en el período de abandono más reciente (1992-2002), el 59% de la superficie agrícola abandonada afecta a suelos con mejores aptitudes agrológicas

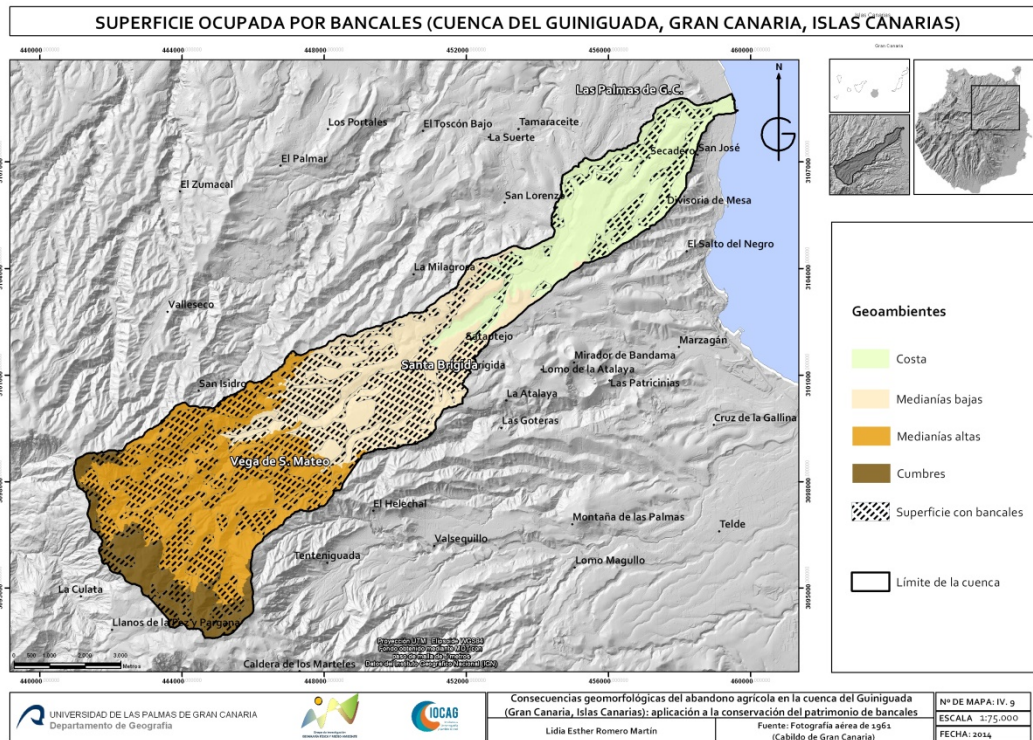
que presentan un potente horizonte argílico y porcentaje moderado a alto de saturación en bases, los Luvisoles ándicos y háplicos.

4.4.4. El abandono de la ocupación agrícola en vertientes abancaladas entre 1960 y 2002

En este apartado se muestra el resultado del análisis de la superficie agrícola en bancales, su superficie y distribución espacial, así como su evolución reciente.

Lo primero que merece ser destacado es que casi la mitad de la superficie de esta cuenca está ocupada por terrazas agrícolas o bancales (46,5%) lo que, a su vez, representa el 81,6% de la superficie agrícola de la misma (mapa IV.9).

Los datos aportan información sobre el valioso patrimonio en terrazas agrícolas de la cuenca del Guiniguada, al tiempo que nos ponen en alerta ante la vulnerabilidad de sus vertientes frente a la erosión en caso de abandono de las prácticas agrícolas y de conservación de los mismos. Las terrazas agrícolas se localizan sobre las vertientes de todos los geoambientes de esta cuenca, por lo que lo que participan de la variedad de condiciones ambientales que en ella existen (Romero *et al.*, 1994, 1997, 2007^a y 2007^b). Pero, a pesar de su presencia en todos los sectores de la cuenca, es en las medianías donde alcanzan su máxima extensión, con una leve diferencia a favor de las medianías bajas (figura IV.26).



Mapa IV.9. Superficie ocupada por bancales.

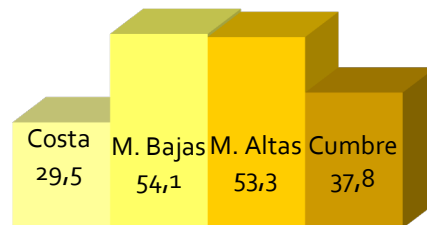


Figura IV. 26. Superficie (%) ocupada por bancales en 1960 según geoambientes.

Los bancales son importantes protagonistas en los procesos de cambios de cobertura mencionados en los apartados anteriores. Pero esa extensa superficie de bancales (30 km²), construida a lo largo de un prolongado proceso de agrarización de la cuenca, ha experimentado importantes transformaciones en los últimos cincuenta años. Los bancales que permanecen en explotación en 2002 suponen el 40% de esa superficie abancalada (figura IV.27 y mapa IV.10).

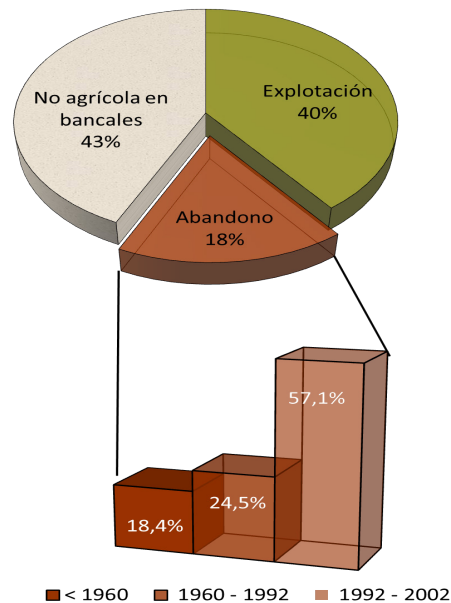
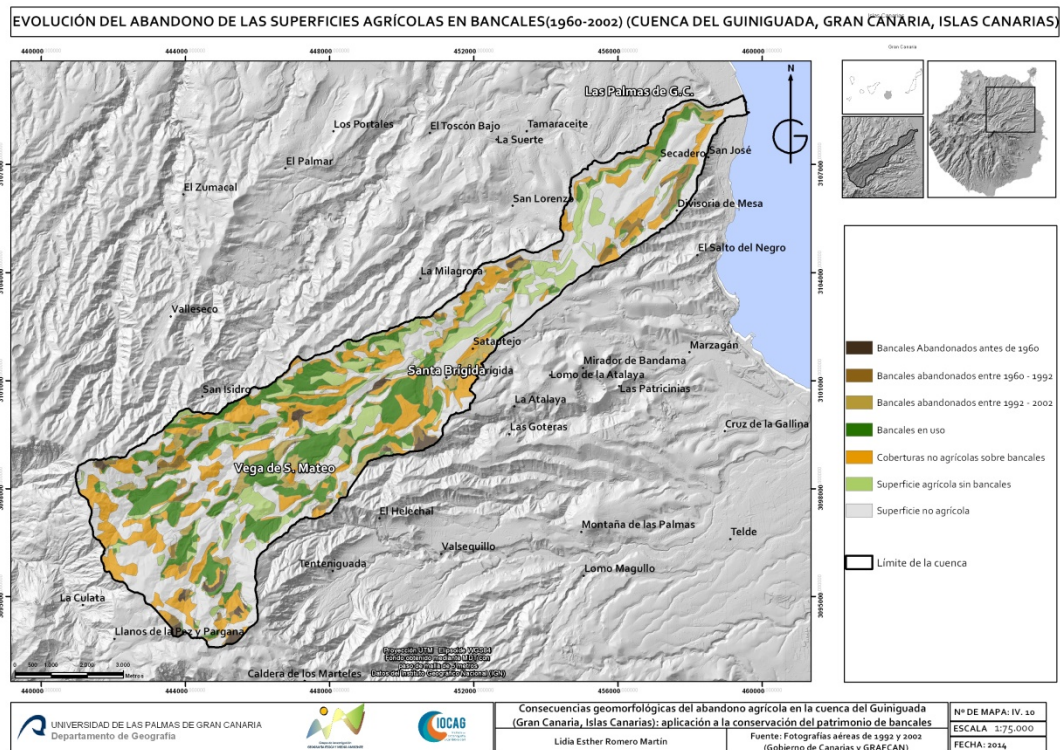


Figura IV. 27. Cobertura agrícola en bancales en 2002 y evolución de su abandono.

Otra parte importante, concretamente el 43%, ha dejado de aprovecharse para uso agrícola, pasando a formar parte de otras ocupaciones: naturales y urbanas y/o para infraestructuras. El proceso de naturalización de los bancales entre 1960 y 2002 supone una pérdida de ese patrimonio cultural del 20% de su superficie.

Una pequeña parte (el 3,1%) ha servido de superficie sobre las que realizar repoblaciones (en medianías altas y cumbre fundamentalmente), mientras que en el 16,5% restante se ha producido la recolonización vegetal de los antiguos campos agrícolas, que ha sido muy amplia en medianías altas y en cumbre (figura IV.28). Por su parte, el proceso de artificialización de la superficie agrícola es un hecho constatado como pérdida del patrimonio cultural y agrícola del paisaje de bancales en esta cuenca. Éste supone la pérdida del 8,52% de la superficie abancalada del Guinguada y ha sido muy intenso en la cuenca baja (costa y medianías bajas).



Mapa IV.10. Evolución del abandono de la superficie agrícola en bancales (1960-2002).

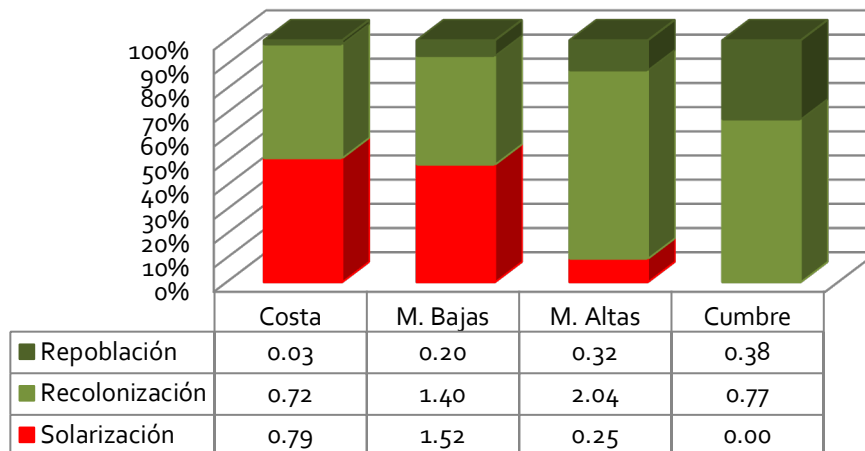


Figura IV.28. Pérdida del patrimonio de bancales por naturalización y artificialización según geoambientes del Guinguada (1960-2002).

En estos últimos años, y en esos sectores de la cuenca los bancales se han convertido en solares para urbanizar (figuras IV.29 a y b) o en superficies sobre las que construir nuevas infraestructuras viarias.

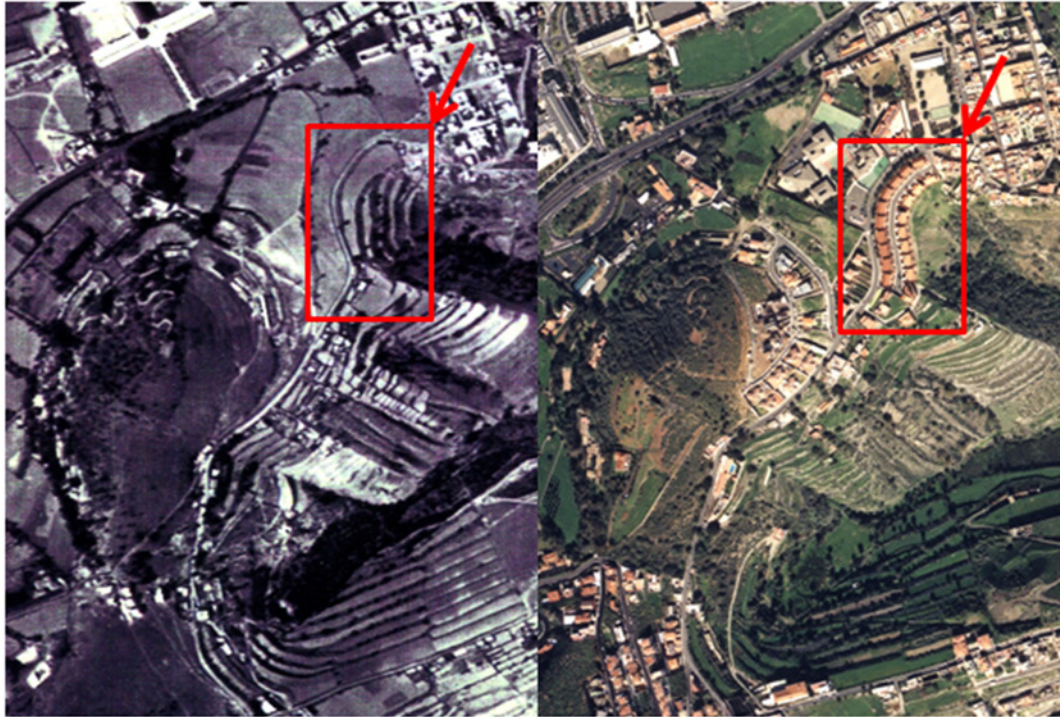


Figura IV.29 a. Solarización de bancales. Urbanización El Palmeral (Tafira Baja). Fotos aéreas de 1960 (izda.) y 2002 (dcha.).

En definitiva, se puede considerar que, en ambos casos, se pierde una parte importante del valioso patrimonio agrícola en bancales que existe en esta cuenca, aunque la valoración de dicha pérdida hay que hacerla con las debidas matizaciones. En el primer caso, si las repoblaciones y la recolonización vegetal contribuyen a recuperar la biodiversidad, a potenciar la sujeción del suelo y a la mejora de las condiciones hidrológicas de determinados sectores de dicha cuenca, se puede considerar una pérdida favorable, porque el ingente trabajo humano empleado en las diversas tareas que acompañan a la construcción y mantenimiento de los bancales, se rentabiliza o se amortiza para dichos fines. Pero en el caso opuesto, el de la asphaltización o solarización de los bancales, sí que se produce una pérdida irreparable de los recursos naturales (agua, suelo, flora y fauna) y antrópicos, así como una drástica alteración del ciclo del agua en las vertientes, de los que ya se dado cuenta en numerosos trabajos (Rodríguez-Brito, 1995; Máyer, 2003; Abadín *et al.*, 2004; Fernández-Palacios *et al.*, 2004; Máyer, 2005; Máyer *et al.*, 2006 y Rodríguez-Brito, 2007). Por otra parte, la superficie agrícola en bancales que se ha abandonado representa el 18% de la superficie abancalada de la cuenca, y ese abandono se ha producido de manera progresiva. El abandono anterior a 1960 representa el 18,4%

de esa superficie (<1960), el que se produce y permanece abandonado entre 1960 y 1992, el 24% y, el reciente (entre 1992 y 2002) supone el 57,1% de la superficie agrícola abancalada en abandono.



Figura IV.29 b. Urbanización El Palmeral (Tafira Baja) durante y después de su edificación.

El análisis de la evolución de los bancales por geoambientes (figura IV.30) nos aporta información detallada, como es la superficie de bancales perdida a favor de otras ocupaciones.

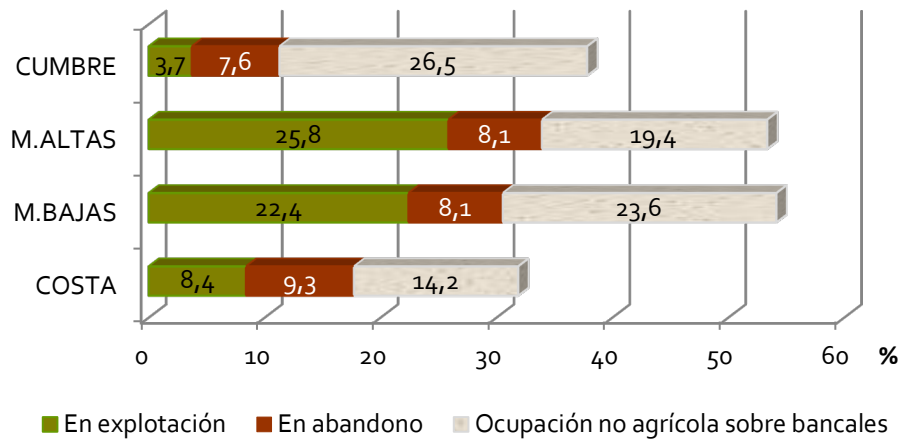


Figura IV. 30. Superficie de bancales según aprovechamiento por geoambientes en 2002.

El 26,5% de la superficie abancalada de la cumbre ha servido de soporte de las tareas de repoblación llevadas a cabo por las instituciones públicas desde la década de los cincuenta del siglo XX (Naranjo, 1995). En cambio, en medianías bajas, buena parte de la superficie de bancales se han usado como solares para los nuevos crecimientos urbanos. Por otra parte, la superficie más extensa de bancales en explotación se localiza en medianías altas (25,8%) y en medianías bajas, donde representan el 22,4% de su superficie de bancales. La mayor superficie de bancales abandonados se localiza en la costa (9,3%), frente a un 7,6% en la cumbre.

El proceso de abandono de la superficie abancalada en esta cuenca se ha desarrollado de diferente manera según los geoambientes (figura IV.31). En la zona de cumbres, donde predomina un determinado tipo de bancal (Arnáez y Pérez-Chacón, 1986) se localiza la mayor superficie de abandonos antiguos, que supone el 70,6% de los bancales abandonados; en la costa la de abandonos intermedios (1960-1992), con el 39,8% de sus bancales abandonados. El abandono reciente (1992-2002) es un proceso generalizado y masivo en toda la cuenca, exceptuando la cumbre localizándose la máxima superficie en medianías altas, donde el 68% de los bancales que se abandonan en ese geoambiente tiene lugar en ese intervalo temporal.

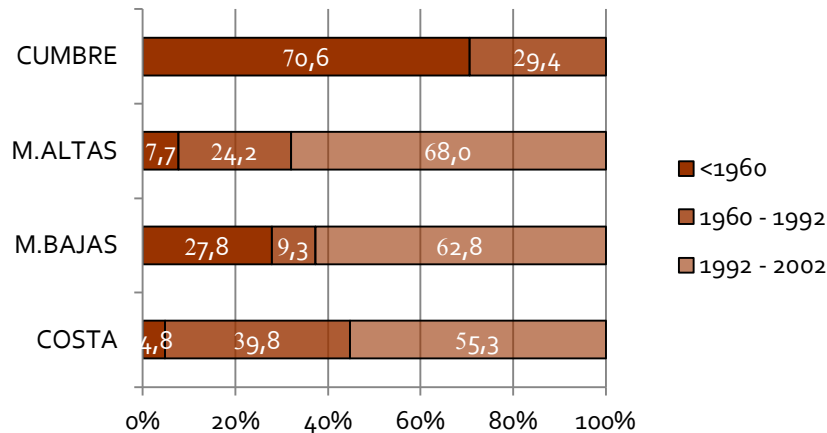


Figura IV. 30. Superficie de bancales según geoambientes y fecha de abandono.

De todo lo expuesto se deduce que la mayor reserva de patrimonio de bancales se localiza en medianías, asociada a un tipo de paisaje agrícola de productos hortofrutícolas de autosubsistencia, o de abastecimiento de mercado interior, que se mantiene gracias al trabajo de personas que conservan esas estructuras con una actividad agrícola a tiempo parcial.

En conclusión, el análisis detallado de los cambios de cobertura de suelo en la cuenca del Guiniguada pone de manifiesto una dinámica de cambios muy importante en el aprovechamiento de sus recursos, que se resume en un intenso proceso de desagrarización-abandono agrícola. Dicho proceso, aunque es el más importante por su extensión superficial, no es el único. La irrupción del modelo económico basado en la terciarización de la economía insular induce a la intervención, en este espacio, de otros procesos promotores de cambios espaciales importantes. De un lado, la política conservacionista que se desarrolla en este período de tiempo conlleva la reforestación de amplias superficies agrícolas y naturales, al tiempo que pone coto al proceso urbanizador en otros espacios que son declarados espacios naturales protegidos por sus elevados valores biogeográficos, geomorfológicos y paisajísticos.

Por otro lado, las sucesivas etapas por las que pasa la legislación canaria en materia de ordenación del territorio no consiguen frenar la ocupación urbana y de infraestructuras de numerosos espacios de alto potencial agrológico.

Por otra parte, los cambios de ocupación afectan especialmente a la más extendida

en esta cuenca, la agrícola. Por ello, el abandono de las coberturas agrícolas supone, de un lado, la contracción de su superficie y, de otro, procesos de recolonización natural y artificial de dichas superficies, que afectan especialmente a las vertientes abancaladas. De este modo, cabe resaltar que los efectos de estos cambios son, en unos casos positivos, pues contribuyen a la recuperación de la biodiversidad, a la recarga de los acuíferos insulares y a la lucha contra la erosión, especialmente en las zonas más vulnerables (cabeceras de cuenca). Pero, por otro lado, el abandono agrícola puede ser negativo si en el posterior proceso de recolonización natural se supera un umbral de pérdidas de suelo, y se incrementa la vulnerabilidad de esos paisajes ante el riesgo de incendios forestales o los denominados "de interfaz". Estos últimos, los que se producen en espacios rurales con intenso poblamiento diseminado, constituyen junto con la erosión del suelo, los dos problemas ambientales más importantes con los que se enfrenta este espacio tan transformado en los últimos tiempos. Otros problemas ambientales que afectan a esta cuenca, y que derivan de los cambios de ocupación mencionados, son las inundaciones de los espacios urbanos y la pérdida irreversible de suelo agrícola útil, ambos provocados por el sellado (asfaltización y urbanización) de las superficies edáficas.

Por último, ante el panorama descrito, el importante patrimonio de bancales que presenta esta cuenca se encuentra en una situación de desprotección, que conduce hacia su pérdida si no se aplican medidas proteccionistas específicas efectivas.

CAPÍTULO V. LOS PROCESOS DE EROSIÓN EN LAS VERTIENTES CULTIVADAS

Las vertientes cultivadas son unidades de relieve vulnerables frente a la acción de los procesos de erosión hídrica. La práctica de técnicas eficientes de conservación y de manejo del suelo, mientras tiene lugar su aprovechamiento, atenúa esa fragilidad. Pero ésta se puede incrementar por malas prácticas agrícolas o erosión por laboreo ("tillage erosion"). Esa mala práctica suele ser habitual cuando la presión humana sobre las vertientes es máxima, y éstas presentan fuertes limitaciones para el uso agrícola (pendientes pronunciadas, suelos con reducida calidad agrológica, etc.). La vulnerabilidad de las vertientes se incrementa cuando se dejan de cultivar activándose la dinámica hidrogeomorfológica y los procesos de sucesión vegetal. La actividad de la dinámica natural es especialmente significativa en vertientes con pendientes fuertes, en las que se fue modificada en su día al construir terrazas o bancales.

En este capítulo se materializa un cambio de escala de trabajo, desde la cuenca hasta las vertientes cultivadas, que es necesario para conseguir los objetivos de esta tesis doctoral. Supone una primera aproximación a uno de los efectos que del abandono de la actividad agrícola: la pérdida de suelo por la reactivación de los procesos de erosión hídrica.

Se presentan los resultados del análisis de la dinámica erosiva de las vertientes cultivadas de esta cuenca, realizado a partir del inventario de los procesos de erosión en unos 1.600 campos de cultivo. Con ello se caracteriza la dinámica erosiva y la diversidad de situaciones ambientales y antrópicas de la cuenca.

5.1. Características generales de las vertientes cultivadas

La cuenca estudiada no sólo se caracteriza por su diversidad ambiental y antrópica, sino también por la variedad de situaciones erosivas que aparecen según el grado de aprovechamiento, el modelo de campos de cultivo en vertientes, en general, y de las vertientes abancaladas, en particular. En este apartado se muestran las características ambientales más relevantes de las vertientes con dedicación agrícola y de los campos de cultivo muestreados a escala de vertientes.

5.1.1. Características ambientales de las vertientes cultivadas

Las vertientes más profusamente cultivadas, y con la mayor extensión de campos que aún permanecen en explotación, son las localizadas en el geoambiente (figura V.1) más extenso y con el relieve más abrupto de esta cuenca: las medianías altas (800- 1.500 m. de altitud).

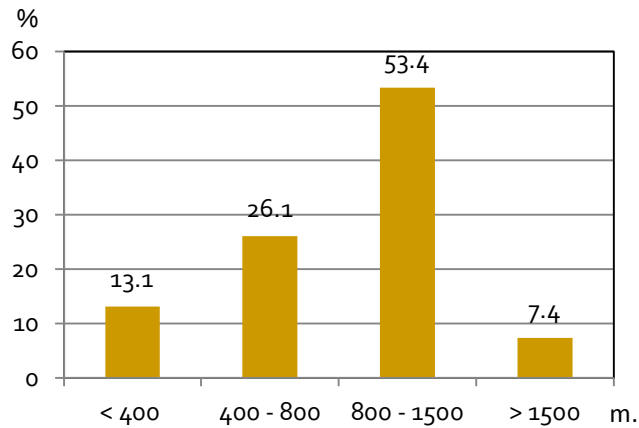


Figura V. 1. Distribución porcentual de los campos de cultivo según la altitud.

La mayor parte de los campos (70%) se localizan en vertientes con pendientes acusadas (figura V.2) o muy acusadas ($>15^\circ$).

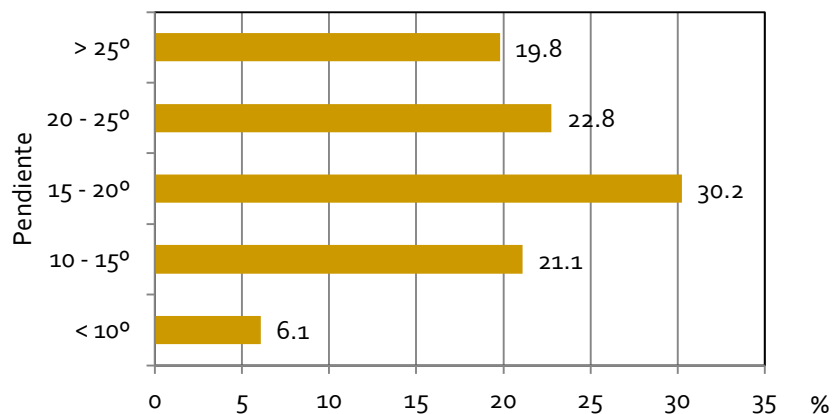


Figura V.2. Distribución porcentual de los campos de cultivo según la pendiente de las vertientes.

La exposición de las vertientes, a diferencia de lo que sucede en otras áreas de montaña de latitudes medias (Ruiz-Flaño, 1993 y Lasanta, 1985, 1989 y 1996), no ha sido un factor condicionante en el aprovechamiento agrícola de las vertientes del Guinguada. Prueba de ello es que, aunque predominan los campos situados en solanas (45% con exposición E-SE), existe un número elevado de casos (figuras V.3 y V.4) en los que los campos se localizan en exposiciones del primer (N y NE) y del cuarto cuadrante (O y NO).



Figura V.3. Panorámica de vertientes orientadas al E y SE (Lomo del Gallego).

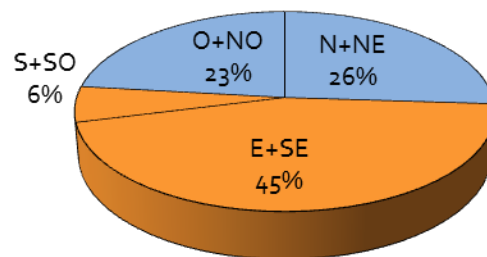


Figura V. 4. Distribución porcentual de los campos de cultivo según la exposición de las vertientes.

Por su parte, ante la variedad de ambientes pluviométricos de esta cuenca, la distribución de los campos cultivados no parece guardar relación con esa variable, existiendo casi el mismo número de campos en cada uno de ellos (figura V.5). Pero teniendo en cuenta otro aspecto de la lluvia, como es su intensidad, se aprecia que la mayor parte (79,2%) se localizan en vertientes en las que se registran lluvias de gran capacidad erosiva (>75 mm/día). Por tanto, se puede considerar que los campos cultivados en vertiente están expuestos a unos valores de peligrosidad erosiva de la lluvia importantes, máxime si se tiene en cuenta que buena parte de estas laderas han sido desprovistas de su cubierta vegetal natural.

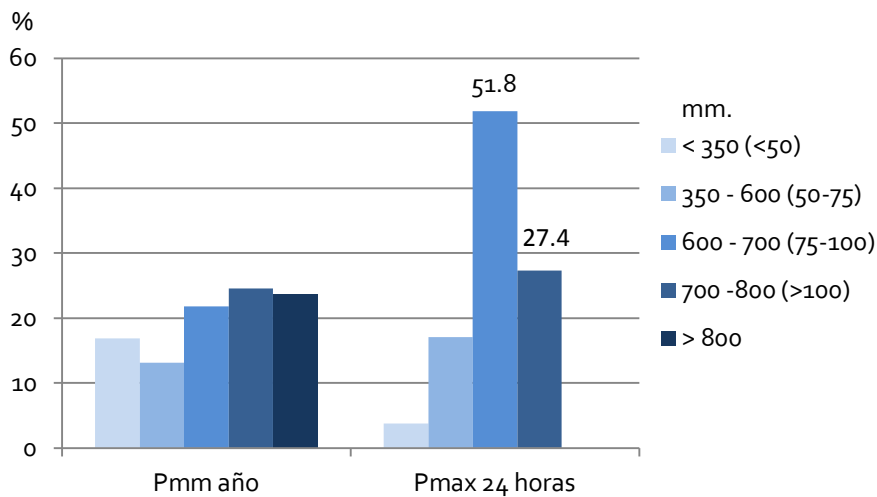


Figura V.5. Distribución porcentual de los campos de cultivo según los valores de lluvia media anual y de la máxima diaria. Entre paréntesis se encuentran los intervalos de lluvia máxima en 24 horas.

Por último, casi la mitad de los campos se localizan en las partes bajas de laderas cóncavas (figura V.6). Éstas son las secciones de las vertientes en las que se concentran buena parte de las escorrentías (agua y sedimentos) procedentes de las partes altas. Por lo tanto, los cultivos en vertientes predominan en áreas receptoras de fertilidad.

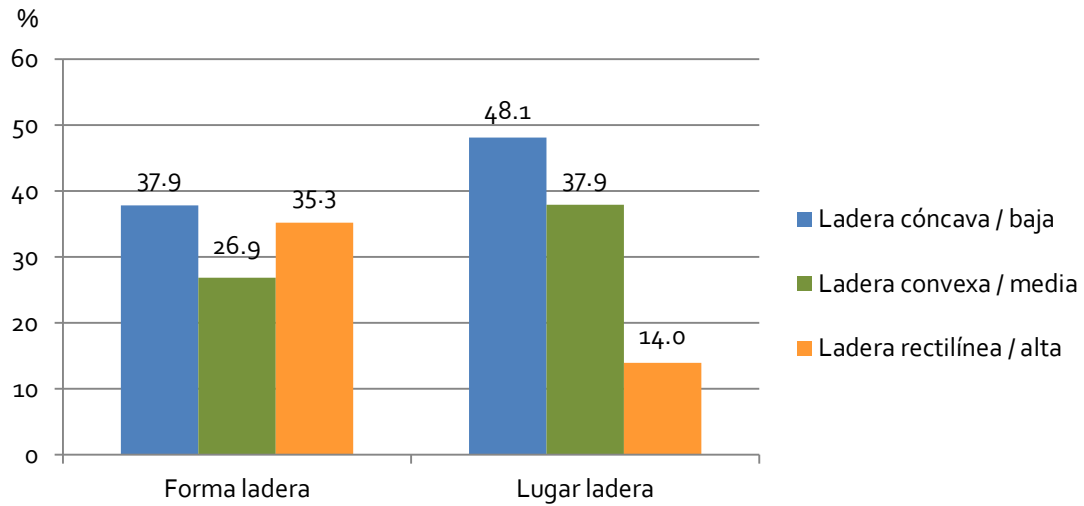


Figura V.6. Distribución porcentual de los campos de cultivo según la forma de la ladera y del lugar que ocupan en la misma.

5.1.2. Características generales de los campos de cultivo

Con respecto a las características de los campos de cultivo en vertiente, predominan (72%) los bancales con rellano plano y muro de piedra seca (figuras V.7 y V.8) y son una minoría los campos en pendiente (3,3%). Existen también dos variantes de los bancales: los que presentan superficie en pendiente y muro y los que se realizan con maquinaria pesada y carecen de muro. Los primeros son frecuentes en la parte alta de laderas escarpadas de medianías altas y proliferan en la cumbre, mientras que, los segundos, denominados “tipo bulldózer”, se localizan preferentemente en edificios volcánicos de medianías altas y de cumbres (figura V.8).

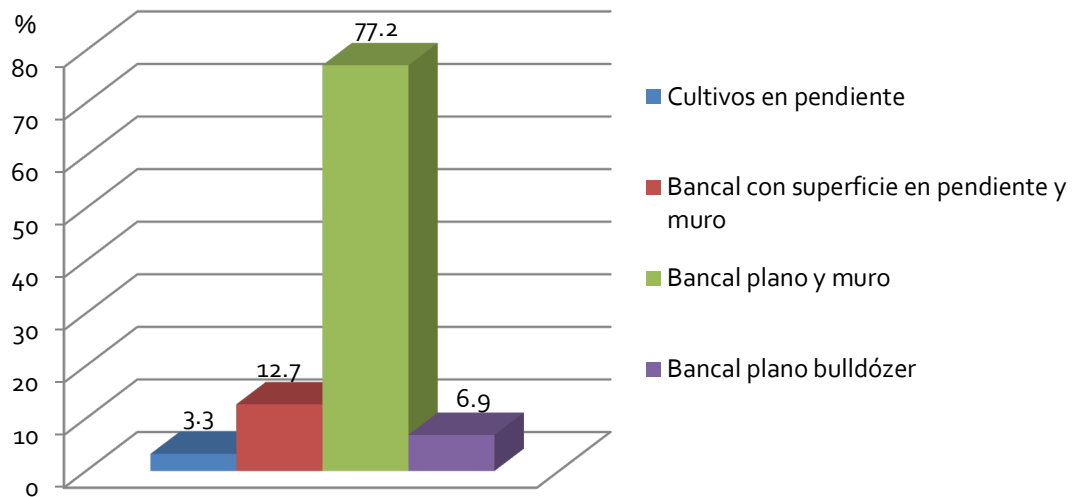


Figura V.7. Distribución porcentual de los modelos de campos de cultivo en vertientes.



Figura V.8. Modelos de campos de cultivo en vertientes. (1) Bancal de rellano plano con muro (Las Lagunetas), (2) campos en pendiente (Hoya Navarro), (3) bancal con superficie en pendiente y muro (Cabecera del Barranco de La Mina) y (4) bancal de rellano plano sin muro, bulldózer (Barranquilo de La Reyerta).

Los procesos de erosión más frecuentes son los que se localizan en los taludes y muros de los bancales. El 58,2% de los campos presentan movimientos en masa de dimensiones considerables, en los que interactúan la lluvia, la gravedad y las escorrentías subsuperficiales, provocando el desplazamiento de paquetes de suelo y de parte del muro, en los casos en que los campos dispongan de ellos. La tipología es diversa: desprendimientos, deslizamientos, movimientos en masa sobre el talud y coladas de barro (figuras V.9 y V.10).

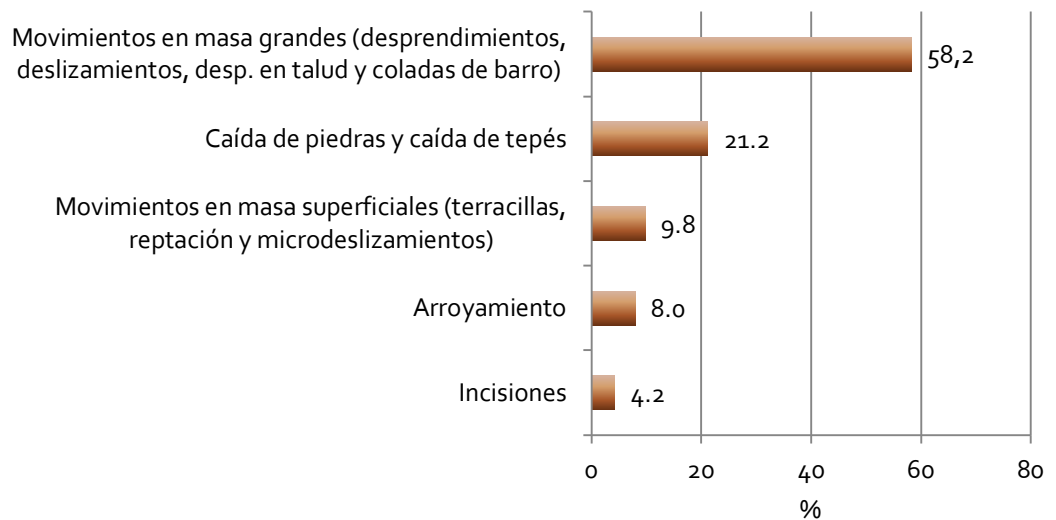


Figura V.9. Distribución porcentual de los procesos de erosión en campos de cultivo en vertientes.



Figura V.10. Movimientos en masa de tamaño significativo. (1) Desprendimientos (Aríñez), (2) deslizamiento rotacional (Las Lagunetas), (3) coladas de barro Montaña La Pita y (4) movimientos en masa en talud (Barraquillo de la Reyerta).

El 21,2% de los campos presenta caída de piedras y caída de tepés (figura V.11) y en el 9,8% existen movimientos en masa superficiales (terracillas, reptación y microdeslizamientos) (figura V.12). Por otro lado, en los bancales con superficies en pendiente se aprecian las huellas de los arroyamientos (concentrados o difusos) cuya acción depende, entre otros factores, de las características del sustrato y de la pendiente de la ladera y del rellano (figura V.13).



Figura V.11. (1) Caída de piedras en bancal de mampostería compuesta (sillería de ignimbritas y cantos rodados en la base) San Roque, y (2) caída de tepés en Las Lagunetas.

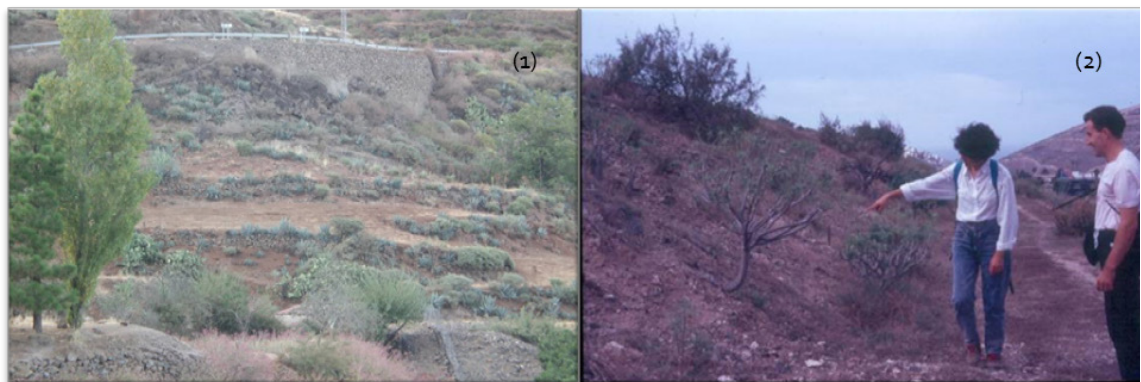


Figura V.12. Campos con movimientos en masa superficiales (1) terracillas (Cueva Grande) y (2) reptación en ladera del Barranco de La Calderina.

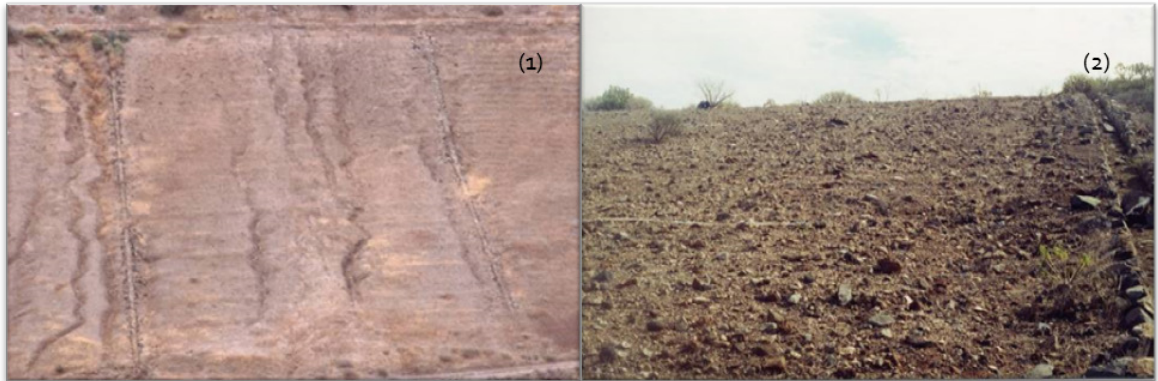


Figura V.13. Campos con arroyamientos (1) concentrado (incisiones o cárcavas) y (2) difuso en Barranco de La Calderina.

En cuanto a la dinámica de los procesos, se observan evidencias tanto de procesos frescos, o relativamente recientes (16,2%), como otros con signos de inactividad reciente (20,4%) y, por último, campos en los que coexisten procesos activos con evidencias de actividad erosiva en el pasado (36,7%) (figuras V.14 y V.15). Por lo tanto, el grado de actividad de los procesos parece ser un indicador significativo de reincidencia y antigüedad de los procesos.

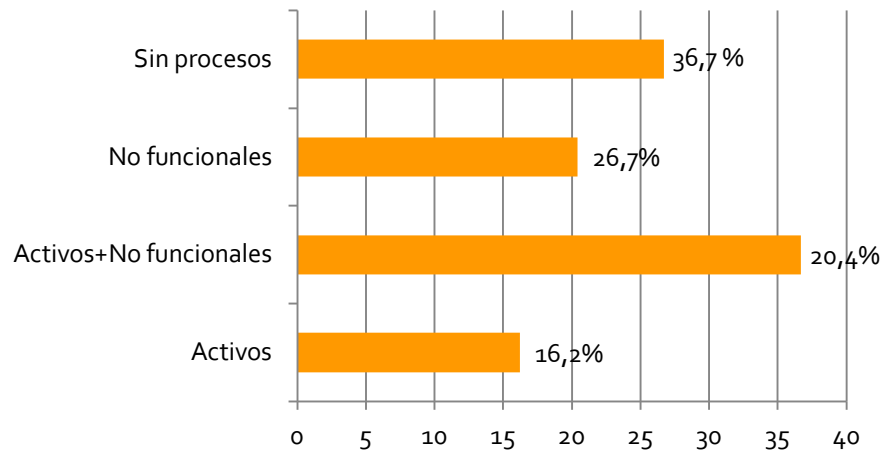


Figura V.14. Distribución porcentual del grado de actividad de los procesos de erosión en campos de cultivo en vertientes.



Figura V.15. Bancal con superficie horizontal y desprendimiento activo (derecha) y no funcional (izquierda). Las Lagunetas

El estado de conservación de los campos, entendido como la relación inversa a su grado de deterioro, muestra el predominio de campos con deterioros bajos, esto es, aquellos que presentan menos del 25% de su muro o rellano afectado por procesos de erosión. Por el contrario, los que tienen deterioros altos y muy altos, es decir, con más del 75% de sus muros o taludes con presencia de huellas erosivas significativas, suponen conjuntamente el 26,9% de la muestra (figura V.16).

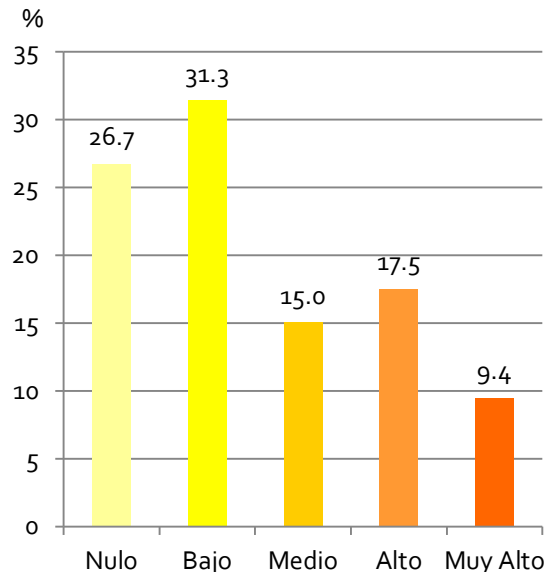


Figura V.16. Distribución porcentual del grado de deterioro (estado de conservación) de los campos de cultivo en vertientes.

Por lo que se refiere al tipo de sustrato en el que se encuentran los campos, cabe destacar que el 39,3% de los muestreados se localizan sobre litologías masivas de materiales relativamente jóvenes, como las coladas basálticas Post Roque Nublo, seguidas de los que lo hacen sobre brecha volcánica Roque Nublo, con el 39,3% y el 19,7% respectivamente (tabla V.1).

En consonancia con el tipo de litología, y con la extensión del geoambiente húmedo de las medianías altas, los suelos dominantes, que suponen el 66,3% de la muestra son los propios de procesos de pedogénesis incipiente (Inceptisoles) como los Cambisoles (42,9%), Andosoles (13,2%) y Umbrisoles (10,2%) y los suelos fértiles en los que se combinan sustratos jóvenes y fácilmente alterables con buena humedad ambiental. Estos son los Alfisoles y, concretamente los Luvisoles, con el 13,7%.

Litología	nº	%
Coladas basálticas Post RN	640	39,3
Brecha volcánica RN	321	19,7
Suelos Actuales	201	12,3
Formación Detrítica de las Palmas	154	9,4
Coladas fonolíticas	83	5,1
Piroclastos RN	78	4,8
Depósitos ignimbríticos	62	3,8
Coladas basálticas RN	62	3,8
Piroclastos y Coladas basálticas Post RN	29	1,8
Total	1.630	100,0

Suelos	nº	%
Cambisol	700	42,9
Luvisol	224	13,7
Andosol	215	13,2
Umbrisol	166	10,2
Luvisol	127	7,8
Leptosol	112	6,9
Calcisol	80	4,9
Vertisol	6	0,4
Total	1.630	100,0

Tabla V.1. Frecuencia de los tipos de litología y suelos en los campos de cultivo en vertientes.

5.2. Variables que inciden en los procesos de erosión de las vertientes cultivadas

Con el objeto de conocer las consecuencias geomorfológicas del abandono agrícola de las vertientes cultivadas se analiza, en este apartado, la relación que existe entre los procesos de erosión y algunas variables antrópicas (modelo de campo y grado de actividad), así como entre éstos y algunas variables ambientales.

5.2.1. Los modelos de campos de cultivo

Tal y como se señala en el apartado anterior, en la zona de estudio dominan los bancales con muro (con rellano plano e inclinado). Los primeros son el modelo de campo en vertientes más frecuente de la isla de Gran Canaria, en general (Arnaéz y Pérez-Chacón, 1986), y de la cuenca de Guiniguada en particular (Romero, *et al.*, 1994 y 1997). La técnica consiste en obtener artificialmente la horizontalidad del

terreno en una vertiente, con el fin de obtener un espacio relativamente llano donde cultivar, aunque compartimentado en los escalones de cada bancale. Dentro de este grupo se pueden diferenciar dos subtipos según su morfología y tipo de aprovechamiento: los de costa y los de medianías (figuras V.17 y V.18). Los primeros presentan unas infraestructuras más desarrolladas, tanto de acondicionamiento del terreno como de riego. Se debe al mayor grado de capitalización de las explotaciones, pues en ellos se cultiva plátano de exportación.



Figura V. 17. Bancales de plataneras en la costa (laderas San Francisco).

En el contexto de la isla y, durante la primera mitad del siglo XX, se destinaron a ese cultivo las áreas más llanas y fértiles del litoral septentrional y oriental, pero también se extendió por las vertientes próximas, donde la pendiente general (entre 21° y 26°) exigía la construcción de bancales. Los muros de estos bancales, también denominados “bancales ingleses”¹, fueron construidos de piedra seca, aunque muchos de ellos están revestidos actualmente de hormigón. En ocasiones alcanzan los 10 metros de altura, constituyendo auténticas obras de ingeniería. Una

¹ Se llaman “bancales ingleses” porque fueron los naturales de ese país los que introdujeron el cultivo de plátanos en Canarias, y los que construyeron los primeros bancales para dicho cultivo.

peculiaridad es que sus suelos, a diferencia de otros bancales, son alóctonos. Es decir, han sido aportados artificialmente (sorribas) desde las medianías para reemplazar los suelos de la costa, con peores condiciones agrológicas para cultivo de la platanera. Junto a ellos, aparece una variada infraestructura de riego (acequias, cantoneras, estanques-cueva, etc.), que añade mayor valor patrimonial a estos espacios. En esta cuenca constituyen el tipo de cultivo menos abundante.



Figura V. 18. (1) Bancales de medianías bajas (Barranco del Colegio. Santa Brígida) y (2) de medianías altas (Ariñez).

Los bancales de medianías (entre los 400 y los 1.500 metros de altitud) presentan un muro de piedra seca entre 1 y 3 metros de altura. Tradicionalmente se destinaron al cultivo de secano (papas, maíz, frutales), orientado al consumo familiar o al abastecimiento de mercados locales.

Por su parte, los bancales con superficies en pendiente se localizan en los sectores altos de las medianías y en algunas zonas de la cumbre (figura V.19). La existencia de unas pendientes acusadas, con valores comprendidos entre 21° y 39° y suelos de poco espesor, explican que, en este caso, el rellano cultivable presente una pendiente superior a la de los modelos anteriores, entre 8° y 21° . Por el contrario, la altura del bancal es mucho más baja que en los tipos anteriores, pues suelen tener entre 1 y 1,5 metros. En algunos casos, cuando el terreno es muy abrupto, ni siquiera se llega a completar el muro de piedra y éste presenta un carácter discontinuo.



Figura V. 19. Bancales con rellano en pendiente y muro en la cumbre (cabecera del Barranco de La Mina).

Con frecuencia, se aprovechan los afloramientos rocosos para alinear el muro que resulta, en ocasiones, del propio despedregado de la superficie del bancale. La alineación de piedras se va adaptando a la topografía mediante estrechas barras de piedra seca, que sólo consiguen suavizar ligeramente la pendiente general del terreno, y retener los pequeños enclaves donde pueda acumularse algo de suelo. Estos campos fueron tradicionalmente aprovechados como terrenos de pasto o cultivos de plantas forrajeras combinándose, en las áreas más productivas, con el cultivo de cereales y leguminosas para consumo humano. En muchos de estos bancales se realizan repoblaciones forestales a partir de los años sesenta del pasado siglo.

El modelo de campo también se relaciona con el grado de explotación agrícola, es decir, si están abandonados, parcialmente cultivados o en cultivo, en el momento de la observación en el terreno. Se incluyeron las dos últimas categorías porque se pudo comprobar que, en muchas ocasiones, la continuidad del aprovechamiento no conlleva el mantenimiento de las prácticas de conservación de suelos, esto es, el cuidado y reposición de los muros de los bancales.

Los campos en pendiente y los bancales con superficie en pendiente y muro son los que más acusan el cese de la actividad agrícola; mientras que los bancales con rellano plano (con muro y bulldózer) siguen siendo cultivados en más de la mitad de los casos (figura V.20). Y, por último, destaca el hecho de que los campos parcialmente explotados son bancales bulldózer y con superficies en pendiente y muro.

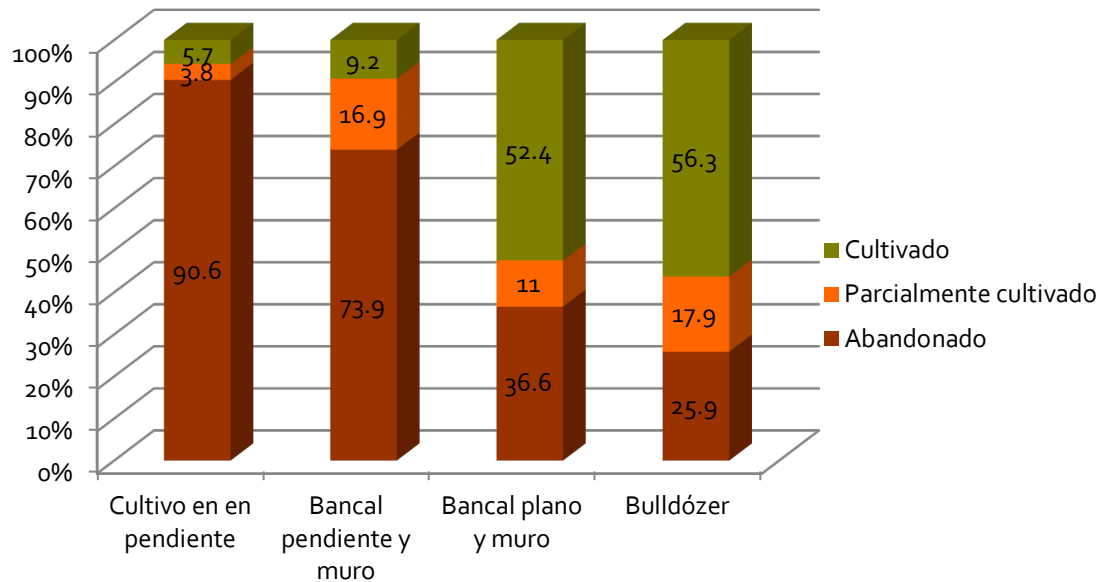


Figura V.20. Distribución porcentual del grado de explotación según los modelos de campos de cultivo en vertientes.

Los procesos de erosión más frecuentes están directamente relacionados con los modelos de campos descritos (tabla V.2). En los bancales planos con muro los procesos se localizan fundamentalmente en sus paredes, sobre las que actúan los deslizamientos, los desprendimientos y las caídas de piedras. En los bancales con superficie en pendiente y muro, además de los movimientos en masa de los muros, en sus rellanos actúan el arroyamiento laminar, el concentrado (incisiones) y las terracillas. Los bancales tipo bulldózer son el modelo de campo que más variedad de procesos de erosión presentan. En ellos la ausencia de muro incrementa su vulnerabilidad erosiva siendo frecuentes los desprendimientos, las caídas de tepés, los deslizamientos y las escorrentías (difusa y concentrada). Por último, en los campos en pendiente dominan el arroyamiento laminar, las incisiones y las terracillas.

Modelo de campo	Cultivos en pendiente		Bancal rellano en pendiente con muro		Bancal rellano plano con muro		Bancal rellano plano bulldózer		Total
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Deslizamiento	0	0	64	30,9	521	41,4	13	11,6	598
Desprendimiento	5	9,4	52	25,1	385	30,6	48	42,9	490
Caída piedras	1	1,9	84	40,6	204	16,2	4	3,6	293
Microdeslizamientos	5	9,4	6	2,9	55	4,4	19	17,0	85
Terracillas	10	18,9	50	24,2	3	0,2	3	2,7	66
Caída tepés	0	0	0	0	12	1,0	41	36,6	53
Desprendimientos en el talud	0	0	4	1,9	25	2,0	12	10,7	41
Colada barro	1	1,9	0	0	9	0,7	11	9,8	21
Reptación	2	3,8	1	0,5	7	0,6	6	5,4	16
Arroyamiento	46	86,8	56	27,1	15	1,2	13	11,6	130
Incisiones	31	58,5	18	8,7	6	0,5	13	11,6	68

Tabla V. 2. Distribución porcentual de los procesos de erosión en los diferentes modelos de campos.

5.2.2. Las variables ambientales

Al analizar la relación existente entre los procesos de erosión y las variables ambientales se comprueba que existen algunas de ellas con las que los procesos guardan relación (geoambiente, pendiente, exposición, litología y suelos), mientras que con otras no (lugar en la ladera y forma de la ladera) (tabla V.3).

El geoambiente donde los campos aglutinan la mayor variedad de procesos de erosión es el de medianías bajas. Además éstos se activan en pendientes superiores a los 15°. Los campos con movimientos en masa (deslizamientos, desprendimientos y caídas de piedras) se localizan preferentemente en laderas expuestas al SE, mientras que, el resto de procesos, por otra parte, menos frecuentes, se localizan en laderas expuestas al NO.

Los movimientos en masa (a excepción de las coladas de barro) predominan sobre coladas basálticas del ciclo Post Roque Nublo; mientras que el arroyamiento y las incisiones también lo hacen sobre los materiales sedimentarios de la Formación Detrítica de Las Palmas.

Se aprecia cierta preferencia de algunos procesos por determinados tipos de suelos. Así, los Cambisoles (tipo de suelo más frecuente) se relacionan con los

desprendimientos, deslizamientos, caídas de piedras, microdeslizamientos y reptación; mientras los Calcisoles y Andosoles (tipos edáficos de costa y medianías altas y cumbre respectivamente) con los arroyamientos e incisiones.

Procesos	Geoam	Pdte	Expo	LL	FL	Litología	Suelos
Deslizamientos	M.A.	>15°	SE			Coladas Post RN	Cambisol
Desprendimientos	M.A.	>15°	SE			Coladas Post RN	Cambisol
Caída de piedras	M.A.		SE NO	Baja Media		Coladas Post RN	Cambisol Andosol
Microdeslizamientos	M.B. M.A.		NO SE	Media	Cc	Coladas Post RN	Cambisol
Terracillas	M.A.	>25°	NO	Media Alta		Coladas Post RN	Andosol
Caída de tepés	M.A.	>10°	NO SE			Coladas Post RN	Luvisol
Desprendimientos en talud	M.B.		NO N			Coladas Post RN	
Colada de barro	M.B.	>25°			R		
Reptación		>20°			Cx	Formación Detrítica Las Palmas Ignimbritas Coladas Post RN	Cambisol Luvisol
Arroyamiento	M.A. Costa	>20°	NO	Media Baja	R	Formación Detrítica Las Palmas Coladas y Piroclastos Reciente	Andosol Calcisol
Incisiones	M.A. Costa	>20°	NO	Media	R	Formación Detrítica Las Palmas Coladas Post RN	Andosol Calcisol

Geoam: Geoambiente; **Pdte:** Pendiente; **Expo:** exposición; **LL:** lugar en la ladera; **FL:** forma de la ladera;

Tabla V.3. Relaciones significativas entre los procesos de erosión y las variables ambientales. En sombreado se indican las relaciones con significación superior al 0,05.

En el muestreo se pudo comprobar que, en muchos campos, aparecían procesos activos junto con otros que muestran signos de colonización vegetal. Esto último parece indicar un receso o parálisis de su actividad o, simplemente mayor antigüedad. De la suma de los campos con procesos activos con los que presentan procesos funcionales con no funcionales, resulta un porcentaje de actividad total del 52,9%, es decir, en alrededor de la mitad de los campos muestreados, los procesos se muestran activos.

Al relacionar el grado de actividad de los procesos con las variables ambientales se comprueba que, en el geoambiente de cumbre, predominan las huellas de procesos

no funcionales actualmente (52,5% de los campos de cumbre). En cambio, en el resto de geoambientes, los procesos activos son los que predominan, con el 55,7% en los de costa, el 55,4% de los que se encuentran en medianías altas y el 48,7% de los situados en las medianías bajas. En general, la mayor actividad de los procesos se relaciona con las mismas características ambientales señaladas en la descripción anterior. Las vertientes con pendientes superiores a los 15°, expuestas al SE sobre sustratos de coladas Post RN y Cambisoles son las que presentan los campos con los procesos más activos.

Por último, al relacionar el grado de actividad de los procesos con el de explotación de los campos (figura V.21) resulta que, independientemente de su uso actual, existe un elevado porcentaje de campos en los que coexisten procesos activos con no funcionales, siendo máximo su valor entre los campos abandonados (47,9%) y muy significativo entre los cultivados (38,1%).

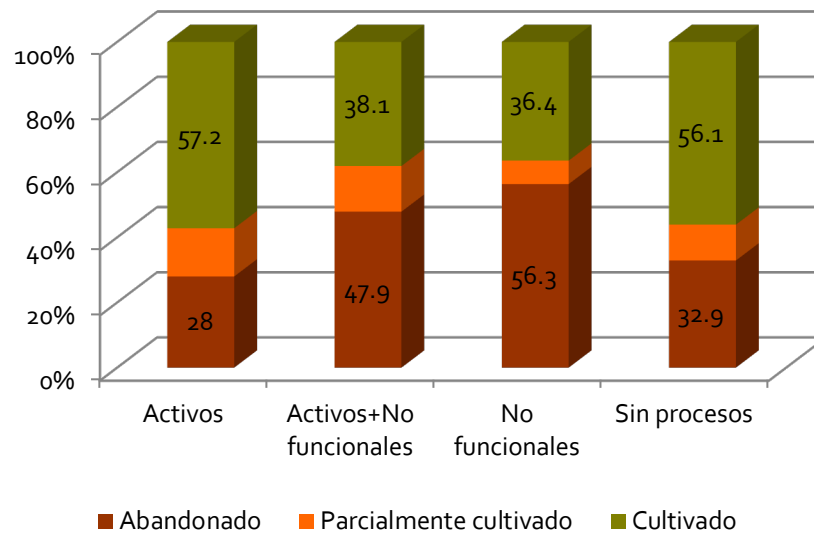


Figura V.21. Distribución porcentual de la actividad de los procesos según el grado de explotación de los campos.

5.2.3. Los estados de conservación

Los procesos de erosión que contribuyen más al deterioro de los campos son los menos numerosos (figura V. 22). Estos son: las terracillas de ganado, las incisiones,

los microdesprendimientos en los taludes, el arroyamiento y las coladas de barro, todos con más del 60% con deterioros altos y muy altos. Todos esos procesos tienen en común que son dominantes, con más del 60% de frecuencia, en campos con deterioros altos y muy altos. Por el contrario, en un elevado porcentaje de campos en buen estado de conservación, con deterioros bajos, aparecen los procesos de erosión más frecuentes entre los campos muestreados. Es el caso del 32,0% de los campos con desprendimientos, el 41,2% con deslizamientos y el 44,0% con caídas de piedras.

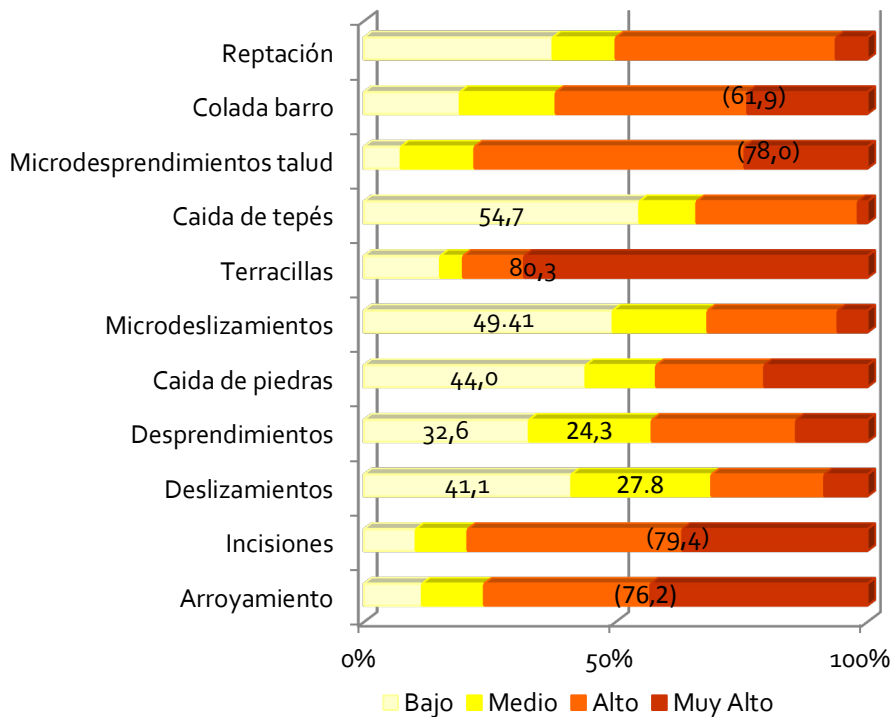


Figura V. 22. Distribución porcentual de los procesos según el estado de conservación (deterioro) de los campos.

Al relacionar el grado de actividad de los procesos con el deterioro de los campos se comprueba que los procesos activos son los que contribuyen, en mayor medida, al peor estado de conservación de los campos. De este modo, aquellos con deterioros altos presentan un 80,4% de procesos activos y, en los que tienen deterioros muy altos, aparece un 76,6% de procesos activos.

Por otra parte, el estado de conservación de los campos también está muy relacionado con su grado de explotación y con las características ambientales. Con respecto al primero de los factores señalados resulta obvio señalar que los campos

mejor conservados o, con menores niveles de deterioro de sus muros y rellanos, son los que permanecen en explotación y, por el contrario, los que se encuentran en peor estado son los que ya no se cultivan (figura V.23). Pero con las observaciones realizadas en el terreno se pudo comprobar que, en muchas ocasiones, la continuidad del aprovechamiento no conlleva el mantenimiento de las prácticas de conservación de suelos, esto es, el cuidado y reposición de los muros de los bancales. Por ello resulta un porcentaje elevado de campos cultivados y parcialmente cultivados con deterioros medios y altos.

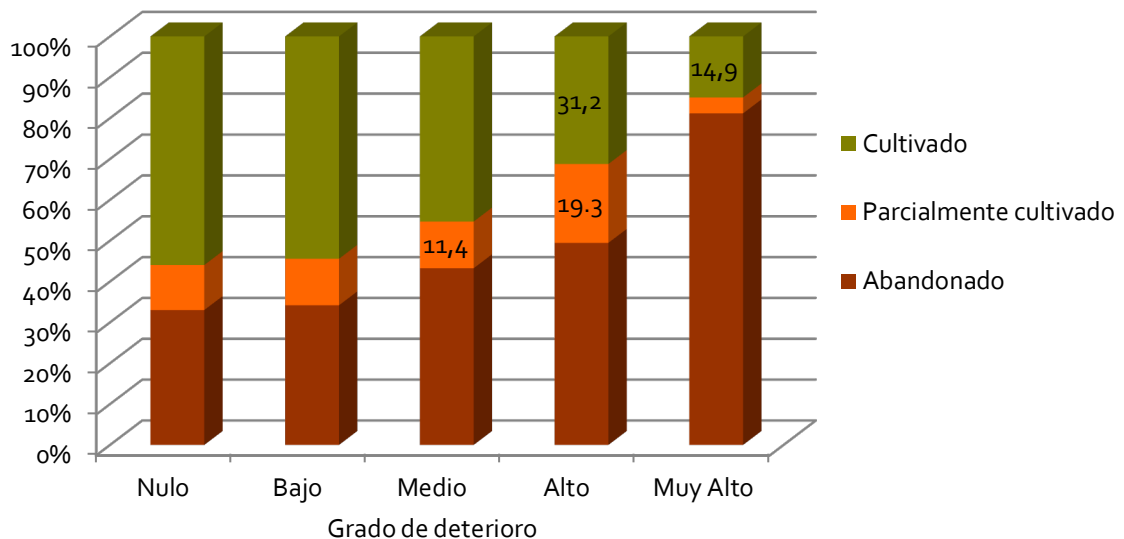


Figura V.23. Distribución porcentual del estado de conservación de los campos (deterioro) según su grado de explotación.

El estado de conservación de los campos presenta una clara distribución espacial (figura V.24): más de la mitad de los que presentan deterioros altos y muy altos se localizan en la costa y en la cumbre. Esto puede deberse a que, en esos geoambientes, concurren una serie de factores que inciden negativamente en su conservación: la antigüedad del abandono, los materiales litológicos altamente erosionables (en la costa la Formación Detrítica de Las Palmas y en cumbre coladas y piroclastos de los ciclos Post R.N. y Reciente) y los modelos de campos (campos en pendiente y bancales con superficie en pendiente) que son los que muestran peor capacidad para conservar los suelos. En cambio, en medianías predominan los campos en buen estado de conservación. Los que tienen deterioros nulos (sin

procesos) o bajos (campos con <25% de sus muros o de sus superficies) representan el 61,2% en medianías altas y el 59,8% en medianías bajas.

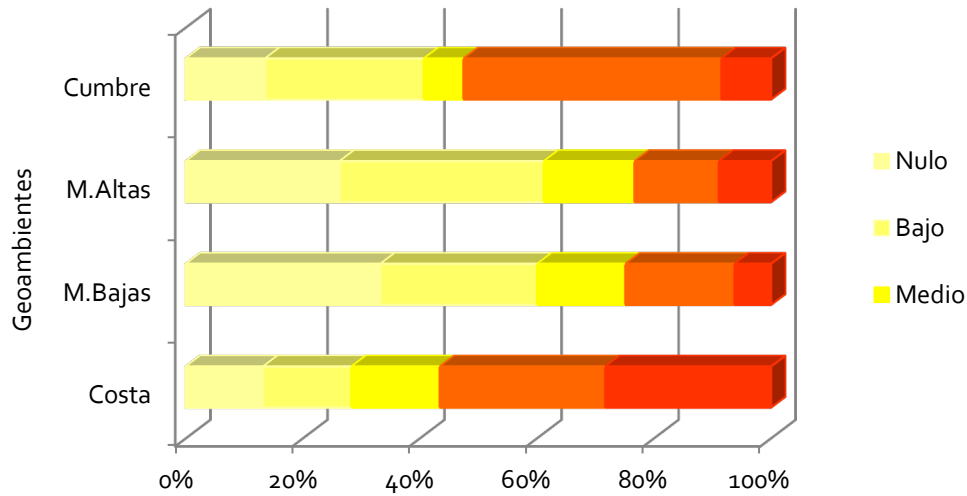


Figura V.24. Distribución porcentual del grado de deterioro (estado de conservación) de los campos según los geoambientes.

Asimismo, la pendiente de la ladera es, entre las variables ambientales, la de mayor influencia en el estado de conservación de los campos. Prueba de ello es que el 94,2% de los que tienen deterioros altos se localizan en pendientes acusadas (>15°), y el 74% de los que presentan deterioros muy altos lo hacen sobre pendientes muy acusadas (> 20°) (figura V.25). El deterioro alto y muy alto se produce, con un 35% de frecuencia, en las laderas con pendientes superiores a 25°.

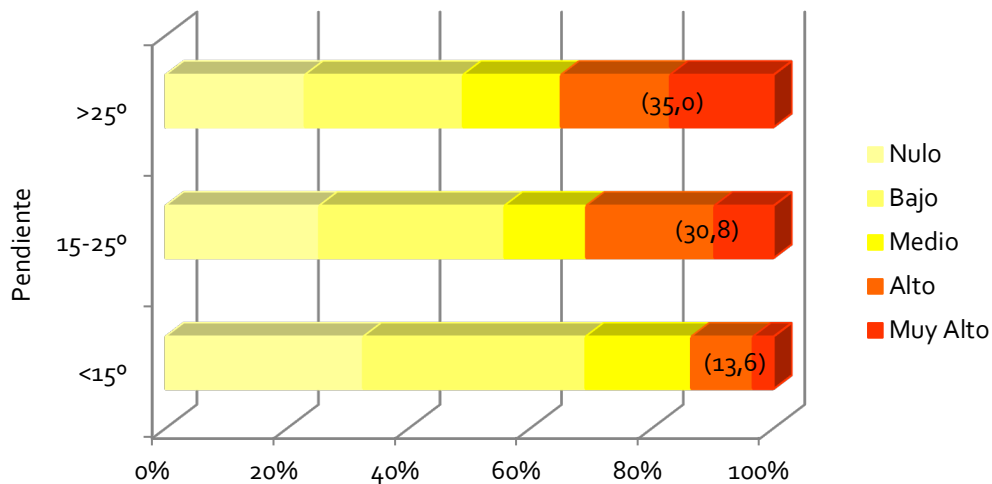


Figura V.25. Distribución porcentual del grado de deterioro (estado de conservación) de los campos según la pendiente de la ladera.

En síntesis, los campos peor conservados se localizan en las áreas donde coinciden las siguientes características ambientales: los campos con deterioros altos y muy altos aparecen (figura V.26) en las partes altas de las vertientes (51,5%) con formas rectas (36,1%). Predominan en zonas expuestas a las lluvias torrenciales (figura V.27) producidas por las borrascas templadas del NO (44,4%) y a las tropicalizadas del O y SO (40%). Además coinciden con litologías fácilmente alterables, tanto de origen volcánico (piroclastos del Post Roque Nublo), como sedimentario (Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas) (figura V.28). Y, por último, están asociados a suelos formados en condiciones de aridez y con elevados contenidos en carbonato cálcico (Calcisoles, 64,5%), localizados en la costa. También se asocian a suelos jóvenes de cumbre (figura V.29), formados a partir de la alteración de materiales volcánicos, fundamentalmente piroclásticos (Andosoles, 51,6%).

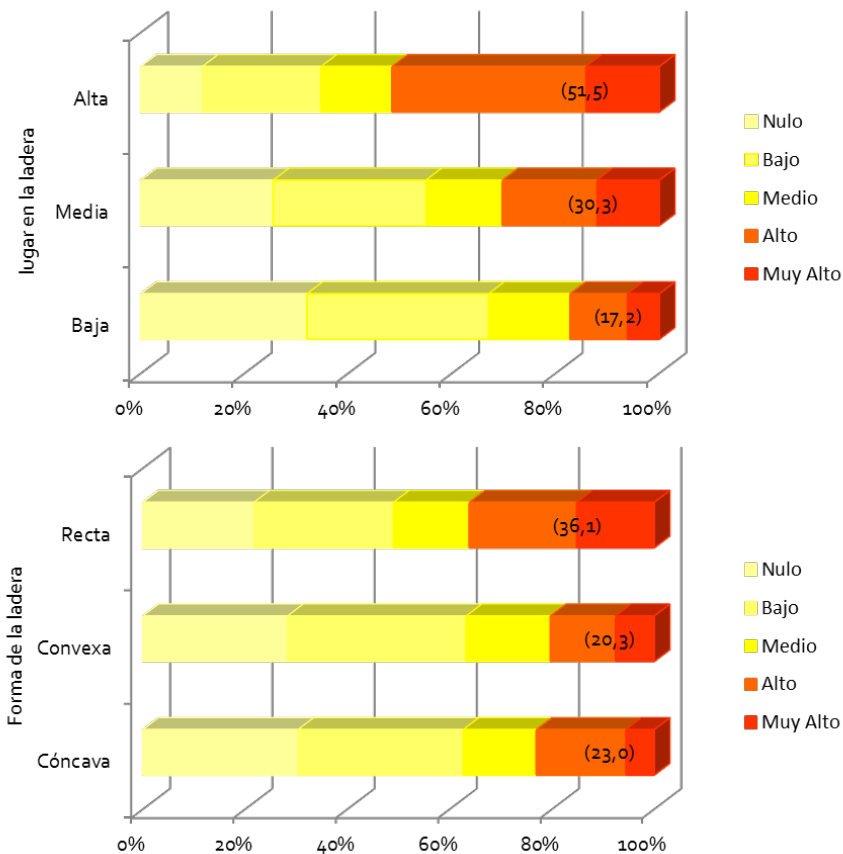


Figura V.26. Distribución porcentual del estado del grado de deterioro de los campos (estado de conservación) según la situación de los campos en la ladera y la forma de la ladera.

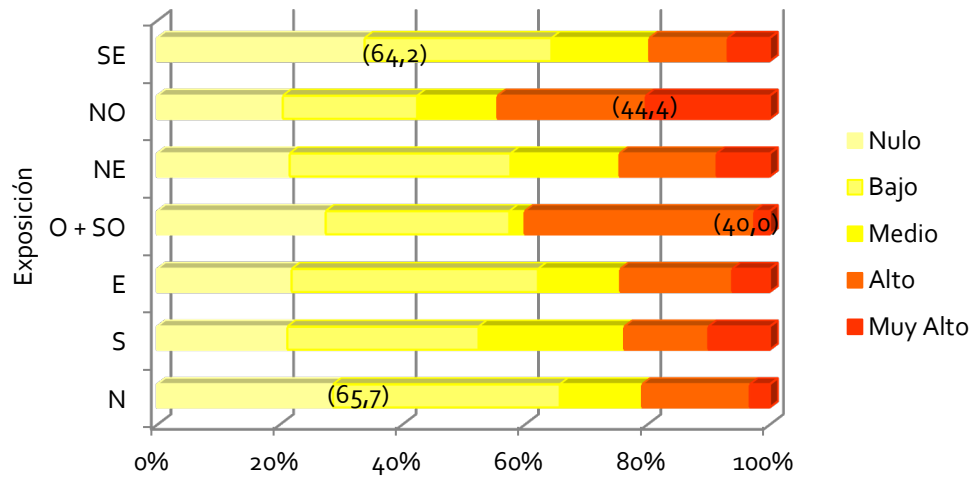


Figura V.27. Distribución porcentual del deterioro (estado de conservación) de los campos según la exposición de las vertientes.

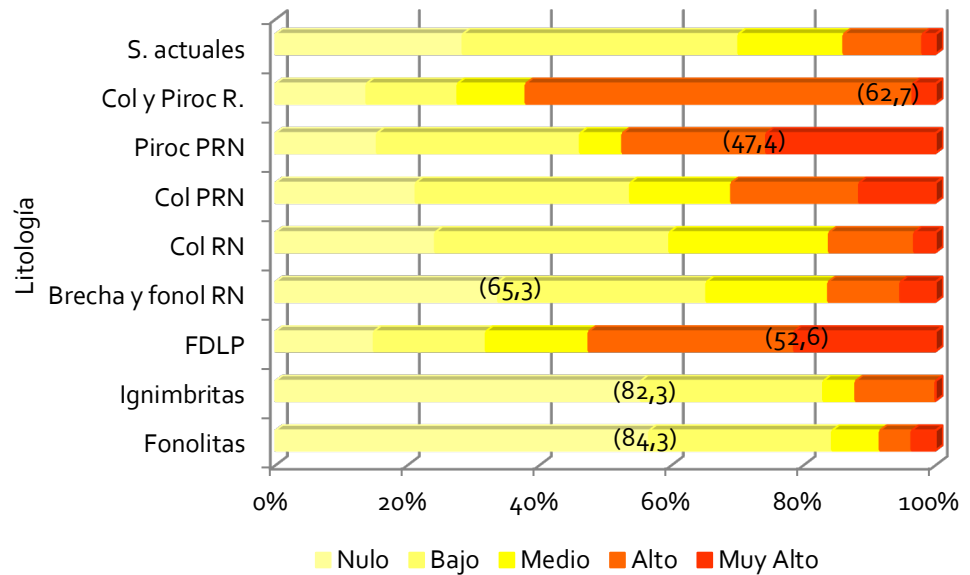


Figura V.28. Distribución porcentual del deterioro (estado de conservación) de los campos según la litología.

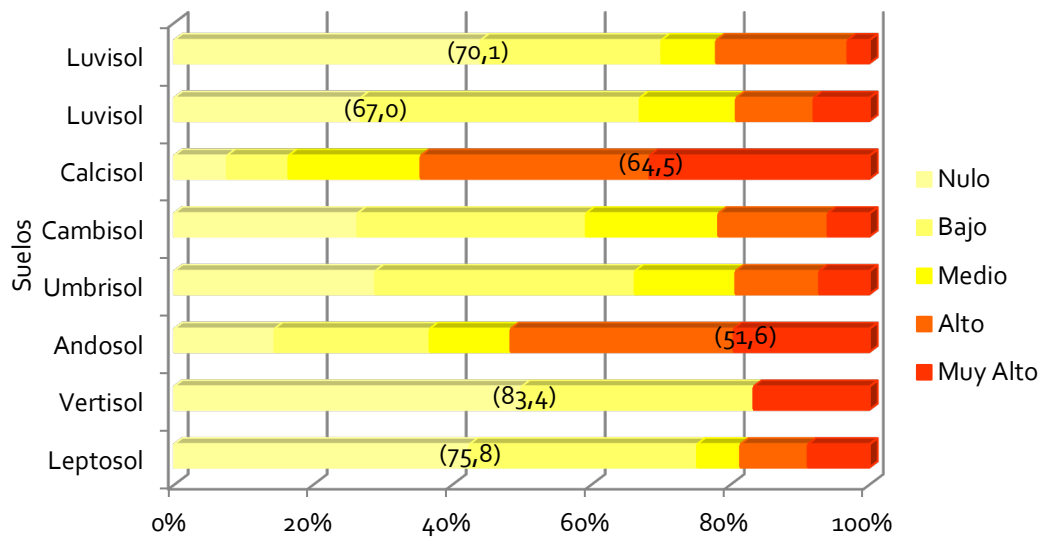


Figura V. 29. Distribución porcentual del estado de conservación de los campos (deterioro) según los tipos de suelos.

5.3 Tipología de campos de cultivo en función de los procesos de erosión y del estado de conservación

La gran variedad de modelos de campos, grados de explotación, condiciones ambientales y estados de conservación de los campos muestreados conduce a la necesidad de realizar una clasificación de tipos de campos, que simplifique el análisis detallado de los estados erosivos presentes en las vertientes agrícolas de esta cuenca.

5.3.1. Clasificación de los campos de cultivo: los tipos geomorfológicos

Para clasificar las situaciones geomorfológicas existentes en los campos analizados se aplica un clúster, aglomerativo y jerárquico, a partir de dos variables: los procesos de erosión y los grados de deterioro que se detectan en los campos muestreados.

Tras realizar diferentes ensayos con distinto número de grupos (entre 7 y 16), se opta por seleccionar el clúster de cuatro grupos con los que el 99,4% de la muestra queda bien clasificada y reducida a 1.621 campos (tabla V.4.).

Grupos	Frecuencia (nº)	Frecuencia (%)	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	346	21,2	21,2	21,2
2	1.149	70,5	70,5	91,7
3	85	5,2	5,2	96,9
4	41	2,5	2,5	99,4
5²	3	0,2	0,2	99,6
6	2	0,1	0,1	99,8
7	4	0,2	0,2	100,0
Total	1.630	100	100	

Tabla V.4. Resultados del clúster realizado considerando los procesos de erosión y el grado de deterioro.

5.3.2. Características generales de los tipos geomorfológicos

Para conocer las características de cada uno de estos grupos, denominados “tipos geomorfológicos” y, además, examinar las diferencias que existen entre ellos, se aplica un tipo de análisis factorial denominado análisis discriminante descriptivo. Con él se comprueba que existen diferencias significativas entre ellos, marcadas por los procesos de erosión y el estado de conservación de los campos.

La matriz inicial con la que se comienzan los análisis estadísticos la forman las 16 variables independientes con las que se describe cada uno de los 1.621 campos de la serie analizada que se cruzan, a través del Análisis Discriminante, con la variable dependiente: los cuatro tipos geomorfológicos.

La caracterización de los grupos o tipos geomorfológicos (tabla V.5.) se realiza con los valores medios más elevados que presentan los grupos para cada una de las variables (valores señalados en negrita).

²Los tres últimos grupos no se han seleccionado porque los componen un número muy reducido de campos.

Variables		Grupos				Total
Código	Parámetro	1	2	3	4	
AR	Arroyamiento	.04335	.00696	.96471	.58537	.07958
CPI	Caída de piedras	.26301	.13838	.12941	.78049	.18075
CTP	Caída de tepés	.05202	.03046	.00000	.00000	.03270
COL	Colada de barro	.03468	.00696	.01176	.00000	.01295
DES	Deslizamientos	.54046	.34465	.02353	.24390	.36706
DPR	Desprendimientos	.48844	.24630	.22353	.46341	.30228
GD1	Grado Deterioro Nulo	.00000	.37859	.00000	.00000	.26835
GD2	Grado Deterioro Bajo	.00000	.43777	.09412	.00000	.31524
GD3	Grado Deterioro Medio	.05780	.17842	.18824	.00000	.14867
GD4	Grado Deterioro Alto	.69653	.00522	.43529	.00000	.17520
GD5	Gado Deterioro Muy Alto	.24566	.00000	.28235	1.00000	.09254
IN	Incisiones	.00867	.00348	.63529	.00000	.03763
MCR	Microdeslizamientos	.07514	.04526	.01176	.00000	.04874
REP	Reptación	.02023	.00609	.00000	.00000	.00864
TAL	Microdesprendimientos en	.09538	.00696	.00000	.00000	.02529
TER	talud	.01156	.00957	.08235	.92683	.03701
	Terracillas					

Tabla V.5. Valores medios de los grupos según las variables empleadas en el análisis discriminante.

Las características de cada tipo geomorfológico se señalan a continuación:

- El tipo geomorfológico "a" se caracteriza por presentar unos 346 campos en los que los movimientos en masa (deslizamientos y desprendimientos) son los procesos de erosión dominantes. Son campos que se encuentran en mal estado de conservación, con deterioros altos y muy altos.
- El tipo geomorfológico "b" es el más numeroso (1.149 campos). En este caso, los movimientos en masa (deslizamientos y desprendimientos) son menos frecuentes y el estado de conservación de los campo es bueno, pues dominan los deterioros bajos y nulos.
- El tipo geomorfológico "c" lo forman 85 campos, donde los procesos de erosión dominantes son el arroyamiento laminar y el concentrado (incisiones). A su vez, presentan deterioros altos y muy altos.
- El tipo geomorfológico "d" es el menos numeroso (41 campos), y se caracteriza por la presencia de terracillas de ganado en sus rellanos, y de caída de piedras y desprendimientos en sus muros. Se trata de los campos en peor estado de conservación, con deterioros muy altos.

Una vez se conocen las características de cada grupo, comienza el análisis discriminante propiamente dicho. Para ello se utiliza la secuencia señalada en el

capítulo metodológico (capítulo II): selección de las variables discriminantes, significación de las funciones discriminantes, interpretación de las funciones discriminantes e interpretación de los grupos en el espacio discriminante.

Las variables discriminantes se seleccionaron a partir de una secuencia de 13 pasos, siendo los criterios de selección valores de tolerancia superiores a 1 o de F de entrada, superiores a 3,84 (tabla V.6). Se han excluido tres variables por carecer del poder de discriminación suficiente para introducirse en el análisis: las coladas de barro, los microdeslizamientos y el grado de deterioro nulo.

Paso	Variable	F (entrar)	λ de Wilks
1	Arroyamiento	1282,2543015	0,2959499
2	Grado de deterioro alto	707,8572190	0,1278903
3	Grado de deterioro muy alto	1363,4214177	0,0362022
4	Terracillas de ganado	503,9693313	0,0186923
5	Incisiones	273,5825870	0,0123886
6	Grado de deterioro medio	43,0675234	0,0114693
7	Caída de piedras	26,0186106	0,0109393
8	Deslizamiento	18,2693905	0,0105791
9	Desprendimiento	10,1824908	0,0103820
10	Grado de deterioro bajo	22,0695467	0,0099714
11	Caída de tepés	4,5050445	0,0098883
12	Mov. en masa en el talud	4,5978162	0,0098041
13	Reptación	3,8774776	0,0097335

Tabla V.6. Resumen de los pasos seguidos en el proceso de selección de las variables discriminantes.

Llama la atención el poder de discriminación que presenta, en toda la secuencia de pasos, la variable grado de deterioro alto (grd4) frente al arroyamiento en toda la secuencia de pasos, a pesar de que este último entra en primer lugar en el proceso de selección.

Las tres funciones discriminantes obtenidas son significativas (tabla V.7.). La potencia discriminante de la primera función es del 61,36%, la de la segunda es del 26,41% mientras que la de menor potencia, la tercera función, es del 12,23% restante. Por su parte, los valores de las correlaciones canónicas demuestran que existe una alta relación entre los cuatro tipos geomorfológicos establecidos con el clúster y las tres funciones discriminantes. Los valores de las mismas varían entre 0,9426 de la primera función y 0,7832 de la tercera, valores muy próximos al umbral máximo de correlaciones antes señalado.

Todos los valores de lambda de Wilks (λ) son inferiores a 0,386³, lo que nos muestra la importante diferencia que existe entre los grupos creados a partir del clúster. Asimismo, según este parámetro, las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas ($< 0,05$), de lo que se deduce que la diferencia entre los grupos no es producto del azar y, se concluye, que existen diferencias significativas entre los tipos geomorfológicos.

FDN	Eigenvalue	Porcentaje de Varianza	Porcentaje acumulado	Correlación canónica
1*	7,9659	61,36	61,36	0,9426
2*	3,4292	26,41	87,77	0,8799
3*	1,5871	12,23	100,00	0,7832
FCN	Lambda Wilks	Ji Cuadrado	Grados de libertad	Significación
0	0,009734	7464,756	39	,0000
1	0,087270	3930,040	24	,0000
2	0,386535	1531,784	11	,0000

Tabla V.7. Características de las funciones discriminantes. Potencia discriminante de las tres funciones (eigenvalue) y grado de correlación entre los grupos y las funciones discriminantes (correlación canónica).

Con la interpretación de las funciones discriminantes se consigue conocer el grado de contribución relativa de cada variable a la correspondiente función. Para ello se utiliza el coeficiente estructura, que mide la correlación entre cada función discriminante y cada variable discriminante, y varía entre -1 y 1. De este modo, se comprueba que la función 1 presenta una alta correlación con el grado de deterioro alto y el arroyamiento, la función 2 se correlaciona positivamente con el arroyamiento y las incisiones, y la función 3 se halla fuertemente correlacionada con las terracillas de ganado (tabla V.8).

La interpretación de los grupos y de los casos en el espacio se realiza a partir del análisis de tres tipos de gráficos: el que relaciona las funciones discriminantes con los centroides de grupos (mapa territorial), las funciones discriminantes con las variables y las funciones discriminantes con los grupos y casos.

³ La lambda de Wilks es un coeficiente que permite medir la diferencia entre grupos. Sus valores varían entre 0 y 1. Cuando $\lambda = 1$ no hay ninguna diferencia entre los grupos; cuando $\lambda = 0$ existe una diferencia perfecta entre ellos.

Variables	Función 1	Función 2	Función 3
Grado de deterioro bajo	-,15917	,02938	,03209
Grado de deterioro nulo	-,14817	,00502	,03911
Desprendimientos	,06975	-,05572	,00152
Coladas de barro	,06085	-,00171	-,01887
Microdeslizamiento	-,04813	,01539	-,04181
Grado de deterioro medio	-,04778	,03987	-,02376
Arroyamiento	,28950	,70389	,08794
Incisión	,14202	,52118	-,26364
Deslizamiento	,02307	-,12660	-,03316
Mov. masa en el talud	,06237	-,07609	-,06385
Caída de tepés	,00526	-,03492	-,02364
Reptación	,01389	-,02643	-,02029
Terracillas	,17129	,13685	,83414
Grado de deterioro alto	,35848	-,15539	-,38558
Grado de deterioro muy alto	,24816	,04510	,33290
Caída de piedras	,07229	-,02654	,16606

Tabla V.8. Grado de contribución relativa de las variables a las funciones discriminantes.

El mapa territorial (figura V.30) muestra la relación entre el centroide global y los centroides grupales siendo, el primero de ellos, el punto en el espacio que representa la media de todas las variables para todos los sujetos y, el segundo, la media de los grupos. En él se puede observar cómo la función 1 separa a los grupos "a" y "d" de los restantes, la función 2 individualiza al grupo "b" del resto, y la función 3 hace lo propio con el grupo "c". La frontera de los grupos "a" y "d" está definida por los valores más elevados de deterioro, la del grupo "b" por los procesos de escorrentía, y la del grupo "c" por las terracillas de ganado.

Además se aprecia que el grupo "d" aparece siempre asociado al deterioro y no a las incisiones, que el "c" también se asocia al deterioro pero sobre todo al arroyamiento, el "b" se asocia con los movimientos en masa y deterioro y, finalmente, el grupo "a" se asocia a la variable deterioro (tabla V.9).

	Función 1	Función 2	Función 3
Grupo "a"	1,31798	-2,16057	-1,09800
Grupo "b"	-1,13861	,47005	,20354
Grupo "c"	7,14516	3,66424	-1,05718
Grupo "d"	5,97324	-2,55026	5,75357

Tabla V.9. Centroides de los grupos del Análisis Discriminante.

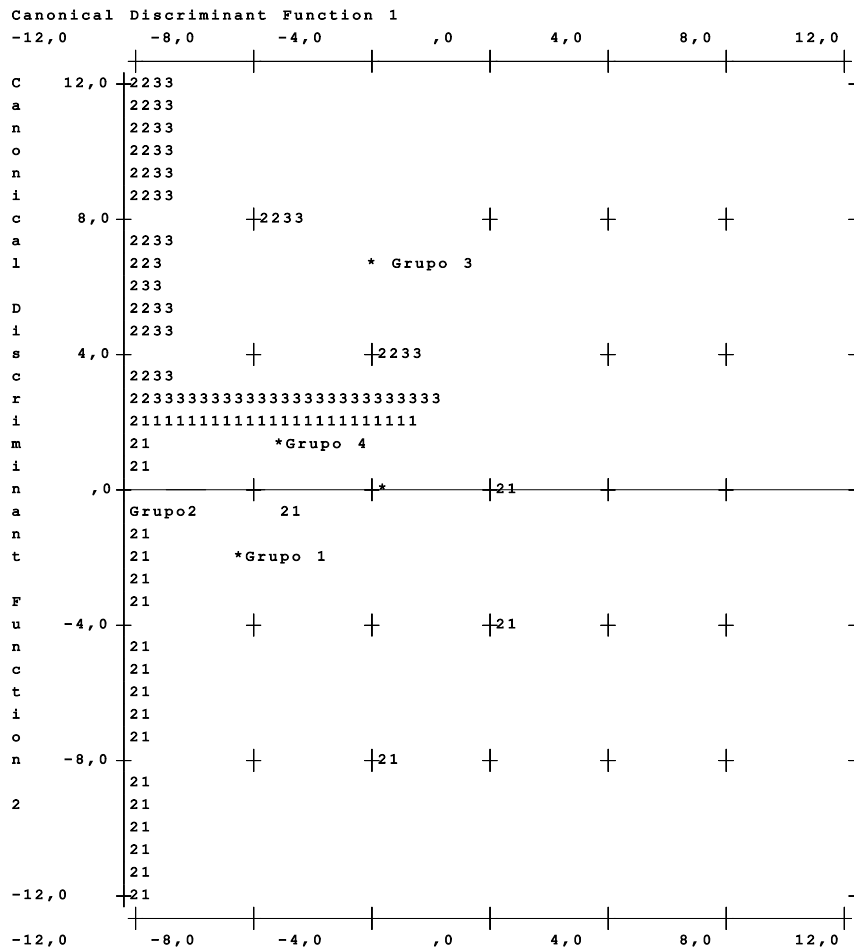
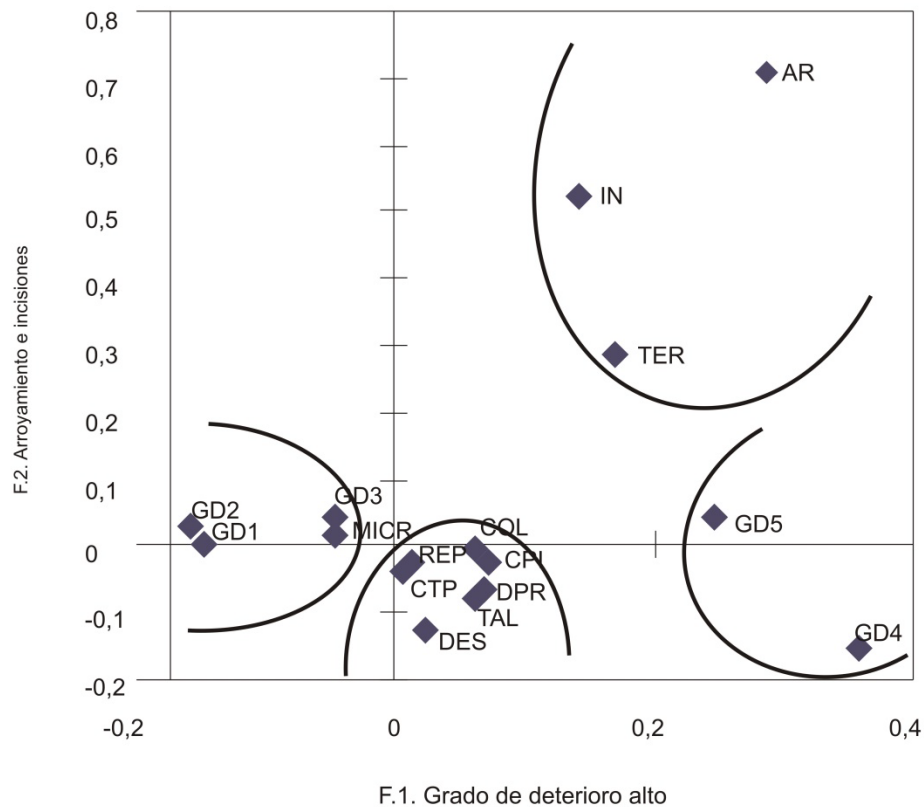


Figura V.30. Mapa Territorial (* indicativo del centroide de los grupos) en el que se asumen todas las funciones, siendo las dos primeras cero.

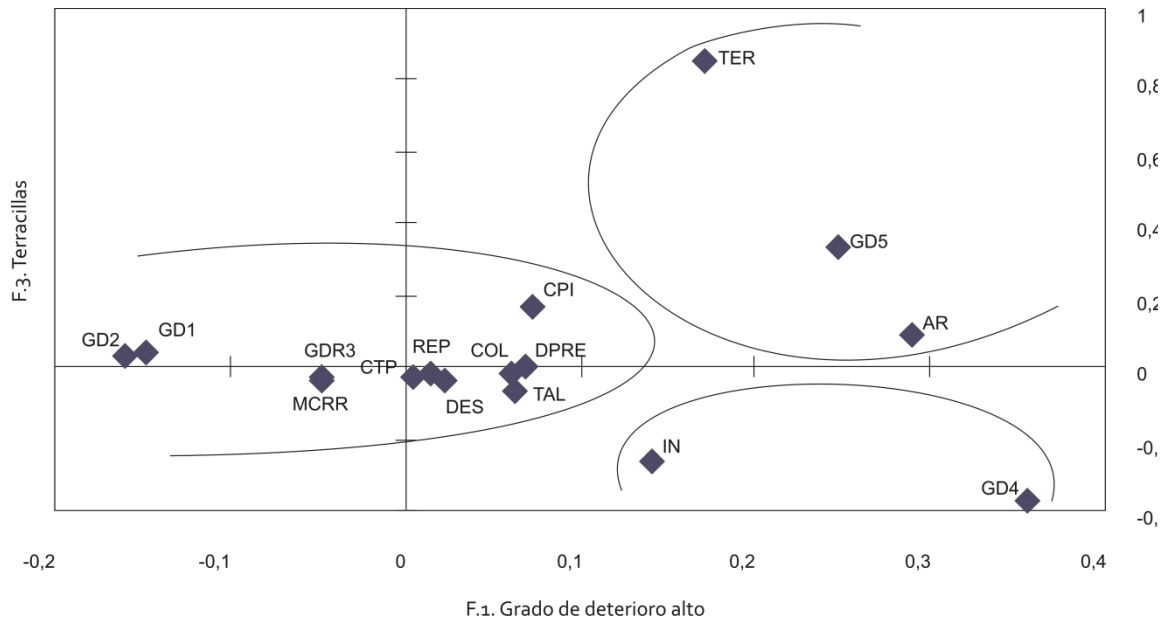
En los gráficos donde se relacionan las funciones discriminantes con las variables (figuras V.31, V.32 y V.33) puede apreciarse cómo la primera función, que explica el 61,36%, presenta una correlación canónica elevada (0,94), y separa los campos según su estado de conservación. De tal manera que, por un lado, se encuentran los campos con deterioros altos y muy altos y, por el otro, aquellos que presentan deterioros medios, nulos y bajos, asociándose a este segundo grupo los microdeslizamientos.



GD: Grados de deterioro 1=nulo, 2=bajo, 3=medio, 4= alto y 5= muy alto; **AR:** arroyamiento; **CPI:** caída de piedras; **CTP:** caída de tepés; **COL:** colada de barro; **DES:** deslizamiento; **DPR:** desprendimiento; **IN:** incisiones; **MCR:** microdeslizamientos; **REP:** reptación; **TAL:** movimientos en masa en talud y **TER:** terracillas.

Figura V.31. Distribución de las variables según las dos primeras funciones del Análisis Discriminante.

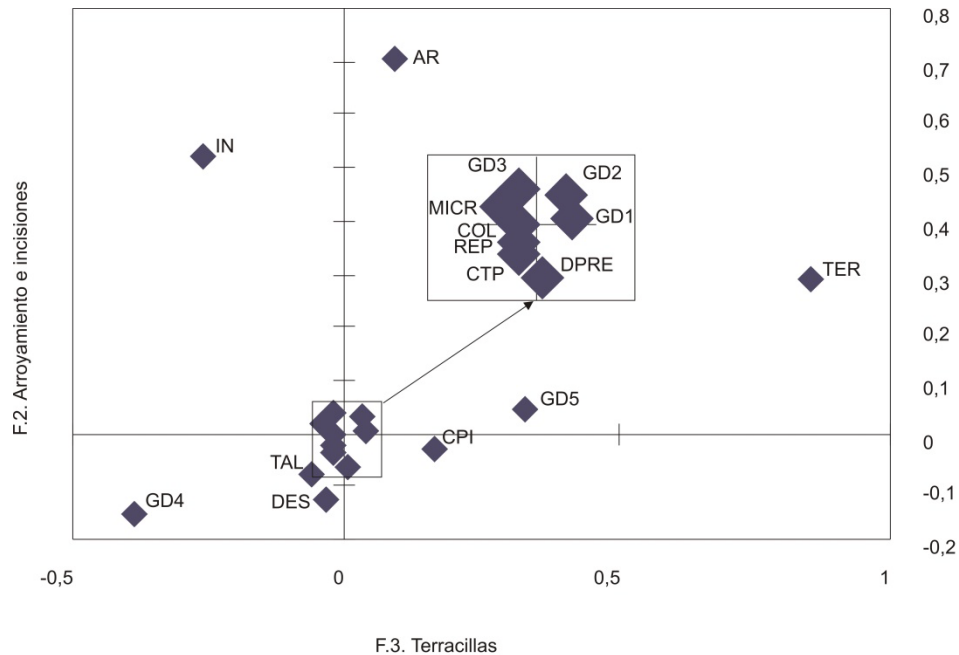
Por su parte la función 2, que explica el 26,41% de la varianza, con una correlación canónica también alta (0,88), contraponen los campos afectados por procesos de escorrentía (arroyamiento e incisión) a otros donde la tipología de procesos es mucho más heterogénea. En estos últimos dominan los movimientos en masa de diferente entidad, desde los deslizamientos, desprendimientos y coladas de barro que afectan al escarpe del bancale y a su muro, desplazando importantes volúmenes de suelo, hasta otros de menor envergadura que pueden afectar al rellano (reptación, microdeslizamientos), sólo al muro (caída de piedras) o al escarpe cuando no está protegido de muro de piedra alguno (caída e tepés, y pequeños movimientos en masa en el talud).



GD: Grados de deterioro 1=nulo, 2=bajo, 3=medio, 4= alto y 5= muy alto; **AR:** arroyamiento; **CPI:** caída de piedras; **CTP:** caída de tepés; **COL:** colada de barro; **DES:** deslizamiento; **DPR:** desprendimiento; **IN:** incisiones; **MCR:** microdeslizamientos; **REP:** reptación; **TAL:** movimientos en masa en talud y **TER:** terracillas.

Figura V.32. Distribución de las variables según las funciones 1 y 3 del Análisis Discriminante.

Y por último, la función 3, que explica tan sólo el 12,23% de la varianza pero, con una correlación alta (0,78), separa los campos que presentan terracillas provocadas por el paso del ganado en sus rellanos.



GD: Grados de deterioro 1=nulo, 2=bajo, 3=medio, 4= alto y 5= muy alto; **AR:** arroyamiento; **CPI:** caída de piedras; **CTP:** caída de tepés; **COL:** colada de barro; **DES:** deslizamiento; **DPR:** desprendimiento; **IN:** incisiones; **MCR:** microdeslizamientos; **REP:** reptación; **TAL:** movimientos en masa en talud y **TER:** terracillas.

Figura V.33. Distribución de las variables según las funciones 2 y 3 del Análisis Discriminante.

La ubicación de los campos en el espacio discriminante (figura V.34) nos muestra lo siguiente:

- Una nítida separación entre los campos con deterioros altos y generados por importantes procesos de movimientos en masa (grupo "a"), y los campos que presentan deterioros de nulos a moderados a los que contribuyen una gran variedad de procesos (grupo "b").
- Un grupo de campos de cultivo (grupo "c") afectados por las escorrentías (laminar y concentrada), con deterioros variables aunque predominan los altos.
- Otro grupo de campos, el "d", donde se localizan los mayores deterioros asociados a la presencia de terracillas de ganado en sus rellanos.

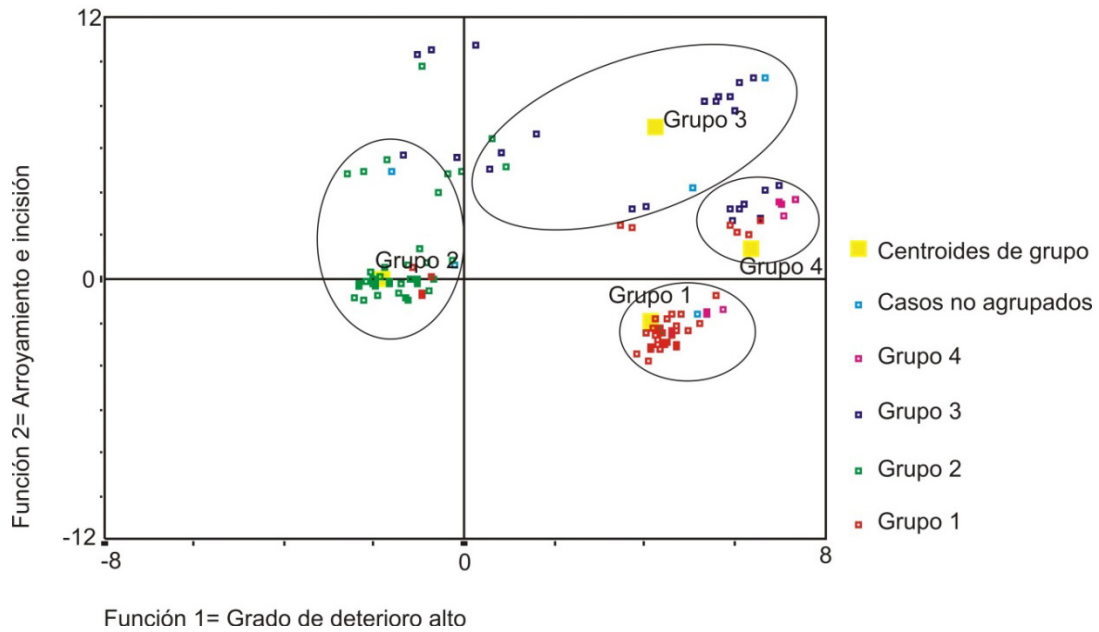


Figura V.34. Ubicación de los grupos y casos en el espacio discriminante.

El análisis discriminante finaliza satisfactoriamente al comprobar, en la tabla de clasificaciones (tabla V.10), que el 97,1% de los campos se han clasificado correctamente. Ello demuestra que los campos de cultivo se pueden diferenciar a partir de su estado de conservación, y de los procesos de erosión que les afecta. A los nueve casos eliminados por el clúster se le suman 47 casos que no quedan bien clasificados por el análisis discriminante.

Grupos clúster		Grupos predichos por el Análisis Discriminante								Casos mal clasificados
Nº grupo	Casos	1		2		3		4		
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
1	346	319	92,2	20	5,8	3	0,9	4	1,2	27
2	1149	6	0,5	1137	99,0	4	0,3	2	0,2	12
3	85	0	0,0	0	0,0	80	94,1	5	5,9	5
4	41	3	7,3	0	0,0	0	0,0	38	92,7	3
(eliminados)	9	0	0,0	3	33,3	1	11,1	5	55,6	9
Total	1630	Porcentaje de casos bien clasificados 97,1%								56

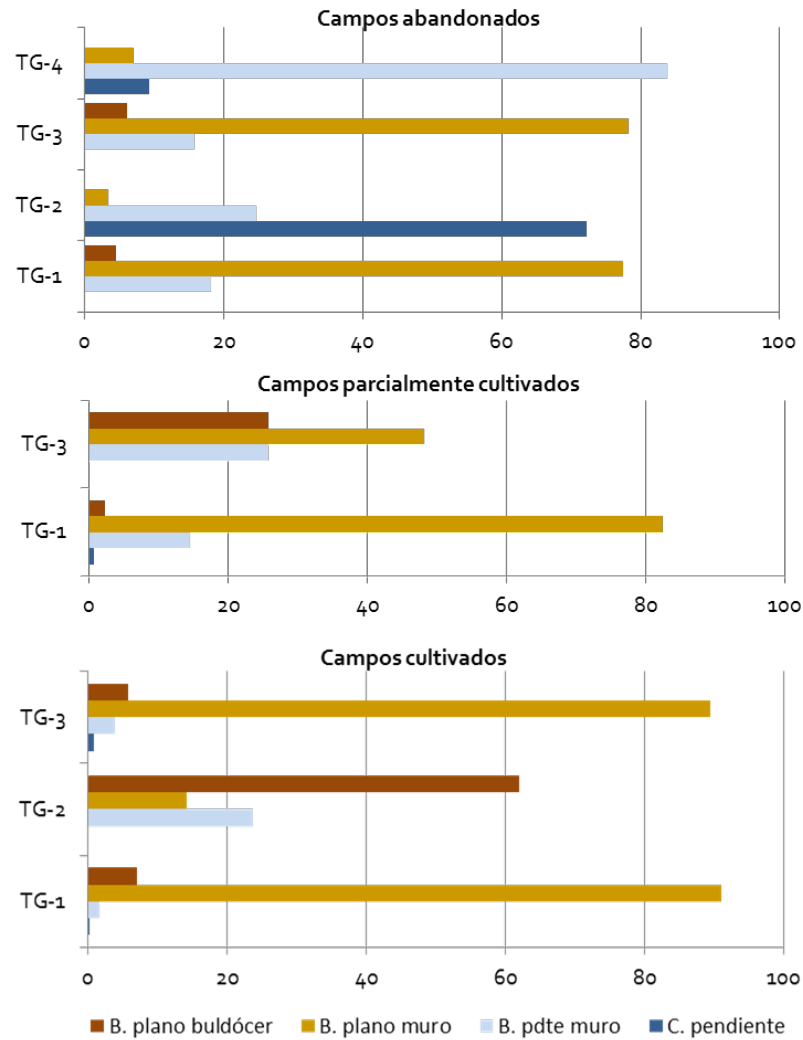
Tabla V. 10. Resultado de la clasificación realizada con el Análisis Discriminante.

5.4 Características de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación

Hasta el momento se han clasificado los campos atendiendo a sus características geomorfológicas, y ahora se presentan los resultados del análisis detallado de las características de cada uno de los tipos de campos a partir de las interrelaciones entre las variables ecoantrópicas que los definen.

Se parte de la premisa de que la presión antrópica ejerce una influencia muy directa en el funcionamiento geomorfológico de los campos y, especialmente, en su estado de conservación. Por ese motivo se decide separar la base de datos inicial en tres bases de datos, en función del grado de explotación: campos de cultivos abandonados, parcialmente cultivados y cultivados. Con el objeto de facilitar la interpretación de los resultados se procede a la recodificación y reordenación de los tipos geomorfológicos según el estado de conservación de los mismos, siguiendo un orden ascendente, desde los que se encuentran en mejor estado hasta los más estropeados. A partir de este momento, los campos que conforman el tipo geomorfológico "1" son aquellos que presentan movimientos en masa y deterioros nulos y bajos; los del "2", son aquellos en los que domina el arroyamiento con deterioros medios y altos; los del "3", tienen movimientos en masa y deterioro alto y los del "4", presentan heterogeneidad en la tipología de procesos de erosión (caída de tepés, desprendimientos y terracillas, fundamentalmente) y deterioro muy alto.

Conviene señalar que, de las tres bases de datos, la correspondiente a campos abandonados es la única que contiene campos representativos de los cuatro tipos geomorfológicos y de los cuatro modelos de campos (figura V.35.). Por su parte, en la muestra de campos cultivados no existe el tipo geomorfológico que presenta el peor estado de conservación (tipo geomorfológico 4) y, en la de campos parcialmente cultivados, sólo existen casos representativos de los tipos geomorfológicos 1 y 3, esto es, los campos con deterioros nulos y bajos y los que presentan deterioros altos, con presencia de movimientos en masa en sus muros y/o taludes.



TG 1: deterioro nulo y bajo, con movimientos en masa; **TG2:** deterioro medio-alto y arroyamiento; **TG3:** deterioro alto y movimientos en masa y **TG4:** deterioro muy alto y heterogeneidad de procesos de erosión.

Figura V.35. Distribución porcentual de los modelos de campos y de los tipos geomorfológicos según grados de explotación.

Por lo que respecta a los modelos de campos, entre los campos abandonados, el tipo geomorfológico 1 se corresponde con bancales de rellano plano y muro; el tipo 2 con campos en pendiente; el tipo 3, con bancales de rellano plano y muro, y el tipo 4, con bancales con superficie en pendiente y muro.

Por su parte, entre los campos parcialmente cultivados se encuentran los tres modelos de bancales que existen en esta cuenca (bulldózer, de rellano plano y muro y con superficie en pendiente y muro). En el tipo geomorfológico 1 dominan los

bancales con rellano plano y muro; y en el tipo 3, aunque dominan los bancales con rellano plano y muro, también existen casos con superficie en pendiente y muro y, en menor medida, algunos tipo bulldózer, es decir, bancales con rellano plano y sin muro.

Finalmente, entre los campos cultivados cabe señalar que en el tipo geomorfológico 1 dominan los bancales con rellano plano y muro; en el tipo 2, los bulldózer y en el tipo 3, los bancales con rellano plano y muro. Un hecho a destacar en este grupo de campos, que permanecen en explotación, es el importante peso que presentan los bancales tipo bulldózer, especialmente entre los del tipo geomorfológico 1.

El análisis estadístico trata de verificar si los tipos geomorfológicos clasificados responden a determinadas estructuras y, a su vez, si éstas pueden ser definidas a partir del análisis de las interrelaciones que se producen entre las variables ambientales que las componen. Dado que el objetivo es determinar interrelaciones entre variables, entre casos, y entre variables y casos y que, como es bien sabido, en muchas ocasiones las variables socioambientales no presentan relaciones lineales, el procedimiento estadístico debe poder detectar relaciones complejas. Por este motivo se opta, como ya se ha señalado en el apartado de metodología, por usar un análisis de componentes principales de datos denominado "Princals" ("SPSS" versión o.6).

Esta aplicación se realiza sobre tres bases de datos en las que las variables consideradas en la selección son los cuatro tipos geomorfológicos y los cuatro geoambientes de la cuenca (tabla V.11).

Tipos geomorfológicos	Nº de casos según usos		
	Abandonados	P. cultivados	Cultivados
1	25	25	39
2	25	No existen	21
3	25	25	40
4	25	No existen	No existen
TOTAL	100	50	100

Tabla V. 11. Número de casos según grados de explotación y tipos geomorfológicos utilizados en el Análisis de Componentes Principales (Princals).

La muestra de campos abandonados la componen 100 casos, la de los parcialmente explotados 50 casos, y la de campos en explotación, otros 100 casos. Estos campos

se han seleccionado, mediante un muestreo al azar en cada una de las bases de datos, que originalmente disponían de 691, 195 y 744 casos respectivamente.

La exposición de los resultados obtenidos se realiza considerando simultáneamente las tres bases de datos analizadas, y la información se ordena de la manera siguiente: primero se indica la contribución de las variables ambientales en la explicación de los tipos geomorfológicos, luego se estudia la distribución de los campos de cultivo (tipos geomorfológicos), considerados como casos y, por último, la relación de los tipos geomorfológicos con la organización de las variables.

5.4.1. Variables que inciden en la organización de los tipos geomorfológicos según su grado de explotación

Tal y como se señala en el apartado metodológico, el número de variables y de categorías de variables presenta ligeras diferencias entre las tres bases de datos utilizadas para este análisis (tabla V.12.).

Variables (abreviatura)	Nº de categorías			Tipo de variable
	Abandonados	P. cultivados	Cultivados	
Altitud (alt)	3	3	2	Ordinal
Ambiente (amb)	3	2	2	Nominal Simple
Antigüedad (anti)	4	4	4	Nominal Múltiple
Exposición (expo)	3	3	3	Nominal Múltiple
Forma ladera (fla)	3	3	3	Nominal Múltiple
Litología (litolg)	7	5	6	Nominal Múltiple
Lugar ladera (lla)	3	3	3	Nominal Simple
Pendiente (pendnte)	4	4	4	Ordinal
Precipitación máxima (pma)	4	3	2	Ordinal
Precipitación año (pmm)	4	4	4	Ordinal
Suelo (sol)	7	5	5	Nominal múltiple
Modelo de campo (tcam)	3	3	3	Nominal múltiple
Abandono (abando)	3			Nominal Simple
Accesibilidad (accesi)	3			Nominal Simple
TOTAL	54	42	41	

Tabla V.12. Variables, categorías de variables y tipología de variables empleadas en el Análisis de Componentes Principales (Princals) en las tres bases de datos.

Entre las variables utilizadas, unas se refieren a las características ambientales generales (altitud, ambiente, precipitación máxima diaria y precipitación media anual), otras a las características de las vertientes (pendiente, exposición, lugar en la

ladera y forma de la ladera), otras a rasgos específicos de los campos (litología, suelos, antigüedad de los procesos de erosión y modelo de campo), y las dos restantes a cuestiones relacionadas con su explotación antrópica (edad de abandono y accesibilidad).

En el primer análisis al que se someten las variables se determina el tipo de tratamiento que se les asigna, si nominales, múltiples o simples. De este modo, el análisis Princals se efectúa sobre tres bases de datos, de 100, 50 y 100 casos y 14, 12 y 12 variables con su correspondiente número de categorías, esto es, 54, 42 y 41 respectivamente.

Una de las ventajas de éste tipo de análisis es que permite "sintetizar" el conjunto de variables en unas pocas, denominadas dimensiones, que representan la estructura de relaciones jerarquizadas existente entre las diferentes variables. Estas dimensiones permiten evaluar el comportamiento de las variables, de las categorías en las que éstas se subdividen y de los casos. En este trabajo se opta por considerar sólo las dos primeras dimensiones, para cada base de datos, pues se comprueba que una tercera dimensión no sólo no incrementa el nivel de significación sino que, además, dificulta la lectura de los resultados. Los valores de significación, sobre un valor máximo de 1, para cada dimensión varían entre 0,5111 de la dimensión 1 del primer análisis realizado (muestra de campos abandonados) y 0,3541 de esa misma dimensión para la muestra de campos cultivados (tabla V.13.).

Uso campos	Dimensión 1		Dimensión 2		Total	
Abandonados	0,5569	27,84%	0,2653	13,26%	0,8222	41,10%
Parcialmente cultivados	0,4813	24,10%	0,2920	14,60%	0,7733	38,66%
Cultivados	0,3541	17,70%	0,2843	14,21%	0,6384	31,92%

Tabla V.13. Valores de ajuste total y parcial de las dos dimensiones en las tres bases de datos.

La significación general, o ajuste total de los tres análisis efectuados con las 12 variables (abandonados, p. cultivados y cultivados), que equivale a la suma de los valores propios (varianza retenida por cada dimensión), es de 0,8222, 0,7733 y 0,6384 para los abandonados, parcialmente cultivados y cultivados respectivamente. Eso significa que las dos dimensiones consiguen explicar el 41,10%, el 38,66% y el 31,92% de la información tratada respectivamente en cada base de datos.

Aunque los valores de significación puedan parecer bajos, no lo son si tenemos en cuenta que para describir sistemas complejos se requiere de un número elevado de variables y, además, en estudios de ecología o de paisaje (Pérez-Chacón, 1997:123), con frecuencia la significación de las primeras dimensiones no supera el 20%, sin menoscabo a la coherencia y significación de los resultados finales.

Una vez se conoce la significación de las dos dimensiones, se procede a la interpretación del significado de cada una de ellas. Para ello se analizan los valores obtenidos para cada una de las variables, y se complementa con el estudio de la distribución de variables, categorías de variables y casos proyectados en un sistema de coordenadas, donde la dimensión 1 corresponde al eje X y la dimensión 2 al eje Y.

Abandonados			P. cultivados			Cultivados		
Variables	Total	%	Variables	Total	%	Variables	Total	%
Suelo	1,521	13,948	Suelo	1,611	15,164	Litología	1,265	15,992
Pmm máx	1,41	12,930	Pmm año	1,495	14,072	Suelo	1,108	14,008
Litología	1,349	12,370	Pmm máx	1,416	13,328	Pmm año	0,986	12,465
Modelo campo	1,293	11,857	Litología	1,202	11,314	Modelo campo	0,719	9,090
Pmm año	1,1	10,087	Altitud	1,035	9,742	Pendiente	0,673	8,508
Altitud	1,033	9,473						
Ambiente	1,009	9,253						
Media	0,909		Media	0,88		Media	0,65	
				5			9	
Pendiente	0,507	4,687	Lugar ladera	0,829	7,803	Altitud	0,654	8,268
Exposición	0,497	4,595	Exposición	0,668	6,288	Antigüedad	0,615	7,775
Forma ladera	0,466	4,308	Modelo campo	0,642	6,043	Pmm máx	0,596	7,535
Accesibilidad	0,457	4,225	Antigüedad	0,513	4,829	Ambiente	0,507	6,410
Abandono	0,431	3,984	Ambiente	0,501	4,716	Forma ladera	0,31	3,919
Antigüedad	0,38	3,513	Forma ladera	0,375	3,530	Lugar ladera	0,274	3,464
Lugar ladera	0,323	2,986	Pendiente	0,337	3,172	Exposición	0,203	2,566
Pmm año	0,116	1,072						

Tabla V.14. Valores de ajuste múltiple total.

Un primer análisis de los valores de ajuste obtenidos para cada variable (tabla V.14.), considerando como criterio de restricción sólo aquellas que presentan un valor superior a la media muestra que, aunque existen ligeras diferencias entre las tres bases de datos analizadas, las variables que ejercen una mayor contribución en la estructuración de los tipos de campos son las variables ambientales (suelo, litología y

precipitación media anual) y algunas referidas a las características de los campos (modelo de campo).

Las variables que componen la dimensión 1 (tabla V.15), en el grupo de campos abandonados, son las relacionadas con los cambios ambientales que impone la altitud, junto con los modelos de campos. En el caso de los campos parcialmente cultivados y cultivados, la dimensión 1 la definen prácticamente las mismas variables ambientales pero en distinto orden.

Abandonados			P. cultivados			Cultivados		
Variables	Total	%	Variables	Total	%	Variables	Total	%
Geoambiente	0,945	13,688	Pmm año	0,937	16,050	Litología	0,773	17,799
Pmm máx	0,935	13,543	Pmm máx	0,913	15,639	Suelo	0,723	16,647
Altitud	0,896	12,978	Litología	0,88	15,176	Pmm año	0,637	14,667
Litología	0,884	12,804	Altitud	0,883	15,125	Pmm máx	0,586	13,493
Suelo	0,881	12,761	Suelo	0,855	14,645	Altitud	0,517	11,904
Pmm año	0,874	12,659						
Modelo campo	0,579	8,386						
Media	0,575		Media	0,487		Media	0,362	
Pendiente	0,338	4,896	Geoambiente	0,485	8,308	Modelo campo	0,340	7,829
Forma ladera	0,309	4,476	Exposición	0,371	6,355	Antigüedad	0,286	6,585
Exposición	0,21	3,042	Antigüedad	0,175	2,998	Geoambiente	0,273	6,286
Lugar ladera	0,036	0,521	Forma ladera	0,159	2,724	Lugar ladera	0,080	1,842
Antigüedad	0,017	0,246	Modelo campo	0,08	1,439	Forma ladera	0,070	1,612
			Pendiente	0,075	1,285	Pendiente	0,049	1,128
			Lugar ladera	0,015	0,257	Exposición	0,009	0,207

Tabla V.15. Valores de ajuste múltiple de la dimensión 1.

Entre las variables que componen la dimensión 2 (tabla V.16.) se repiten algunas que ya aparecen en la dimensión 1 y se incorporan otras nuevas. En los campos abandonados la nueva variable se refiere al grado de actividad de los procesos de erosión. Entre los campos parcialmente cultivados aparecen dos nuevas variables: el lugar en la ladera y el modelo de campo. Y, finalmente, en los campos cultivados son: la pendiente, el modelo de campo y la actividad de los procesos de erosión.

Estos resultados parecen señalar ciertas diferencias, entre los tres grados de explotación, en las variables que inciden en el comportamiento geomorfológico de los campos. En primer lugar, los estados erosivos en los campos abandonados

parecen estar muy condicionados por la gradación altitudinal de las condiciones ambientales, pero también por el modelo de campo (bancales o campos en pendiente) y, en segundo lugar, por el grado de actividad de los procesos, cuya funcionalidad depende de variables naturales o del uso posterior al abandono.

Abandonados			P. cultivados			Cultivados		
Variables	Total	%	Variables	Total	%	Variables	Total	%
Modelo campo	0,714	17,859	Lugar ladera	0,814	17,004	Pendiente	0,624	17,499
Suelo	0,640	16,008	Suelo	0,756	15,793	Litología	0,492	13,797
Pmm máx	0,475	11,881	Pmm año	0,558	11,657	Suelo	0,385	10,796
Litología	0,461	11,531	Modelo campo	0,558	11,657	Modelo campo	0,378	10,600
Antigüedad	0,358	8,954	Pmm máx	0,504	10,529	Pmm año	0,349	9,787
						Antigüedad	0,329	9,226
Media	0,333		Media	0,399		Media	0,297	
Lugar ladera	0,311	7,779	Antigüedad	0,338	7,061	Forma ladera	0,240	6,730
Exposición	0,297	7,429	Litología	0,315	6,580	Ambiente	0,235	6,590
Pmm año	0,226	5,653	Exposición	0,297	6,204	Exposición	0,194	5,440
Pendiente	0,191	4,777	Pendiente	0,262	5,473	Lugar ladera	0,194	5,440
Altitud	0,137	3,427	Forma ladera	0,217	4,533	Altitud	0,136	3,814
Forma ladera	0,124	3,102	Altitud	0,152	3,175	Pmm máx	0,01	0,280
Ambiente	0,064	1,601	Ambiente	0,016	0,334			

Tabla V.16. Valores de ajuste múltiple de la dimensión 2.

En el caso de los campos cultivados llama la atención que, entre las variables ambientales que más repercuten en los estados erosivos (primera dimensión), prevalezcan aquellas en las que el ser humano ha intervenido directamente (litología y suelos). Esto hace pensar en que, en el proceso de abancalamiento de la vertiente se hayan cambiado las características hidrológicas de las vertientes y que quizás el inadecuado manejo del suelo esté influyendo en su erodibilidad. A lo dicho, se suma, en la segunda dimensión, variables de las que ya se conoce su influencia sobre los procesos de erosión: la pendiente y el modelo de campo.

Estos primeros resultados orientan sobre el comportamiento general de las variables, pues discriminan entre las de mayor y menor significación pero, en la medida en que una misma variable aparece formando parte de las dos dimensiones, se necesita realizar un análisis más detallado. Esto es, conocer el comportamiento de las categorías de cada variable.

El análisis de la distribución de las categorías de cada variable se realiza a partir de su proyección en el sistema de coordenadas establecido por las dimensiones 1 y 2 (figuras V.36, V.37 y V.38). Para su estudio se combinan dos enfoques complementarios: en primer lugar se investigan las pautas de distribución interna de las categorías de cada variable y, en segundo lugar, las agrupaciones de categorías de diferentes variables⁴.

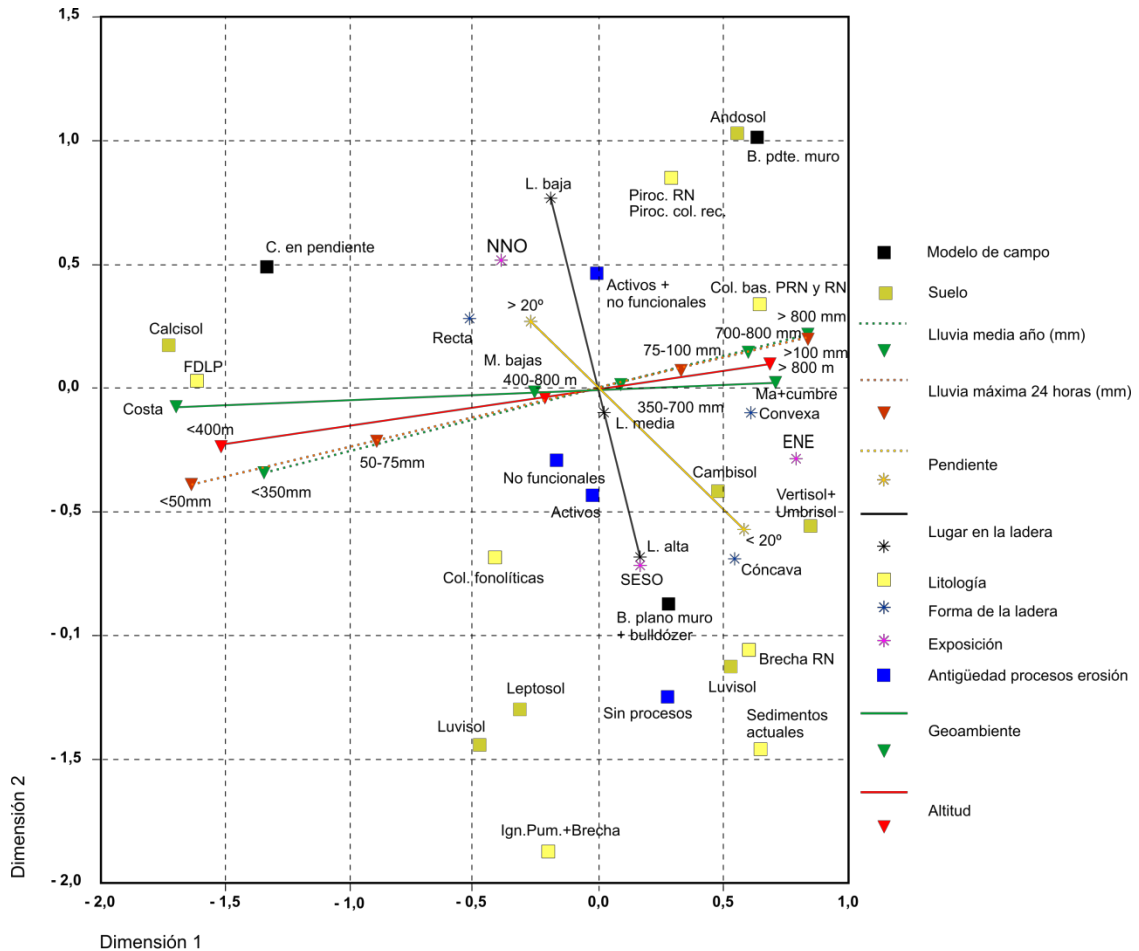


Figura V.36. Pautas de distribución lineal de las variables ordinales y nominales simples en la base de datos de campos abandonados.

⁴ El significado de los códigos utilizados para definir cada categoría se señala en el apartado 2.5.3 de esta tesis.

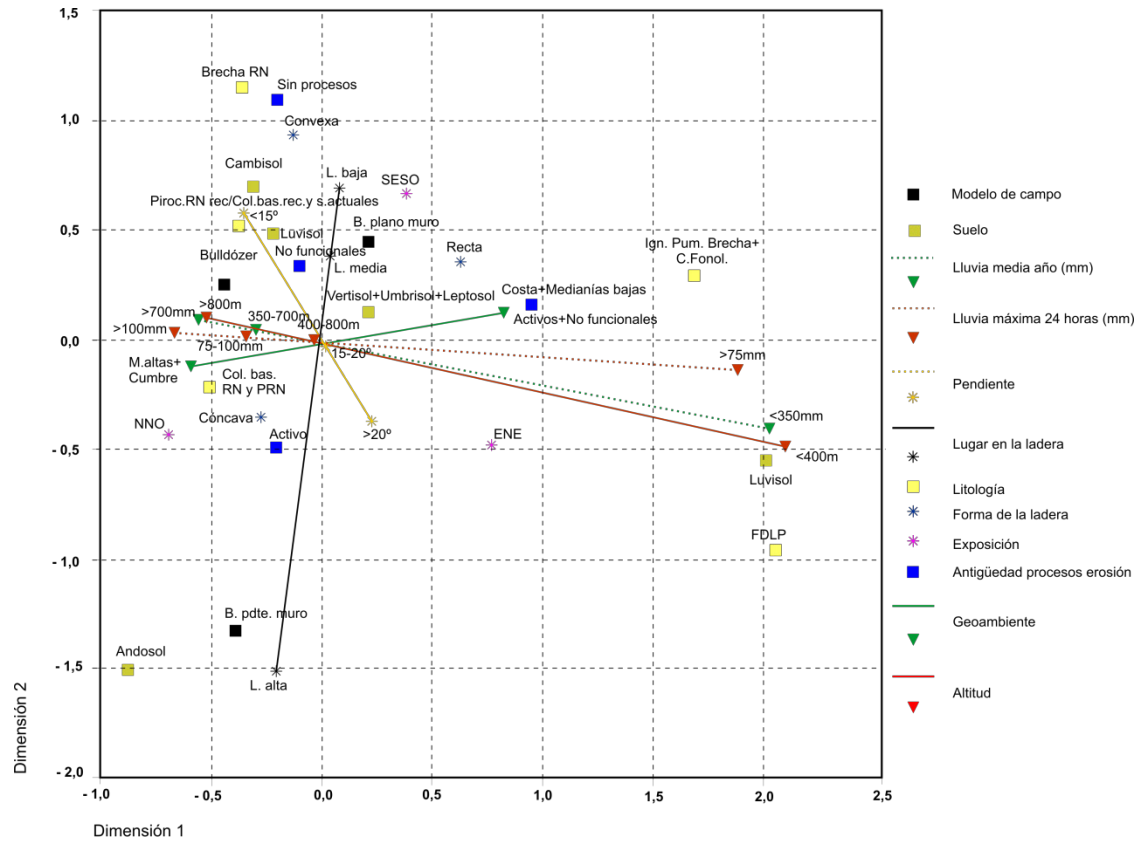


Figura V.37. Pautas de distribución lineal de las variables ordinales y nominales simples en la base de datos de campos parcialmente cultivados.

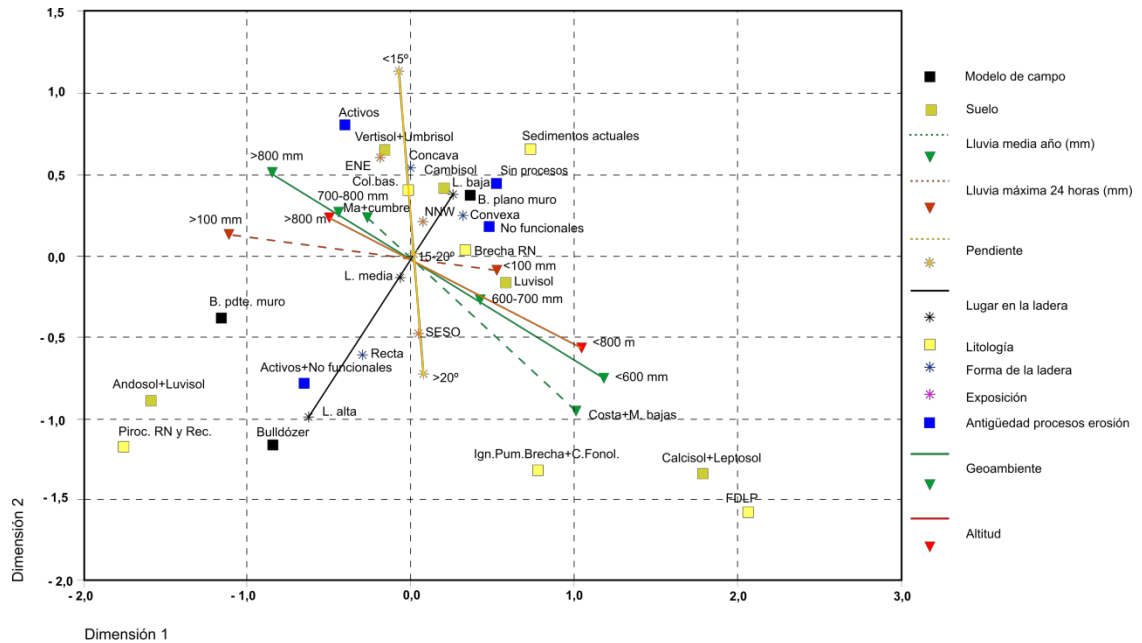


Figura V.38. Pautas de distribución lineal de las variables ordinales y nominales simples en la base de datos de campos cultivados.

Por lo que respecta a las pautas de distribución interna de las categorías de cada variable se constata que:

- Las variables ordinales y nominales simples responden a leyes de distribución lineal. A partir de la dimensión 1 aparecen secuenciadas las categorías de las variables relativas a las características geoambientales: altitud, ambiente, lluvia media anual y lluvia máxima diaria. Y en torno a la dimensión 2, dos variables relativas a las características de las vertientes en las que se encuentran ubicados los campos: lugar en la ladera y pendiente (tabla V.17).
- En la primera dimensión, de la muestra de campos abandonados, las categorías de las variables geoambientales se distribuyen al igual que en la secuencia natural, desde los valores más bajos de dicha dimensión los sectores inferiores de la cuenca (costa y medianías bajas), hasta los valores más altos que se corresponden con los sectores altos de la misma (medianías altas y cumbre). En los otros dos grupos de campos se invierte el orden de las categorías las variables ambientales que estructuran la primera dimensión. Así, en ambos casos, los valores positivos de la dimensión 1ª se refieren a sectores de costa y medianías bajas y, los negativos a las medianías altas y a la cumbre.

Grado de explotación	1ª Dimensión		2ª Dimensión	
	Altitud, ambiente, pmm y pmax		Lugar ladera y pendiente	
	Valores negativos	Valores positivos	Valores negativos	Valores positivos
Abandonados	Costa y M. Bajas Pmáx= <100 mm < 800 m Pmm = <350 mm	M. Altas y Cumbre Pmáx= >100 mm >800 m Pmm = >350 mm	Ladera alta y media < 20°	Ladera baja > 20°
Parcialmente cultivados	Pmm = >350 mm Pmáx = > 75 mm > 400 m M. Altas y Cumbre	Pmm = < 350 mm Pmáx = < 75 mm < 400 m Costa y M. Bajas	Ladera alta >15°	Ladera media y baja <15°
Cultivados	Pmm = >700 mm Pmáx = >100 mm >800 m M. Altas y Cumbre	Pmm = <700 mm Pmáx= <100 mm < 800 m Costa y M. Bajas	Ladera alta y media > 20°	Ladera baja <20°

Tabla V.17. Distribución de las variables con distribución lineal en las dos dimensiones.

- En torno a la dimensión 2 se distribuyen las dos variables relacionadas con las características de las vertientes en las que se ubican los campos: el lugar que ocupa el campo en la ladera y la pendiente de la misma. En los valores negativos, y para los tres grupos de campos, se agrupan las categorías relacionadas con los sectores de las vertientes y los valores de pendiente más vulnerables a la erosión, es decir, las partes altas y medias de las vertientes y valores de pendiente superiores a los 15° y 20°. Por su parte, en los valores positivos se encuentran las categorías correspondientes a menores valores de vulnerabilidad erosiva, la parte baja de las laderas y los valores moderados de pendiente.
- Las variables nominales múltiples que más contribuyen al análisis adoptan pautas de distribución no lineal. Se trata por un lado, de los suelos y la litología, que siguen leyes cúbicas y, por el otro, del modelo de campo y la antigüedad de los procesos, que parecen regirse por leyes cuadráticas. Esto podría interpretarse como que las categorías de los suelos y de la litología están más condicionadas por la primera dimensión (gradiente altitudinal), y las del modelo de campo y la actividad de los procesos, por la segunda dimensión (pendiente de la ladera y lugar en la ladera).

El tratamiento que realiza el Princals con las variables nominales múltiples elimina cualquier tipo de restricción, por lo que las categorías de cada variable se ubican "libremente", sin relaciones de orden interno, en función de las dimensiones 1 y 2.

Este hecho aporta valiosa información sobre la organización interna de las categorías, al tiempo que permite detectar errores cometidos en el procedimiento de codificación y simplificación inicial de las variables. Además, cuando la misma variable tiene mucha significación en las dos dimensiones, permite diferenciar las categorías que inciden más en una dimensión que en otra. Esto último es lo que sucede con las variables suelo y litología en las tres bases de datos analizadas y, en el caso de los campos abandonados también se repite, en ambas dimensiones, la variable modelo de campo.

A partir del análisis de la distribución de las categorías de las variables nominales múltiples "reincidentes" mencionadas se comprueba que existen ciertas pautas de distribución comunes entre los tres grados de explotación:

- Con respecto a los suelos, y en relación con la primera dimensión, las categorías se distribuyen según las condiciones de humedad ambiental, oponiendo los suelos xéricos de costa y medianías bajas a los correspondientes a ambientes húmedos, desarrollados sobre materiales jóvenes o arcillosos de medianías altas y cumbres. Y en la segunda dimensión las categorías edáficas se distribuyen según grados de vulnerabilidad erosiva (escaso contenido en materia orgánica, abundante fracción arenosa, pendientes acusadas) oponiéndose los más vulnerables o de peores estructuras y, por ello, más inestables al resto de las categorías.
- En el caso de la litología, las categorías se distribuyen en la primera dimensión, igual que en los suelos, oponiendo las litologías presentes en los geoambientes de la cuenca baja (coladas fonolíticas, depósitos piroclásticos del primer ciclo y depósitos sedimentarios de la Formación Detrítica de Las Palmas) a las coladas y piroclastos del ciclo Post Roque Nublo, a las de la alta. Y en la segunda dimensión, aunque la interpretación resulta más confusa, parece que se oponen las litologías que generan geoformas con pendientes acusadas e inestables, frente a las de pendientes moderadas y de mayor estabilidad.

El modelo de campo es una variable reincidente en las dos dimensiones entre los campos abandonados, y significativa en la segunda dimensión de las tres bases de datos. Por su parte, la antigüedad de los procesos sólo es significativa en la segunda dimensión entre los campos abandonados y cultivados. Ambas variables presentan

distribuciones geométricas cuadráticas y, en la distribución de las categorías de ambas variables también se aprecian ciertas características comunes entre las tres bases de datos.

- En el modelo de campo, la primera dimensión opone las categorías más frecuentes en los geoambientes de cota más baja a las localizadas en cotas más altas. Entre los campos abandonados se corresponde con los campos en pendiente, en el primer caso y con los tres modelos de bancales, en el segundo. Entre los campos parcialmente cultivados y también entre los cultivados se oponen los bancales planos con muro frente a los bulldózer y bancales inclinados. Por su parte, la dimensión 2 parece distribuir los modelos de campos en función de las características de sus rellanos, oponiendo los campos de rellano plano a los de superficies en pendiente.
- Por su parte, la variable antigüedad de los procesos presenta cierta significación en relación con la dimensión 2 en los campos abandonados y en los cultivados, tal y como se aprecia en la tabla de valores de ajuste múltiple de la dimensión 2. En ambos casos la 2ª dimensión separa los campos en los que coexisten procesos funcionales con no funcionales del resto de categorías.

En consecuencia, y retomando todos los resultados parciales obtenidos se puede destacar que la dimensión 1 aglutina al conjunto de categorías de variables que representan la gradación altitudinal de las condiciones ambientales de la cuenca (precipitación media anual y máxima diaria) y de sus condiciones litoedáficas. La dimensión 2 sintetiza las condiciones propias de las vertientes en las que se localizan los campos (pendiente y lugar ladera), así como las relacionadas con el modelo de campo, que condiciona los tipos de procesos de erosión y el grado de actividad de los mismos. De ello se deriva una segunda cuestión: la organización de los tipos de campos de cultivo, según sus características geomorfológicas, considerados en conjunto, responden en primer término a variables ambientales y, en segundo lugar, a las variaciones en las condiciones topográficas de las vertientes, que influyen en el grado de actividad de los procesos, así como al grado de intervención antrópica sobre las mismas, es decir, a los modelos de campos de cultivo.

5.4.2. Distribución de los tipos geomorfológicos según grados de explotación: análisis de casos

Una vez estudiadas las variables, y descifrado el significado de las dimensiones 1 y 2 para cada base de datos analizada, el siguiente objetivo consiste en detectar, entre los casos de cada una de ellas (100, 50 y 100), cuáles presentan características similares. Para ello se analiza su distribución en el sistema de coordenadas establecido para las dos dimensiones. Así pues se consideran las relaciones de proximidad entre los casos que, en esta ocasión, se etiquetan según su pertenencia a los tipos geomorfológicos clasificados previamente por el clúster y el análisis discriminante, y se interpretan a la luz de los resultados del estudio de las variables. Los resultados obtenidos se resumen en los siguientes aspectos:

Se produce un número considerable de “puntos múltiples” (coordenadas en las que coinciden dos o más casos), tanto en el grupo de campos abandonados, con 43 casos; como en el de campos cultivados, con 22, así como con la de los campos parcialmente cultivados, con 15 puntos múltiples. Esto se interpreta como que esos campos son similares en sus características. El número más elevado de puntos múltiples, en campos abandonados, se produce en los tipos geomorfológicos 2 y 4, es decir, entre los campos con arroyamiento y deterioro medio-alto, por un lado, y entre los campos con variedad de procesos y deterioros muy altos. En el caso de la muestra de campos parcialmente cultivados, todos ellos se corresponden con el tipo geomorfológico 3, de campos con movimientos en masa y deterioro alto. Y, entre los campos cultivados, el mayor número de puntos múltiples se produce en los tipos geomorfológicos 2 y 3, con 9 casos en cada uno de ellos. Se trata de campos con arroyamiento y deterioro medio alto, de un lado, y campos con movimientos en masa y deterioro alto.

El análisis finaliza con el examen de la distribución de los casos de cada tipo geomorfológico en el espacio que conforman las dimensiones 1 y 2, con el objeto de conocer la localización de las variables, y sus categorías, que definen los grupos preestablecidos y, al mismo tiempo, identificar subdivisiones internas dentro de esos grandes tipos geomorfológicos.

5.4.2.1. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos abandonados

En el caso de la muestra de campos abandonados, en la que existe igual número de casos de los cuatro tipos geomorfológicos, lo primero que destaca es que los tipos 1, 2 y 3 se hallan ampliamente distribuidos por todos los geoambientes de la cuenca (figura V.39); mientras que el que presenta el peor estado de conservación se localiza en las partes más elevadas de la misma (medianías altas y cumbre).

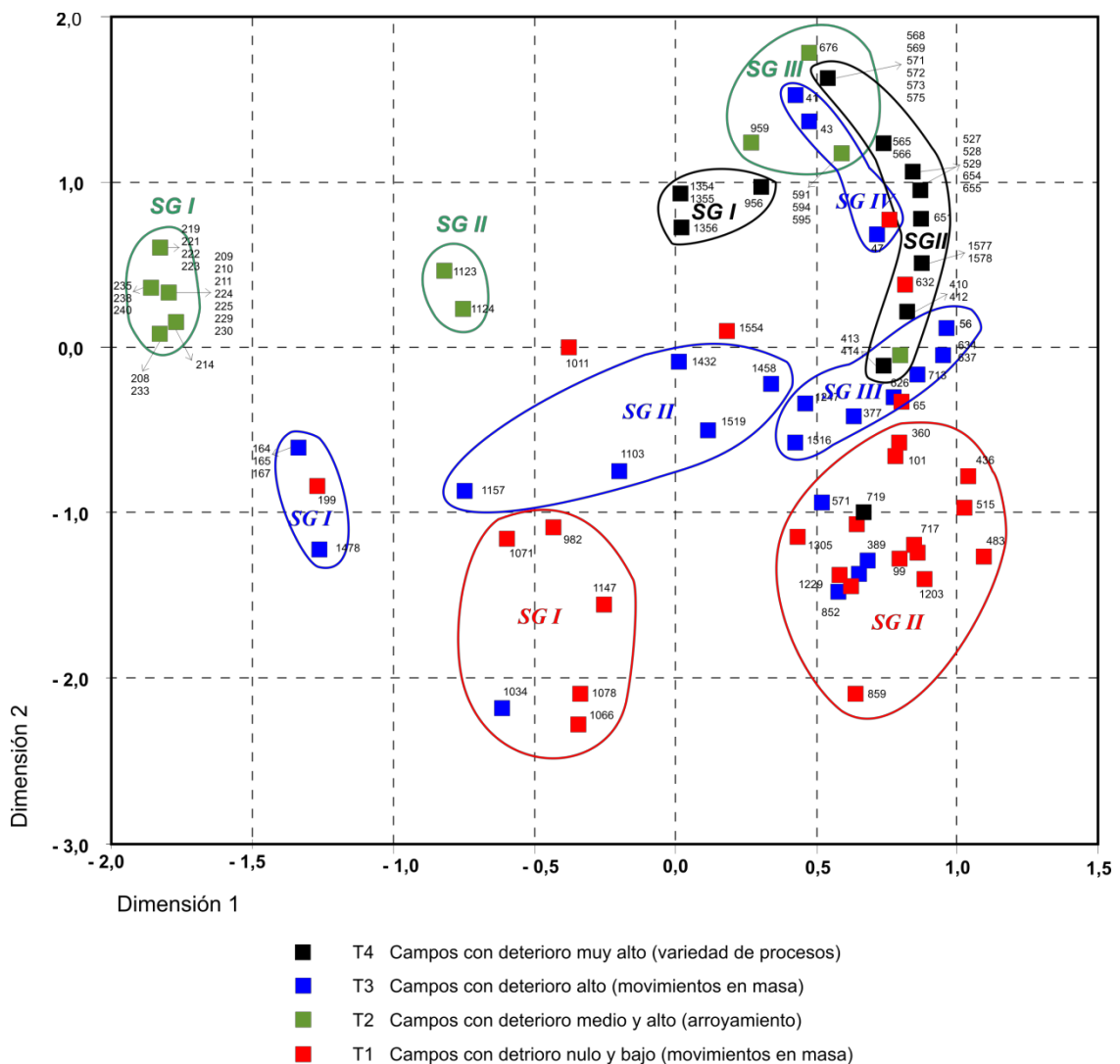


Figura V.39. Distribución de los campos abandonados según tipos geomorfológicos (100 casos).

Ello demuestra la diversidad de situaciones ambientales en las que se presentan los modelos geomorfológicos señalados, lo que obliga a ampliar el detalle del análisis, hasta el nivel de los casos concretos para establecer subdivisiones dentro de ellos.

Cabe recordar que las variables ambientales de distribución lineal (geoambiente, precipitación máxima diaria y altitud), y las de distribución no lineal (litología y suelo), son las que estructuran los casos en torno a la primera dimensión; mientras que variables como el modelo de campo o el grado de actividad de los procesos y, en menor medida, la pendiente y el lugar que ocupan los campos en la ladera, son las encargadas de estructurar los casos en el eje de la segunda dimensión. En general se puede afirmar que el estado de conservación de los campos abandonados está muy condicionado por la interacción de todas las variables mencionadas anteriormente.

Se identifican 11 subgrupos, 2 para el tipo geomorfológico 1 y 4 para el tipo 3 en los que predominan los bancales con rellano plano; 3 para el tipo geomorfológico 2, en los que predominan los campos en pendiente; y 2 para el grupo geomorfológico que contiene los campos peor conservados, y en el que predominan los bancales con superficie en pendiente y muro.

Los campos en buen estado de conservación (tipo geomorfológico 1) son bancales planos con muro y se localizan en vertientes con pendientes inferiores a los 20° expuestas al ENE y SE. Se distribuyen por diferentes geoambientes de la cuenca, especialmente desde las medianías bajas hasta la cumbre, por lo que sus características ambientales (pluviométricas y litoedáficas) son muy variadas. Se identifican 2 subgrupos, cuyas diferencias derivan fundamentalmente de las diferentes condiciones litoedáficas en las que se encuentran.

Los campos con deterioros medio-altos y con presencia de arroyamientos (tipo geomorfológico 2) lo forman campos en pendiente, y se localizan en laderas rectas con pendientes acusadas (>20°) expuestas al NNO. También se distribuyen por toda la cuenca. Se identifican 3 subgrupos diferenciados por las características litoedáficas de sus campos.

Los campos con deterioro alto y movimientos en masa (tipo geomorfológico 3) forman un grupo muy heterogéneo entre los que, además, un 28% de los mismos

presentan deterioros muy altos. Son mayoritariamente bancales con rellano plano y muro y, en menor medida, bancales con superficie en pendiente y muro. Se distribuyen por todos los geoambientes de la cuenca. Se identifican 4 subgrupos atendiendo a su localización espacial, al modelo de campo y a sus características litoedáficas. Los tres primeros están compuestos por bancales con rellano plano y muro sobre sustratos litoedáficos comunes en sus respectivos geoambientes (costa, medianías bajas y medianías altas) Por último, en el subgrupo de cumbre (SG IV) se localizan los campos más deteriorados de este grupo, sobre bancales con rellano en pendiente, en laderas acusadas (20- 25°), con muchos procesos no funcionales sobre Andosoles, desarrollados sobre coladas y piroclastos del ciclo Post Roque Nublo.

Los campos con deterioros muy altos (tipo geomorfológico 4) son exclusivos de la muestra de campos abandonados. Son campos en pendiente y bancales con superficie en pendiente y muro y se localizan en medianías altas y cumbre. Sobre sus rellanos actúan los procesos de arroyamiento y terracillas de ganado, y en sus muros proliferan las caídas de piedra y los microdeslizamientos. En ellos coexisten procesos activos con no funcionales. Están sometidos a las lluvias más erosivas (> 100 mm/día) y la mayoría se ubica en la laderas expuestas al NNO. Se observan dos subgrupos diferenciados entre sí por el modelo de campo, la pendiente y las características litoedáficas. El primero lo forman campos en pendiente, localizados en medianías altas, sobre laderas de pendientes muy acusadas (>25°) y sustratos piroclásticos que crean suelos jóvenes (Andosoles y Cambisoles). El segundo está formado por bancales con superficie en pendiente y muro, situados en medianías altas y cumbre sobre coladas basálticas Post Roque Nublo. Su mal estado de conservación se debe a las adversas condiciones ambientales descritas, a su abandono antiguo y también, en muchos casos, al uso ganadero posterior al abandono agrícola acentuándose así su fragilidad erosiva.

A modo de resumen y, en lo que se refiere a las variables que condicionan la diversidad de estados de conservación de los campos abandonados, lo primero que destaca es la enorme diversidad de condiciones ambientales en las que se presentan los grupos geomorfológicos entre los campos abandonados. A este respecto cabe mencionar que, a diferencia de los tipos geomorfológicos 2 y 4 que presentan unas características geoambientales, litoedáficas y de modelos de campos, muy bien definidas, los tipos geomorfológicos 1 y 3, que se corresponden con el modelo de

campo más común en la cuenca, los bancales con rellano planos se dan en situaciones más heterogéneas. La diferencia entre estos dos conjuntos no parece responder a pautas ambientales muy marcadas, por lo que su desigual estado de conservación debe responder a variables no contempladas en este estudio y más relacionadas con parámetros sociales (uso posterior al abandono) y/o naturales (cobertura vegetal).

La accesibilidad de estos campos y su edad de abandono son variables fundamentales en su estado de conservación. La primera porque puede constituir una razón de peso para el abandono de la explotación de los campos y, la segunda, porque se relaciona con el cese de las tareas de conservación de los campos y, por lo tanto, con el tiempo del que han dispuesto los procesos de erosión para actuar. Se comprueba que existe cierta relación entre la edad de abandono y el estado de conservación de los campos (tipos geomorfológicos), tal y como se observa en la tabla de contingencia en la que se aprecian las frecuencias absolutas y relativas de los casos según las categorías de ambas variables (tabla V.17).

Tipo geomorfológico	Edad de abandono			Accesibilidad		
	Antiguo <19060	Medio 1960-1992	Reciente >1992	Baja	Media	Alta
1	4	17	4	12	8	5
	16,0%	68,0%	16,0%	48,0%	32,0%	20,0%
	8,9%	41,5%	28,6%	31,6%	14,5%	71,4%
2	22	1	2	1	24	0
	88,0%	4,0%	8,0%	4,0%	96,0%	0
	48,9%	2,4%	14,3%	2,6%	43,6%	0
3	6	15	4	9	14	2
	24,0%	60,0%	16,0%	36,0%	56,0%	8,0%
	13,3%	36,6%	28,6%	23,7%	25,5%	28,6%
4	13	8	4	16	9	0
	52,0%	32,0%	16,0%	64,0%	36,0%	0
	28,9%	19,5%	28,6%	42,1%	16,4%	0
Total	45	41	14	38	55	7

Coefficiente de contingencia abandono-estado de conservación: 0,50378172 y accesibilidad-estado de conservación: 0,50371299

Tabla V.18. Relación entre los tipos geomorfológicos la edad de abandono y la accesibilidad de los campos. (nº de casos, porcentaje respecto a la fila, porcentaje respecto a la columna).

Predominan los abandonos anteriores a la década de los sesenta (abandonos antiguos), con el 45%, seguido de los abandonos intermedios (1960-1992), con el

41%, mientras que los campos abandonados en la fecha más reciente (a partir de 1992) sólo suponen el 14% restante.

Por su parte, el análisis del abandono, según el estado de conservación de los campos (tipos geomorfológicos), muestra que en los campos con peor estado de conservación, los tipos 2 y 4, predominan los abandonos antiguos, con el 80% y el 52% de los casos respectivamente. Se corresponde con los campos menos productivos, esto es, aquellos en pendiente que se distribuyen por todos los geoambientes de la cuenca, y con los bancales con superficie en pendiente y muro, propios de medianías altas y de cumbres.

La accesibilidad es un factor determinante en el estado de conservación de los campos. Predominan los campos con accesibilidad moderada (55%) y baja (38%), próximos a una carretera local asfaltada o a un camino de tierra respectivamente. Y los campos más accesibles, cercanos a carreteras insulares, suponen tan solo el 7% de los casos. Aunque se constata el predominio de los campos de baja accesibilidad (64%) entre los campos peor conservados (tipo geomorfológico 4), se aprecia que existe también un número considerable de casos de baja accesibilidad (48%) entre los campos que se hallan en buen estado de conservación (tipo geomorfológico 1).

En conclusión, los cuatro tipos geomorfológicos que existen en la muestra de los 100 campos abandonados se distribuyen ampliamente por la cuenca, siendo las variables ambientales (altitud, lluvia, litología y suelos) las que marcan las pautas de distribución en torno a la primera dimensión, mientras el modelo de campo fundamentalmente y también la pendiente de la ladera hacen lo propio en la dimensión 2 (figura V.40). Por su parte, los campos peor conservados (tipos geomorfológicos 2 y 4) se localizan en los geoambientes extremos de la cuenca (costa y cumbre).

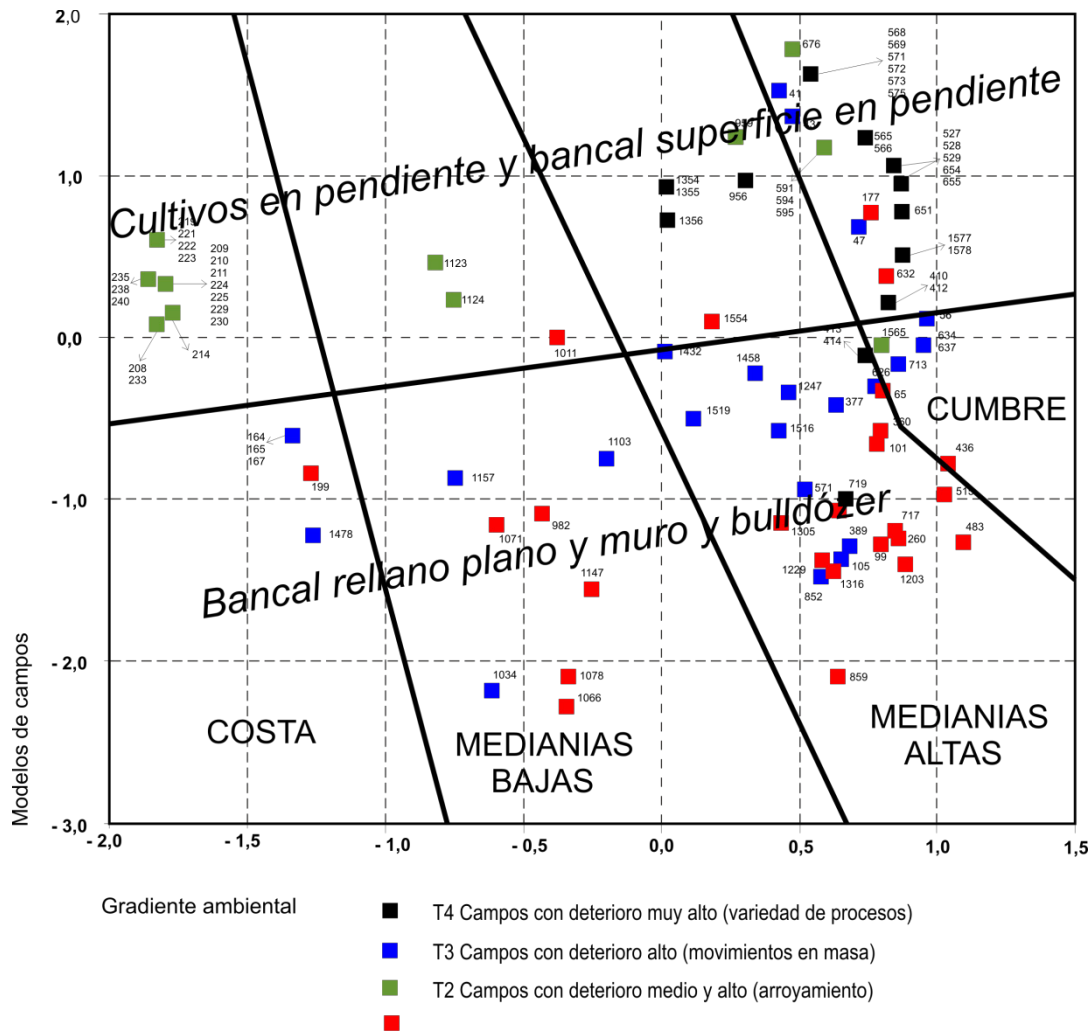


Figura V.40. Interpretación final de la estructura (muestra de campos abandonados).

5.4.2.2. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos parcialmente cultivados

En esta muestra de campos sólo existen dos de los cuatro tipos geomorfológicos: los bancales de los tipos 1 (buen estado de conservación) y 3 (deterioros altos).

El estado de conservación de estos campos (figura V.41) lo marca, en la primera dimensión, la cota 400 metros de altitud, quedando separados los campos situados en la costa de los del resto de geoambientes de la cuenca. Todo parece indicar que este sistema de explotación parcial de las parcelas es muy común en los ambientes de medianías bajas y, especialmente, en las medianías altas de esta cuenca.

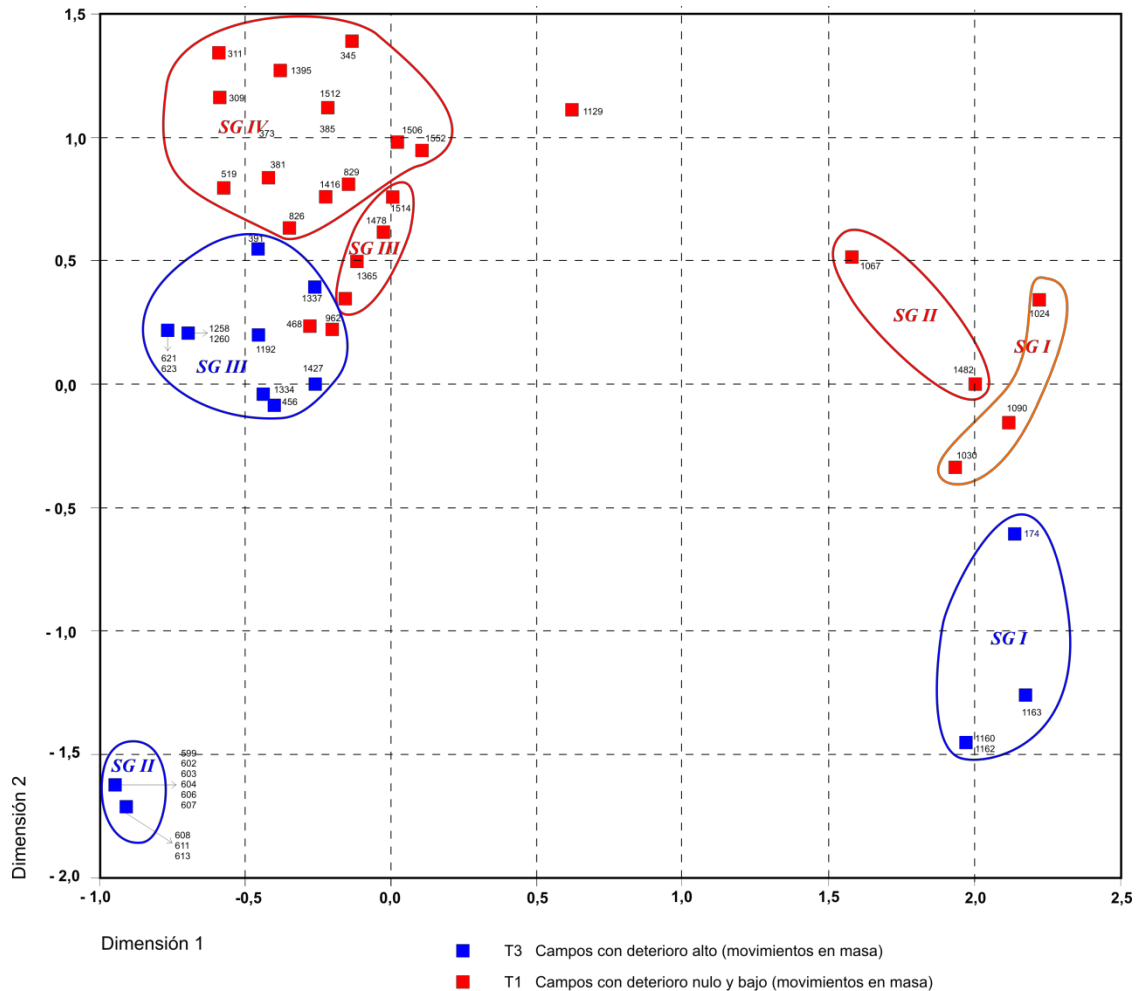


Figura V.41. Distribución de los campos parcialmente cultivados según tipos geomorfológicos (50 casos).

La estructura de este grupo se define, en primer lugar y, en la dimensión 1, por las variables geoambientales (lluvia anual y máxima diaria, litología, altitud y suelos) que, como ya se ha comentado, discriminan poco la muestra y, en la dimensión 2, fundamentalmente por el modelo de campo y el lugar que estos ocupan en la ladera. Se observan siete subgrupos de campos, de los que cuatro se corresponden con el tipo geomorfológico 1, y los tres restantes con el tipo geomorfológico 3.

Las variables que, de manera más significativa, determinan las diferencias entre los tipos erosivos de esta muestra son las que articulan la segunda dimensión, fundamentalmente, el lugar que ocupan los campos en la vertiente y los modelos de campos.

Los campos mejor conservados (tipo 1) son bancales planos e inclinados que se localizan en ladera media-baja. Las diferencias entre los 4 subgrupos observados se deben a la acción combinada de las características ambientales (costa, medianías bajas y medianías altas) y especialmente al modelo de campo y el lugar en la vertiente.

Los campos con deterioros altos (tipo 3) forman un grupo muy heterogéneo pues, entre ellos, existen los tres modelos de bancales de esta cuenca y, tienen en común su localización en ladera media-alta. Las diferencias entre los tres subgrupos se deben a la diversidad de modelos de campos, condiciones litoedáficas y de exposición entre sus componentes.

En resumen y, en lo que respecta a las variables que condicionan la limitada diversidad de estados de conservación de los campos parcialmente cultivados, lo primero que debe destacarse es que, a diferencia de los campos abandonados, las condiciones geoambientales ejercen un papel muy limitado a la hora de estructurar el comportamiento geomorfológico de los campos, no así el modelo de campo y el lugar que ocupan éstos en la ladera. Por tal motivo, el estado de conservación de los campos parece guardar cierta relación con esas dos últimas variables. El tipo geomorfológico 3, el de peor estado de conservación en esta muestra, se corresponde con bancales con superficie en pendiente y bancales tipo bulldózer en laderas altas y medias, frente a los del tipo geomorfológico 1, que son bancales con rellano plano y muro en laderas bajas.

Resulta evidente que esta muestra de campos representa un nivel moderado de aprovechamiento agrícola, en el que los propietarios de los campos cultivan sólo una parte de la superficie y que, por tanto, esa menor dedicación al aprovechamiento agrícola supone también una dejación en las tareas de conservación de las estructuras creadas para la conservación del suelo, esto es, los muros y los escarpes de los bancales. Por ello, esta muestra nos informa sobre un tipo de marginalidad condicionada por la proximidad de los núcleos urbanos, en el caso de los campos de la periferia urbana ubicados en el geoambiente de costa, o de la marginalidad que impone la peor accesibilidad a los mismos, en el caso de los campos ubicados en las medianías.

Para comprobar el grado de relación que existe entre el estado de conservación de los campos y su accesibilidad se realiza una tabulación cruzada (tabla V.18) con ambas variables, a la que se le aplica el coeficiente de contingencia. El resultado de dicho análisis muestra, en este caso, una moderada correlación entre ambas variables. Según se aprecia por las frecuencias, el 78,9% de los campos con accesibilidad baja se corresponden con los campos en peor estado de conservación de esta muestra, mientras que el 75% de los campos con alta accesibilidad se encuentra en los campos en mejor estado de conservación.

Tipo geomorfológico	Accesibilidad			Total
	Baja	Media	Alta	
1	4 16,0% 21,1%	15 60,0% 65,2%	6 24,0% 75,0%	25
3	15 60,0% 78,9%	8 32,0% 34,8%	2 8,0% 25,0%	25
Total	19	23	8	50

Coeficiente de contingencia accesibilidad-estado de conservación: 0,4136579031

Tabla V.19. Relación entre los tipos geomorfológicos la edad de abandono y la accesibilidad de los campos.

En conclusión, los dos tipos geomorfológicos, que existen en la muestra compuesta por 50 campos parcialmente cultivados, se localizan fundamentalmente en las medianías de esta cuenca. La altitud es la variable ambiental que marca las diferencias entre los tipos geomorfológicos con respecto a la primera dimensión, separándolos según umbral de 400 metros. Pero las diferencias más significativas las marcan las variables que explican la dimensión 2: el lugar que ocupan los campos en la vertiente y los modelos de campos (figura V.42). Los campos peor conservados de esta muestra, correspondientes al tipo geomorfológico 3, se localizan en medianías altas: son bancales con superficie en pendiente y tipo bulldózer, ubicados en la parte alta de las laderas con pendientes acusadas.

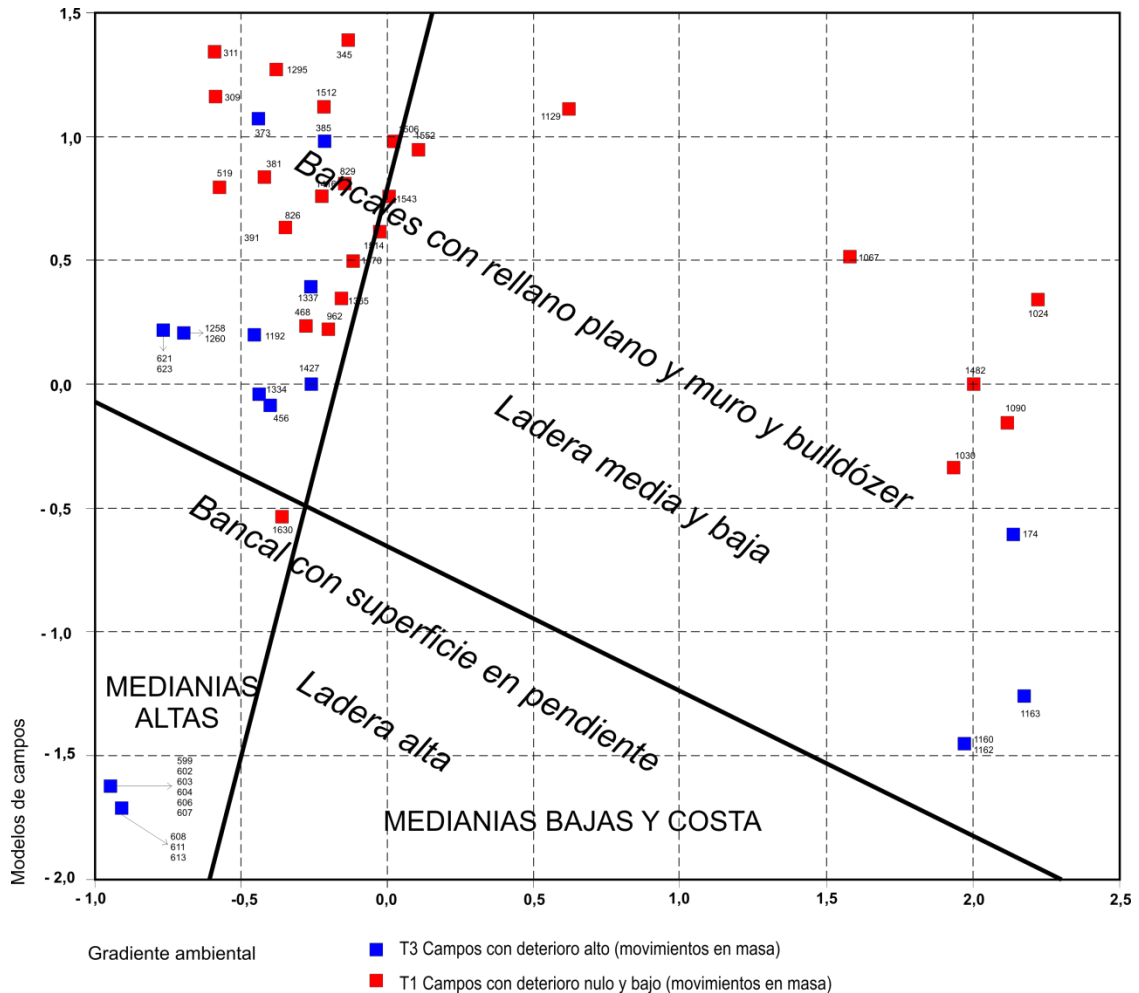


Figura V.42. Interpretación final de la estructura (muestra de campos parcialmente cultivados).

5.4.2.3. Distribución de los tipos geomorfológicos entre los campos cultivados

El grupo de campos cultivados es el más heterogéneo de los analizados (figura V.43). En él aparecen campos en buen estado (tipo geomorfológico 1), campos con arroyamiento y deterioro medio y alto (tipo geomorfológico 2), y campos con movimientos en masa y deterioros altos (tipo geomorfológico 3). Por razones obvias no existen campos con deterioros muy altos. Dominan los bancales con rellano plano y muro, son escasos los bancales con superficie en pendiente y muro, y lo más destacable es la existencia de bancales tipo bulldózer, asociados a deterioros medios y altos, dentro del tipo geomorfológico 2.

Las variables ambientales más significativas que estructuran esta muestra en la primera dimensión son la litología y los suelos; mientras que la pendiente de la ladera, el modelo de campo y, en menor medida, el grado de actividad de los procesos, hacen lo propio en la segunda dimensión.

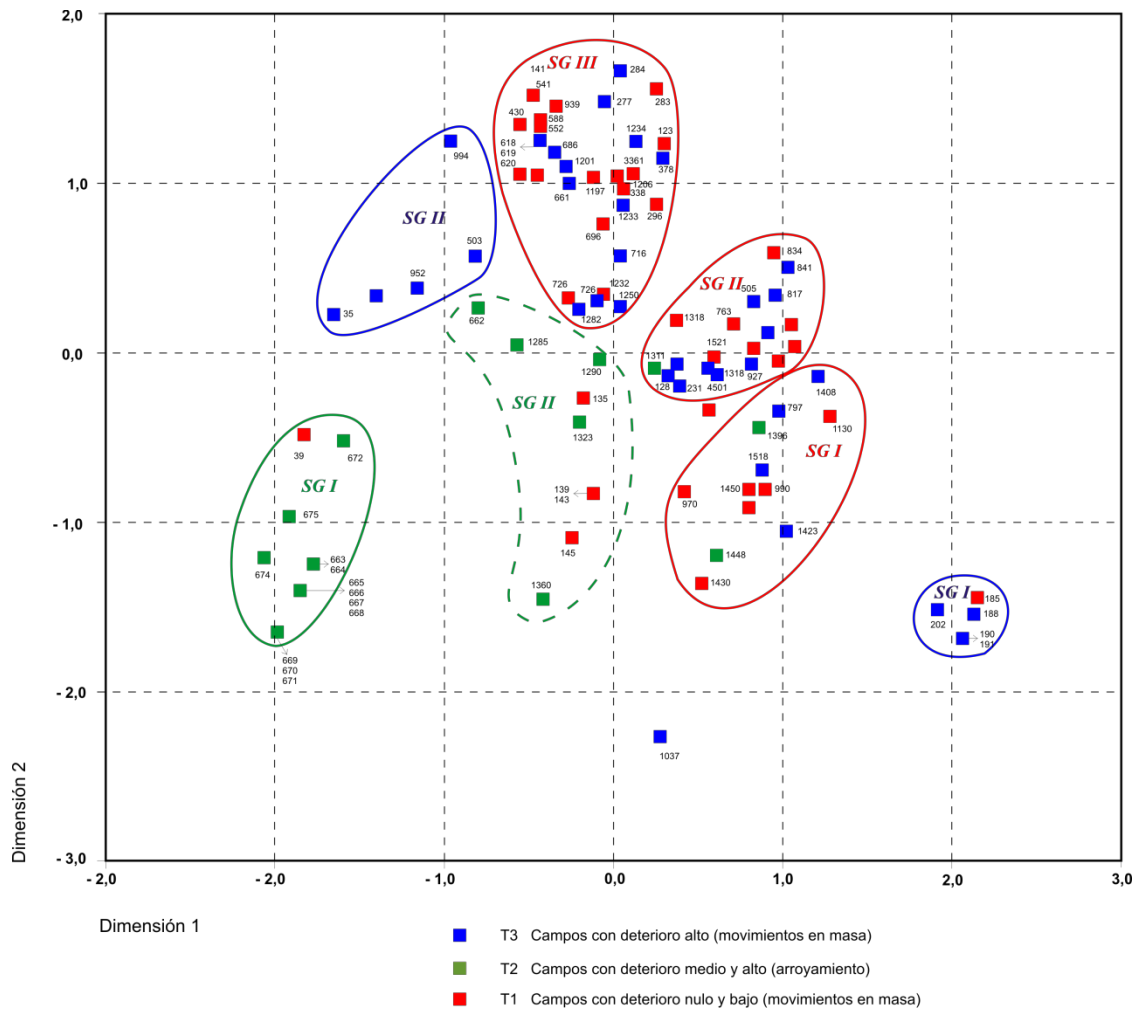


Figura V.43. Distribución de los campos cultivados según tipos geomorfológicos (100 casos).

La proximidad de la mayoría de los casos (tipos geomorfológicos) al cero de las dos dimensiones dificulta sobremanera la identificación de subgrupos dentro de los tipos geomorfológicos. Además permite comprobar que las variables ambientales no son las que más pesan en el estado de conservación de los campos, en la medida que éstos siguen en explotación.

El análisis de estos campos que permanecen en explotación permite identificar el abandono de las medidas de conservación de los campos, las malas prácticas agrícolas, y la reciente incorporación al paisaje agrícola en vertientes de un modelo de campo de cultivo: los bancales realizados con maquinaria pesada, denominados "bulldózer". Con su construcción se modifican sustancialmente las características topográficas e hidrológicas de las vertientes y, además, en la mayoría de los casos, carecen de medidas de protección de sus taludes. Son pues campos muy vulnerables a la erosión que suelen construirse en suelos jóvenes y minerales, con baja estabilidad de sus agregados y, por tanto, con alta erodibilidad, en los que además el tipo de cultivo (la vid) al que se dedican presenta una escasa cobertura de protección del suelo frente a la erosión.

Un hecho destacable es la proximidad de campos en buen estado a otros en mal estado de conservación, lo que corrobora la idea de que el estado de conservación, en este caso, se halla poco condicionado por las variables ambientales y si por variables relacionadas con la gestión humana de los mismos.

Se observan siete subgrupos de campos, tres correspondientes al tipo geomorfológico 1; dos para el tipo geomorfológico 2, e igual número para los campos del tipo geomorfológico 3.

Los campos en buen estado de conservación del tipo geomorfológico 1 son el grupo más heterogéneo de esta muestra, pues están presentes en todos los geoambientes de la cuenca, aunque con mucha mayor frecuencia en medianías bajas y altas y, aunque existen diversos modelos de campos, predominan los bancales con rellano plano y muro. Se identifican tres subgrupos cuyas diferencias derivan de la pendiente de las vertientes y de sus características litoedáficas.

Los campos con deterioro medio-alto y arroyamiento, tipo geomorfológico 2) son bancales con superficie en pendiente y muro y bancales bulldózer localizados en medianías altas y situados en laderas con pendientes superiores a los 20°. Se identifican dos subgrupos en función de sus características litológicas.

Por último, los campos con deterioro alto y movimientos en masa (tipo geomorfológico 3) son bancales con rellano plano y muro. Lo componen un número

reducidos de campos y, según su localización altitudinal, la pendiente de las vertientes y sus características litológicas se identifican dos subgrupos.

Finalmente, en la muestra de campos cultivados, los 100 campos se agrupan en torno a los geoambientes en la dimensión 1, y en torno a los valores de pendiente de la ladera y el modelo de campo en la dimensión 2 (figura V.44). Entre los campos cultivados, los que se encuentran en peor estado de conservación son los campos pertenecientes al tipo geomorfológico 2, en los que predominan los bancales bulldózer en pendientes muy acusadas, y localizados en medianías altas.

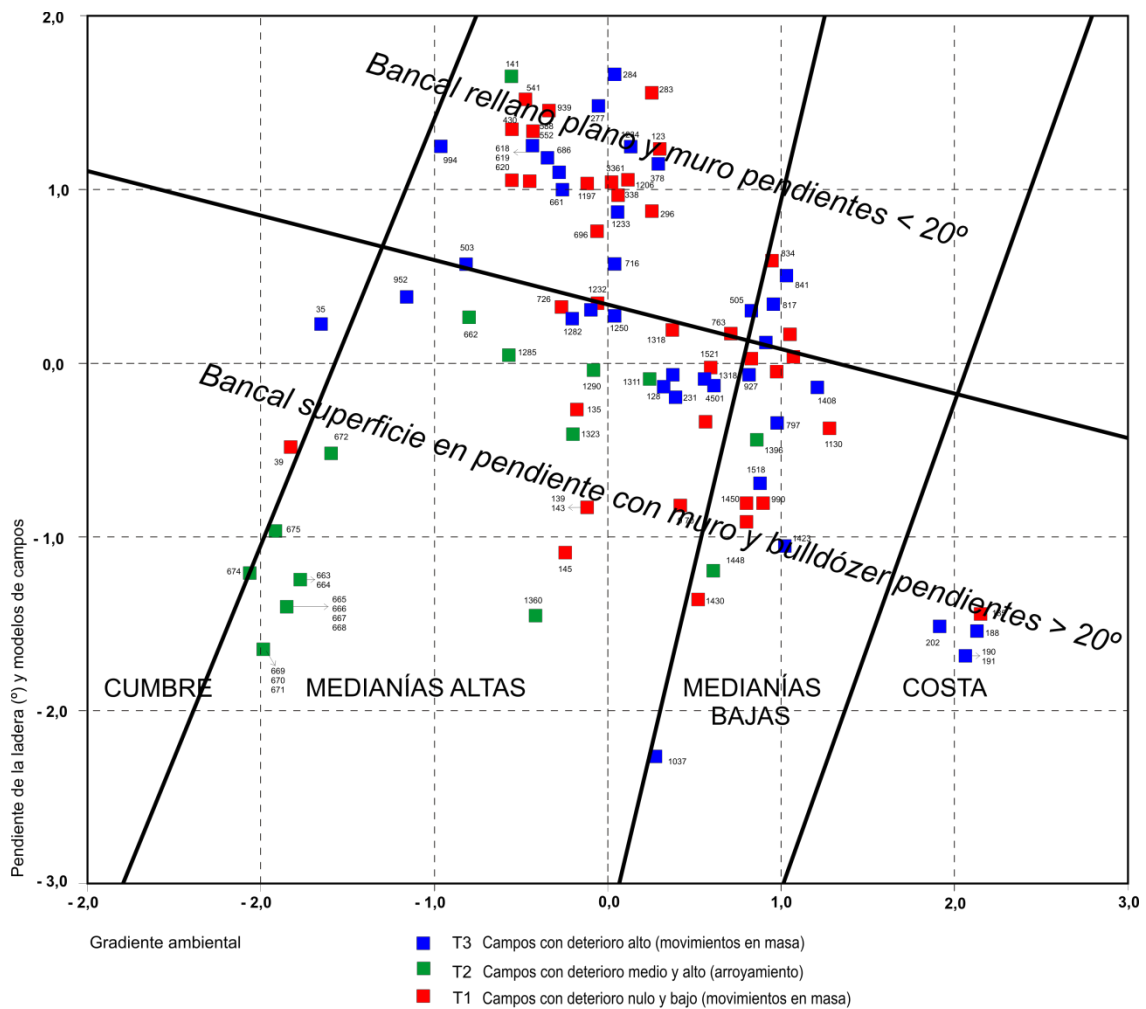


Figura V.44. Interpretación final de la estructura (muestra de campos cultivados).

5.4.3. Analogías y diferencias entre los tipos geomorfológicos según su grado de explotación

Las tres muestras presentan una estructura común, en la que las variables geoambientales (suelo, litología, altitud, precipitaciones máximas diarias y totales anuales) organizan la primera dimensión, mientras que las variables relativas a la vertiente (lugar ladera, pendiente), a la morfología de los campos (modelos de campos) y a los procesos (actividad de los procesos de erosión) hacen lo propio en la segunda dimensión. Pero existen diferencias entre las variables que condicionan los cuatro estados erosivos según sea su grado de explotación. Así, en los campos abandonados, son las variables ambientales en combinación con los modelos de campos, las que marcan las diferencias entre campos en buen y mal estado de conservación; mientras que en los campos que permanecen en explotación (parcial o total) son las variables relacionadas con la topografía de las vertientes (lugar en la ladera y pendiente de la misma) las que marcan las diferencias entre los tipos erosivos señalados.

Dicho esto, y dado que las tres muestras de campos analizadas parecen tener una estructura bidimensional muy parecida, cabe realizar una síntesis conjunta de las características comunes que presentan los tipos geomorfológicos en las tres bases de datos analizadas, para tratar de identificar una secuencia de estados erosivos representativa de las características de la cuenca del Guinguada.

Los campos que presentan mejor estado de conservación (tipo geomorfológico 1) son bancales con rellano plano y muro; se distribuyen por toda la cuenca y los hay en los tres grados de explotación (abandonados, parcialmente cultivados y cultivados). Se localizan en laderas con pendientes inferiores a los 20º y expuestas al ENE, ESE SE y SO, es decir, a las lluvias de moderada intensidad del régimen de alisios, o bien, al abrigo de las mismas, aunque expuestas a las ocasionales y excepcionales borrascas del SO. En los campos de este grupo que muestran signos de erosión en sus muros, éstos suelen ser desprendimientos de pequeñas dimensiones.

Los campos con deterioros medio-altos (tipo geomorfológico 2), son campos en pendiente en la muestra de campos abandonados y bancales con superficie en pendiente y muro y bulldózer, en la de los cultivados. Se encuentran en laderas de

exposición NNO, de morfología rectilínea y con valores acusados de pendiente (>20°). Los abandonados se extienden por los geoambientes de costa y de medianías bajas y altas, mientras que los cultivados se localizan preferentemente en medianías altas. En sus rellanos y taludes predominan los procesos de arroyamiento disperso y concentrado.

Los campos con deterioros altos (tipo geomorfológico 3) constituyen el grupo más heterogéneo de todos los observados, al estar compuesto por los tres modelos de bancales (plano con muro, pendientes con muro y bulldózer) de la cuenca y, por su amplia distribución por todos los geoambientes de la cuenca. Son bancales con rellano plano y muro en las muestras de campos abandonados y cultivados; y en la de campos parcialmente cultivados. Además de los señalados, también existen los tipo bulldózer. Se localizan muy especialmente en costa y medianías altas, aunque en la muestra de campos abandonados también existen casos en medianías bajas. Y, en esa misma muestra, representan el 60% de campos con abandonos medios (entre 1960 y 1992).

Por último, los campos con deterioros muy altos (tipo geomorfológico 4) son bancales con rellano plano y muro, cuyo pésimo estado de conservación está directamente relacionado con el tiempo transcurrido desde su abandono (abandonos antiguos: antes de 1960 y medios: entre 1960-1992). Presentan una localización espacial muy específica: medianías altas y cumbre. En ellos existe una gran variedad de procesos de erosión en sus muros (caídas de piedras y microdeslizamientos) y, especialmente, en sus rellanos (arroyamiento y terracillas de ganado), que resultan ser reincidentes (procesos activos y no funcionales). Se encuentran en sectores de máxima agresividad de la lluvia diaria (>100 mm/24 horas) y en laderas expuestas al NNO, cuadrante por el que suelen entrar las borrascas que producen abundantes lluvias en la isla.

Para finalizar y, a modo de reflexión final, cabe señalar que el rasgo que mejor define al actual paisaje agrícola en vertientes de la cuenca del Guinguada es su elevado contraste. Este deriva de su heterogeneidad natural y antrópica (modelos de campos y grados de explotación), de la que resulta la diversidad de estados de conservación señalados en este trabajo. Al ya mencionado mosaico de parcelas agrícolas abandonadas, se le suma la existencia de un importante número de campos que, aún

estando en explotación, presentan evidentes signos de erosión. Esa característica se explica por la combinación de dos conjuntos de variables: las características ambientales de esas vertientes y el grado de intervención humana en las mismas. Por separado, cada uno de esos factores explicaría una gran parte de la variabilidad de formas en que pueden presentarse los campos de cultivo, especialmente los abandonados.

Un primer factor de heterogeneidad viene dado por la diferente localización de las parcelas (la altitud, las lluvias, las características litoedáficas), mientras que el lugar que ocupan en la ladera y la pendiente de la misma son las variables que introducen matices diferenciadores dentro del espacio agrícola abandonado y cultivado. Un segundo factor de diferenciación lo introduce el ser humano desde el momento en que decide modificar la fisionomía y la fisiología de las vertientes, adaptándolas a sus necesidades de producción agrícola, y también cuando decide el cese del cultivo, o cuando continúa haciéndolo pero con dejación de sus labores de conservación del suelo. El modelo de campo es también otro factor de diferenciación del paisaje agrícola, en la medida en que interviene directa o indirectamente en el funcionamiento hidrogeomorfológico de las vertientes durante y después de su explotación. Otro factor de diferenciación es el que tiene que ver con la dinámica colonizadora de la vegetación, que debe adaptarse a las condiciones agroambientales de los campos tras su abandono, que condicionan la secuencia evolutiva de la sucesión natural de la vegetación. Por último, en muchas ocasiones, los campos dejan de cultivarse, pero se dedican a otras actividades humanas mejor o peor adaptadas a la potencialidad de dichas vertientes, y que intervienen en la actividad colonizadora y en la dinámica hidrogeomorfológica de los campos.

CAPÍTULO VI. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS CAMPOS DE CULTIVO

El análisis realizado en el capítulo anterior sobre las características geomorfológicas de las vertientes cultivadas del Guiniguada ha aportado los criterios necesarios para la correcta selección de campos con los que hacer el estudio geomorfológico de detalle (a escala de parcela) cuyos resultados se presentan aquí. En cada parcela se miden las variables geoecológicas implicadas en su dinámica geomorfológica y se presta especial atención a la frecuencia y dimensiones de los procesos de erosión que se activan en sus distintos sectores.

El objetivo es dimensionar los procesos de erosión en cada “tipo geomorfológico”, establecer el grado de relación entre los procesos, las variables ambientales (pendiente de la ladera, suelo, cobertura vegetal) y las humanas (modelo y dimensiones de los campos, edad de abandono y uso posterior) que intervienen en la dinámica erosiva, para finalmente identificar aquellas que repercuten más en el estado de conservación de los campos.

El capítulo se estructura en tres bloques, en los que los “tipos geomorfológicos” cobran un especial protagonismo. En el primero se analizan las características morfológicas y morfométricas de los modelos de campos que los componen, la cobertura vegetal y las características físico-químicas de los suelos. En el segundo se estudian los procesos de erosión que se activan, su tipología, frecuencia y dimensiones. Y, en el tercero y último, se identifican los factores determinantes de sus estados erosivos.

6.1. Características geoecológicas de los “tipos geomorfológicos”

En este apartado se presentan los resultados del análisis de los principales factores que condicionan la evolución geomorfológica y el estado de conservación de los campos seleccionados, atendiendo a la clasificación realizada en el capítulo anterior. En dicho análisis se tiene en cuenta la diversidad de situaciones que aparecen según su distribución espacial (según geoambientes), y el grado de aprovechamiento que presentan (en explotación o en abandono).

Cabe recordar que el tipo 1 se caracteriza por la escasa o nula presencia de movimientos en masa, con deterioro nulo o bajo. En el tipo 2 predominan los procesos de arroyamiento y presentan deterioro medio y alto. Por su parte, el tipo 3 se caracteriza por la abundancia de movimientos en masa y deterioro alto. Y finalmente, el tipo 4 presenta una gran heterogeneidad de procesos de erosión y concentra los campos que se encuentran en peor estado de conservación (deterioro muy alto).

6.1.1. Los modelos de campos y sus características morfológicas

En la cuenca del Guiniguada, como ya se ha puesto de manifiesto en capítulos anteriores, existe una gran diversidad de modelos de campos de cultivo que, según el grado de intervención humana en la ladera y, siguiendo una escala ascendente, son: campos en pendiente, bancales con superficie en pendiente y muro y los bancales con rellano horizontal y muro.

El modelo de campo que ocupa una extensión superficial mayor es el de los bancales. Estos ocupan el 46,7% de la superficie de la cuenca, y representan el 64,5% de la superficie cultivada (tabla VI.1). Y, entre ellos, el más frecuente es el que presenta rellano horizontal y muro de piedra seca.

Modelos de campos	Superficie (Km ²)	% superficie de la cuenca	% Superficie cultivada
En llano	2,96	4,6	6,3
En pendiente	13,77	21,2	29,2
En bancales	30,36	46,7	64,5
Total superficie cultivada	47,09	72,4	% superficie cultivada de la cuenca
Superficie de la cuenca	65,00	100	72,4

Tabla VI.1. Superficie cultivada según modelos de campos en la cuenca del Guiniguada.

Por el contrario, los campos en pendiente son poco frecuentes (21,2% de la superficie de la cuenca y el 29,2% de la superficie con dedicación agrícola). Están asociados a dos tipos de cultivos: los tomates en la costa, y la vid en medianías bajas y altas. Además se localizan sobre sustratos altamente erosionables. Los tomates se cultivaron en vertientes con pendientes acusadas sobre sustrato sedimentario (Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas) (figura VI.1), y la vid en vertientes tapizadas por mantos de piroclastos o sobre conos volcánicos (figura VI.2). Por su parte, los bancales con rellanos en pendiente se dedicaban al cultivo de los cereales en el sector de

cumbres (figura VI.3). A excepción de la vid, los otros cultivos reseñados han sido abandonados desde muy antiguo (antes de la década de los 60 del siglo XX). Esos dos modelos de campos responden a un proceso de ocupación marginal de las vertientes, sobre las que apenas se adoptan medidas de conservación de suelos. Éste es el caso de los bancales con superficie en pendiente a los que se les adosa una pequeña pared de piedras en su parte inferior. Ésta contribuye a frenar la tendencia natural a la caída del pequeño desmonte practicado en la vertiente.



Figura VI.1. Campos en pendiente sobre Formación Detrítica de Las Palmas. Antiguos cultivos de tomates en la costa (Barranco de la Calderina).



Figura VI.2. Campos en pendiente sobre piroclastos. Cultivo de vid en medianías altas (Hoya Navarro).



Figura VI.3. Bancales con superficies en pendiente y muro. Cultivos de cereales en cumbre (Cabecera del Barranco de La Mina).

En los bancales planos se cultiva una gran variedad de cultivos, con una distribución espacial marcada por las variaciones ambientales que marca la altitud. El más extendido en este modelo de campo es la papa, aunque también están presentes frutales de diferentes procedencias (plátanos, cítricos y árboles frutales templados) y hortalizas.

La distribución espacial de los modelos de campos en vertientes, al igual que sucede en otros territorios (Pirineos y Sistema Ibérico), responde al nivel de inversión de trabajo de los mismos y a las características edáficas de las vertientes (Lasanta, 1997). Los campos, en los que la intervención humana de las vertientes es reducida (campos en pendiente y bancales con superficies en pendiente) se localizan lejos de los núcleos de población, o sobre suelos poco profundos y pedregosos. Por el contrario, los que requieren mayor inversión de capital humano lo hacen en las proximidades de los pueblos y los suelos más fértiles. Este último es el caso de los bancales con rellano horizontal y muro. No obstante, cabe añadir que, incluso dentro de este último modelo de campo, existen sustanciales diferencias (dimensiones, colonización vegetal, suelos) según el tipo de cultivo (mayor o menor capitalización), y las características ambientales de su emplazamiento.

La primera característica a destacar es que los modelos de campos difieren de unos tipos geomorfológicos a otros. En los tipos 1 y 3 sólo existen bancales con rellano plano y muro, mientras que en los tipos 2 y 3 los campos son más diversos. Entre los del tipo 2 predominan los que están en pendiente, acompañados de un reducido número de bancales con rellanos en pendiente y muro. Y, entre los del 4, existen bancales planos con muro y con superficies en pendiente y con muro.

Los bancales con rellano plano y muro reciben diversas denominaciones entre las que destacamos: "andenes"¹, "bancales horizontales" (Hudson, 1982), "terrazas de banco" y "terrazas de perfil argelino" (Gisbert *et al.*, 2012). Se puede considerar que todos los

¹ Algunos investigadores diferencian entre andén y terraza, relacionado con riego, pendiente y los materiales utilizados en la construcción. Así, los andenes son plataformas horizontales con muros de piedra y riego, mientras que las terrazas tienen mayor pendiente y no necesariamente con muros de piedra (Gonzalez de Olarte y Trivelli, 1999).

bancales del Guinguada son terrazas de absorción², pues lo que se pretende con su construcción es, además de ampliar la superficie agrícola útil (escasez de superficies llanas), recoger el máximo volumen de agua de lluvia por infiltración. En ellos no se ejecutan sistemas de derivación de las aguas de escorrentía, como sí sucede en otros territorios abancalados. Este último aspecto demuestra el grado de eficacia de los bancales canarios en la regularización hidrológica de las vertientes (defensa frente a las escorrentías superficiales), característica compartida con otros territorios abancalados, tal y como se señala a continuación:

A diferencia d'altres zones abancalades, al Montgó i a altres llocs de la Comarca, els bancals es disposen paralelament seguint les corbes de nivell, sense més artificis, podent-se parlar de d'una escassesa d'infraestructures destinades a la conducció hídrica (Ap. IV.4), Aquesta carencia, que sembla indicador de la poca necessitat d'aquests annexes, bé per la situació que ocupen (vessants), o bé pel seu format (estret), ens fa pensar en la Terrassa mateixa com a peça principal en la defensa davant l'escorrentia, confiant en la seva funció retenidora, i una vegada superada aquesta capacitat, com a tributaria de caire dispersor: així no obstant, aquesta eficàcia escampadora va minvant conforme el deteriorament dels bancals avança (Rodríguez-Aizpeolea, 1990:48)

La anchura de los rellanos, y la altura de los muros, son las características morfométricas de los campos abancalados que guardan más relación con los procesos de erosión, y con la recolonización vegetal tras el abandono. La anchura de los rellanos aporta información acerca de la longitud de los movimientos de tierra efectuados durante su construcción, y además es un parámetro útil para valorar la vulnerabilidad erosiva de las vertientes. El incremento de sus dimensiones supone el descenso en la capacidad de infiltración de los mismos (eficacia antierosiva de las terrazas), el aumento de la acción de la escorrentía superficial y, por ello, también la conectividad hidrológica de las tierras de cultivo con el sistema fluvial (Rodríguez-Aizpeolea, 1990; Ramos y Porta, 1997; Cammeraat, 2004; Ramos *et al.*, 2007; Lesschen *et al.*, 2007 y 2008; Bellin *et al.*, 2009; Solé-Benet *et al.*, 2010). En nuestro caso, los bancales de los tipos geomorfológicos 1 y 3 presentan valores de anchura de sus rellanos moderados, esto es, entre los 10,8 m. los del tipo 3 y los 12,6 m., los del tipo 1. La anchura de los rellanos y la altura del muro están muy condicionados por la

² Las terrazas de absorción son terrazas construidas a nivel con el objetivo de retener y acumular la escorrentía en el canal para facilitar la infiltración del agua y la acumulación de sedimentos (Gisbert *et al.*, 2012).

pendiente general de la ladera, siendo los bancales más anchos y los más altos, los más vulnerables frente a la erosión. La altura media de los muros de los tipos citados es también moderada (2,5 metros).

Algunos autores llegan a definir los umbrales críticos de anchura de los rellanos de los bancales en relación con la pendiente de la ladera, aquellos a partir de los cuales la erosión del suelo se vuelve demasiado intensa. Éstos reciben el nombre de umbrales de "tolerancia de pérdida de suelo" (T-valor) y algunos autores proponen, para sus áreas de estudio, las anchuras recomendables atendiendo no sólo a la pendiente de la ladera sino también a la profundidad de los suelos y a las características pluviométricas locales (Ramos y Porta, 1997).

La anchura del rellano del bancale también condiciona la dinámica recolonizadora post abandono. Es un factor favorable en tanto que acelera el proceso recolonizador (Padilla, 1998), cuando se trata de parcelas estrechas (<3 m) y con muro de piedra desde donde se dirige el avance recolonizador hacia el frente de las mismas. Por el contrario, en parcelas con rellanos anchos, la recolonización vegetal es mucho más lenta, siendo su fuente de alimentación (suministro de semillas) las formaciones vegetales aledañas. Por lo general, en los bancales se pueden distinguir sectores según el grado de cobertura vegetal, siendo el pie de los muros donde se alcanzan los máximos y el frente del bancale (menor espesor edáfico y suelo más compactado por el tránsito) donde se localizan los mínimos.

En la bibliografía sobre sistemas de conservación de suelos aparecen muchas reseñas en las que se menciona la relación de este modelo de campos con las pendientes de las laderas. En estas referencias se fijan umbrales máximos de pendiente para su localización, según sea la técnica constructiva empleada. De este modo, el de 20° es el establecido para terrazas construidas con maquinaria; 25° para las construidas a mano y hasta 30° para las terrazas de huerto intermitentes (Hudson, 1988 y Sheng, 1990).

Atendiendo a las dimensiones de los campos (rellanos y muros) estudiados, cabe destacar que los bancales, con rellano plano y muro de los tipos 1 y 3, presentan unos valores medios de dimensiones de rellano y de muro muy similares, con rellanos rectangulares (superficie útil) que oscilan entre los 692,1 m² en el tipo 1 y los 783,7 m² en el tipo 3 (tabla VI.2). Las superficies de paramentos varían entre los 127,4 m² y los 166,6 m² respectivamente. Son pues bancales de tamaño algo superior a los situados

en los valles de Leza y Jubera (Sistema Ibérico riojano), en los que predominan los bancales (81% de los casos) con una superficie que ronda los 500 m² (Arnáez *et al.*, 1992 y 1993).

T 1	Rellano			Muro		
	Longitud m.	Anchura m.	Superficie m ²	Longitud m.	Altura m.	Superficie m ²
Media	51,6	12,6	692,1	54,5	2,4	127,4
Desviación Típica	22,8	5,6	473,4	25,8	1,1	75,7
Coefficiente de Variación	44,2	44,8	68,4	47,3	47,7	59,5
Mínimo	16,0	5,0	94,4	14,6	0,9	18,0
Máximo	117,0	28,0	1766,7	132,3	5,5	354,4
T 3	Longitud m.	Anchura m.	Superficie m ²	Longitud m.	Altura m.	Superficie m ²
Media	62,7	10,8	783,7	62,4	2,4	166,6
Desviación Típica	31,6	4,3	761,0	33,7	1,1	152,8
Coefficiente de Variación	50,3	40,2	97,1	54,1	46,5	91,8
Mínimo	18,3	4,0	73,8	5,3	1	31,8
Máximo	165	22	3630	165	5	638,6

Tabla VI.2 Dimensiones de los campos de los tipos geomorfológicos 1 y 3.

Pero esos valores medios enmascaran la gran disparidad de medidas que presentan los bancales planos con muro en esta cuenca, marcadas por las características topográficas de las vertientes (pendiente y longitud), el tamaño de las explotaciones agrícolas y su grado de capitalización.

A partir del análisis comparativo de las características morfométricas de los bancales planos con muro de los tipos geomorfológicos 1 y 3, según geoambientes, se observa en ambos casos que, los muros más altos y los rellanos más anchos se localizan en la costa, (con alturas medias que rondan los 3,5 m. y máximas, los 5,25 m. y anchura de rellanos de 12 m.) y, los de menores dimensiones, lo hacen en la cumbre (con alturas medias de muros de 1,6 m.).

Por su parte, en los campos en pendiente, y en los bancales con superficies en pendiente y muro (característicos de los tipos geomorfológicos 2 y 4), la pendiente y la longitud de los rellanos son las variables morfométricas con mayor incidencia en los procesos de erosión tras su abandono. Ambas actúan conjuntamente favoreciendo un

mayor gradiente hidráulico y la consecuente movilización de sedimentos con las escorrentías.

Los campos en pendiente (exclusivos del tipo 2) presentan una forma rectangular (superficie útil media de 2.132 m²), con longitud media de los rellanos de 60,8 m. y pendiente media de 19,5° (tabla VI.3). Los bancales con superficies en pendiente de este mismo tipo geomorfológico (situados únicamente en la cumbre), presentan una superficie útil mucho más modesta, y una pendiente media de sus rellanos inferiores a las de los campos en pendiente (183,2 m² y 14,3° respectivamente). Por último, sus muros son de reducidas dimensiones (1,6 m. de altura media).

Y, en el tipo 4, formado sólo por bancales, los de rellano horizontal y muro son más numerosos y de mayores dimensiones (rellanos y muros) que los de superficie en pendiente y muro de esta muestra (tabla VI.3). También existen diferencias en cuanto a su distribución espacial, pues los horizontales se localizan en la costa y en medianías bajas mientras que los inclinados lo hacen en medianías altas y cumbres.

T 2	Rellano								Muro				
	Longitud m.		Anchura m.		Superficie m ²		Pendiente (°)		Longitud m.	Altura m.	Superficie m ²		
Campo	CP	BSP	CP	BSP	CP	BSP	CP	BSP	BSP	BSP	BSP		
Media	60,8	27,0	37,2	6,7	2132,1	183,2	19,5	14,3	29,1	1,6	45,5		
D.T.	15,1	6,5	13,9	2,8	552,3	96,5	4,0	4,5	8,0	0,1	13,6		
C.V.	24,8	23,9	37,5	41,8	25,9	52,6	20,6	31,5	27,6	3,3	29,8		
Mínimo	35,0	19,7	22,0	5,0	1342,0	99,9	14,7	9,8	22,3	1,5	35,0		
Máximo	80,0	32,0	70,3	9,9	3539,4	288,9	25,0	18,8	38,0	1,6	60,8		
T 4	longitud m		anchura m		superficie m ²		pendiente (°)	longitud m		altura m		superficie m ²	
Campo	BRH	BSP	BRH	BSP	BRH	BSP	BSP	BRH	BSP	BRH	BSP	BRH	BSP
Media	79,2	28,7	8,6	8,5	696,2	250,8	19,0	83,4	31,0	2,2	1,4	179,7	44,0
D.T.	21,4	7,2	2,4	2,3	311,4	106,0	3,5	22,5	7,8	0,5	0,5	55,6	14,3
C.V.	27,0	25,2	27,5	27,5	44,7	42,3	18,5	26,9	25,2	22,5	32,1	30,9	32,4
Mínimo	52,6	20,5	5,3	5,3	322,6	108,7	14,6	52,6	21,1	1,5	1,0	92,1	21,1
Máximo	105,0	39,8	11,7	10,8	1174,4	390,0	22,5	116,1	42,0	3,0	2,0	257,4	57,4

Nota: Sombreado amarillo las características de los 3 bancales con superficie en pendiente en el tipo 2 y 5 bancales del mismo tipo entre los del tipo 4.

CP: cultivos en pendiente; BSP: bancales con superficie en pendiente y BRH: bancales con rellano horizontal; D.T.: desviación típica; C.V.: coeficiente de variación

Tabla VI. 3. Dimensiones de los campos de los tipos geomorfológicos 2 y 4.

Los bancales con rellano plano y muro pertenecientes, al tipo 4 son más estrechos (ancho de rellano: 8,6 m), y la altura de los muros (2,2 m) es ligeramente inferior a la de ese mismo modelo de campo en los tipos geomorfológicos 1 y 3.

Por último, los bancales con superficies en pendiente del tipo 4 presentan rellanos más largos (longitud media: 28,7 m) que los del tipo 2 además, de poseer pendientes algo más pronunciadas (19° de promedio). En cambio, no se aprecian diferencias significativas en la altura de los muros con el grupo 2. De ello se deduce que la longitud y la pendiente de los rellanos son los parámetros morfométricos que pueden contribuir a su peor estado de conservación.

Por último, cabe mencionar que también se aprecian diferencias en las características morfométricas, según geoambientes, entre los modelos de campos que pertenecen a los tipos geomorfológicos 2 y 4. Por ejemplo, entre los campos en pendiente (tipo 2), los de mayores dimensiones y pendientes más acusadas (valores medios) se encuentran en medianías bajas, con 2.454,5 m² de superficie y 25° de pendiente y los más pequeños y con pendientes más suaves, se hallan en la costa, con 1.783,7 m² y 15,8° respectivamente. Entre los bancales con rellano en pendiente y muro (tipo 4) los rellanos más grandes y anchos (773,4 m² y 10,2 m respectivamente), y con los muros más largos (85,7 m), se encuentran en la costa; pero los que muestran mayor superficie y altura media de muros edificados se hallan en medianías bajas, con 185,1 m² y 2,4 m respectivamente.

Por último resulta interesante destacar que, en este último grupo (tipo 4), existen bancales con rellano plano cuyos muros se asientan sobre escarpes rocosos expuestos a los agentes erosivos, cuestión que puede contribuir a la desestabilización de los mismos (figura VI.4).



Figura VI.4. Bancales de rellano plano con muros sobre escarpes rocosos (Formación Detrítica de Las Palmas). Barranco Seco.

6.1.2. La cobertura vegetal de los campos según los tipos geomorfológicos

En este apartado del trabajo se presentan los valores promedio y según geoambientes, de la cobertura vegetal de cada uno de los tipos geomorfológicos de campos abandonados. Este factor se cuantifica por estratos y en total. En general y, para los cuatro tipos geomorfológicos, se aprecia que la cobertura vegetal total promedio de todos los campos muestreados supera el umbral crítico del 30% por debajo del cual la eficacia antierosiva de la cobertura vegetal disminuye exponencialmente (Thornes, 1990 y García-Fayos, 2004).

Los campos que cuentan con la mayor protección vegetal son los que, a su vez, presentan un mejor estado de conservación, el tipo geomorfológico 1, con el 83,1% de cobertura total media (tabla VI.4). En cambio, llama la atención el elevado valor de cobertura vegetal total que presentan los campos del tipo geomorfológico 4, que son los más deteriorados de todos los muestreados, con un 73,6%, de media. Y también resulta, cuanto menos llamativo que los campos que componen el tipogeo 3, que son bancales con rellano plano y muro y, supuestamente, con mayor espesor edáfico y

acopio de humedad y nutrientes, presenten una menor cobertura vegetal que los del tipo 2, en los que dominan los campos en pendiente, de suelos inestables y/o delgados.

Tipo 1	Total	Herbáceo	Subarbusitivo	Arbustivo	Arborescente
Media	83,1	70,0	13,0	13,5	8,2
Desviación Típica	22,0	33,9	22,4	16,1	16,4
Coefficiente de Variación	26,5	48,4	172,5	118,6	200,6
Mínimo	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	100,0	100,0	70,0	45,0	55,0
Tipo 2	Total	Herbáceo	Subarbusitivo	Arbustivo	Arborescente
Media	66,1	60,1	25,6	5,8	0,9
Desviación Típica	25,7	33,7	28,4	11,2	2,3
Coefficiente de Variación	38,9	56,0	111,3	193,7	260,5
Mínimo	10,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	90,0	90,0	70,0	30,0	7,0
Tipo 3	Total	Herbáceo	Subarbusitivo	Arbustivo	Arborescente
Media	64,8	61,9	8,4	9,7	3,8
Desviación Típica	28,1	28,3	12,6	10,0	8,8
Coefficiente de Variación	43,4	45,7	149,9	103,7	229,3
Mínimo	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	100,0	100,0	40,0	30,0	30,0
Tipo 4	Total	Herbáceo	Subarbusitivo	Arbustivo	Arborescente
Media	73,6	66,1	21,8	5,0	0,0
Desviación Típica	28,1	32,1	29,7	6,0	0,0
Coefficiente de Variación	38,1	48,6	136,7	120,6	0,0
Mínimo	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	100,0	100,0	80,0	20,0	0,0

Tabla VI.4. Cobertura vegetal (%) total y por estratos de los campos abandonados por tipos geomorfológicos.

Las diferencias señaladas pueden deberse a la edad de abandono de los campos de los tipos geomorfológicos 2 y 4, entre los cuales dominan los abandonos antiguos (antes de 1960). Por tanto, el proceso de recolonización vegetal se encuentra en un estadio más avanzado.

Por otra parte, en los cuatro tipos geomorfológicos destaca la cobertura de la vegetación del estrato herbáceo, con valores promedio que oscilan entre el 70% en el tipo 1 y el 60,1% en el tipo 2. Se trata, en su mayoría, de especies de flora arvense y ruderal que se instalan como nitrófilas primicolonizadoras de los espacios agrícolas abandonados y muy antropizados.

En los tres estratos vegetales restantes sí que se aprecian notables diferencias entre los grupos geomorfológicos clasificados. Así el estrato subarbusitivo (0,5 – 1m) cubre más superficie en los campos con rellano en pendiente que conforman los tipos

geomorfológicos 2 y 4, con valores que oscilan entre el 21,8% del tipo 4 y el 25,6% del tipo 2; que en los bancales con rellano plano de los dos tipos geomorfológicos restantes. En estos dos últimos casos, la cobertura media del estrato subarbustivo oscila entre el 13% del tipo 1 y el 8,4% del tipo 3.

El cortejo florístico varía en función de los geoambientes, de las condiciones específicas de los campos, y de las comunidades vegetales próximas, pero, en general, se trata de especies arbustivas de sustitución propias de medios degradados (*Launaea arborescens*, *Artemisia thuscula*), introducidas (*Agave americana*, *Opuntia maxima*) o de estadios regresivos de las formaciones vegetales primitivas (*Euphorbia regis-jubae*, *Euphorbia balsamífera*, *Bituminaria bituminosa*, *Teline microphylla*, *Sonchus oleracens*, *Aeonium arboreum*, *Salvia canariensis*, *Kleinia neriifolia*, *Rumex lunaria*, *Pteridium aquilinum*). Por último, la vegetación de porte superior al metro de altura cubre, en los cuatro tipos geomorfológicos y, en valores promedio, una superficie mucho más exigua que la correspondiente a los estratos inferiores.

En el caso concreto de los campos en bancales se comprueba lo señalado en párrafos anteriores, esto es, la desigual distribución de la vegetación en los distintos sectores del campo, siendo máxima en el pie del muro del bancale superior. La cercanía a los muros de especies arbustivas y arbóreas incrementa el riesgo de desplome de los mismos (figura VI.5). Además hay determinadas especies que son indicadoras de la humedad edáfica (cañas a pie de muro) (figura VI.6) e inestabilidad de la capa superficial del suelo, debida a la activación de pequeños movimientos en masa (reptación).



Figura VI.5. Especies arbustivas y arbóreas desestabilizando muros de bancales.



Figura VI.6. Especies indicadoras de humedad edáfica (*Arundo donax* a pie de muro).

Por otra parte, el análisis de la cobertura vegetal de los tipos geomorfológicos según los geoambientes permite deducir que, en el caso de los campos en bancales de rellano plano (tipos 1 y 3), la cobertura total se incrementa con la altitud (figura VI.7), situándose entre el 48,3-56,7% en la costa, y entre el 79,3 y el 100% en la cumbre. Ese incremento de la cubierta protectora vegetal con la altitud es mayor en los bancales que se encuentran en buen estado (tipo 1), frente a aquellos que presentan importantes huellas de movimientos en masa en sus muros (tipo 3). Ambos tipos geomorfológicos también tienen en común el predominio de la cubierta de herbáceas en sus rellanos (figura VI.8).

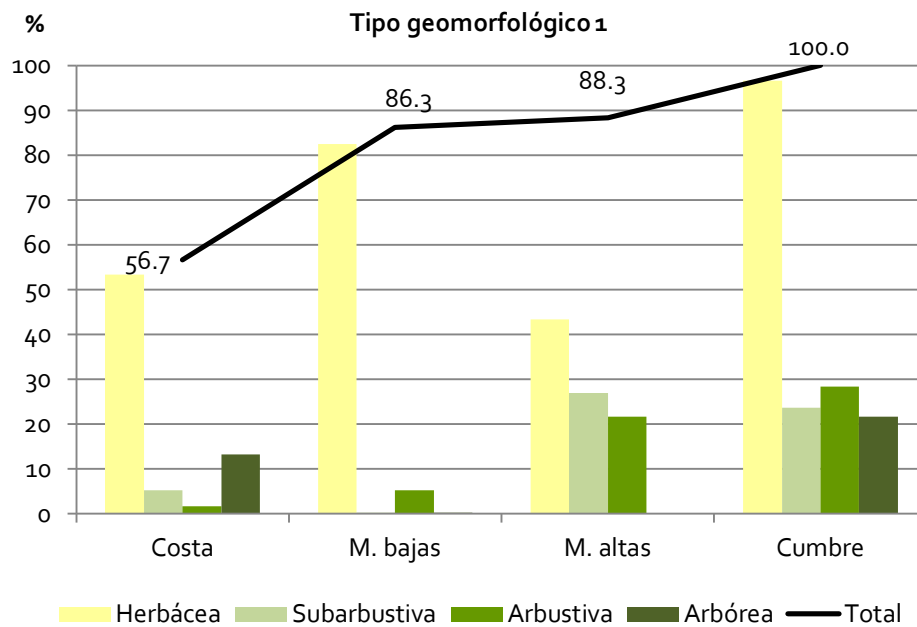


Figura VI.7. Cobertura vegetal del tipo geomorfológicos 1 por geoambientes.

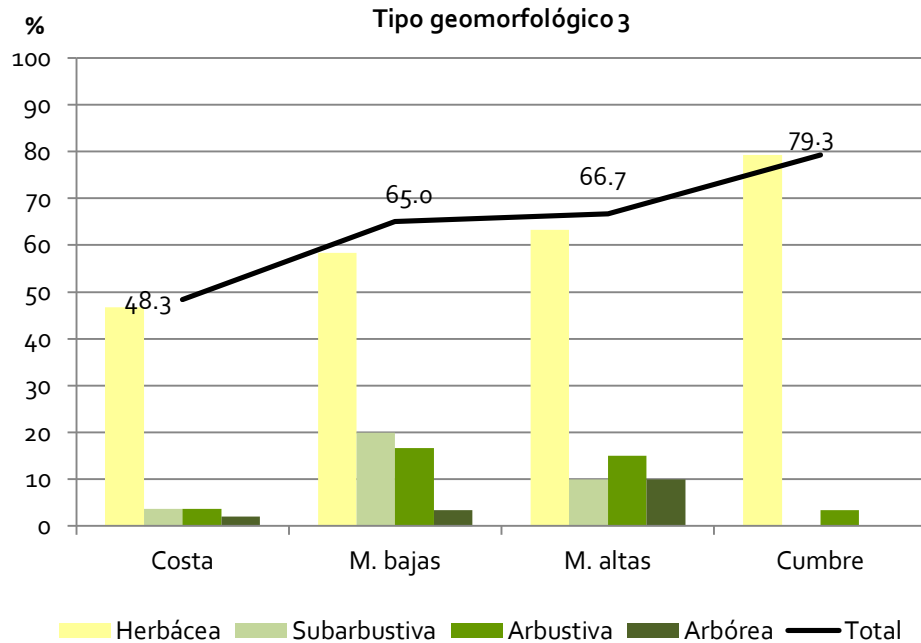


Figura VI.8. Cobertura vegetal del tipo geomorfológico 3 por geoambientes.

En el caso de los campos con rellanos en pendiente, el incremento de la cubierta vegetal con la altitud experimenta una inflexión en el geoambiente de cumbres e incluso, para el caso de los campos que se encuentran en peor estado de conservación (tipo 4), son los campos situados en medianías bajas los que muestran una mayor presencia vegetal, fundamentalmente de los estratos herbáceo y subarbusativo (figura VI.9).



Figura VI.9. Cobertura vegetal de los tipos geomorfológicos 2 y 4 por geoambientes.

La razón de estos cambios habrá que buscarla en factores relacionados con el tipo de sustrato, o incluso en el uso posterior al abandono de esos campos, como son el ramoneo o pastoreo de buena parte de los situados en medianías altas y, fundamentalmente, en la cumbre.

6.1.3. Las características físicas y químicas de los suelos

En este apartado se presentan los resultados del análisis de algunas variables edáficas que intervienen directa, o indirectamente, en la vulnerabilidad erosiva (*erodibilidad* o *erosionabilidad*) de los campos analizados. Aunque la erosión es la forma de degradación edáfica objeto de estudio, cabe señalar que ésta se encuentra estrechamente relacionada con otras que derivan de la mala gestión de los suelos durante su explotación agrícola o tras su abandono, como se aprecian en algunos de los campos analizados. Entre ellos destacan los procesos de sodificación (riego con aguas salinas y sódicas), la pérdida de nutrientes (abuso de los monocultivos), así como la compactación y sellado de los poros del suelo, y el consiguiente descenso de su capacidad de infiltración, sobre todo si se produce pastoreo posterior al abandono agrícola.

Como se indica en el capítulo III de esta tesis, la cuenca del Guinguada posee una diversidad de tipos de suelos propia de las islas más montañosas de Canarias generada por el relieve (altitud, exposición, pendiente), la diversidad de condiciones bioclimáticas y por la heterogeneidad de materiales litológicos (Fernández-Caldas *et al.* 1982; Rodríguez-Rodríguez *et al.* 1993 y Rodríguez-Rodríguez y Mora, 2000). Existe una marcada secuencia altitudinal en la distribución de los tipos edáficos y de algunas de sus cualidades: su fertilidad, los tipos de degradación y de erodibilidad (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2003, 2011; Arbelo *et al.*, 2006 y Guerra, 2009). Así, por ejemplo, en la vertiente sur de la isla de Tenerife el gradiente altitudinal de erodibilidad, disminuye de costa a cumbre³ (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2003). Y el gradiente altitudinal natural de fertilidad de los suelos es modificado por el manejo agrícola y, varía tras el abandono de los mismos. En este caso, en suelos de bancales abandonados del sur de Tenerife, los niveles más bajos de fertilidad aparecen en la costa, asociados a los abandonos más antiguos (alcalinización, salinización y sodificación); mientras que los más elevados lo hacen en las zonas más altas y con edades intermedias de abandono (textura equilibrada, pH óptimo y adecuadas proporciones de nutrientes y materia orgánica) (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011).

³ Trabajos realizados a partir de pruebas de estabilidad de los agregados por impacto de gota de lluvia y por humectación.

El análisis de los suelos de los campos muestreados comienza con el de las características físico-químicas que influyen en la estabilidad de los agregados, relacionándolo con su respuesta hidrológica ante las lluvias (infiltración, escorrentía), y concluye con aquellas otras que influyen en la fertilidad del suelo y, por tanto, en el desarrollo de la cubierta vegetal que, como es sabido, contribuye a la retención del suelo y a su estabilidad estructural.

6.1.3.1 Las características y cualidades físicas de los suelos

Por un lado, se analizan las características y cualidades físicas (clases texturales) de los suelos de los tipos geomorfológicos definidos y, por el otro, se estudia la relación que existe entre los porcentajes de las distintas fracciones y el contenido en materia orgánica y caliza.

Los suelos menos erosionables son aquellos en los que existe cierto equilibrio entre las fracciones de arcilla y arena. Según señalan Kirby y Morgan (1984), el porcentaje de arcillas que favorece la estabilidad de los agregados del suelo debe ser superior al 30-35%. Atendiendo a esto último, cabe señalar que, según los valores promedio de las fracciones texturales y, como característica común de los cuatro tipos geomorfológicos, los suelos analizados no cumplen esta condición pues son fundamentalmente arenosos (58,9 %) (tabla VI.5) y, en igual proporción, arcillosos y limosos (18,7%).

Tipo geomorfológico	Arena %	Arcilla %	Limo %	Arcilla >30% (fi)	Arcilla >30% (%)	M.O. %
1	50,4	22,2	19,7	12	24,0	2,8
2	64,5	16,7	17,5	3	10,0	1,3
3	55,0	21,5	19,6	7	14,6	2,5
4	65,6	14,6	17,8	3	12,5	2,1
Media	58,9	18,7	18,7	25	16,4	2,2

Tabla VI.5. Porcentaje medio de las fracciones texturales del suelo y de materia orgánica según los tipos geomorfológicos.

Tan solo el 16,4% de las muestras de suelo analizadas superan ese umbral de arcillas (>30%), por lo que se puede decir que el 83,6% de los suelos muestreados son, desde el punto de vista de su granulometría, muy vulnerables a la erosión; aunque dicho factor de vulnerabilidad erosiva varía según los tipos geomorfológicos detectados. Los

campos en pendiente y con predominio de arroyamiento (tipo 2) son los más vulnerables, mientras que los bancales con rellano plano y desigual grado de conservación, con movimientos en masa en sus muros (tipos 1 y 3), son los que menos.

No obstante se aprecian diferencias entre los tipos geomorfológicos. Así, los campos en bancales y en buen estado de conservación (tipo geo 1) son los que tienen mayor proporción de arcillas (22 %), seguidos de los mismos modelos de campos con deterioros medios y altos (tipo 3).

Por el contrario, los campos en peor estado de conservación (tipo 2 y 4) son los que contienen menos arcillas entre sus fracciones y son, a su vez, los más arenosos y menos orgánicos. Estos últimos son campos en los que la pendiente de sus superficies es acusada, por lo que la estabilidad de los agregados se encuentra condicionada, además de por su textura, por la pendiente de la ladera y del rellano de los campos (en el caso de bancales con superficie en pendiente). La pendiente y la longitud de los rellanos influyen en la activación de los procesos de arroyamiento (comunes en esos modelos de campos), con la consiguiente pérdida de elementos finos y enriquecimiento relativo en arenas.

La estabilidad de los agregados no depende únicamente de la textura, sino también de otros parámetros como el contenido en materia orgánica⁴. Tomando como umbral de referencia el contenido del 2% de materia orgánica, por debajo del cual un suelo es erosionable (Smith, 1954, Romero Díaz *et al.*, 2009), resulta que los tipos geomorfológicos 1 y 3, además de contener mayores proporciones de arcilla, presentan los valores más elevados de materia orgánica (tabla VI.5).

El contenido medio de materia orgánica (tabla VI.6) también varía según lo hacen las condiciones ambientales (geoambientes), aunque en este caso no existe un gradiente altitudinal claro, dado que son suelos muy intervenidos por el ser humano. Los suelos de los campos que se encuentran en mejor estado de conservación (tipo 1) presentan, en conjunto, los valores más altos de contenido en materia orgánica, registrando valores superiores al 2,5%. Por el contrario, los campos con deterioros altos y

⁴ “generalmente, los suelos con mayor contenido de arcilla y de materia orgánica suelen tener agregados más estables debido a los fuertes lazos que existen entre sus coloides” (Greenland, 1965 y De Ploey & Poessen, 1985).

predominio de arroyamientos (tipo 2) se caracterizan por presentar contenidos bajos en materia orgánica (entre 1 y 1,9%), por lo que son suelos mineralizados y con alto grado de degradación biológica. Y, por último, los campos de los tipos geomorfológicos 3 y 4, esto es, bancales de rellano plano y muro, con movimientos en masa y deterioros altos, y bancales (rellano plano o inclinado) con deterioros muy altos respectivamente, aunque en promedio presentan valores óptimos de materia orgánica (2-2,5%), son los que presentan un mayor grado de heterogeneidad en dicho parámetro, según geoambientes.

Geoambientes	Tipogeo01	Tipogeo02	Tipogeo03	Tipogeo04
Costa	2,2	1,2	2,1	3,1
M. bajas	2,8	1,4	3,0	1,1
M. altas	2,7	1,4	2,1	3,0
Cumbre	3,3	1,1	2,9	2,5
Media	2,8	1,3	2,5	2,1

Tabla VI.6. Promedio del contenido en materia orgánica (M.O.) (%) según tipos geomorfológicos y geoambientes.

Por otra parte, los porcentajes de arcilla, limo y arena (clases texturales) proporcionan una idea sintética sobre comportamientos análogos de los suelos frente al agua y la respuesta de las plantas. Un suelo es tanto menos erosionable cuanto más equilibrio exista entre las fracciones que lo componen. Siguiendo las indicaciones de Porta (1999), los suelos en los que predomina la arena gruesa presentan buena circulación hídrica (macroporosidad y permeabilidad altas), pero escasa energía de retención de agua disponible para las plantas (CRAD), y baja capacidad de almacenamiento de nutrientes. Y, por el contrario, aquellos en los que abunda la fracción arcillosa son fértiles (fertilidad química alta), con superficie específica, capacidad de intercambio catiónico, CRAD y microporosidad altas pero son muy impermeables. Por ello, sus agregados tienden a compactarse, por lo que se dificulta el laboreo y la penetración del agua y las raíces de las plantas.

Entre los campos que se encuentran en buen estado de conservación (tipo 1) se aprecia una proporción considerable (27,3% de las muestras) de campos con texturas francas (Clase VII), situados en medianías bajas y altas (figura VI.10, izquierda). Pero la clase textural dominante es la franca-arenosa (Clase IX), con el 38,6% de las muestras y, en este caso, está presente en todos los geoambientes de la cuenca. En cambio, sobre el mismo modelo de campo (bancal rellano plano y muro) pero con deterioros altos (tipo

3) (Figura VI.10, derecha), se aprecia una tendencia notable hacia texturas arenosas. En este caso, la clase textural dominante (45%) es la franco-arenosa (Clase IX), seguida de la franco-arcillo-arenosa (25%) (Clase VI). Dichos campos se encuentran repartidos por todos los geoambientes de la cuenca.

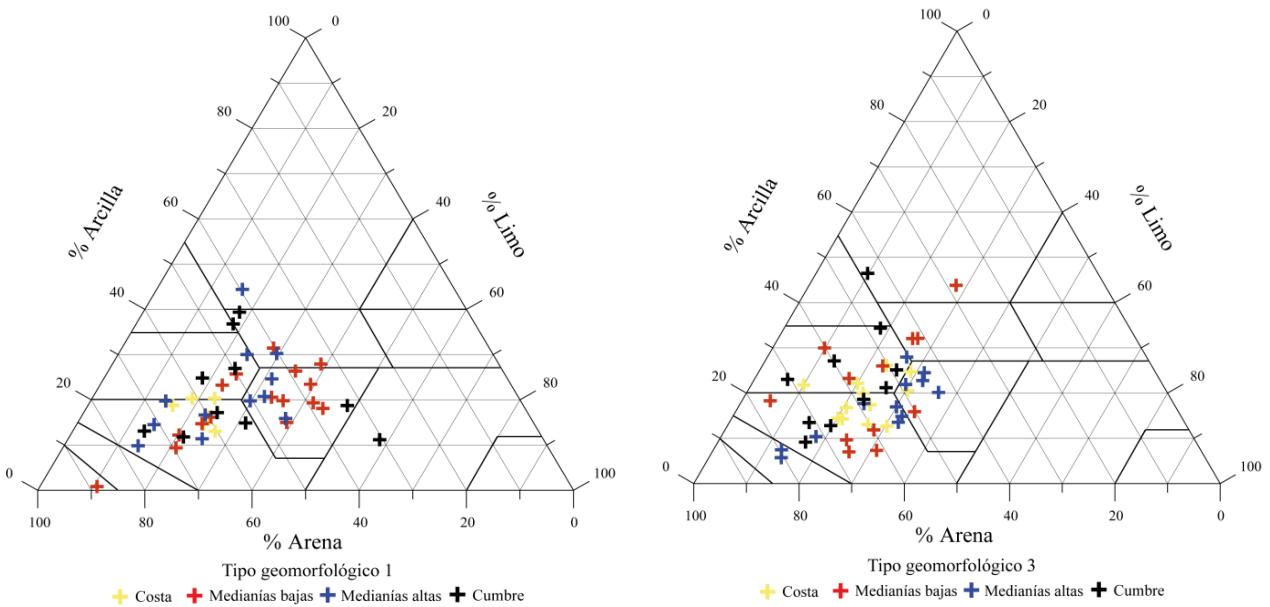


Figura VI.10. Diagrama textural de los suelos de los tipos geomorfológicos 1 y 3 según geoambientes.

Por su parte, en los campos con deterioros medios y altos, con predominio de procesos de arroyamiento (tipo 2) (figura VI.11, izquierda), nos encontramos con un considerable porcentaje de suelos (33%) con clase textural franco-arcillo-arenosa (Clase VI). Están situados en medianías bajas y cumbre (sobre coladas fonolíticas del Ciclo I y lavas basálticas del Ciclo III) y, en igual proporción (26,6%), suelos con clases texturales franco-arenosa (Clase V) y franca (Clase VII) situados en costa y medianías altas (Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas y piroclastos del Ciclo III).

Por último, las clases texturales dominantes en los campos que se encuentran peor conservados, con deterioros muy altos y con una gran heterogeneidad de procesos de erosión (tipo 4) (figura VI.11, derecha), son la franco-arenosa (Clase IX) con un 45,8% y la franco-arcillosa-arenosa (Clase VI) con un 29,2%. En este caso el predominio de las clases texturales arenosas en los campos situados en la cumbre se debe a la existencia,

en ese sector de la cuenca, de conos piroclásticos y lavas basaníticas, nefeliníticas y tefríticas del Ciclo III.

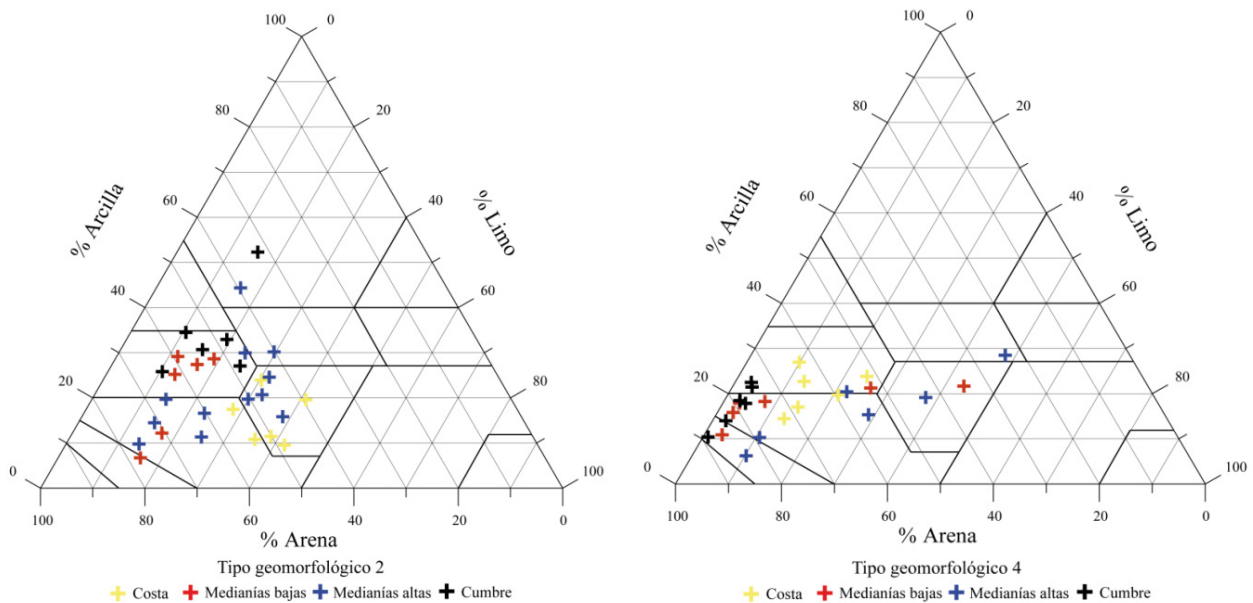


Figura VI. 11. Diagrama textural de los suelos de los tipos geomorfológicos 2 y 4 según geoambientes.

Como conclusión a este apartado se puede añadir que, en principio, y sin tener en cuenta otros parámetros edáficos que condicionan la erosionabilidad, los suelos de los bancales de los tipos geomorfológicos 1 y 3 presentan texturas adecuadas para potenciar la infiltración del agua, y tienen permeabilidades moderadamente rápidas en el caso de las texturas franco-arenosas, dominantes en ambos casos. En cambio, en los suelos de los tipos geomorfológicos 2 y 4, los de peor estado de conservación, la presencia de arcillas en la clase textural dominante (franco-arcillo-arenosa, Clase VI) puede tener alguna relación con el dominio de las escorrentías en el tipo 2 y, por el contrario, la excesiva presencia de arenas en el tipo 4 puede guardar relación con la gran variedad de procesos que esos campos presentan en sus rellanos y muros.

La caracterización física de los suelos, en relación con su erodibilidad, se completa con el análisis combinado del porcentaje de las fracciones arena-arcilla-limo con el contenido en materia orgánica y caliza. De esta manera, suelos con 30% de arcilla, valores superiores a 2% de M.O. y valores de caliza inferiores al 6% son los que presentan mejores condiciones frente a la erosión hídrica, o lo que es lo mismo, son los de menor vulnerabilidad erosiva.

Los campos del tipo geomorfológico 1 (figura VI.12, superior) presentan una buena estructura pues, salvo excepciones y, siendo la fracción arenosa la dominante, mantienen una elevada proporción de arcillas (>25%) y de materia orgánica (2-2,5%), y nulos valores de caliza total.

Las excepciones se aprecian en muchos campos situados en la costa, en los que concurren dos circunstancias que dificultan la formación de agregados estables: tienen bajos niveles de materia orgánica junto a elevados valores de caliza total, o escasez de arcillas con mucha caliza activa. A pesar de las deficiencias estructurales que tienen esos suelos, lo más destacable es que no presentan procesos de erosión y, la mayor parte de ellos se mantienen en cultivo. Esto parecen corroborar las controvertidas relaciones entre textura y erosión hídrica (Sepaskhah y Shahabizad, 2010) e indican que en estos casos la incidencia de la erosión está más relacionada con la existencia o no de prácticas culturales, que con la propia naturaleza y características de los suelos.

Los campos del tipo geomorfológico 3 (figura VI.12, inferior), con deterioros altos y movimientos en masa, constituyen una muestra muy heterogénea. Son ligeramente más arenosos, tienen menor contenido en materia orgánica que los del tipo 1 aunque presentan, en general, una buena estructura, siendo la fracción arenosa la dominante, y además mantienen una elevada proporción de arcillas (>25%) y de materia orgánica (2-2,5%). El número de campos con problemas de estructura del suelo se incrementa en esta muestra con respecto a los del tipo 1. Se aprecian en la costa y en medianías bajas, y derivan de los bajos contenidos en materia orgánica y arcilla, y de los elevadísimos valores de caliza total. En el caso de los ubicados en la costa, se trata de bancales creados sobre materiales sedimentarios (Miembro Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas), sobre Calcisoles pétricos y Luvisoles cálcicos, afectados por grandes desprendimientos en sus muros.

Los campos del tipo geomorfológico 2 (figura VI.13, superior), se caracterizan por presentar importantes problemas en la estructura del suelo debidos a su bajo contenido en fracción arcillosa, en materia orgánica y, en el caso de los campos situados en la costa, al elevado porcentaje de caliza que presentan. Estos últimos son campos en pendiente con un contenido escaso en materia orgánica y muy elevados valores de caliza (Calcisoles pétricos desarrollados sobre el Miembro Superior de la FDLP). Presentan deterioros altos en los que el arroyamiento difuso fuerte y las

incisiones ocupan buena parte de las parcelas. Se trata de cultivos de tomate abandonados antes de los años 60, (abandonos antiguos).

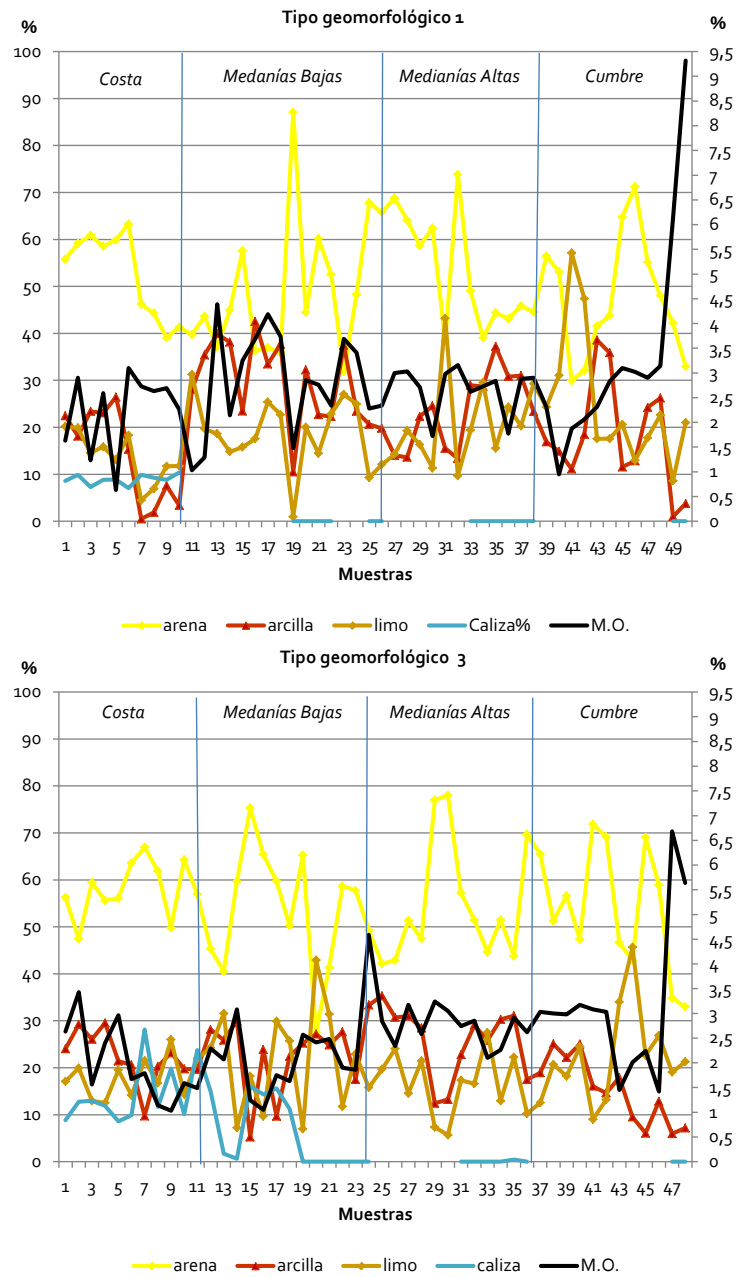


Figura VI. 12. Textura, materia orgánica y caliza total en campos de los tipos geomorfológicos 1 y 3.

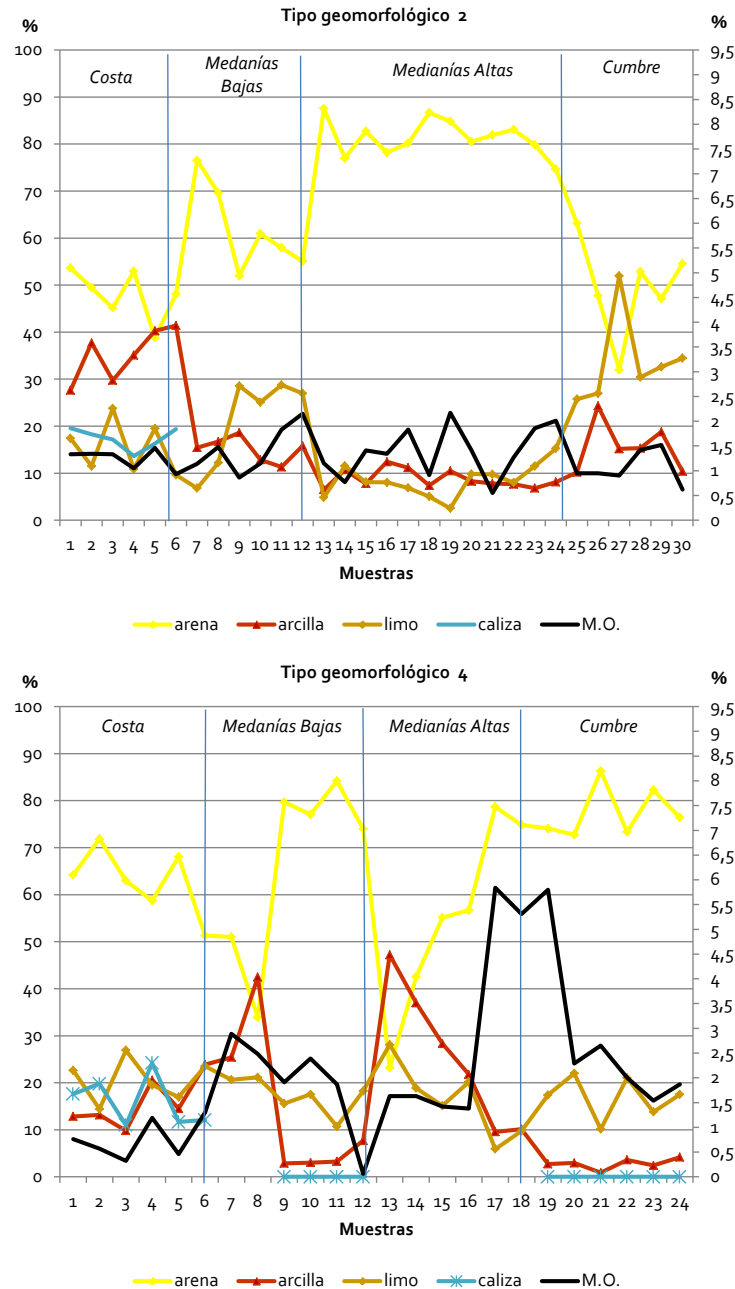


Figura VI. 13. Textura, materia orgánica y caliza total en campos de los tipos geomorfológicos 2 y 4.

Por último, los campos más deteriorados (tipo 4) (figura VI.13, inferior) son los que presentan mayores desequilibrios en las fracciones texturales, con dominio de las arenas y bajas proporciones de arcillas y de materia orgánica. Además de las características mencionadas, en los campos situados en la costa se suman elevados valores de caliza, con un promedio del 16%.

6.1.3.2. Las características químicas de los suelos

La salinidad afecta directa e indirectamente a la erodibilidad del suelo. Puede tener origen natural (litología, acumulación de aguas de escorrentía en depresiones, manto freático superficial con ascenso salino por capilaridad en condiciones de aridez), o antrópico (inadecuado manejo agrícola de los suelos, uso de aguas salobres para el riego, o empleo de elevadas cantidades de fertilizantes inorgánicos solubles).

Un factor de salinización y sodificación natural en las islas es la proximidad al mar (Torres, 1995). La sal proviene del aporte de los vientos oceánicos cargados de humedad marina y, en situaciones próximas a la costa, directamente de la "maresía" o spray marino.

Para conocer la salinidad de los suelos muestreados en los cuatro tipos geomorfológicos y sus variaciones espaciales se relacionan, de un lado, la conductividad eléctrica con el contenido en sodio (sodicidad) y, de otro, los contenidos en sodio, calcio y magnesio con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La medida de la conductividad refleja la concentración de sales solubles en la disolución y, para interpretar sus efectos negativos en las plantas, se utiliza la clasificación de suelos salinos del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (United States Salinity Laboratory de Riverside), que fija el límite de 4 dS/m a partir del cual se considera que la salinidad de un suelo comienza a ser tóxica para las plantas.

Según los valores de conductividad eléctrica, todos los suelos muestreados entran dentro de la categoría de "suelos no salinos", con valores medios inferiores a 2 dS/m (tabla VI.7).

Únicamente existe un caso, con valor de 2,27 dS/m, entre los campos en mejor estado de conservación (tipo 1), al que puede considerarse un suelo ligeramente salino. Los valores de conductividad son más altos en la costa y medianías bajas en los cuatro tipos geomorfológicos, es decir, en aquellos ambientes cuyos suelos reciben menos aporte de agua por bajas precipitaciones y la evaporación es mayor al tener temperaturas más elevadas. Las condiciones ambientales mencionadas, y sobre todo una considerable influencia de la maresía, con aguas cargadas de ClNa, redundan en una importante concentración de sodio intercambiable en esos suelos.

Tipo geomorfológico	Conductividad dS/m	Na meq/100g
1	0,04	0,26
2	0,20	2,39
3	0,25	1,55
4	0,09	1,02
Media	0,15	1,31

Tabla VI.7. Valores medios de conductividad eléctrica y de Na intercambiable según los tipos geomorfológicos

Los valores de conductividad y contenido en sodio intercambiable (figuras VI.14, VI.15 y VI.16) nos confirman el predominio de suelos con salinidad normal, pero también de la existencia de un considerable porcentaje de campos con problemas de sodicidad, localizados en los geoambientes de costa y de medianías bajas.

Entre esos campos con problemas de sodicidad, los del tipo 2 (deterioros altos y con arroyamientos), suponen el 40%; los del tipo 1 (deterioro nulo o bajo), con el 38% y, por último, los del tipo 3 (deterioros altos y movimientos en masa), con el 20,8% de frecuencia. El grueso de esos suelos sódicos ($CE_{ext.1:5} < 4dS/m$ a $25^{\circ}C$ y $PSI > 15\%$) se localizan sobre sustratos sedimentarios y en condiciones ambientales caracterizadas por balances hídricos negativos durante un período largo de meses al año.

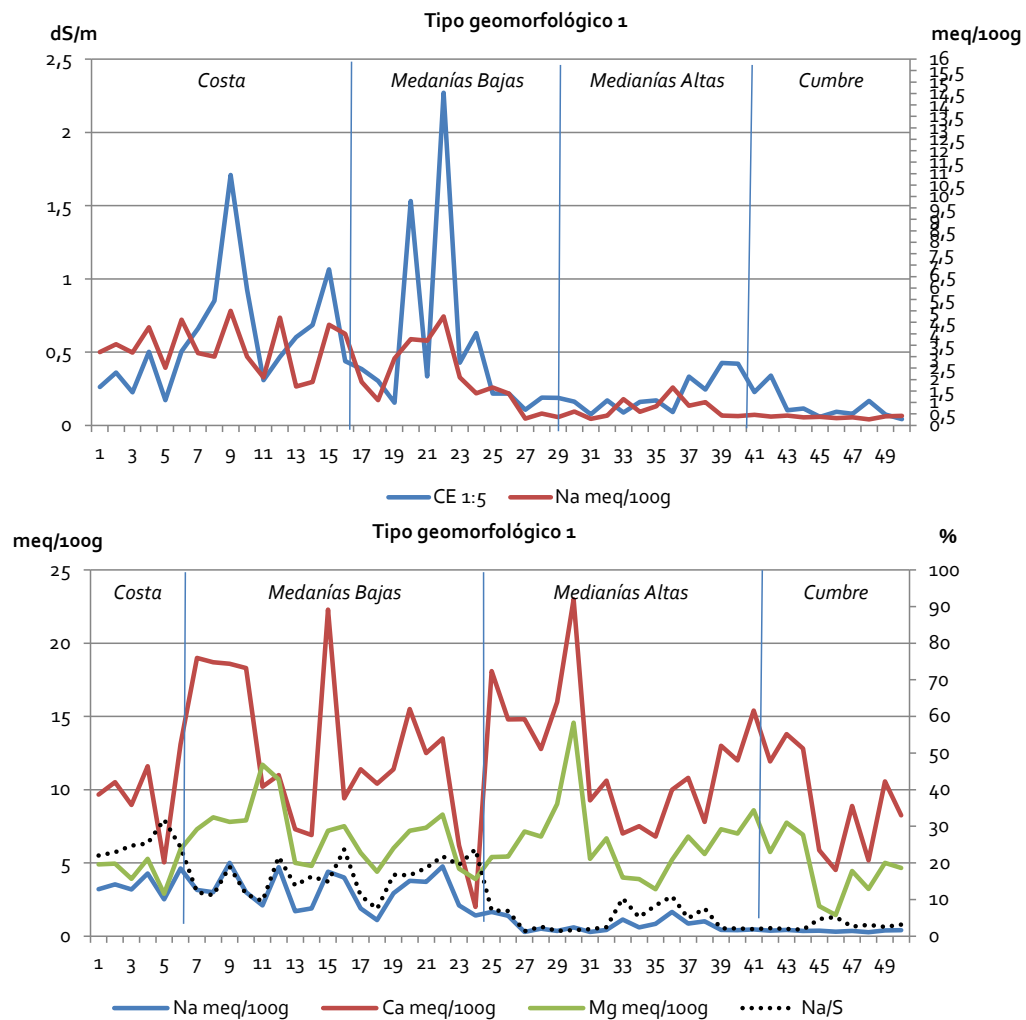


Figura VI. 14. Conductividad-Na y Sodio-Calcio-Magnesio en campos del tipo geomorfológico 1.

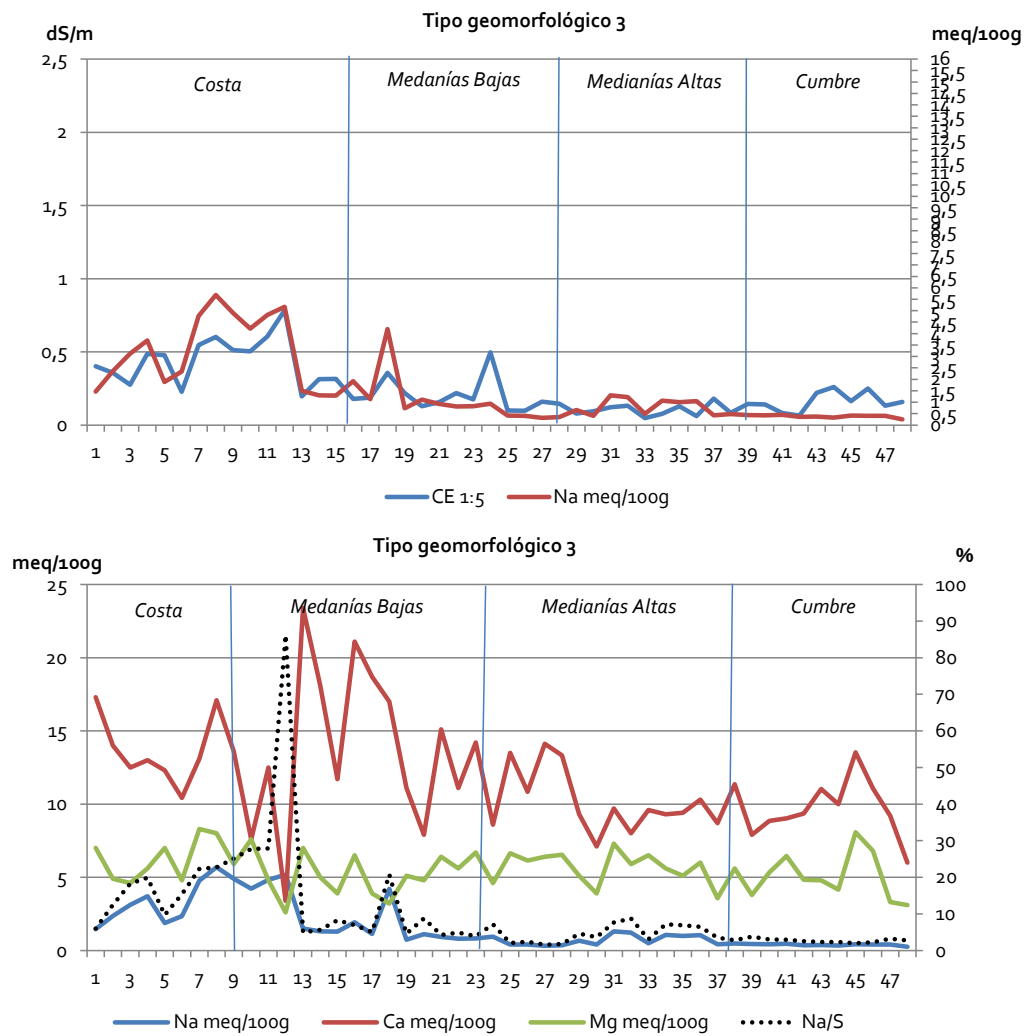


Figura VI. 15. Conductividad-Na y Sodio-Calcio-Magnesio en campos del tipo geomorfológico 3.

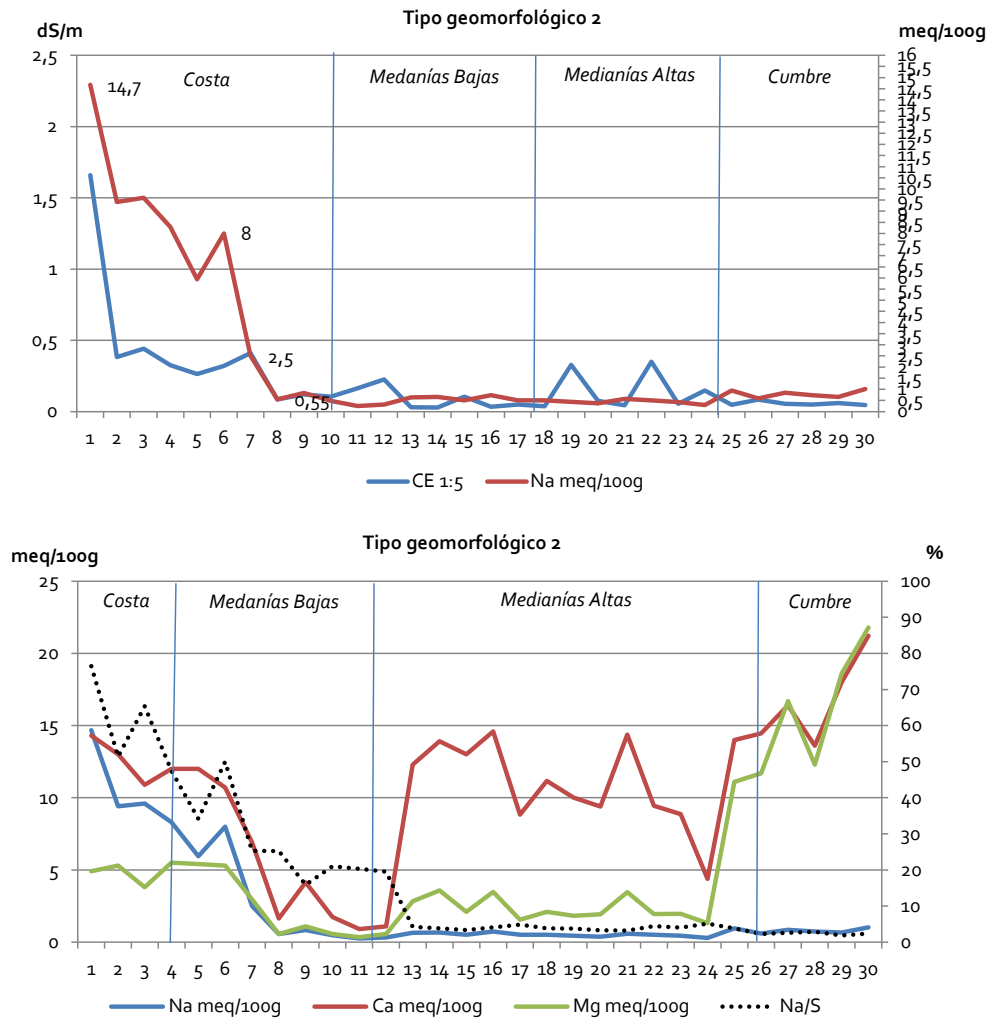


Figura VI.16. Conductividad-Na y Sodio-Calcio-Magnesio en campos del tipo geomorfológico 2.

Llama la atención que, entre los campos con peores estados de conservación, o deterioros muy altos (tipo 4), no se encuentre este problema de sodicidad mencionado (figura VI.17), pues todos sus suelos presentan valores normales ($CE_{ext.1:5} < 4\text{dS/m}$ a 25°C y $PSI > 15\%$).

En estos casos, la erodibilidad del suelo parece estar más relacionada con la textura arenosa, que origina estructuras poco agregadas y con bajo desarrollo, y con el bajo contenido en materia orgánica, que con otros parámetros. Además el deterioro que presentan estos campos también puede estar vinculado a otros factores, tales como la ineficiente cubierta vegetal o la falta de cuidados culturales, entre otros.

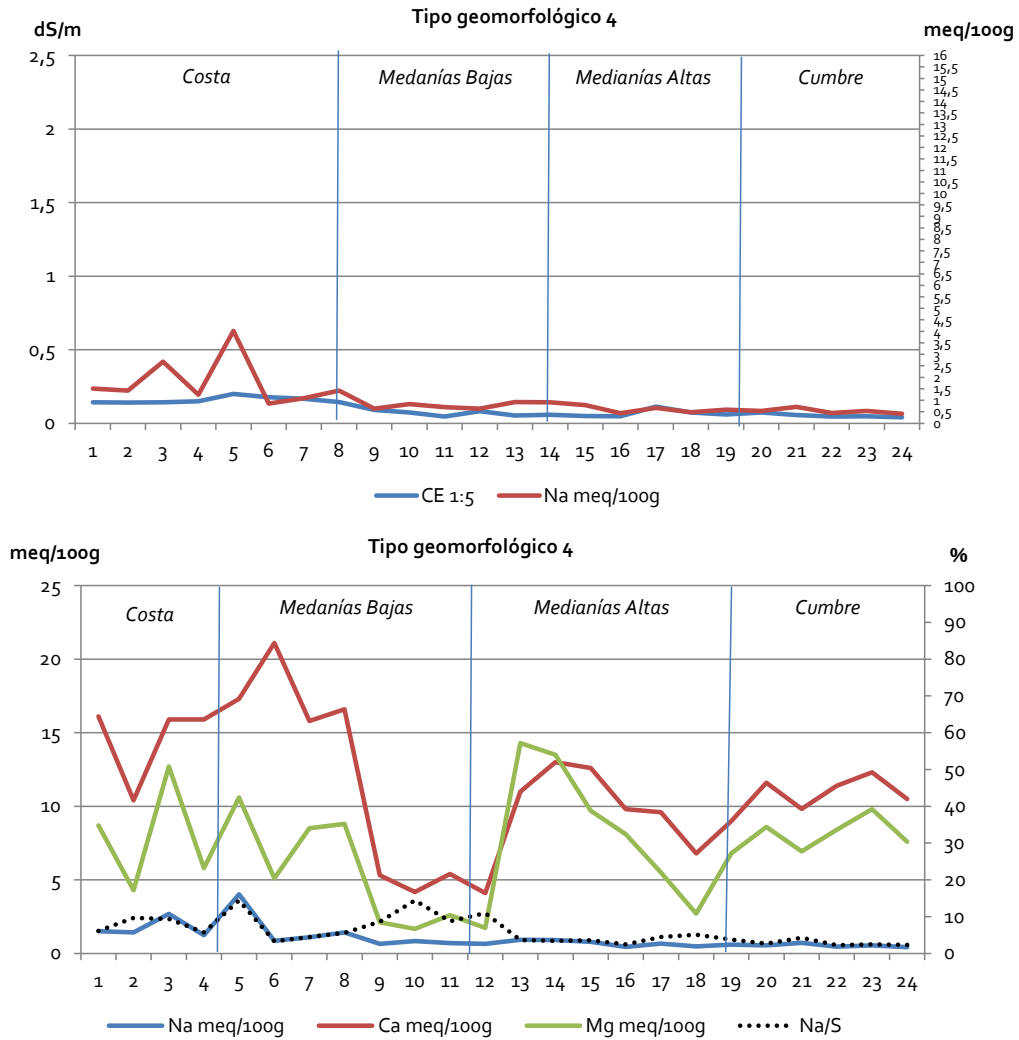


Figura VI. 17. Conductividad-Na y Sodio-Calcio-Magnesio en campos del tipo geomorfológico 4.

El pH del suelo sólo afecta a las propiedades físicas de los suelos cuya alcalinidad se deba a la elevada presencia de sodio, provocándose la dispersión de las arcillas señalada en párrafos anteriores.

El pH del suelo es uno de los responsables en la disponibilidad de nutrientes pues influye en la mayor o menor asimilabilidad de los diferentes elementos. Considerando en conjunto los efectos producidos por los diferentes valores de pH en cuanto a absorción de nutrientes, se considera que el pH ideal se sitúa en el rango comprendido entre 6 y 7. Como es sabido, los valores de pH varían según las condiciones climáticas. En ambientes húmedos y lluviosos (medianías y cumbre) los suelos son ácidos, con

valores comprendidos entre 7 y 5, debido al lavado de bases por percolación. En cambio, en zonas desérticas y áridas (costa), al no producirse esos lavados, los suelos son básicos o alcalinos, con valores comprendidos entre 7 y 8,5.

Los resultados obtenidos (tabla VI.8) señalan valores promedios de pH neutros (6,3) o suelos ligeramente ácidos, en los que la disponibilidad de nutrientes es máxima. En cambio, ese valor es inferior en los pertenecientes al tipo geomorfológico 1 (campos en buen estado de conservación), con 5,9 de pH (medianamente ácidos), aunque éste resulta adecuado para la mayoría de los cultivos.

Tipo geomorfológico	pH medio	Neutro 6-7	Ácido < 6	Básico >7
1	5,9	24,0	54,0	22,0
2	6,4	33,3	40,0	26,7
3	6,4	16,7	45,8	37,5
4	6,6	33,3	37,5	29,2
Media	6,3	100	100	100

Tabla VI.8. Valores medios de pH y frecuencia (%) por rangos según los tipos geomorfológicos.

El análisis de frecuencias por categorías nos informa sobre el predominio de suelos ácidos (46%). Le siguen, por orden de frecuencia, los suelos básicos (28,9%) en los que, en condiciones extremas, la dispersión de las arcillas puede provocar la degradación de la estructura.

Pero si se analizan las frecuencias en detalle, en cada uno de los tipos geomorfológicos, se comprueba que, aunque en todos predominan los suelos ácidos, en los tipos geomorfológicos que representan los peores estados de conservación (tipos 2 y 4) existe un porcentaje considerable de suelos óptimos o neutros, mientras que en los bancales de rellano plano y estados de conservación mejores predominan los suelos ácidos quizás debido al uso abusivo de fertilizantes químicos que derivan en un pH residual ácido (malas prácticas agrícolas).

6.1.3.3. La fertilidad de los suelos

La fertilidad del suelo se refiere a su capacidad de suministro de nutrientes que las plantas necesitan, en la cantidad, forma y momento adecuados a sus exigencias.

El contenido de nutrientes en el suelo aporta valiosa información sobre su fertilidad e indirectamente sobre su vulnerabilidad erosiva, pues en la medida en que los suelos no disponen de éstos en las cantidades y proporciones necesarias para las plantas, menor es la producción de biomasa y, por ello, menor el efecto protector de la cobertura vegetal y el contenido de materia orgánica de los mismos. También existe una estrecha relación entre la fertilidad y la erosión del suelo, pues aunque comúnmente se entiende que la erosión es una de las causas de la pérdida de la fertilidad del mismo y, en consecuencia, de su degradación, dicha relación se completa cuando se entiende que la erosión es además un efecto de la pérdida de fertilidad y de los procesos de degradación. La erosión acelerada ocurre en suelos habitualmente modificados, también en sus parámetros de fertilidad.

Con el objeto de valorar la producción de biomasa en los suelos muestreados, se aplican tres umbrales (Fuentes-Hernández, 2003): Óptimo, para el rango de valor del parámetro en el que un amplio elenco de plantas tienen el máximo crecimiento bajo condiciones ambientales variadas; Aceptable, cuando en esas condiciones, aunque el crecimiento no sea óptimo pueden tener una producción notable; y No Aceptable, cuando el parámetro toma unos valores no tolerables para la generalidad de las plantas y cultivos (ver tabla de referencia en apartado de metodología correspondiente).

Como característica general de los parámetros de fertilidad de los suelos analizados cabe señalar el predominio de umbrales aceptables y óptimos de los parámetros de fertilidad, por lo que no presentan graves problemas de producción de biomasa. También se pueden apreciar, como regla general, mejores condiciones de fertilidad entre los campos en mejor estado de conservación (tipo 1) con respecto al resto. A lo ya señalado cabe añadir que parte de los problemas de baja fertilidad se deben al deficiente manejo de los suelos en el momento de su explotación y otra parte a sus las condiciones naturales.

Los suelos de los campos que se encuentran en buen estado de conservación (tipo geomorfológico 1) son los que presentan las mejores condiciones de fertilidad de todos los grupos analizados (tabla VI.9).

De los 25 campos que forman la muestra, solo ocho presentan huellas erosivas en sus muros. De ellos, cinco se corresponden con abandonos medios (1960-1992) y dos

permanecen en explotación. Los leves problemas de fertilidad de este grupo se localizan fundamentalmente en los campos situados en la costa, donde el exceso de algunos macronutrientes (K^+ y de Na^+) puede generar problemas de sodicidad y desequilibrios entre los principales nutrientes. La causa puede estar relacionada con el excesivo uso de fertilizantes químicos en buena parte de los mismos. En este grupo, los suelos más fértiles son los situados en cumbre, mientras que los que muestran más problemas en los parámetros de fertilidad son los de costa.

Parámetro	Costa	Medianías Bajas	Medianías Altas	Cumbre	Media T1	
pH	7,65	5,12	5,74	5,77	6,07	
CE _{ext.1.5} (dS·m ⁻³) 25°C	0,62	0,63	0,16	0,18	0,40	
Materia orgánica (%)	2,24	2,80	2,70	3,33	2,77	
Nitrógeno total (Kjeldahl, %)	0,15	0,15	0,21	0,21	0,18	
Relación C/N	8,61	10,85	7,44	8,12	8,75	
Fósforo asim. (Olsen, mg·kg ⁻¹)	155,60	277,81	186,91	91,42	177,94	
Cationes asimilables (cmol(c)·kg ⁻¹)	Calcio (Ca ²⁺)	13,35	11,43	11,36	10,18	11,58
	Magnesio (Mg ²⁺)	5,90	6,58	6,52	5,34	6,08
	Potasio (K ⁺)	8,72	2,91	2,14	1,57	3,84
	Sodio (Na ⁺)	3,55	2,72	0,71	0,38	1,84
% Na	20,46	15,58	4,88	2,78	10,93	
K/Mg	1,64	0,49	0,36	0,28	0,69	
Ca/Mg	2,21	1,80	1,78	2,04	1,96	
$\left[\left(\frac{K}{Ca + Mg} \right) * 100 \right]$	52,39	16,80	13,49	9,67	23,09	
Óptimo		Aceptable		No aceptable		

Tabla VI.9. Fertilidad de los suelos en los campos del tipo geomorfológico 1 según geoambientes.

Los suelos de los campos con deterioro alto y predominio de arroyamiento (tipo geomorfológico 2) presentan peores condiciones de fertilidad que el grupo anterior (tabla VI.10). Lo compone una muestra de 15 campos, de los que tres son de abandonos antiguos y están situados en la costa, cinco tienen abandonos medios y están situados en medianías altas y cumbre, uno tiene abandono reciente y 6 cultivados y situados en medianías bajas y altas.

Entre los problemas que presenta este grupo destacan las bajas relaciones de C/N, el exceso de sodio (Na^+) y el desequilibrio en las proporciones de K, Ca y Mg. Los valores

inferiores a 10 en la relación C/N informan sobre una rápida mineralización de los abonos orgánicos y una reducción de la materia orgánica fresca, creando desequilibrios entre los procesos de acumulación y destrucción de la misma. Las consecuencias de ese desequilibrio pueden llegar a ser muy importantes para la colonización vegetal, favoreciendo la implantación de especies nitrófilas que compiten con otras limitando, de este modo, la cantidad de nutrientes disponibles para estas últimas (Ruiz-Flaño, 1993).

Parámetro		Costa	Medianías Bajas	Medianías Altas	Cumbre	Media T2
pH		8,29	4,58	6,28	6,34	6,37
CE _{ext.1-5} (dS·m ⁻¹) 25°C		0,57	0,18	0,11	0,06	0,23
Materia orgánica (%)		1,24	1,44	1,39	1,06	1,28
Nitrógeno total (Kjeldahl, %)		0,15	0,15	0,21	0,21	0,18
Relación C/N		4,80	5,56	3,85	2,92	4,28
Fósforo asim. (Olsen, mg·kg ⁻¹)		38,67	64,17	17,58	9,83	32,56
Cationes asimilables (cmol(c)·kg ⁻¹)	Calcio (Ca ²⁺)	12,15	2,73	10,85	16,28	10,50
	Magnesio (Mg ²⁺)	5,03	1,01	2,34	15,37	5,94
	Potasio (K ⁺)	3,61	1,01	1,34	0,41	1,59
	Sodio (Na ⁺)	9,32	0,82	0,51	0,80	2,86
% Na		54,13	21,20	3,97	2,60	20,47
K/Mg		0,73	1,15	0,63	0,03	0,64
Ca/Mg		2,44	2,80	4,75	1,09	2,77
$\left[\left(\frac{K}{Ca + Mg} \right) * 100 \right]$		21,24	30,09	10,65	1,34	15,83
Óptimo		Aceptable		No aceptable		

Tabla VI.10. Fertilidad de los suelos en los campos del tipo geomorfológico 2 según geoambientes.

El exceso de sodio intercambiable daña la estructura del suelo, que se hincha cuando se moja y se endurece y cuarteja al secarse, creando una costra dura, seca y agrietada en superficie. Como consecuencia de ellos se reduce la disponibilidad de oxígeno y la capacidad de oxigenación en la zona radicular, limitando el crecimiento de las plantas y el desarrollo de las semillas. Este problema es patente en los campos situados en costa y medianías bajas.

Nuevamente parece que el desequilibrio de los nutrientes tan acusado que presenta este grupo puede deberse a malas prácticas agrícolas, como el riego con agua salobre

(exceso de sodio en la costa y en medianías bajas), con la consecuente acumulación de sales en la superficie tras la evaporación, lo que dificulta el crecimiento de las plantas; o al desarrollo de monocultivos en los que pueden gastarse unos nutrientes y acumularse otros.

Los bajos niveles de fósforo asimilable en medianías altas y cumbre puede deberse a causas naturales, como el bloqueo del fósforo por parte de la materia orgánica y por los compuestos minerales de los Andosoles o a la acción de la erosión por escorrentía ya que los fosfatos son absorbidos por las partículas del suelo y son desplazadas con éstas.

En los suelos de los campos con deterioros altos, y predominio de movimientos en masa en sus muros (tipo geomorfológico 3), se aprecia el incremento del número de variables con valores no aceptables con respecto a los grupos anteriores (tabla VI.11).

Parámetro	Costa	Medianías Bajas	Medianías Altas	Cumbre	Media T3	
pH	7,80	6,29	6,06	5,55	6,42	
CE _{ext.1-5} (dS·m ⁻¹) 25°C	0,48	0,25	0,10	0,16	0,25	
Materia orgánica (%)	2,00	2,22	2,73	3,14	2,52	
Nitrógeno total (Kjeldahl, %)	0,15	0,15	0,21	0,21	0,18	
Relación C/N	8,21	11,46	5,10	8,05	8,20	
Fósforo asim. (Olsen, mg·kg ⁻¹)	109,83	96,80	68,58	143,38	104,65	
Cationes asimilables (cmol(c)·kg ⁻¹)	Calcio (Ca ²⁺)	5,43	0,92	0,69	1,24	2,07
	Magnesio (Mg ²⁺)	5,92	5,23	5,93	4,98	5,51
	Potasio (K ⁺)	12,24	14,83	10,37	9,67	11,78
	Sodio (Na ⁺)	3,70	1,39	0,72	0,40	1,55
% Na	24,47	7,09	4,66	2,78	9,75	
K/Mg	1,05	0,20	0,13	0,26	0,41	
Ca/Mg	2,10	2,96	1,76	2,02	2,21	
$\left[\left(\frac{K}{Ca + Mg} \right) * 100 \right]$	34,93	4,73	4,49	8,51	13,16	
Óptimo		Aceptable		No aceptable		

Tabla VI.11. Fertilidad de los suelos en los campos del tipo geomorfológico 3 según geoambientes.

Los principales problemas de baja fertilidad que presentan son: los bajos niveles de calcio, en condiciones de pH ligeramente ácido (medianías bajas, altas y cumbre) y el

exceso de potasio ligado a la alteración de los materiales volcánicos, que redunda en manifiestos desequilibrios entre los macronutrientes (K/Mg y de K/Ca+Mg).

Se trata de un grupo muy heterogéneo en sus condiciones de fertilidad, siendo los geoambientes de costa y de medianías altas los que presentan los mayores problemas. En el caso de la costa la infertilidad se debe, al igual que en casos anteriores, al exceso de sodio intercambiable (% Na) y asimilable (Na⁺). La mitad de los campos se corresponden con abandonos medios, y la otra mitad se encuentran en explotación. Se hallan repartidos equitativamente por todos los geoambientes de la cuenca.

Por último, entre los suelos de los campos en peor estado de conservación (tipo geomorfológico 4) destacan los bajos niveles de fósforo asimilable, especialmente en los situados en la costa y en medianías altas (tabla VI.12).

Parámetro	Costa	Medianías Bajas	Medianías Altas	Cumbre	Media T ₄	
pH	7,94	6,46	5,88	6,00	6,57	
CE _{ext.1:5} (dS·m ⁻¹) 25°C	0,16	0,10	0,07	0,05	0,09	
Materia orgánica (%)	0,77	1,93	2,87	2,69	2,07	
Nitrógeno total (Kjeldahl, %)	0,15	0,15	0,21	0,21	0,18	
Relación C/N	3,00	7,50	7,91	7,39	6,45	
Fósforo asim. (Olsen, mg·kg ⁻¹)	13,75	65,98	19,50	20,91	30,04	
Cationes asimilables (cmol(c)·kg ⁻¹)	Calcio (Ca ²⁺)	1,13	1,39	0,30	0,94	0,94
	Magnesio (Mg ²⁺)	7,87	4,24	8,97	8,02	7,27
	Potasio (K ⁺)	16,12	8,57	10,47	10,77	11,48
	Sodio (Na ⁺)	1,96	0,89	0,70	0,54	1,02
% Na	8,09	8,80	3,76	2,95	5,90	
K/Mg	0,14	0,27	0,05	0,12	0,15	
Ca/Mg	2,34	2,20	1,42	1,35	1,83	
$\left[\left(\frac{K}{Ca + Mg} \right) * 100 \right]$	4,62	8,56	1,94	5,13	5,06	
Óptimo		Aceptable		No aceptable		

Tabla VI.12. Fertilidad de los suelos en los campos del tipo geomorfológico 4 según geoambientes.

En el primer caso puede deberse al arrastre del fósforo hacia los niveles inferiores de los bancales con rellano plano, mientras que en el segundo la causa ya se ha explicado

en párrafos anteriores cuando se explicó la fertilidad de los suelos del tipo 2, esto es, el bloqueo del fósforo en Andosoles o el arrastre con las escorrentías.

Un parámetro que aparece con un nivel no aceptable en todos los geoambientes es el exceso de potasio, que origina el correspondiente desequilibrio K/Mg. Estos valores altos de K son habituales y se deben, como hemos dicho, a la naturaleza volcánica del material de origen que libera mucho potasio durante su alteración.

Destaca la costa como el geoambiente con mayores problemas de fertilidad. Ya que presenta, además de lo expuesto, bajos contenidos en materia orgánica y en fósforo asimilable.

6.2. La respuesta hidrogeomorfológica de tipos geomorfológicos

El tipo y la magnitud de los procesos de erosión hídrica, que se activan en las vertientes cultivadas, está muy condicionado por las características ambientales (forma y pendiente de la ladera, litología, sustrato edáfico, frecuencia e intensidad de la lluvia) y por la intervención humana en la vertiente y en los campos antes (modelo de campo), durante (manejo del suelo agrícola) y después del abandono de la explotación agrícola (pastoreo, repoblación forestal, etc.).

El nivel de alteración humana de las vertientes condiciona la tipología de procesos erosivos que se activan tras el abandono. Así, en los campos en pendiente son los procesos de escorrentía los que se encargan de regularizar la vertiente. En cambio, con el abancalamiento se rompe la dinámica natural de las vertientes y la dinámica geomorfológica adquiere un comportamiento individualizado por "bandas" (Rodríguez-Aizpeolea, 1990), en cada una de las cuales la dinámica erosiva es muy diversa según la microtopografía del bancale. En ellos, la diversidad de procesos de erosión es relativamente elevada pero los más extendidos son los desprendimientos sucesivos en un mismo muro, que terminan por desdibujar el escalonamiento brusco de las laderas, quedando en su lugar una sucesión de rellanos separados por taludes. En ambos modelos de campos la pendiente general de la ladera es un factor de aceleración de su dinámica hidromorfológica y, en el caso de los banales ésta junto con la del rellano incide directamente sobre la densidad de caídas del muro del bancale (García-Ruiz *et al.*, 1988).

En este apartado se muestran los resultados del análisis de frecuencia y magnitud de los procesos de erosión para cada estado de conservación de los campos (tipo geomorfológico) y por geoambientes, con el objeto de saber cuáles son los más frecuentes, los de mayor magnitud así como su distribución espacial en la cuenca.

6.2.1. Los procesos de erosión en los bancales con rellano horizontal

El modelo de campo que predomina en los tipos geomorfológicos 1 y 3 son los bancales de rellano horizontal y muro en ladera⁵. El escalonamiento que resulta del abancalamiento de las laderas determina la existencia de una componente vertical (escarpe y muro del bancale) y otra horizontal (rellano o superficie útil) con sus característicos procesos de erosión. No obstante existen diferencias entre los procesos que se activan en los bancales de rellano horizontal, con respecto a los que lo hacen en bancales con superficie en pendiente. De igual modo sucede entre los procesos que se activan en los muros, con los que lo hacen en los rellanos. En los muros actúan los movimientos en masa y es el sector superior el más vulnerable, por ser el más antropizado (por la alteración de la topografía original y por ser el sitio de más tránsito durante su explotación agrícola). En cambio, en los rellanos se activan fundamentalmente las escorrentías.

Los estudios realizados sobre dinámica hidrológica de bancales demuestran que la capacidad de infiltración de los suelos evoluciona tras el abandono según las condiciones ambientales (climáticas, litológicas y edáficas). Algunos autores señalan que, durante el primer año de abandono, en sustratos calizos y con elevados valores pluviométricos, ésta disminuye (Rodríguez-Aizpeolea *et al.*, 1991) porque se produce encostramiento y compactación del suelo tras las primeras lluvias intensas. Pero, con el paso del tiempo, y el incremento gradual de la cobertura vegetal, aumenta la capacidad de infiltración (Francis, 1986; Ruiz-Flaño, 1992; Cerdá, 1993 y 1994), y se reducen las tasas de erosión laminar. Ese proceso sólo se ve truncado en aquellos lugares donde permanecen las costras de carbonatos o se ven afectados por incendios o por pastoreo.

Otros autores señalan que, mientras los bancales se mantienen en explotación, constituyen un "complejo absorbente artificial" (Marco-Molina y Morales-Gil, 1995),

⁵ En la zona de estudio no existen bancales de cauce o "de fondo de canal" (Rodríguez-Aizpeolea, 1992; Marco-Molina y Morales-Gil, 1995).

que pierde eficacia tras el abandono, pues el sustrato litoedáfico gana en compacidad por lo que disminuye su capacidad de infiltración. En la bibliografía también encontramos la idea del desigual papel que desempeñan los bancales en la dinámica hidrológica de las vertientes, en función del lugar que ocupan en la misma. Así, los bancales situados en las partes bajas de las vertientes desempeñan un papel fundamental en la recepción de sedimentos procedentes de las partes altas (Cerdá *et al.*, 1995), y presentan un equilibrio inestable pues con la destrucción de sus muros, ese sistema desarrollado para la sedimentación (las terrazas) puede convertirse en un generador de sedimentos a la red fluvial.

Otros autores señalan que las características físicas de los suelos en los bancales varían según el sector del rellano en el que se encuentren. Y ponen de manifiesto que existen humedales al pie de los muros, como consecuencia de la emergencia de las aguas freáticas, por lo que la vegetación que se instala en ese sector está adaptada a medios edáficos saturados (Llorens, 1991). Josa y Roda (1994), a partir del análisis de la conductividad hidráulica (ks) de los suelos de las terrazas comprueban que existen dos partes con desigual valor en ese parámetro físico: la posterior a su muro, que es un sector de acumulación de suelo, con alto contenido en materia orgánica y máxima conductividad hidráulica; y la parte cercana al muro superior, con cierta pendiente superficial, alta conductividad hidráulica, con un horizonte intermedio más delgado y un horizonte C que se comporta como un medio prácticamente impermeable.

En cualquier caso, en lo que sí coinciden los diversos autores consultados es en señalar que la erosión en los rellanos es casi nula y que cuando existe algo de escorrentía es fundamentalmente de carácter difuso y de magnitud débil (Árnaez *et al.*, 1992 y 1993; Ortigosa *et al.*, 1994). Por ese motivo, en nuestro caso se opta por medir la erosión sólo de los muros en los bancales con rellano plano.

6.2.1.1. Los procesos de erosión en los bancales en buen estado de conservación (tipo geomorfológico 1)

Lo primero que conviene destacar es que, entre los campos que componen esta muestra existe un reducido número (ocho de 25 campos, el 32% de la muestra) en los que existen movimientos en masa que afectan a menos del 25% de sus muros. De ellos cinco están abandonados (abandonos medios) y tres permanecen en explotación.

Los procesos más frecuentes en los muros de los bancales de este grupo son los desprendimientos, seguidos de las caídas de piedras. Los desprendimientos representan el 71% de los movimientos en masa registrados en sus muros, mientras que las caídas de piedras suponen el 19,4%. Los geoambientes en los que se localizan son fundamentalmente en medianías bajas y en la cumbre (figura VI.18).

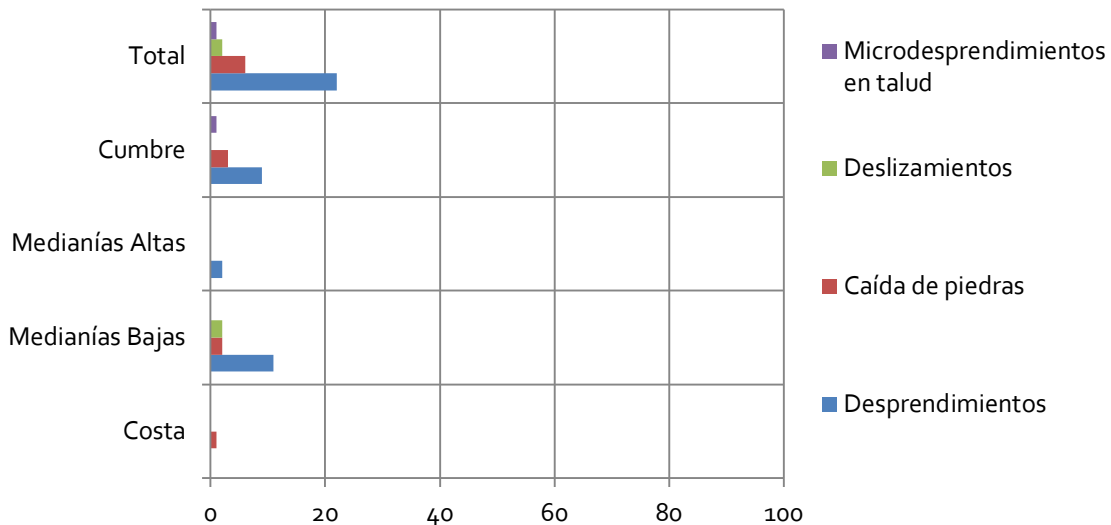


Figura VI.18. Frecuencia de los procesos de erosión (nº de casos) en los campos del tipo geomorfológico 1.

Los desprendimientos presentan una longitud media de 3,3 metros, afectando al 3,9% del muro, y en ellos se moviliza un promedio de 11,1 m³ de suelo y piedras (tabla VI.13). Los factores que inciden en la activación de los desprendimientos (García-Ruiz *et al.*, 1988; García-Ruiz y López-Bermúdez, 2009; Lasanta y Arnáez, 2009; Rodríguez-Aizpelea, 1990 y Pallarés, 1994) en los muros de los bancales son:

- El escalón o escarpe creado en el proceso de abancalamiento, que constituye un sector muy inestable por el efecto gravitatorio. La magnitud de los procesos está en relación directa con la altura de dicho escarpe-muro.
- El mayor espesor de suelo en el borde exterior del bancal, donde la infiltración es máxima (Llorens *et al.*, 1992). Allí acuden las escorrentías subsuperficiales de la vertiente, que inciden en el incremento de la inestabilidad de este sector por el aumento de peso (gradiente hidráulico) en períodos de lluvia.

- La localización de los bancales en las partes bajas de las laderas cóncavas, que son los lugares de confluencia de las escorrentías y de almacenamiento natural de agua en las vertientes.

Dimensiones de los campos y procesos de erosión		Media	Máximo	Mínimo	Nº	Desviación típica
Campos (m)	anchura rellano	12,6	28,0	5,0	25,0	5,6
	altura muro	2,39	5,47	0,9	25,0	1,1
Procesos (m)	Desprendimientos	3,3	33,7	0,0	22,0	7,7
	Caída de piedras	2,4	30,0	0,0	6,0	7,2
	Deslizamientos	0,2	5,8	0,0	2,0	1,2
	Talud	0,5	11,5	0,0	1,0	2,3
	Total procesos	6,4	33,7	0,0	31,0	
Procesos (m ³)	Desprendimientos	11,1	137,0	0,0	22,0	31,0
	Caída de piedras	1,4	18,5	0,0	6,0	4,3
	Deslizamientos	0,3	6,3	0,0	2,0	1,3
	Total procesos	12,7	137,0	0,0	30,0	
Procesos (%)	Desprendimientos	3,9	28,8	0,0	22,0	8,0
	Caída de piedras	2,8	25,6	0,0	6,0	7,7
	Deslizamientos	0,4	9,6	0,0	2,0	1,9
	Talud	0,5	12,3	0,0	1,0	2,5
	Total procesos	7,6	28,8	0,0	31,0	

Tabla VI.13. Dimensión y frecuencia de los procesos de erosión en los campos del tipo geomorfológico 1.

A lo expuesto cabe añadir que, aunque los desprendimientos y deslizamientos de los muros y escarpes de los bancales son procesos súbitos, que suceden con episodios de lluvias intensas, éstos son el resultado de un proceso lento y progresivo en el que se produce la transformación de una pared con perfil estable a otra con perfil inestable (Pallarés, 1994). La expresión visual y cuantificable de dicha inestabilización es el pandeo o abombamiento del muro (figura VI.19). El origen de dichas deformaciones es diverso:

- Por cambios volumétricos de suelos arcillosos o margosos debidos a procesos de humectación-desección.
- Por deslizamiento del terreno del talud posterior al muro.
- Por el desalojo de material del talud debido a la escorrentía subsuperficial, que genera el lavado de partículas en la superficie de contacto muro-talud, y la paulatina disminución de la pendiente de la pared que se acomoda a la nueva morfología del talud. La evolución de este flujo interno origina en algunos casos fenómenos de pipping próximos al muro.



Figura VI.19. Abombamiento de muro de bancal con rellano horizontal. Las Lagunetas.

Por su parte, la caída de piedras afecta fundamentalmente a las dos primeras hileras de la parte superior del muro y deteriora, como media, a 2,4 metros lineales de muro, o sea al 2,8% de la longitud de los mismos. Cabe señalar que el porcentaje de muro afectado por los movimientos en masa, medidos en su conjunto, suponen un promedio de 7,6 metros de pared destruida por cada 100 metros, lo cual nos indica los valores moderados de estas huellas erosivas en este grupo de campos.

La caída de piedras de los muros es un proceso gradual (Rodríguez Aizpeolea, 1990) que responde a la acción de diversos factores:

- Al reajuste de las piedras de los muros (por erosión hídrica subsuperficial o por meteorización química) y/o al empuje de las raíces de arbustos y árboles que contribuyen a la inestabilización de escarpes y muros
- A la acción humana directa por deficiencias de fábrica en el coronamiento de los muros o por tránsito de excursionistas, cazadores o agricultores; o indirecta, por paso del ganado sobre la zona más vulnerable del bancal, la parte superior del muro.

6.2.1.2. Los procesos de erosión en los bancales con deterioro alto (tipo geomorfológico 3)

En este grupo de campos el número de huellas de movimientos en masa se triplica con respecto al anterior (31 huellas erosivas en el tipo 1 y 102 en el tipo 3). De igual modo son los desprendimientos los más frecuentes pues suponen el 85,3% de las mismas, seguido de las caídas de piedras, que representan en este caso el 10,8% de la muestra (figura VI.20). Y los geoambientes más vulnerables a los desprendimientos son la cumbre y las medianías bajas, aunque también existen procesos en los otros. Por último, el número de campos cultivados con huellas erosivas es también mucho más elevado que en el grupo anterior, exactamente 11 de los 24 que componen esta muestra.

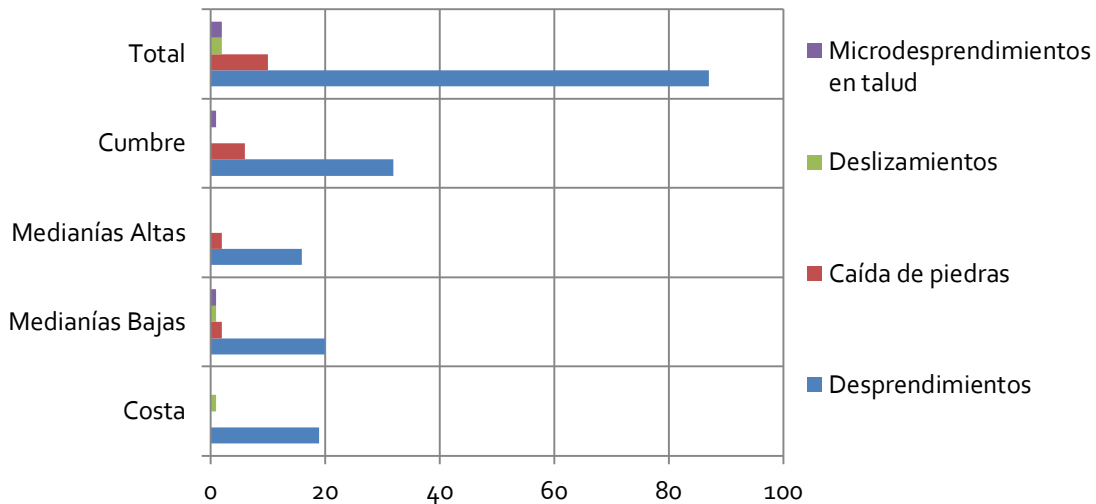


Figura VI.20. Frecuencia de los procesos de erosión (nº de casos) en los campos del tipo geomorfológico 3.

Los desprendimientos presentan una longitud media casi 10 veces superior a la del grupo anterior, con 32,2 metros, lo que representa el 46,2% del muro (tabla VI.14). Con ellos se moviliza un promedio de 161,4 m³ de suelo y de piedras que se desprenden del bancale. Estos valores contrastan con los obtenidos en el Sistema Ibérico riojano (valles de Leza, Jubera y Cidacos) por Arnáez y Ortigosa (1992), donde los desprendimientos afectan sólo al 22,64% del muro (la mitad de los del Guiniguada), con un volumen medio desalojado de 3,31 m³ frente a los 161,4 m³ del Guiniguada.

Por su parte, la caída de piedras afecta, como ya se ha señalado, a las dos primeras hileras de piedras de la parte superior del muro, aunque también existe un par de campos en los que la caída de piedras se produce en toda la altura del muro. Cabe señalar que el porcentaje de muro afectado por los movimientos en masa, medidos en su conjunto para el tipo geomorfológico 3, supone un promedio de 36,5 metros lineales, lo que representa el 55,4% del muro, dato que ratifica el elevado grado de deterioro que presentan estos campos.

Dimensiones de los campos y procesos de erosión		Media	Máximo	Mínimo	Nº	Desviación típica
Campos (m)	anchura rellano	10,8	22,0	4,0	24,0	4,3
	altura muro	2,37	5	1	24,0	1,1
	longitud campo	55,75	58,1	53,4	2,0	3,3
	pendiente rellano	9,6	9,6	9,5	2,0	0,1
Procesos muro (m)	Desprendimientos	32,2	117,7	0,0	87,0	26,4
	Caída de piedras	3,3	32,2	0,0	11,0	7,4
	Deslizamientos	0,7	10,4	0,0	2,0	2,4
	Talud	0,3	7,0	0,0	2,0	1,4
	TOTAL	36,5	117,7	0,0	102,0	
Procesos muro (m ³)	Desprendimientos	161,4	1023,2	0,0	87,0	213,5
	Caída piedras	3,0	41,9	0,0	11,0	8,7
	Deslizamientos	2,9	63,7	0,0	2,0	13,0
	TOTAL	167,2	1023,2	0,0	100,0	
Procesos muro y rellano (%)	Desprendimientos	46,2	100,0	0,0	87,0	27,7
	Caída de piedras	6,8	61,0	0,0	11,0	16,2
	Deslizamientos	1,6	20,6	0,0	2,0	5,4
	Talud	0,8	19,8	0,0	2,0	4,0
	Total procesos muro	55,4	100,0	0,0	102,0	
	ADD	55,0	70,0	40,0	1,0	21,2
	ADM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ADF	40,0	50,0	30,0	2,0	14,1
Total procesos rellano	31,7	70,0	0,0	3,0		

Tabla VI.14. Dimensión (m.) y frecuencia (%) de los procesos de erosión en los campos del tipo geomorfológico 3.

Es interesante señalar que, a pesar de que numerosos trabajos han señalado la baja capacidad de producción de sedimentos de los bancales, los estudios de detalle permiten comprobar que estos desprendimientos, aunque inicialmente no aportan material a los cauces al quedar retenidos al pie de la cicatriz, sí que pueden ser posteriormente áreas fuente de sedimentos en tormentas de alta intensidad horaria, y contribuyen al desmoronamiento de las laderas abancales (Arnáez y Ortigosa, 1992).

Entre estos bancales se encuentran dos que tienen rellanos en pendiente. En ellos la escorrentía laminar o difusa ha dado lugar a importantes procesos de arrastre, que pueden calificarse como arroyamiento débil en el 55% de la superficie de los rellanos, y como fuerte en el 40%. En estos dos casos los muros también presentan un elevado grado de destrucción, con desprendimientos que afectan a más del 32% de su longitud. En el caso concreto del campo nº 254, un único desprendimiento movilizó un volumen de suelo y piedras de 278,4 m³, esto supone casi el doble de la media del volumen desalojado por los desprendimientos en este grupo de campos.

Una cuestión interesante es la relación que puede existir entre la dinámica erosiva del rellano y la de los muros de los bancales, cuando la superficie de los mismos es en pendiente. A este respecto, Pallarés y Girona (1996) concluyen que únicamente existe relación entre ambos cuando la escorrentía es perpendicular a los muros. En ese caso se produce una mayor densidad de roturas del muro, que es tanto mayor cuanto más acusada es la pendiente del cultivo.

Una idea que complementa a la anterior es que los factores naturales, que favorecen o reducen la actividad de los procesos en los rellanos y en los muros, son diferentes (Arnáez *et al.*, 1993), pues mientras que la escorrentía superficial en los rellanos se vincula con el grado de cobertura vegetal, los desprendimientos en los muros se relacionan con la concentración de escorrentías subsuperficiales y con la saturación de los suelos.

Por último cabe señalar que en la cuenca del Guinguada también se ha podido constatar la existencia de otros movimientos en masa que, por su baja frecuencia o rareza, no se han incluido en la descripción y cuantificación de los procesos erosivos de los campos. Se trata de movimientos en masa de carácter ocasional pero de grandes dimensiones: las coladas de barro y los deslizamientos rotacionales. El primero responde a un súbito desplazamiento de un flujo de material edáfico asociado a un episodio de lluvia intensa, que consigue que el paquete desprendido se deslice como un fluido por la vertiente, afectando a rellanos y muros de los bancales que se encuentran vertiente abajo (figura VI.21).

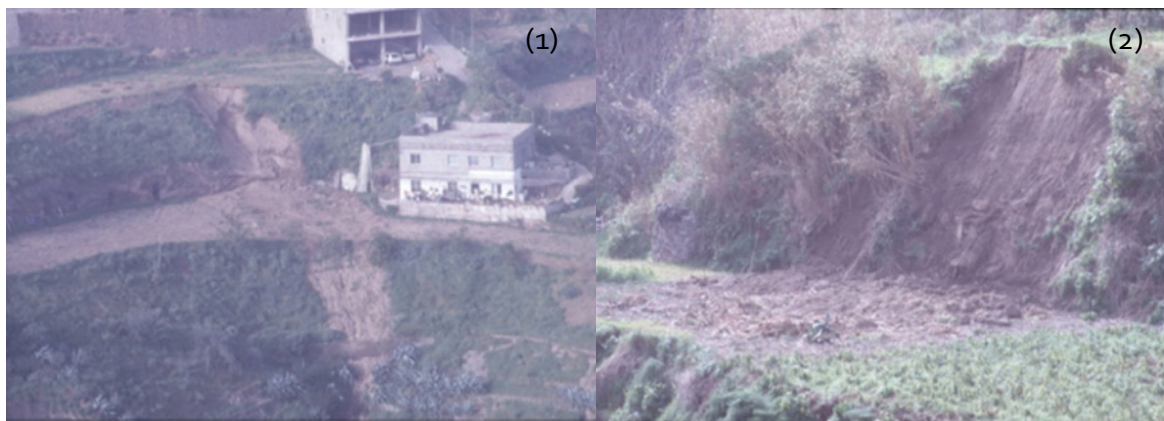


Figura VI.21. Colada de barro vista oblicua (1) y en detalle (2). Montaña de La Pita.

Por su parte, se han detectado deslizamientos rotacionales. El más importante, dado el número de “golpes de cuchara” y sus dimensiones (figura VI.22 y VI.23) se produjo en un episodio de lluvia de 1992 en la parte baja de una vertiente cóncava, relacionado con la obstrucción del cauce de una barranquera.



Figura VI.22. Deslizamientos rotacionales (golpes de cuchara) en vertiente cóncava. Las Lagunetas.



Figura VI.23. Detalle de uno de los "golpes de cuchara" (detalle de las dimensiones de uno de los depósitos deslizados). Las Lagunetas.

6.2.2. Los procesos de erosión en los campos en pendiente con deterioros medio-altos (tipo geomorfológico 2)

Este grupo lo componen 15 campos, doce parcelas en pendiente, y tres bancales con superficie en pendiente (situados en la cumbre). No existen "en explotación" ni en la costa ni en cumbre y tampoco "abandonados" en medianías bajas.

La caracterización de los procesos erosivos se ha realizado de la siguiente manera: en los seis campos en pendiente que se encuentran en abandono se han medido los microambientes erosivos con el método de los transectos geomorfológicos (Ruiz-Flaño, 1993), uno en cada sector del campo (inferior, medio y superior). En los otros 6, que permanecen en explotación, se ha realizado una estimación de los procesos en la totalidad del rellano. En los tres restantes, que son bancales con superficie en pendiente y muro situados en la cumbre, se ha combinado la estimación de los procesos en sus rellanos con la medida de los procesos en sus muros.

En los campos en pendiente abandonados (tabla VI.15) se aprecia que el microambiente erosivo más extendido, en el conjunto de las parcelas, es el

arroyamiento difuso, afectando al 66,92% de la superficie total. La mayor importancia corresponde a la esorrentía difusa fuerte que, con el 30,77% de frecuencia, es el microambiente de mayor ocupación sectorial. A éste le sigue la erosión nula, proceso que presenta las mayores desviaciones en ocupación. Los micropipes, los microdesprendimientos y las acumulaciones tienen un carácter mucho más localizado. Estos valores reflejan que la actividad geomorfológica más importante, en cuanto a extensión superficial, corresponde a la erosión por arroyamiento difuso, cuestión constatada por otros autores en ambientes de campos abandonados en pendiente (Francis, 1986, Ruiz-Flaño, 1993).

Microambiente	Ocupación (%)	Desviación Típica (%)
<i>Erosión Nula</i>	21,48	35,85
<i>Arroyamiento Difuso Débil (ADD)</i>	17,08	14,55
<i>Arroyamiento Difuso Moderado (ADM)</i>	19,08	23,67
<i>Arroyamiento Difuso Fuerte (ADF)</i>	30,77	29,04
<i>Incisiones</i>	8,27	11,85
<i>Micropipes</i>	0,28	1,39
<i>Microdesprendimientos</i>	2,62	9,09
<i>Acumulaciones</i>	0,43	1,49
Total	100,00	

Tabla VI.15. Ocupación sectorial (%) de los microambientes erosivos en los campos en pendiente abandonados. Tipo 2.

La frecuencia de aparición de cada microambiente refleja también estas mismas proporciones (tabla VI.16).

Microambiente	Frecuencia (nº/transecto)	Longitud media (m.)	Desviación Típica de la longitud
<i>Erosión Nula</i>	2,00	3,46	10,71
<i>Arroyamiento Difuso Débil (ADD)</i>	3,71	1,48	4,91
<i>Arroyamiento Difuso Moderado (ADM)</i>	1,48	4,17	7,40
<i>Arroyamiento Difuso Fuerte (ADF)</i>	3,67	2,70	9,71
<i>Incisiones</i>	2,33	1,14	3,89
<i>Micropipes</i>	0,10	0,95	0,41
<i>Microdesprendimientos</i>	0,38	2,22	2,78
<i>Acumulaciones</i>	0,10	1,45	0,47

Tabla VI.16. Frecuencia y longitud media de los microambientes erosivos en los campos en pendiente abandonados. Tipo 2.

El arroyamiento difuso fuerte, el débil y la erosión nula son las formas que han aparecido en mayor número de ocasiones. Los procesos de mayor desarrollo transversal (anchura) son el arroyamiento difuso moderado, el fuerte y la erosión nula,

seguidos de los microdesprendimientos, las acumulaciones y el arroyamiento difuso débil. Finalmente, los desarrollos transversales más reducidos corresponden, como es lógico, a las incisiones y los micropipes.

Los microambientes erosivos en los campos en pendiente abandonados muestran sustanciales diferencias en el tipo y magnitud de los procesos según los geoambientes. En el de costa (tabla VI.17) son el arroyamiento difuso fuerte, seguido del arroyamiento difuso moderado y las incisiones los más frecuente; mientras que en medianías altas son la erosión nula y la escorrentía difusa débil los de mayor frecuencia y longitud (tabla VI.18).

CAMPOS COSTA							
Microambiente	Longitud total (m)	Longitud media (m)	Desviación Típica de la longitud (m)	Frecuencia (%)	Desviación Típica de la frecuencia (%)	Nº total	Frecuencia (nº/transecto)
<i>Erosión Nula</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
<i>ADD</i>	69,55	5,80	5,66	16,95	15,77	44	3,67
<i>ADM</i>	96,85	8,07	8,60	25,01	27,56	19	1,58
<i>ADF</i>	166,2	13,85	9,93	40,97	29,32	50	4,17
<i>Incisiones</i>	55,05	4,59	4,25	14,06	12,91	48	4,00
<i>Micropipes</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
<i>Microdesprendimientos</i>	17,75	1,48	3,61	4,72	11,83	8	0,67
<i>Acumulaciones</i>	2,9	0,24	0,61	0,76	1,95	2	0,17
<i>Total</i>	408,3					171	

Tabla VI.17. Frecuencia y longitud media de los microambientes erosivos en los campos en pendiente abandonados (transectos) en la costa. Tipo geomorfológico 2.

Se aprecia, por lo tanto, una diferencia muy clara, para el mismo modelo de campo y grado de explotación, según las condiciones ambientales. Esas mismas condiciones ambientales son las que determinan que los campos de costa se encuentren sobre sustrato litológico sedimentario (Formación Detrítica de Las Palmas), sobre suelos sódicos (Calisoles pétricos) y extremas condiciones de aridez, lo que dificulta notablemente el desarrollo de una cubierta vegetal protectora contra la erosión, pues apenas cubre el 38,3% de estos campos (figuras VI.24 y VI.25).



Figura VI.24. Incisiones y arroyamiento difuso fuerte en campos abandonados en pendiente. Laderas del Barranco de La Calderina.



Figura VI.25. Micropipes en campos abandonados en pendiente. Laderas del Barranco de La Calderina.

En cambio, los situados en medianías altas se localizan sobre sustratos piroclásticos (piroclastos de dispersión del Post Roque Nublo Inferior), suelos delgados, poco evolucionados (Leptosoles líticos-Cambisoles eútricos), en ambiente muy húmedo y lluvioso y, por lo tanto, con unas óptimas condiciones para la recolonización vegetal, con cobertura vegetal que ronda el 90% de sus superficies.

CAMPOS MEDIANÍAS ALTAS							
Microambiente	Longitud total m.	Longitud media m.	Desviación Típica de la longitud m.	Frecuencia %	Desviación Típica de la frecuencia %	Nº total	Frecuencia (nº/transecto)
<i>Erosión Nula</i>	145,4	16,16	10,91	54,19	36,40	42	4,67
<i>ADD</i>	46,05	5,12	3,98	17,28	13,69	34	3,78
<i>ADM</i>	32,3	3,59	4,71	11,96	15,71	12	1,33
<i>ADF</i>	42,05	4,67	6,79	15,57	22,63	27	3,00
<i>Incisiones</i>	0,9	0,10	0,30	0,33	1	1	0,11
<i>Micropipes</i>	1,9	0,21	0,63	0,70	2,11	2	0,22
<i>Microdesprendimientos</i>	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
<i>Acumulaciones</i>	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
<i>Total</i>	268,6					118	

Tabla VI.18. Frecuencia y longitud media de los microambientes erosivos en los campos en pendiente abandonados (transectos) en medianías altas. Tipo geomorfológico 2.

Por su parte, en los campos en pendiente que permanecen en explotación, situados en medianías bajas y altas, la escorrentía laminar es el microambiente erosivo dominante. El tipo de cultivo, la vid, como se ha comprobado en otros territorios, aporta poca protección al suelo (Martínez-Casnovas *et al.*, 2003 y Ruiz-Flaño *et al.*, 2008) y, muy especialmente, sobre pendientes tan pronunciadas (22º de media) (figura VI.26).

Dichos campos se localizan en medianías bajas y altas, sobre suelos jóvenes o poco evolucionados a partir de coladas fonolíticas, tapizadas por piroclastos de dispersión o directamente sobre piroclastos del Post Roque Nublo (Leptosoles líticos y Andosoles vítricos). Son por ello suelos con bajo contenido en materia orgánica, y con una limitada estabilidad de agregados, por lo que las escorrentías moderada y, especialmente la fuerte, afectan a amplios sectores de los campos (tabla VI.19).



Figura VI.26. Campos en pendiente con cultivo de vid sobre pirocastos. Montaña Vinculación (Camaretas).

Campos en pendiente (estimación cobertura)		Media	Máximo	Mínimo	Desviación Típica
Dimensiones campos	anchura campo	42,97	70,3	22	18,6
	longitud campo	57,98	78,5	35	17,7
	pendiente rellano	22,03	25	14,72	4,1
Ocupación microambientes (%)	Arroyamiento Difuso Débil	0,0	0,0	0,0	0,0
	Arroyamiento Difuso Moderado	16,7	100,0	0,0	40,8
	Arroyamiento Difuso Fuerte	75,0	100,0	0,0	38,3

Tabla VI.19. Dimensión de los campos en pendiente cultivados y frecuencia de los procesos de erosión. Tipo geomorfológico 2.

Los bancales con superficie en pendiente de este grupo son tres y se localizan en la cumbre (Cueva Grande). Son campos con rellanos largos y estrechos, pendientes muy acusadas sobre los que actúan las escorrentías. Éstas ocupan algo más de la mitad de su superficie, predominando la escorrentía difusa fuerte, con un 37,5% de frecuencia (tabla VI.20).

Sus bajos muros (1,5 metros) están contruidos sobre taludes de entre 1,40 y 1,90 metros de alto. En ellos se activan procesos erosivos asociados a escorrentías subsuperficiales o diferentes niveles de humectación, como pipes y caída de tepés. Los muros y taludes están sometidos a procesos de deslizamientos, que afectan al 37,9% de su longitud y movilizan un promedio de 3,6 m³ de piedra y suelos, a los que se

suman los desprendimientos y caídas de piedras. Esos deslizamientos conectan en algunas ocasiones con el talud inferior, provocando el arranque o cabecera de una cárcava.

Dimensiones de los campos y procesos de erosión		Media	Máximo	Mínimo	Nº casos	Desviación Típica
Campos (m)	anchura rellano	6,7	9,9	5	3	2,8
	altura muro	1,56	1,6	1,5	3	0,1
	anchura campo	38,6	70,3	22	6	16
	longitud campo	63,1	80	35	6	16,2
	pendiente rellano	19,08	25	9,8	9	4,8
Procesos muro (m)	Desprendimientos	2,3	4,9	0	2	2,5
	Caída de piedras	2,1	3,2	0	2	1,8
	Deslizamientos	9,2	22,3	0	2	11,7
	Talud	2,3	6,9	0	1	0
	TOTAL	3,98	22,3	0	7	
Procesos muro (m ³)	Desprendimientos	2,7	5,3	0	2	2,6
	Caída piedras	2,4	6,6	0	2	3,7
	Deslizamientos	3,6	10,9	0	1	0
	TOTAL	2,90	10,9	0	5	
Procesos muro y rellano (%)	Desprendimientos	7,8	18,1	0	2	9,3
	Caída piedras	6,6	11,8	0	2	6
	Deslizamientos	37,9	100	0	2	54,2
	Talud	8,5	25,5	0	1	0
	Total procesos muro	15,20	100	0	7	
	ADD	11,7	80	0	2	27,6
	ADM	15	100	20	4	29,7
	ADF	37,5	100	0	5	46,9
	Total procesos rellano	21,40	100	0	11	

Tabla VI.20. Dimensión y frecuencia de los procesos de erosión en los bancales con rellano en pendiente. Tipo geomorfológico 2.

La escorrentía es especialmente activa en estos bancales debido a que la cobertura vegetal, herbácea básicamente, es insuficiente para retener el suelo y suele concentrarse en los taludes que se forman a pie de muro. Éstos son muy vulnerables, pues se saturan rápidamente al no existir suelo y recibir el agua sobrante del bancal superior.

6.2.3. Los procesos de erosión en los bancales con deterioros muy altos (tipo geomorfológico 4)

Todos los bancales de este grupo tienen en común que están abandonados, y que sus muros presentan un estado ruinoso (figuras VI.27). De ellos, siete son bancales con rellano plano, situados en la costa y en medianías bajas, y los cinco restantes son bancales con superficies en pendiente situados en medianías altas y cumbre. Los campos presentan dimensiones de muros y de rellanos moderadas, en comparación con los de los tipos anteriores. El 84,1 % de los muros se encuentran afectados por la mayor variedad de procesos de erosión detectada en este trabajo (figura VI.28). Los desprendimientos y las caídas de piedras son los procesos que más afectan a los muros, seguidos de los movimientos en masa en los taludes y los pipes. A su vez, los primeros son más frecuentes en medianías, mientras que los movimientos en masa en taludes son propios de los campos de costa y de cumbre. Los geoambientes que presentan mayor variedad de procesos son los de medianías bajas y la cumbre.



Figura VI.27. Procesos de erosión en bancales con superficies en pendiente (tipo 4). Hoya del Gamonal.

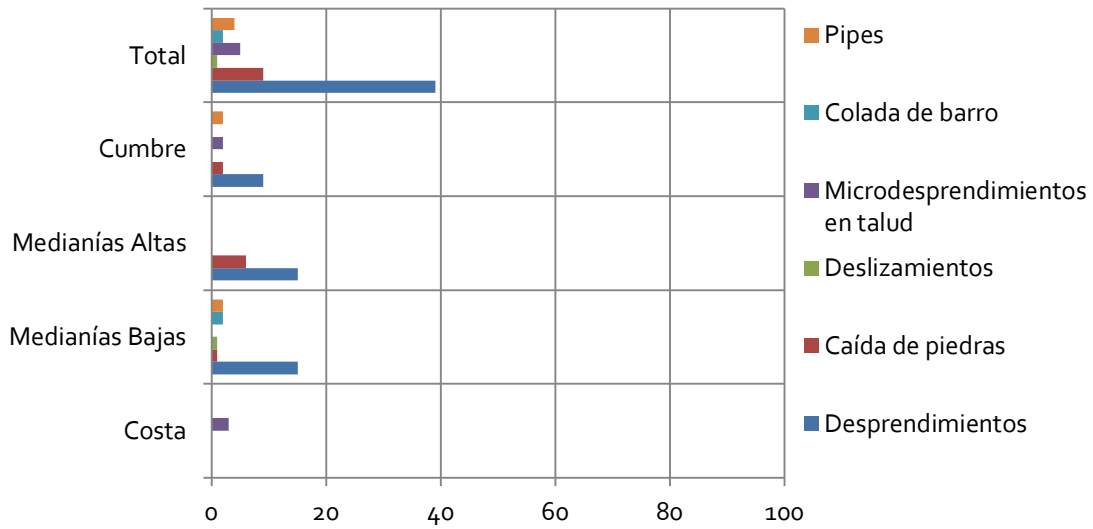


Figura VI.28. Frecuencia de los procesos de erosión en los muros de bancales (nº de casos). Tipo 4.

Los muros de los bancales situados en la costa y en medianías bajas (un total de siete) descansan sobre escarpes rocosos sedimentarios y piroclastos respectivamente, materiales que contribuyen a la desestabilización de los muros.

Los procesos que afectan a los muros de estos bancales son de mayores dimensiones en los bancales planos que en los inclinados (tabla VI. 21). Los movimientos en masa en los taludes son los de mayor longitud entre los bancales planos, mientras que los desprendimientos lo son entre los bancales con superficies en pendiente, con 36,7 metros y 16, 1 metros en promedio respectivamente. Los que más volumen de material (suelo y piedras) movilizan son los desprendimientos en ambos casos, pero con un orden de magnitud casi cinco veces superior en los bancales planos con respecto a los inclinados. En promedio, los desprendimientos en los bancales movilizan unos 168,2 m³, frente a los 35,3 m³ de los bancales con superficies inclinadas. El porcentaje de muro afectado por el conjunto de los procesos es superior en los bancales con rellano horizontal, con el 87,2% frente al 79,6% de los que tienen superficies en pendiente. Y, por último, en los bancales inclinados, al estado ruinoso de sus muros se suman los procesos que se activan en sus rellanos y que, como media, afectan al 43,6% de los mismos, siendo el arroyamiento difuso débil y moderado los más destacados, con el 90% y el 73,3% de frecuencia respectivamente.

Dimensiones de los campos y procesos de erosión		Media	Máximo	Mínimo	Nº casos	Desviación Típica	
Campos y escarpes (m)	anchura rellano	8,6	11,7	5,3	7	2,4	
	altura muro	2,17	2,97	1,53	7	0,5	
	anchura campo*	8,51	10,8	5,3	5	2,3	
	longitud campo*	28,7	39,8	20,5	5	7,2	
	pendiente rellano*	19,0	22,5	14,6	6	3,5	
	altura escarpe	1,0	2,6	0,5	7,0	1,1	
Procesos muro (m)	Procesos	Media BRH	Media BSP	Máximo BRH	Máxima BSP	Nº casos	Desviación Típica
	Desprendimientos	30,5	16,1	77,1	40,7	39	26
	Caída piedras	4,6	2,3	29,7	6,0	9	8,4
	Deslizamientos	0,7	0,0	5,2	0,0	1	1,5
	Talud	36,7	5,4	116,1	19,1	5	39,5
	Colada barro	1,9	0,0	13,1	0,0	2	0
	TOTAL	74,4	23,9	116,1	40,7	56,0	
Procesos muro (m³)	Procesos	Media BRH	Media BSP	Máximo BRH	Máxima BSP	Nº casos	Desviación Típica
	Desprendimientos	168,2	35,3	484,5	72,6	39	162,6
	Caida piedras	8,4	1,5	58,6	4,02	9	16,7
	Deslizamientos	3,2	0,0	22,1	0	1	6,4
	Colada barro	13,6	0,0	95,4	0	2	27,5
	TOTAL	193,4	36,8	484,5	72,6	51	
	Procesos muro y rellano (%)	Procesos muro	Media BRH	Media BSP	Máximo BRH	Máxima BSP	Nº casos
Desprendimientos		36,7	52,0	72,1	96,9	39	31,6
Caida piedras		4,3	8,3	27,7	19,9	9	9,4
Deslizamientos		0,9	0,0	6,5	0,0	1	1,9
Talud		42,9	19,4	100,0	71,5	5	45,4
Colada barro		2,3	0,0	16,4	0,0	2	4,7
Total procesos muro		87,2	79,6	100,0	96,9	56	
Procesos rellano		Media BSP	Máxima BSP	Mínima BSP	Nº casos	Desviación Típica	
Arroyamiento Difuso Débil		90	90	0	1	0	
Arroyamiento Difuso Moderado		73,3	100	40	3	30,6	
Arroyamiento Difuso Fuerte		40	60	20	3	20	
Pipes	15	15	0	2	0		
Cárcavas	0	0	0	1	0		
Media procesos rellano	43,66	100	0	10			

Tabla VI.21. Dimensión y frecuencia de los procesos de erosión en los bancales del tipo geomorfológico 4.

La activación del arroyamiento puede deberse al pastoreo, que compacta el suelo en buena parte de estos rellanos, y puede concentrarse en los sectores con escasa vegetación y fuertes pendientes (taludes) que se sitúan al pie del muro de piedra del campo superior. Se trata de un pequeño talud que puede identificarse con la ladera original, con el afloramiento de un estrato o la acumulación de material proveniente de la erosión del campo superior (Arnáez y Ortigosa, 1992).

6.3. Los factores determinantes de los procesos de erosión

Los campos abandonados experimentan diferentes etapas evolutivas en su dialéctica entre colonización vegetal y actividad hidrogeomorfológica, que no parecen responder a un modelo "lineal en el tiempo" (García-Ruiz y López-Bermúdez, 2009: 179). En esta evolución parecen ser algunas características ambientales, junto con el paso del tiempo y la gestión humana posterior al abandono agrícola, los factores más determinantes (Ruiz-Flaño *et al.*, 1992 y Ruiz-Flaño, 1993).

El resultado de todo ello, en las laderas abandonadas, es un mosaico de situaciones geomorfológicas heterogéneas, como ya se ha indicado en los capítulos precedentes de esta tesis. Los resultados de esta investigación han permitido clasificar esta heterogeneidad a partir de la definición de los cuatro estados erosivos o "tipos geomorfológicos".

En este apartado se identifican, para cada una de las situaciones geomorfológicas descritas, los factores que contribuyen, en mayor medida, a su actual estado de conservación, esto es, se pretende definir los factores de vulnerabilidad erosiva.

Con el análisis realizado se pretende conocer los factores que determinan el grado de vulnerabilidad erosiva de los tipos geomorfológicos detectados en el Guinguada. Para ello se trata de dar respuesta a las siguientes cuestiones:

1. ¿Existe relación entre los suelos y los procesos de erosión y, entre las características edáficas y el tiempo transcurrido desde el abandono?
2. ¿Y entre los "modelos de campos", la edad de abandono y las variables ambientales con los procesos?

6.3.1. Suelos, procesos de erosión y edad de abandono de los campos

Se busca la relación que pueda existir entre algunas características de los suelos (contenido en arcilla, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica) con las dimensiones y frecuencias de los procesos de erosión existentes en los tipos geomorfológicos.

El primer resultado destacable es que, por lo general, las variables edáficas presentan una relación muy baja (según valores medios de correlación) con la frecuencia y las dimensiones de los procesos de erosión (tabla VI.22).

Tipos geomorfológicos	Procesos de erosión	Arcilla %	M.O. %	pH	C.E. mS/cm
Tipo 1	Total procesos muro (m)	-0,329	0,150	-0,061	0,040
	Total procesos muro (%)	-0,343	0,298	-0,147	0,231
	Total procesos muro (m ³)	-0,076	-0,323	0,076	0,004
Media Tipo 1		-0,249	0,042	-0,044	0,092
Tipo 2	Incisiones %	0,781**	-0,094	0,706**	0,454*
	Microdesprendimientos %	0,537**	0,004	0,469**	0,758**
Media Tipo 2		0,659	-0,045	0,588	0,606
Tipo 3	Total procesos muro (m)	-0,151	-0,378**	0,519**	0,436**
	Total procesos muro (%)	-0,143	-0,433**	0,493**	0,266
	Total procesos muro (m ³)	-0,078	-0,300*	0,515**	0,466**
Media Tipo 3		-0,124	-0,370	0,509	0,389
Tipo 4	Total procesos muro (m)	0,520**	-0,586**	0,360	0,385
	Total procesos muro (%)	0,264	-0,526**	0,240	0,152
	Total procesos muro (m ³)	0,410*	-0,095	-0,329	-0,054
	Procesos rellano ADD (%)	-0,108	0,689**	-0,154	-0,10
	Procesos rellano ADM (%)	-0,314	-0,066	-0,305	-0,522**
	Procesos rellano ADF (%)	-0,030	0,126	-0,356	-0,422
	Total procesos rellano (%)	-0,335	0,419*	-0,487*	-0,593**
	Acumulaciones %	0,521*	-0,002	0,486**	0,758**
Media Tipo 4		0,116	-0,005	-0,068	-0,042
MEDIA		0,074	-0,078	0,162	0,191

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Tabla VI.22. Matriz de correlación (Pearson=r) entre los procesos de erosión en muros y rellanos y los parámetros edáficos en los tipos geomorfológicos.

También se comprueba que la erodibilidad de los suelos es mayor en los campos de los tipos geomorfológicos 2 y 4, que presentan deterioros altos y muy altos y, lo forman modelos de campos con superficies en pendiente (campos en pendiente y bancales con relleno inclinado y muro). Además se aprecia que ciertas características del suelo guardan una importante relación directa con determinados procesos de erosión y que

éstos interactúan para incrementar la frecuencia e intensidad de los mismos. Es el caso del contenido en arcillas con el pH y la conductividad eléctrica, con las incisiones y los microdesprendimientos en algunos campos del tipo geomorfológico 2. Y también del contenido en arcilla junto con el de materia orgánica de los suelos en los campos del tipo geomorfológico 4 con los movimientos en masa en sus muros.

Las incisiones y los microdesprendimientos son, por otra parte, procesos de erosión poco frecuentes entre los campos del tipo 2. Son propios de campos en pendiente localizados en la costa y, por tanto, sometidos a unas condiciones ambientales y de aprovechamiento antrópico propias que influyen directamente en su dinámica geomorfológica y, por ello, en sus estados de conservación. Entre las primeras destacan la aridez climática (largos períodos secos con cortos y episódicos períodos lluviosos), la escasa cobertura vegetal, la litología sedimentaria (miembro superior de la FDLP) y la existencia de suelos áridos con costra de carbonato cálcico (Calcisoles pétricos). Por otra parte, entre las condiciones antrópicas destacamos el tipo de cultivo (tomates), sometido a riego con aguas salinas y abandonados hace más de cincuenta años, en los que la rotura de las acequias condicionan el arranque de las incisiones (Arnaéz y Pérez-Chacón, 1986).

Las cárcavas y rills son formas asociadas a la escorrentía superficial concentrada; son características de medios susceptibles a altas tasas de erosión con suelos deficientes en materia orgánica, en los que la alcalinidad del mismo junto con la elevada presencia de catión sodio y los altos valores de PSI contribuyen a la dispersión de las arcillas (Calvo-Cases *et al.*, 2011), con la consecuente destrucción de la estructura del suelo y la creación de microporos (Bryan, 1987). Esa última característica impide la infiltración del agua de lluvia. Además presentan un horizonte pétrico a escasa profundidad, conformado por carbonato cálcico, que limita aún más la infiltración (Bouma y Imeson, 2000; Bouma, 2006) e induce la escorrentía concentrada. Por su parte, la presencia de ese sustrato pétrico junto a la pésima estabilidad de sus agregados puede contribuir a la activación de pequeños movimientos en masa (reptación) que generan microdesprendimientos y acumulaciones, y que pueden estar relacionados con los restos de los caballones que se realizaban durante el cultivo, dispuestos perpendicularmente a la línea de la pendiente y a los flujos de las escorrentías.

Por su parte, entre los bancales del tipo 4 (especialmente en los de superficies en pendiente) los factores de erodibilidad son diferentes según se trate de los procesos

que actúan en los muros de los que lo hacen en sus superficies cultivables. Entre los primeros (movimientos en masa) parece existir una moderada relación positiva entre el contenido en arcilla pero negativa con el contenido en materia orgánica. En el caso de los procesos que actúan sobre sus superficies cultivables se distinguen dos tipos de relaciones: la del arroyamiento difuso débil (ADD) con el contenido en materia orgánica y la del arroyamiento difuso moderado (ADM) y las acumulaciones, con el pH y la conductividad hidráulica.

En los desprendimientos de sus muros influyen conjuntamente el bajo contenido en arcilla y en materia orgánica. Afectan negativamente a la hidrología del bancal en la medida que los suelos con esa deficiencia presentan un bajo nivel de agregación de sus componentes, lo que dificulta la infiltración y la circulación subsuperficial del agua de lluvia. La limitada capacidad de infiltración de esos suelos puede conllevar al lavado de las partículas por flujo subsuperficial en la capa superior del suelo, el desalojo de parte del material del talud posterior al muro y la desestabilización del mismo con la consecuente caída de parte de él (son frecuentes las caídas de piedras de las primeras filas de los muros) o de todo su paño vertical.

En el primer caso, como ya se ha señalado en apartados anteriores, en bancales con suelos arenosos, como los de este grupo de campos, el bajo contenido de arcilla que presentan (14,6%) puede ser suficiente para que se produzca la humectación e hinchamiento de las mismas durante los episodios de lluvia, aumentando el volumen del suelo y la presión hidráulica en el talud o escarpe posterior al muro de piedra. Este fenómeno es especialmente significativo cuando dichos flujos son perpendiculares al ribazo (Pallarés y Girona, 1996), que es lo común en bancales con rellano en pendiente. El resultado es la deformación del muro, y posterior colapso del mismo, y de parte del talud de tierra, si la calidad constructiva de los mismos no es la apropiada. Además cabe señalar que la humectación también afecta a las piedras del muro que al mojarse pierden adherencia entre ellas (menor coeficiente de rozamiento en superficies húmedas que secas) (Pallarés, 1994) y, si en los intersticios del muro además existen sedimentos retenidos, estos pueden actuar a modo de lubricantes facilitando el movimiento a favor de la gravedad de dichas piedras.

A su vez, el bajo contenido en materia orgánica de los suelos de este grupo de campos (62% de las muestras con valores inferiores al 2%), limita su función antierosiva que consiste, como ya se ha señalado, en la formación y estabilización de los agregados del

suelo, favorecer la circulación hídrica y el desarrollo de una cubierta vegetal protectora. Por ello, esta característica edáfica juega un importante papel en la dinámica erosiva de estos campos y afecta a todos los procesos de erosión que se activan sobre ellos.

Por último, la moderada relación positiva que se establece entre el arroyamiento difuso moderado (proceso más frecuente en las superficies cultivables de estos bancales) y el pH nos ilustra sobre la posible dispersión de arcillas y la consecuente degradación de la estructura de los suelos que existe en el 29,2% de los casos con suelos alcalinos que contiene esta muestra de campos. Esto sucede en suelos con baja estabilidad estructural, reducida potencia y dispuestos en pendientes acusadas, en los que la pedregosidad superficial y la cobertura vegetal no logran neutralizar la actividad de las escorrentías difusas dominantes en estos, las de carácter moderado.

A modo de conclusión se puede señalar que la existencia de correlaciones moderadas entre algunas características de los suelos (contenido en materia orgánica y de arcilla fundamentalmente) con algunos de los procesos de erosión corrobora la idea de que estamos ante un fenómeno complejo, en la interfaz entre lo humano y lo natural por lo que concurren otros muchos factores en la explicación de la erosión post abandono agrícola. Sirvan de ejemplo lo que hemos observado en los estados erosivos 1 y 3. En el primero (campos con el mejor estado de conservación, pero con pequeños desprendimientos en sus muros), las características de sus suelos no parecen ser un factor de erodibilidad importante. Y, en el segundo, formado por bancales con deterioros altos, las variables edáficas no aportan resultados concluyentes en la explicación de su estado erosivo, por lo que habrá que atribuírselo a otras variables ambientales y antrópicas consideradas y no consideradas en este trabajo.

No obstante y, coincidiendo con lo señalado por otros autores, el contenido en materia orgánica y la estabilidad de los agregados (contenido en arcilla) constituyen dos buenos indicadores de la vulnerabilidad erosiva de suelos (Romero-Díaz *et al.*, 2009) agrícolas abandonados.

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros autores en la isla de Tenerife (Arbelo *et al.*, 2006), concluimos que existen semejanzas al comprobar que, tanto en el sur de dicha isla como en la cuenca del Guinguada existen relaciones diversas entre las características edáficas y los procesos o microambientes erosivos

según los geoambientes. En nuestro caso se ha puesto de manifiesto la estrecha relación que existe entre contenido en arcilla, alcalinidad de los suelos y conductividad eléctrica en campos en pendiente situados en ambientes semiáridos de costa y, por otro lado, entre el contenido en materia orgánica, en arcilla y la alcalinidad de los suelos de bancales de superficies en pendiente en ambientes húmedos de medianías altas y de cumbres. Y, en el del estudio mencionado, los resultados más concluyentes señalan que resulta una estrecha relación entre la conductividad eléctrica, los procesos de sodificación y pavimento de piedras en ambientes semiáridos de costa, entre el contenido en materia orgánica y N total con la erosión laminar en ambientes de medianías y, por último, entre el pH alto y el sellado y encostramiento del suelo, en ambientes de costa.

En este trabajo nos interesa conocer si el tiempo transcurrido tras el abandono guarda relación con la evolución de las variables edáficas usadas como indicadores de su degradación y, por extensión, de su erosionabilidad (arcilla, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica).

Conviene aclarar que, en la selección de los campos de muestreo, no se consideró la existencia de un número equitativo de campos para los distintos rangos de abandono, sino el de igual número según grado de explotación (abandonados y cultivados). Por ese motivo, llegados a este punto, se decidió reclasificar las edades de abandono en intervalos lo suficientemente grandes para diluir las posibles imprecisiones que se pudieran dar y, a tenor de las variaciones temporales de algunos parámetros obtenidos en otros trabajos (Ruiz-Flaño, 1993, Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011), se consideró adecuada la agrupación en tres intervalos de edades de abandono. Estas son: abandonos antiguos o de más de 50 años (>1960); abandonos medios, de entre 50 y 20 años (1960-1992) y, por último, abandono reciente y cultivado, entre 20 y 0 años

La primera característica a destacar sobre las edades de abandono de los campos seleccionados (figura VI.29) es que los tipos geomorfológicos 1 y 3 tienen en común el dominio de campos con abandonos medios y de campos que aún permanecen en explotación. Son bancales con superficies de cultivo planas, y conforman grupos diferentes en función del desigual estado de conservación de sus muros: en buen estado (tipo 1), o con deterioro alto (tipo 3). Los dos grupos restantes se caracterizan por presentar un importante número de campos con abandonos antiguos; y, mientras

que en el tipo geomorfológico 2 existen campos en explotación, y en el tipo 4 únicamente hay campos abandonados.

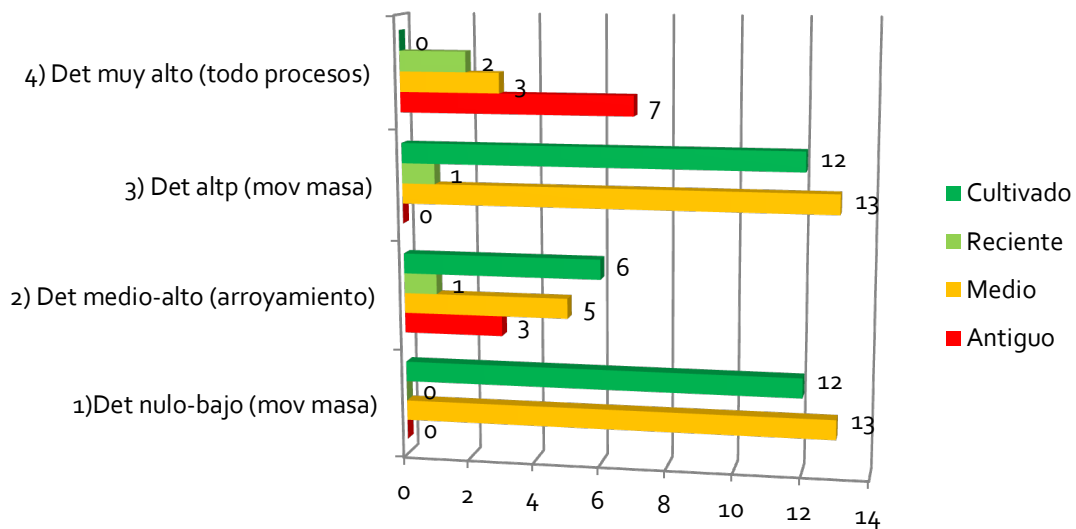


Figura VI.29. Frecuencia absoluta (nº de campos) de la edad de abandono según tipos geomorfológicos.

El primer resultado destacable es que, por lo general, las variables edáficas no presentan diferencias significativas (significación media) según la edad de abandono de los campos (tabla VI.23). También que las características del suelo que sí parecen variar con el paso del tiempo (según nivel de significación) son el contenido en arcilla y el pH y, que los tipos geomorfológico cuyos suelos acusan más los cambios temporales son el 2, y en menor medida, el 4.

Tipos geomorfológicos	Cálculos	Arcilla %	M.O. %	pH	C.E. mS/cm
Tipo 1	Estadístico	W+U	W+U	W+U	W+U
	Media	22,16	2,79	5,93	0,41
	Mediana	22,86	2,74	5,92	0,25
	Desviación Típica	11,06	1,33	1,22	0,44
	Sig.	0,127	0,285	0,398	0,466
Tipo 2	Estadístico	K-W	K-W	K-W	K-W
	Media	16,72	1,30	6,35	0,20
	Mediana	12,62	1,33	6,34	0,09
	D. T.	10,56	0,43	1,31	0,30
	Sig.	0,001	0,232	0,000	0,000
Tipo 3	Estadístico	W+U	W+U	W+U	W+U
	Media	21,52	2,52	6,42	0,25
	Mediana	22,96	2,44	6,32	0,18
	D. T.	7,93	1,07	1,15	0,17
	Sig.	0,664	0,238	0,024	0,199
Tipo 4	Estadístico	K-W	K-W	K-W	K-W
	Media	14,59	2,06	6,57	0,09
	Mediana	9,96	1,75	6,10	0,07
	D. T.	13,49	1,57	0,93	0,05
	Sig.	0,001	0,940	0,210	0,724
Significación media		0,198	0,424	0,158	0,347

Prueba de W de Wilcoxon + U de Mann-Whitney ; Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla VI.23. Parámetros edáficos que presentan diferencias significativas según la edad de abandono y el tipo geomorfológico

El grupo de campos en pendiente con deterioros altos y procesos de arroyamiento (tipo 2) es el que más acusa el paso del tiempo en sus suelos. Parece que existen tendencias al cambio en el contenido en arcilla (%), el pH y la conductividad eléctrica (mS/cm) del suelo según la edad de abandono (figura VI.30). En esta muestra, las categorías de abandono son tres: antiguos, medios y reciente-explotación. El contenido en arcilla aumenta conforme lo hace el tiempo de abandono. Es elevado en los campos de más de 50 años de abandono, desciende bruscamente en edades intermedias, y se mantiene en niveles bajos en los abandonos más recientes y/o los que permanecen en explotación en la actualidad.

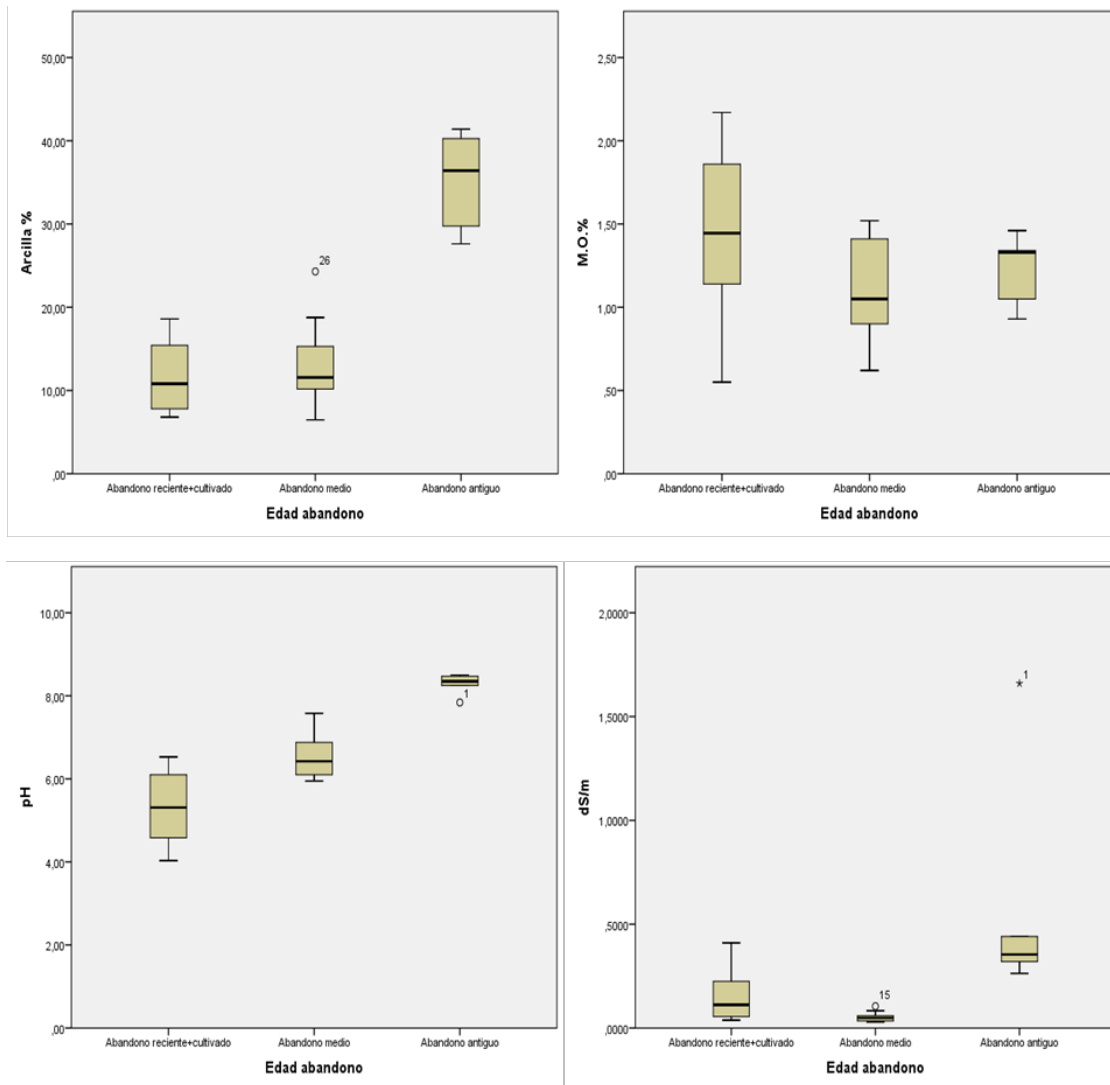


Figura VI.30. Cambios de las características del suelo según la edad de abandono en el tipo geomorfológico 2

Aunque no existe una tendencia clara al cambio entre el contenido en materia orgánica y la edad de abandono (según cálculo K-W), en el gráfico correspondiente se aprecia que ésta disminuye con el paso del tiempo, encontrándose los niveles más bajos en los abandonos intermedios. En lo que respecta al pH, los suelos de este grupo experimentan procesos de alcalinización cuanto más tiempo transcurre desde su abandono. Se puede concluir que se trata de suelos que pierden calidad con el paso del tiempo, y que esta pérdida se manifiesta en la disminución del contenido en materia orgánica, debido sin duda a las pérdidas generadas por las escorrentías, y a una cierta alcalinización y salinización por remonte capilar de las sales. El aumento en el

contenido en la fracción arcillosa se puede justificar por la rápida instalación de procesos de iluviación.

Entre los bancales que se encuentran en peor estado de conservación (tipo 4), el único parámetro edáfico que parece guardar relación con el tiempo transcurrido tras el abandono es el contenido en arcilla que, aunque aumenta en abandonos medios, desciende drásticamente tras más de 50 años de abandono. Esos valores tan bajos de arcilla, junto al decrecimiento que experimenta la materia orgánica, nos hace pensar en una acción intensa de las escorrentías que arrastran los elementos más finos (figura VI.31).

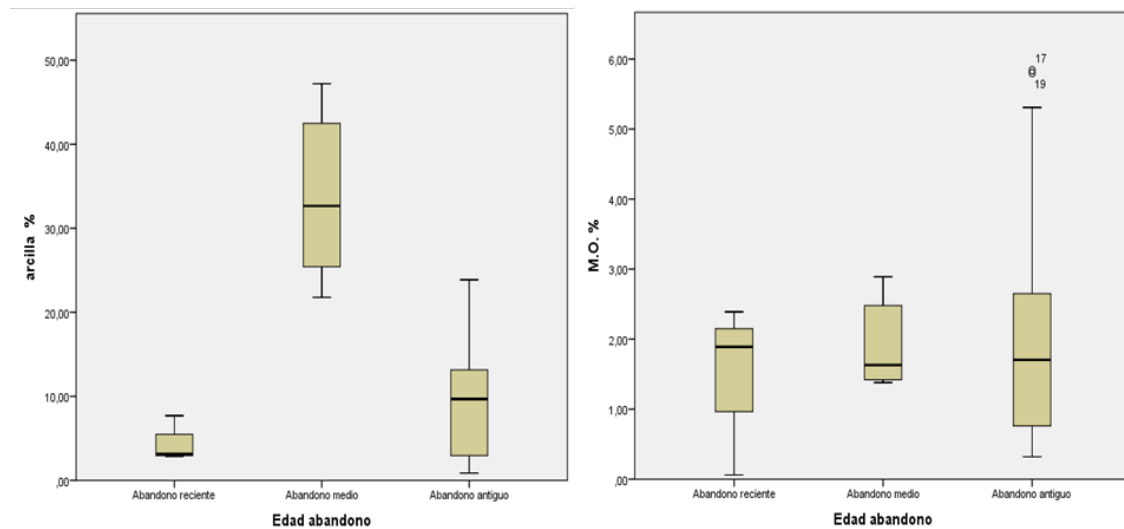


Figura VI.31. Cambios de las características del suelo según la edad de abandono en el tipo geomorfológico 4

Entre los bancales con deterioros altos (tipo 3) únicamente se comprueba cambios del pH del suelo hacia la alcalinidad en los abandonos medios, frente a la mayor acidez en abandonos recientes y cultivados (figura VI.32). El contenido en arcilla no parece variar sustancialmente entre esas dos edades de abandono mientras el contenido en materia orgánica sólo experimenta un leve incremento en ese mismo intervalo temporal.

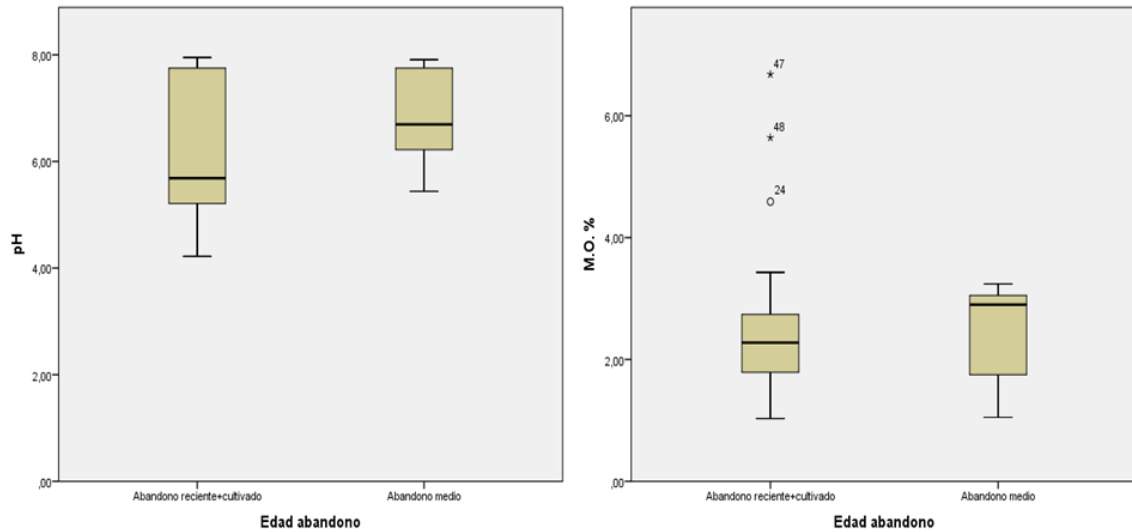


Figura VI.32. Cambios de las características del suelo según la edad de abandono en el tipo geomorfológico 3.

Por último, entre los bancales en buen estado de conservación (tipo 1), no parece existir relación entre la edad de abandono y los cambios de las características de sus suelos (figura VI.33). Pese a ello, se aprecia una cierta tendencia al incremento del contenido en arcillas y del pH y una leve tendencia al descenso de la conductividad y del contenido en materia orgánica con la edad de abandono. Es posible que esos leves cambios descritos guarden relación con las prácticas agrícolas de sus propietarios, pues el riego continuado de esos suelos favorece la iluviación de la fracción más fina, proceso frecuente en bancales planos.

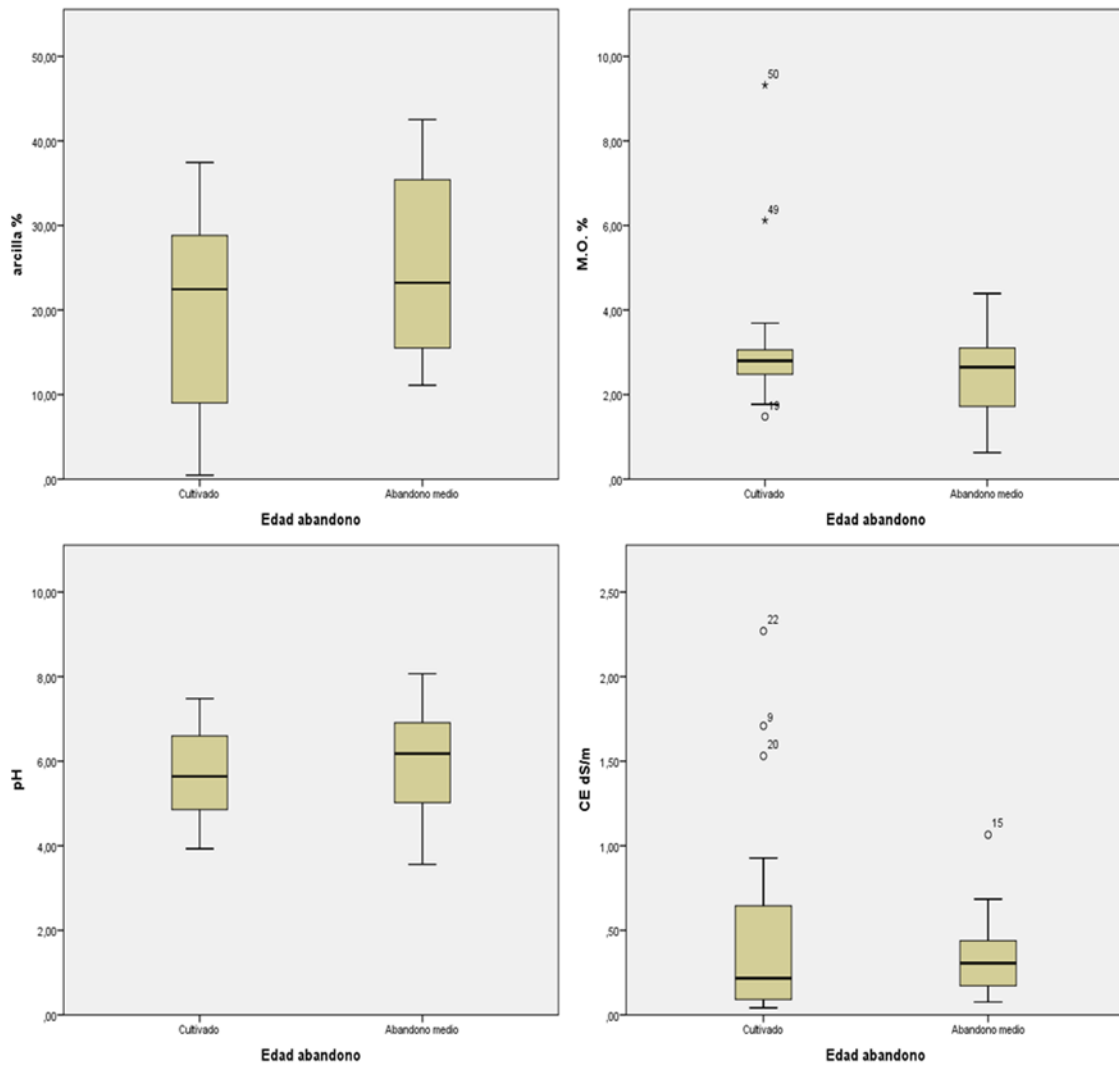


Figura VI.33. Cambios de las características del suelo según la edad de abandono en el tipo geomorfológico 1.

El análisis de la evolución de los parámetros edáficos con la edad de abandono en las muestras de suelo de los campos abandonados del Guinguada nos informa sobre una gran heterogeneidad de situaciones que difieren de las descritas para los bancales de sur de la isla de Tenerife (Fuentes, 2003). Por un lado, nos encontramos con campos que evolucionan hacia su mayor degradación (tipos 2 y 4) y, por el otro, campos en los que algunas de sus características edáficas mejoran con el paso del tiempo y otras en las que no. En ésta última situación se encuentran los tipos 1 (buen estado) y 3 (deterioro alto). No obstante, los resultados obtenidos hay que considerarlos con las debidas reservas dado el desigual número de campos muestreados para cada tipo geomorfológico en las distintas categorías de edad de abandono.

6.3.2. Modelos de campos, variables ambientales, edad de abandono y procesos de erosión

En este apartado se exponen los resultados obtenidos del análisis de correlaciones y de diferencias significativas entre la frecuencia y magnitud de los procesos de erosión con la morfometría de los campos, con las variables ambientales y con la edad de abandono.

En capítulo anterior de esta tesis se destacó la relación que existe entre la tipología de procesos con los modelos de campo y, en este se trata de ver si existe relación entre las dimensiones y frecuencias de los procesos con los modelos de campos que existen en esta cuenca.

En el caso de los bancales de rellano plano sólo se aprecia correlación positiva media-alta entre la altura de muro y el volumen de piedra y suelo desalojado por los desprendimientos (m^3), con un valor de correlación de Pearson de 0,606 (>0) y P-valor de 0,000 para un nivel de significación de 0,01. Es decir, cuanto más alto es el muro, mayor es el volumen de suelo y piedras desalojados en los desprendimientos y deslizamientos que se registran en este modelo de campos. Este resultado concuerda con el obtenido en bancales situados Cameros Viejo (La Rioja) (Lasanta *et al.*, 2001)⁶.

Por su parte y, en el caso de los bancales con superficies de cultivo en pendiente, los resultados no son nada concluyentes dado el exiguo número de campos medidos (7 campos). Sólo se aprecia una alta correlación negativa ($r = -0,801$) entre la pendiente media del rellano y los metros cúbicos de muro y suelo desalojados por los movimientos en masa de los muros, con un P-valor de 0,30 para un nivel de significación del 0,05. Esto indica que con valores bajos de pendientes del rellano, mayor es el volumen de tierra y suelo desalojados por los movimientos en masa que suceden en los muros de estos bancales. Esto corrobora la baja relación que existe entre los procesos de los rellanos con los de los muros de los bancales, apuntada por diversos autores (Arnáez y Ortigosa, 1993 y Pallarés y Girona, 1996).

Por último, en los campos en pendiente (12 campos) se trata de averiguar si existen dos tipos de relaciones: entre la longitud y la pendiente del campo, y la frecuencia de

⁶ Correlación significativa y positiva entre el volumen de los deslizamientos de tierra y la altura de la pared de la terraza ($r = 0,659$, significativo 0,001)

los procesos de erosión; y entre el lugar del transecto (parte superior, media e inferior del campo) y la frecuencia de los procesos en sus rellanos. En lo que se refiere a la primera, sólo existe correlación moderada y negativa ($r = -0,600$) entre la longitud del rellano del campo (m) y la frecuencia del arroyamiento difuso moderado (ADM %), con P-valor de 0,39 para un nivel de significación de 0,05. Esto significa que, cuanto más corto es el recorrido del agua (longitud del campo), menor es su energía cinética, por lo que divaga por la superficie en forma de arroyamiento difuso. Por último y, según resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, no existen diferencias significativas entre las diferentes categorías de arroyamiento difuso y el lugar en que aparecen en el interior del campo (ubicación del transecto en el campo). No obstante, se aprecia (figura VI.34) que la parte media de los campos es la más vulnerable frente a los procesos de escorrentía laminar moderada y fuerte.

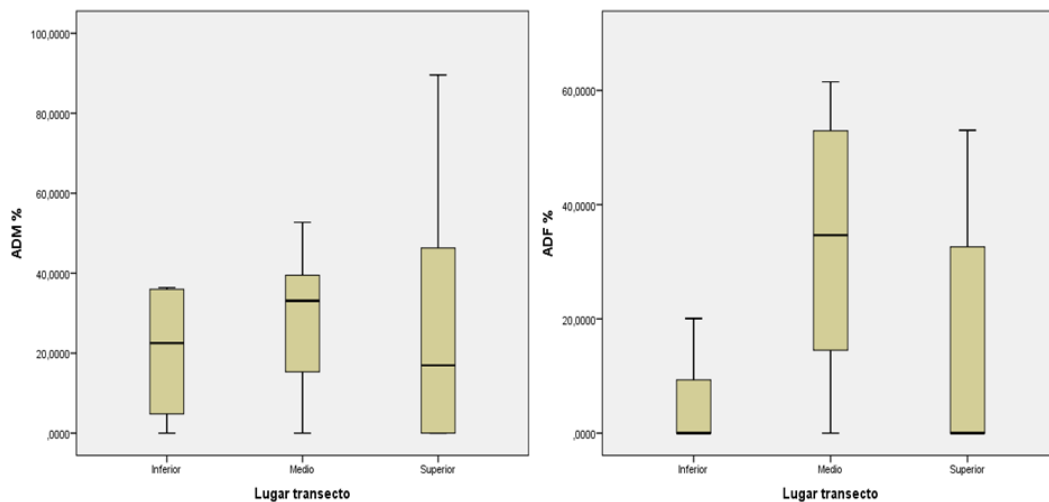


Figura VI.34. Distribución del arroyamiento difuso moderado (ADM) y del arroyamiento difuso fuerte (ADF) según localización de los transectos de los campos en pendiente.

Para concluir puede afirmarse que la relación entre la morfometría de los campos y los procesos de erosión no arroja resultados muy concluyentes, salvo en el caso de los bancales con rellano plano y muro, en los que sí que es evidente la relación entre altura de los muros y el volumen de suelo y piedras desalojados por los desprendimientos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis de correlaciones y de las diferencias significativas entre los procesos de erosión y algunas variables ambientales relativas a los campos (altitud, litología, tipos edáficos y cobertura vegetal) y a las vertientes (lugar en la ladera y forma de la ladera).

Los primeros resultados destacables apuntan que, las variables ambientales consideradas (altitud y cobertura vegetal) presentan una relación muy baja con la magnitud de los procesos de erosión (tabla VI.24). También se aprecian diferencias significativas desiguales según la magnitud del proceso (m., %, m³) la variable ambiental (litología, suelos, lugar del campo en la ladera y forma de la ladera) y el tipo geomorfológico (tabla VI.25).

Procesos de erosión		Altitud m	Vegetación Total %	Vegetación herbácea %	Vegetación subarborescente %	Vegetación arborescente %	Vegetación arborescente %
Tipo 1	Longitud (m)	-0,625	-0,362	-0,294	0,014	-0,275	. ^b
	Frecuencia (%)	-0,275	-,690*	-0,298	-,592*	-0,277	. ^b
	Volumen (m ³)	-0,124	0,372	-0,093	,714**	-0,105	. ^b
Media Tipo 1		-0,341	0,005	-0,228	0,014	-0,219	. ^b
Tipo 2	ADD (%)	0,433	0,354	0,285	-0,058	-0,013	-0,011
	ADM (%)	0,125	0,301	0,271	0,365	0,076	0,039
	ADF (%)	-0,456	-,710**	-,670**	-,670**	-0,384	-0,295
	Incisiones (%)	-,631*	-0,393	-0,498	0,012	-0,157	-0,100
	Micropipes (%)	0,120	0,239	0,256	0,040	,814**	,990**
	Microdesprend (%)	-0,458	-0,094	-0,102	-0,069	-0,115	-0,101
	Acumulaciones (%)	-0,470	-0,175	-0,113	-0,127	-0,120	-0,104
Media Tipo 2		-0,118	0,039	0,017	0,027	-0,119	-0,095
Tipo 3	Longitud (m)	-0,390	-0,326	-0,313	0,067	-0,147	-0,146
	Frecuencia (%)	-0,344	-0,147	-0,132	0,346	-0,025	-0,044
	Volumen (m ³)	-,458*	-0,377	-0,388	0,118	-0,036	-0,063
Media Tipo 3		-0,367	-0,283	-0,278	0,177	-0,069	-0,084
Tipo 4	Longitud (m)	-,625*	-0,362	-0,294	0,014	-0,275	. ^b
	Frecuencia (%)	-0,275	-,690*	-0,298	-,592*	-0,277	. ^b
	Volumen (m ³)	-0,124	0,372	-0,093	,714**	-0,105	. ^b
Media Tipo 4		-0,174	0,127	-0,195	0,014	-0,191	. ^b
MEDIA		-0,220	-0,046	-0,140	0,066	-0,149	-0,092

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

b. No se puede calcular porque al menos una variable es constante

Tabla VI.24. Matriz de correlación (Pearson=r) entre los procesos de erosión y las variables ambientales en los tipos geomorfológicos

Tipos geomorfológicos	Procesos de erosión en muros (mov masa)	Longitud (m)		Frecuencia (%)			Volumen (m ³)	
Tipo 1	Estadístico	K-W		K-W			K-W	
	Media	6,41		7,59			12,71	
	Mediana	,00		,00			,00	
	Desviación Típica	15,43		15,66			33,52	
	Significación Litología	A		a			a	
	Significación Suelos	,110		,030			,041	
	Significación Lugar ladera	,174		,170			,241	
	Significación Forma ladera	,348		,039			,010	
	Significación media	0,211		0,080			0,097	
Tipo 3	Estadístico	K-W		K-W			K-W	
	Media	36,46		55,37			167,24	
	Mediana	29,45		52,02			97,21	
	Desviación Típica	24,41		24,02			212,10	
	Significación Litología	,065		,034			,093	
	Significación Suelos	,153		,177			,478	
	Significación Lugar ladera	,054		,022			,062	
	Significación Forma ladera	,064		,143			,154	
	Significación media	0,084		0,094			0,231	
Tipo 4	Estadístico	K-W		K-W			K-W	
	Media	53,37		84,02			128,16	
	Mediana	47,84		91,60			41,56	
	Desviación Típica	34,67		17,64			185,49	
	Significación Litología	A		a			a	
	Significación Suelos	,110		,030			,041	
	Significación Lugar ladera	,174		,170			,241	
	Significación Forma ladera	,348		,039			,010	
	Significación media	0,211		0,080			0,097	
Tipo 2	Procesos de erosión	ADD	ADM	ADF	INC	MP	MD	AC
	Estadístico	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W
	Media	15,90	20,28	40,48	2,86	,14	1,14	,19
	Mediana	10,00	6,56	23,61	,00	,00	,00	,00
	Desviación Típica	23,92	27,99	40,49	6,31	,54	3,57	,57
	Significación Litología	,037	,037	,046	,037	1,000	,037	,121
	Significación Suelos	,579	,616	,402	,020	,600	,008	,073
	Significación Lugar ladera	,187	,084	,153	,115	,646	,221	,392
	Significación Forma ladera	,708	,702	,280	,169	,368	,075	,200
	Significación media	0,378	0,360	0,220	0,085	0,654	0,085	0,197

a Sólo hay un grupo no vacío. No es posible realizar la prueba de Kruskal-Wallis

ADD: Arroyamiento Difuso Débil; **ADM:** Arroyamiento Difuso Moderado; **ADF:** Arroyamiento Difuso Fuerte; **INC:** Incisiones; **MP:** Micropipes; **MD:** Microdesprendimientos y **AC:** Acumulaciones.

Tabla VI.25. Variables ambientales que presentan diferencias significativas según las dimensiones (m, m³) y la frecuencia de los procesos de erosión según los tipos geomorfológicos.

Los campos del tipo geomorfológico 2 vuelven a aparecer como los de mayor vulnerabilidad erosiva a tenor del número de variables ambientales que inciden en los procesos de erosión que se activan en ellos. La altitud, la vegetación, la litología y el tipo de suelo forman el conjunto de variables ambientales que influyen en su elevada vulnerabilidad erosiva.

Las incisiones y los microdesprendimientos existentes en los campos situados en la costa están relacionadas con los depósitos sedimentarios de la Formación Detrítica de Las Palmas y con sus suelos carbonatados (Calcisoles). Se comprueba en ellos el doble papel que desempeña la vegetación en relación con los procesos erosivos pues, de una parte, los campos con reducida cobertura de herbáceas y de especies de porte subarbuscivo influye en la actividad del arroyamiento difuso fuerte; en cambio la mayor cobertura de especies vegetales de porte superior (arbusciva y subarbusciva) influye directamente en la formación de micropipes, debido a la acción de sus raíces que junto a la de logomorfos y roedores facilitan la circulación subsuperficial del agua con posteriores colapsos de suelo.

Por último, siendo la litología un factor de vulnerabilidad erosiva en este tipo de campos, se aprecian diferencias en el tipo de sustrato en función de la magnitud de los arroyamientos (figura VI.35). Así, el arroyamiento difuso débil se asocia con lavas basálticas, el moderado con el sustrato sedimentario antes señalado para las incisiones y el fuerte, con los depósitos de piroclastos.

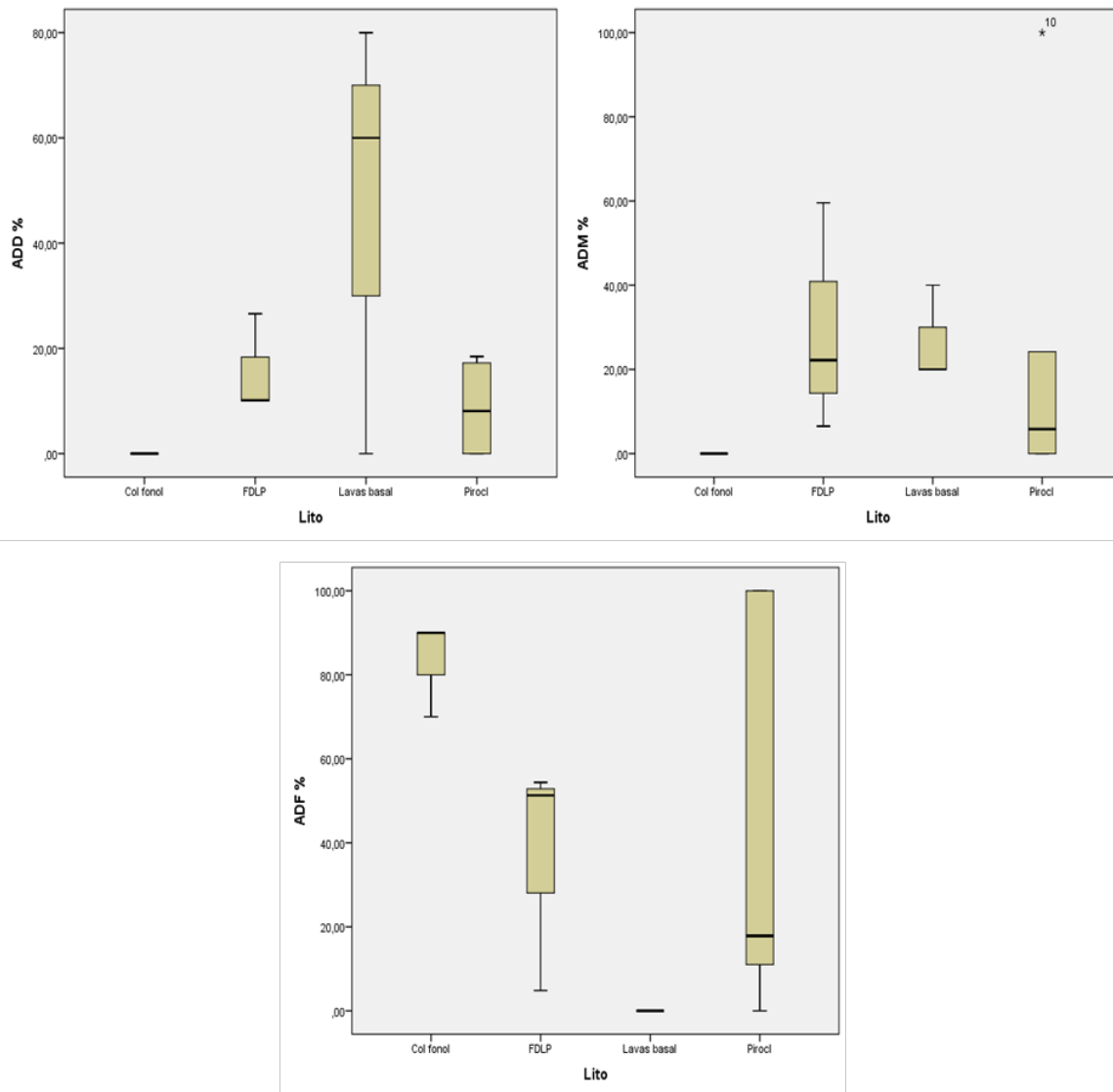


Figura VI. 35. Procesos según litología. Tipo geomorfológico 2.

En los bancales más deteriorados (tipo 4) las variables ambientales que más contribuyen a su ruinoso estado de conservación son: la altitud, la cobertura vegetal, el tipo de suelo y la forma de la ladera. La altitud guarda una moderada relación negativa con el valor medio de metros lineales de muro destruido, siendo por ello, las partes bajas de la cuenca las más vulnerables. La cobertura vegetal total y del estrato subarbustivo favorecen la conservación de sus muros (% de desprendimientos) pero negativamente en la cantidad de suelo y piedras desalojadas en aquellos en los que especies del estrato subarbustivo se encuentran próximos a sus muros (acción desestabilizadora de sus raíces en los escarpes-muros).

El tipo de suelo y la forma de la ladera se revelan como los parámetros ambientales que más inciden en el mal estado de conservación de estos bancales (figuras VI.36 y VI.37). Los campos sobre Cambisoles y situados en vertientes rectas son los que presentan los mayores porcentajes de muro destruidos, mientras que, los que se ubican en laderas cóncavas sobre Luvisoles son los que acusan los mayores volúmenes de suelo y piedras desalojados en sus muros por los procesos de erosión.

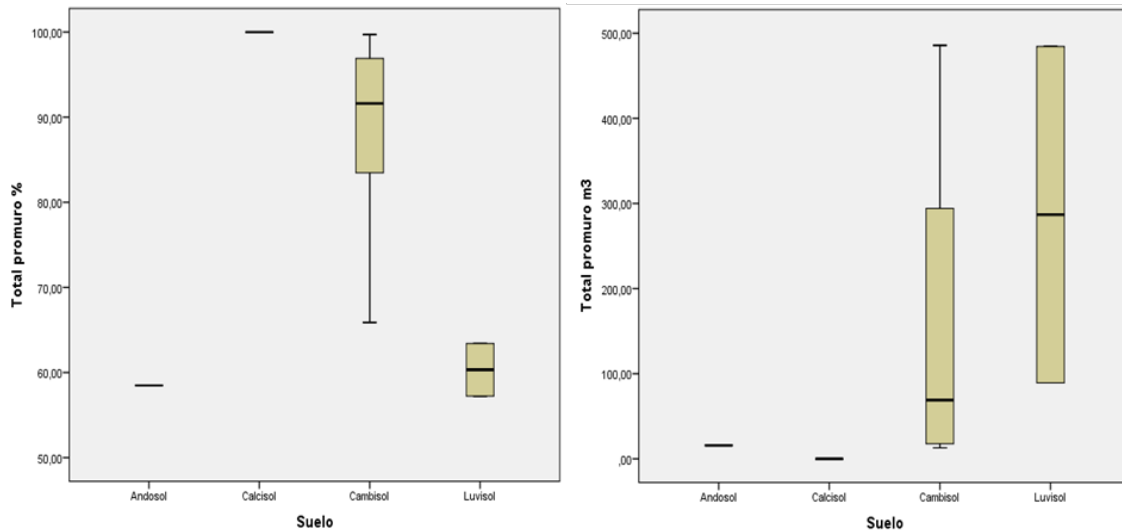


Figura VI. 36. Procesos según tipo de suelos. Tipo geomorfológico 4.

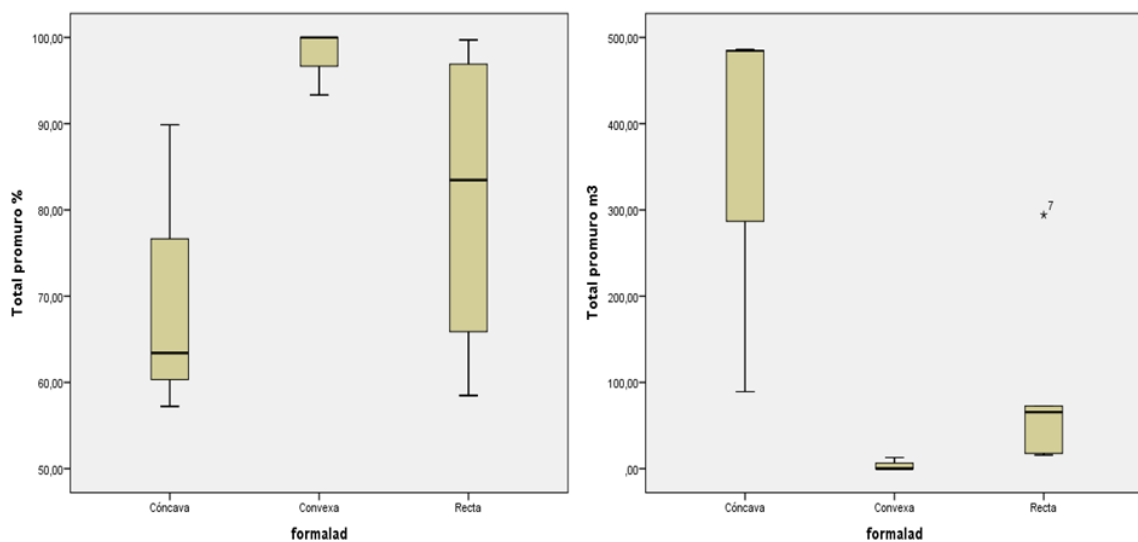


Figura VI. 37. Procesos según forma la ladera. Tipo geomorfológico 4.

Entre los bancales con buen estado de conservación (tipo 1), las variables ambientales que se relacionan con la frecuencia y volumetría de los pequeños desprendimientos ($12,7 \text{ m}^3$) observados en algunos de sus muros son: la cobertura vegetal subarbustiva, los suelos (Cambisoles y Luvisoles) y, la forma de la ladera (rectas y cóncava) en la que se encuentran (figuras VI.38 y VI.39).

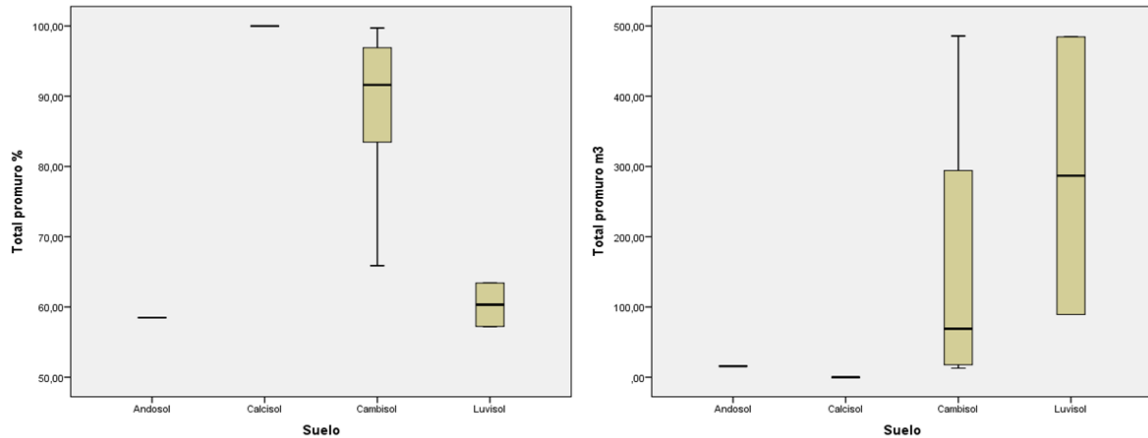


Figura VI. 38. Magnitud de los desprendimientos según tipos de suelos. Tipo geomorfológico 1.

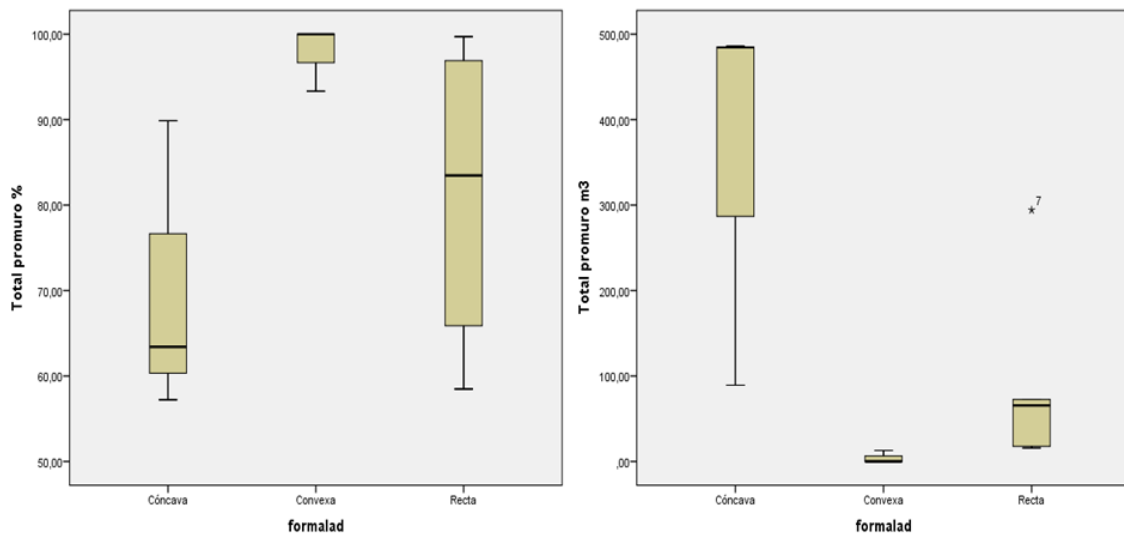


Figura VI. 39. Magnitud de los desprendimientos según forma de la ladera. Tipo geomorfológico 1.

Finalmente, el grupo de bancales con deterioros altos (tipo 3) es el que menos relación presenta entre los procesos erosivos y las variables ambientales contempladas en este estudio. La altitud y la forma de la ladera parecen ser las dos variables más

relacionadas con la frecuencia y la magnitud de los desprendimientos medidos en este grupo de campos. Destaca la relación inversa de los m³ de material desalojado por ellos con la altitud, es decir, que a mayor altitud, menores son las pérdidas. Esto puede deberse a los suelos de los bancales de medianías altas y de cumbre presenten menor espesor o potencia. Por su parte, las características de las laderas parece que guardan cierta relación con los procesos, siendo mayores los daños (porcentaje y volumen) en los muros situados en la parte alta de las laderas rectas (figura VI.40).

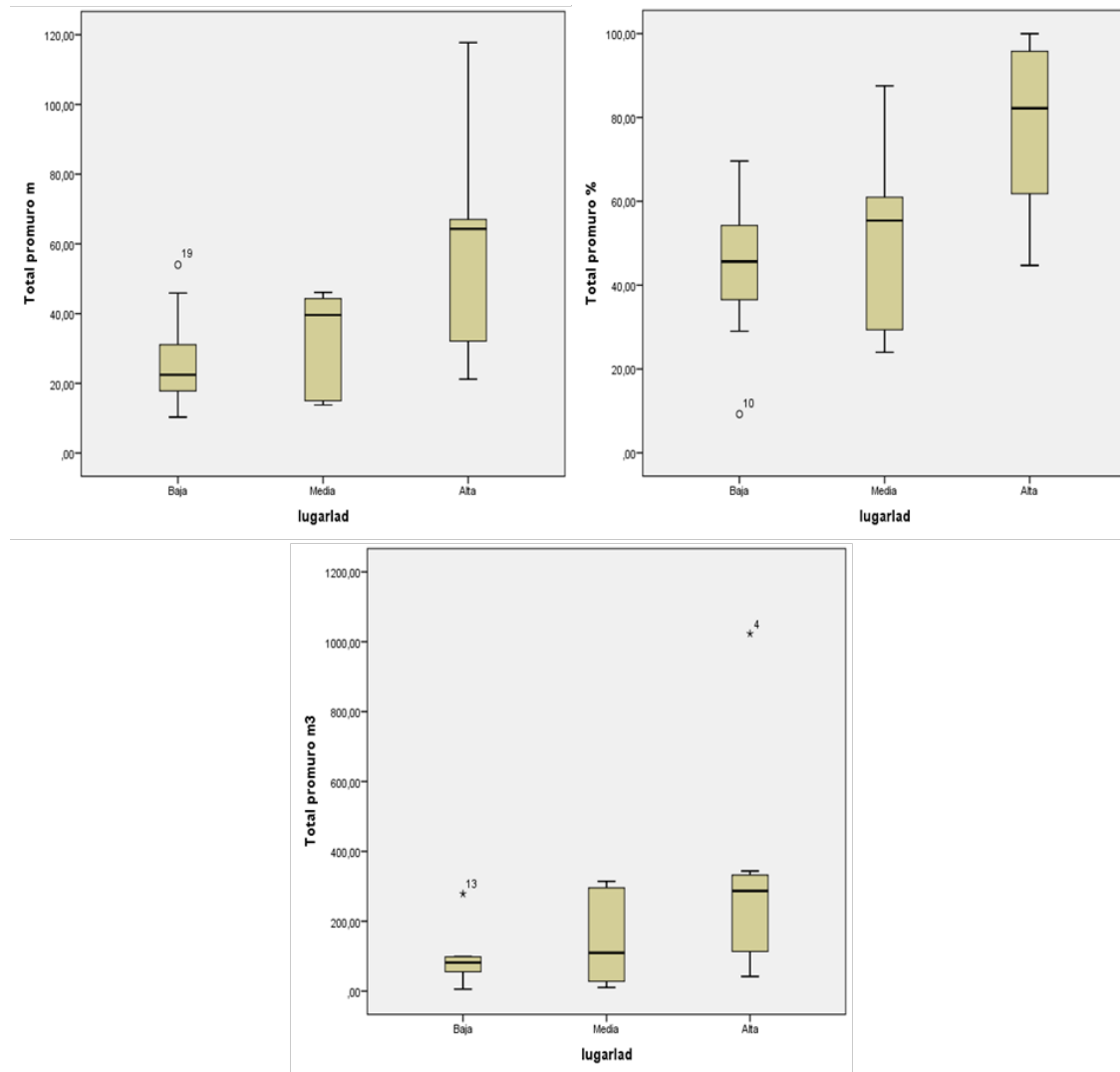


Figura VI. 40. Procesos según lugar en la ladera. Tipo geomorfológico 3.

Este resultado contrasta notablemente con el obtenido en los valles riojanos (Arnáez y Ortigosa, 1992) en los que se aprecia que el volumen de material movilizado por cada 100 metros de bancal es muy superior en las partes bajas de las laderas cóncavas

(72,80m³), donde van a parar las escorrentías subsuperficiales de las laderas. Quizás la explicación a este diferente comportamiento geomorfológico de los bancales sea que los bancales riojanos situados en las partes medio-alta de laderas rectilíneas son bancales con superficies inclinadas (8-15%), con suelos delgados y frecuentes afloramientos rocosos. En cambio los bancales del Guinguada, son de superficie llana y, al estar situados en las partes altas de las laderas son los que primero acusan en sus muros la intensidad de los episodios de lluvia que ocasionalmente provocan rápidas saturaciones del suelo y los consecuentes desplomes. O también debido la alteración de la circulación subsuperficial del agua por parte del hombre que al abancalar vertientes de acusadas pendientes crea nuevas áreas saturadas (Llorens *et al.*, 1992).

Para finalizar con este apartado, se muestran los resultados del análisis de la relación que existe entre la magnitud de los procesos de erosión y el tiempo transcurrido desde su abandono. Estos resultados deben ser tenidos en cuenta con las debidas reservas debido a la heterogeneidad de las categorías de abandono entre los cuatro tipos geomorfológicos y el desigual número de casos entre ellas.

Por ello, los resultados, no siendo concluyentes nos informan del reducido número de diferencias significativas que existen entre las categorías de abandono y las distintas magnitudes de los procesos de erosión (tabla VI.26).

En los campos en pendiente con deterioros altos (tipo 2), los procesos de erosión que se activan son los que más acusan el paso del tiempo y su relación con la dinámica recolonizadora junto al resto de variables ambientales ya señaladas. Las incisiones, los microdesprendimientos y las acumulaciones se asocian a abandonos antiguos (antes de 1960) (figura VI.41). El arroyamiento difuso constituye el ejemplo perfecto de la progresión “no lineal” que experimenta la dinámica geomorfológica en los campos de cultivo en pendiente abandonados. Prueba de ello es que, el más agresivo (arroyamiento difuso fuerte) se instala en estos campos en los momentos inmediatos al abandono (abandono reciente) e incluso, durante su explotación, coincidiendo con la escasa cobertura vegetal que se encuentra en sus estadios iniciales de recolonización, o condicionado por tipo de cultivo con baja cobertura. Su intensidad disminuye con el paso del tiempo (figura VI.42), aunque muy condicionada por otros variables ambientales ya señaladas (suelos, litología, cobertura vegetal, precipitaciones, etc.).

Tipo geomorfológico	Cálculos	Longitud (m.)	Frecuencia (%)	Volumen (m ³)				
Tipo 1	Estadístico	W+U	W+U	W+U				
	Media	6,41	7,59	12,71				
	Mediana	0,00	0,00	0,00				
	Desviación Típica	15,28	15,50	33,17				
	Significación	0,401	0,068	0,434				
Tipo 3	Estadístico	W+U	W+U	W+U				
	Media	36,46	55,37	167,24				
	Mediana	29,45	52,02	97,21				
	Desviación Típica	24,14	23,76	210,72				
	Significación	0,401	0,068	0,434				
Tipo 4	Estadístico	K-W	K-W	K-W				
	Media	53,36	84,02	128,16				
	Mediana	47,84	91,60	41,56				
	Desviación Típica	33,90	17,25	181,41				
	Significación	0,641	0,417	0,016				
Significación Media		0,481	0,184	0,295				
Tipo geomorfológico	Cálculos	ADD	ADM	ADF	INC	MP	MD	AC
Tipo2	Estadístico	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W
	Media	15,90	20,28	40,48	2,86	0,14	1,15	0,19
	Mediana	10,00	6,56	23,61	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desviación Típica	23,51	27,51	39,78	6,20	0,54	3,51	0,56
	Significación	0,049	0,062	0,05	0,003	0,368	0,001	0,014

W+U: Prueba de W de Wilcoxon + U de Mann-Whitney ; K-W: Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla VI.26. Características de los procesos de erosión que presentan diferencias significativas según la edad de abandono y el tipo geomorfológico

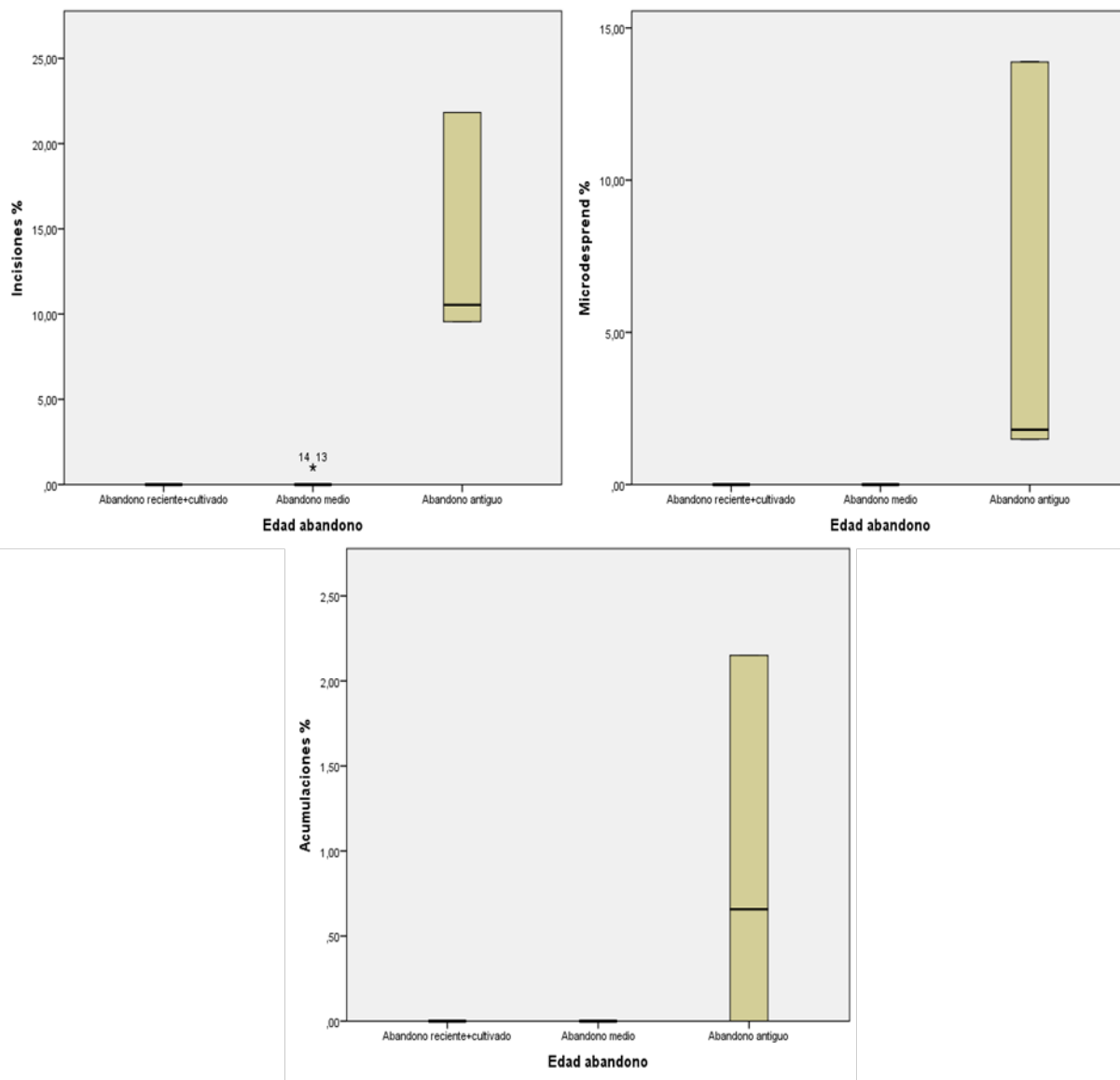


Figura VI. 41. Edad de abandono y procesos en tipo geomorfológico 2.

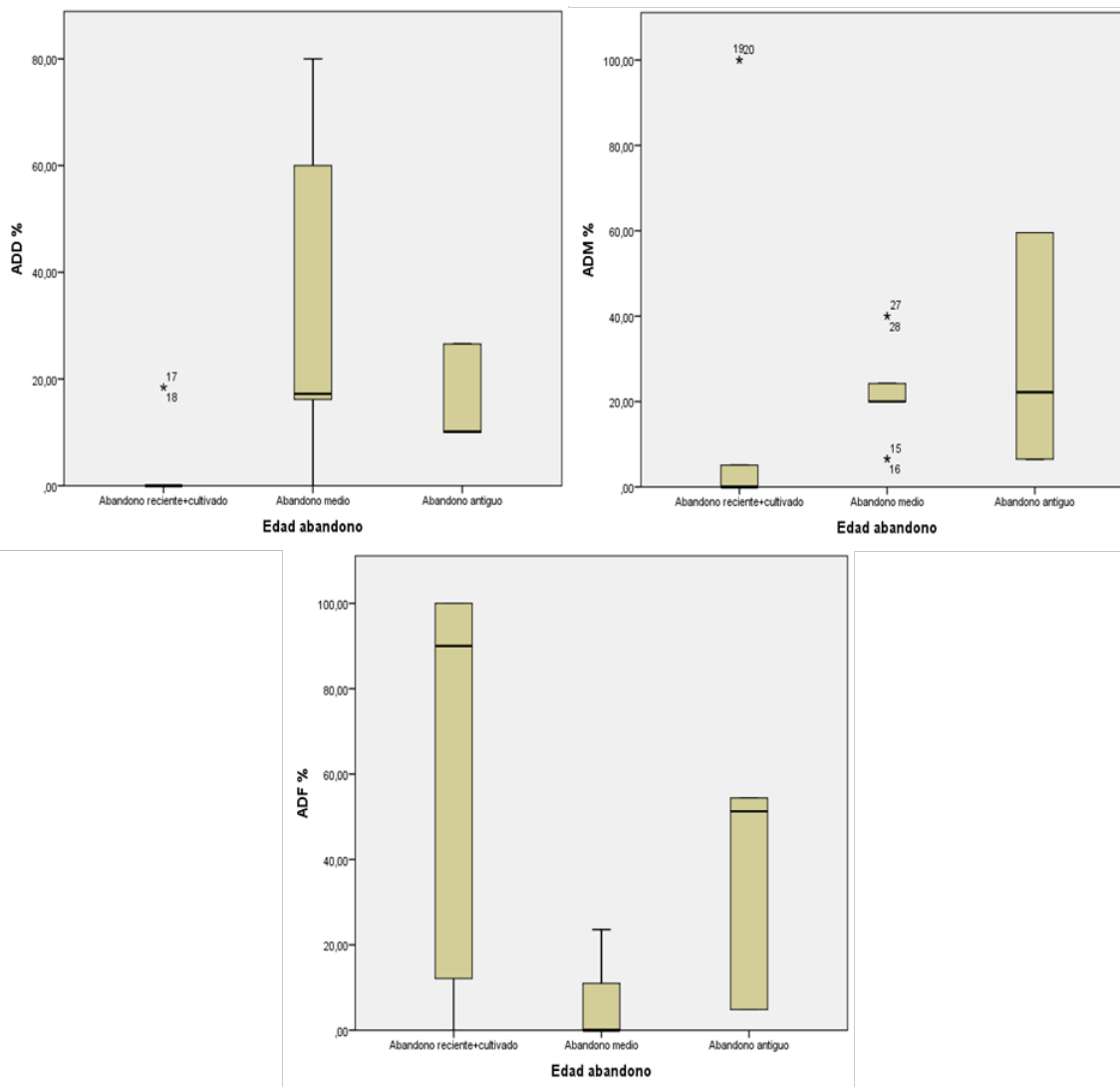


Figura VI.42. Edad de abandono y procesos en tipo geomorfológico 2.

En el caso de los bancales, modelo de campo presente en los tres tipos geomorfológicos restantes, nuestros datos no aportan resultados muy relevantes. La frecuencia de los desprendimientos en sus muros parece que se asocia con abandonos medios e incluso con campos que permanecen en explotación (tipo 1) y, en cambio, el mayor volumen de materia desalojado por los procesos en los muros, con la edad de abandono más antiguo de los tipos 1 y 3.

En los bancales más degradados (tipo 4) el tiempo transcurrido desde su abandono parece guardar relación con el volumen de suelo y piedras desalojados por los desprendimientos, pero no con la longitud de muro ni con el porcentaje de muro afectado por los procesos erosivos. Son los campos con mayor tiempo de abandono los que presentan tasas más bajas de material desalojado. Se podría entender con ello que esos bancales han alcanzado el techo de pérdida de suelos (agotamiento de las fuentes de sedimentos) y que las vertientes en donde ellos se encuentran están próximas a alcanzar su regularización.

Nuestros resultados ponen en evidencia lo ya señalado por otros autores, sobre la importancia del factor tiempo en la dinámica geomorfológica de los campos en pendiente (García-Ruiz et al., 1988; Ruiz-Flaño y García-Ruiz, 1990 y Ruiz-Flaño, 1993), aunque en nuestro caso, la progresión desde arroyamiento difuso hacia concentrado no es tan patente, siendo las características litoedáficas de los campos las que marcan, entre otras variables, dicha evolución.

En cambio, en el caso de los bancales, la cuestión es mucho más compleja. No parece estar tan claro que el tiempo juegue a favor de la mayor capacidad de infiltración de los rellanos, cuestión señalada por diversos autores (Francis, 1986; Llorens, 1991 y Rodríguez-Aizpeolea *et al.*, 1991). Los resultados obtenidos sobre la evolución de sus características edáficas nos hacen cuestionarnos sobre la certeza de esa afirmación. Basta recordar que, en el caso de los bancales con superficies en pendiente y deterioros muy altos (tipo 4) sus suelos evolucionan, con el paso del tiempo, hacia una mayor degradación. Sin embargo, la recolonización vegetal de estos campos, especialmente de la que tiene lugar en las proximidades del muro, poco puede hacer por su conservación, como ya ha quedado patente en nuestros resultados. Además, el paso del tiempo influye en el deterioro de los mismos pues se incrementa la probabilidad de que sucedan episodios lluviosos de alta energía que conllevan a la inestabilización de sus muros y a los movimientos en masa. Aunque, por otro lado y,

según algunos autores, la vulnerabilidad de los muros frente a episodios lluviosos erosivos es máxima en los primeros momentos tras el abandono (Marco *et al.*, 1996). A lo expuesto ha de sumarse otra serie de factores que influyen en la activación de los procesos en los muros de los bancales tras el abandono: la actividad de la fauna y el uso posterior (pastoreo, repoblaciones, etc.).

6.3.3. Los factores de vulnerabilidad erosiva en los tipos geomorfológicos

A modo de resumen, se presentan y comentan las matrices de los resultados obtenidos destacando los factores de máxima vulnerabilidad erosiva detectados para cada uno de los tipos geomorfológicos.

En los campos que se encuentran en buen estado de conservación (tabla VI.27), entre los que existen algunos casos con pocos y pequeños desprendimientos (ocho casos) en sus muros (tipo geomorfológico 1), los factores de vulnerabilidad son los siguientes:

- La altura de sus muros (bancales con superficies planas).
- Los geoambientes con mayores problemas erosivos: medianías bajas y cumbre.
- Los tipos edáficos (Calcisol, Luvisol y Cambisol) y la forma de la ladera (cóncava y rectilínea).
- La gestión humana, esto es, las malas prácticas agrícolas (uso excesivo de fertilizantes químicos, problemas de sodicidad) que degradan sus suelos y, la dejación de las tareas de conservación de sus muros (estructura y cubierta vegetal subarborescente próxima a ellos).

En los campos con deterioros medios-alto, en los que dominan los arroyamientos (tipo geomorfológico 2), los factores de vulnerabilidad erosiva son diferentes según el modelo de campo (campos en pendiente y bancales con superficies en pendiente) y, por ello, según el tipo de proceso de erosión. Estos son:

- La longitud del campo (en campos en pendiente) y la pendiente del rellano (en bancales con superficies en pendiente)

- Los geoambientes en los que se localizan los mayores problemas de erosión son: costa y cumbre (para los abandonados) y medianías bajas y altas (para los que se encuentran en explotación).
- La litología y el tipo de suelo (Formación Detrítica de Las Palmas y Calcisoles) son determinantes para la activación del arroyamiento concentrado, los microdesprendimientos y las acumulaciones.
- Litología diversa (según geoambientes) para las diferentes categorías de arroyamiento difuso.
- Cobertura vegetal arbustiva y arbórea para los micropipes
- Tiempo transcurrido desde el abandono: abandono antiguo para las incisiones, medio para el arroyamiento difuso débil y, reciente y en explotación para el arroyamiento difuso fuerte

En los campos con deterioros altos y movimientos en masa de grandes dimensiones (tipo geomorfológico 3), la información analizada no permite realizar una certera identificación de sus factores de vulnerabilidad erosiva (tabla VI.29). No obstante y, en base a ello, resultan los siguientes:

- La altura de los muros (bancales con superficies llanas) y la pendiente del rellano (bancales con superficie en pendiente).
- Los geoambientes con mayores desprendimientos son: medianías bajas y cumbre.
- Características edáficas de media-alta erodibilidad (mala estructura) en bancales situados en costa y medianías bajas y de infertilidad en costa (por sodicidad) y medianías altas (por alteración de materiales volcánicos).
- Mayor frecuencia de desprendimientos en los muros en abandonos medios y litologías muy alterables (depósitos sedimentarios FDLP y piroclastos).
- Mayores dimensiones de los desprendimientos (m³) en laderas altas y rectas seguidas de las cóncavas.

Por último, en los campos que presentan el peor estado de conservación (tipo geomorfológico 4) los factores de vulnerabilidad erosiva (Tabla VI.30) se corresponden con:

- La altura de los muros (bancales con superficies llanas) y la pendiente del rellano (bancales con superficie en pendiente).
- Aunque existen en todos los geoambientes con el máximo nivel de deterioro, por lo que respecta a la longitud de muro dañado por los procesos es máxima en costa y medianías bajas.
- Condiciones edáficas de alta erodibilidad (poca materia orgánica y texturas con dominio de fracción arenosa).
- Mayor frecuencia de procesos (%) en Cambisoles, en laderas rectas.
- Mayores dimensiones de los procesos (m³) en Luvisoles, en laderas cóncavas.

Parámetros edáficos	Dimensiones y frecuencias de los procesos			
	m	m ³	%	
Arcilla %	∅	∅	∅	
M.O. %	∅	∅	∅	
pH	∅	∅	∅	
C.E. (mS/m)	∅	∅	∅	
Parámetros edáficos	Edad de abandono			
	C	AR	AM	AA
Arcilla %	∅		↗ ∅	
M.O. %	∅		↘ ∅	
pH	∅		↗ ∅	
C.E. (mS/m)	∅		↘ ∅	
Edad de abandono	Dimensiones y frecuencias de los procesos			
	m	m ³	%	
Cultivado	∅	∅	∅	
A Reciente				
A Medio	∅	∅	∅	
Morfometría modelo campos	Dimensiones y frecuencias de los procesos			
	m	m ³	%	
Bancal plano. Anchura rellano (m.)	∅	∅	∅	
Bancal plano. Altura muro (m.)	∅	↑	∅	
Bancal inclinado. Longitud rellano (m.)				
Bancal inclinado. Pendiente rellano (°)				
Bancal inclinado. Altura muro (m.)				
Factores	Dimensiones y frecuencias de los procesos			
	m	m ³	%	
Altitud (m)	∅	∅	∅	
Cobertura vegetal total (%)	∅	∅	↓	
Cobertura herbácea (%)	∅	∅	∅	
Cobertura subarbusciva (%)	∅	↑	↓	
Cobertura arbustiva (%)	∅	∅	∅	
Cobertura arbórea (%)	∅	∅	∅	
Litología	∅	∅	∅	
Tipo de suelo	Calcisol	Luvisol	Cambisol	
Lugar en la ladera	∅	∅	∅	
Forma de la ladera	∅	↗ Cóncava	↗ Recta	

LEYENDA

↑	Relación positiva
↓	Relación negativa
∅	Sin relación significativa
↗	Ligero incremento con el tiempo
↘	Ligera disminución con el tiempo
■	Máxima vulnerabilidad

Tabla VI.27. Factores de vulnerabilidad erosiva en bancales en buen estado de conservación con pequeños desprendimientos. Tipo 1.

Parámetros edáficos	Frecuencias de los procesos				
	Incisiones, microdesprend y acumulaciones	Micropipes	ADD	ADM	ADF
Arcilla %	↑	∅	∅	∅	∅
M.O. %	∅	∅	∅	∅	∅
pH	↑	∅	∅	∅	∅
C.E. (mS/m)	↑	∅	∅	∅	∅
Parámetros edáficos	Edad de abandono				
	C	AR	AM	AA	
Arcilla %			↘		↗
M.O. %	∅	∅	↘ ∅	↘ ∅	∅
pH		↗	↗		↗
C.E. (mS/m)		↗	↗		↗
Edad de abandono	Frecuencias de los procesos				
	Incisiones, microdesprend y acumulaciones	Micropipes	ADD	ADM	ADF
Cultivado	∅	∅	∅	∅	
A Reciente	∅	∅	∅	∅	
A Medio	∅	∅		∅	∅
A Antiguo		∅	∅	∅	∅
Morfometría modelo campo	Dimensiones y frecuencias de los procesos				
	Incisiones, microdesprend y acumulaciones	Micropipes	ADD	ADM	ADF
	m	m ³	%		
Bancal plano. Anchura rellano (m.)					
Bancal plano. Altura muro (m.)					
Bancal inclinado. Longitud rellano (m.)	∅	∅	∅		
Bancal inclinado. Pendiente rellano (°)	∅	↓	∅		
Bancal inclinado. Altura muro (m.)	∅	∅	∅		
Campo en pendiente. Longitud campo (m.)	∅	∅	∅	↓	∅
Campo en pendiente. Pendiente campo (°)	∅	∅	∅	∅	∅
Factores	Frecuencias de los procesos				
	Incisiones, microdesprend y acumulaciones	Micropipes	ADD	ADM	ADF
Altitud (m)	↓	∅	∅	∅	∅
Cobertura vegetal total (%)	∅	∅	∅	∅	↓
Cobertura herbácea (%)	∅	∅	∅	∅	↓
Cobertura subarbusiva (%)	∅	∅	∅	∅	↓
Cobertura arbustiva (%)	∅	↑	∅	∅	∅
Cobertura arbórea (%)	∅	↑	∅	∅	∅
Litología	FDLP microdesp	∅	Lavas	FDLP	Piroclastos
Tipo de suelo	Calcisoles	∅	∅	∅	∅
Lugar en la ladera	∅	∅	Media	∅	Media-Alta
Forma de la ladera	∅	∅	Convexa	∅	Recta

LEYENDA

↑	Relación positiva
↓	Relación negativa
∅	Sin relación significativa
↗	Ligero incremento con el tiempo
↘	Ligera disminución con el tiempo
■	Máxima vulnerabilidad

Tabla VI.28. Factores de vulnerabilidad erosiva en campos en pendiente con deterioros medio-altos y predominio de arroyamientos. Tipo 2.

Parámetros edáficos	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m		
Arcilla %	∅	∅	∅
M.O. %	↓ costa y medianías bajas	↓ costa y medianías bajas	
pH	↑	↑	
C.E. (mS/m)	↑	↑	
Parámetros edáficos	Edad de abandono		
	C	AR	AM
Arcilla %	∅	∅	∅
M.O. %	∅	∅	↗ ∅
pH	↓	↓	↗ ↑
C.E. (mS/m)	∅	∅	↗ ∅
Edad de abandono	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Cultivado	∅	∅	
A Reciente	∅	∅	
A Medio	∅	∅	
Morfometría modelo campos	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Bancal plano. Anchura rellano (m.)	∅	∅	
Bancal plano. Altura muro (m.)	∅	↑	
Bancal inclinado. Longitud rellano (m.)	∅	∅	
Bancal inclinado. Pendiente rellano (°)	∅	↓	
Bancal inclinado. Altura muro (m.)	∅	∅	
Factores	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Altitud (m)	∅	∅	↓
Cobertura vegetal total (%)	∅	∅	∅
Cobertura herbácea (%)	∅	∅	∅
Cobertura subarbusciva (%)	∅	∅	∅
Cobertura arbustiva (%)	∅	∅	∅
Cobertura arbórea (%)	∅	∅	∅
Litología	∅	∅	FDLP y Piroclastos
Tipo de suelo	∅	∅	∅
Lugar en la ladera	∅	Alta	Alta
Forma de la ladera	∅	Recta y Cóncava	Recta y Cóncava

LEYENDA

↑	Relación positiva
↓	Relación negativa
∅	Sin relación significativa
↗	Ligero incremento con el tiempo
↘	Ligera disminución con el tiempo
■	Máxima vulnerabilidad

Tabla VI.29. Factores de vulnerabilidad erosiva de bancales con deterioros altos y desprendimientos. Tipo 3.

Parámetros edáficos	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Arcilla %	↑	↑	∅
M.O. %	↓	∅	↓
pH	∅	∅	∅
C.E. (mS/m)	∅	∅	∅
Parámetros edáficos	Edad de abandono		
	AR	AM	AA
Arcilla %		↗	↘
M.O. %	∅	∅	∅
pH	∅	∅	∅
C.E. (mS/m)	∅	∅	∅
Edad de abandono	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Cultivado	↗		
A Reciente	↗ ∅	↗	∅
A Medio	∅	↗	∅
A Antiguo	∅		∅
Morfometría modelo campo	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Bancal plano. Anchura rellano (m.)	∅	∅	∅
Bancal plano. Altura muro (m.)	∅	↑	∅
Bancal inclinado. Longitud rellano (m.)	∅	∅	∅
Bancal inclinado. Pendiente rellano (°)	∅	↓	∅
Bancal inclinado. Altura muro (m.)	∅	∅	∅
Campo en pendiente. Longitud campo (m.)			
Campo en pendiente. Pendiente campo (°)			
Factores ambientales	Dimensiones y frecuencias de los procesos		
	m	m ³	%
Altitud (m)	↓	∅	∅
Cobertura vegetal total (%)	∅	∅	↓
Cobertura herbácea (%)	∅	∅	∅
Cobertura subarbustiva (%)	∅	↑	↓
Cobertura arbustiva (%)	∅	∅	∅
Cobertura arbórea (%)	∅	∅	∅
Litología	∅	∅	∅
Tipo de suelo	∅	Luvisoles	Cambisoles
Lugar en la ladera	∅	∅	∅
Forma de la ladera	∅	Cóncava	Recta

LEYENDA

↑	Relación positiva
↓	Relación negativa
∅	Sin relación significativa
↗	Ligero incremento
↘	Ligera disminución
■	Máxima vulnerabilidad

Tabla VI.30. Factores de vulnerabilidad erosiva en bancales con deterioro muy altos y variedad de procesos. Tipo 4

CAPÍTULO VII. LA VALORACIÓN DEL PATRIMONIO DE BANCALES: APLICACIONES PARA SU CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

El presente capítulo se centra en el análisis de los bancales a los que se les considera bienes patrimoniales y paisajes culturales, muchas veces infravalorados y sin embargo dignos de conservar. Se estructura en cuatro apartados: en el primero de ellos se analiza el tratamiento que se da a los bancales en la legislación territorial y sectorial, en los instrumentos de ordenación del territorio y en los planes sectoriales, todo ello para conocer el estado de la cuestión en la isla de Gran Canaria. En los tres apartados siguientes se expone el resultado de la aplicación metodológica realizada, en un sector de la cuenca del Guiniguada, para elaborar el inventario y el diagnóstico de calidad para la conservación, así como las propuestas de prioridad y de viabilidad para la restauración del patrimonio de bancales.

7.1. Un patrimonio “multifuncional” infravalorado: las terrazas de cultivo

En el capítulo I de esta tesis se exponen, de forma sucinta, las ventajas que reporta la conservación de los bancales desde la consideración de su carácter multifuncional (función productiva, territorial y ambiental). También se destaca su alto valor patrimonial como bien tangible, como elemento presente en muchos paisajes agrícolas tradicionales, y como un paisaje cultural con valores estéticos que pueden, en muchos casos, por su singularidad, darle el carácter distintivo del territorio que configuran.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, parece oportuno analizar la valoración que desde las administraciones públicas canarias se hace de este peculiar tipo de paisaje. Para ello se han consultado diversos documentos normativos de carácter territorial y sectorial desde los que se ordena el territorio (concretamente la isla de Gran Canaria), que guardan relación con el objeto de nuestro estudio.

El objetivo que se persigue con ello es dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Se consideran los paisajes de bancales como un patrimonio cultural vivo? ¿Qué se sabe de los bancales canarios? ¿Cómo se valoran desde la óptica territorial y sectorial? ¿Existen planes o proyectos concretos en favor de su conservación y de su recuperación?

7.1.1. La legislación canaria y el patrimonio cultural de bancales

En el Decreto Legislativo 1/ 2000 de 8 de mayo del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias, que constituye el marco jurídico de la ordenación territorial en Canarias, se exponen las bases para el uso racional del suelo atendiendo a su aptitud natural y productividad potencial y, para la conservación, restauración y mejora del patrimonio histórico y del paisaje (artículo 3: criterios para la actuación de los poderes públicos). De lo expuesto se deduce que las políticas de intervención en los espacios rurales con bancales deben guiarse también por esos mismos principios rectores, entendiendo su multifuncionalidad basada en su valor productivo, patrimonial y paisajístico. El decreto también señala la necesidad de preservar el suelo rústico del proceso urbanizador, que constituye una de las principales amenazas a las que se ven expuestos estos espacios, como consecuencia del abandono de la actividad agrícola (artículo 4: principios generales de la ordenación).

Entre los fines de actuación pública, en relación con el territorio, destacan dos, de los que se infiere la necesidad de adoptar políticas o programas de desarrollo rural sostenible, y de protección del patrimonio rural para su óptima gestión (artículo 5). Estos dos fines son:

- a) Utilizar racionalmente los espacios de valor agrícola, ganadero y forestal, con especial consideración de las zonas de medianías y cumbres, para propiciar su recualificación social y económica, procurando la conservación de los usos y costumbres tradicionales compatibles con el medio. (Decreto Legislativo 1/ 2000 de 8 de mayo del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias: 6)*

- b) Preservar el Patrimonio Histórico de Canarias, considerando tanto los elementos aislados como los conjuntos urbanos, rurales o paisajísticos, promoviendo las medidas pertinentes para impedir su destrucción, deterioro, sustitución ilegítima o transformaciones impropias e impulsando su recuperación, rehabilitación y enriquecimiento, en concordancia con su normativa específica. (Decreto Legislativo 1/ 2000 de 8 de mayo del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias: 7)*

En ese mismo texto se contemplan, dentro de las figuras de protección de los espacios naturales, dos categorías en las que tienen cabida áreas con destacada presencia de bancales. Se trata de los parques rurales y de los paisajes protegidos. Los parques rurales (categoría de protección propia de Canarias) son espacios protegidos en los que coexisten actividades agrarias y pesqueras con otras de carácter natural y ecológico, conformando un paisaje de gran interés ecocultural que precisa de conservación. El objeto de su declaración es la conservación de todo el conjunto, y la promoción del desarrollo armónico de las poblaciones locales, no siendo compatibles nuevos usos ajenos a esa finalidad. Entre los siete parques rurales que existen en Canarias, cinco de ellos, situados en las tres islas centrales del archipiélago, presentan una importante superficie ocupada por bancales. Estos son: Valle Gran Rey (La Gomera), Teno y Anaga (Tenerife) y Tejeda y Doramas, en Gran Canaria (figura VII.1).

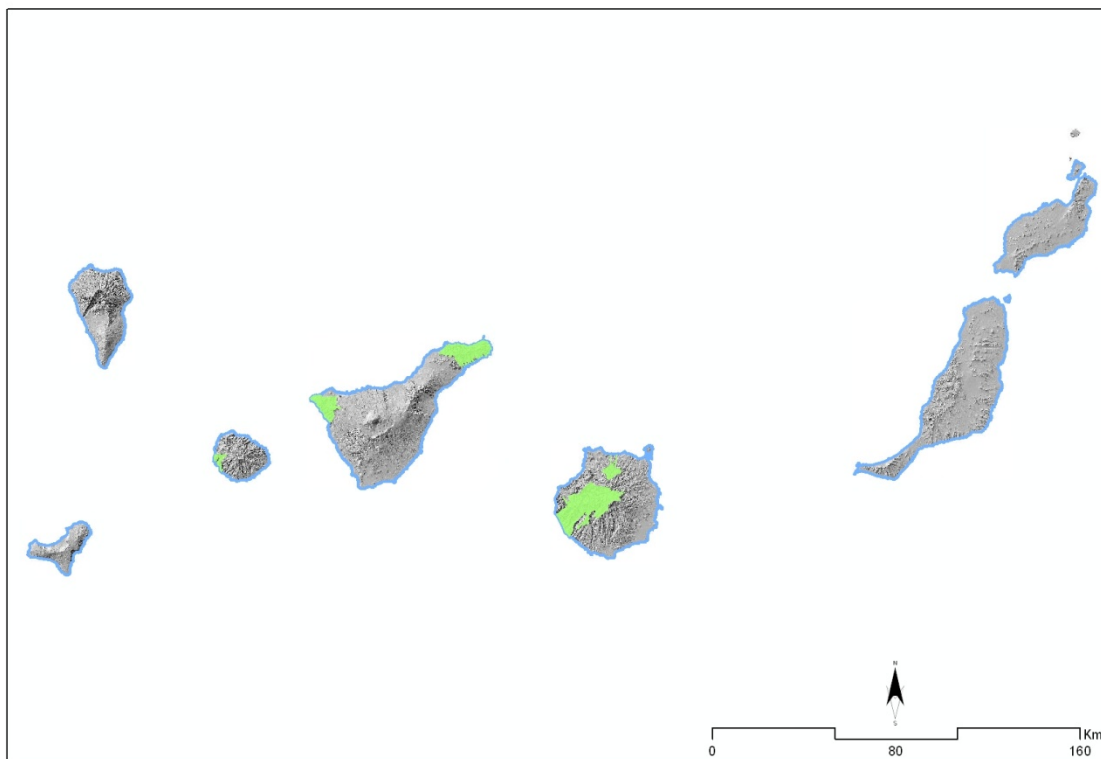


Figura VII.1. Parques rurales de Canarias con presencia significativa de bancales.

Por su parte, los paisajes protegidos son zonas del territorio que poseen notables valores estéticos y culturales, merecedores de una especial protección. Entre los 27 que existen en Canarias, destacan siete por ser paisajes rurales de interés cultural con una representación importante de bancales (figura VII.2). Tres de ellos se encuentran

en Gran Canaria, y abarcan un sector importante de la cuenca del Guinguada. Se trata de los paisajes protegidos de Las Cumbres, Tafira y Pino Santo. En Tenerife existen dos: el de Los Campeches, Tigaiga y Ruiz y el paisaje protegido de Ifonche. En La Gomera, el paisaje protegido de Orone y, finalmente, en El Hierro, el paisaje protegido de Ventejís.

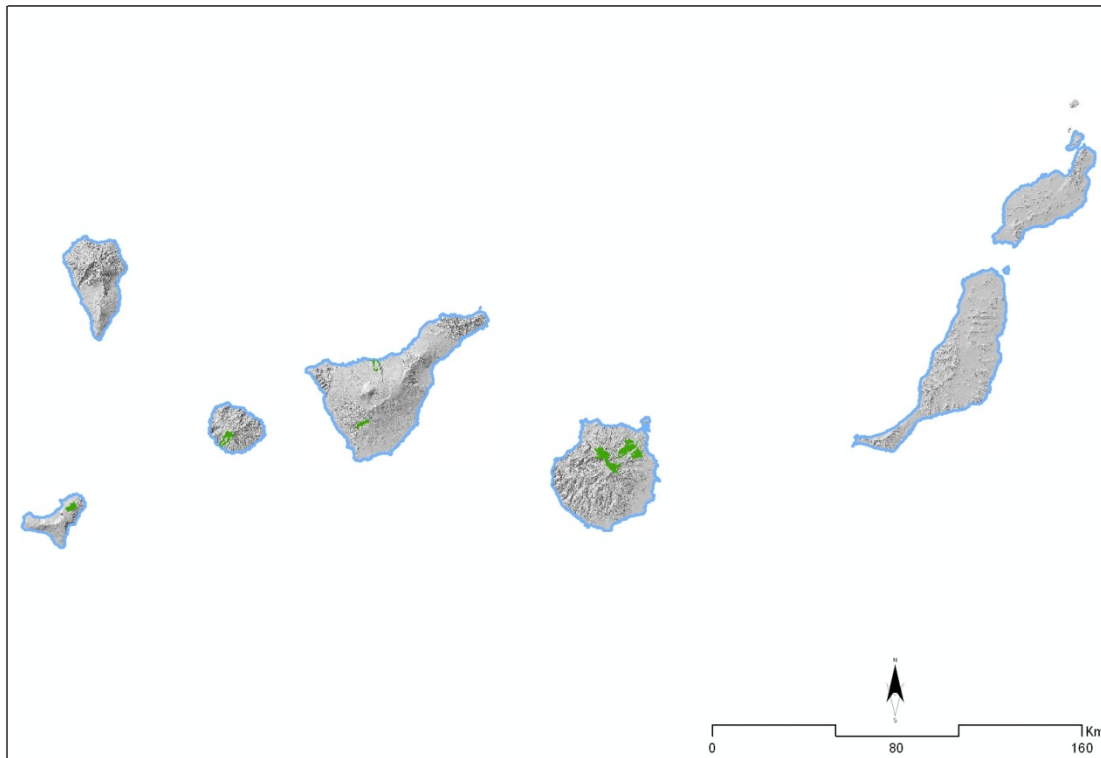


Figura VII.2. Paisajes protegidos de Canarias con presencia significativa de bancales.

El tratamiento que reciben los bancales en ambas figuras de protección es diferente. Mientras que en los parques rurales éstos se consideran en función de su buena integración con las áreas de alto valor natural; en los paisajes protegidos los bancales cobran un mayor protagonismo por cuanto su presencia, calidad y buen estado de conservación forman parte de los propios criterios de valoración.

En la ley de patrimonio histórico de Canarias se asume, como objetivo principal "compatibilizar la preservación del patrimonio histórico con su disfrute como objeto cultural, sin perjuicio de su aprovechamiento como recurso económico" (Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias. Preámbulo: BOE núm. 85:

13278). Para su consecución establece dos niveles de protección: el de mayor rango y, por tanto más restrictivo en los niveles de intervención, a través de la declaración de bien de interés cultural (BIC); mientras que el resto de los bienes que integran el patrimonio histórico se protegen a través de su inclusión en los catálogos arquitectónicos municipales, en el Inventario Regional de Bienes Muebles, y en las cartas arqueológicas o etnográficas, según corresponda.

Se entiende que "el patrimonio histórico está constituido por los bienes muebles e inmuebles que tengan interés histórico, arquitectónico, artístico, arqueológico, etnográfico, paleontológico, científico o técnico. También forman parte del patrimonio histórico canario los bienes inmateriales de la cultura popular y tradicional, y las particularidades lingüísticas del español hablado en Canarias" (LEY 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias. BOE núm. 85, artículo 2: 13279). Aunque no se señalan explícitamente en el apartado donde se enumeran los bienes etnográficos, los bancales se pueden considerar como construcciones arquitectónicas de carácter histórico (> 500 años), que son el resultado de la sabiduría popular por su buena intervención sobre el territorio, para la adaptación del medio a las necesidades económicas y de subsistencia. Y, en la medida en que forman parte de la manera tradicional de intervenir e interactuar con el territorio, también se les puede considerar como patrimonio etnográfico.

Por su parte, "el patrimonio etnográfico está compuesto por todos los bienes muebles e inmuebles, los conocimientos, técnicas y actividades y sus formas de expresión y transmisión, que son testimonio y expresión relevante de la cultura tradicional del pueblo canario" (Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias. BOE núm. 85, artículo 73: 13291). En el mismo artículo se expone una relación de los elementos que lo integran y, entre los que están asociados a la actividad agrícola tradicional, no se mencionan los bancales. Aunque en la misma ley se señala que dicha relación de bienes es meramente enunciativa y no limitativa, por lo que está abierta a nuevas inclusiones, llama la atención el hecho de dejar fuera de la lista a los bancales, pues forman una parte muy importante (por su magnitud, por su diversidad tipológica y constructiva) del paisaje agrícola tradicional ejecutado a lo largo de más de cinco siglos de historia.

No obstante cabe señalar que se encuentra en trámites de aprobación el anteproyecto de Ley de modificación de la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de

Canarias (BOE 26 de febrero de 2014) en cuyo documento se propone, entre otras cosas, modificar el título de la ley vigente, añadiéndosele el calificativo de cultural por entenderse que la unión de ambos describe adecuadamente el conjunto de bienes cuya protección, conservación y acrecentamiento constituyen su objeto. La inclusión del término cultural permite definir, de una forma más adecuada, el conjunto de los bienes que integran el patrimonio, y también se equipara mejor con la nomenclatura usada en esta materia por instituciones internacionales como la UNESCO. Por ello, es de esperar que la inclusión y puesta en valor de los bancales, en los catálogos e inventarios de patrimonio, se produzca en la nueva ley.

Entre los más de 300 BIC declarados en Canarias tan sólo existe uno, de reciente declaración, en el que se ha valorado la presencia de bancales. Se trata de un bien de interés cultural con categoría de sitio etnológico a favor del Caserío sobre La Fuente, en el término municipal de Granadilla de Abona, situado en el sur de Tenerife¹. Es un testimonio material de la vida rural de las medianías del sur de dicha isla. Contiene todos los elementos característicos y representativos de la cultura campesina (viviendas, dependencias anejas, hornos, eras, aljibes, una fuente histórica, un camino tradicional), incluidas las zonas de cultivo abancaladas en las que se ha empleado el sistema de cultivo en jable característico de las comarcas de Chasna y Abona.

Por su parte, y en lo que respecta al patrimonio histórico de la isla de Gran Canaria, la FEDAC (Fundación para la Etnografía y el Desarrollo de la Artesanía Canaria), organismo autónomo dependiente del Cabildo de Gran Canaria, ha elaborado la Carta Etnográfica de la isla. En ella están presentes los bancales como bienes asociados a la actividad agrícola. Pero su inclusión no está exenta de múltiples deficiencias. Aparecen asociados a diversas denominaciones, a nuestro juicio poco contrastadas o acertadas. Se incluyen como bienes existentes en explotaciones individuales, con el nombre de "cadenas", en fincas agrícolas completas, asociados a otro tipo de bienes inmuebles también vinculados a la actividad agrícola y, finalmente, como bienes de producción. En este último caso se les asocia o confunde con las gavias, se les denomina simplemente muros, papas, plátano y pequeña agricultura.

En definitiva, y aunque hay que reconocer el carácter pionero de esta Carta y la ingente labor realizada por la FEDAC en materia de inventario, catalogación y publicación de

¹ Boletín Oficial de Canarias nº. 244: 25713. Viernes 14 de diciembre de 2012.

los bienes del patrimonio etnográfico de Gran Canaria, sería recomendable que se realizaran mejoras. Desde este trabajo se propone que se subsanen las deficiencias terminológicas y de clasificaciones mencionadas, se incorporen los “paisajes etnográficos”, se señalen los criterios de selección de los enclaves de bancales ya contemplados y se realicen nuevas incorporaciones adaptadas a la nueva legislación internacional sobre patrimonio.

7.1.2 Los planes insulares de ordenación

En el ámbito del planeamiento insular se analiza el tratamiento que reciben los bancales a través de los planes insulares de ordenación (PIO) de dos de las islas más montañosas de Canarias que cuentan con una importante superficie de bancales: La Gomera y Gran Canaria. La selección de ambas islas se justifica en la medida en que, en la primera, el patrimonio de bancales es conocido a escala internacional por la belleza de los paisajes que ha configurado, y por la larga tradición que desde distintas instituciones se tiene en materia de restauración y conservación de dichas estructuras agrícolas. Por su parte, la isla de Gran Canaria se ha seleccionado porque, además de presentar un extenso y variado patrimonio de bancales, constituye el ámbito escogido para la realización de esta tesis.

En la memoria del Plan Insular de La Gomera se encuentran numerosas alusiones a los bancales como elementos profusamente extendidos en su territorio y dignos de conservar. Éstos se han considerado desde diferentes ópticas, atendiendo a su carácter multifuncional: como un tipo de paisaje cultural-tradicional de gran belleza y atractivo y reclamo turístico, como patrimonios inmuebles asociados a los modos de vida tradicional, como infraestructuras para el desarrollo de las actividades agrarias y como eficaces sistemas de protección frente a la erosión hídrica.

Entre las determinaciones específicas relacionadas con el paisaje se señala que debe abordarse, en un Plan Territorial Especial de Ordenación del Sector Agropecuario (AOR-1 PTE-1), la recuperación de los terrenos de cultivo, de los bancales y del paisaje agrícola en general que esté abandonado o en proceso de abandono.

Entre las determinaciones específicas en materia de patrimonio histórico destaca aquella en la que se señala la delimitación territorial e identificación de áreas homogéneas del patrimonio rural, los llamados Ámbitos Territoriales Insulares Rurales Tradicionales (ATIR). Son conjuntos de viviendas-casas de estilo popular y escasa

prestancia arquitectónica individualmente consideradas pero, de gran valor ambiental en su consideración conjunta. Se consideran las entidades de población que mejor representan la relación vivienda-asentamiento y/o bancales, como forma del paisaje tradicional gomero a preservar, de gran valor etnográfico y/o arquitectónico.

Desde el punto de vista de la actividad agrícola, el territorio se divide en función de la intensidad y características de la actividad a desarrollar. Entre ellas destaca la categoría de "agrícola tradicional" que comprende áreas en las que la agricultura se realiza en terrenos preparados de forma tradicional para el desarrollo de este uso, y cuya productividad es moderada. Dentro de ese uso agrícola tradicional, se consideran compatibles las siguientes intervenciones en el territorio relacionadas con los bancales:

- *Las transformaciones de terreno derivadas de este uso agrícola tradicional serán mediante abancalamiento, roturación y sorribas. El abancalamiento del terreno se debe realizar según las características del entorno (materiales, superficie de huertas, altura de muros, o características análogas) y los realizados con maquinaria pesada, de dimensiones superiores a los construidos en épocas pasadas y/o con taludes no cubiertos de piedra quedan expresamente prohibidos en los ámbitos donde la Agricultura tradicional constituye el uso característico o compatible (PIOG, BOC nº104, 26 de mayo de 2011, artículo 2a: 13391).*
- *Las construcciones vinculadas a industrias primarias agropecuarias (bodegas, lagares, etc.) y a la actividad ganadera deben respetar la estructura de los bancales preexistentes, adaptándose a la morfología de los mismos (PIOG, BOC nº104, 26 de mayo de 2011, artículo 5g: 13393).*

En cuanto a la incidencia de la actividad agrícola, en materia de conservación del paisaje, desde el PIOG se remiten al Plan Territorial Especial de Ordenación del Sector Agropecuario (PTE-1) una serie de determinaciones para la recuperación de los terrenos de cultivo, bancales y del paisaje agrícola en general, abandonado o en proceso de abandono, que favorecerá a la actividad agropecuaria pretendida y a la recuperación del paisaje rural propio de La Gomera. Para ello se establecen las siguientes medidas sobre las características de los bancales:

- *Medidas relativas al ancho de los bancales, debiendo caracterizarse y regularse, en consecuencia, el ancho de los bancales por zonas agrícolas definidas con la finalidad de optimizar su uso agrícola. Para ello, se deberá establecer diferenciación de altura de los muros que lo componen, limitando la misma para evitar su impacto paisajístico estableciendo un equilibrio entre la anchura del bancal y la altura de los muros que lo contienen.*
- *Medidas relativas a los materiales de los bancales, debiendo adoptarse medidas para garantizar que los mismos sean realizados con piedra natural y, excepcionalmente, por causas técnicas de índole constructivo o productivo establecidas y motivadas por el PTE podrán ejecutarse por otros medios constructivos que deben ser objeto de pormenorización. En todo caso, deberán ser revestidos de mampuesto de piedra vista.*
- *Medidas de ajuste a las pendientes con carácter general o adaptadas a cada zona agrícola definida por el PTE, para adaptar los abancalamientos para la producción agrícola a las pendientes sin alteración significativa de los terrenos o paisajes abancalados existentes en armonía entre la recuperación agrícola de los mismos y el paisaje caracterizador de La Gomera (PIOG, BOC nº104, 26 de mayo de 2011, Capítulo II. Anexo: Fichero de Ámbitos de Ordenación Remitida (AOR), Plan Territorial Especial de Ordenación del Sector Agropecuario (PTE-1) nº5: 13628).*

En cuanto al desarrollo de la actividad turística en el medio rural gomero, en el PLOG se realiza una zonificación de áreas potenciales para el turismo rural incluidas dentro de lo que denominan Ámbitos Territoriales Insulares de Patrimonio Etnográfico (ATIPE). En tal sentido "se consideran como Ámbitos Rurales para los Usos Turísticos (TR) a aquellos espacios susceptibles de albergar la actividad turística especializada de carácter alojativo en la modalidad de Turismo Rural, como aquel turismo de pequeña dimensión desarrollado en suelo rústico, en Edificaciones Tradicionales Rurales, de valor etnográfico o arquitectónico, en las condiciones establecidas en el Decreto de Turismo Rural²". (PIOG, BOC nº104, 26 de mayo de 2011, artículo nº: 12939). Entre las intervenciones que se realicen sobre edificaciones, construcciones e instalaciones de

² Decreto 18/1998, de 5 de marzo, de regulación y ordenación de los establecimientos de alojamiento de Turismo Rural BOC nº45.

valor etnográfico o arquitectónico se deberán realizar con pleno respeto a la estructura, y se deberá prever el respeto o la conservación o recuperación del entorno dónde se ubica y, en el caso de bancales y terrazas de cultivo, se deberá conservar y mantener su uso agrícola.

También se señala que toda intervención en materia turística, que no sea en modalidad de turismo rural, deberá adoptar criterios de mejora ambiental, con el fin de incentivar un turismo sostenible en esta isla. Se insta al aprovechamiento del subsuelo de los bancales preexistentes o la construcción de nuevos bancales para aparcamientos y otras infraestructuras (agua, electricidad, residuos) y servicios necesarios para el nuevo establecimiento turístico.

Por último, también se establecen medidas de carácter ambiental en relación con los bancales, orientadas a la protección contra la erosión y degradación del suelo, así como para la conservación de los paisajes agrícolas tradicionales gomeros. Entre ellas destacan las siguientes:

- *Se recomienda una progresiva implantación de cubierta vegetal en las zonas que tengan un alto riesgo de erosión, considerándose actuaciones prioritarias la repoblación de la vegetación potencial en las lomadas del sur insular y de las laderas abancaladas de los barrancos más fértiles, con la finalidad de conservar los escasos suelos productivos de la isla.*
- *Promover los cultivos de alta continuidad anual y que tengan características protectoras en las zonas agrícolas con alto riesgo de erosión.*
- *Se tomarán medidas que detengan el abandono de bancales y favorezcan la restauración de los ya abandonados. A tenor de ello, se propone un Programa de Restauración y Mantenimiento de Bancales que permita asegurar la conservación en estado funcional de las paredes y muros de terrazas y bancales, así como de otras obras tradicionales de control de la erosión (cadenas, pequeños embalses) con el objetivo no sólo de la protección del suelo sino de la configuración de un paisaje secular y fuertemente arraigado en la cultura gomera (PIOG, BOC nº104, 26 de mayo de 2011, artículo nº22: 12908-9).*

Por último, entre las propuestas de actuación concretas destacan las siguientes: la restauración de bancales en tres áreas insulares degradadas (AID) por vertidos de

residuos, la conservación de bancales existentes, la prohibición de roturar nuevos bancales en algunos sectores y, por último, la definición de trece unidades de diagnóstico con patrimonio de bancales que deben ser conservadas.

El Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria se aleja bastante de su homónimo gomero, tanto en el grado de valoración de los paisajes culturales con bancales, como en el grado de concreción que adquieren las determinaciones en materia de conservación, recuperación y protección de los mismos.

En su memoria propositiva se indican, cuando hace referencia al sistema rural, las siguientes características a valorar y objetivos a alcanzar para su correcta ordenación:

- *En el sistema rural se ha producido una integración de las actividades económicas con las formas naturales del territorio, conformando paisajes culturales de fuerte identidad territorial (PIOGC. Volumen III. Memoria Propositiva. Diagnóstico sistémico del territorio: 52)*
- *Las sinergias positivas que existen entre los recursos naturales y las actividades económicas que se desarrollan, que permiten mantener la calidad de los paisajes culturales sin perder su interés económico, al fortalecer su aptitud productiva y natural de manera equitativa (PIOGC. Volumen III. Memoria Propositiva. Diagnóstico sistémico del territorio: 52)*
- *Las actuaciones a desarrollar en los ámbitos rurales deben tener un carácter transversal para alcanzar los objetivos de recuperación de suelos degradados o contaminados, la de los acuíferos esquilados, de control de la erosión y la recuperación de los bancales y terrazas atendiendo a las formas tradicionales de transformación paisajística para la adecuación del soporte a las actividades productivas (PIOGC. Volumen III. Memoria Propositiva. Diagnóstico sistémico del territorio: 53)*
- *La puesta en valor del patrimonio arqueológico y etnográfico debe sustentar una interpretación histórica del sistema rural que revierta en la propia identificación de sus virtudes y defectos como forma de reconocer, analizar y trabajar con las formas tradicionales de ocupación y su actualización a los condicionantes de la vida moderna (PIOGC. Volumen III. Memoria Propositiva: 54).*

En relación con este último aspecto se extrae la cita siguiente:

Solamente interpretando lo que se ha hecho hasta ahora se pueden encontrar propuestas adecuadas al sistema rural, sin extrapolar soluciones del sistema urbano o natural, unas veces impactantes y otras inmovilistas, pero que en general niegan la identidad rural propia forjada con los siglos (PIOGC, Memoria Propositiva: 54).

Todas las ideas presentadas hasta el momento van en la línea de potenciar y favorecer un desarrollo rural sostenible, con el que se mantengan y recuperen las formas de intervención territorial tradicionales adaptadas a las nuevas multifuncionalidades de los espacios rurales y con el que sea posible la convivencia de actividades económicas con la conservación del rico patrimonio en paisajes culturales tradicionales que existen en esta isla. En cambio, todas esas ideas no se materializan, de forma concreta, en delimitaciones territoriales o unidades de actuación que tengan en cuenta la variedad de paisajes agrícolas con bancales de Gran Canaria.

A nuestro juicio, este documento tiene algunas omisiones en el tratamiento dado a los bancales. No se identifican y delimitan los paisajes rurales con valor patrimonial. No se les toma en consideración como paisaje cultural, pues no se incluyen en la cartografía del patrimonio etnográfico de la isla. Además no se establecen medidas de protección, conservación y recuperación de áreas degradadas con bancales, ni se tiene en cuenta su papel en la captación hídrica y la retención de suelo.

En tal sentido cabe señalar que sólo aparece una mención explícita a los bancales cuando se les identifica con el paisaje de medianías, incurriendo en el error de excluir los bancales de platanera de la costa y los de cereales de la cumbre. También se les menciona cuando se delimitan las unidades de aprovechamiento agrícola, asociándolos con los espacios en abandono. De esa manera, y tomando como único criterio de valoración el grado de abandono agrícola, se delimitan las siguientes Zonas Agrícolas en Abandono:

1. Los paisajes agrícolas mixtos, con cultivos de hortaliza y frutal y tendencia al abandono.
2. Los paisajes agrícolas en abandono con bancal.
3. Los paisajes agrícolas en abandono sin bancal.

La primera se refiere a áreas que presentan una tendencia generalizada al abandono. Se trata de las zonas menos favorables, como son las laderas de pendientes acusadas y abancaladas. En la segunda categoría se incluyen aquellos espacios que se localizan en laderas de pendiente acentuada de las medianías de la isla, que fueron campos dedicados a la agricultura tradicional de autoabastecimiento y en las que, en la actualidad, la regeneración espontánea de la vegetación natural es generalizada. Por último, la tercera categoría abarca amplios sectores llanos o de pendiente moderada, tanto del sur como del norte, desde la costa hasta una cota máxima de 1.150 metros de altitud. En el sur se encuentran en las rampas con presencia de cadenas (un tipo de bancal característico de los amplios interfluvios del sur); mientras que en el norte sobre lomos, plataformas lávicas y laderas moderadas. El abandono está propiciando un cierto grado de edificación dispersa y, en ciertas zonas, la introducción de usos industriales y explotaciones ganaderas intensivas.

Esta clasificación de los espacios agrícolas en abandono no parece muy acertada, pues se omite la importante presencia de bancales en las áreas que permanecen en explotación; porque los bancales (de diversos tipos) sí que están presentes en las tres categorías de abandono y finalmente, porque no se usa un criterio paisajístico que contemple la necesidad de conservación del patrimonio de bancales.

Por todo lo expuesto se concluye que, en el caso concreto de la isla de Gran Canaria, en la medida en que el documento normativo de mayor rango en materia de planificación territorial prácticamente excluye a los bancales, se está haciendo un flaco favor a la valoración, recuperación y conservación de dicho paisaje cultural patrimonial.

No se dictan unas directrices de obligada incorporación en los planes territoriales sectoriales que deriven de dicho documento, ni se propone un programa de recuperación y conservación de los bancales de dicha isla. Según lo expuesto, el plan insular sienta las bases de las sucesivas omisiones que, en materia de valoración de los bancales, se cometen en los documentos sectoriales que derivan de su aplicación (PTE-5 Paisaje, PTE-6 Patrimonio Histórico y PTE-9 Agropecuario) y que se comentan a continuación.

7.1.3. Los planes territoriales especiales y el plan sectorial de desarrollo rural

En este apartado se comentan las referencias encontradas sobre la presencia y el papel de los bancales en los cuatro planes sectoriales analizados.

En la memoria del Plan Territorial Especial sobre Paisaje de Gran Canaria (PTE-5) se observan las siguientes referencias y omisiones en materia de bancales.

Referencias:

Se mencionan los paisajes de bancales en los siguientes términos:

Estos elementos que flotan en el palimpsesto que configura nuestro pasado no necesitan de maquillajes y pinturas que desnaturalizan su presencia en el territorio, sino más bien buscan formar parte como vestigio o ruina en una nueva operación de proyecto donde cada elemento cumple desde su forma, condición y posición un papel en ese nuevo escenario abierto, como personajes que participan con su propia aura, desde su propia naturaleza, en la nueva escenografía insular rehabilitada (PTE-5. Volumen I. Memoria Informativa. Capítulo V: 612).

En relación con esa idea, en la que se considera a los bancales como elementos de la tramoya o escena de los paisajes agrícolas tradicionales, coincidimos con lo expuesto por Silva (2010: 19) cuando señala que "las inercias del pasado pesan mucho y, a pesar de la insistencia del Convenio Europeo en que todo territorio tiene interés como paisaje, a efectos reales, el paisaje continúa identificándose más con lo bello y lo armonioso que con lo cotidiano y lo funcional". También se les menciona como "*partes de la escena*" de los paisajes rurales, realizados mediante el uso de la piedra del lugar. Se alerta acerca de uno de los problemas que tienen planteados los paisajes de bancales: su transformación hacia nuevos tipos de asentamientos que no tienen carácter rural (proceso de rururbanización). Se señala que el paisaje rural de Gran Canaria está caracterizado "en gran medida por el desnivel y por la ingente obra de piedra seca que se ha ido acumulando en el suelo agrícola a través de los tiempos, motivado por los antiguos cultivos tradicionales" (PTE-5. Volumen I. Memoria Informativa. Capítulo V: 612).

Entre las propuestas de acción de este plan territorial especial se encuentra la rehabilitación de los bancales a través de su uso, como mecanismo útil para solucionar

el grave problema de deterioro que conlleva su abandono. De ese modo, la rehabilitación de estos paisajes puede pasar, en algunos casos, por la vuelta a la actividad agrícola tradicional, con el consiguiente rescate de los valores etnográficos de nuestra cultura y, en otros, por habilitar usos alternativos que incidan positivamente en la regeneración del paisaje rural.

Por último, se señala que tiene que establecerse algún sistema de valoración que tenga en cuenta la incidencia de "las trazas de antiguos cultivos" en la imagen ambiental de los paisajes, para tenerlo en cuenta como dato de proyecto. Tomando como base esta idea, se entiende que "cualquier intervención posterior en el Paisaje Antropizado Rural deberá estar condicionada a esa escenografía, y cuya modificación de este estado consolidado deberá entenderse siempre desde la aceptación sedimentaria y no desde la disolución o desaparición de los tratamientos morfológicos anteriores" (PTE-5. Volumen I. Memoria Informativa. Capítulo V: 612).

Omisiones:

Por su parte, el apartado de omisiones también es significativo. No existe una referencia expresa a los bancales como elementos del patrimonio, ni como elementos estructurantes e identitarios del paisaje. Tampoco se les tiene en cuenta en la delimitación de unidades ambientales de paisaje ni tampoco, de forma explícita, en la valoración de la calidad de las mismas, en la que se adopta como único criterio de valoración su calidad visual extrínseca.

Se realiza una delimitación de los paisajes de la isla en unidades ambientales de paisaje definidas, en primer lugar, por su grado de antropización (aspecto que se ha tomado directamente del Plan Insular de Gran Canaria) y, en segundo lugar, por sus características geomorfológicas y funcionales. A ésta le acompaña una segunda delimitación en cuencas y en unidades insulares. Las primeras no son cuencas hidrográficas completas delimitadas según criterios hidrogeomorfológicos, sino que se hereda la deficiente delimitación de cuencas del Plan Hidrológico Insular. A su vez, esas cuencas se subdividen según ambientes de costa, medianías y cumbre. De esa manera, la cuenca del Guinguada queda dividida en ocho unidades ambientales de paisaje (tabla VII.2) en las que no se hace referencia a la presencia "estructurante" de los bancales.

Nº Unidad Ambiental de Paisaje	Denominación
04	Ciudad Baja
15	Ciudad Alta
18	Guinguada
19	Cono Sur
21	Santa Brígida
22	Pino Santo
38	La Degollada
40	Las Nieves

Tabla VII.2. Unidades ambientales de paisaje de la cuenca del Guinguada.

En el caso concreto de los paisajes agrícolas se reutiliza la clasificación del Plan Insular de Gran Canaria, en la que, como ya se comenta en párrafos anteriores, sólo tiene en cuenta el uso actual de los mismos, sin considerar que los bancales son elementos configuradores de los paisajes agrícolas más frecuentes de esta isla.

Por todo lo expuesto se entiende que desde el Plan Territorial sobre Paisaje de Gran Canaria tampoco se realiza una justa valoración de estos paisajes culturales que favorezca su protección, gestión y ordenación. Se llega a esa conclusión tras comprobar el deficiente sistema de valoración empleado para determinar su calidad para la conservación, y la ausencia de propuestas concretas dirigidas a su conservación y puesta en valor.

Por su parte, en la memoria del Plan Territorial Especial de Patrimonio Histórico de Gran Canaria (PTE-6) se observan las siguientes referencias y omisiones en materia de bancales.

Referencias:

En el catálogo que este documento aporta sobre el patrimonio etnográfico, los bancales se clasifican como "sistema de conjunto", en la categoría de "Áreas agrícolas" y en la tipología de "elemento de cultivo". Pero no se parte de una correcta definición del término bancal. Por ello, se reincide en el error conceptual cometido en la Carta Etnográfica, comentado en párrafos anteriores.

En este caso y, a diferencia de lo que sucede en la Carta Etnográfica, se emplea el término cadena cuando se alude a vertientes profusamente ocupadas por bancales. En este caso no se usa en su correcta definición, pues las cadenas constituyen un determinado paisaje de bancales propios de las lomadas del sur y sureste de la isla, caracterizados por sus rellanos en pendiente y muros de piedra de baja altura en los

que se cultivaban cereales. También se emplea ese mismo término para denominar los bancales de pequeñas dimensiones que existen en Tejeda y Artenara en donde además se les asigna el nombre de "bocaos".

En este documento se señala que, a pesar del abandono parcial de muchas de esas estructuras, siguen siendo muy relevantes por su participación en la configuración del paisaje, por lo que pueden ser muy útiles en la labor de caracterización de los ámbitos de ladera en los que se encuentran. En ese sentido se cita sólo el caso de Las Lagunetas (Vega de San Mateo) para la cuenca del Guinguada cuando, a nuestro juicio, existen muchas otras áreas abancaladas en el interior de esa cuenca que merecen la misma consideración.

En el capítulo de diagnóstico del patrimonio etnográfico se hace referencia al alto grado de fragilidad de los bancales. Ésta deriva de su localización en zonas de intensa transformación, de las alteraciones originadas por su mal uso o su desuso, y de la ausencia de estas estructuras agrícolas en los catálogos de patrimonio municipales. Por todo ello se señala que:

es necesario implementar medidas tendentes a reconocer, en primer lugar, de manera efectiva qué elementos o agrupaciones de elementos integran el patrimonio etnográfico grancanario, seguido de la protección efectiva mediante la inclusión en los instrumentos previstos por la legislación vigente. Finalmente, se plantea la necesidad de formular propuestas de intervención que permitan en su caso la rehabilitación, el mantenimiento, la difusión, y en definitiva, su aprovechamiento como recurso económico compatibilizado (sic) con el mantenimiento de sus valores patrimoniales (PTE-6. Tomo 1. Memoria Informativa: 400).

Por último, se insiste en la necesidad de combinar varios bienes de la misma categoría en un mismo ámbito o sector patrimonial, pues de su carácter de "conjunto" deriva la consideración de paisaje cultural, que es una categoría de protección que no aparece registrada en la vigente ley canaria de patrimonio histórico. Se basan pues en la idea de que, de esa forma, "la conservación del Patrimonio Etnográfico contribuye no sólo a mantener los bienes concretos inscritos en esta categoría, sino también, a los paisajes específicos configurados a partir de la agrupación de estos bienes en el territorio" (PTE-6. Tomo 1. Memoria Informativa: 105)

Por lo expuesto en estos últimos párrafos, es de justicia valorar positivamente las propuestas realizadas desde este plan para favorecer la mejor delimitación y valoración de los elementos del patrimonio etnográfico, entre los que se encuentran los bancales. Se produce de este modo un acercamiento a las concepciones paisajísticas en materia de patrimonio, que se materializan en la zonificación del patrimonio histórico de Gran Canaria en "unidades territoriales patrimoniales" (UTP). Dichas unidades representan una caracterización, o tipificación del territorio, en función del patrimonio, directamente relacionada con las diversas actividades económicas históricas, actuales y futuras. Por lo tanto, tienen una componente territorial que permite establecer unos límites y le confieren "identidad patrimonial".

Omisiones:

A pesar de lo expuesto en los párrafos anteriores, en este Plan Territorial Específico de Patrimonio Histórico de Gran Canaria se hereda la visión incompleta que se tiene sobre el patrimonio de bancales en la vigente ley canaria de patrimonio y en la Carta Etnográfica de Gran Canaria, usados por este como fundamento teórico y fuente de información respectivamente.

No se realiza ampliación alguna del inventario de bancales que contiene la Carta Etnográfica, a pesar de que sí se señala la abundancia de bancales en los paisajes de las medianías del norte de la isla. Sí se comenta que se trata de "sistemas de conjunto", que aparecen asociados a diferentes áreas agrarias definidas por un determinado tipo de cultivo. Pero no se llega al nivel de detalle adecuado, en el que se parta de una clasificación de los "sistemas de conjunto" de bancales asociados a diferentes áreas agrarias entre los cuales se podría diferenciar, a priori, bancales de plataneras, de cereales, de frutales y huertas y de papas principalmente.

No existe una relación de transversalidad entre el plan especial del paisaje y éste de patrimonio. Lo acertado hubiera sido que, desde el instrumento de ordenación del paisaje se aportara una correcta y pormenorizada base cartográfica en la que este tipo de paisaje estuviera correctamente identificado y clasificado. Y que, a partir de dicha clasificación, la ordenación del patrimonio de bancales se sustentara en una valoración de dicho patrimonio cultural en la que se contemplasen, como criterios de valoración, sus características constructivas, su estado de conservación y el paisaje de conjunto que conforman con otros elementos del patrimonio etnográfico.

En la memoria del instrumento que tiene por objeto la ordenación territorial de la actividad agropecuaria de la isla de Gran Canaria, el Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria (PT-9), se observan las siguientes referencias y omisiones en materia de bancales.

Referencias:

En este plan se reconoce el paisaje de bancales como la expresión material de la superación de una serie de barreras naturales para el desarrollo de la actividad agrícola (pendiente, carencia de suelo, riesgo de erosión y escasez de agua). Se aporta la cita en la que se menciona tal aspecto:

Algunas de estas limitaciones se han visto superadas a lo largo del tiempo por prácticas agrícolas tradicionales que el agricultor ha desarrollado, para poner en cultivo terrenos que en principio podrían parecer inapropiados para el uso agrícola y gracias a ello, se localizan en el archipiélago canario paisajes tradicionales de gran belleza y cultura agraria, como por ejemplo, el paisaje resultante de la creación de bancales (aterrazamiento). Ésta es una práctica agrícola tradicional en Canarias que ha permitido cultivar y evitar procesos erosivos en zonas de pendiente elevada y son un claro ejemplo de adaptación para cultivar en zonas de pendiente y evitar procesos erosivos (PT-9. Documento de aprobación provisional, julio 2012. Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4: Memoria Justificativa: 38)

Los bancales, en el apartado correspondiente a la delimitación territorial de la actividad agropecuaria (ámbitos y unidades territoriales), no reciben un tratamiento unitario pues sólo se utilizan para definir las unidades territoriales vinculadas al abandono agrícola, por lo tanto se incurre en el mismo error cometido por el Plan Insular. Pese a ello, en las fichas de inventario de las unidades que permanecen en explotación, si se les menciona en los apartados de infraestructuras, valoración paisajística, natural y/o patrimonial, así como en los tipos y características de los cultivos que presentan. No se parte de una buena identificación de unidades de paisaje agrícolas para esta isla, y ahí creemos que radica el error en esta clasificación, señalado también en los instrumentos anteriores.

Asimismo, entre los actos de ejecución en las unidades agrícolas (artículo 43) aparecen referencias a los bancales en dos apartados diferentes: en el relativo a los "movimientos

de tierra” y en el de las “instalaciones”. En el primero se diferencia entre abancalamiento y reabancalamiento. Se entiende por abancalamiento “el acto de aterrizar una ladera mediante desmontes o rellenos para conseguir el nivelado horizontal del terreno, con el fin de facilitar la mecanización del cultivo o para frenar procesos de erosión” y por reabancalamiento “el acto de crear nuevos bancales sobre bancales tradicionales existentes, para hacerlos mayores” (PT-9. Documento de aprobación provisional, julio 2012. Volumen III. Documento Normativo. Tomo 6: Memoria Normativa: 37).

Entre las instalaciones se diferencia entre la corrección de laderas y los muros de contención, siendo sus respectivas definiciones muy confusas en lo que respecta a los muros asociados a los bancales, pues éstos no cumplen exactamente con ninguna de esas funciones. Se entiende por corrección de laderas la ejecución de “pequeñas obras de piedra o de obra, encaminadas a corregir la erosión de las laderas y pendientes para su posterior puesta en cultivo, no requieren obras de desmonte ni de acopios en taludes” (PT-9. Documento de aprobación provisional, julio 2012. Volumen III. Documento Normativo. Tomo 6: Memoria Normativa: 37). Y los muros de contención se definen como las “estructuras de piedra seca o de obra (hormigón o bloque), normalmente vinculadas a abancalamientos o de fijación de terrenos, que se instalan para evitar el movimiento de sustratos móviles o deleznable, así como la pérdida de la capa edáfica” (PT-9. Documento de aprobación provisional, julio 2012. Volumen III. Documento Normativo. Tomo 6: Memoria Normativa: 37).

Al separar del proceso de abancalamiento las dos acciones que lo conforman (desmonte del terreno y revestimiento del talud con piedra), no solo se deja abierta la vía a la realización de bancales sin muro, los bancales tipo *bulldozer*, de los que ya se conoce su baja aptitud en materia de conservación de suelos y su escaso valor paisajístico, sino que no se prohíbe expresamente su construcción.

Resulta especialmente relevante la mención que se hace, en el apartado de actuaciones con incidencia en el patrimonio histórico (PT-9. Documento de aprobación provisional, julio 2012. Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4: Memoria Justificativa: 78) acerca de la elevada vulnerabilidad de los paisajes culturales agrarios frente a las amenazas que acechan sobre ellos y se denuncian las nefastas intervenciones sobre muros de los bancales. Entre los primeros destacan las nuevas transformaciones agrarias y el abandono y, entre los segundos, la total destrucción y/o

el parcheado con técnicas no tradicionales de los muros de piedra seca de los bancales.

Omisiones:

Cabe señalar que, aunque entre los objetivos de este instrumento se encuentran garantizar la conservación de los suelos frente a los procesos de erosión (actuales y potenciales), evitar la ocupación irreversible de los suelos de mayor potencial productivo, reducir los procesos de degradación de suelos, y establecer un modelo de desarrollo y gestión a través de fórmulas y medidas destinadas a afianzar la actividad agrícola y a evitar su desaparición, no se proponen en este documento programas y planes de acciones sectoriales que tengan en cuenta los bancales como estructuras de las que se ha demostrado su eficacia en la conservación del suelo, en materia de captación y regularización de los recursos hídricos (recarga de acuíferos y regulación de escorrentías) o como hábitats de fauna y flora, ni como reservas genéticas de plantas cultivadas y naturales.

A pesar de que en este documento se apela a la idea sustraída del Decreto Legislativo 1/ 2000 de 8 de mayo del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias por la que se incorpora al derecho urbanístico canario la visión multifuncional del medio rural canario³ no se menciona en ninguno de sus apartados la multifuncionalidad propia de los paisajes abancalados ni se hace propuesta alguna sobre la realización de algún programa que favorezca su recuperación y conservación.

Por su parte, en el apartado de diagnóstico ambiental de las unidades agrarias que permanecen en cultivo, no se menciona la falta de mantenimiento que presentan estas estructuras agrícolas, que se asocia a la agricultura a tiempo parcial y constituye un problema bastante extendido que redundará en la pérdida de eficacia en la lucha antierosiva de los bancales y en la calidad de los paisajes agrícolas que permanecen en explotación. Ni se menciona la posible reutilización de bancales abandonados como potenciales áreas silvopastoriles.

³ pues "contribuye a evitar la erosión del suelo, como productor de alimentos, mantiene el paisaje rural, contribuye a la conservación de ecosistemas, es fuente de empleo en zonas rurales, etc." (artículo 63.1 de la Ley 6/2009, de 6 de mayo, de medidas urgentes en materia de ordenación territorial para la dinamización sectorial y la ordenación del turismo).

En el apartado de actuaciones con incidencia en el patrimonio histórico se aconseja que las nuevas intervenciones contribuyan a su conservación, pero no se precisan las características morfológicas (superficie del rellano, altura de talud, tipo de mampostería del muro, proporción altura del muro-superficie del rellano con la pendiente de la ladera) propias de este tipo de paisaje según una zonificación previa.

Se realiza un incompleto diagnóstico sobre los efectos ambientales del abandono agrícola, en la medida en que no se menciona expresamente a los bancales (tabla VII.3). Pues con su deterioro se pierde el suelo que éstos mantienen, se degrada o desaparece el paisaje cultural de bancales, se deterioran las estructuras arquitectónicas (los muros de piedra seca), se destruyen hábitats, se pierde agrobiodiversidad y se merma el patrimonio histórico.

Efectos ambientales por abandono de la actividad agrícola		Aspectos del medio susceptibles de alteración
a) Efectos en el recurso "suelo"		Afección del suelo: degradación, pérdida de calidad y aptitud productiva. Erosión y pérdida de estructura: cárcavas, desprendimientos, etc. Desertificación
b) Efectos en el paisaje	Construcciones, edificaciones e instalaciones	Calidad visual del paisaje. Pérdida de paisaje rural tradicional.
c) Efectos en los ecosistemas y biodiversidad		Pérdida de hábitat de especies Desaparición/ retroceso de cultivos tradicionales y variedades
d) Efectos sobre el patrimonio histórico		Afección al patrimonio histórico.

Tabla VII.3. Efectos ambientales del abandono agrícola. Plan Territorial Especial Agropecuario (PT-9). Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4. Memoria Justificativa: 82.

Interesa destacar que se observan ciertas "imprecisiones" en el apartado de efectos ambientales del abandono agrícola sobre el recurso "suelo" al no mencionarse la escorrentía difusa entre los procesos erosivos más comunes y al identificar con los abandonos recientes y con la no existencia de muros de contención (bancales), los mayores problemas erosivos. También se realiza una descripción muy imprecisa cuando se señala en relación con las zonas de cultivos de las medianías del Norte que "la intensa recolonización de determinadas formaciones vegetales en medio del parcelario o la presencia de individuos vegetales a borde de parcela han impedido la erosión" (PTE-9. Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4. Memoria Justificativa: 81). A este respecto, en esta tesis doctoral se ha demostrado la importancia de la escorrentía difusa entre los procesos de erosión en campos abandonados, que es en los campos con abandonos medios (10 y 20 años)⁴ entre los que se encuentran los

⁴ En el PTE-9 se asume la nomenclatura usada en el mapa de cultivos Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias para identificar el grado de abandono

mayores problemas de erosión y que pese a la recolonización vegetal de los campos, dicha cobertura no es capaz, especialmente la del estrato subarbusivo y arbustivo ubicado en los bordes de los bancales, de impedir el desmoronamiento de sus muros y la consecuente pérdida de suelo agrícola. Además se incurre en un importante error al considerar que la presencia de bancales "sin labores de conservación" garantiza la conservación de los suelos cuando ha quedado demostrado en muchas publicaciones científicas que el cese en el mantenimiento de estas agroestructuras supone a medio y largo plazo, la merma de su funcionalidad como barrera antierosiva.

Asimismo, en este documento se apela a la realización de una normativa específica y diferenciada por áreas abandonadas susceptibles de reutilización agrícola "pues las repercusiones ambientales derivadas del abandono de las actividades agrarias no son homogéneas en el conjunto insular, dependiendo principalmente de factores naturales tales como la capacidad de recuperación de la vegetación natural y de la erosionabilidad de los suelos" (PT-9). Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4. Memoria Justificativa: 144) en cambio se comete el mismo error señalado en párrafos anteriores, cuando se señala (en la memoria informativa) que "(...en algunos suelos en proceso de abandono no presentan importantes procesos de pérdida de cubierta edáfica, bien por la preexistencia de infraestructuras agrícolas consolidadas, tales como bancales o muros de protección...)" (PT-9). Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4. Memoria Justificativa: 144).

Por último, las medidas cautelares que se proponen en materia de recuperación de suelos agrícolas abandonados "para evitar un mayor impacto del que se deriva del propio abandono" priorizan la recuperación de la cobertura natural frente a la del mantenimiento del recurso suelo, aduciendo "el interés" de las especies y comunidades vegetales para su recuperación y conservación. Esta cuestión, a nuestro juicio, no es de lo más acertada cuando se trata de espacios en los que se ha invertido un importante capital humano en su construcción, los paisajes de bancales, de los que son conocidas sus múltiples funciones ambientales. Estos son los criterios por los que se deben regir dichas medidas protectoras:

agrícola. Se entiende por abandono reciente terrenos que han sido abandonados dentro de los dos o tres últimos años, tiempo en el comienza a asentarse la vegetación espontánea arbustiva y por abandono prolongado el de aquellos terrenos cuyo abandono es acentuado en el tiempo.

- *Cuando se haya producido una recolonización vegetal, con un grado de recubrimiento que afecte a la totalidad de la parcela, por parte de los matorrales arbustivos de sustitución de las formaciones naturales potenciales.*
- *Cuando la recolonización se haya efectuado por especies florísticas de interés para su conservación.*
- *Cuando la parcela estuviera enclavada entre comunidades vegetales de interés para su recuperación o potenciación.*
- *En relación a la calidad ambiental de los suelos de gran valor ambiental, se limitará la ocupación de aquellas parcelas agrícolas abandonadas, que se encuentren a menos de 15 metros de un Paisaje Protegido o una Zona de Especial Conservación o en aquellas otras que se haya producido regeneración natural de la vegetación endémica en los terrenos (PT-9). Volumen II. Documento Justificativo. Tomo 4. Memoria Justificativa: 144-145).*

En el balance final entre las menciones y omisiones que, en materia de bancales se realiza, este último plan territorial es el que presenta mayores deficiencias, especialmente si se tiene en cuenta que es el encargado de la planificación de la actividad para la que fueron creadas estas estructuras agrícolas. La delimitación territorial resulta incompleta al no considerar los bancales como estructuras agrícolas con altos valores medioambientales, paisajísticos y patrimoniales con una fuerte impronta espacial, tanto en las áreas en explotación como en las que se encuentran en abandono en la isla de Gran Canaria. No se realiza pues una valoración integradora de esos espacios, ni mucho menos completa desde el punto de vista espacial. Tampoco se realiza un inventario ni un diagnóstico completo de todas las superficies abancaladas de la isla. Se manifiesta una falta de medidas concretas en las intervenciones sobre los espacios abancalados tradicionales de esta isla. Carece de propuestas concretas en materia de conservación y de recuperación de estos espacios, y no se hacen propuestas de transversalidad con otros planes territoriales y sectoriales que se han realizado (paisaje, patrimonio, desarrollo rural) o los que están por elaborar (PTE-3 Plan Territorial Especial Riesgos Naturales).

El último documento normativo analizado es el Plan de Desarrollo Rural y de las Medianías y Cumbres de Gran Canaria (PDR). Dicho plan se fundamenta en la defensa de la multifuncionalidad de las áreas rurales sobre la cual se estructuran los ejes estratégicos y las líneas de desarrollo rural que desde él se proponen.

Entre estas líneas destacan, por su relación directa con el patrimonio cultural de bancales, aquellas desde las que se propone la recuperación y puesta en valor de los recursos naturales y culturales, la conservación de los paisajes agrarios, el estudio y divulgación del patrimonio cultural (obras y oficios) y su uso como recurso económico y turístico, las prácticas agrarias eco-compatibles y la prevención de la erosión. Pero esa enumeración de líneas de actuación no se materializa en planes de acción específicos respecto al tratamiento de los bancales. En la propia memoria del PDR, el único municipio que realiza una propuesta concreta de conservación de cultivos en bancales tradicionales es el de Firgas. Lo cual parece lógico, ya que cuenta con una superficie abancalada muy interesante, sobre todo en el ámbito próximo a la costa. Pero hay otros municipios que también cuentan con este patrimonio y no lo han hecho.

La única mención que existe a los bancales, en la memoria de dicho plan, aparece en el análisis sobre el medio ambiente insular, cuando se refiere al papel que cumplen en la conservación de los paisajes agrícolas tradiciones, y en la lucha contra la erosión y se alerta sobre la doble pérdida que supone su falta de mantenimiento. Se adjunta la cita aludida:

El propio abandono de bancales y espacios agrarios del interior de la Isla, también supone un deterioro de la calidad del paisaje y, en muchos casos, la pérdida de suelos que se mantenían gracias a esas estructuras agrarias (PDR Gran Canaria, Capítulo VII: 31)

Rescatamos de la memoria del plan el análisis DAFO que se realiza sobre el patrimonio cultural de las áreas rurales, porque consideramos que expresa de forma sintética la fragilidad que presenta el patrimonio de bancales en esta isla (tabla VII.4).

Por su parte, el Grupo de Acción Local seleccionado para la gestión del Eje 4 (recuperación, preservación y desarrollo sostenible del medio ambiente y de los recursos naturales) de dicho plan, AIDER Gran Canaria, tampoco presenta, entre las acciones susceptibles de subvención, ninguna que proponga la recuperación de bancales degradados para la lucha contra la erosión-desertificación.

Debilidades y amenazas	Fortalezas y oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• Doble abandono, el privado y el institucional. El primero que deriva del cese de su explotación agrícola y, el segundo, por la ausencia de inventarios completos, de planes que contengan medidas de protección y de recuperación y la lentitud en la tramitación de BIC• Falta de una visión integral de los elementos patrimoniales en su relación con el territorio y las actividades económicas	<ul style="list-style-type: none">• Abundancia y riqueza (paisajística y cultural) del patrimonio cultural rural• Incipiente y creciente proceso de sensibilización y concienciación social• Aplicabilidad de las nuevas tecnologías en el inventario, planificación, gestión y difusión del patrimonio• Posibilidad de uso del patrimonio cultural abandonado

Tabla VII.4. Análisis DAFO del patrimonio cultural de la isla de Gran Canaria. (Plan de Desarrollo Rural y de Medianías y Cumbres de Gran Canaria: 102).

Al revisar los documentos sectoriales se aprecia que no se materializa la transversalidad propuesta desde las instituciones europeas en planificación del desarrollo rural, entre las políticas agrarias y las territoriales. E tal sentido, suscribimos las palabras de Silva (2010):

Las políticas agrarias no tienen suficientemente en cuenta las especificidades productivas relacionadas con la localización (agriculturas periurbanas, serranas, de valles y campiñas, etc.), y las políticas territoriales prestan una atención menor a la funcionalidad productiva agraria. El resultado es un escenario de agriculturas sin territorio y territorios sin agricultores, que cohibe el aprovechamiento de las sinergias del carácter (a la vez sectorial y territorial) de la agricultura (Silva, 2010: 6).

Y tampoco se materializa un punto de encuentro entre las concepciones y normativas sobre paisaje y las de patrimonio en materia de paisajes culturales de bancales. En ese sentido, coincidimos con Mata (2004) cuando señala que la ordenación del paisaje debe darse un importante avance desde su concepción de los paisajes como escenas o bellezas panorámicas hasta alcanzar la interpretación profunda de los mismos a través del 'sentido del paisaje' (en Castelnovi, 2002:182). La integración del patrimonio en el paisaje pasa por entender a éste como "un producto histórico de la cultura y la acción humana sobre la naturaleza" (Mata, 2004: 110-111) y al patrimonio como componente de "las tramas complejas de las relaciones que estructuran y dan forma visible al territorio" (en Clementi, 2002: 18).

A la vista de lo expuesto en los párrafos y apartados anteriores cabe señalar que, a pesar de encontrarnos en un momento histórico en el que, a escala europea, se asiste a la revalorización de los paisajes rurales y de su gestión como recurso territorial, y como punto de encuentro y de concertación entre las políticas de carácter sectorial, de desarrollo rural y de ordenación del territorio, vemos cómo en la isla de Gran Canaria queda mucho camino por recorrer para que estas ideas se materialicen.

Se plantean pues, nuevos retos para los paisajes rurales con bancales que deben abandonar su marginalidad productivista y recuperar su multifuncionalidad en el contexto del desarrollo agrario y rural. Estos paisajes, por su importancia ecológica y su dimensión territorial en algunas islas constituyen un patrimonio que precisa una urgente gestión y puesta en valor, a fin de frenar el proceso que lleva inexorablemente a su desaparición, lo cual es una pérdida patrimonial que no se debería permitir.

7.2. El patrimonio de bancales en un sector del cauce medio-bajo de la cuenca del Guinguada: inventario y clasificación

Cualquier intervención que se quiera hacer a favor de una correcta gestión del patrimonio de bancales requiere, como paso previo, su identificación y delimitación espacial. Esa tarea se viene haciendo en diversos territorios desde hace décadas, y constituye uno de los objetivos de la recién creada International Alliance for Terraced Landscapes (ITLA), desde la que se está promoviendo la realización de una cartografía mundial de bancales. El inventario de bancales de Canarias es una tarea que está por realizar. Por ello, se ha considerado oportuno aplicar aspectos de esta tesis doctoral al diseño de un protocolo para la puesta en valor del patrimonio de bancales. El área seleccionada para ello se localiza en el cauce medio-bajo de la cuenca del Guinguada. Coincide con el sector más urbano de la misma (figura VII.3) y, por lo tanto, el más alterado por el crecimiento urbano de la capital insular.

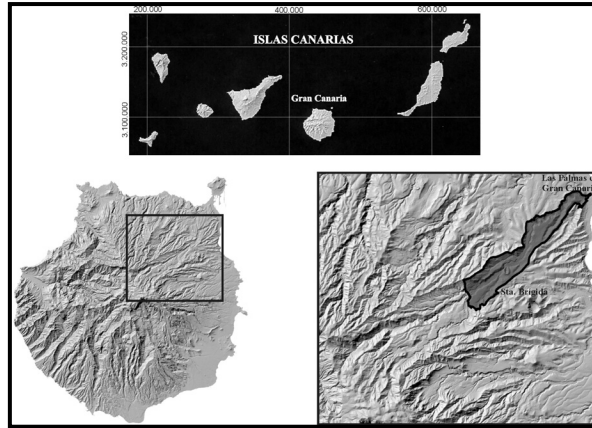


Figura VII.3. Área seleccionada para el estudio del patrimonio de bancales.

El ámbito seleccionado abarca una superficie de 14.53 km², lo que representa una quinta parte de la extensión total de la cuenca de este barranco. Se extiende entre los municipios de Las Palmas de Gran Canaria y Santa Brígida, que son la capital insular y parte del su área metropolitana respectivamente.

Sus condiciones ecológicas se corresponden con las del geoambiente de costa y, con parte de las medianías bajas. El paisaje agrícola presenta un marcado contraste entre el sector de costa (desde el Pambaso hasta Fuente Morales, (figura VII.4), en el que predomina el cultivo del plátano, y el de medianías bajas (desde la Fuente Morales hasta el casco urbano de Santa Brígida), en el que lo hacen la papa y otros cultivos hortofrutícolas (figura VII.5).



Figura VII.4 Imagen aérea de los bancales de plataneras en el cauce bajo del Guinguada.
Fuente: Cabildo de Gran Canaria.

El abandono agrícola, que se inicia en la década de los sesenta, afecta de manera desigual a los dos sectores mencionados, pues es notablemente superior en el de medianías bajas, con el 62% de su superficie, frente al 31% de la de la costa.

La razón de ese desigual nivel de abandono tiene que ver con el tipo de cultivo, aunque se añaden otros motivos como la presión urbanística, los problemas de abastecimiento de agua para regadío en calidad y cantidad, y la pérdida de rentas por caída de precios en los mercados locales.



Figura VII.5. Imagen aérea de los bancales de papas y huerta en el cauce medio-bajo del Guinguada.

El análisis de las características ecoantrópicas de este espacio pone de manifiesto la fragilidad del sistema natural (pendientes moderadas-acusadas y eventos erosivos -relativamente frecuentes) y su estado actual de intensa degradación.

Por otro lado, la evolución histórica de este sector muestra la intensa presión antrópica actual sobre este territorio (1.412 habitantes/km²), la terciarización económica de la población y los importantes cambios en la ocupación del suelo. Entre los procesos de cambios experimentados recientemente en esta zona piloto de la cuenca del Guinguada destacan el abandono generalizado de la superficie agrícola (47% del total agrícola y el 50% de la superficie abancalada) y el incremento de la superficie urbanizada (11,64%) y de la cobertura natural (5,16%) a expensas del suelo agrícola. Por último, el espacio aterrazado ocupa una superficie de 1,9 km², que supone el 13,4% del ámbito de la zona considerada para este ensayo y el 58,6% del área agrícola del mismo.

7.2.1. Características ecoantrópicas de las unidades de bancales

Los bancales son considerados como agrosistemas, en cuyo análisis se debe tener en cuenta, en todo momento, su valor productivo, ecológico y estético o visual. Se adapta

el concepto de “unidad de paisaje” para la delimitación espacial, el inventario, la clasificación y las posteriores fases de diagnóstico que se acometen en este trabajo. De esta manera, forman parte de una unidad de paisaje con bancales aquellos campos contiguos que presentan el mismo uso y características constructivas semejantes.

De la adaptación del concepto de “unidad de paisaje”, al análisis del patrimonio de bancales en el ámbito de estudio, resultan unas 111 unidades ambientales con bancales.

Las características ecoantrópicas del espacio abancalado del cauce medio-bajo de la cuenca del Guinguada son las siguientes:

- Heterogeneidad de situaciones ambientales, lo que pone de manifiesto la capacidad de los agricultores para adaptarse a situaciones muy diversas. Las unidades se localizan preferentemente por debajo de los 200 m (36%), o entre los 400 m y 500 m de altitud (27.9%). Las exposiciones norte (45%) y sur (37,8%), así como las laderas cóncavas (55,9%), y las partes bajas de las vertientes (41,4%), cercanas ya al cauce del barranco Guinguada, han sido las más utilizadas para el cultivo en bancales. Por último, el sustrato litológico dominante es el formado por coladas piroclásticas miocenas (40,2%) y, por lo que respecta a los suelos, predominan los que tienen interés agrícola (Luvisoles háplicos, 27% y Vertisoles crómicos, 20,5%). Por lo que respecta a las pendientes, éstas no parecen ser significativas en la localización de las unidades, pues aunque se detecta una mayor concentración de las mismas en desniveles comprendidos entre 15° y 20°, no existe una marcada diferencia con el resto de rangos. (tabla VII.5).

Altitud (m)	Nº de unidades	% de unidades
< 100	25	22,5
100-200	25	13,5
200-300	14	12,6
300-400	18	16,2
400-500	31	27,9
> 500	8	7,2

Altitud (m)	Nº de unidades	% de unidades
Oeste	2	1,8
Este	17	15,3
Sur	42	37,8
Norte	50	45

Altitud (m)	Nº de unidades	% de unidades
Convexa	19	17,1
Cóncava	62	55,9
Recta	30	27

Lugar de la ladera	Nº de unidades	% de unidades
Baja	46	41,4
Media-baja	21	18,9
Media	18	16,2
Media-alta	11	9,9
Alta	15	13,5

Pendiente (º)	Nº de unidades	% de unidades
< 10	25	22,5
10-15	27	24,3
15-20	33	29,7
> 20	26	23,4

Tabla VII.5. Distribución de las unidades de bancales según la frecuencia de las variables ambientales.

Litología	Nº de unidades	% de unidades
Lavas basálticas	13	11,6
Coladas piroclásticas miocenas	45	40,2
Lavas fonolíticas	19	17
Coladas piroclásticas Roque Nublo	5	4,5
Depósitos aluviales	14	12,6
Depósitos de la Formación Detrítica de Las Palmas	15	13,5

Suelos (WRB-FAO)	Nº de unidades	% de unidades
Cambisoles áridicos	21	18,9
Luisoles háplicos	31	27,9
Calcisoles pétricos	9	8,1
Leptosoles éutricos	12	10,8
Vertisoles crómicos	23	20,7
Urbanizado	2	1,8
Calcisoles pétricos-Leptosoles	2	1,8
Cambisoles áridicos-Leptosoles	8	7,2
Leptosoles éutricos-Luisoles	3	2,7

Tabla VII.5 (continuación). Distribución de las unidades de bancales según la frecuencia de las variables ambientales.

- Las variables antrópicas (uso y edad de abandono) son un reflejo de evolución del espacio por parte de los habitantes de la cuenca en cada momento histórico. Reflejan los cambios socioeconómicos experimentados en este espacio. Domina el abandono frente al uso, pues el primero afecta a 67 de las 111 unidades inventariadas (50% de la superficie abancalada), localizadas mayoritariamente en el tramo medio (sector del Jardín Canario y Santa Brígida). El 57% de los bancales se abandonaron después de 1996, el 25% entre 1961 y 1996 y, el 18% restante corresponde a abandonos antiguos (antes de 1960). Ello indica que se trata de abandonos relativamente recientes, que no pueden atribuirse únicamente a la crisis del modelo económico tradicional, como si ocurre en otros sectores de la isla, sino a cuestiones relacionadas con las perspectivas urbanísticas de sus propietarios, entre otras (tabla VII.6).

Variables antrópicas	Categorías	Nº total de unidades	% de unidades
Uso y edad de abandono	Cultivo	44	39,6
	Abandono reciente	38	34,2
	Abandono intermedio	17	15,3
	Abandono antiguo	12	10,8

Variables antrópicas	Categorías	Nº total de unidades	% de unidad
Tipo de mampostería	Cantos rodados	17	15,3
	Ordinaria y de rajuela	88	79,3
	En hileras	6	5,4

Tabla VII.6. Distribución de las unidades de bancales según la frecuencia de las variables antrópicas.

- En cuanto a las características constructivas, dominan los bancales de rellano plano con muros de calidad media. Esto es, los que presentan mampostería ordinaria y de rajuela, con el 79% de frecuencia. Le sigue en importancia los que presentan mampostería de cantos rodados, con el 15% de frecuencia. Esta última obra es la menos resistente de las observadas en el área de estudio, la que da lugar a muros más inestables. Por último, los construidos con mampostería en hileras, de mayor calidad constructiva y más resistente ante el empuje del suelo, son los menos frecuentes, con tan sólo el 6% restante (figuras VII.6 a y VII.6 b).



Figura VII.6 a. Tipos de mampostería en las unidades de bancales. Mampostería de cantos rodados (izquierda) y ordinaria (derecha).



Figura VII.6b. Tipos de mampostería en las unidades de bancales. Mampostería de rajuela (izquierda) y en hilera (derecha).

El inventario de las características ecoantrópicas de las unidades de bancales demuestra que nos hallamos ante un abundante y heterogéneo patrimonio de bancales, que muestra altos valores de vulnerabilidad debido, principalmente, al abandono de su aprovechamiento agrícola, pero también a las expectativas urbanísticas puestas en ellos, así como a la proximidad de las grandes infraestructuras viarias (figura VII.7, VII.8, VII.9 y VII.10).



Figura VII.7. Bancales abandonados y deteriorados (unidad nº5, Ladera de San Francisco. Cauce bajo del Guiniguada).



Figura VII.8. Vivienda edificada sobre bancal (unidad nº17, Bco. de Los Toledo-ladera este Lomo Verdejo. Cauce bajo del Guinguada).



Figura VII.9. Pilares del viaducto del Guinguada sobre bancales (Unidad nº25, Albiturria. Cauce bajo del Guinguada).



Figura VII.10. Construcción de los pilares del viaducto del Guinguada en bancales 1999 (Unidad nº25, Albiturria. Cauce bajo del Guinguada).

7.2.2. Tipología de unidades de bancales

Tras el inventario de las características ecoantrópicas de las unidades de bancales se procede a su clasificación. Dado que el principal objetivo de la misma es obtener una tipología sencilla e informativa sobre sus rasgos esenciales, se opta por considerar tres factores discriminantes, útiles también para las fases de diagnóstico posteriores. Estos son: el uso, la pendiente de la ladera y el tipo de mampostería. Como resultado de la aplicación de esos criterios, resultan ocho tipos de unidades de bancales: cuatro en uso y cuatro en abandono (tabla VII.7) (figura VII.11).

Los grupos más numerosos son los que presentan mampostería ordinaria (tipos 2, 3, 6 y 7). De todos ellos, a su vez, el más numeroso y de mayor extensión superficial es el de bancales abandonados en laderas con pendientes inferiores a 15° y mampostería ordinaria (tipo 7), con 31 unidades que representan el 28,4% de la superficie abancalada.

Cultivados	Unidades N°	Unidades %	Superficie km ²	Superficie %
1	8	7,2	0,1	7,4
2	18	16,2	0,4	20,8
3	15	13,5	0,3	13,8
4	3	2,7	0,1	5,1
Abandonados	Unidades N°	Unidades %	Superficie km ²	Superficie %
5	9	8,1	0,1	7,9
6	24	21,6	0,3	15,6
7	31	27,9	0,5	28,4
8	3	2,7	0,02	1,1
TOTAL	111	100	1,95	100

1. Bancales cultivados en laderas de pendiente variable y mampostería de cantos rodados
2. Bancales cultivados en laderas de pendiente <15° y mampostería ordinaria
3. Bancales cultivados en laderas de pendientes >15° y mampostería ordinaria
4. Bancales cultivados en laderas de pendiente variable y mampostería regular en hileras
5. Bancales abandonados en laderas de pendiente variable y mampostería de cantos rodados
6. Bancales abandonados en laderas de pendiente <15° y mampostería ordinaria
7. Bancales abandonados en laderas de pendiente >15° y mampostería ordinaria
8. Bancales abandonados en laderas de pendiente variable y mampostería regular en hileras

Tabla VII.7. Distribución de las unidades de bancales según su frecuencia.

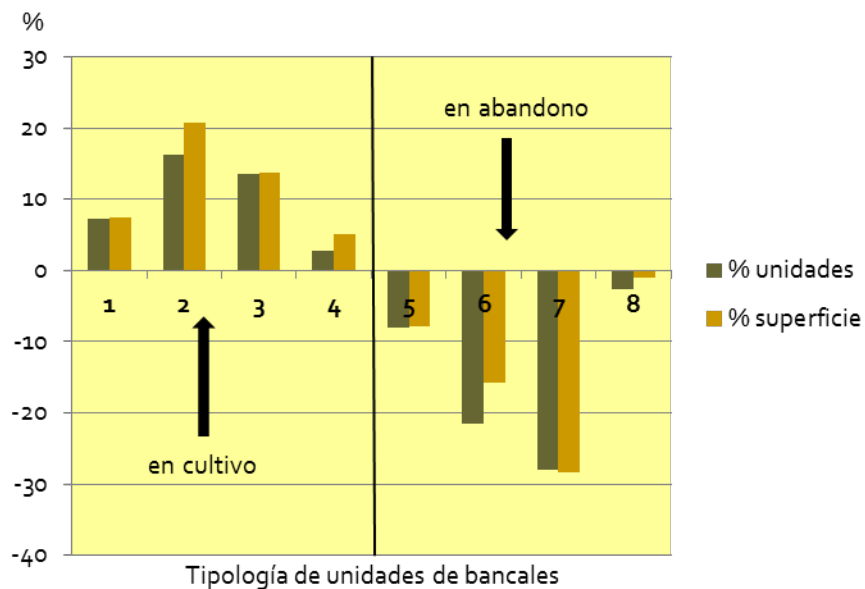
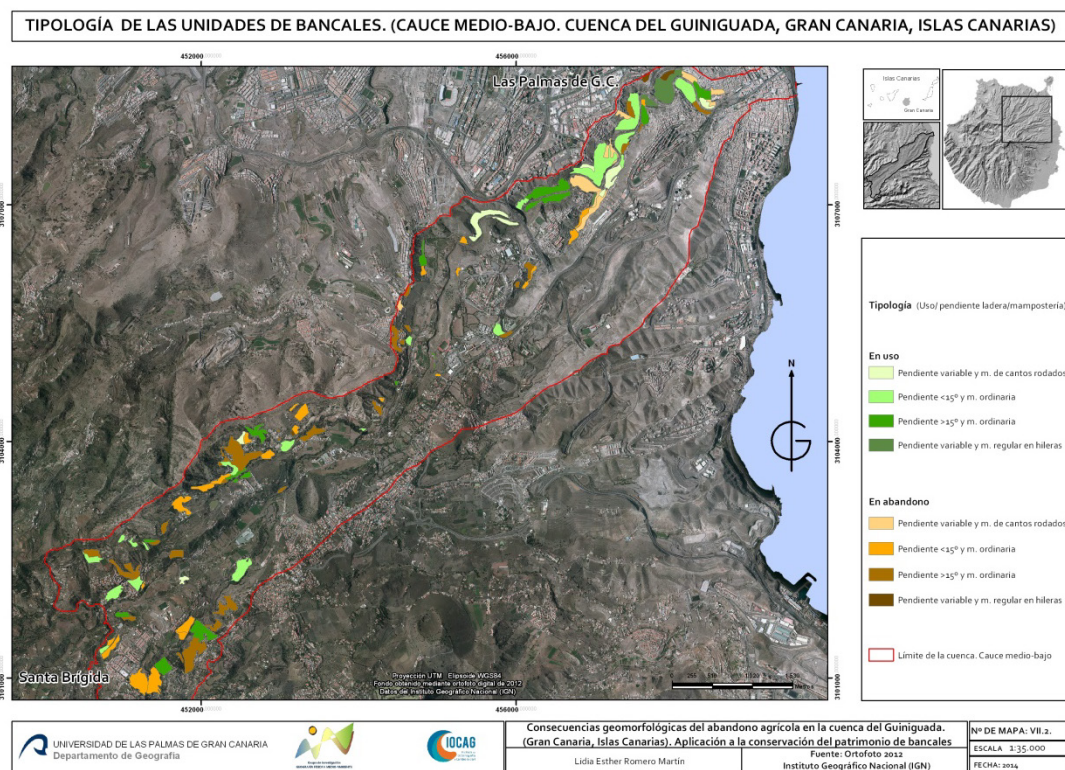


Figura VII.11. Frecuencia de las unidades de bancales según tipología.

Por el contrario, el tipo de unidad menos representado es el fabricado con mampuesto en hileras regulares, en pendientes con valores variables, cultivados y abandonados

(tipos 4 y 8 respectivamente), representando en ambos casos tan sólo el 2,70% de las unidades de bancales.

La distribución espacial de la tipología de bancales aparece reflejada en el mapa VII.2. En él se aprecia que los grupos menos numerosos (tipos 4 y 8), los de mampostería en hileras se localizan, a excepción de un único caso (Sietes Puertas), en reducidos enclaves del sector de meandros del cauce del Guinguada (figura VII.12): Cuevas del Niz, Los Andenes, La Ladera, Cruz de Piedra y Los Lajones. Los bancales de este tipo se distribuyen en igual número entre los cultivados y abandonados.



Mapa VII. 2. Distribución espacial de los tipos de unidades de bancales.

Los grupos cuyos bancales (figura VII.13) están formados por mamposterías de cantos rodados (tipos 1 y 5) también aparecen casi en igual número entre los que permanecen cultivados y los abandonados y, además, se localizan mayoritariamente en el cauce bajo de la cuenca (meandros del Guinguada), aunque existen cuatro unidades situadas en el cauce medio, concretamente en Dragonal Bajo, Las Meleguinas y El Tejar, cerca del núcleo urbano de Santa Brígida.



Figura VII.12. Unidades de bancales con mampostería en hilera (izquierda: nº9, Los Andenes, en cultivo) y (derecha: nº10, Cuevas del Niz Alto, en abandono).



Figura VII.13. Unidades de bancales con mampostería de cantos rodados (izquierda: nº7, Cuevas del Niz -Travieso, en cultivo) y (derecha: nº32, Lomo Verdejo, en abandono).

7.3. El diagnóstico: factores de valoración y factores de amenaza

Una vez se conoce la superficie que ocupan, la distribución espacial, las variables ambientales y antrópicas que configuran los paisajes de bancales, así como la tipología, se está en disposición de realizar un doble diagnóstico, que permita conocer su calidad y su vulnerabilidad.

No existen trabajos en los que se considere la valoración de la calidad para la conservación del patrimonio de bancales. Por lo que se ha diseñado un procedimiento que permita valorar la calidad para su conservación y diagnosticar sus amenazas. El detalle de este protocolo se ha explicado en el capítulo de esta tesis dedicado a la metodología.

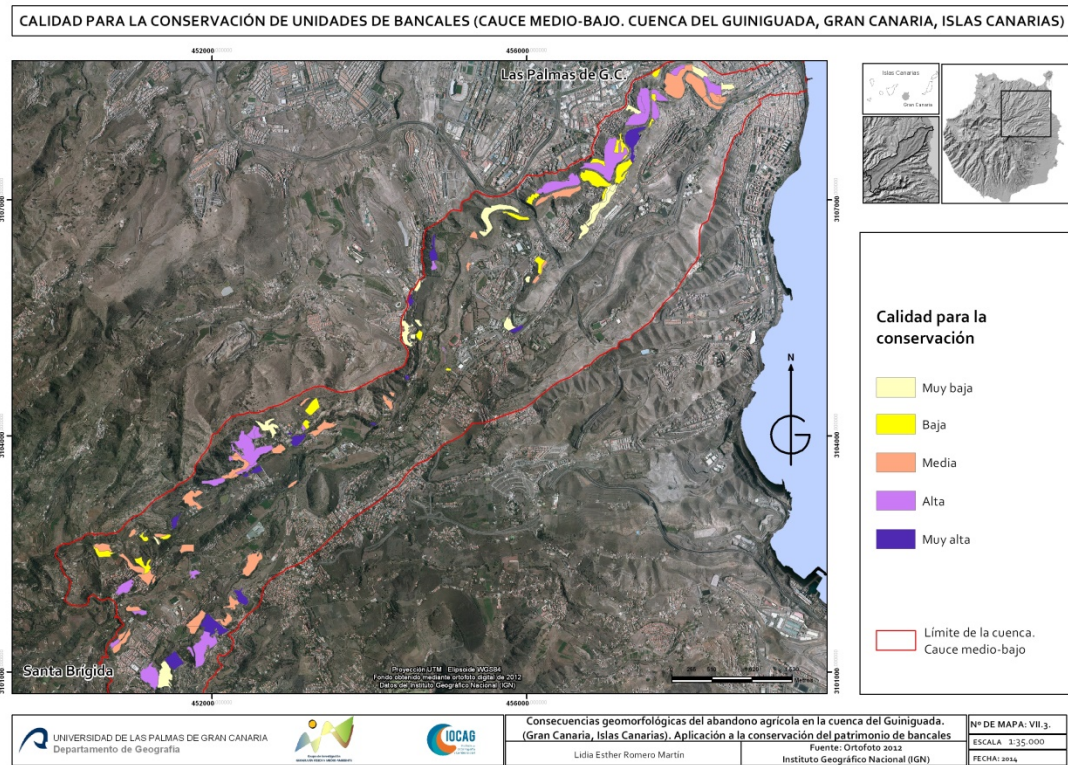
7.3.1. Calidad para la conservación de las unidades de bancales

El diagnóstico final de calidad para la conservación de las unidades de bancales se concibe como una "expresión sintética y sistemática del valor del territorio" (Tavío *et al.*, 2002: 526). Para ello se agrupan, en este estudio, aquellos aspectos susceptibles de justificar la protección y conservación de los mismos que son: valor productivo, ecológico y estético o visual.

Entre los resultados obtenidos destaca la mayor frecuencia de las unidades con calidad media para la conservación, que representan el 31,53% de los casos, mientras que la categoría de alta calidad para la conservación es la de mayor extensión superficial, con el 33,3% de la superficie abancalada analizada (tabla VII.8 y mapa VII.3).

Calidad para la conservación	Unidades Nº	Unidades %	Superficie ha	Superficie %
Muy Baja	17	15,32	0,30	15,1
Baja	20	18,02	0,25	12,6
Media	35	31,53	0,55	21,8
Alta	24	21,62	0,65	33,3
Muy Alta	15	13,51	0,21	10,8
TOTAL	111	100	1,95	100

Tabla VII.8. Resultados del diagnóstico de calidad para la conservación.



Mapa VII.3. Distribución espacial de las unidades de bancales según su calidad para la conservación.

Las unidades con muy bajo valor de calidad son 17, y representan el 15,1% de la superficie. La mayor parte se localizan en los sectores marginales del cauce bajo del barranco Guinguada, concentrándose en el barranquillo de los Toledo, en el barranco del Asilo y en El Dragonal Bajo. Lo más destacable es el escaso valor productivo de sus suelos, pues más de la mitad de las unidades presentan categorías Dep' y Eep' (Sánchez *et al.*, 1995), es decir, con capacidad de uso baja y muy baja y con limitaciones de uso severas y muy severas, debidas básicamente al riesgo de erosión elevado y muy elevado (e) por pendientes superiores al 30% (p'). Además tienen una limitada capacidad de captación de agua de escorrentía, debido a su reducida ocupación superficial, pues suelen ser unidades con un escaso número de bancales, algunas con sus rellanos en pendiente y alto grado de deterioro (figura VII.14).

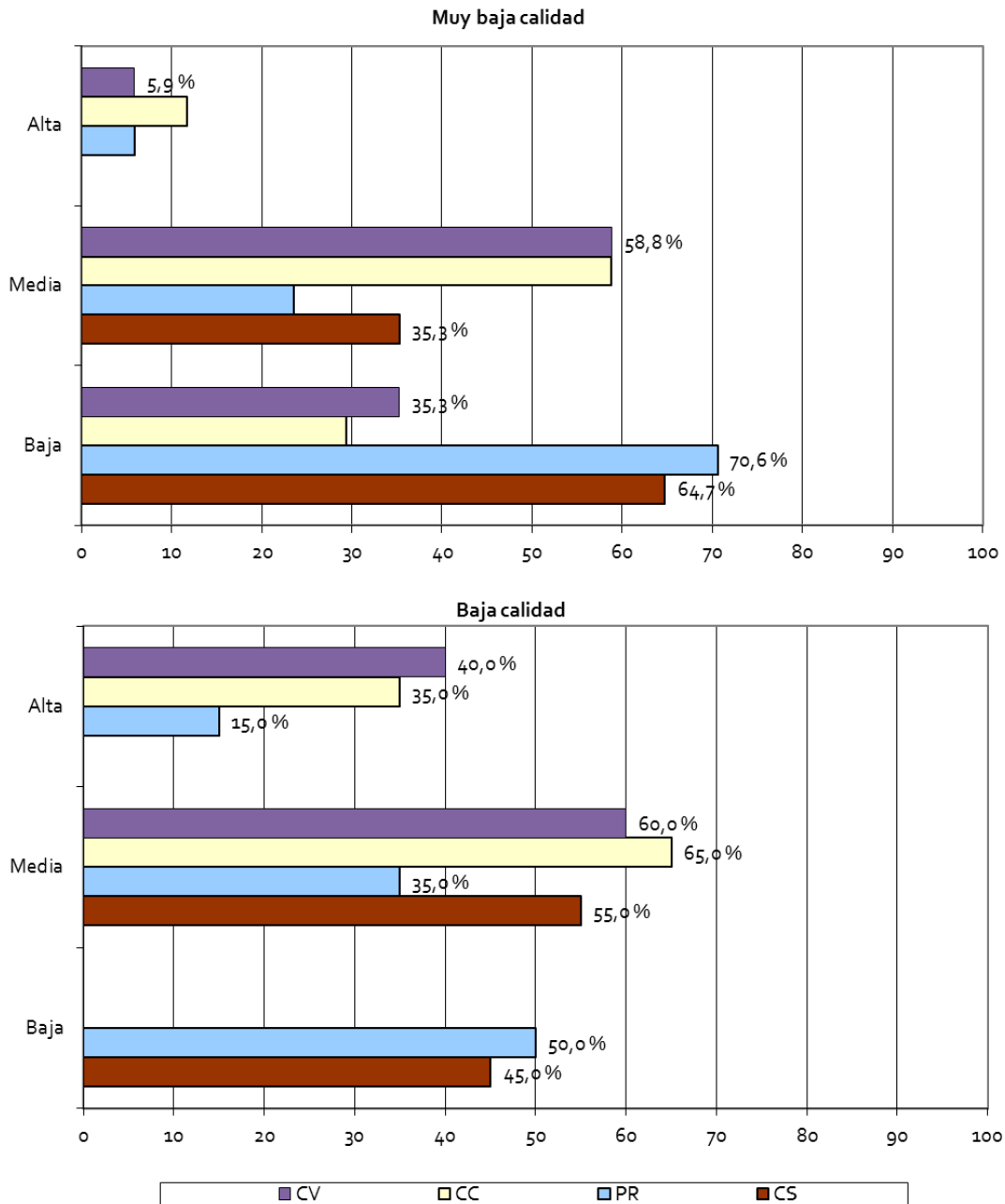


Figura VII.14. Frecuencia de los parámetros de calidad visual (CV), calidad constructiva (CC), papel regulador de la dinámica hidrológica (PR) y calidad del suelo (CS) en unidades con calidad para la conservación muy baja y baja.

Entre ellas existe un número considerable de unidades con mampostería de cantos rodados y, por lo tanto, de baja calidad constructiva (24,9% de las unidades). El 35% de las unidades muestran bajo valor paisajístico (figuras VII.15 y VII.16), debido a su vecindad con entornos urbanos de escaso valor arquitectónico. Asimismo presentan

fuertes impactos ambientales, como por ejemplo basuras, escombros, torreones de luz, taludes artificiales, puente de la circunvalación, entre otros.



Figura VII.15. Unidad con muy baja calidad para su conservación (nº5, Ladera de San Francisco).

Dominan los bancales abandonados, con una incipiente y escasa recolonización vegetal, y con infraestructuras agrícolas deterioradas o de baja calidad constructiva, lo que provoca un fuerte impacto visual (cortavientos de bidones, invernaderos, casetas de bloques sin encalar, etc.). Además suelen situarse en vertientes con escaso recubrimiento vegetal, donde predominan matorrales de sustitución con reducida presencia de especies vegetales protegidas.

Las unidades con baja calidad son 20, y comprenden el 12,6% de la superficie abancalada. Se localizan fundamentalmente en el sector de los meandros del Guinguada y, en un número reducido de pequeñas unidades, en el sector de Las Meleguinas (cauce medio de la cuenca).



Figura VII.16. Unidad con muy baja calidad para la conservación (nº20, La Matula-El Secadero).

Presentan una calidad constructiva y visual algo mejor que las unidades de la categoría anterior, pues el 35% de las unidades tienen valores de calidad constructiva alta y el 40% calidad visual alta (figuras VII.17 y VII.18). Su escaso valor para la conservación se debe a su escasa calidad hidrológica y edáfica.

El papel regulador de la dinámica hidrológica sigue siendo, al igual que en la categoría anterior, muy limitado, pues el 50% de las unidades presentan el valor más bajo de dicho parámetro. Esto se debe a que ocupan un reducido sector dentro de la vertiente y, además, sus muros están muy deteriorados. Son frecuentes los muros de contención de mampostería ordinaria, tipología constructiva donde las piedras, tanto por su morfología como por su disposición irregular, hacen de los muros paramentos poco estables.



Figura VII.17. Unidad con baja calidad para su conservación (nº37, San Roque).



Figura VII.18. Unidad con baja calidad para la conservación (nº53, Siete Puertas).

Más de la mitad de las unidades presentan calidad del suelo moderada (C_{xf}), aptos para una utilización agrícola poco intensiva debido a limitaciones acentuadas. Estas son su reducido espesor efectivo (x) y sus deficientes propiedades físicas (f'). La reducida profundidad de los suelos (40-60 cm) dificulta el enraizamiento de las plantas, la retención de agua y el aporte de nutrientes y la textura poco equilibrada (dominio de una fracción) redonda en su deficiente permeabilidad y en su baja estabilidad

estructural (<5%) Ambas limitaciones conllevan que estos suelos presenten un riesgo de erosión elevado.

Las unidades con moderada calidad para la conservación son las más abundantes, con el 31,5% de frecuencia pero suponen algo menos de una cuarta parte de la superficie abancalada (figura VII.19). Se distribuyen por toda la cuenca baja y media del Guinguada.

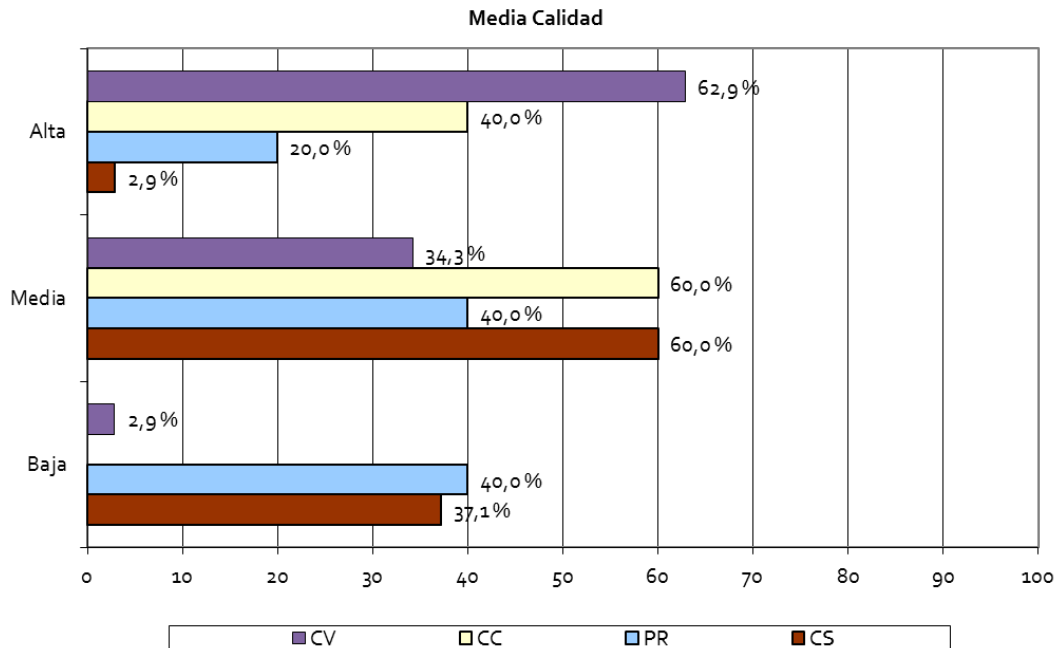


Figura VII.19. Frecuencia de los parámetros de calidad visual (CV), calidad constructiva (CC), papel regulador de la dinámica hidrológica (PR) y calidad del suelo (CS) en unidades con calidad para la conservación media.

Se caracterizan por presentar valores medios de los parámetros productivos, medio-altos de calidad constructiva y alta calidad visual o paisajística.

Alrededor del 65,7% de estas unidades pertenece a la clase agrológica C, es decir, presentan un valor medio de capacidad de uso agrario. Le siguen en importancia los suelos con capacidad de uso baja (clases D y E), con un porcentaje de frecuencia del 31,4% (figuras VII.20, VII.21 y VII.22).



Figura VII.20. Unidad con moderada calidad para la conservación (nº 1, ladera de San Roque).



Figura VII.21. Unidad con moderada calidad para la conservación (nº50, Siete Puertas).



Figura VII.22. Unidad con moderada calidad para la conservación (nº 7, Cuevas del Niz-Travieso).

Por lo que respecta a su valor hidrológico, se trata de un grupo sumamente heterogéneo, con una frecuencia similar de las categorías de bajo y medio papel regulador de la dinámica hidrológica. En lo que se refiere a las características constructivas de los muros predominan los valores medios y altos. El 60% está construido con mampostería de calidad media (ordinaria y rajuela).

Por último, este grupo presenta un claro dominio de los valores de calidad visual o paisajística media-alta, pero al hallarse el resto de los parámetros de la valoración muy distribuidos entre las distintas categorías no han podido incluirse en el grupo de calidad para la conservación alta.

En conjunto, en el 44.1% de la superficie aterrazada del sector analizado se aprecian valores altos y muy altos de calidad para la conservación. Éstos se presentan en todos los sectores estudiados, pero son ligeramente superiores en el cauce medio. El número de unidades con alta calidad para la conservación asciende a 24 y suponen el 33,3% de la superficie abancalada. Por su parte, las unidades con muy alta calidad para la conservación son 15 y representan el 10,8% de la superficie de bancales analizada.

La característica más sobresaliente de ambas categorías es su importante papel regulador de la hidrología de la vertiente y su elevada calidad visual. Estos dos parámetros de valoración de la calidad de estos dos grupos de unidades presentan un mayor peso entre las de muy alta calidad para la conservación, tal y como se desprende de la interpretación de la figura VII.23. Entre las segundas es más frecuente observar laderas profusamente abancaladas en entornos de gran calidad visual, y con un elevado número de elementos del patrimonio cultural (etnográfico) y natural.

Aunque están presentes en todos los sectores del cauce bajo y medio del Guinguada, podemos destacar cuatro enclaves importantes: meandros del cauce bajo, Palma de Siete Puertas y Andújar y cabecera del barranco del Colegio.

En ellas predominan los suelos con capacidad de uso agrario medio, es decir, los de la clase C. Cabe destacar que, dentro de este grupo, se localizan tres de las cuatro unidades encontradas en los bancales del Guinguada con capacidad de uso agrario alto (clase agrológica B).

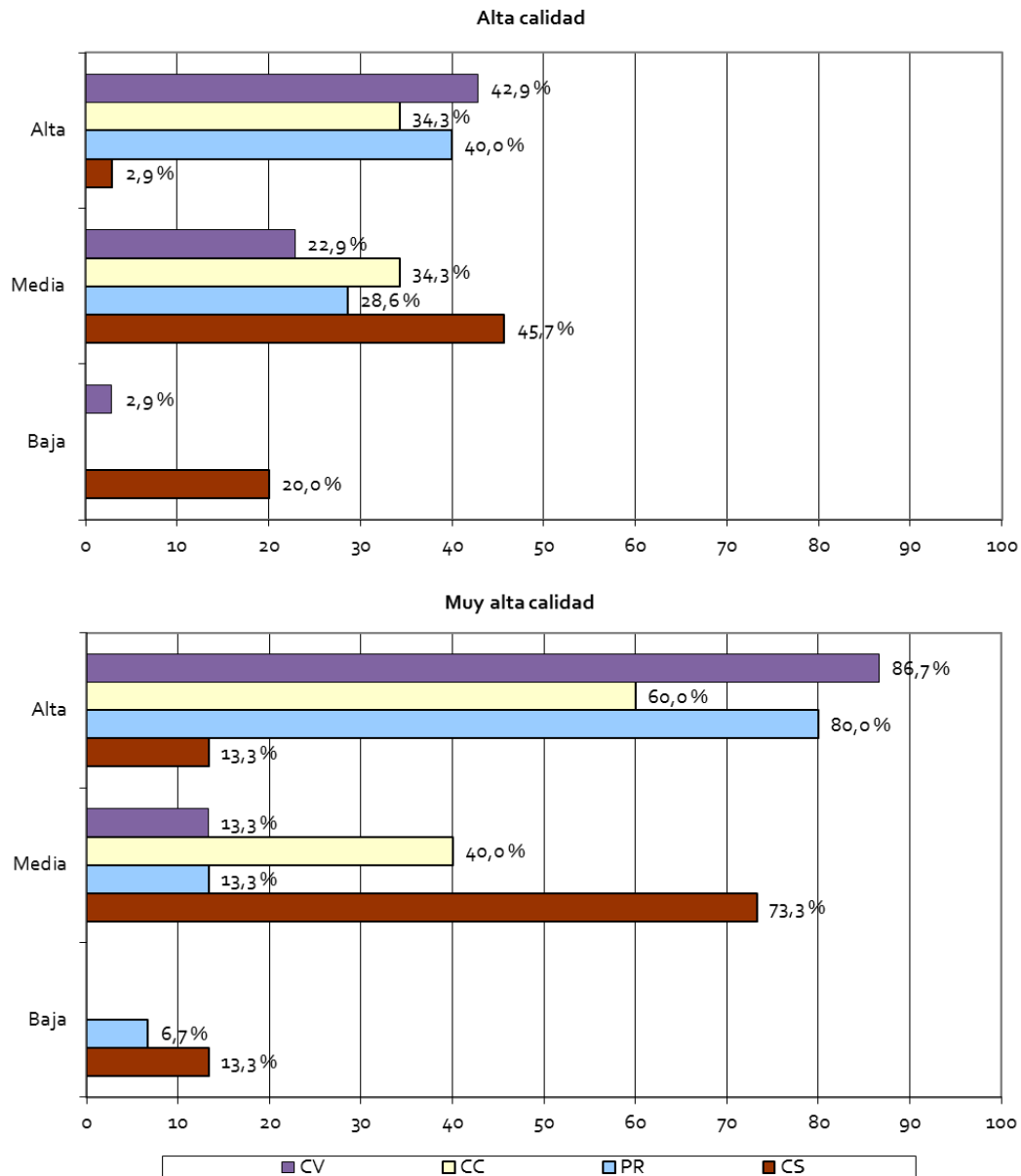


Figura VII.23. Frecuencia de los parámetros de calidad visual (CV), calidad constructiva (CC), papel regulador de la dinámica hidrológica (PR) y calidad del suelo (CS) en unidades con calidad para la conservación alta y muy alta.

Dominan los bancales con rellanos planos, que ocupan ampliamente las vertientes, por lo que la retención de suelos y escorrentía, y la captación de agua de lluvia, quedan garantizadas con la conservación y cuidado de los mismos (figura VII.24).



Figura VII.24. Unidad con alta calidad para la conservación (nº98, Plaza de Doña Luisa).

La tipología constructiva de los muros y la piedra empleada en la obra es muy variada. Aunque predomina la mampostería de calidad constructiva media (mampostería ordinaria), con la piedra más común (el basalto), existen bellos ejemplos de mampostería de rajuela de fonolitas y de mampostería en hileras de ignimbritas, muy consideradas estas últimas por su óptima calidad constructiva (figura VII.25).



Figura VII. 25. Unidad con muy alta calidad para la conservación (nº51, Siete Puertas). Presenta mampostería en hileras de ignimbritas e importante recolonización vegetal.

Su elevada calidad visual se debe a la concurrencia de muchos factores. Estos bancales suelen hallarse próximos a unidades de relieve singular (meandros, escarpes, hoyetas, etc), en los que existen frecuentes afloramientos rocosos (figura VII.26).



Figura VII.26. Unidad con alta calidad para la conservación (nº35, San Roque) Se localiza en los meandros del Guinguada y presenta importante patrimonio hidráulico.

Además, la vegetación existente en la unidad presenta importantes contrastes cromáticos, tanto si están cultivadas (variedad de especies cultivadas), como si han sido recolonizadas por la vegetación, presentando cierta diversidad de especies vegetales. Existen muy buenos ejemplos de procesos de recolonización natural en bancales, distribuidos por los diferentes ambientes geocológicos de la cuenca baja y media del Guinguada (figura VII.27).

El paisaje circundante suele incrementar el valor paisajístico de estas unidades de bancales, bien por tratarse de espacios escasamente urbanizados y con una calidad edificatoria media o alta, o por encontrarse estos bancales enmarcados por espacios densamente vegetados con especies de elevado valor ecológico. En este sentido, existen enclaves con rodales de acebuches, palmeras, cardonal-tabaibal, etc. (figura VII.28). A todo lo expuesto, se suma la presencia en muchas ocasiones de

infraestructura hidráulica y agrícola con un alto valor patrimonial, aunque con estados de conservación muy desigual.



Figura VII.27. Unidades con alta calidad para la conservación (nº52 en parte superior y nº35 en parte inferior, Siete Puertas).



Figura VII.28. Unidad con muy alta calidad para la conservación (nº64, Andújar) con mampostería de rajuela con escalera volada y enclaves de palmeras, acebuches y lentiscos.

7.3.2. Estado de conservación de las unidades de bancales

El tramo de la cuenca del Guinguada estudiado presenta, de acuerdo con los resultados de este trabajo, un importante patrimonio de vertientes abancaladas. Sin embargo, el abandono de las tareas agrícolas, junto a su proximidad a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, han favorecido la degradación de este patrimonio, con laderas que tienden a la regularización a costa, en ocasiones, de la total pérdida de los recursos ya mencionados: suelo, agua y paisaje agrícola singular.

En este apartado se presentan los resultados del análisis del estado de conservación de las unidades de bancales. Se estructura en dos subapartados. En el primero de ellos se muestra la caracterización general del estado de conservación de las unidades de bancales y, en el segundo, se relaciona el estado de conservación con variables físicas y antrópicas, para conocer cuáles son las más significativas en su vulnerabilidad erosiva.

El estado de conservación de la unidad se estima visualmente a partir de la medida del porcentaje de muro afectado por procesos de erosión, y la identificación de los procesos de erosión observados en los rellanos. Se establecen tres categorías:

- Bueno: cuando los muros de los bancales no están afectados por procesos, o cuando sólo sufren retoques ligeros, como la caída de algunas piedras o desprendimientos y deslizamientos de escasas dimensiones.
- Regular: cuando más del 50% de los muros aparecen desmantelados.
- Malo: cuando más del 75% de los muros aparecen desfigurados.

Conviene aclarar, no obstante, que este criterio de valoración se determina para el conjunto de la unidad considerada y que, por tanto, se encuentra en relación directa con los metros lineales de muro de piedra de su interior. Dado que el tamaño de las unidades es diferente, desde aquéllas que pueden contener uno o dos bancales hasta otras en cuyo interior pueden existir muchos, ante un mismo estado de conservación no cabe esperarse el mismo número de metros lineales de muro afectado por procesos de erosión.

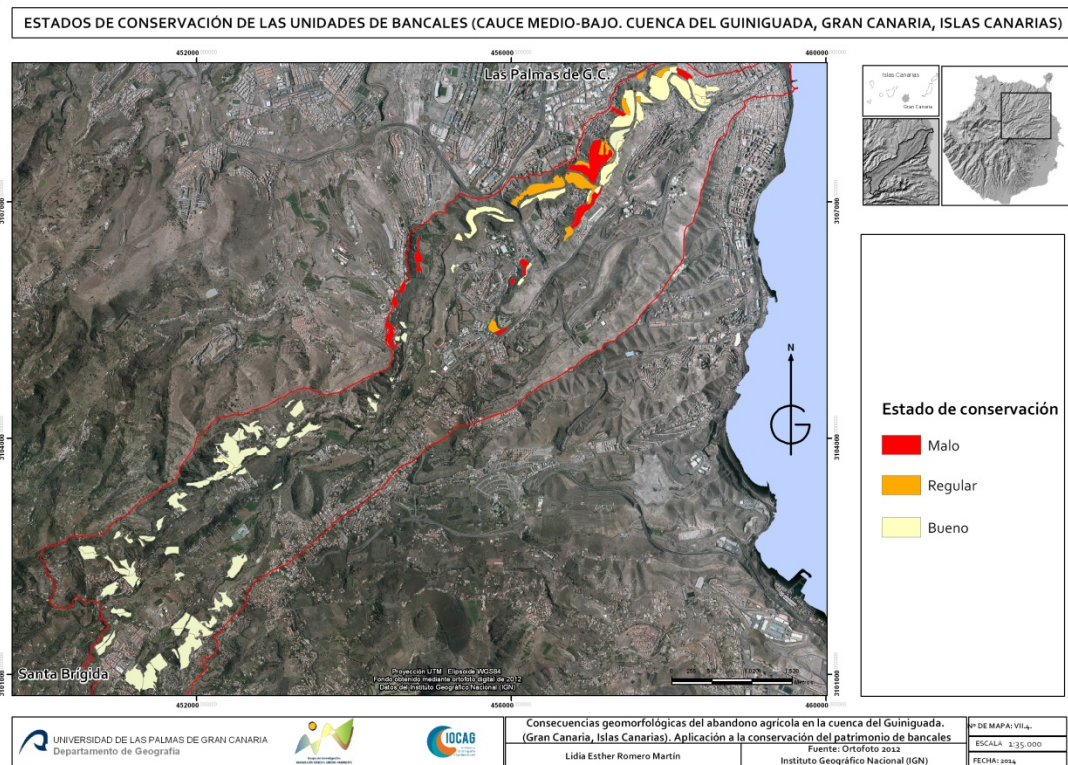
7.3.2.1 Caracterización general del estado de conservación de las unidades de bancales

Algo más de la mitad de las unidades de bancales (51%) presentan un buen estado de conservación, bien sea por no existir huellas –en rellanos y muros- de actividad de procesos erosivos, o porque sólo tienen ligeros retoques erosivos en ellos (tabla VII.g).

Estado de conservación	Nº de unidades	% de unidades
Bueno	57	51.4
Regular	24	21.6
Malo	30	27
Total	111	100

Tabla VII.g. Estado de conservación de las unidades de bancales.

En el extremo opuesto, el 27% aparecen en la categoría de deterioro alto; de ellos, una tercera parte carece prácticamente de muro, por lo que su deterioro es muy alto. Las unidades en peor estado de conservación, un total de 30, se concentran en cuatro sectores del área estudiada: barranco de Los Toledo o del Asilo y El Dragonal Bajo, en el tramo bajo de la cuenca; y en Las Meleguinas y el barranco del Colegio, en el medio (mapa VII.4).



Mapa VII.4. Distribución espacial de las unidades de bancales según su estado de conservación.

Por lo que respecta a los procesos detectados en las unidades, éstos están constituidos básicamente por desprendimientos, deslizamientos y caídas de piedras. En un estudio

detallado de cinco bancales seleccionados, entre esas unidades, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla VII.10):

- El primer hecho destacable es la diferencia de dimensiones de los campos, que ofrecen una idea de la estructura de la propiedad en los distintos sectores de la cuenca, y su vinculación a un tipo de cultivo. Así, el de mayores dimensiones, se encuentra en el tramo bajo del barranco y fue un cultivo de plataneras, mientras que el resto responde al policultivo de subsistencia.
- Por lo que respecta al grado de erosión, conviene destacar que los procesos existentes se limitan a desprendimientos, deslizamientos y caídas de piedras, estando ausentes otros como fenómenos de tubificación, solifluxión, reptación, etc., que sí han sido detectados en campos aterrizados de áreas más húmedas. Por otro lado, es común entre ellos la inexistencia de procesos en los rellanos, tal y como corresponde a campos de cultivo de rellano plano. La ausencia de pendiente impide el desarrollo de procesos de lavado superficial del suelo, que sólo se dan de forma muy débil en el campo número 5 (localizado en la unidad 61, Palma de Siete Puertas) (figura VII.29). No obstante, es probable que, con el tiempo, y si el deterioro sigue avanzando, aparezcan incisiones a partir de las cicatrices dejadas por los movimientos en masa.

Estado de conservación	Bueno		Regular	Malo	
	Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5
Ancho campo (m)	17,2	7,4	22	8,1	15
Alto muro (m)	2,2	1,8	3,8	2,4	1,4
Longitud muro (m)	48	60,6	165	34	132
Procesos muro	Desprend. Caída de piedras	Desliz. Desprend.	Desprend.	Desliz. Desprend.	Desprend. Caída de piedras
% muro afectado	3	24	24	94	25,5
Procesos rellano	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Erosión difusa débil

Desprend: desprendimientos y Desliz: deslizamientos

Tabla VII.10. Dimensiones de los campos y procesos de erosión en cinco bancales muestreados.



Figura VII.29. Unidad de bancales nº61 (Palma de Siete Puertas) (izquierda) y detalle de desprendimiento en campo nº5 (derecha).

- Llama la atención el diferente nivel de degradación existente entre ellos. Así, el campo 4 (unidad 40, Dragonal Bajo) es el que presenta los mayores problemas, con un 94% de su muro afectado por movimientos en masa, lo que significa que prácticamente carece de éste (figura VII.30). En el campo 5, a pesar de que sólo el 25.5% del muro posee deslizamientos y desprendimientos, los datos de campo confirman que otro 23% está afectado por caídas de piedras, lo que elevaría su deterioro a un valor total del 48.5%.



Figura VII. 30. Unidad de bancales nº40 (Dragonal Bajo) (izquierda) y detalles de desprendimiento en campo nº4 (derecha).

- En el extremo opuesto, el campo 1 (unidad 52, Siete Puertas, figura VII.31) apenas posee problemas, lo que denota su deterioro bajo. Sin embargo, el campo 2 (unidad 71, Andújar, figura VII.32) posee una cuarta parte de su muro afectado, cifra que resulta extraordinariamente elevada. La explicación a este hecho se encuentra en la inclusión, dentro de una misma unidad, de campos cuyo grado de conservación puede ser distinto, estimándose el valor final de la unidad a partir de todos los campos que quedan englobados en ella.



Figura VII.31. Unidad nº52 (Siete Puertas) (izquierda) y campo nº1 (derecha)



Figura VII.32. Unidad nº71 (Andújar) (izquierda) y desprendimiento en campo nº2 (derecha).

- Finalmente, el campo 3 (unidad 10, Cuevas del Niz Alto, figura VII.33), que responde a una unidad de deterioro medio, tiene un 24% de muro destruido. También es este campo el que presenta los deslizamientos más profundos, pues éstos han llegado a penetrar hasta 4 metros en el interior del rellano. La explicación es lógica si tenemos en cuenta que el salto de este bancale es el de mayores dimensiones, lo que lleva a una mayor potencia de suelo acumulada y, en consecuencia, a una mayor capacidad para acumular agua, lo que puede dar lugar a movimientos en masa de mayores dimensiones. En el resto de los campos, la siguiente profundidad en importancia ha sido la del campo 5 (unidad 61, Palma de Siete Puertas, figura VII.29, página 59), con 2.80 metros.



Figura VII.33. Unidad nº10 (Cuevas del Niz Alto) (izquierda) y desprendimiento en campo nº3 (derecha).

Para finalizar este apartado, recordemos que, dentro del ámbito de este estudio, el 27% de las unidades presentan un deterioro alto, coincidiendo con abandonos antiguos o de edad media, frente al 51%, donde el deterioro es bajo. Por último, hay que destacar que el

deterioro de las terrazas de cultivo es un proceso que, una vez iniciado, experimenta una progresiva aceleración, para cuyo freno la reconstrucción y el mantenimiento de los muros es la solución más eficaz.

7.3.2.2 Relación del estado de conservación con variables físicas y antrópicas

Una vez caracterizado el estado de conservación de las unidades, y con el fin de determinar sus posibles vinculaciones a variables físicas y antrópicas, se procedió a cruzar toda la información, detectando las relaciones más significativas.

Por lo que respecta a los aspectos físicos, son la pendiente, la forma de la ladera y la litología los que muestran relaciones estadísticamente significativas, aunque no determinantes, con el deterioro de las unidades, mientras que la altitud, la forma de la ladera, la exposición o tipo de suelo apenas tienen un papel relevante

Los datos que muestran la relación entre el estado de conservación y la pendiente (tabla VII.11) parecen evidenciar que las unidades en peor estado de conservación se concentran en pendientes superiores a 10°. Y así, la mayor parte de las unidades en mal estado de conservación aparecen en pendientes por encima de 15°, y las que lo están en regular estado muestran una marcada preferencia por las pendientes situadas entre 10° y 15°. Los resultados no son tan claros en el caso de las unidades mejor conservadas, puesto que éstas se distribuyen de forma bastante equitativa en todos los rangos de pendiente, con una ligera preferencia por pendientes inferiores a 10°, o comprendidas en el intervalo entre 15° y 20°.

Estado de conservación	Pendiente (°)			
	<10	10-15	15-20	>20
Bueno	16	12	17	12
Regular	3	13	4	4
Malo	6	2	12	10

Significación >95%

Tabla VII.11. Número de unidades según el estado de conservación y la pendiente.

La litología parece tener cierta influencia en el estado de conservación (tabla VII.12). Los datos ponen de manifiesto una marcada concentración de las unidades en estado de conservación bueno y regular sobre ignimbritas, que constituye, por otro lado, la litología

más frecuente (el 40% de las unidades se encuentran sobre este tipo de material); mientras los que se encuentran en peor estado de conservación lo hacen sobre fonolitas y materiales detríticos. La explicación a estos datos podría encontrarse en la diferente permeabilidad del roquedo. Desde este punto de vista las coladas fonolíticas resultan masivas y de impermeabilidad más acusada que las ignimbritas. Ello originaría un horizonte de saturación sobre las mismas, tal vez responsable del mayor número de deslizamientos. Por su parte, los materiales detríticos, como ya se ha demostrado en otros estudios (Romero *et al.*, 1994) son fácilmente deleznable, viéndose afectados por procesos de erosión de mayor envergadura.

Estado de conservación	Lavas basálticas	Coladas piroclásticas (Ignimbritas)	Lavas fonolíticas	Aglomerado R.Nublo	Depósitos aluviales	Formación Detrítica de Las Palmas
Bueno	5	28	10	2	9	3
Regular	3	11	1	2	4	3
Malo	5	6	8	1	1	9

Significación >95%

Tabla VII.12. Número de unidades según el estado de conservación y la litología.

Por lo que respecta al lugar de la ladera (tabla VII.13), éste parece mostrarse determinante en el caso de las unidades que presentan mejores estados de conservación, pues se agrupan en los sectores inferiores de las laderas. Para interpretar este hecho, es necesario tener en cuenta el enorme peso final que, debido al número de efectivos, van a tener las unidades localizadas en la desembocadura del barranco, donde éste es más estrecho y los bancales se localizan en el mismo fondo. El resto de categorías aparece en todo tipo de laderas, sin que pueda hablarse, en ningún caso, de preferencias.

Estado de conservación	Lugar de la ladera				
	baja	media-baja	media	media-alta	alta
Bueno	34	9	6	2	6
Regular	6	5	7	1	5
Malo	6	7	5	8	4

Significación >95%

Tabla VII.13. Número de unidades según el estado de conservación y el lugar que ocupan en la ladera.

Esta misma explicación puede atribuirse a otras variables, como la forma de la ladera o la exposición de las vertientes (tabla VII.14). Así, la elevada presencia de bancales en áreas cóncavas (el 56% de las unidades) hace que sean éstas las que concentren el

mayor número de efectivos de todos los estados de conservación, ocurriendo lo mismo con las exposiciones Norte.

Estado de conservación de las unidades de bancales		Bajo	Medio	Alto
Forma de la ladera	Cónvexa	10	4	5
	Cóncava	32	13	17
	Recta	15	7	8
Exposición	Norte	28	7	15
	Sur	21	11	10
	Este	6	6	5
	Oeste	2	0	0
Altitud (m)	<100	16	6	3
	100-200	5	5	5
	200-300	7	1	6
	300-400	13	3	2
	400-500	13	6	12
	>500	3	3	2
Tipo de suelo	Luvisoles Háplicos	14	9	8
	Cambisoles arídicos	12	1	7
	Cambisoles arídicos-Leptosoles	3	0	6
	Cambisoles arídicos-Luvisoles	3	0	0
	Calcisoles pétricos	5	3	3
	Leptosoles éutricos	4	5	3
	Vertisoles crómicos	14	6	3
	No procede (Urbano)	2	0	0

Tabla VII.14. Número de unidades según el estado de conservación y la forma de la ladera, exposición, altitud y tipo de suelo.

Por lo que refiere a la altitud, tampoco parece ser determinante, aunque del simple análisis de los datos puede concluirse que los muros mejor conservados se concentran en el intervalo altitudinal situado por debajo de los 100 m, y que los más deteriorados lo están entre los 400 y los 500 m. Finalmente, el tipo de suelo muestra relaciones poco significativas con el estado de conservación, lo cual resulta lógico ya que las dimensiones de los procesos de erosión (deslizamientos, desprendimientos) no dependen de forma directa de las características físicas o químicas del suelo.

En conclusión, puede afirmarse que, en lo que a las variables físicas se refiere, son la pendiente general, el lugar de la ladera y la litología las que parecen influir de forma más decisiva sobre el estado de conservación de las unidades de bancales, información que será matizada al integrar algunos aspectos antrópicos.

Las variables antrópicas que contribuyen a explicar, en mayor medida, el estado de conservación de las unidades de bancales son el uso y la edad transcurrida desde el abandono. La mayor aportación al buen estado de conservación de las unidades procede de los campos que todavía permanecen en cultivo (tabla VII.15), aunque una proporción de los abandonos recientes también presenta este mismo estado de conservación. Las unidades que presentan un moderado o regular estado de conservación se concentran en los abandonos recientes, y las peores lo hacen en los abandonos medios. Parece, confirmarse, por tanto, que hay una gradación del estado de conservación controlado por la edad de abandono. Sin embargo, hay un hecho que resulta esclarecedor del papel que hoy juegan los campos de cultivo en la economía insular, y es que incluso dentro de los cultivados se presentan unidades con una marcada degradación. Se pone así de manifiesto una idea que ya se apuntó en trabajos anteriores (Romero *et al.*, 1994; Romero *et al.*, 1997), y en el capítulo 5 de esta tesis, como es la desvinculación actual entre conservación y explotación, debido a que la agricultura no representa hoy sino un aporte económico adicional.

Estado de conservación	Uso y edad de abandono			
	Cultivado	Abandono reciente	Abandono intermedio	Abandono antiguo
Bueno	32	18	4	3
Regular	6	13	2	3
Malo	6	7	11	6

Significación >95%

Tabla VII.15. Número de unidades según el estado de conservación, el uso y la edad de abandono.

Finalmente, se ha contemplado el tipo de mampostería dentro de las variables antrópicas (tabla VII.16). La bibliografía pone de manifiesto que existen estrechas vinculaciones entre la conservación de los muros y las características constructivas de los bancales, lo que nos ha llevado a contemplar esta variable como una de las que podría ejercer más influencia. Los resultados, sin embargo, no han confirmado este hecho debido al elevado número de unidades (79%) en las que domina la mampostería ordinaria y de rajuela, lo que elimina cualquier tipo de conclusión a este respecto.

Estado de conservación	Tipo de mampostería		
	De cantos rodados	Ordinaria y de rajuela	En hileras
Bueno	9	44	4
Regular	4	18	2
Malo	4	26	0

Tabla VII.16. Número de unidades según el estado de conservación y el tipo de mampostería.

Para concluir podría afirmarse que no existen tendencias claras entre las variables consideradas y el estado de conservación de las unidades de bancales. Algunas como la pendiente, el lugar de la ladera o la edad de abandono parecen hacerlo en mayor medida, pero su grado de significación se encuentra controlado en buena parte por el número de unidades que se ha contemplado en cada uno de los intervalos. En cualquier caso, los resultados parecen apuntar a que las pendientes superiores a los 15° , las altitudes entre los 400 y los 500 m y los abandonos producidos hace unos veinte años concentran las peores condiciones de cara al mantenimiento de los bancales.

7.4. La fase propositiva: prioridad y viabilidad para la restauración del patrimonio de bancales

La decisión final sobre la restauración de los bancales no suele ser competencia de los expertos, ya sean científicos o técnicos, pero si es cierto que éstos, con sus aportaciones, pueden facilitar la información necesaria para una correcta toma de decisiones. No se entiende pues, una restauración sin el fin último de su conservación activa, que contemple una asignación de usos coherente con sus valores y potencialidades. Es en este sentido desde el que se quiere aportar los conocimientos, métodos y técnicas geográficas a favor de la conservación del rico patrimonio de bancales que presenta Canarias.

Se propone que la recuperación y conservación del patrimonio de bancales se haga adaptándolas a nuevas posibilidades de explotación (funciones agrícolas, recreativas, educativas y ecológicas), e integrándolas en los actuales sistemas productivos que se desarrollan en los paisajes agrícolas periurbanos y rurales.

La realización de propuestas de recuperación de bancales debe fundamentarse en una doble valoración: en primer lugar, de sus fortalezas (calidad para la conservación) y, en segundo lugar, de sus debilidades (amenazas). Estos aspectos nos informan

sobre las posibilidades de recuperación y las oportunidades de aprovechamiento, y permiten construir una escala de valoración para clasificar los bancales.

7.4.1. Prioridad para la restauración de las unidades de bancales

La valoración de calidad para la conservación es el punto de partida del cálculo de la prioridad para la restauración. Se entiende que las unidades de bancales que ocupan un lugar preferente para su restauración son aquellas que presentan el máximo valor o calidad y, además, se encuentran en mal estado de conservación.

Tras el cálculo de la calidad para la conservación de las unidades de bancales se realiza una estimación de las amenazas inmediatas a las que se enfrentan los bancales. Se establece así un factor amenaza (inspirado en Cadiñanos y Meaza, 1998), que combina el grado de deterioro y el uso actual del bancale. La escala utilizada se basa en la idea de que la amenaza crece conforme se incrementa el deterioro real del bancale, y disminuye el tiempo que los propietarios dedican a la conservación de estas estructuras. Las puntuaciones más bajas de este factor se corresponden con aquellos bancales que se encuentran cultivados y tienen un grado de deterioro bajo (valor 1). En el extremo opuesto se sitúan los bancales abandonados y con alto grado de deterioro (valor 6).

Finalmente, la determinación de la prioridad para la restauración se establece relacionando el interés para la conservación, que deriva del diagnóstico de calidad, y el grado de amenaza. Esta valoración se obtiene del producto de ambos parámetros, con una ponderación previa de la calidad para la conservación (se duplica el valor del diagnóstico de calidad para la conservación), que se realiza para facilitar la tarea discriminatoria ante situaciones similares del factor amenaza, es decir, para sobrevalorar aquellas unidades de bancales con mayor valor para su conservación frente a amenazas semejantes. Se establecen cinco categorías de prioridad para la restauración (mínima, baja, media, alta y muy alta).

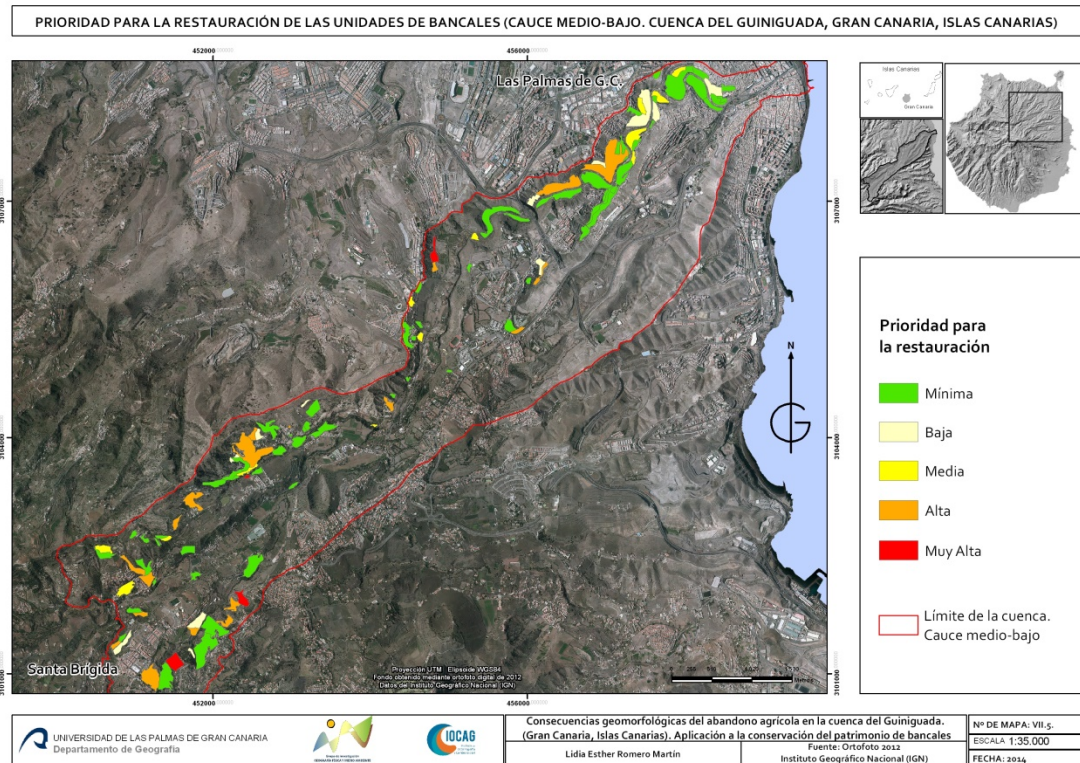
Los resultados muestran que la categoría más numerosa es la de mínima prioridad (tabla VII.17). Afecta a 62 unidades, que representan el 52% de la superficie abancalada. Se incluyen en esta categoría todas aquellos grupos que carecen de valor para la conservación, por lo que su restauración no estaría justificada, pero también aquellas otras que se encuentran en buen estado y que, por tanto, no requieren ninguna reparación. Por el contrario, las que presentan alta y muy alta prioridad

abarcan el 29 % de la superficie, aunque sólo en cuatro unidades (2,3% del espacio) se alcanza la categoría más elevada. Representan aquellas unidades de bancales con calidad para la conservación media-alta, cuyos muros presentan huellas importantes de los procesos erosivos, viéndose afectados más de la mitad de los mismos. El resto de las unidades se distribuyen entre prioridades medias (7,9% de la superficie) y bajas (10,9% de la superficie).

Prioridad para la restauración	Nº de unidades	Unidades (%)	Superficie (km ²)	Superficie (%)
Muy alta	4	3,6	0,0	2,3
Alta	20	18,0	0,5	26,7
Media	11	9,9	0,2	7,9
Baja	14	12,6	0,2	10,9
Mínima	62	55,9	1,0	52,2

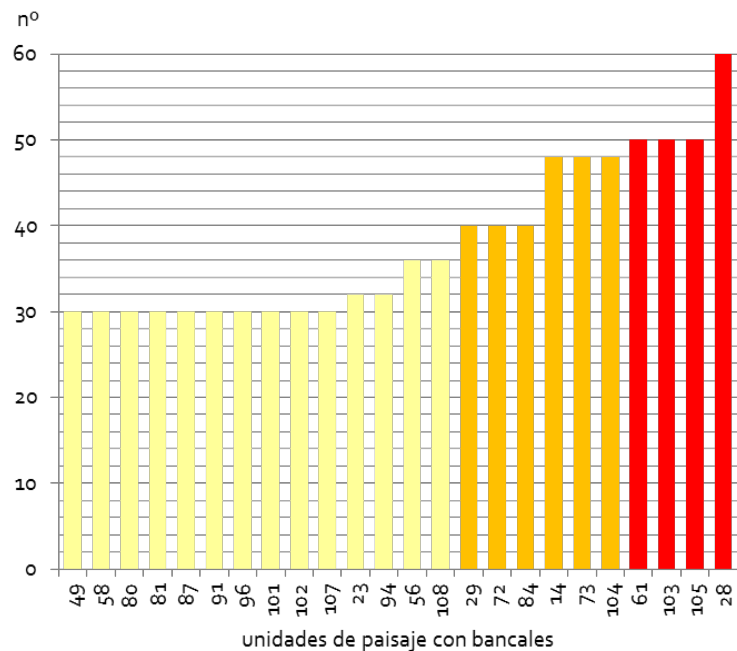
Tabla VII.17. Prioridad para la restauración de las unidades de bancales estudiadas.

El mapa de prioridad (mapa VII.5) muestra que las unidades cuya restauración es más urgente se localizan en el cauce medio de la cuenca del Guinguada y, más concretamente, en la cabecera del barranco del Colegio, en las proximidades del núcleo de Santa Brígida (unidades 103 y 105). Coinciden con una elevada concentración de unidades de muy alta calidad para la conservación y elevado factor de amenaza. También se localizan en Palma de Siete Puertas y en las proximidades de la Fuente Morales. Por su parte, las de alta prioridad para la restauración se encuentran en el sector medio de los meandros del Guinguada (unidades 14 y 23), en el entorno de Las Meleguinas, y en diferentes tramos del Barranco del Colegio. Por último, las unidades con mínima prioridad para la restauración se distribuyen de forma dispersa por toda la zona de estudio.



Mapa VII.5. Distribución espacial de las unidades de bancales según su prioridad para la restauración.

Entre las unidades de bancales que resultan con alta y muy alta prioridad para la restauración cabe distinguir tres subgrupos (figura VII.34). El primero, con valores de prioridad inferior a 40 y más numeroso (14 unidades), se caracteriza por el predominio de los que están abandonados, en mal estado de conservación (>50% muros desmantelados) y con calidad para la conservación media. Entre ellos se encuentran buenos ejemplos de recolonización vegetal de especies propias del piso basal (figura VII.35) y del bosque termófilo (figura VII.36). También existen unidades que permanecen en explotación, dedicadas al cultivo del plátano (figura VII.37) y de la vid, papas y frutales (figura VII.38), con regular estado de conservación y alta calidad para la conservación.



Amarillo: alta prioridad; naranja: muy alta prioridad y rojo: máxima prioridad

Figura VII.34. Valoración de las unidades con alta y muy alta prioridad para la restauración.



Figura VII.35. Unidad de alta prioridad para la restauración (nº49, Puente de la Angostura).



Figura VII.36. Unidades con alta prioridad para la restauración en foto superior: nº 80 y 81 Meleguinas (El Santísimo y El Tejar), en foto central: nº 101, Finca El Batán y, en foto inferior: nº 102, Finca El Batán.



Figura VII.37. Unidad con alta prioridad para la restauración (nº 23, Los Barrancos).



Figura VII.38. Unidad con alta prioridad para la restauración (nº94, Los Laureles-Bco. del Colegio).

El segundo grupo lo forman seis unidades, con valores de prioridad comprendidos entre 40 y 50, es decir, con muy alta prioridad para la restauración. Tres de ellas están abandonadas, y las otras tres permanecen en explotación. Su estado de conservación es muy malo (>75% de sus muros presentan huellas erosivas) y todos presentan alta calidad para su conservación (figuras VII.39, VII.40 y VII.41).



Figura VII.39. Unidad con muy alta prioridad para la restauración y en uso (nº14, La Gloria, cultivos de plataneras y papas).



Figura VII.40. Unidad con muy alta prioridad para la restauración y en uso en foto (nº 104, Santa Brígida, cultivo de cítricos).



Figura VII.41. Unidad con muy alta prioridad para la restauración y abandonada (nº29, La Sangradera).

Finalmente, en el tercer grupo se localizan las cuatro unidades que presentan la máxima prioridad para la restauración (valores superiores a 50). Se encuentran parcialmente cultivadas, con muros en muy mal estado de conservación, y destacan por presentar el más alto valor para su conservación. Entre ellas destaca la número 61, en Palma de Siete Puertas, que se encuentra parcialmente abandonada y tiene los suelos con mejor aptitud agrícola de la zona estudiada (Bfs'), además de encontrarse en un enclave de muy alto valor paisajístico (figura VII.42).



Figura VII.42. Unidad con máxima prioridad para la restauración (nº61, Palma de Siete Puertas).

Como ejemplo de aplicación de esta metodología hay que indicar que, en el marco del Proyecto Piloto Urbano Guinguada, una de las unidades considerada como de

máxima prioridad para la restauración, la 103, resultó seleccionada para su restauración y puesta en cultivo, con el objeto de convertirla en un Parque Agrícola.

Se trata del Parque Agrícola del Guinguada (Finca del Galeón), situada al lado del casco urbano de Santa Brígida. Dicha unidad resultó con la máxima valoración de calidad para su conservación por diversos motivos: presenta buenos suelos agrícolas (Cpf'), y desempeña un importante papel hidrológico, como reguladora de las escorrentías y la preservación de posibles aterramientos del embalse de Satautejo, situado aguas abajo. Por su parte, la calidad constructiva de los muros de los bancales que la componen era moderada, con mampostería ordinaria, en unos casos y de rajuela en otros. Asimismo, la calidad visual de dicha unidad era muy elevada, debida fundamentalmente al contraste cromático de la vegetación de su entorno, a su singularidad y densidad, pues dicha unidad linda con el palmeral de Satautejo. Además, el paisaje circundante formado por fincas agrícolas con casonas señoriales potencia notablemente la calidad visual de la misma y, finalmente, en la unidad no existían actuaciones humanas o edificaciones de baja calidad constructiva o poco integradas en el paisaje. Muy al contrario, existían restos de patrimonio hidráulico susceptibles de recuperación (acequias, cantoneras, pozo).

La unidad se encontraba en el año 2000 en estado de abandono desde el año 1996. Algunos de los muros de los bancales eran un puro talud y, en conjunto, presentaban un alto grado de deterioro (figura VII.43). Además comenzaba a sufrir un intenso proceso de recolonización en los rellanos de los bancales con especies subarbustivas de sustitución. Por todo lo expuesto se aconsejaba su restauración, con el objeto de preservar el alto valor paisajístico, la conservación del suelo, la regulación hídrica, recuperar el patrimonio de bancales y otros elementos del patrimonio cultural-etnográfico además de ser reutilizada desde el punto de vista productivo.



Figura VII.43. Unidad 103 (Finca El Galeón) antes y durante la ejecución de las obras de acondicionamiento del Parque Agrícola de Santa Brígida.

A todo lo señalado cabe añadir que se trata de una unidad muy visible desde diferentes atalayas, tanto desde el núcleo urbano de Santa Brígida como desde la carretera GC 15 que conecta la capital insular con la cumbre de Gran Canaria. En ella existen diferentes miradores, muy frecuentados. En síntesis, la unidad restaurada ocupa una situación estratégica desde el punto de vista patrimonial, por su vecindad con el casco histórico de dicha villa y por el conjunto que forma con la Casa del Vino y el mercado agrícola municipal.

Ante la amenaza de degradación paisajística de dicho espacio, el Proyecto Piloto Urbano Guinguada se propone la rehabilitación de las estructuras agrícolas y la conservación de los valores culturales de este paisaje. Con fondos europeos, insulares y municipales se procedió a la restauración de los bancales, a la puesta en cultivo de sus rellanos, y a la recuperación de una parte de su patrimonio hidráulico. Dicha obra se acometió en 2001, siendo la empresa adjudicataria GESPLAN, y el coste ascendió a 919.171,81€.

Por lo que respecta a la rehabilitación de algunos bancales, como los situados por debajo de guardería municipal, cabe señalar que la tipología constructiva de los nuevos no responde a la forma tradicional de edificación. Se incorpora un elemento decorativo, a modo de contrafuertes, y se añaden escaleras adosadas con barandillas y voladas, que responden más a un patrón estético, alejado de la forma tradicional de abancalamiento de esta zona del Guinguada (figura VII.44).

El Parque Agrícola del Guinguada presenta actualmente un marcado carácter multifuncional. Desde el punto de vista productivo, parte de los rellanos de los bancales se dedican a cultivos de huerta y, mediante convenio con la Granja Agrícola del Cabildo se lleva a cabo un proyecto de recuperación de variedades de frutales propios de la zona. Y en colaboración con la Mancomunidad de Medianías se ha organizado una zona de viveros y cultivo de vides, destinadas a su cultivo por el método tradicional. Buena parte de la producción agrícola se dona a instituciones benéficas situadas en la zona. Al mismo tiempo es un espacio muy visitado por los centros escolares de la isla para desarrollar talleres educativos, con los que se dan a conocer la cultura y las tradiciones del mundo agrícola y ganadero de Gran Canaria. Dichas actividades son: el huerto ecológico, el alpendre, la cantonera, los animales tradicionales y el taller de reciclaje.



Figura VII.44. Unidad 103 (Finca El Galeón). Bancales restaurados y en explotación con hortalizas en el Parque Agrícola Guinguada en Santa Brígida.

7.4.2. Viabilidad de restauración de las unidades de bancales

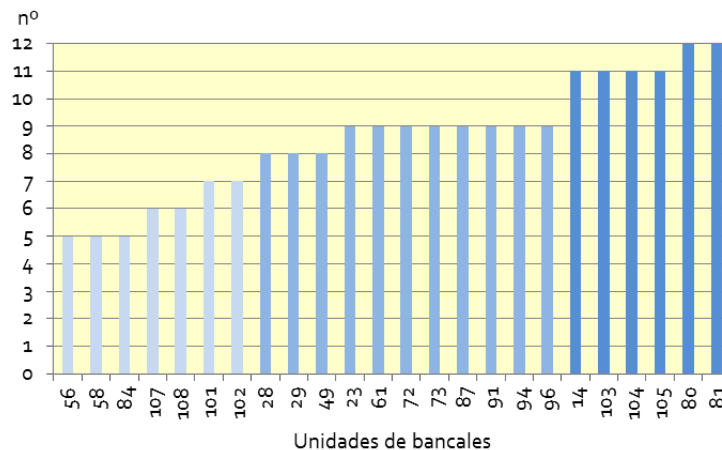
A partir de la valoración de la prioridad para la restauración de los bancales se proponen para su restauración unas 24 unidades de bancales, que representan el 21,6% de las existentes y el 29% de la superficie del sector estudiado de la cuenca del Guiniguada. Pero la decisión final sobre la restauración no debe fundamentarse únicamente en el resultado obtenido sobre las prioridades, pues éste sólo aporta un orden de prelación entre aquellas unidades de bancales de mejor calidad y de mayor necesidad, por su mal estado de conservación. En este proceso selectivo es recomendable considerar otra serie de criterios, no contemplados hasta el momento, pero sí señalados en otros trabajos (Romero *et al.*, 2000; Mata Olmo, 2004; Romero *et al.*, 2006). Destacamos entre ellos: criterios visuales, económicos y territoriales.

Se parte de la idea de que los espacios abancalados son un tipo de paisaje cultural realizado por el ser humano a lo largo de un período dilatado de tiempo. Por lo tanto, en su construcción y en su mantenimiento ya se ha invertido un capital humano y natural (animales, suelo, agua, piedra) de incalculable valor económico que, además, constituye un recurso en sí mismo y, por ello, estamos obligados a usar con altas dosis de eficiencia. Y además la opción de la restauración de estos espacios, tanto si es por iniciativa privada o pública, redundará en la mejora de la calidad de vida de un elevado número de personas tanto residentes como transeúntes, por lo que su restauración y conservación pueden ser entendidas como un bien de interés general.

7.4.2.1. Visibilidad de los bancales

Se parte de la idea de que cuanto mayor sea el número de personas que vean (visualidad) y, al mismo tiempo, observen (visibilidad) la imagen de los bancales objeto de restauración, mayor será el beneficio que reporte dicha intervención. La valoración de la visibilidad de las 24 unidades de bancales, seleccionadas como de alta prioridad para la restauración, se realiza a partir de un algoritmo en el que se contemplan, como valores agregados, los tres factores de visibilidad, asignándole un peso superior a la visibilidad intrínseca (se duplica su valor). Al aplicar el cálculo correspondiente se obtienen valores comprendidos entre 5 y 12, que se agrupan en tres categorías de visibilidad (figura VII.44): baja (<7), moderada (7-9) y alta (>9)

Las unidades de bancales que resultan con mayor valor de visibilidad son seis. Tres de ellas (103, 104 y 105) se localizan en las proximidades del casco urbano de Santa Brígida, presentan altos valores de visibilidad intrínseca y, además, son de accesibilidad elevada, no sólo por la población que habita en los conjuntos residenciales de su entorno, sino también por los transeúntes que usan la carretera del centro (GC-15) en sus traslados, a lo que se suma la existencia de numerosos miradores en sus márgenes. Otras dos (80 y 81) se sitúan en una vertiente a la que tienen acceso visual los residentes de los barrios de Las Meleguinas y del casco de Santa Brígida, así como los usuarios de la vía que transcurre por el Guinguada desde La Angostura, pasando por Las Meleguinas hasta el mismo centro urbano de Santa Brígida (Gc-320).



Los tres tonos de azul indican las categorías baja, media y alta visibilidad

Figura VII.44. Valoración de la visibilidad de las unidades de bancales con elevados valores de prioridad para la restauración.

Por último, en el entorno urbano de la capital insular se encuentra la unidad nº14, que permanece en explotación y es muy visible para los residentes de los barrios del entorno (Lomo Apolinario, San Roque, San José Artesano, La Matula y el Secadero), y para los usuarios la vía que comunica el barrio de San Roque con Lomo Blanco y el Campus de Tafira (GC-112). Si se incorporara el criterio de visibilidad en la decisión final resultaría que, de las cuatro unidades que tienen valores de muy alta prioridad para la restauración, quedarían excluidas las unidades 61 y 28, por presentar moderados valores de visibilidad.

7.4.2.2. Viabilidad económica o cálculo de las externalidades de los bancales

En la reposición de los muros de los bancales degradados por los agentes de erosión es necesario realizar una inversión económica que contemple la mano de obra (oficial y peón), la materia prima si fuera necesaria reponerla (piedra para mampostería), los costes indirectos, los gastos generales, el transporte de los materiales y del medio de transporte de los mismos. Es preciso valorar el coste de reposición de esos muros para conocer la viabilidad económica de su restauración, es decir, se hace necesario determinar cómo es la relación coste/beneficio. En esta investigación se ha realizado una valoración aproximada del coste de reposición de los muros de las 24 unidades seleccionadas según criterio de prioridad para la restauración. Para ello se han manejado los precios vigentes y homologados por el Ministerio de Agricultura (TRAGSA, 2011) para dos supuestos:

- Mampostería seca, acabado rústico, espesor ≤ 50 cm, $h \leq 2$ m y $D \leq 3$ km.
- Reconstrucción muro mampostería con material de derribo.

El primero de ellos resulta más costoso, pues no se dispone de materia prima y debe incorporarse al coste final el valor de adquisición y de transporte hasta el bancal.

El resultado de esta aproximación muestra valores de reposición muy elevados que, pese a la posible existencia de ayudas institucionales, resultan insuficientes por estar infravaloradas (esas ayudas cubren una parte proporcional del gasto real de reposición y, además se alejan del precio real vigente) (tabla VII.18) (figura VII.45).

Lo primero que destaca es que, tan sólo en las 24 unidades seleccionadas, se estima que existen alrededor de 20 km de muros, lo que demuestra la magnitud de la obra realizada por sus propietarios en el pasado. De ellos deben ser objeto de reparación alrededor de 13 km. Si esa reposición se efectuara, según el supuesto más gravoso, resulta un valor total de coste de reposición de 1.668.716,0 €, y, si se realizara con el presupuesto más económico, hecho que no es siempre posible debido a la frecuente reutilización de la piedra de los bancales en otro tipo de obras, el precio se reduciría a algo más de la mitad, exactamente a 869.699,4 €. Esa inversión es inviable para una sección administrativa como la viceconsejería de Agricultura y Pesca del gobierno de Canarias que maneja un presupuesto inicial ajustado a 2011 de 3.659.136 €, es decir, de

alrededor del doble del precio de reposición de los muros de todas las unidades de bancales seleccionadas en el Guiniguada.

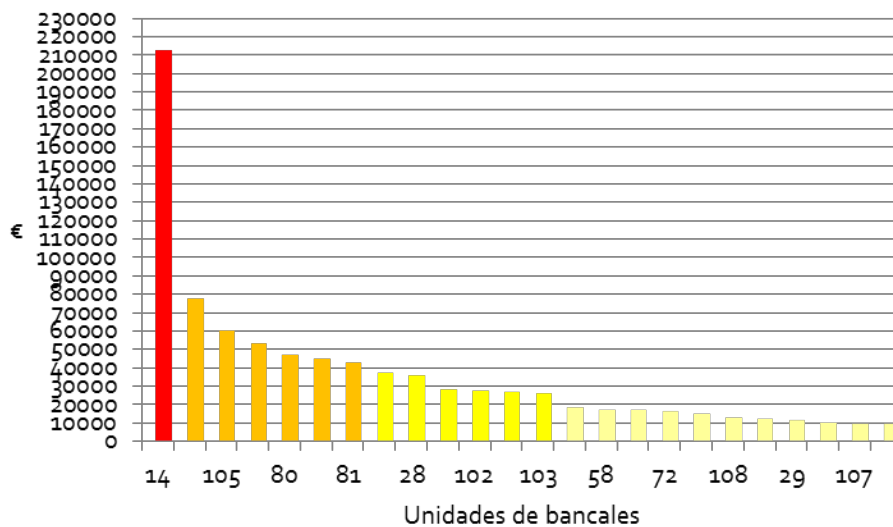
Si atendemos a los precios de restauración de las unidades de bancales, considerando el presupuesto más económico, resultan valores que oscilan entre los 9.179,4€ de la unidad 87, con 144,6 metros de muro a reparar frente a los 212.751,5€ de la unidad 14, con 3.350,9 metros de muro susceptible de reposición. Estos costes resultarían altamente gravosos para un particular, propietario de una explotación agrícola que practica una agricultura de carácter familiar y a tiempo parcial, como es el caso de la mayoría de los agricultores que dedican sus bancales al cultivo dominante en este sector del Guiniguada, que es la papa.

Unidad	L (m) unidad	Deterioro	L (m) reparación	Supuesto 1 (€)	Supuesto 2 (€)
14	4.467,90	3	3350,9	408.212,10	212.751,50
23	2.436,50	2	1218,2	148.405,00	77.345,60
105	1.263,10	3	947,3	115.405,20	60.146,70
61	1.114,70	3	836	101.844,80	53.079,40
80	992,8	3	744,6	90.707,70	47.274,90
94	1.414,40	2	707,2	86.151,80	44.900,50
81	896,4	3	672,3	81.898,10	42.683,50
84	784,6	3	588,5	71.688,70	37.362,60
28	753	3	564,7	68.795,40	35.854,70
96	586,9	3	440,2	53.619,70	27.945,50
102	575	3	431,3	52.536,70	27.381,00
104	558,2	3	418,6	50.998,10	26.579,10
103	544,8	3	408,6	49.777,40	25.942,90
91	587,7	2	293,9	35.797,00	18.656,60
58	545,6	2	272,8	33.230,60	17.319,10
101	356,6	3	267,5	32.582,70	16.981,40
72	341,9	3	256,4	31.234,70	16.278,90
56	312,6	3	234,5	28.561,30	14.885,50
108	278,8	3	209,1	25.470,10	13.274,50
73	263,6	3	197,7	24.082,50	12.551,30
29	244,9	3	183,6	22.371,30	11.659,50
49	210,5	3	157,9	19.230,70	10.022,60
107	202,5	3	151,9	18.501,80	9.642,70
87	192,8	3	144,6	17.612,70	9.179,40
Total	19.925,70		13.698,20	1.668.716,00	869.699,40

Tabla VII.18. Coste de restauración de los muros de los bancales en las unidades de alta y muy alta prioridad para la restauración considerando precios de 2011.

Si se tuviera en cuenta, en la elección de unidades a restaurar, el valor económico de la reposición de los muros de las cuatro unidades con muy alto valor de prioridad para la restauración, se comprueba que dos de ellas pueden ser excluidas (la 61 y la 105) por la elevada cuantía de su rehabilitación.

A la vista del elevado coste de reposición de los muros de los bancales de las unidades seleccionadas, un estudio de viabilidad de dichas actuaciones no puede realizarse siguiendo el sistema convencional establecido desde las ciencias económicas. Según éste, deben compararse los costes previstos con los beneficios esperados (análisis de costes/beneficios) para determinar la viabilidad del proyecto y su aceptación final.



Rojo: máximo coste; naranja: coste moderado y amarillo: coste más bajo

Figura VII.45. Coste de reparación (2º supuesto) de los muros de las unidades de bancales con alta y muy alta prioridad para su restauración.

Si se parte de la premisa de que el bancal, o conjunto de bancales a restaurar, va a seguir con el aprovechamiento agrícola para el que se construyó, en el análisis de costes debe sumarse a la cuantía de la reposición de los muros, los costes de producción agrícola anual por unidad de superficie (semillas, agua de riego, fertilizantes, productos fitosanitarios y mano de obra y maquinaria, si procediese). Por su parte, en el apartado ingresos, debe estimarse la producción anual (kg/ha por cosecha) de la parcela y el precio de venta (€/kg), según precio de mercado vigente y estimaciones futuras. A partir de la estimación del beneficio anual (ingresos-costes) se

puede llegar a determinar cuánto tiempo se necesita para amortizar la inversión inicial.

Se ha realizado una estimación de la viabilidad económica de la rehabilitación de los muros de dos unidades de bancales, seleccionadas entre las que resultan de alta prioridad para la restauración dedicadas a los dos cultivos más representativos de la cuenca. Se trata de la unidad 28 dedicada al cultivo de plátano (ubicada en las proximidades de Fuente Morales) y la unidad 61 (situada en Palma de Siete Puertas) destinada a la producción de papa. En base a los análisis socioeconómicos consultados (Cáceres *et al.*, 2012 y Falcón y Cubas, 2010) resulta que la productividad de dichos cultivos es moderada, en cambio, los valores de rentabilidad varían de uno a otro. La papa no es un cultivo rentable, pues los costes superan a los ingresos anuales (tabla VII.19) a pesar de que el agricultor percibe ayudas anuales por superficie cultivada (700 €/ha) y por la comercialización local (2.919 €/ha).

Superficie de la unidad de bancales (ha)	0,22775
Coste reparación muro de la unidad de bancales (€)	53.079,4
Rendimiento cultivo papa kg/ha	24.326,00
Rendimiento unidad de bancales (kg/ha)	5.540,25
Coste unitario €/Kg	0,58
Coste producción unidad de bancales (€/kg/año)	3.213,34
Ingreso unitario (€/kg)	0,33
Ingreso unidad de bancales (€/kg/año)	1.828,28
Beneficio anual (€/unidad de bancales)	-1.385,06

Tabla VII.19. Variables usadas para el cálculo de la viabilidad económica de la restauración del muro de los bancales de la unidad nº61 (cultivo de papas) 2010-2011. Fuente: Falcón y Cubas, 2010 y TRAGSA, 2011.

El agricultor de la papa apenas gana para cubrir parte de los gastos tales como su mano de obra y parte de los insumos (semilla, herbicidas y pesticidas), por lo que se confirma que dicho productor lo es a tiempo parcial y, por lo tanto, no vive de las rentas que obtiene de dicha actividad económica. Con los ingresos que obtiene jamás podrá amortizar los gastos que deriven de la restauración de sus muros.

Por el contrario, en el caso del cultivo del plátano, se puede afirmar que se trata de un cultivo con más posibilidades de amortización o, si se prefiere, rentable gracias a las subvenciones que percibe el agricultor en concepto de ayuda compensatoria a la

producción (0,38€/kg), y por superficie cultivada (0,02 €/ha), tal como puede observarse en los siguientes cuadros (tablas VII.20 a y VII.20 b).

Superficie de la unidad de bancales (ha)	1,60225
Coste reparación muro de la unidad de bancales (€)	35.854,7
Rendimiento cultivo plátano kg/ha	48.733,00
Rendimiento unidad de bancales (kg/ha)	78.082,45
Coste unitario €/Kg	0,67
Coste producción unidad de bancales (€/kg/año)	52.315,24
Ingreso unitario (€/kg)	0,9
Ingreso unidad de bancales (€/kg/año)	70.274,20
Beneficio anual (€/unidad de bancales)	17.958,96

Tabla VII.20 a. Variables usadas para el cálculo de la viabilidad económica de la restauración del muro de los bancales de la unidad nº28 (cultivo de plataneras) 2010-2011. Fuente: Cáceres *et al.*, 2012 y TRAGSA, 2011.

El tiempo necesario para recuperar la inversión inicial, calculado a partir de la relación entre el coste de inversión inicial y los beneficios anuales, resulta de 4 años y 11 meses. Ese es pues el período de amortización de la inversión inicial. Si planteamos un escenario de una inversión inicial de 88.169,94 euros y unos beneficios anuales de 17.958,96 euros durante un periodo de 10 años, la TIR que se obtiene (Tasa Interna de Rendimiento) es del 15,6%. De ello se deduce que la restauración de los muros de los bancales de la unidad dedicada a la producción del plátano es un proyecto económicamente “viable”, siempre y cuando se cuente con subvenciones.

Por último, ha de tenerse en cuenta que la reposición de los muros de los bancales no reporta un incremento sustancial de la productividad agrícola de la parcela (Sundquist, 2005) a corto plazo. Esa podría ser la razón última por la que los propietarios de los bancales, que permanecen vinculados a la actividad agrícola, deciden no acometer ese tipo de obras a la que se suman las trabas impuestas por las instituciones municipales entre las que cabe citar la solicitud de la licencia de obra y el pago de la misma junto al impuesto correspondiente)⁵.

⁵ La restauración del muro de un bancale se contempla como una obra menor y, como tal, ha de solicitarse la pertinente licencia de obra. En el municipio de Las Palmas de G.C. según sus ordenanzas, debe solicitarse la licencia pero sin estar sujeta a canon, en cambio, en el de Santa Brígida se obliga al propietario al doble pago, por licencia de obra menor (precio variable según coste de reposición) y, a posteriori, el impuesto de construcción, instalaciones y obras.

Unidad 28. Fuente Morales. Plátano					
Año	Costes (€)	Ingresos	Beneficio	Año	Flujo efectivo neto, Tasa de descuento
0	88.169,94	0,00	0,00	0	-88.169,94
1	52.315,24	70.274,20	17.958,96	1	17.958,96
2	52.315,24	70.274,20	17.958,96	2	17.958,96
3	52.315,24	70.274,20	17.958,96	3	17.958,96
4	52.315,24	70.274,20	17.958,96	4	17.958,96
5	52.315,24	70.274,20	17.958,96	5	17.958,96
Payback	4,91	Σ	89.794,82	6	17.958,96
				7	17.958,96
				8	17.958,96
				9	17.958,96
				10	17.958,96
				TIR	15,6%

Tabla VII.20 b. Cálculo del Plazo de recuperación de la inversión inicial (Payback) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) en el proyecto de restauración de los muros de la unidad nº28 (platanera) 2010-2011. Fuente: Cáceres *et al.*, 2012 y TRAGSA, 2011.

Una vez hecha la valoración de viabilidad, considerando conjuntamente la visibilidad y el coste de reposición de los muros (tabla VII.21), se comprueba que ésta así considerada, sin más apreciaciones, se reduce a tan sólo dos de las 24 unidades con alta y muy alta prioridad para la restauración, en el caso de unidades con alta visibilidad y alto valor de coste de reparación de los muros; y a seis, en el caso de unidades con peores valores de visibilidad que las anteriores (media) pero menos gravosos costes de reposición (< 20.000 €).

Si se asume el resultado obtenido sobre la viabilidad económica del cultivo del plátano, sólo dos unidades resultan seleccionadas para su restauración. Se trata de las unidades 14 (La Gloria) (figura VII.39 superior) y 23 (Los Barrancos) (figura VII.37). Ambas tienen una calidad para la conservación alta, estado de conservación malo y regular, respectivamente, prioridad para la restauración alta, y se encuentran en explotación con cultivo de plátano. Se localizan en los meandros del Guiniguada, siendo alta la visibilidad de la primera, y media la de la segunda. Los costes de reposición son los más elevados de todos (tabla VII.21) y no presentan incompatibilidad con la normativa vigente.

Nº unidad	Visibilidad	Coste de reparación		Coste de reparación (categorías)
		€	ptas	
14	Alta	212.751,5	35.398.871,1	Desorbitado
23	Media	77.345,6	12.869.225,0	Muy alto
28	Media	35.854,7	5.965.720,1	Alto
29	Media*	11.659,5	1.939.977,6	Menos alto
49	Media*	10.022,6	1.667.620,3	Menos alto
56	Baja	14.885,5	2.476.738,8	Menos alto
58	Baja	17.319,1	2.881.655,8	Menos alto
61	Media	53.079,4	8.831.669,0	Muy alto
72	Media*	16.278,9	2.708.581,1	Menos alto
73	Media*	12.551,3	2.088.360,6	Menos alto
80	Alta	47.274,9	7.865.881,5	Muy alto
81	Alta	42.683,5	7.101.936,8	Muy alto
84	Baja	37.362,6	6.216.613,6	Alto
87	Media*	9.179,4	1.527.323,6	Menos alto
91	Media*	18.656,6	3.104.197,1	Menos alto
94	Media	44.900,5	7.470.814,6	Muy alto
96	Media	27.945,5	4.649.740,0	Alto
101	Baja	16.981,4	2.825.467,2	Menos alto
102	Baja	27.381,0	4.555.815,1	Alto
103	Alta*	25.942,9	4.316.535,4	Alto
104	Alta*	26.579,1	4.422.390,1	Alto
105	Alta	60.146,7	10.007.568,8	Muy alto
107	Baja	9.642,7	1.604.410,3	Menos alto
108	Baja	13.274,5	2.208.691,0	Menos alto

Tabla VII.21. Resultado de valoración de la viabilidad de restauración de los muros de los bancales en unidades con alta y muy alta prioridad para la restauración (2010-2011).

Por otra parte, desde este trabajo se reflexiona también sobre la “oportunidad” (económica, política y social) de la restauración en tiempos de emergencia social, como los que se viven con la crisis actual. La valoración de la oportunidad que conlleva la restauración de los bancales debe derivar hacia el análisis de las externalidades positivas que ello genera (González de Olarte y Trivelli, 1999) así como, de su coste de oportunidad. En este último sentido suscribimos la siguiente idea:

*Un tema que reclama una investigación a fondo desde distintas aproximaciones, pero sobre todo desde las perspectivas económica y ambiental, es el **coste de oportunidad** en el que está incurriendo la sociedad al no mantener, recuperar o construir andenes, en tanto sistemas básicos para asegurar la sustentabilidad. Queda claro que hoy pocos valoran o reconocen las externalidades positivas que este tipo de construcciones generan en el medio ambiente y, en esa medida, son escasos los esfuerzos por mantenerlas. Resultará clave para la generación de políticas públicas y de acciones de intervención directa el conocer cuánto estamos afectando negativamente nuestro medio ambiente al no mantener estos sistemas. Será asimismo de la mayor importancia quiénes son los beneficiarios directos e indirectos de las externalidades positivas de los andenes y terrazas e identificar a los agentes que asumen, donde los haya, los costos de mantener o crear este tipo de infraestructura (Olarte y Trivelli, 1999: 184)*

De todo lo expuesto se deduce que el cálculo de los beneficios que reporta este tipo de intervenciones debe realizarse a partir de los presupuestos metodológicos de la nueva economía ambiental, desde la que se promulga el empleo de conceptos tales como la valoración de los servicios ambientales (Manchado, 2010), de las externalidades agrícolas positivas y, más concretamente, de las que aluden a las externalidades ambientales (Delacámara, 2008) y estéticas de los agroecosistemas (Sayadi *et al.*, 2004).

La actividad agrícola para la que fueron creados los bancales aporta bienes y servicios de gran relevancia para la actividad económica de los espacios rurales, especialmente en territorios en los que el turismo ha relegado a un segundo plano las actividades agropecuarias, y en las que los paisajes agrarios pueden convertirse en recursos turísticos de alto valor económico y, además, favorecer la diversificación de la oferta turística (Silva, 2010).

En este sentido cabe destacar la labor de recuperación de los bancales que propone la Asociación para el Desarrollo Rural de La Gomera (AIDER La Gomera)⁶, a partir de la

⁶ Proyecto Agropaisajes Insulares de custodia del territorio en islas turísticas y rurales (2010-2013). Es un proyecto de cooperación entre asociaciones de desarrollo rural de las islas de La Gomera, La Palma e Ibiza, financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

adopción de fórmulas de custodia del territorio. Con ellas se pretende solucionar problemas derivados del abandono agrícola (degradación del paisaje, erosión del suelo), considerando el paisaje agrario en bancales como un recurso para el turismo y para la población rural. Con esa iniciativa se trata de experimentar fórmulas de compensación para los gestores de los paisajes agrarios de alto valor ambiental, cultural y paisajístico.

Entre las externalidades ambientales positivas que derivan de la conservación de los bancales cabe destacar su función protectora del suelo ante la erosión, su intervención en el ciclo hidrológico de las vertientes, en la economía del agua frente al cambio climático, la agrobiodiversidad y biodiversidad y la mejora estética del paisaje, entre otras.

La valoración de las externalidades positivas que reporta la restauración y conservación de los bancales debe integrar el carácter multifuncionalidad de esos agrosistemas con el objeto de proporcionar las claves para su correcta gestión. En ese sentido, se propone que los bancales se aprovechen para nuevos sistemas agrícolas (agricultura ecológica, subproductos agrícolas, productos de "calidad" con denominación de origen, alimento para el ganado, etc.). También cabe la posibilidad de adjudicar nuevos usos a dichos bancales, compatibles con el desarrollo rural sostenible (huertos de recreo y educación ambiental, miradores panorámicos asociados a caminos rurales, filtros verdes para depuración de aguas residuales en núcleos con difícil acceso a las redes de saneamiento convencionales, espacios destinados a repoblaciones forestales, pastizales, recuperación de conjuntos etnográficos con alto valor patrimonial); con el desarrollo urbano (huertos urbanos, espacios de recreo, parques agrícolas); con la recuperación de oficios tradicionales (maestros pedreros, bancaleros); con las tareas de prevención de riesgos naturales (movimientos en masa, erosión e incendios forestales y de interfaz), así como con tareas relacionadas con la conservación de paisajes tradicionales que eviten su degradación.

El análisis de estas externalidades, en el caso concreto del Guinguada, excede los límites u objetivos marcados en este trabajo de investigación, pero se ha considerado interesante apuntarlo como una perspectiva de investigación futura. No obstante, la investigación realizada si aporta una serie de criterios que permitirán acometer la valoración de los servicios ambientales de los paisajes agrícolas en bancales. Es tarea

de la administración pública con competencias territoriales (ordenación del territorio y paisaje) y sectoriales (agricultura, patrimonio, desarrollo rural, etc.) valorar, sumando sus sinergias o, con políticas transversales, la viabilidad y la oportunidad de este tipo de actuaciones que redundan en el aprovechamiento de unos recursos (estructuras territoriales de estrecha vinculación agrícolas) para cuya construcción se ha invertido un inconmensurable capital humano. Se propone pues aprovechar con su conservación y con su restitución o rehabilitación, cuando proceda, un patrimonio histórico-cultural-paisajístico de incalculable valor económico y de más que elevado valor ambiental.

7.4.2.3. La componente territorial de los bancales

En este apartado se ha considerado la asignación de usos previstos, para los espacios abancalados estudiados, en los diferentes instrumentos de ordenación del territorio desde las diferentes administraciones públicas autonómicas, insulares y municipales.

La ordenación y gestión de las 24 unidades de bancales seleccionadas por su prioridad para la restauración es competencia del cabildo de Gran Canaria (13 se localizan en el interior del Paisaje Protegido de Pino Santo) y del ayuntamiento de Santa Brígida (las 11 restantes).

A partir de la consulta de los documentos informativo, normativo y justificativo, del plano de zonificación y del de clasificación y categorización del suelo del Plan Especial del Paisaje Protegido de Pino Santo, se analiza el grado de compatibilidad de la restauración de los bancales con la normativa correspondiente (tabla VII.22).

La restauración de los bancales para su uso agrícola es compatible en todas las unidades consideradas, menos en la nº49. Dicha unidad se encuentra en una zona de uso tradicional (La Angostura) y está clasificada como suelo rústico de protección agraria. Se trata de un tipo de suelo que, a pesar de estar destinado a la protección de la economía agraria, siendo el uso permitido el agrícola y ganadero, en la normativa se señala que es un uso autorizable "la puesta en cultivo de antiguas tierras abandonadas que no estén ocupadas en un 50% o más por vegetación arbustiva" (artículo 55). En este caso, atendiendo a la normativa, prima el interés natural (recolonización vegetal aunque sea con especies de bajo valor) a la conservación del patrimonio etnográfico (paisaje cultural).

		Uso permitido (tipo de protección)	Uso autorizable
Zonificación	Zona de uso tradicional (Cauce del Bco Guinguada, La Angostura y Entorno Llanos de M ^a Ribera)	Agrícola y ganadero (económica)	Restauración de bancales con "integración paisajística" y uso agropecuario Restauración de bancales como elementos del patrimonio etnográfico Recuperación agrícola de tierras abandonadas <50% de cobertura arbustiva
Unidades (nº)	14, 23, 49 y 84		
Clasificación/ categorización Suelo Rústico	de Protección Agraria		
Zonificación	Zona de uso tradicional (Entorno de la Caldera de Pino Santo)	Agrícola y ganadero en equilibrio con asentamiento (económica)	Restauración de bancales con "integración paisajística" y uso agropecuario Restauración de bancales como elementos del patrimonio etnográfico Recuperación agrícola de tierras abandonadas <50% de cobertura arbustiva
Unidad (nº)	56		
Clasificación/ categorización Suelo Rústico	de asentamiento agrícola		
Zonificación	Zona de uso moderado (Laderas Bco. Guinguada, Altos de Siete Puertas y Laderas de Pino Santo)	Uso agrícola existente y autorizables y su mantenimiento en las condiciones actuales. Compatibilidad de su conservación con actividades educativas, ambientales y recreativas (ambiental)	Nuevos usos agrícolas y ganaderos de acuerdo con lo establecido en el PIOGC Restauración de bancales como elementos del patrimonio etnográfico
Unidad (nº)	28, 29, 58, 61, 80, 81, 107 y 108		
Clasificación/ categorización Suelo Rústico	de protección paisajística		

Tabla VII. 22. Usos permitidos y autorizables de las unidades de bancales con alta prioridad para la restauración. Fuente: Plan Especial del Paisaje Protegido de Pino Santo. http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/espaciosnaturales/instrumentos/grancan_descarga.html [Última consulta 21/08/2014].

Cabe señalar que, aunque los bancales se mencionan en el documento informativo del mencionado plan, como elementos del patrimonio etnográfico vinculados a la actividad agraria (cadenas=conjunto de bancales con muros de piedra seca), sin embargo no se les considera expresamente como estructuras útiles de conservar por sus potencialidades ambientales (regulación hidrológica, barreras antierosivas y fijadoras de suelo).

Por otra parte, en el artículo 42 (Usos y actividades prohibidas, punto 14) se señala la prohibición de actuaciones que impliquen degradación o pérdida del patrimonio. Entre ellas se encuentra la prohibición de construcción de nuevos invernaderos, pero no la de nuevos abancalamientos denominados de tipo *bulldózer*, por lo que se entiende que se deja las puertas abiertas ante este tipo de intervenciones que conllevan la degradación del patrimonio geomorfológico de las vertientes y se incrementa el riesgo de erosión.

Por su parte, en la normativa que regula el uso, clasificación y categorización del suelo de las 10 unidades de bancales situadas en Santa Brígida (Plan General de Ordenación), no se ha encontrado ningún impedimento a la restauración de sus bancales. Existen dos unidades clasificadas y categorizadas como Suelo Rústico de Protección Agraria Intensiva (73 y 91) situadas en El Arenal y Las Cadenas, siete como Suelo Rústico de Protección Agraria Tradicional de Medianías (72, 94, 96, 101, 102, 104 y 105), en el barranco del Colegio y una como Suelo Rústico de Protección Cultural (103). Esta última se corresponde con el conjunto abancalado del Parque Agrícola de Santa Brígida. Entre las tres categorías señaladas, las dos primeras se destinan a la protección de la actividad agraria, y la tercera (de protección cultural) tiene como finalidad la conservación, restauración y rehabilitación del patrimonio histórico para su uso y disfrute público.

En la normativa general del suelo rústico, en relación con los bancales y la preservación de los suelos agrícolas, se señala la prohibición de abancalamientos en laderas con pendientes superiores al 30% de pendiente Y, además, la tierra vegetal sobrante de actos de ejecución (abancalamientos, desmontes, etc.) deberá destinarse preferentemente al uso agrícola, como aporte en parcelas agrícolas, o para mejora de suelos degradados. También podrá almacenarse en fincas agrícolas para su posterior utilización agraria.

Por último, cabe señalar el desigual grado de intervención que se permite en las vertientes, según sea la categoría del suelo rústico a proteger. Así, en Suelo Rústico de Protección Cultural se prohíben nuevos abancalamientos, así como los vertidos y acumulaciones de tierras y roturaciones de terrenos para usos agrícolas. En cambio, en los suelos rústicos de protección agraria, se permiten las siguientes intervenciones:

1. Los nuevos aportes de tierra para remociones profundas con una potencia máxima de 1,20 metros (sólo en el intensivo).
2. El laboreo de parcelas en abandono no recolonizadas siempre que se conserven estructuras agrarias que permitan identificar el suelo agrícola, tales como redes de riego, acequias, canales, cadenas, bancales, gaviones o caballones, cerramientos, etc.
3. El laboreo de parcelas en abandono recolonizadas siempre que las infraestructuras agrarias existan y se conserven utilizables.
4. La roturación de mediana entidad, quedando prohibida la transformación de terrenos cuya pendiente media natural en el ámbito de intervención supere el 20%.
5. Los desmontes adecuadamente tratados para su estabilización, forrados con muro de piedra, bloque u hormigón revestidos en piedra o mimetizado con el entorno. En caso de abancalamientos y reabancalamientos, la altura de desmonte en ningún caso superara los 2,5 metros.
6. La realización de nuevos bancales con una altura máxima del muro de contención o del desnivel de 2,5 metros para los de uso intensivo y de 2 metros para los de tradicional. Los bancales resultantes nunca superaran la proporción de dos bancales por cada uno preexistente y si las actuaciones conllevaran alturas de desmonte y talud superior a los 2,5 metros se procederá al relleno posterior.
7. Se autoriza el laboreo de parcelas en abandono recolonizadas siempre que no suponga la alteración significativa de elementos de la flora y de la fauna, o cuando la vegetación recolonizadora tuviera una composición florística de escaso interés como aulagas, pitas, zarzas o tuneras. Así como cuando se conserven estructuras agrarias que permitan identificar el suelo agrícola (sólo en el tradicional).
8. Se autoriza la corrección de laderas mediante la instalación de pequeños muretes de piedra seca o revestidos en piedra, de 1 metro de altura como máximo, para el mantenimiento del suelo. Se ejecutarán sin la realización de desmontes, sin añadir rellenos y sin alterar el perfil natural del terreno, por lo que tan solo se contemplan como obras de sujeción de un suelo susceptible de ser inestable (sólo en el tradicional).

La lectura de las normas señaladas en párrafos anteriores nos conduce a una serie de reflexiones que se exponen a continuación. Llama la atención el marcado carácter

ambientalista de esta normativa cuando se aborda la posibilidad de la recuperación de terrenos agrícolas abandonados, pues se antepone el proceso de recolonización vegetal al de recuperación y aprovechamiento agrícola de los suelos, así como del mantenimiento de estructuras agrícolas de alto valor ambiental, como los bancales. Estos sólo se tienen en cuenta en la tarea de identificación del uso agrícola de las parcelas, y no por su calidad constructiva y su contribución en la configuración de un paisaje cultural digno de conservar.

Por su parte, los nuevos abancalamientos están sujetos a varios condicionantes. De esta manera se pone límite según la pendiente del terreno (<20%), pero se permite la construcción de bancales sin muros de piedra, nada tradicionales y generadores de altos impactos ambientales. También se permite el empleo de materiales y técnicas que nada tienen que ver con los tradicionales (bloques de hormigón revestidos en piedra o mimetizados con el entorno), de lo que se deduce la escasa sensibilidad que se tiene desde las instituciones por la forma tradicional de intervención en las vertientes adoptada por nuestros antepasados.

CAPÍTULO VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este capítulo se discuten los resultados obtenidos y se exponen las conclusiones alcanzadas. La discusión comprende tanto la revisión de los objetivos planteados y los métodos empleados, como la reflexión sobre las hipótesis de partida. También incorpora otros aspectos, entre los que se incluyen la contribución de esta tesis al conocimiento del proceso de abandono agrícola en la cuenca del Guinguada, de sus consecuencias geomorfológicas en la dinámica de las vertientes, especialmente a escala de parcela y del abundante y rico patrimonio de bancales presente en la misma.

8.1. Discusión de los resultados

8.1.1. Cumplimiento de los objetivos

El objetivo general de este trabajo es el de ***conocer las consecuencias geomorfológicas del abandono agrícola de las vertientes de la cuenca hidrográfica del Guinguada, con el objeto de identificar aquellos indicadores de diagnóstico que faciliten la posterior gestión y conservación de su importante patrimonio de bancales.*** Este objetivo principal se divide, a su vez, en cinco específicos:

- 1. Analizar los cambios de coberturas recientes de la cuenca del Guinguada y su repercusión en las pérdidas de suelo.*
- 2. Caracterizar el proceso de abandono de las vertientes cultivadas, especialmente de las ocupadas por bancales.*
- 3. Conocer las características geomorfológicas de las vertientes cultivadas y clasificar los tipos de campos de cultivo teniendo en cuenta la diversidad de situaciones ambientales y antrópicas existente.*
- 4. Caracterizar hidrogeomorfológicamente de forma detallada los tipos de estados erosivos ("tipos geomorfológicos"), teniendo en cuenta la heterogeneidad de situaciones (geoambientes, usos) en las que se presentan.*
- 5. Diseñar y aplicar, sobre una zona seleccionada, un método que permita valorar la calidad para la conservación y establecer categorías de prioridad y viabilidad para la restauración de unidades de paisaje con presencia de bancales.*

Se procede ahora a contrastar cada uno de los objetivos específicos planteados con los resultados obtenidos en la investigación. Finalmente se discute también el objetivo general.

8.1.1.1. Objetivo 1. Analizar los cambios de coberturas recientes de la cuenca del Guinguada y su repercusión en las pérdidas de suelo

El estudio diacrónico del período comprendido entre 1960 y 2002 ha permitido analizar los cambios recientes en las coberturas del suelo en la cuenca del Guinguada, corroborar su intenso grado de antropización, identificar dos etapas según magnitud y dinamismo de los procesos de cambio, conocer los tipos de transiciones o cambios en sendos períodos, evaluar la erosión potencial que deriva de dichos cambios y detectar diferencias en la dinámica de cambios y sus consecuencias erosivas según geoambientes.

El grado de antropización, entendido como el sumatorio de la ocupación agrícola y la del residencial concentrado, resulta elevado a lo largo del período de análisis, variando desde el 64% al 58% entre 1960 y 2002. Se trata de un espacio cuya riqueza en recursos naturales ha propiciado su rápida e intensa transformación humana.

Según la magnitud y el dinamismo de cambio se diferencian dos etapas: una primera (1960-1992), en la que dominan el abandono agrícola y la urbanización; y una segunda (1992-2002) en la que se produce la consecuente contracción de la superficie agrícola (transiciones de categorías agrícolas a no agrícolas), la naturalización y el notable incremento del proceso urbanizador (figura VIII.1). Los procesos que se activan en la primera etapa están directamente relacionados con la instauración del modelo económico que favorece la desagrarización (descenso de la población activa dedicada al sector agrícola), así como el desarrollo del modelo urbano de ocupación del territorio (incremento de la población activa residente dedicada a las actividades del sector terciario). Los que protagonizan la dinámica de cambios de coberturas del segundo período están relacionados con la evolución natural de los espacios agrícolas abandonados y con la materialización de políticas sectoriales y territoriales, que marginan los espacios rurales tradicionales.

En áreas agrícolas marginales de Europa del Norte (Hesse, Alemania) también se han detectado varias etapas en la dinámica de cambios de ocupación (Hietel *et al.*, 2004), aunque no coinciden cronológicamente con las detectadas en este trabajo. Esto se debe al desfase temporal de la aplicación de la PAC entre ambos países.

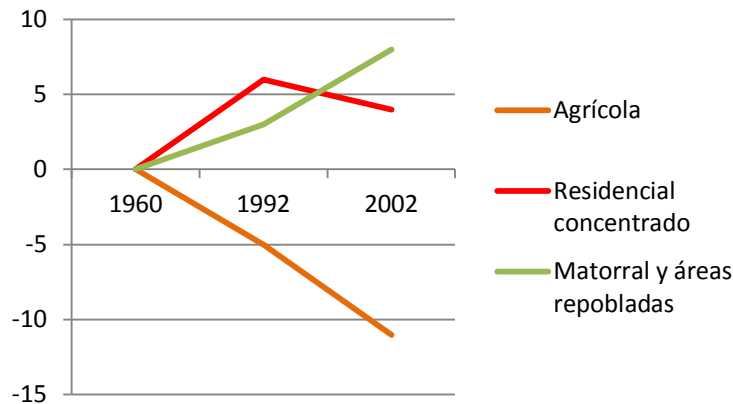


Figura VIII.1. Signo y magnitud de la evolución de las superficies de ocupación (1960-2002).

El análisis estadístico de cambios ha permitido identificar las transiciones ocurridas en las coberturas del suelo en sendos períodos, además de conocer su vinculación con los procesos subyacentes. En el primero predominan los cambios netos (atribuibles a la cantidad de superficie que varía en cada categoría de ocupación), mientras que en el segundo lo hacen los intercambios (la superficie de cambio es menor pero aumentan los intercambios entre categorías de cobertura). Esto supone que se incrementa la complejidad de los cambios con el paso de los años. La magnitud y el signo de las transiciones (hacia pérdidas o hacia ganancias) de ambas etapas permiten concluir que el proceso de abandono y contracción de la superficie agrícola de la primera está directamente relacionada con el cambio de modelo económico señalado. Y, en la segunda, la simultaneidad de procesos de extensificación e intensificación de la ocupación agrícola parecen señalar que la decisión de cultivar o dejar de cultivar una superficie agrícola responde más a decisiones personales (vinculadas a la estructura de la propiedad de la tierra, las sucesivas divisiones de las propiedades agrícolas, la edad de los propietarios, la falta de reemplazo generacional, la escasez o carestía del agua, etc.), que a cambios significativos del modelo económico.

Los resultados obtenidos muestran diferencias sustanciales con los de otros territorios, siendo la superficie de cambios superior (46,8% en la primera etapa y 56,4% en la segunda) al 35% de Castellón (Camarasa *et al.*, 1998), al 25% de Atlanta (Pontius *et al.*, 2004; Yang y Lo, 2002) y al 5,8% de Madrid (Plata, 2007). La explicación de estas diferencias puede encontrarse en que el territorio analizado en esta tesis es una isla de reducidas dimensiones y con una alta densidad demográfica. También contrastan notablemente con la progresión temporal de cambios que se producen en las Alpujarras granadinas (Camacho, 2006), donde se aprecia que la superficie que experimenta cambios decrece en el período comprendido entre 1957 y 2001: desde el 41,3% en la primera etapa (1957-1974), pasando por el 28,4% en la segunda (1974-1987) hasta alcanzar el 30,3% en la tercera (1987-2001). En nuestro caso, ocurre justo a la inversa que en esa montaña granadina, pues en la primera etapa se producen más cambios netos pero muchos menos intercambios, lo que supone que se incrementa la complejidad de los cambios de cobertura con el paso de los años. En resumen, mientras que en el caso estudiado en Canarias, durante los últimos años, se aprecia una dinámica progresiva hacia la heterogeneidad, en territorios de montaña peninsulares ocurre justo lo contrario. En la cuenca del Guinguada los procesos de la etapa más dinámica (1992-2002) son la naturalización por "recolonización" de antiguos campos de cultivo, la "extensificación" (de agrícola parcialmente explotado a agrícola abandonado) e "intensificación" agrícola (de agrícola parcialmente explotado a agrícola en explotación), el "abandono agrícola" y la "artificialización" de la superficie agrícola. Por el contrario, en el caso granadino el amplio abanico temático comprende la progresión de las formaciones vegetales naturales (roble y piñal) sobre áreas agrícolas abandonadas, y la transformación de los cultivos de secano de las laderas bajas hacia monocultivo arbóreo, aunque las dinámicas más significativas son la repoblación de pinar y el abandono de los cultivos de secano y regadío en altura.

Los resultados obtenidos no pueden compararse con los del proyecto CORINE Land Cover porque no son equiparables las escalas espaciales, ni la escala temporal, ni mucho menos el análisis de resultados que, en ese caso, se realiza por comunidad autónoma. Por esos motivos resultan muy dispares los resultados que apuntan hacia una ligerísima disminución neta de las zonas agrícolas para el período 1987-2000, calculada en el 0,1%, frente a nuestro de 7,8% en el período comprendido entre 1992 y 2002.

La evaluación de la erosión potencial relacionada con los cambios de coberturas descritos, permite constatar la importante e irreversible pérdida de suelo que afecta al 37,39% de la superficie del Guinguada en 2002, debida al proceso de "artificialización" o de "solarización" (CORINE Land Cover, 2006). Éstos conllevan al "sellado" (Rodríguez-Rodríguez, 2007) del suelo rústico y supone la pérdida de ese recurso agrológico tan escaso y valioso en la cuenca. También se aprecia que a pesar de la intensidad de los cambios acaecidos en las coberturas del suelo y, considerando a la cuenca en su conjunto, ésta aún conserva un importante patrimonio edáfico, según señalan los moderados y leves descensos de las categorías de erosión entre 1960 y 2002. Los resultados obtenidos también permiten constatar diferencias en las tasas de erosión potencial según los geoambientes de la cuenca. En la costa y en las medianías bajas predomina la categoría "nula", como consecuencia de la "artificialización"; en medianías altas y, en menor grado en la cumbre, lo hacen las de "erosión media" (entre 20 y 50 Tm/ha/año) e "irreversible" (>300 Tm/ha/año, equivalente a 2 mm de tierra fértil), debido al abandono agrícola.

Estos resultados ponen de manifiesto la eficacia conservacionista de las estrategias de recolonización vegetal espontánea, de las políticas de repoblación y de la extensa superficie abancalada existente en la misma. En líneas generales, el análisis diacrónico muestra que, en condiciones ambientales específicas, como las que caracterizan buena parte de esta cuenca, las laderas abancaladas necesitan más de 40 años (período temporal que abarca esta tesis) para perder su morfología y, por tanto, alcanzar la regularización de sus perfiles originales (longitud y pendiente).

La comparación entre los valores obtenidos de tasas de erosión potencial entre 1960 y 1992 para la cuenca del Guinguada con los de la cuenca media del río Mijares (Castellón) entre 1956-1990, permite constatar evoluciones muy parecidas. En ambos casos predomina la reducción de la erosión por procesos de naturalización (recolonización de matorral y de bosque) en espacios agrícolas abandonados entre 1956 y 1990. En cambio, en un trabajo similar realizado en una cuenca hidrográfica de la India (Gej en Chhattisgarh) por Poushali (2009), se obtienen resultados diferentes según etapas y sentido de los cambios. Una primera etapa (1965-1990) en la que aumenta la tasa media de erosión del suelo (de 31,5 a 36 tm/ha/año), debido a la reducción de la superficie de bosque y al incremento de la superficie agrícola (deforestación para puesta en cultivo de nuevas tierras). Y una segunda (1990- 1999)

en la que se reduce la tasa media de erosión (35 tm/ha/año), debido al incremento de la cubierta forestal y de la superficie agrícola abandonada.

Desde el punto de vista metodológico, la escala temporal y espacial escogida, las fuentes consultadas y el tratamiento de la información obtenida mediante SIG han sido los apropiados para alcanzar a los objetivos marcados. En cuanto a la escala temporal, el año de inicio (1960) se corresponde con el momento del despegue del nuevo modelo económico y social y sirve de punto cero o de inicio del proceso de abandono agrícola. El año de finalización (2002) representa la fecha idónea para valorar el signo de los cambios recientes; mientras que 1992 sirve como etapa intermedia del período de análisis. La escala espacial seleccionada, condicionada por la resolución de la fotografía aérea de 1992 (escala 1:50.000), ha permitido alcanzar un nivel de detalle suficiente para ilustrar los cambios de ocupación del suelo en un territorio reducido (isla-cuenca) y antropizado como el seleccionado. La interpretación de las fotografías aéreas de las fechas escogidas, su digitalización y posterior tratamiento mediante Sistemas de Información Geográfica ha permitido solventar el vacío (inexistencia de cartografía de coberturas en fecha anterior a 1987 y de cultivos) y la deficiente calidad (tipología de coberturas y escala de baja resolución espacial) que presenta la cartografía oficial sobre coberturas del suelo y sobre superficie ocupada por bancales. Y con el empleo de los SIG se han podido gestionar y analizar las bases de datos territoriales resultantes para ilustrar la dinámica de cambios de ocupación, la evolución del proceso de abandono agrícola, la erosión del suelo y la pérdida del patrimonio de bancales durante ese período de tiempo.

Estos resultados completan, con su aportación al análisis de la dinámica de cambios y, muy especialmente, a los referidos a las ocupaciones agrícolas, los realizados por el grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en una de sus líneas preferentes, la de las "alteraciones inducidas por los cambios de uso del suelo". El hilo conductor de dicha línea de investigación es el análisis de los cambios de uso del suelo en los últimos 50 años y sus repercusiones en el territorio. Entre ellos destacan los que analizan las consecuencias en el paisaje y en el recurso edáfico de las medianías del norte de Gran Canaria (Pérez-Chacón, 1993; Hernández *et al.*, 1998 y Pérez-Chacón *et al.* 2003), en la dinámica hidrológica de espacios urbano-turísticos (Mayer, 2003), en la erosión potencial en cuencas hidrográficas (Abadín, *et al.*, 2004 y Abadín, 2007) y en la dinámica

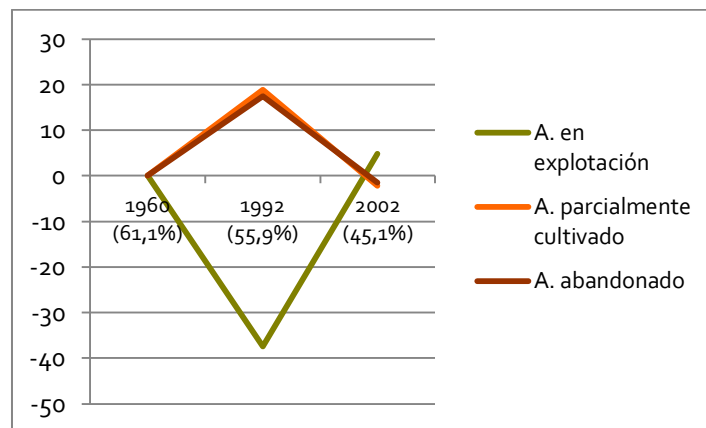
geomorfológica y vegetal de los espacios dunares (Hernández-Calvento, 2006; Hernández-Cordero, 2012). En todos ellos se constata la magnitud de los cambios de ocupación y sus desiguales consecuencias ambientales y territoriales.

El área de estudio seleccionada ha resultado un ejemplo representativo de los distintos procesos de cambios de coberturas del suelo que, con diferentes signos, han experimentado las áreas más urbanizadas de las Islas Canarias.

8.1.1.2. Objetivo 2. Caracterizar el proceso de abandono de las vertientes cultivadas, especialmente de las ocupadas por bancales

Se constata que el proceso de abandono agrícola y la reducción de la superficie cultivada ocupan un importante protagonismo en la historia reciente de esta cuenca. El espacio destinado al aprovechamiento agrícola ha pasado de suponer el 61,1% de su superficie en 1960 al 45,1% en 2002.

El año 1960 representa el de máxima extensión superficial y máximo aprovechamiento, con el 81,2% en explotación. El intervalo 1960-1992 supone el de máxima extensión de superficie abandonada y el de mínimo aprovechamiento (decremento del agrícola en explotación y en parcial explotación). Y en el período 1992-2002 aunque se constata la máxima reducción de la superficie agrícola total, se produce un leve repunte en el grado de aprovechamiento agrícola (figura VIII.2).



Número entre paréntesis: porcentaje de ocupación agrícola de la cuenca correspondiente a cada año.

Figura VIII.2. Signo y magnitud de la evolución de las superficies de ocupación agrícola (1960-2002).

Los datos aportados demuestran que los cambios de ocupación agrícola no responden a un proceso lineal, sino a sucesivas transiciones de unas categorías a otras. Ello parece estar relacionado con las diferentes decisiones personales de los propietarios de las tierras, el incremento de la agricultura practicada a tiempo parcial, las políticas de protección de las distintas administraciones públicas, y con las estrategias urbanísticas de cada etapa.

Con el análisis de cambios de la ocupación agrícola, realizado en términos de balance (recuento de ganancias y de pérdidas), se constata el balance negativo de las pérdidas sobre las ganancias en las superficies agrícolas durante todo el período estudiado. Dichas pérdidas suponen el 51,6% de la superficie agrícola para el período 1960-2002 y comprenden el 20,7% por abandono, el 13,4% por reducción de la actividad o "extensificación" (cambio de agrícola en explotación a agrícola en parcial explotación) y el 17,6% restante a superficies que han dejado de ser agrícolas (cambios hacia natural o urbano).

También se aprecian diferencias causales entre los balances negativos percibidos en los dos períodos de análisis. El del primero (1960-1992) se debe al intenso proceso de abandono agrícola que afecta al 35,9% de su superficie, mientras que el del segundo lo es por la consecuente contracción de la superficie agrícola abandonada en la etapa anterior, que experimenta procesos de naturalización y de artificialización que afectan conjuntamente al 26,7% de la superficie agrícola. El resultado de esto último es la máxima reducción de la agroproductividad potencial o de la superficie con dedicación agrícola de la historia reciente de esta cuenca.

La superficie afectada por el abandono agrícola difiere de las detectadas en otras áreas de Europa, como el 20% en Polonia (Kozak *et al.*, 2004) y en los pre-alpes (Taillefumier y Piégay, 2003), casi el 70% en los Alpes orientales (Tasser *et al.*, 2007) y el 30% en los Cárpatos (Hostert, 2010) (Citas obtenidas de García-Ruiz y Lana-Renault, 2011). En el caso de muchas de las áreas de montaña españolas, la ocupación agrícola ha adquirido en las últimas décadas un carácter residual. Así por ejemplo, en los altos valles del Iregua, Leza, Jubera y Cidacos (Sistema Ibérico riojano) entre 1956 y 2004 se ha abandonado alrededor del 90% de su superficie agrícola (Oserín, 2007). Y, entre 1940 y 1975, afecta al 40% en la Cabrera leonesa (Cabero, 1980), al 89% de las solanas en la

Sierra de Ayllón (Bordiú, 1985) y al 70% de la superficie agrícola de los Pirineos centrales (Lasanta, 1988) (Datos obtenidos de Ubalde, *et al.*, 1999).

El abandono agrícola es un proceso global, muy extendido en las áreas de montaña de la Europa mediterránea, y está asociado a procesos complejos, en los que se combinan causas demográficas, culturales y mercantiles. Entre las citadas por García Ruiz *et al.* (2009 y 2011) destacan, entre las primeras, el éxodo rural, la falta de reemplazo generacional, el acceso a nuevos mercados de trabajo, el reducido tamaño de las explotaciones y de las parcelas agrícolas. Entre las segundas, lo hacen la baja productividad de la agricultura tradicional, la difícil mecanización e implementación de nuevas técnicas agrícolas y, entre las terceras, la dificultad para acceder a las redes de comercialización. En el caso de la cuenca del Guinguada, al igual que en las Alpujarras, el abandono agrícola no se ha producido como consecuencia del descenso de la presión demográfica o despoblación (Douglas *et al.*, 1996). También se ha podido constatar el trasvase de población a otros sectores de actividad (sector servicios), el envejecimiento de la población agrícola y la falta de reemplazo generacional, el reducido tamaño de las explotaciones y de las parcelas agrícolas. Y, aunque no se ha analizado en profundidad, también se aprecia el efecto territorial de las políticas agrícolas europeas que favorecen, con subvenciones a la producción y a la comercialización, a unos cultivos frente a otros. Por último, cambios en las políticas de ordenación del territorio, con la recalificación de terrenos agrícolas en terrenos urbanizados, especialmente en los entornos urbanos consolidados, pero también en la "rururbanización". Además, es posible que los abandonos agrícolas más recientes, al igual en las montañas alpinas suizas (Gellrich y Zimmermann, 2007), haya afectado al agricultor a tiempo parcial.

Con el mapa de evolución del abandono agrícola se ha podido conocer la evolución espacio-temporal de dicho proceso y establecer relaciones causales con algunas variables ambientales (pendiente, altitud y suelos). Dichas relaciones son manifiestamente débiles pero permiten diferenciar dos tipos de abandonos: los antiguos o de "la marginalidad" y los recientes o "de la insostenibilidad". Estos últimos, aparentemente poco selectivos y escasamente relacionados con el valor agrológico de los suelos y con los condicionantes topográficos. Los abandonos antiguos se localizan fundamentalmente en la cumbre, sobre pendientes acusadas (>15° en el 64% de los casos) y suelos poco evolucionados y desarrollados (Cambisoles). Y los abandonos

recientes (1992-2002) afectan fundamentalmente a medianías bajas y costa, área de expansión urbana de la capital insular, en pendientes bajas (<10° en el 32,4% de los casos) y sobre suelos con buenas aptitudes agrológicas (potencia de horizonte argílico y porcentaje de saturación de bases), los Luvisoles. Con esto último se comprueba que los condicionantes ambientales no son los determinantes en la decisión de continuidad de su explotación agrícola, sino que entran en juego otras consideraciones relacionadas con las nuevas valoraciones del suelo agrícola, lejanas a su protección y conservación.

En cierto modo, esa doble tipología de abandono agrícola mencionada para el Guiniguada se asemeja con la señalada por García Ruiz y Lana Renault (2011). Estos autores distinguen entre un primer tipo de abandono, el "espontáneo" que es el que se produce por colapso de las sociedades de montaña, en las montañas del norte peninsular o por el deterioro de suelos y la escasez de recursos hídricos en zonas semiáridas del sudeste español (años 70); y el "abandono inducido", prescrito por las políticas nacionales y europeas para regular los mercados de determinados productos agrícolas (Baudry, 1991).

El análisis de la relación entre los factores ambientales y los cambios recientes (1945-1998) de la ocupación agrícola en sectores agrícolas marginales alemanes (Hietel *et al.*, 2004), pone de manifiesto la pérdida de influencia de los factores ambientales en la dinámica de la ocupación agrícola con el paso del tiempo. Las variables ambientales (textura del suelo, disponibilidad hídrica, pendiente, altitud y exposición) condicionan los abandonos agrícolas más antiguos (1945-1961), que es a su vez el período en el que, al igual que en nuestra área de estudio, se registran los máximos cambios netos en las ocupaciones del suelo. En la segunda etapa (1961-1972) son los cambios en la agroeconomía marco (inicios de la Política Agraria Común en 1962) junto con las variables ambientales los que condicionan los cambios en las ocupaciones agrícolas. Sin embargo, la dinámica reciente de las ocupaciones agrícolas (1972-1998), parece estar más influenciada por factores socioeconómicos locales y regionales, que no se han estudiado en profundidad en ese trabajo (alternativas de empleo, tenencia de la tierra, tamaño de las explotaciones, ordenación del territorio, etc.).

En diversas áreas de la montaña española también se ha podido constatar la importancia de algunos factores ambientales y socioeconómicos en el proceso de

abandono agrícola. Entre los primeros destacan la pendiente, la altitud, la orientación y las geoformas (Lasanta, 1989; Bosque *et al.*, 1991; Ruiz-Flaño, 1993; Soriano, 1994; Pérez-Albert, 1995; Lasanta, 1996; Ubalde *et al.*, 1999; Molina-Gallart, 2000; Serra-Ruiz, 2002; Nadal-Tersa, 2002; Bielsa y Pons, 2003; Oserín, 2007). Y entre las segundas, en la mayor parte de los trabajos coinciden en señalar la accesibilidad (Bosque *et al.*, 1991 y Soriano, 1994), así como el modelo de campo (Lasanta, 1988; Oserín, 2007). También coinciden en señalar que las variables ambientales pierden peso en la explicación causal del abandono agrícola con el tiempo. Así, para los valles riojanos, Oserín (2007) señala que los abandonos antiguos (1956-1987) se relacionan con las pendientes más acusadas ($> 17^\circ$), con las áreas exportadoras de sedimentos, situadas en exposiciones de umbría. En cambio, las variables accesibilidad y modelos de campos (fundamentalmente bancales) son las que explican, en buena medida, los abandonos más recientes (1987-2004).

El paisaje agrícola dominante en la cuenca del Guinguada es el de las vertientes abancaladas. Éstas suponen el 46,5% de su superficie total, representan el 81,6% de su superficie agrícola y se distribuyen por todos los geoambientes de la cuenca (Romero *et al.*, 1994, 1997, 2004, 2006 y 2007). A la diversidad de situaciones ambientales que deriva de su amplia distribución espacial y altitudinal se suman la variedad de características constructivas, morfologías y tipos de cultivos que existen en esta cuenca de reducidas dimensiones. Esto le otorga un valor patrimonial complementario y diferenciador con respecto a otros territorios abancalados del ámbito nacional e internacional: su diversidad, pues en otros territorios, la superficie abancalada se localiza en ámbitos muy concretos (montaña media, laderas bajas, pendientes acusadas) y asociados a una limitada variedad de cultivos (cereales, vid, olivos y frutales). Todo ello permite observar la capacidad de adaptación de los agricultores del Guinguada a diferentes condiciones ambientales, de la que resulta un territorio con una gran riqueza paisajística.

Si se tiene en cuenta la agrodiversidad en bancales, destacan los andenes peruanos en los que la variedad de especies de tubérculos y de granos es muy grande (más de 1.000 variedades de papas). En lo que respecta a la extensión de las laderas agrícolas abancaladas, destacan las laderas de los municipios alicantinos de Vall d'Ebo y Petrer entre los territorios con mayor presencia de bancales, con el 100% de su superficie agrícola abancalada (Rodríguez-Aizpeolea, 1992 y Asins, 2009). A estos le siguen la

Cuenca del Guiniguada, con el 81,6%, y la Sierra de la Tramontana con el 72,3% (Grimalt y Blázquez, 1989). El grado de abancalamiento disminuye en las montañas españolas septentrionales, como los valles del Pirineo aragonés (34,8%) (Lasanta, 1989 y Lasanta *et al.*, 2013) y los del sistema ibérico riojano (56,3%) (Maiso y Lasanta, 1990; Lasanta *et al.*, 2009 y Lasanta *et al.*, 2013). La información sobre la extensión de los bancales en Perú es muy dispar, variando entre las 250.000 has según el Inventario Nacional de Andenes (INRENA, 1996) y los 340.719 has del Programa Andenes (Agrorural, Ministerio de Agricultura y Riego, 2014), hasta estimaciones que realizan González de Olarte y Trivelli (1999), según los cuales la superficie abancalada peruana puede ser de entre 1 y 2 millones de has, lo que supone alrededor de entre el 20 y el 40% de su superficie agrícola.

Con el análisis del abandono de la superficie abancalada se obtiene valiosa información sobre la intensa transformación que experimenta dicho paisaje patrimonial en esta cuenca. Entre 1960 y 2002 se deja de cultivar el 60% de la superficie abancalada. Conviene aclarar que, en el contexto de esta tesis, se entiende que el abandono de la actividad agrícola para la que fueron creadas estas estructuras, supone el primer estadio evolutivo en la pérdida de su valor paisajístico y de su multifuncionalidad intrínseca. Por ese motivo, se considera que de esa amplia superficie abandonada el 17% de la misma es recuperable, pues se puede volver a poner en explotación, siempre que no existan medidas restrictivas implícitas en las normas de gestión que lo impidan (hecho constatado en el capítulo VII de esta tesis). Por el contrario, el 43% restante es irrecuperable, por naturalización en un 20% (recolonización vegetal postabandono y repoblaciones efectuadas sobre bancales) y por artificialización de su superficie agrícola útil en un 8,5%. Asimismo se constata la desigual distribución espacial de dichos tipos de pérdidas: en cumbre y medianías altas dominan las pérdidas por la expansión del matorral de sustitución y las repoblaciones, mientras que en costa y medianías bajas por "artificialización" de los mismos. Este último proceso supone la pérdida drástica e irreversible de este tipo de paisaje cultural, altamente valorado por instituciones internacionales y del escaso suelo agrícola productivo existente en este territorio.

La superficie abancalada en desuso en el Guiniguada (60%) se asemeja a la de Vall d'Ebo (Alicante) (58%), es notablemente inferior a la de los valles del sistema ibérico riojano (Ruiz-Flaño *et al.*, 2009) y a los del Maestrazgo (Castellón y Teruel) (Ruecker *et*

al., 1998), en los que el abandono afecta a algo más del 90% de la superficie abancalada, y es muy superior al 24% de abandono de andenes en Perú.

Se aporta el primer mapa de bancales y de la historia reciente de su ocupación en una cuenca hidrográfica de Canarias, al que se le puede considerar una muestra representativa del ingente patrimonio de bancales que existe en otras islas montañosas del archipiélago canario. Además, sirve de soporte o de base para evaluar su estado actual de conservación.

Los procedimientos utilizados para conocer los procesos de abandono agrícola han resultado válidos para los objetivos marcados en este trabajo, a pesar del riesgo que conllevan los posibles errores cometidos en la fotointerpretación, la ambigüedad de los conceptos empleados (abandono agrícola) o la dificultad en la certera identificación del abandono agrícola a partir del análisis de coberturas del suelo. Corroboramos también su validez a la hora de solventar las deficiencias detectadas en la documentación oficial (cartográfica, estadística y bibliográfica), tanto en el tratamiento asignado al abandono agrícola (cartografía de usos, de cultivos y de vegetación) como al patrimonio de bancales en Canarias.

Es pertinente añadir el alto valor que tiene la fotografía aérea de 1960. Su calidad, extensión y escala (1:16.000) hacen de ella un documento histórico clave para el análisis de cambios de ocupación que acontecen tras el período de máxima ocupación agrícola (autarquía económica de la post guerra), así como para identificar las vertientes abancaladas.

8.1.1.3. Objetivo 3. Conocer las características geomorfológicas de las vertientes cultivadas y clasificar los tipos de campos de cultivo teniendo en cuenta la diversidad de situaciones ambientales y antrópicas existente

Las vertientes con dedicación agrícola de la cuenca del Guinguada son un mosaico de parcelas con diferentes grados de aprovechamiento, estados erosivos y, por ello, de estados de conservación.

Pese a la aparente diversidad de situaciones ambientales y geomorfológicas de las vertientes cultivadas, se ha detectado un conjunto de características ambientales predominantes, así como una serie de variables que muestran cierta relación con el estado erosivo de los campos, de los que damos cuenta a continuación.

Las vertientes cultivadas de la cuenca del Guinguada se caracterizan por presentar su máxima extensión en medianías altas, sobre laderas con pendientes acusadas ($>15^\circ$), afectadas por lluvias de alta intensidad diaria (>75 mm/día), en exposiciones de solana (E+SE) y en las partes bajas (48,1%) de laderas cóncavas (37,9%). En definitiva, en lugares receptores de fertilidad (escorrentías y sedimentos). Todos estos valores dan cuenta de la alta vulnerabilidad erosiva que presentan las vertientes cultivadas de esta cuenca, que le viene dada fundamentalmente por el predominio de campos de cultivos localizados en pendientes pronunciadas sobre las que se han tenido que acometer obras de acondicionamiento para su puesta en cultivo, la conservación de los suelos, su adaptación a las condiciones pluviométricas extremas y para el acopio de elementos de fertilidad (agua y sedimentos en suspensión), que inciden en el rendimiento de los cultivos.

En lo referente a los campos de cultivo que existen en esas vertientes, predominan los bancales de rellano plano y muro (77,2%), seguidos de los de rellano en pendiente y muro (12,7%); siendo mucho menos numerosos los bancales tipo bulldózer (6,8%) y los campos en pendiente (3,3%).

Los tipos de procesos de erosión más frecuentes (movimientos en masa) son los propios del modelo de campo dominante, los bancales planos con muro. Asimismo, existe un elevado porcentaje de campos en mal estado de conservación (41,9% con deterioros de medio a muy alto), frente al 26,7% en perfecto estado, o con deterioros nulos. Estos datos ponen de manifiesto la intensa intervención realizada por los agricultores en las vertientes de esta cuenca a lo largo de la evolución histórica de su aprovechamiento agrícola. Por su parte, el elevado número de campos en mal estado de conservación es la prueba evidente de la vulnerabilidad erosiva señalada en el párrafo anterior, en relación con las características ambientales de las vertientes.

La variable que presenta una relación más significativa con la tipología de procesos de erosión es el modelo de campo. A los procesos ya señalados para los bancales planos

con muro se oponen los arroyamientos como propios de campos en pendiente y de bancales con rellano en pendiente. Otro resultado concluyente que se relaciona con este aspecto es que el modelo de campo más vulnerable frente a los procesos de erosión son los bancales tipo bulldózer, en los que la ausencia de muro e inclinación de sus taludes determinan el desarrollo de una gran variedad de procesos de erosión (desprendimientos, caídas de tepés, deslizamientos y escorrentías) sobre ellos.

Por su parte, las variables que presentan una relación más significativa con el estado de conservación de los campos son: los procesos de erosión, el grado de explotación de los campos, la pendiente y el geoambiente. Los procesos de erosión que más contribuyen al deterioro de los campos son los menos frecuentes (terrallas de ganado, incisiones, movimientos en masa en los taludes, arroyamiento y coladas de barro), todos con más del 60% con deterioros altos y muy altos. Estos son los procesos que se activan en los modelos de campos menos abundantes en la cuenca: campos en pendiente y bulldózer.

Se constata la estrecha relación que existe entre el estado de conservación de los campos y su abandono agrícola, pero se aprecia un porcentaje elevado de campos cultivados con deterioros altos (31,2%) y muy altos (14,9%). Esto demuestra que el mantenimiento de su explotación no garantiza la continuidad de las tareas de conservación de los muros de los bancales (agricultura familiar a tiempo parcial).

Por último, la pendiente es una de las variables ambientales que más incide en el estado de conservación de los campos, como demuestra la existencia de un elevado número de ellos con deterioros altos (94,2%) y muy altos (74%), sobre pendientes acusadas (>15°) y muy acusadas (>20°).

Existe relación entre el estado de conservación de los campos y su localización espacial, donde más de la mitad de los que presentan deterioros altos y muy altos se localizan en la costa y en la cumbre. Esto es así porque en esos espacios concurren una serie de factores que inciden negativamente en el estado de conservación de los campos: abandonos antiguos, litologías altamente erosionables de origen sedimentario y volcánico y los modelos de campos con la peor eficacia antierosiva de los existentes en cuenca (campos en pendiente y bancales con rellanos en pendiente).

Algunos de esos resultados coinciden con los señalados por otros autores. Así, por

ejemplo, la relación entre el modelo de campo y el tipo de procesos erosivos (Arnáez y Pérez-Chacón, 1986, García-Ruiz et al., 1988; Ruíz-Flaño, 1993, Lasanta *et al.*, 1996; García-Ruiz y López-Bermúdez, 2009) o la edad de abandono con las aptitudes agrológicas de los campos (abandonos más antiguos, los de la marginalidad Lasanta, 1988; Ruíz-Flaño, 1993; García-Ruiz *et al.*, 1996; Sluiter y De Jong, 2007 y García-Ruiz y Lana-Renault, 2011). En cambio, a diferencia de lo que se aprecia en otras áreas de montaña de latitudes medias, en las que existen diferencias térmicas que inciden en el crecimiento vegetativo de los cultivos (Ruíz-Flaño, 1993, Lasanta, 1985, 1989 y 1996), la exposición no resulta ser un factor condicionante en el aprovechamiento agrícola de las vertientes del Guiniguada.

Teniendo en cuenta el estado de conservación y la tipología de procesos de erosión que existe en las parcelas muestreadas, se obtiene una clasificación geomorfológica de estados erosivos cuyas principales características y frecuencias relativas son:

Tipo 1: campos con reducido número de movimientos en masa y deterioros nulos y bajos (70,9% de frecuencia), con presencia en todos los geoambientes de la cuenca, sometidos a los tres grados de explotación (abandono, parcialmente cultivados y cultivados). Son bancales con rellano plano y muro, localizados en las condiciones topográficas (pendientes $<20^\circ$) y de exposición (ENE, ESE SE y SO) de menor fragilidad erosiva. En la muestra de campos abandonados, destacan los abandonos medios con un 68% de frecuencia.

Tipo 2: con arroyamiento y deterioros medios y altos (5,2% de frecuencia). Son campos en pendiente abandonados o bancales con rellano en pendiente y muro y también bulldózer, entre los cultivados. Se encuentran en laderas que presentan condiciones topográficas ($>20^\circ$ de pendiente y laderas rectas) y de exposición (NNO) desfavorables a la conservación de sus suelos. Los abandonados se extienden por los geoambientes de costa y de medianías bajas y altas, mientras que los cultivados se localizan preferentemente en medianías altas. En la muestra de campos abandonados, destacan los abandonos antiguos con un 88% de frecuencia.

Tipo 3: con movimientos en masa y deterioro alto y muy alto (21,3% de frecuencia). Se distribuyen por toda la cuenca con los tres grados de explotación. Destacan porque representan la diversidad de bancales que existen en la cuenca y porque no se asocian

a unas condiciones ambientales claramente definidas. Entre los abandonados y cultivados dominan los bancales con rellano plano y muro, mientras que en los parcialmente cultivados también existe un importante número de bancales con rellano en pendiente y muro, y de tipo bulldózer. En la muestra de campos abandonados, predominan los abandonos medios, con el 60% de frecuencia.

Tipo₄: con heterogeneidad de procesos de erosión (caída de tepés, desprendimientos y terracillas) y deterioro muy alto (2,5% de frecuencia). Sólo existen en abandono. Se asocian a abandonos antiguos y medios, con el 52% y el 32% de frecuencia respectivamente. Se localizan en medianías altas y cumbre. Son bancales con rellano en pendiente y muro. Se encuentran en sectores de máxima agresividad de la lluvia diaria (>100 mm/24 horas) y en laderas expuestas al NNO, por tanto, en condiciones ambientales de máxima fragilidad erosiva.

El análisis de las interrelaciones entre las variables ecoantrópicas que caracterizan a los cuatro tipos geomorfológicos permite identificar aquellas que imprimen heterogeneidad entre ellos. En primer grado, lo hacen las relacionadas con la altitud (suelo, litología, precipitación media anual y precipitación máxima en un día). Y en segundo nivel, las relacionadas con las condiciones topográficas de las vertientes (pendiente y lugar en la ladera), y con su grado de intervención humana, el modelo de campo.

El grado de explicación que aportan las variables que componen las dos dimensiones, resulta elevado, si se considera la complejidad del sistema agroambiental analizado. Decrece según el grado de explotación de los campos o, lo que es lo mismo, conforme se hace más patente la presencia humana, con dedicación agrícola, sobre los campos. El ajuste total de 41,10%, 38,66% y 31,9% para los campos abandonados, parcialmente cultivados y cultivados, respectivamente. Estos datos ponen en evidencia que las variables usadas en el análisis de los estados erosivos no logran explicar completamente las causas de la diversidad de estados de conservación de los campos de cultivo en vertientes de la cuenca del Guiniguada, especialmente entre los campos que permanecen en parcial o total explotación.

La existencia de un buen número de bancales que permanecen en cultivo con deterioro alto de sus muros (Romero *et al.*, 1994), hecho constatado en pocos espacios

abancalados del territorio nacional (Valle de Ayora, Valencia) (Pérez- Cueva y Recatalá, 1990), informan sobre la degradación episódica de los mismos, sobre el cambio de mentalidad del agricultor y sobre la práctica de un tipo de la agricultura de baja dedicación que parece imperar en la actualidad, la llamada agricultura de fin de semana o a tiempo parcial. Para que se produzca un desprendimiento de gran envergadura sólo es necesario que tenga lugar un episodio lluvioso de cierta intensidad, que desate el desmoronamiento del paquete de suelo del escarpe del bancal y del muro protector. Este fenómeno no suele producirse en campos abandonados donde la recolonización haya sido eficaz en su función protectora del sistema rellano-muro del bancal. En este caso se trata de una degradación más lenta y constante que en el anterior. También indica el proceso de devaluación de la tierra de cultivo por parte de sus propietarios, que deja de apreciarla como un bien patrimonial que hay que defender para considerarla como un bien de uso que coge valor cuando los beneficios superan a los costes de mantenimiento.

También resulta determinante para explicar el alto deterioro de un número importante de campos cultivados, la aparición de un nuevo modelo de campo, el denominado bulldózer o excavadora, caracterizado por su elevada fragilidad erosiva. Su reciente inclusión en el paisaje agrícola de esta cuenca parece indicar un cambio en la cultura tradicional de conservación de suelos, que tiende hacia la "insostenibilidad". Éste es un fenómeno que también ha sido detectado en Málaga y Granada (Drescher y May, 1989; Durán-Zuazo *et al.*, 2005) y en el Priorato (Cots-Folch *et al.*, 2006 y 2009; Ramos *et al.* 2007), relacionados con la agricultura intensiva de frutales subtropicales, en el primer caso, y con la reconversión de la vid promovida por la PAC en el segundo.

Dichas variables tampoco aportan una explicación completa sobre las razones que explican el desigual estado de conservación que existe entre los tipos geomorfológicos 1 y 3, dentro de la muestra de los campos abandonados, caracterizados por el dominio de bancales planos y por su carácter ubiquista. La diferencia entre ellos no parece responder a pautas ambientales muy marcadas, ni a variables antrópicas, a priori tan determinantes, como la edad de abandono y la accesibilidad. Su desigual estado de conservación debe pues, responder a variables relacionadas con parámetros sociales (uso posterior al abandono) y/o naturales (cobertura vegetal), que no se han contemplado en esta investigación.

El procedimiento metodológico escogido para la consecución de este objetivo ha resultado adecuado para el análisis de un sistema tan complejo como es la dinámica geomorfológica de las vertientes agrícolas. Las técnicas estadísticas empleadas (descriptivas bivariadas y multivariadas) en la descripción de las vertientes cultivadas y en la clasificación y descripción de los estados erosivos, a tenor de los resultados obtenidos, han resultado altamente eficaces en el manejo y análisis del ingente volumen de información (casos y variables) obtenida en el territorio.

Las técnicas estadísticas multivariadas se han usado en Geomorfología con objetivos similares, como el análisis de la influencia de los factores ambientales en la distribución espacial de los procesos geomorfológicos y en la identificación de categorías geomorfológicas en montaña (González *et al.*, 1994), la cartografía de la susceptibilidad geomorfológica de las vertientes en Colombia (Cartaya *et al.*, 2006) y en La Rioja (Ortigosa *et al.*, 2000), o para identificar relaciones entre los microambientes erosivos con los parámetros edáficos y con la recolonización vegetal en campos abandonados de Tenerife (Arbelo *et al.*, 2006), entre otros.

Los resultados obtenidos han aportado los criterios necesarios para realizar una correcta selección de campos representativos de las cuatro tipologías geomorfológicas detectadas y para orientar el análisis detallado de los procesos de erosión, a escala de parcela, que se aborda en el siguiente objetivo de este trabajo. Además, suponen un avance en la línea de los ya alcanzados por otros autores en la clasificación y caracterización de la dinámica geomorfológica de los campos abandonados en Gran Canaria (Arnáez y Pérez-Chacón, 1986; Romero *et al.*, 2006), y en el análisis de la degradación de los suelos en bancales abandonados del sur de Tenerife (Arbelo *et al.*, 2006; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2003).

Finalmente, la investigación ha permitido definir tipos de campos de cultivo en vertientes con diferentes grados de vulnerabilidad erosiva, que pueden resultar de utilidad para establecer estrategias de conservación del patrimonio de bancales en Gran Canaria.

8.1.1.4. Objetivo 4. Caracterizar hidrogeomorfológicamente de forma detallada los tipos de estados erosivos ("tipos geomorfológicos"), teniendo en cuenta la heterogeneidad de situaciones (geoambientes, usos) en las que se presentan.

El análisis hidrogeomorfológico detallado de los cuatro tipos de estados erosivos, realizado sobre una muestra de 76 parcelas de cultivo, consistió en el análisis de las características morfométricas, de coberturas vegetales y edáficas; en la medida de los procesos de erosión, y en la identificación de las variables indicadoras de vulnerabilidad erosiva de cada uno de ellos.

Entre las características morfométricas de los campos que pueden incidir en su estado erosivo, se aprecia una distribución altitudinal semejante entre los tipos 1 y 3 en cuanto a la altura de los muros y anchura del rellano, encontrándose los bancales con rellanos más anchos y muros más altos en la costa frente a los de cumbre. Las condiciones topográficas explican parcialmente este hecho, aunque también puede tener relación con el tipo de propiedad de la tierra (gran propiedad) y con el tipo de agricultura (intensiva, con fuerte inversión de capital, plataneras en bancales ingleses). También existen diferencias en el mismo modelo de campo (bancales inclinados) entre los tipos geomorfológicos 2 y 4, entre los que el mayor deterioro de los segundos puede estar condicionado por la mayor longitud y pendiente de sus rellanos. Se detecta, entre los campos en peor estado de conservación (tipo 4), una particularidad en la morfología de sus bancales planos, que parece incidir en su elevada fragilidad erosiva. Los muros descansan sobre escarpes rocosos (piroclastos alterados y/o sedimentos coluviales), cuya elevada alterabilidad puede reducir la eficacia antierosiva de sus muros.

En lo que respecta a la cobertura vegetal, destaca la ineficiente función protectora de la misma (total y por estratos) frente a la erosión entre los campos que se encuentran en peor estado de conservación (tipos 2 y 4). En ellos, pese al alto grado de cobertura vegetal total y subarborescente que presentan, como consecuencia del avanzado estado de recolonización por los años transcurridos desde su abandono (antes de 1960), los suelos acusan una importante degradación que redundará en su mal estado de conservación. Se trata de suelos con fuertes limitaciones naturales sobre los que ni el manejo agrícola, ni el uso posterior, ni la recolonización han podido enmendar dichas deficiencias.

El análisis de la erodabilidad y de los suelos, medida a partir de sus parámetros físico-químicos, ha permitido detectar diferencias entre los estados erosivos y por geoambientes. Los suelos de los tipos 1 y 3 (deterioros nulos y altos respectivamente) presentan estructuras con mayor resistencia a la erosión que los de los tipos 2 y 4 (deterioros altos y muy altos respectivamente), debido a la mayor proporción de arcilla, materia orgánica y bajo contenido en caliza del primer grupo señalado. Por su parte, en los geoambientes de costa y de cumbre se detectan los mayores problemas de erodabilidad. En el primero se debe a la aridez climática, al sustrato sedimentario, a su cercanía al mar y al riego con aguas salobres que conllevan problemas de sodicidad y de desestabilización de sus agregados, debidos a la dispersión de las arcillas y a la solubilización e iluviación de la materia orgánica y de las arcillas. Y, en el segundo debido a su bajo contenido en materia orgánica y al dominio de la fracción arenosa.

Con estos últimos resultados se comprueba que en esta cuenca, situada en la vertiente norte de Gran Canaria, no existe el gradiente altitudinal de erodabilidad decreciente que existe en la vertiente sur de Tenerife (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2003), aunque dicha comparación tendría que tomarse con reservas debidas al empleo de métodos diferentes. Para el Guinguada se calcula a través del uso combinado de algunos parámetros edáficos (arcilla, materia orgánica, caliza total y sodio intercambiable %), mientras que en esa vertiente de Tenerife a partir de pruebas de estabilidad de los agregados del suelo.

Se constata que algunas características morfométricas de los modelos de campo se relacionan con la frecuencia y las dimensiones de los procesos de erosión. En los bancales planos (tipo 1 y 3), la altura del muro condiciona el volumen de suelo y piedras desalojados por los desprendimientos. Es una relación ya demostrada por otros autores (García-Ruiz *et al.*, 1988) y que resulta evidente, dado que cuanto más alto es el muro mayor es la alteración del equilibrio hidrológico natural de la vertiente y la cantidad de suelo que se acumula en la parte posterior del muro. En los bancales inclinados (tipos 2 y 4) es la pendiente del rellano el factor que influye en el volumen desalojado por los desprendimientos que se activan en sus muros. En este caso, el volumen de material desalojado por los desprendimientos se incrementa conforme desciende la inclinación de sus rellanos. Este resultado viene a confirmar lo señalado por otros autores cuando constatan la escasa relación que existe entre los procesos que se activan en los rellanos con los de sus muros (Arnáez *et al.*, 1993). Y puede estar

relacionado con la mala calidad de los muros que inciden en el mal drenaje de las escorrentías subsuperficiales, que discurren por el rellano y van a parar al muro. Por último, en los campos en pendiente se aprecia una relación negativa entre la longitud del campo y el arroyamiento difuso moderado, esto es, cuanto más corto es el recorrido del agua la energía cinética que genera su desplazamiento es menor, divagando por la superficie de la ladera con magnitud moderada y con carácter difuso.

Con la identificación de los factores de vulnerabilidad erosiva de los tipos geomorfológicos se comprueba el desigual peso que ejercen las variables ecoantrópicas en el estado de conservación de las parcelas muestreadas. En los campos que presentan un buen estado de conservación (deterioros nulos y bajos, tipo 1), la activación de procesos de erosión (desprendimientos y caídas de piedras) parece estar más condicionada por las malas prácticas agrícolas actuales o pasadas (abandono medio), que por los parámetros ambientales o por la morfología de los campos (bancales planos con muro). Entre esas malas prácticas destacan el riego continuado, que favorece el proceso de iluviación de arcillas y, el monocultivo intensivo que hace lo propio, desequilibrando el contenido en macronutrientes del suelo. Entre los parámetros ambientales que pueden incrementar su vulnerabilidad erosiva se encuentran: la cobertura vegetal de porte subarborescente, los suelos (Cambisoles) y la forma de la ladera (rectilínea). Se constata que la vegetación subarborescente que se localiza próxima a los muros, especialmente en los campos localizados en laderas cóncavas, se relaciona con el volumen de suelo y piedras desalojados por los desprendimientos (Rodríguez y Kendall, 2001; Lesschen *et al.*, 2008 y Solé-Benet *et al.*, 2010). Y, por otra parte, los Cambisoles, situados en laderas rectilíneas, se relacionan con el porcentaje de muro afectado por los procesos de erosión. El escaso desarrollo de ese tipo de suelos puede repercutir en su deficiente drenaje debido a la acumulación de arcillas a escasos centímetros de la superficie que se resuelve con la rápida saturación del mismo ante eventos lluviosos.

Entre los campos con deterioros medios y altos (tipo 2) se aprecia que la diversidad de microambientes erosivos que presentan los campos en pendiente está condicionada por un importante número de factores ambientales, entre los que destacan los suelos (Calcisoles e Inceptisoles), la litología (coluviones y piroclastos recientes) y la forma de la vertiente (rectilínea). Son suelos que pierden calidad con el paso del tiempo, debido al descenso de su contenido en materia orgánica por efecto de las escorrentías y, en el

caso de los situados en costa, además por la alcalinización y salinización por remonte capilar de las sales.

En los campos con deterioros altos y muy altos (tipo 3), la abundancia y el gran tamaño de los movimientos en masa que se activan en los muros de estos bancales planos resultan de la acción conjunta de factores ambientales y antrópicos. Entre los ambientales destacan la altitud (costa y medianías bajas), la litología (sedimentos y piroclastos), la forma y el lugar en ladera (sección superior de laderas rectas y media de cóncavas). La mayor vulnerabilidad detectada en los campos situados en los geoambientes mencionados se explica por sus características edáficas y morfométricas (altura de muros). Suelos con bajos contenidos en materia orgánica que redundan en la baja capacidad de infiltración, en la circulación subsuperficial del agua y el lavado de las partículas, y el consecuente desalojo de parte del material del talud posterior al muro, que terminan por desestabilizar una sección importante del mismo.

El pésimo estado de conservación que presentan los campos del tipo 4 (bancales planos e inclinados), en los que se activan una gama amplia de procesos erosivos, se debe a la acción conjunta de la edad de abandono (antiguo) y de algunas variables ambientales: altitud, suelos, cobertura vegetal y forma de la ladera. El porcentaje de muro destruido se relaciona directamente con el geoambiente de costa, con los Cambisoles y con la localización en laderas convexas. En cambio, el volumen de suelo y piedra movilizados por los procesos de erosión guarda una estrecha relación con la cobertura vegetal subarbustiva, los Luvisoles y su localización en laderas cóncavas. Estos resultados no coinciden exactamente con los obtenidos en los bancales del Sistema Ibérico riojano (Arnáez, *et al.*, 1992 y 1993) para los que resulta que tanto el volumen de material movilizado por cada 100 metros de bancal como el desplazado por desprendimiento, es superior en las partes bajas de las laderas cóncavas. Esto se explica porque son las partes más saturadas a las que van a parar las escorrentías subsuperficiales de las vertientes y también tiene que ver con su uso reciente para el pastoreo. El protagonismo que adquieren las laderas rectas o convexas en la dimensión y frecuencia de los desprendimientos puede estar relacionado, como ya apuntan algunos autores (Llorens *et al.*, 1992) con la alteración de la circulación hídrica subsuperficial por parte del hombre en el momento de la construcción de los bancales.

Desde el punto de vista metodológico, la escala (parcela de cultivo), el tipo de muestreo (estratificado y al azar), las técnicas empleadas en la cuantificación de los procesos (transectos) y de las características edáficas y el análisis estadístico (técnicas bivariadas) han resultado adecuados para la consecución de este objetivo. Han servido para ilustrar la diversidad de situaciones erosivas que imponen las variables ecoantrópicas en el funcionamiento geomorfológico de las vertientes de cultivo.

Con los resultados obtenidos se ha podido comprobar el desigual grado de incidencia de las variables ecoantrópicas, que actúan como factores de vulnerabilidad erosiva y plantean una serie de interrogantes acerca de la evolución de la dinámica erosiva del modelo de campos más abundante y heterogéneo que existe en esta cuenca: los bancales planos con muro.

8.1.1.5. Objetivo 5. El diseño y la aplicación, sobre una zona seleccionada, de un método que permita valorar la calidad para la conservación y establecer categorías de prioridad y viabilidad para la restauración de unidades de paisaje con presencia de bancales.

La conservación y puesta en valor de los bancales es un objetivo preferente para distintos organismos internacionales, entre los que destacan la UNESCO y la FAO. Defienden el carácter multifuncional de los bancales y los servicios ambientales que prestan, entre los que destacan su lucha contra la desertificación y la degradación del suelo.

En este apartado de la investigación se trabaja en total sintonía con lo que defienden dichos organismos. Este estudio del patrimonio de bancales se realiza a partir del diseño y ensayo de dos procedimientos metodológicos: por un lado, el valorativo de calidad y de estado de conservación y, por otro, el propositivo de prioridad y viabilidad para su restauración. Se trabaja sobre tres evidencias, referidas a ese tipo de paisaje agrícola, demostradas en nuestra área de estudio: su carácter patrimonial, su diversidad o riqueza y su extensión superficial. Se parte de la premisa de que todos no presentan la misma calidad y que, si el fin último debe ser el de conservar el mayor número posible de ellos, debe establecerse un procedimiento que sea, al mismo tiempo valorativo y selectivo, y que contemple su carácter multifuncional, sus fortalezas y sus debilidades. El objetivo final consiste en facilitar la elección de los

bancales mejor valorados y, entre ellos, los que precisen ser restaurados según criterios de prioridad y viabilidad especificados teniendo presente el elevado coste económico que representa la reposición de sus muros. Se trata de seleccionar aquellos que merezcan su “conservación activa”, entendiendo como tal aquella que se practica cuando se restauran y conservan los bancales, y la acción se acompaña de una asignación de usos que garantice una adecuada gestión para su conservación.

Entre las principales cualidades del método diseñado destacan su carácter integrador, sistemático, selectivo y pragmático. Es un procedimiento metodológico integrador porque en toda su secuencia se tiene en cuenta la multifuncionalidad propia de este tipo de paisaje agrícola a partir de la suma ponderada de las valoraciones parciales que aluden a esas funciones que, resumidas en tres, son: valor productivo, ambiental y paisajístico. Es sistemático en la doble acepción de la palabra, porque ha de seguirse un orden y porque el objeto de análisis es, asimismo, un agrosistema. Es también selectivo porque permite separar los bancales que cumplan los requisitos prefijados para su conservación y restauración. Finalmente, se trata de un método cuya finalidad última deber ser la de su aplicabilidad en las políticas de gestión de dichos espacios por parte de los organismos públicos competentes.

Se realiza una adaptación metodológica que toma como punto de partida los trabajos realizados, desde la Ciencia del Paisaje por Bolós (1992) y Bovet y Rivas (1992), aplicando los enfoques sistémicos al estudio del paisaje de bancales. De sus postulados se aprovechan el concepto de unidad de paisaje y el empleo de fichas de inventario y de algoritmos para la realización de diagnósticos y síntesis. La adaptación del concepto “unidad de paisaje” (Zonneveld, 1989; Pérez-Chacón, 2002; Romero *et al.*, 2003) al estudio del patrimonio de bancales ha resultado de suma utilidad debido principalmente a su versatilidad. Se trata de un instrumento de análisis territorial integrado, una unidad de observación, de valoración y de proposición en sí misma, que además ha permitido realizar un “zoom” (del conjunto de bancales a la parcela abancalada) cuando las necesidades operativas del momento lo requerían.

En la ficha de inventario diseñada se incorporan, para cada unidad de paisaje con bancales, los tres planos de análisis propios de los estudios de paisaje integrado (Pérez-Chacón, 2002): el estructural, para la descripción de los componentes del paisaje y sus relaciones, el funcional, para el dinamismo del paisaje y, finalmente, el

espacial, para el análisis pluriescalar antes mencionado. En ella se integran, de forma ordenada las variables seleccionadas para la clasificación, la calificación y las propuestas de restauración de las unidades de bancales analizadas. Por otro lado, los algoritmos utilizados constituyen piezas claves, del método diseñado y ensayado, en la medida que permiten expresar y operar, de forma ordenada, los pasos a seguir en los diagnósticos de calidad y de estados de conservación. También parecen ajustarse bastante bien a la realidad de la cuenca, al tiempo que integran variables muy dispares. Su utilidad radica en que permiten hacer valoraciones y proposiciones acordes con los valores y limitaciones del espacio estudiado e independiente de la procedencia académica de los técnicos encargados de dichas tareas, pues requieren sólo de las oportunas adaptaciones territoriales. Por su parte los procedimientos empleados en la prioridad (tabulación cruzada de calidad y factor amenaza) y en la viabilidad (criterios de visibilidad, rentabilidad económica y compatibilidad con normativa territorial) consisten en una secuencia de etapas, en las que se discriminan los que no cumplen una serie de condiciones y de la que resulta una selección de bancales en los que es prioritario y, al mismo tiempo viable, su restauración.

Las variables que sintetizan los diagnósticos de calidad y estados de conservación de los bancales y las que se emplean para la propuestas de restauración son de fácil obtención mediante fotointerpretación, documentación (cartográfica, estadística e instrumentos de ordenación) y campañas de campo. Resultan apropiadas para realizar valoraciones parciales, según funciones desempeñadas (productiva, ambiental y territorial) y para la implementación en los algoritmos y demás sistemas de selección usados en cada una de las fases del trabajo.

A partir de la revisión documental de la legislación y normativa territorial y sectorial de Canarias, y de Gran Canaria en particular, se constata que los paisajes agrícolas de bancales están infravalorados por las instituciones públicas. En tal sentido, se observan omisiones, inconcreciones, indefiniciones y falta de transversalidad entre las distintas administraciones con competencias territoriales, ambientales y patrimoniales y, en ningún caso, los paisajes abancalados se someten a una valoración integral (sumatorio de valoraciones parciales de las funciones que desempeñan los bancales).

Desde este trabajo de investigación, se aboga por la transversalidad de las políticas sectoriales y territoriales en aras de favorecer la protección, conservación,

recuperación y gestión del patrimonio de bancales en tanto que son elementos del paisaje y, paisajes en sí mismos, que están relacionados con la conservación de recursos naturales escasos y valiosos en Canarias (suelo, agua), con actividades económicas productivas y creadoras de paisaje, además de constituir amplias zonas habitadas por un número significativo de personas.

En el ámbito de la investigación geográfica realizada en Canarias, únicamente se consideran los bancales como sistemas de construcción (junto a gavias, nateros, breñas, gerias y sorribas si lo están) entre los criterios de clasificación de los paisajes agrícolas canarios (Martín, 2000) para el caso de los que se sitúan en las medianías, lo que deja fuera de consideración, como elementos estructurantes de estos paisajes a los de costa y cumbres. En otros casos únicamente se les asocia con los paisajes abandonados (García y Pestana, 2010).

El espacio donde se ensaya el método de trabajo diseñado, el área del Proyecto Piloto Urbano Guinguada (Romero *et al.*, 2000), resulta idóneo para analizar los efectos del abandono agrícola, la "artificialización" y la "naturalización" sobre el patrimonio de bancales que han sido muy intensos en este sector de la cuenca del Guinguada. Dichos efectos se han tenido en cuenta tanto en los diagnósticos de calidad y de estado de conservación como en la fase propositiva de prioridad y viabilidad para la restauración de los bancales.

Se realiza una primera clasificación de las unidades de bancales en la que, a diferencia de las numerosas clasificaciones realizadas por otros autores en las que se atiende fundamentalmente a sus características constructivas y morfológicas (Grove y Rackhman, 1988; Masson, 1993; Colomar *et al.*, 2002; Kendall, 2005; Reynés *et al.*, 2007; Kendall y Rodríguez, 2009 y Agropaisajes insulares-La Gomera, 2013), se considera la triple valoración señalada (productivo, ecológico y estético) que tiene en cuenta el uso, la pendiente y el tipo de obra (Romero *et al.*, 2003).

Los resultados obtenidos en los diagnósticos de calidad y de estado de conservación aportan valiosa información sobre la frecuencia, la extensión superficial y la distribución espacial del patrimonio de bancales, especialmente del que presenta la máxima valoración de calidad y el peor estado de conservación. Las unidades con alta y muy alta calidad suponen el 35% de las unidades de bancales (tabla VIII.1) y el 44,1%

de la superficie abancalada, mientras que las más deterioradas representan el 27% de las unidades de bancales que existen en este sector del Guinguada y el 28,7% de la superficie abancalada. El método discrimina adecuadamente las unidades de bancales con esa calificación (figura VIII.3) e informa del origen de la misma: su elevada capacidad de regulación hídrica de las vertientes, su calidad visual, y el abundante patrimonio cultural (etnográfico) y natural que contienen las unidades o están presentes en su entorno.

	Unidades de bancales	Unidades bancales		Superficie	
		Nº	%	(ha)	(%)
		111	100	195	100
Calidad conservación	Alta y Muy Alta calidad conservación	39	35	90,5	46,3
Estado conservación	Mal estado de conservación	30	27	56,1	28,7
Grado explotación	Regular y Mal estado y abandonados	12	10,8	32,5	16,7
	Mal estado y en uso	24	21,6	38,4	19,7
Prioridad restauración	Alta y Muy Alta prioridad restauración	24	21,6	55,6	28,5
Prioridad restauración	Alta y Muy Alta prioridad restauración	24	100	55,6	100
Viabilidad	a) Alta Visibilidad	6	25,0	27,0	48,6
	b) Menor coste de reposición de muros	11	45,8	9,8	17,6
	c) Compatibilidad con normativa territorial	23	95,8	55,2	99,2
	* Rentabilidad económica (plátano)	2	8,3	17,0	30,5

* Nº de unidades de bancales con alta prioridad para su restauración que cumplen con todos los criterios de viabilidad

Tabla VIII.1. Resultados de los diagnósticos (calidad, estado de conservación), uso y prioridad para la restauración (parte superior) y de la selección de unidades de bancales según criterios de viabilidad (parte inferior).

También resulta altamente eficaz en la etapa de síntesis de prioridad y de viabilidad para la restauración, pues cumple perfectamente con el carácter selectivo para el que fue diseñado. Prueba de ello es que el 21% de las unidades resultan con valores de alta y muy alta prioridad para la restauración, mientras que tan sólo el 1,8% cumple, además, con los con todos los criterios establecidos para el análisis de su viabilidad.

Ese 1,8% se corresponde con dos unidades de bancales con alta calidad para la conservación, con mal y regular estado de conservación, alta prioridad para la

restauración, se encuentran en explotación, dedicadas al cultivo en el que la restauración es asumible por sus propietarios pues resulta económicamente “rentable” y, además, no presentan incompatibilidad con la normativa territorial vigente.

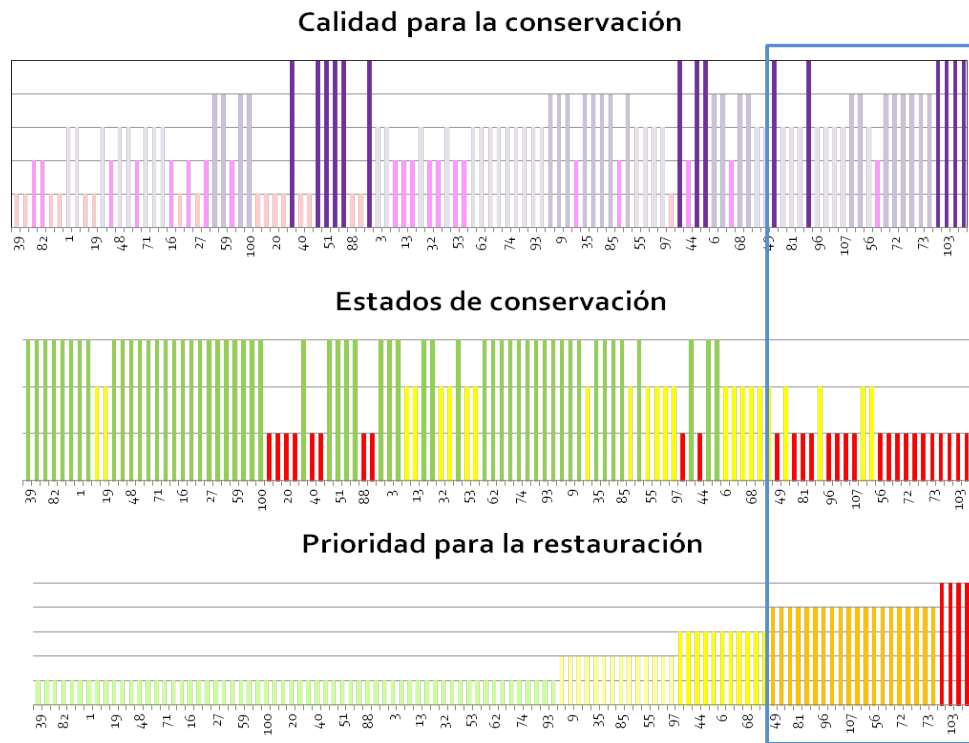


Figura VIII.3. Selección de unidades de bancales según prioridad para su restauración.

Estos resultados no son comparables con los de otros territorios, pues no se han realizado valoraciones integrales sino parciales. De esta forma, otros trabajos se han basado en su valor patrimonial (características constructivas, estado de conservación, usos, tipos de cultivos y fisonomía vegetal) (Proyecto europeo Patter, Colomar *et al.*, 2002), en su valor ambiental de protección frente a los riesgos naturales y mixtos (Proyecto europeo Terrisc: Reynés *et al.*, 2007), o en su valor productivo y socioeconómico (Proyecto europeo Alpter: Fontanari y Patassini (eds.), 2008). También existen estudios encaminados a garantizar la seguridad alimentaria en el nuevo escenario del cambio climático (Proyecto peruano Andenes: Lambruschini *et al.*, 2014), o para establecer nuevos modelos de gestión de estos espacios (custodia del territorio) (Agropaisajes Insulares: La Gomera, 2013).

El trabajo iniciado con esta tesis en materia de valoración y de propuestas de conservación del patrimonio de bancales constituye, como se señala en el objetivo específico, un ensayo metodológico y, como tal, es susceptible de mejoras.

En síntesis se puede considerar que los objetivos inicialmente planteados han podido cumplirse, tanto los específicos como el objetivo inicial de la investigación, que ha pretendido analizar y explicar las consecuencias geomorfológicas y paisajísticas del abandono agrícola de las vertientes abancaladas, con el objeto de identificar aquellos indicadores de diagnóstico que faciliten su gestión y conservación.

8.1.2. Demostración de las hipótesis

Esta investigación parte de dos hipótesis concatenadas: la primera de ellas establece que, en los últimos cincuenta años, se han producido cambios en el tradicional aprovechamiento agrícola de las vertientes, uno de los cuales, el abandono de dicha actividad, redundaría en el incremento de la vulnerabilidad erosiva de las mismas; la segunda, que dichos cambios, a su vez, suponen una pérdida del patrimonio agrícola en bancales y un bloqueo de su multifuncionalidad, por lo que resulta de sumo interés establecer un método de valoración de dicho patrimonio que favorezca su conservación.

8.1.2.1. Hipótesis 1

Con respecto a la primera hipótesis, se ha comprobado que los cambios recientes de en las coberturas del suelo, puestos de manifiesto por los procesos de naturalización, artificialización, abandono y contracción de la superficie agrícola de esta cuenca, están directamente relacionados con el cambio del modelo económico agrícola tradicional hacia el urbano-turístico y de servicios actual. En los últimos 50 años el abandono agrícola ha resultado ser el proceso más importante. Esto queda demostrado con el valor de cambio neto de la ocupación agrícola en explotación que se reduce a algo más de la mitad (del 50% al 21,9%), y se relaciona con el incremento de la superficie abandonada que es el doble de la existente (de 8,10% al 13,6%) al inicio del período de estudio.

En cuanto a los cambios experimentados por la ocupación agrícola cabe destacar que no responden a un proceso lineal, como ha quedado demostrado con la gran cantidad de transiciones detectadas entre las diferentes categorías de ocupación agrícola, y entre éstas y las coberturas urbana y natural.

El análisis del balance pérdidas-ganancias de la ocupación agrícola, realizado por etapas y para el período temporal completo, apunta en la misma dirección, esto es, hacia la pérdida de la agroproductividad de este espacio agrícola tradicional grancanario, siendo el balance de pérdidas en los tres casos señalados, superior al 50%.

Con la secuencia del proceso de abandono se comprueba, además, que más de la mitad de la superficie agrícola abandonada que existe al final del período se corresponde con abandonos recientes (1992-2002), mientras que los abandonos antiguos (antes de 1960) son los de la "marginalidad" (pendientes acusadas, suelos jóvenes en ambiente de cumbres), frente a los más recientes que son los de la "insostenibilidad" (en pendientes bajas, en suelos con buenas aptitudes agrológicas, en las periferias urbanas).

La complejidad de los cambios experimentados por la ocupación agrícola se manifiesta espacialmente y, desde el punto de vista hidrogeomorfológico, en un incremento de la vulnerabilidad erosiva de las vertientes que guarda relación con las variables ambientales (litología, suelos, precipitación, altitud, pendiente y lugar en la ladera), con el tiempo transcurrido desde su abandono, el modelo de campo y con la gestión antrópica predominante en la actualidad, la agricultura a tiempo parcial, con la que se reduce el tiempo dedicado a la conservación de los campos. La acción conjunta del abandono agrícola y las variables mencionadas dan como resultado la existencia de campos con diversos estados erosivos, detectados en los muestreos realizados sobre el terreno y, por lo tanto, con desigual grado de vulnerabilidad erosiva. En las parcelas en las que predominan los abandonos antiguos, en campos en pendiente y en bancales inclinados con muro, se identifican los que presentan peor estado de conservación (los tipos geomorfológicos 2 y 4), que son los de menor extensión superficial y los que se localizan en sectores marginales de la cuenca.

Los bancales planos con muro son los de mayor extensión superficial. Entre ellos existe un importante número de casos que presentan mal estado de conservación, debido a la elevada frecuencia y magnitud de los desprendimientos y las caídas de piedras en sus muros. Este estado erosivo se produce tanto en campos abandonados, entre los que predominan los abandonos medios (1992-2002), como en campos que permanecen en explotación en la actualidad. Es en este paisaje abancalado de las extensas medianías de esta cuenca en los que vulnerabilidad erosiva de las vertientes se hace más patente, pues, aunque se localizan bajo diversas condiciones ambientales, predominan los que presentan los suelos con las mejores aptitudes agrológicas de toda la cuenca. Resta decir que aunque los parámetros ambientales contemplados en este estudio justifican en parte su grado de vulnerabilidad, ésta debe terminar de explicarse con factores relacionados con la gestión antrópica que no han sido incluidos en esta tesis.

También se da cuenta de una nueva agresión al paisaje agrícola tradicional que tiene lugar en algunos sectores de las vertientes que permanecen en parcial y/o total explotación. Se trata de la implantación de un nuevo modelo de campo (bulldózer) construido con maquinaria pesada, que modifica drásticamente la morfología original de las mismas y en los que los sistemas de control de la erosión son muy deficientes o inexistentes.

8.1.2.2. Hipótesis 2

También se ha podido demostrar que el proceso de abandono agrícola afecta intensamente a la superficie de bancales de esta cuenca, concretamente al 46% de la misma. Se ha perdido el 28% de ese paisaje cultural por procesos de "naturalización" (reoblación y/o recolonización natural) y "solarización", mientras que el 18% restante se corresponde con la superficie abancalada en abandono en 2002.

Se constata con ello que la desagrarización y la consecuente contracción de la superficie agrícola tiene su fiel reflejo espacial en el predominio de los paisajes agrícolas del abandono, y en la pérdida de un paisaje agrícola tradicional de alto valor patrimonial y ambiental como es el paisaje de bancales.

Buena parte de ellos se han dejado de usar para los fines para los que se crearon (construcción de superficie agrícola, conservación de suelo y acopio de agua). El 8,52% de la superficie abancalada ha desaparecido debajo del cemento o del asfalto, el 19,5% debajo de mantos verdes diversos (re población y recolonización vegetal) y otros están siendo usados de basureros en los espacios periurbanos de esta cuenca (basuras, escombros, excrementos de animales, granjas ilegales, etc.). Esta transformación reciente de los paisajes abancalados es el resultado del cambio de modelo económico mencionado, en el que la sociedad da la espalda a la actividad económica que le suministra alimentos y materias primas, arriesgando su seguridad alimentaria. Y también es el reflejo de un importante cambio cultural ("de la cultura de la tierra a la cultura del solar", Pérez-Chacón, 2008), que implica la devaluación del valor productivo de la tierra y la implantación de una nueva forma de percibir estos paisajes tradicionales que son valorados como postales o imágenes de parques temáticos para recreación de la cultura del pasado reciente, a los que se suma la ceguera por parte de las instituciones con competencias territoriales y sectoriales.

La consecuencia inmediata de su abandono es el bloqueo de la multifuncionalidad de estos agrosistemas, con la desorganización del sistema de vertientes, y la pérdida irreversible de recursos naturales (suelo, agua, vegetación natural y cultivada) y culturales (bienes patrimoniales tangibles e intangibles y de identidad cultural de un pueblo). Además del bloqueo de sus funciones de prevención y/o mitigación ante los riesgos naturales y mixtos (erosión, avenidas fluviales, movimientos en masa, incendios forestales y cambio climático).

Se constata que el cese o descuido de las tareas de conservación de los muros de los bancales en campos con diferentes grados de explotación (abandonados, parcialmente cultivados y en cultivo), conlleva a estados de conservación de diverso signo. Y que la manifiesta disfunción que existe entre la actividad económica y la conservación del suelo, el agua y el patrimonio de los bancales que aún permanecen en explotación, repercute en el incremento de su vulnerabilidad erosiva.

El bloqueo de la función antierosiva de los bancales se pone de manifiesto en aquellos que presentan deterioros altos y muy altos, que se corresponden con los tipos geomorfológicos 3 y 4, entre los que existen parcelas con suelos de elevada erosionabilidad pero también con suelos de buena calidad agrológica.

El análisis conjunto del bloqueo de las funcionalidades de los bancales se realiza cuando se pone a prueba el método de valoración de calidad y de estados de conservación de los localizados en el tramo medio-bajo de la cuenca del Guinguada. A partir de los resultados obtenidos se demuestra la validez del método en la medida en que permite demostrar que el 15% de las unidades de bancales presentan muy baja calidad para la conservación, dada la baja calidad paisajística que presentan como consecuencia de los fuertes impactos ambientales que soportan. También se obtiene que el 27% de las unidades analizadas presentan mal estado de conservación, con más de la mitad de sus muros destruidos. Ambos resultados ilustran sobre sendos bloqueos: el de la función paisajística y el de la ambiental (conservación de suelos y regulación hídrica de las vertientes).

La validez del método diseñado para potenciar la conservación del patrimonio de bancales queda suficientemente demostrada en la medida en que ha servido para clasificarlo en función de la valoración integral de sus aptitudes y para seleccionar un número reducido de unidades de bancales que cumple con los requisitos de alta calidad para su conservación y de elevada prioridad y viabilidad para su restauración. Por último, se demuestra el carácter pragmático del mismo cuando resulta que una de las unidades de bancales propuesta para su restauración por los miembros del grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente que participó en el Proyecto Guinguada (Romero *et al.*, 2000), resultó seleccionada para su restauración y puesta en cultivo con el objeto de convertirla en un Parque Agrícola, el de la Finca del Galeón, situada en el casco urbano de Santa Brígida.

8.2. Conclusiones

Como conclusión general destaca que el reciente, intenso y rápido proceso de desagrarización de la cuenca del Guinguada se manifiesta en la degradación de un paisaje cultural, el de bancales, que ha llevado mucho tiempo, sabiduría y esfuerzo humano construirlo.

En el estado de conservación actual de los bancales han intervenido una serie de procesos, como el abandono agrícola, la naturalización y la artificialización, cuyos efectos han tenido diferente signo. El primero ha conllevado en muchos casos la desestabilización de las vertientes por erosión; el segundo ha favorecido en ocasiones

la recuperación de la masa vegetal original y, en el extremo opuesto, el tercero ha significado la pérdida "irreversible" del paisaje patrimonial de bancales y de su agroproductividad.

Como resultado de todo ello el paisaje agrícola actual del Guiniguada es el paisaje del abandono, denominado así por los recientes trabajos en los que se clasifica este tipo de paisaje en Canarias. En ellos, el cese de las tareas de restauración de los muros, incluso en los campos que permanecen en explotación, el tiempo transcurrido desde su abandono, junto con las condiciones ambientales y la gestión posterior al mismo, han configurado un mapa de estados erosivos muy heterogéneo, en el que los bancales planos de las medianías muestran la máxima vulnerabilidad.

Evitar la pérdida del patrimonio de bancales pasa por el re-conocimiento de sus valores y potencialidades, y por la correcta conservación activa. Ésta conlleva la restauración y asignación del uso adecuado a cada bancal, para garantizar su pervivencia adaptándolo a las nuevas demandas socioeconómicas y a los criterios de sostenibilidad.

El método de valoración para la conservación del patrimonio de bancales, aportado en esta tesis, pretende ser un instrumento de difusión de los múltiples servicios que presta este tipo de paisaje cultural y, al mismo tiempo, una herramienta que facilite el trabajo de los técnicos y políticos que trabajan y deciden sobre la gestión del territorio.

Las conclusiones específicas de la investigación realizada son las siguientes:

1. Los procesos de cambios de coberturas del suelo que han tenido lugar en la cuenca del Guiniguada en el periodo analizado son: el abandono agrícola, la naturalización (matorral y repoblación) y la urbanización.
2. Se detectan dos etapas en la dinámica de cambios: durante la primera (1960-1992) se constata el cambio de modelo económico a través de la extensión que alcanza la ocupación agrícola abandonada, mientras que en la segunda (1992-2002) el incremento de la complejidad de los cambios de coberturas son el reflejo territorial de múltiples procesos de transformación posiblemente originados por la concurrencia de políticas sectoriales y territoriales diversas.

3. El abandono agrícola se inicia, durante la primera etapa, en los geoambientes extremos de la cuenca, debido a los procesos de naturalización en la cumbre y de artificialización en la costa, y se extiende hacia las medianías, en las que convergen los procesos mencionados.
4. A los intensos cambios de coberturas del suelo que se producen entre 1960 y 2002 (especialmente de las categorías de ocupación agrícola) no le corresponden incrementos de las tasas de erosión potencial de igual magnitud. Con esto se concluye que estas estructuras creadas para la retención de suelo agrícola, los bancales, mantienen activa dicha función unos cuantos años después de su abandono. A lo que hay que añadir la acción protectora del suelo que ha desempeñado la recolonización vegetal espontánea junto a las tareas de reforestación acometidas sobre los mismos.
5. En 2002, el 58% de la superficie de la cuenca ya no tiene dedicación agrícola, en el 32% se conserva y permanece en total y/o en parcial explotación, mientras que la superficie que se ha mantenido abandonada desde 1960 hasta 2002 representa el 10% restante. En ésta última, más de la mitad del abandono responde a la categoría de "reciente" (1992-2002). Los abandonos antiguos (antes de 1960) son los de la "marginalidad", es decir, los que se producen en zonas de baja productividad (pendientes acusadas, suelos de baja calidad agrológica) y mal comunicadas. En contrapartida, los más recientes son los de la "insostenibilidad", en los que se dejan de cultivar áreas con alto valor agrícola (en pendientes suaves, en suelos con buenas aptitudes agrológicas) que, generalmente, están situadas en las periferias urbanas.
6. Entre 1960 y 2002 se pierde el 60% del patrimonio agrícola en bancales de la cuenca del Guinguada. Entre las pérdidas, el 43% se consideran "irrecuperables", debido a los procesos de naturalización (recolonización y repoblación forestal) y de artificialización (solarización y construcciones viarias) que ha experimentado recientemente.
7. Se han identificado y caracterizado cuatro estados erosivos entre los campos de cultivo en vertientes, a los que hemos denominado tipos geomorfológicos. Estos son: Tipo 1: con movimientos en masa y deterioros nulos y bajos; Tipo 2: con arroyamiento y deterioros medios y altos; Tipo 3: con movimientos en masa y deterioro alto y muy alto y Tipo 4, con heterogeneidad de procesos de erosión (caída de tepés, desprendimientos y terracillas) y deterioro muy alto.
8. De la tipología elaborada se concluye que existe una amplia diversidad de situaciones, siendo los estados erosivos más numerosos los del tipo 1 y 3 que, además, se distribuyen por toda la cuenca y, los menos frecuentes, los del tipo 2 y 4. Los del tipo 2 se asocian a litologías altamente erosionables (sedimentos y piroclastos recientes) y

los del 4 se concentran en medianías altas y cumbre. Los primeros representan el dominio de los bancales, mientras que los otros dos se identifican con campos en pendiente y bancales inclinados.

9. Los campos del tipo erosivo 1 se caracterizan fundamentalmente por su buen estado de conservación. Son bancales planos con muro que se distribuyen por toda la cuenca y, por lo tanto, en condiciones ecoantrópicas muy heterogéneas. Entre ellos existen campos que presentan huellas erosivas en sus muros que son de reducido tamaño (desprendimientos de 3,3 m. de longitud media), con bajo volumen de suelo y piedras desalojado (11,1 m³) y que, en conjunto, afectan a menos del 10% de los mismos.
10. Entre las variables ambientales que explican el buen estado de erosión de este grupo destaca la función protectora de la cobertura vegetal total que existe en sus rellanos. Y los pocos procesos de erosión que se activan en este grupo de campos se relacionan con unas condiciones ambientales muy concretas. Las que se relacionan con el volumen de material desalojado son la cobertura vegetal subarborescente próxima a los muros y la concavidad de las vertientes. Y las que inciden en la longitud y frecuencia de muro afectado por los procesos, los Cambisoles y las laderas rectilíneas.
11. Los campos del tipo geomorfológico 2 presentan deterioros medios y altos. Son campos en pendiente y bancales inclinados. Los campos en pendiente se distribuyen desde la costa hasta las medianías altas, mientras que los bancales inclinados se localizan fundamentalmente en la cumbre. Tienen en común el predominio de los arroyamientos y, en el caso de los bancales en pendiente además se generan movimientos en masa (deslizamientos, desprendimientos y caídas de piedras) en sus muros y, ocasionalmente, caída de tepés y pipes, en los taludes situados debajo de éstos. En los campos en pendiente existen diferencias entre el tipo y la magnitud de los arroyamientos según usos y geoambientes. Entre los abandonados, en los situados en la costa, predominan el arroyamiento difuso fuerte, las incisiones y el arroyamiento difuso débil y, en los de medianías, lo hace la erosión nula. Las condiciones ambientales (sustrato litoedáfico, clima y cobertura vegetal) explican esas diferencias. Por su parte, entre los campos en pendiente cultivados la escorrentía laminar (moderada y fuerte) es el proceso erosivo dominante que se relaciona con el tipo de cultivo (la vid), que presenta una limitada capacidad protectora en campos de sustratos litoedáficos jóvenes sobre pendientes muy pronunciadas (22°). Por su parte, en los bancales inclinados el arroyamiento difuso fuerte es el más frecuente, afectando a más de la mitad de su superficie. Sus muros y taludes presentan deslizamientos (afectan al 37,9% de los muros y movilizan un promedio de 3,6 m³ de piedra y suelos),

desprendimientos y caídas de piedras. En ocasiones, esos deslizamientos conectan con el talud inferior, provocando el arranque o cabecera de una cárcava y en los taludes, las escorrentías subsuperficiales generan tubificaciones (pipes) y la existencia de planos paralelos de humectación genera caída de tepés.

12. Las variables ecoantrópicas que inciden en el mal estado de conservación de este grupo varían según los procesos de erosión dominante en cada caso. El arroyamiento concentrado solo se activa en campos en pendiente situados en la costa, sobre suelos de ambientes áridos y con presencia de costra carbonatada (Calcisoles). El arroyamiento difuso fuerte es frecuente en laderas con reducida cobertura vegetal, sobre piroclastos recientes y en los sectores medios y altos de laderas rectilíneas. Los micropipes son procesos que guardan relación directa con la cobertura vegetal subarbustiva, cuyo sistema radicular, junto con la acción de los logomorfos, facilitan la circulación subsuperficial del agua en el suelo. Y, por último, los microdesprendimientos se relacionan con sustratos sedimentarios (Formación Detrítica de Las Palmas) y suelos con sustrato pétrico calcáreo (Calcisoles).
13. Los campos del tipo geomorfológico 3 presentan deterioros altos. Constituyen el grupo más heterogéneo, debido a la diversidad de modelos de campos (tres tipos de bancales) que presenta, a su amplia distribución espacial por toda la cuenca y por encontrarse en todos los grados de explotación. En ellos predominan los movimientos en masa de grandes dimensiones (desprendimientos, caídas de piedras y deslizamientos). La longitud media de los desprendimientos es de 32,2 m. y el volumen promedio de suelo y piedras desalojados por éstos es de 161,4 m³, siendo el porcentaje promedio de muro deteriorado por todos los procesos del 55,4%. Los campos peor conservados de éste grupo se localizan en las medianías bajas y en la cumbre.
14. El grupo de campos del tipo 3 es en el que existe una menor relación entre los procesos de erosión con las variables ambientales. Entre éstas destacan: la altitud, la litología, la forma de la ladera y el lugar del campo en la ladera. Con la variable altitud se concluye que los campos más deteriorados de este grupo, según volumen de material desalojado por los desprendimientos, son los situados en costa y medianías bajas, debido a la mayor altura de sus muros y, en consecuencia, a su mayor espesor edáfico. Las litologías con bajo grado de cohesión y rápida meteorización (sedimentos de la Formación Detrítica de Las Palmas y piroclastos recientes) influyen en la mayor frecuencia de los desprendimientos de sus muros. Y, por último, la forma de la ladera y el lugar que ocupan los campos en la misma influyen conjuntamente en la frecuencia

- de los desprendimientos y en el volumen de material que éstos desalojan, siendo máximos en las partes altas de las laderas rectas, seguido de la parte media de las laderas cóncavas.
15. Los campos con deterioros muy altos (tipo 4) sólo aparecen en parcelas abandonadas, con predominio de abandonos antiguos (<1960). Este grupo está formado por bancales planos e inclinados con muros, con una clara distribución espacial, estando los primeros en costa y medianías bajas, y los segundos en los geoambientes restantes. La variedad de procesos de erosión que se activan en los muros y rellanos es la máxima de entre los cuatro estados erosivos identificados. En los muros se activan movimientos en masa diversos (desprendimientos, caídas de piedras, deslizamientos, microdesprendimientos en taludes y coladas de barro) y en los rellanos de los inclinados, además, lo hacen el arroyamiento difuso, pipes y cárcavas. En ambos modelos de campos los procesos de erosión que más contribuyen a su deterioro son los desprendimientos, que afectan a un mayor porcentaje de muro en los inclinados (52%) que en los planos (36,7%). En cambio movilizan más volumen de suelo en los planos (168,2 m³) que en los inclinados (35,3 m³). Los muros de ambos presentan estados muy ruinosos con un grado de destrucción de entre el 79,6%, en los inclinados y el 87,2% en los planos. En los rellanos de los bancales inclinados el arroyamiento difuso y, en mucha menor medida, los pipes y las cárcavas, afectan en promedio, al 43,6% de sus superficies.
 16. Las variables ecoantrópicas que más se relacionan con el deterioro de estos campos son: el suelo, la forma de la ladera, la altitud y la cobertura vegetal. En los Cambisoles es donde más porcentaje de muro se destruye y en los Luvisoles en los que más volumen de suelo y piedra se desalojan con los procesos de erosión. Los campos situados en laderas convexas son los que presentan mayor porcentaje de muro caído y, en cambio, en laderas cóncavas es donde los procesos de erosión desalojan más volumen de suelo y piedras de los campos. Los bancales que se localizan en costa y medianías bajas se registran las mayores longitudes de muros deteriorados por los procesos de erosión. Y, por último, la cobertura del estrato vegetal subarbustivo incrementa la vulnerabilidad de los muros provocando el aumento del volumen de suelo y piedras desalojados.
 17. En materia de valoración del patrimonio canario de bancales se comprueba la escasa consideración que las instituciones públicas de Canarias tienen del paisaje agrícola en bancales, con la única excepción de la isla de La Gomera.

18. El patrimonio de bancales de Canarias es, a día de hoy, un dato desconocido, pues no se ha realizado un inventario que contemple las tipologías que existen, sus parámetros dimensionales, y su estado de conservación. Tampoco se incluyen en las leyendas de los mapas de cultivos, ni en los de ocupación del suelo, como una clase o categoría diferencial de otras formas de cultivo u ocupación.
19. El paisaje de bancales del área del Proyecto Guinguada se caracteriza por su abundancia y diversidad constructiva. Los cuatro tipos de mampostería existentes (ordinaria, rajuela, canto rodado y en hileras) son el reflejo del esfuerzo humano empleado en su construcción, presentan una gran calidad estética al tiempo que cumplen con la tarea de conservar el suelo agrícola de los bancales. Se trata de un patrimonio que, en los últimos años, ha experimentado una fuerte degradación ambiental, con la consecuente pérdida de calidad visual y estética. Las causas son diversas: el abandono de su aprovechamiento agrícola, los impactos paisajísticos derivados de las malas prácticas agrícolas en aquellas que permanecen en explotación, las expectativas urbanísticas puestas en él y su proximidad a las grandes infraestructuras viarias insulares y a los barrios marginales.
20. El 44,1% de la superficie abancala de este sector del Guinguada presenta alta y muy alta calidad para su conservación, frente al 27,7% que los es de muy baja y baja calidad.
21. Las unidades de bancales que obtienen el máximo reconocimiento para su conservación son aquellas entre las que se encuentran los suelos con mayor calidad agrológica y bellos ejemplares de mampostería de rajuela y en hileras, conforman vertientes profusamente abancaladas y, como característica más sobresaliente, presentan una elevada calidad visual debido al importante patrimonio cultural y natural que contienen o está presente en su entorno. Se localizan en cuatro enclaves: meandros de la cuenca baja y Palma de Siete Puertas, en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria y, Andújar y cabecera del barranco del Colegio, en el de Santa Brígida.
22. Las unidades de bancales con muy bajo y bajo valor de calidad para su conservación ocupan el 27,7% de la superficie abancalada. Presentan suelos de escasa productividad, paramentos de pésima calidad (mampostería de cantos rodados) y su capacidad de regulación hídrica de la vertiente es muy limitada. Pero lo más destacable de este grupo es su bajo valor paisajístico, que deriva de su cercanía a entornos urbanos de escaso valor arquitectónico, sometidos a fuertes impactos ambientales visuales, tanto fuera (pésima calidad constructiva, basuras, escombros, torreones de luz, taludes artificiales, puente de la circunvalación, etc.), como dentro de ellas (cortavientos de bidones, invernaderos, casetas de bloques sin encalar, etc).

Dominan los bancales abandonados con escasa colonización vegetal, situados en vertientes con escaso recubrimiento vegetal, donde predominan formaciones de matorral degradado con muy pocos ejemplares de especies protegidas. Se localizan en sectores marginales del tramo bajo del barranco Guinguada (barranquillo de los Toledo, barranco del Asilo y Dragonal Bajo).

23. El 27% de las unidades de bancales se encuentran en mal estado de conservación, con más del 75% de sus muros afectados por procesos de erosión (desprendimientos caídas de piedras y deslizamientos). Son bancales abandonados entre los que predominan los de abandono medio (1960-1996), situados en laderas con pendientes superiores a los 15° y con sustratos litológicos muy impermeables (coladas fonolíticas) o muy deleznales (sedimentos de la Formación detrítica de Las Palmas). Se localizan en el barranco de Los Toledo, en el barranco del Asilo y Dragonal Bajo, en el tramo bajo de la cuenca y en Las Meleguinas y el barranco del Colegio, en el medio. Por el contrario las unidades que presentan un buen estado de conservación son las dominantes (51%). Sus muros están en perfecto estado o sólo presentan algunas caídas de piedras o desprendimientos de escasas dimensiones que, en cualquier caso, afectan a menos del 25% de las paredes, contabilizadas en su conjunto.
24. Las unidades de bancales que resultan con alta y muy alta prioridad para la restauración abarcan el 29 % de la superficie abancalada. Son 24 unidades que tienen en común un valor de calidad para la conservación medio-alto, y en las que más de la mitad de sus muros están derruidos. Entre las de alta prioridad existe un grupo en el que predominan los abandonos, pero que presentan buenos ejemplos de recolonización vegetal de especies propias del piso basal (tabaibas) y del termófilo (acebuches, lentiscos, palmeras), todas ellas situadas en el tramo medio del Guinguada, en el triángulo formado por el Puente de la Angostura-Las Meleguinas y el tramo medio del barranco del Colegio. También existen casos de unidades que permanecen en cultivo, con estado de conservación regular (entre el 25 y el 50% de sus muros destruidos) y con alta calidad para la conservación.
25. Las unidades que precisan de una urgente restauración (muy alta prioridad) son cuatro, que se localizan en el tramo medio de la cuenca, en la cabecera del barranco del Colegio, en el mismo núcleo de Santa Brígida. Están parcialmente cultivadas, sus muros presentan muy mal estado de conservación, destacan por el máximo valor para su conservación que les confiere el patrimonio de su entorno (palmeral y presa de Satautejo, fincas agrícolas con casonas señoriales) y etnográfico de su interior

- (elementos del patrimonio hidráulico). Una de ellas se ha restaurado por iniciativa del Proyecto Guinguada y se ha convertido en un Parque Agrícola.
26. Las unidades de bancales cuya restauración reportaría beneficios sociales relacionados con la mejora de la calidad visual dada su elevada visibilidad, son seis. Tres de ellas, situadas en las proximidades del casco urbano de Santa Brígida presentan altos valores de visibilidad intrínseca y de accesibilidad, debidas a la abundante población que reside en su entorno, a la proximidad de una carretera insular (la carretera del centro o GC-15) que soporta mucho tráfico y por la existencia de numerosos miradores en la zona, desde donde pueden ser contempladas. Las tres restantes deben su elevado valor de visibilidad intrínseca, por ser fácilmente observables desde núcleos urbanos muy poblados (Meleguinas y casco de Santa Brígida) o desde barrios periféricos capitalinos de alta densidad poblacional (Lomo Apolinario, San Roque, San José Artesano, La Matula y el Secadero), y a la accesibilidad moderada que les confiere su cercanía a carreteras comarcales.
 27. Los elevados costes de reposición que resultan del cálculo realizado para el cómputo de todos los muros de las unidades con alta y muy alta prioridad (1.668.716,0 €) o de la unidad de bancales en mejor estado de conservación (9.179,4€), pone de manifiesto que es una tarea inviable económicamente, bajo los preceptos de la "economía convencional", tanto si se considera que debe realizarse con dinero público o privado. Según los cálculos realizados, deberían restaurarse 13 de los 24Km de muros que contienen dichas unidades de bancales.
 28. El análisis de la viabilidad económica de la restauración de los muros de los bancales, realizado en términos de "rentabilidad", arroja resultados dispares según se trate del cultivo de la papa o del plátano, representativos de la zona de estudio. Aunque ambos cultivos reciben subvenciones para su producción y comercialización, resulta que la papa no es un cultivo rentable pues los costes superan a los ingresos anuales con los que el agricultor jamás podrá amortizar los gastos que derivan de la restauración de los muros. En cambio, del cultivo del plátano se puede decir que es rentable y el proyecto de restauración de los muros de los bancales asociados a ese cultivo es económicamente "viable", pese a las fluctuaciones que padece la producción y, especialmente, su comercialización.
 29. No se aprecian incompatibilidades "significativas" entre la propuesta de restauración de las unidades de bancales con alta y muy alta prioridad para la restauración con la normativa territorial vigente, aunque se ratifica la existencia de ambigüedades en torno a la conservación-recuperación del patrimonio de bancales en el Plan Director

del Paisaje Protegido de Pino Santo y en Plan General de Ordenación de Santa Brígida.

30. Si se asume como válido el resultado obtenido sobre la viabilidad económica (por rentabilidad) del cultivo del plátano, resultan finalmente seleccionadas para la restauración "inminente" de sus muros tan solo dos de las 24 unidades con alta prioridad para la restauración, por cumplir con todos los requisitos de selección contemplados en el método propuesto. Están situadas en los meandros del Guinguada, se encuentran en uso para el cultivo del plátano, con alta calidad para la conservación, con más del 50% de sus muros deteriorados, muy visibles, con muy alto coste de reposición de sus muros y resulta compatible con la normativa territorial vigente
31. En base a lo expuesto se concluye que si únicamente se tuviera en cuenta la viabilidad económica o ésta sopesara más que el resto de elementos de valoración contemplados en este ensayo, se podría perder buena parte importante patrimonio cultural del máximo valor que existe en ese sector del Guinguada que, además, forma parte de uno de los circuitos turísticos más importantes de la isla de Gran Canaria. Por tal motivo y, desde esta tesis, se defiende que el cálculo de los beneficios que reporta la restauración y conservación de los bancales debe realizarse con los procedimientos metodológicos que aporta la "nueva economía ambiental" basada en los conceptos "servicios ambientales", "coste de oportunidad" y "externalidades agrícolas positivas" y, más concretamente, las que aluden a las externalidades ambientales y estéticas de los agroecosistemas. Entre las externalidades ambientales positivas que derivan de la conservación de los bancales cabe destacar su función protectora del suelo ante la erosión, su intervención en el ciclo hidrológico de las vertientes, en la economía del agua frente al cambio climático, la agrodiversidad y biodiversidad y la mejora estética del paisaje.
32. La valoración de las externalidades positivas que reporta la restauración y conservación de los bancales debe integrar el carácter multifuncionalidad de esos agrosistemas, con el objeto de proporcionar las claves para su correcta gestión. En ese sentido, se propone que los bancales se aprovechen para nuevos sistemas agrícolas (agricultura ecológica, subproductos agrícolas, productos de "calidad" con denominación de origen, alimento para el ganado, etc.). También cabe la posibilidad de adjudicar nuevos usos a dichos bancales, compatibles con el desarrollo rural sostenible (huertos de recreo y educación ambiental, miradores panorámicos asociados a caminos rurales, filtros verdes para depuración de aguas residuales en

núcleos con difícil acceso a las redes de saneamiento convencionales, espacios destinados a repoblaciones forestales, pastizales, recuperación de conjuntos etnográficos con alto valor patrimonial), con el desarrollo urbano (huertos urbanos, espacios de recreo, parques agrícolas), con la recuperación de oficios tradicionales (maestros pedreros, bancaleros), con las tareas de prevención de riesgos naturales (movimientos en masa, erosión e incendios forestales y de interfaz) y con las relacionadas con la conservación de paisajes tradicionales que eviten la degradación de los mismos.

8.3. Perspectivas de futuro

El trabajo realizado plantea una serie de interrogantes que pueden ser el objeto de futuros trabajos. Es necesario seguir profundizando en la dinámica erosiva de los campos con la incorporación de variables ambientales y antrópicas que no se han tenido en cuenta en esta tesis. Entre las variables ambientales cabe citar algunas relacionadas con su hidrología (capacidad de infiltración), la erodabilidad del suelo (estabilidad de los agregados), la recolonización vegetal y la erosividad de las lluvias (relación entre la frecuencia y magnitud de los procesos de erosión y el número de episodios lluviosos de alta energía). Y entre las antrópicas: categorías de edad de abandono, prácticas agrícolas y de conservación de suelos y uso posterior al abandono. Y, para poder dimensionar, desde el punto de vista espacial, los estados erosivos detectados resultaría conveniente incorporar las variables de vulnerabilidad erosiva de los tipos geomorfológicos en un modelo geomorfológico.

Por otra parte, la metodología propuesta para la valoración y conservación de los espacios abancalados es susceptible de múltiples mejoras, con el objeto de que la clasificación, los diagnósticos y las propuestas de restauración y gestión sean lo más completas posible, habida cuenta de la multifuncionalidad de estos paisajes culturales y patrimoniales.

El sistema de clasificación de las unidades de bancales podría completarse, con la perspectiva de su posterior aplicación a otros sectores de la misma cuenca u otros de los territorios insulares incorporando al inventario más elementos alusivos a su valor

patrimonial¹ para que se convierta en una clasificación de carácter paisajístico, que contemple los conceptos de “conjunto agrícola” y “paisaje cultural” y puedan, de esa manera, incorporarse en documentos de inventario del patrimonio cultural.

También se podría adjuntar al historial o ficha de inventario otros elementos estructurantes que organizan el espacio de bancales y que aportan valiosas claves en la interpretación y lectura del mismo, así como en su protección, gestión y mejora. Algunos de ellos son los siguientes:

1. La forma, el tamaño, los linderos y la disposición espacial de la trama parcelaria, claves para la interpretación de estructura y tipo de propiedad de la tierra, entre otras.
2. La existencia de una red de caminos que permiten el acceso a las parcelas de cultivo y áreas colindantes, claves para el análisis de su accesibilidad.
3. Las viviendas y otras construcciones complementarias agrícolas, claves para interpretar las estrategias de ocupación del territorio y su integración en el entorno de dichas construcciones en lo que a material y tipología constructiva se refiere.
4. Los tipos de cultivos como protagonistas de la imagen visual estética y simbólica de los paisajes agrícolas.

En lo que respecta al diagnóstico de calidad para la conservación, se podrían realizar mejoras en el análisis del valor productivo y del valor ecológico. En cuanto a su función productiva se podrían añadir otras variables que contemplen su aptitud en materia de conservación y/o recuperación de la agrobiodiversidad, la adecuación de los cultivos a los cambios climáticos previstos y el valor de estos espacios en relación con los posibles nuevos usos (recreativos didácticos, forestales, turísticos, ambientales, depuración de aguas residuales, etc.) distintos a los que fueron creados.

En lo que se refiere a la valoración ecológica y, a la luz de los resultados obtenidos en el análisis detallado de los procesos de erosión en bancales, se podrían incorporar al

¹ Disposición espacial de los bancales, tipo de aparejo y de coronamiento, presencia de otros elementos constructivos (doble muro, contrafuertes, pilastras, resaltes, etc.), el tipo de acceso a los bancales y los sistemas de aprovechamiento hidráulico y de regularización de la escorrentía asociados.

inventario otros aspectos que también influyen en la dinámica hidrogeomorfológica de las vertientes y de los campos (perfil longitudinal, anchura de rellanos, altura de los muros, la geoforma, su ubicación en la vertiente y en la cuenca, las infraestructuras de derivación de escorrentías y de acceso a los bancales). Con ello se podrían establecer subcategorías, dentro de la valoración geomorfológica, que contemplasen su eficacia antierosiva. Por ejemplo, los mejores bancales, los estrechos situados en vertientes rectilíneas sobre geoformas receptoras de fertilidad y los peores, los anchos situados a pié de vertiente o los situados en los cauces o próximos a ellos, sobre geoformas exportadoras de fertilidad. Dicha valoración ecológica debería también completarse con otra serie de variables que informen sobre su biodiversidad (flora y fauna), así como su papel en el ciclo del carbono en relación con el cambio climático.

La fase valorativa de los paisajes abancalados podría finalizar con la identificación de modelos de multifuncionalidades de las unidades de bancales que ilustre sobre sus aptitudes o potencialidades de uso, con su correspondiente documento cartográfico para conocer su distribución espacial y facilitar la toma de decisiones en materia de su correcta gestión.

Las mejoras a realizar en la fase propositiva podrían ir en la línea de completar el análisis de visibilidad, con la incorporación de la variable “visibilidad adquirida” (conjunto de lo atractivo de la unidad de bancales, según sus potencialidades y su singularidad). Y, en lo que respecta a la viabilidad económica de la reposición de los muros y de la conservación de los bancales queda por hacer un importante trabajo en materia de valoración de los servicios ambientales que éstos prestan y, más concretamente, de las externalidades agrícolas positivas y de las externalidades ambientales y estéticas de estos agroecosistemas.

El trabajo debe continuar con la aplicación de dicha metodología valorativa y propositiva a toda la cuenca del Guinguada para la validación final de dicho procedimiento, habida cuenta de que las características del patrimonio abancalado de la misma se diversifica en el resto de geoambientes de la misma y a efectos de su aplicabilidad a otras áreas abancaladas del archipiélago canario y de territorios afines, como el resto de la Macaronesia. Dicha ampliación también se justifica por la necesidad de obtener un diagnóstico de estados de conservación del patrimonio de bancales de un área geográfica con entidad propia como es la cuenca del Guinguada.

El inventario del patrimonio de bancales es una tarea que se viene haciendo en algunos países de Latinoamérica y de la ribera del Mediterráneo, y la elaboración de un mapa mundial de bancales es un objetivo preferente del ITLA (International Alliance for Terraced Landscapes). En Canarias es una tarea que está por realizar y, en ese sentido, con esta tesis se realiza una modesta aportación al conocimiento del patrimonio de bancales de la cuenca del Guinguada.

La propuesta realizada en esta tesis a favor de la “revalorización” de los paisajes abancalados coincide plenamente con la realizada desde el proyecto europeo ALPTER (Fontanari y Patassini, 2008), como una “nueva forma” de entender “viejos paisajes” a partir del conjunto de aspectos tales como su valor agronómico, económico, hidrológico, ecológico y cultural. Se parte de la premisa de es un patrimonio heredado, insustituible y con un inconmensurable valor de restitución y que, pese a ello, se puede mantener y rehabilitar con una inversión proporcionalmente baja si se ponen en la balanza los beneficios territoriales que aporta junto con los valores patrimoniales y medioambientales que le son inherentes, esto es, con el cálculo de sus externalidades positivas, de los servicios ambientales y del coste de oportunidad. Por último, a esa valoración debe incorporársele el concepto de irreversibilidad que está relacionado con las consecuencias ambientales del abandono de los paisajes agrícolas en bancales, y también muy especialmente el de su asfaltización y urbanización, porque con ellos se destruye un agrosistema por tanto, un espacio al mismo tiempo seminatural o construido por el hombre y cultural.

En un territorio como el archipiélago canario, superpoblado, con alta dependencia alimentaria del exterior y con un motor económico que es y parece que seguirá siendo el turístico, la actividad turística debe ir encaminada a la mejora de la calidad de las islas como destino turístico, en un nuevo modelo de explotación territorial en el que se integren el resto de los sectores productivos y la totalidad del territorio insular como componentes de la oferta turística. Desde este trabajo se aboga por una protección activa de los agrosistemas en los que se debe mantener, en unos casos, y recuperar, en otros, aquella actividad productiva que contemple el valor de mantener un paisaje, recuperando e integrando viejos y nuevos sistemas de lucha contra la erosión y de sistemas de recarga de los acuíferos como son los paisajes agrícolas en terrazas. Por ello se considera que recuperar este singular legado cultural de gestión de espacios agrarios y adaptarlos al nuevo modelo económico y de intervención territorial en el marco de la

sostenibilidad debe ser una de las prioridades de sus políticos y de sus habitantes. Es competencia de los científicos y de los docentes analizar y difundir los múltiples beneficios que implica la conservación y recuperación de los agrosistemas en bancales (tabla VIII.2), con el objeto de recuperar la calidad de dichas islas como destino turístico.

Productiva	aprovechamiento directo del hombre en forma de recolección de productos alimenticios fundamentalmente
Turística	son paisajes de indudable atractivo turístico
Científico-educativa	Son laboratorios y aulas en la naturaleza donde investigar y transmitir todo lo relacionado con estos agrosistemas
Psicológica	recoge los beneficios psicológicos que el hombre capta cuando tiene un vínculo afectivo con este tipo de paisaje, lo cual contribuye a su bienestar
Edáfica Subfunción biosférica	conservación de un recurso muy escaso en Canarias
Subfunción hidrosférica	el suelo sustenta y regula la mayor parte de los procesos bióticos que enlaza con su fertilidad y ésta con su productividad
	el suelo es el encargado de redistribuir el agua en los diferentes flujos hidrológicos
Acuífera o de regulación hidrológica	como captadores de agua por su elevada capacidad de infiltración y de recarga de los acuíferos y como repelentes de las escorrentías
Asimilativa	pueden ser usados como filtros verdes para depuración de aguas residuales (swells)

Tabla VIII.2. Multifuncionalidad de los agrosistemas en bancales. Modificado de Aguilera Klink *et al.*, 1994.

Existen medidas legales por materializar, como las iniciativas que desde la Unión Europea (Reglamento 1911/91) y del Gobierno Autónomo Canario (Decreto 109/1995), que abogan, mediante políticas de subvenciones, por la puesta en práctica de medidas encaminadas al fomento de una agricultura menos intensiva, a la conservación de tierras agrícolas abandonadas cuyo mantenimiento sea necesario por motivos ecológicos, peligros naturales o riesgos derivados del despoblamiento y por el fomento de la gestión de tierras con vistas al acceso del público y al esparcimiento.

Por último y, siguiendo las palabras de Aguilera Klink, "la ingente tarea de adaptación de los habitantes de las islas a las características del medio tales como las sorribas, los bancales, las gavias, los nateros, las canalizaciones, etc. suponen la creación un capital fijo que una sociedad escasamente dotada del mismo no puede permitirse el lujo de

desdeñar". En la cuenca del Guinguada se ha podido constatar que el abandono del espacio agrícola no sólo ha representado la pérdida del "capital" humano invertido y la disminución de la productividad directa del territorio, sino también un aumento de su fragilidad y la pérdida progresiva, en muchos casos, e irreversible, en otros, del potencial edáfico. Los ritmos de recolonización vegetal, a veces lentos según las condiciones ambientales y sus estados de degradación, no siempre consiguen volver a estabilizar las vertientes.

Por todo ello, sólo un conocimiento profundo de los mecanismos ecoantropicos que determinan el funcionamiento de las superficies agrícolas en vertiente permitirá proponer las estrategias de conservación y desarrollo adecuadas para las mismas.

CAPÍTULO IX. BIBLIOGRAFÍA

ABADÍN, Y.; PEJENAUTE, I.; ROMERO, L.; RUIZ FLAÑO, P.; PÉREZ-CHACÓN, E. y CAMARASA, A. (2004): Análisis de la evolución de las tasas de erosión de suelos mediante SIG. Aplicación a la cuenca del barranco de Guinguada, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2002). En: Conesa, C. y Martínez, J.B. (Eds.) *Territorio y Medio Ambiente: Métodos Cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica* (pp.127-138), Murcia.

ABADÍN, Y. (2007): Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) al análisis evolutivo de la erosión de suelos como consecuencia de los cambios de uso en la isla de Gran Canaria. *Vector Plus*, 29, 68-77.

ACÁCIO, V.; HOLMGREN, M.; JANSEN, P.A. y SCHROTTER, O. (2007): Multiple recruitment limitation causes arrested succession in Mediterranean cork oak systems. *Ecosystems* 10, 1220-1230.

AGNOLETTI, M. (2006): The Development of a Historical and Cultural Evaluation Approach in Landscape Assessment: the dynamic of Tuscan Landscape between 1832 and 2004. En: Agnoletti, A. (Ed.) *The Conservation of Cultural Landscapes* (pp. 3-41). Wallingford and New York. CAB International.

AGNOLETTI, M. (2007): The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implications for biodiversity and sustainable management. *Forest Ecology and Management* 249, 5-17.

AGUILERA KLINK, F.; BRITO, A.; CASTILLA, C.; DÍAZ, A.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; RODRÍGUEZ, A.; SABATÉ, F. y SÁNCHEZ, J. (1994): *Canarias: economía, ecología y medio ambiente*. La Laguna: Francisco Lemus.

Proyecto Agropaisajes Insulares (La Gomera) (2013): *Proyecto de custodia del territorio en islas turísticas y rurales*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, AIDER La Gomera y Cabildo de La Gomera.

AIDE, T.M. y GRAU, H.R. (2004): Globalization, migration, and Latin American ecosystems. *Science*, 305, 1.915-1.916.

ANGUITA, F. (1972): La evolución magmática en el ciclo Roque Nublo (Gran Canaria). *Estudios Geológicos*, 28, 377-482.

ANGUITA, F.; GARCÍA CACHO, L. y ARAÑA, V. (1989): *Field trip to Gran Canaria (Roque Nublo Caldera)*. ESF Meeting on Canarian volcanism, Lanzarote. Guía de campo.

ANGLADA, S.; BALCELLS, E.; CREUS, J.; GARCÍA RUIZ, J.M.; MARTÍ BONO, C.E. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1980): *La vida rural en la montaña española (Orientaciones para su promoción)*. Jaca: Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, nº 107.

ARBELO, C.D.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A.; GUERRA, J.A.; MORA, J.L.; NOTARIO, J.S. y FUENTES, F. (2006): Soil degradation processes and plant colonization in abandoned terraced fields overlying pumice tuffs. *Land Degradation & Development*, 17, 571-588.

ARNÁEZ, J. y PÉREZ-CHACÓN, E. (1986): Aproximación a la tipología y evolución geomorfológica de campos abandonados en Gran Canaria (Islas Canarias). *V Reunión del Grupo de Trabajo de la UGI, Síntesis del Paisaje*, 87-94.

ARNÁEZ, J.; LASANTA, T.; ORTIGOSA, L. y RUIZ-FLAÑO, P. (1990): L'abandon de l'espace agricole dans la montagne subméditerranéenne en Espagne (Pyrénées centrales et Système Iberique). *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 61, (2), 237-253.

ARNÁEZ, J.; OSERÍN, M. y ORTIGOSA, L. (1992): Descripción y cuantificación de procesos de erosión en bancales abandonados (Sistema Ibérico, La Rioja). En: López Bermúdez, F.; Conesa García, C. y Romero Díaz, A. (Eds.): *Estudios de Geomorfología en España* (pp.193-201).

ARNÁEZ, J. y ORTIGOSA, L. (1993): Erosión hídrica superficial en campos abancalados del Sistema Ibérico riojano (valles de Leza y Jubera). *Geographicalia*, 30, 33-45.

ARNÁEZ, J. y ORTIGOSA, L. (1997): Abandono, subutilización y erosión en un espacio de montaña: El Sistema Ibérico noroccidental (La Rioja, España). En: García Ruiz, J.M. y López García, J. (Eds.). *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*.

(pp. 205-220). Zaragoza. Instituto Pirenaico de Ecología.

ARNÁEZ, J. ; MARTÍ, C.E.; BEGUERÍA, S.; LORENTE, A.; ERREA, M.P. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1999): Factores en la generación de crecidas en una cuenca de campos abandonados, Pirineo central español. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 25, 7-24.

ARNÁEZ, J., ORTIGOSA, L., OSERÍN, M. y LASANTA, T. (2009): Evolución de la cubierta vegetal en Cameros entre 1956 y 2001. En: Lasanta, T. y Arnáez, J. (Eds): *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (pp.127-144). Logroño. Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos.

ARNÁEZ, J.; LASANTA, T.; ERREA, M.P. y ORTIGOSA, L. (2011): Land abandonment landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain región: The case of Camero Viejo. *Land Degradation & Development* 22 (6), 537-550.

ARNOLDUS, H.M. (1980): An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En: DE BOODT. M. y GABRIELS, D. (Eds.). *Assessment of Erosion*. John Wiley and Sons, Inc. Chichester, West Sussex, Uk.

ASINS VELIS, S. y SÁNCHEZ DÍAZ, J. (2004): Los aterrazamientos en la Comunidad valenciana, En: AAVV. *La Cultura dei Terrazzamenti per la salvaguardia del paesaggio. Technique, risorse, strumenti*. (pp. 28-54). Salerno. Edizioni Menabó.

ASINS, S. (2007): Los aterrazamientos mediterráneos. Paradigma ambiental-agro-cultural. *Cuadernos de Sostenibilidad y Patrimonio Natural. El paisaje mediterráneo. Opciones de multifuncionalidad*, 11, 81-91. Fundación Santander Central Hispano.

ASINS, S. (2009): *El paisaje agrario aterrazado. Diálogo entre el hombre y el medio en Petrer* (Alicante). Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.

ASINS, S. y LAUREAN, P. (2009): El patrimonio cultural asociado a la ciencia del suelo. En: Sánchez, J. y Asins, S. (Eds.). *Control de la degradación de los suelos y cambio global*. (pp.299-final). IV Simposio Nacional CDSCG. Valencia.

BADIA MIRÓ, M. y RODRÍGUEZ VALLE, F. (2004): Reconstrucción de los procesos

evolutivos del paisaje agrario. Metodología y aplicaciones. En: VVAA. *El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial* (pp.305-317). Murcia. Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección y Departamento de Geografía, Universidad de Murcia.

BADIA MIRÓ, M. y RODRÍGUEZ VALLE, F. (2005): Una nueva metodología para la reconstrucción de la evolución histórica del paisaje agrario, *GeoFocus* 5, 69-78.

BALDOCK, D.; BEAUFOY, G.; BROUWER, F. y GODESCHALK, F. (1996): *Farming at the Margins: Abandonment or Redeployment of Agricultural Land in Europe*. London: Institute for European and Environmental Policy and Agricultural Economics Research Institute.

BAUDRY, J. (1991): Ecological consequences of grazing extensification and land abandonment: role of interaction between environment, society and techniques. *Options Méditerranéennes* 15, 13-19.

BAUDRY, J. Y BUNCE, R.G.H. (eds.) (1991): *Land abandonment and its role in conservation*. Proceeding of the Zaragoza. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) Serie A. Séminaires Méditerranéennes, nº15. Options Méditerranéennes.

BELLIN, N.; VAN WESEMAEL, B.; MEERKERK, A.; VANACKER, V. y BARBERÁ, G.G. (2009): Abandonment of soil and water conservation structures in Mediterranean ecosystems. A case study from southeast Spain. *Catena* 76, 114-121.

BELMONTE, F.; ROMERO-DÍAZ, A. y LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. (1999): Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales. *Investigaciones Geográficas* 22, 95-107.

BENJUMEA, A. y HANSEN, A. (2001): Agricultura y paisaje rural. En: Hansen Machín, A (dir.): *Geografía de Santa Brígida* (pp. 101-116). Las Palmas de Gran Canaria. Ediciones del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Santa Brígida.

BERGKAMP, G.; CAMMERAAT, L.H. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. (1996): Water

movement and vegetation patterns on shrubland and an abandoned field in two desertification-threatened areas in Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 1073-1090.

BERTÍN, J. ET AL (1988): *La gráfica y el Tratamiento Gráfico de la Información*. Madrid: Taurus.

BIELSA, I., PONS, X. y BUNCE, B. (2005): Agricultural abandonment in the North Eastern Iberian Peninsula: The use of basic landscape metrics to support planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48 (1), 85-102.

BORDIÚ, E. (1985): Valoración de la infrautilización en la Sierra de Ayllón y aportación de un modelo alternativo. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 5, 167-187.

BOSQUE, J.; CHUVIECO, E.; NAVALPOTRO, P. y SANCHO, J. (1991): Factores en la dinámica de la ocupación del suelo (Comarca de los Montes, Castilla La Mancha, España). *Proceedings III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica*, pp 355-362. Santiago de Chile.

BOSQUE, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Ediciones Rialph.

BOUCART, J. y JEREMINE, E. (1937): La Grande Canarie. Etude geologique et Lithologique. *Bulletin Volcanologique*, 2.2.

BOUMA, N.A. e IMESON, AC. (2000): Investigation of relationships between measured field indicators and erosion processes on badland surfaces at Petrer, Spain. *Catena* 40, 147-171.

BOUMA, N.A. (2006): *Rill initiation and development in relation to dynamic soil properties*. Tesis doctoral. Amsterdam: Universidad de Amsterdam.

BOVET, T. y RIBAS, J. (1992): Metodología general de los estudios de paisaje. En: De Bolós, M^a (Dir.), *Manual de Ciencia del Paisaje*. Barcelona. Ed. Masson.

BRAIMOH, A.K. (2004): *Modeling Land-use Change in the Volta Basin of Ghana*. Ecology and Development. Series Nº 14. Germany: Cuvillier Publishers, Gottingen, p.175.

BRAIMOH, A.K. (2006): Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113, 254-263.

BRAUN-BLANQUET, J. (1979): *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume Ediciones, 820 p.

BRYAN, R.B. (1987): Processes and significance of rill development. En: R.D. Bryan (ed.): *Rill Erosion: process and significance*, 8, 1-15. Catena Suppl.

BUNCE, R.G.H. y HEAL, O.W. (1984): Landscape evaluation and the impact of changing land-use on the rural environment- the problem and an approach. En: Roberts, R.D. and Roberts, T. M. (Eds.), *Planning and ecology*. London. Chapman and Hall.

BUNCE, R.G.H. (1991): Ecological implications of land abandonment in Britain: some comparison with Europe. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires*, 15, 53-59.

CABERO, V. (1979): *Espacio agrario y economía de subsistencia en las Montañas Galáico-Leonesas: La Cabrera*. Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca. Institución Fray Bernardino de Sahagún.

CABERO, V. (1980): *Estado actual de las regiones montañosas, La región y la Geografía Española*. Valladolid: AGE. pp. 243-258.

CABERO, V.; MAJORAL, R. y RODRIGUEZ, F. (1992): Las áreas de montaña y su problemática, en AA.VV.: *La Geografía en España (1970-1990). Aportación española al XXVII Congreso de la UGI* (pp. 247-262 1992), Washington., Fundación BBV, Madrid.

CÁCERES, J.J.; GONZÁLEZ, J.I.; MARTÍN, G.; MORINI, S.; NUÉZ, J.S. Y RAMOS, J.M. (2012): Análisis comparativo de costes y rentabilidades de los cultivos canarios de exportación. *VIII Seminario de Economía Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria.

CÁCERES, J.J.; GONZÁLEZ, J.I.; MARTÍN, G.; MORINI, S.; NUÉZ, J.S.; PÉREZ, E.D. Y RAMOS, J.M. (2012): *Análisis de costes, precios y competitividad en la agricultura canaria de exportación*. Memoria científica del Proyecto de Investigación (PI 2008/126), financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

CACHO, E.; GARCÍA-CODRÓN, J.C.; RODRÍGUEZ, F. y SILIO, F. (1999): Consecuencias ambientales del abandono de bancales en un área de montaña andina: el valle del Colca (Arequipa, Perú). En: Márquez, D.; Navarro, J. y García, A. *Territorio y cooperación. Actas del V Congreso sobre América Latina*. (pp. 355-367). Sevilla.

CADIÑANOS, J.A. y MEAZA, G. (1998): *Bases para una biogeografía aplicada. Criterios y sistemas de valoración de la vegetación*. Logroño: Geoformas Ediciones..

CALVO-CASES, A.; BOIX-FAYOS, C.; ARNAU-ROSALES, E. y ROXO, M.J. (2011): Cárcavas y regueros generados en suelos sódicos. Petrer (Alicante, España). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37 (1), 25-40.

CAMACHO ROSALES, J. (1995): *Análisis multivariado con SPSS/PC+*. Barcelona: EUB.

CAMACHO OLMEDO, M.T. (2005): Ritmos temporales y dinámicas del paisaje de la Alta Alpujarra granadina mediante Sistemas de Información Geográfica. *Geographicalia* 47, 5-22.

CAMARASA, A. M.; BESCÓS, A. y SANCHO, J. (1998): Evolución del riesgo de erosión en relación con la dinámica ocupacional del suelo a partir de Sistemas de Información Geográfica. En: Gómez, F. Salvador, L. Schulte & García, A. (Eds.) *Investigaciones Recientes de la Geomorfología española*. (pp.579-592). Barcelona. Universidad de Barcelona.

CAMMERAAT, E.L.H., (2004): Scale Dependent Thresholds In Hydrology And Erosion Response Of A Semi-Arid Catchment In South-East Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 317-332.

CAMMERAAT, E.L.H.; VAN BEEK, R. Y KOOIJMAN, A. (2005): Vegetation succession and its consequences for slope stability in SE Spain. *Plant and Soil*, 278, 135-147.

CAMINO, J.; LIAGRE, F.; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L.; MÁYER, P.; NARANJO, A.; ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. Y PÉREZ-CHACÓN, E. (1999): Transformaciones recientes del paisaje de Arucas (1962-1996) y sus consecuencias ambientales. *Vegeta*, 4, 283-296.

CAÑADAS, E.; NAVARRO, F.B.; JIMÉNEZ, M.N. y VALLE, F. (2003): Uso de los SIG en el estudio de tierras de cultivo abandonadas en el noreste de la provincia de Granada. pp 156-178. En: Conesa C, Álvarez, Y. y Martínez, J.B. (Eds.) *Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales: Análisis mediante Tecnología SIG y Teledetección*. Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Murcia. Asociación de Geógrafos Españoles y Departamento de Geografía, Universidad de Murcia.

CARTAYA, S.; MÉNDEZ, W. y PACHECO, H. (2006): Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfico. *Interciencia* 9 (31), 638-646.

CERDÁ, A. (1993): *La infiltración en los suelos del País Valenciano. Factores y variaciones espacio-temporales*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

CERDÁ, A.; GARCÍA, A.; CAMMERAAT, L.H. e IMESON, A.C. (1994): Agregación del suelo en una catena afectada por el abandono del cultivo en la cuenca del Guadalentín (Murcia). I. Estabilidad y distribución de los agregados del suelo. En: García, J.M. y Lasanta, T. (Eds.). *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras* (pp. 9-19). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología.

CERDÁ, A. (1994): Arroyada superficial en terrazas de cultivo abandonadas. El caso del país valenciano. *Cuadernos de Geografía* 56, 135-154.

CERDÁ, A.; BOIX, C.; SORIANO, M.D.; CALVO, A. y IMESON, A.C. (1995): Degradación del suelo en una catena sobre margas afectada por el abandono de cultivo en un ambiente semiárido. *Cuaternario y Geomorfología*, 9 (3-4), 59-72.

CERDÁ, A. (2003): Tierras marginales, abandono del campo y erosión, *Mètode: Revista de Difusió de la Investigació de la Universitat de Valencia*, 1, 176-179.

CERNUSCA, A., TAPPEIUE, U.; BAHN, M.; BAY-FIELDS, N.; CHEMINI, C.; FILAT, F.; GRABER, W.; ROSSET, M.; SIEGWOLF, R. y TENHUANAN, J. (1996): ECOMONT: ecological effects of land use changes on European terrestrial mountain ecosystems. *Pirineos*, 147-148, 145-171.

CHISCI, G. (1985): *Influence of change in land use and management on the acceleration of land degradation phenomena in Apennines hilly areas*. Manuscrito original.

COLOMAR MARÍ, A. (director) (2002): *Patrimoni de marjades a la mediterrània occidental. Una proposta de catalogació*. Mallorca: Proyecto Europeo PATTER (Patrimoni de Terraces). Consell de Mallorca.

CORBELLE, E. y Crecente, R. (2008): El abandono de tierras: concepto teórico y consecuencias. *Revista Galega de Economía*, 17(2), 1-15.

CORINE LAND COVER 1990 (CLC90): *Base de datos de ocupación del suelo en la Unión Europea*. Copenhague: Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

IMAGE & CORINE LAND COVER 2000 (I&CLC2000): Actualización del CLC90 referida al año 2000, recogiendo los principales cambios en la ocupación del suelo en Europa durante 1990-2000 (Land Cover Changes) y un mosaico europeo de imágenes Landsat7.

CORINE LAND COVER 2006 (CLC2006): Actualización del CLC2000 referida al año 2006 y la generación de una base de datos de cambios ocurridos durante los años 2000-2006, dentro del programa europeo GMES.

CORTINA, V. S., MACARIO, P. y OGNEVA-HIMMELBERGUER, Y. (1998): Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Investigaciones Geográficas*, 38, 41-56.

COTS-FOLCH, R.; MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A. y RAMOS, M.C. (2006): Land terracing for new vineyard plantations in the north-eastern Spanish Mediterranean region: Landscape effects of the EU council regulation policy for vineyards' restructuring. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115, 88-96.

COTS-FOLCH, R.; MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A y RAMOS, M.C. (2009): Agricultural trajectories in a Mediterranean mountain región (Priorat, NE España) as a consequence of vineyard conversion plans. *Land Degradation & Development*, 20,1–13.

DE BOLÓS, M. (1992): *Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Paris: Masson. Colección de Geografía.

DÍAZ, R. y PARREÑO, J. M. (2006): Las actividades agroambientales en Canarias ante los retos de futuro. *Vegueta*, 9, 149-174.

DOMÍNGUEZ, J.; MORENO, C. y GINÉS, C. (2005): *Agricultura y paisaje en Canarias. La perspectiva de Francisco María de León y Falcón*. Las Palmas de Gran Canaria: Anroart Ediciones.

DELACÁMARA, G. (2008): *Guía para decisores – Análisis económico de externalidades ambientales*. CEPAL – Colección Documentos de proyectos. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

DEL ARCO, M.J.; WILDPRET, W.; PÉREZ, P.L.; RODRÍGUEZ, O; ACEBES, J.R.; GARCÍA, A.; MARTÍN, J.; REYES, A.; SALAS, M.; DÍAZ, M.A.; BERMEJO, J.A.; GONZÁLEZ, R.; CABRERA, M.V. y GARCÍA, S. (2006): *Mapa de vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.

DE PLOEY, J y POESSEN, J. (1985): Aggregat stability, runoff generation and interrill erosion. En: K.S., Richards, R.R. Arnett y S. Ellis (eds.) *Geomorphology and soils*, (pp. 99-120). Londres: Allen and Unwin,

DOUGLAS, T.; CRITCHLEY, D. Y PARK, G. (1996): The deintensification of terraced agricultural land near Trévez, Sierra Nevada, Spain. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 5, 258-270.

DRESCHER, A. W., y MAY, T. (1989): Técnicas tradicionales de protección del suelo, paisajes abancalados modernos y erosión en la costa granadina. *Revista de Estudios Andaluces*, 13, 103-116.

DUNJÓ, G.; PARDINI, G. y GISPERT, M. (2003): Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. *Catena* 52, 23-27.

DURAN-ZUAZO, V.H., AGUILAR, J., MARTINEZ, A., FRANCO, D. (2005): Impact of erosion in the taluses of subtropical orchard terraces. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 107, 199-210.

ERREA, M.P.; CARBAJO, D. y LASANTA, T. (2004): Aplicación de SIG para seleccionar campos abandonados recuperables como áreas de pastoreo en el Pirineo Aragonés. En C. Conesa, Y. Álvarez y J.B. Martínez Guevara (Eds.): *Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales. Análisis mediante tecnología SIG y Teledetección*, (pp. 117-130). Murcia. Universidad de Murcia-AGE.

ERREA, M.P.; LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; ORTIGOSA, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y OSERÍN, M. (2009): Cambios en el paisaje de Cameros durante la segunda mitad del siglo XX. En: Lasanta, T. y Arnáez, J. (Eds). *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja)*. (pp.165-190). Logroño. Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos.

ELLISON, W. (1953): *Marginal land in Britain*. London: Geoffrey Bles.

FAGARAZZI, L. (2005): *Sustainable mountain development and the key-issue of marginalisation and farmland abandonment processes in mountain areas focus on the Alps*. Tesis doctoral, 275 pp. Università Ca' Foscari Venezia, Università IUAV di Venezia, Fondazione Scuola Studi Avanzati in Venezia

FARINA, A. (1991): Recent changes of the mosaic patterns in a montane landscape (north Italy) and consequences on vertebrate fauna. En: *Land abandonment and its Role in Conservation*. Options Méditerranéennes-Seminar Series A-nº15. CIHEAM Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes: Zaragoza. Spain.

FALCÓN, J. y CUBAS, F. (2010): *Estudio socio-económico del cultivo de la papa blanca de secano en el norte de Tenerife*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural, Cabildo de Tenerife.

FERNÁNDEZ-CALDAS, E.; TEJEDOR, M. y QUANTIN, P. (1982): *Suelos de regiones volcánicas*. Colección Viera y Clavijo IV, Santa Cruz de Tenerife: Secretariado de Publicaciones Universidad de La Laguna-C.S.I.C.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, J. (1995): *Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*. Madrid: Síntesis.

FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M.; ARÉVALO, J.R.; DELGADO, J.D. Y OTTO, R. (2004): *Canarias: ecología, medio ambiente y desarrollo*. Las Palmas de Gran Canaria. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente.

FLORISTÁN, A. y LIZARRA, M.A. (1990): Cambios en los paisajes agrarios del Pirineo occidental español. *Paysages et Sociétés*, 239-250.

FLORISTÁN, A. (1993): Entre la España húmeda y seca. Transformaciones agrarias en Navarra. En: VVAA. *Medio siglo de cambios agrarios en España*. (pp.753-769). Alicante. I.C. Juan Gil-Albert.

FONTANARI, E. y PATASSINI, D. (2008): *Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Esperienze di progetto*. Venezia: Publicación del Proyecto ALPTER

FRANCIS, C. (1986): Soil erosion on fallow fields: an example from Murcia. *Papeles de Geografía Física*, 11, 21-28.

FRANCIS, C. y THORNES, J.B. (1990): Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types. En: J.B. Thornes (edr.). *Vegetation and erosion John Wiley & Sons*, (pp. 363-384).

FUENTES-HERNÁNDEZ, F.J. (2003): *Variaciones en la fertilidad de los suelos en terrenos abandonados de la isla de Tenerife. Bases para su gestión sostenible*. Trabajo Fin de Carrera. Ingeniero Técnico Agrícola. La Laguna: Centro Superior de Ciencias Agrarias, ULL.

GALLART y LLORENS (1993): Consecuencias hidrológicas y geomorfológicas del abandono de tierras en montaña media mediterránea. *Paralelo 37°*.

GALLART, F. y LLORENS, P. (1994): Papel de los cultivos de montaña y su abandono en la economía del agua. En: García Ruiz, J.M. y Lasanta, T. (Eds.) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. (pp. 43-55). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología.

GALLART, F.; LLORENS, P. y LATRON, J. (1994): Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a Mediterranean small mountainous catchment. *Journal of Hydrology*, 159, 291-303.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, J. (1992): Transformaciones en las montañas de Castilla, Medio siglo de cambios agrarios en España (1940-1990), pp.297-236. Universidad de Alicante

GARCÍA-FERNÁNDEZ, J. (1997): *Medio Ambiente y crisis rural*. Valladolid: Publicaciones de la Universidad de Valladolid.

GARCÍA, J L. y PESTANA, G. (2010): *Las Medianías. Agricultura, paisaje y desarrollo rural en Canarias*. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles.

GARCÍA, J.L. y PESTANA, G. (2011): Tipificación de las áreas rurales y de los paisajes agrarios de Canarias. En: AAVV. *Los paisajes agrarios de España. Caracterización, evolución y tipificación*. (pp. 534 – 573). Madrid. Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

GARCÍA, J.L. y PESTANA, G. (2011): Los paisajes agrarios de Las Medianías de Canarias. En: AAVV. *Los paisajes agrarios de España. Caracterización, evolución y tipificación*. (pp. 575 – 606). Madrid. Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

GARCÍA-RUIZ, J.M., LASANTA, T. y SOBRÓN, I. (1988): Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados: El valle del Jubera (Sistema Ibérico). *Zubía*, 6, 99-114.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (1990): Land-use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 267-279.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y RUIZ-FLAÑO, P. (1990): Evolución de los suelos agrícolas abandonados en áreas de montaña. *Rev. Quercus*, 55,25-29.

GARCÍA RUIZ, J.M., Edr. (1990): *Geoecología de las áreas de montaña*. Logroño: Geofoma Ediciones.

GARCÍA-RUIZ, J.M. (1990): El viejo dilema: Estabilidad e inestabilidad de los ecosistemas de montaña. En: García Ruiz, J.M. (Ed.) *Geoecología de las áreas de montaña*. (pp. 313-337). Logroño. Geofoma Ediciones.

GARCÍA-RUIZ, J.M., RUIZ-FLAÑO, P., LASANTA, T., MONTSERRAT, G., MARTÍNEZ RICA, J.P. & PARDINI, G. (1991): Erosion in abandoned fields, what is the problem? En: Sala, M., Rubio, J.L. & García Ruiz, J.M. (Eds) *Soil erosion studies in Spain*. (pp. 97-108) Logroño. Geofoma Ediciones.

GARCÍA-RUIZ, J.M. Y LASANTA, T. (1993): Land-use conflicts as a result of land-use change in the Central Spanish Pyrenees: a review. *Mountain Research and Development*, XIII, (3), 295-304.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T, Eds. (1994): *Efectos Geomorfológicos del Abandono de Tierras*. Zaragoza: Sociedad Española de Geomorfología.

GARCÍA-RUIZ, J.M., LASANTA, T., RUIZ-FLAÑO, P., MARTÍ, C., ORTIGOSA, L. y GONZÁLEZ, C. (1994): Soil erosion and desertification as a consequence of farmland abandonment in mountain areas. *Desertification Control Bulletin*, 25, 27-33.

GARCÍA-RUIZ, J.M. (1994): Erosión y degradación de suelos como consecuencia del abandono de explotaciones agrícolas en España. En *Erosión y degradación de suelos agrícolas y forestales. Contribución a la lucha contra la desertificación*, Madrid: Centro de Ciencias Medioambientales y Sociedad Española de Geomorfología.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (1995): The effects of irrigation on soil piping. A case study in the Ebro Depression. *Annales Geophysicae*, 13(2), 453.

GARCÍA-RUIZ, J.M., LASANTA, T., MARTÍ, C., GONZÁLEZ, C., WHITE, S., ORTIGOSA,

L. y RUIZ-FLAÑO, P. (1995): Changes in runoff and erosion as a consequence of land-use changes in the Central Spanish Pyrenees. *Annales Geophysicae*, 13(2), 453.

GARCÍA-RUIZ, J.M.; LASANTA, T.; RUIZ-FLAÑO, P.; ORTIGOSA, L.; WHITE, S. y GONZÁLEZ, C (1996): Land-use changes and sustainable development in mountain areas: a case study in the Spanish Pyrenees. *Landscape Ecology*, 11 (5), 267-277.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (1996): Changements des utilisations agricoles du sol et développement durable dans les Pyrenees Centrales Espagnoles. En: López Bermúdez, F. y Rognon, P. (Eds.). *Érosion, désertification et aménagement du territoire dans les milieux semi-arides méditerranées*, Murcia. Université Murcie.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LÓPEZ-ARCÍA, P., eds. (1997): *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*. Zaragoza: Instituto Pirenaico de Ecología.

GARCÍA-RUIZ, J.M. (1999): *La producción científica de la Geomorfología española y su impacto, a través de las publicaciones periódicas*. Zaragoza: Instituto Pirenaico de Ecología.

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. (2009): *La erosión del suelo en España*. Zaragoza: Sociedad Española de Geomorfología (SEG).

GARCÍA-RUIZ, J.M. y LANA-RENAULT, N. (2011): Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region- A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, 317-338.

GASULL, J.; MARTÍNEZ, X. y SÁNCHEZ, F. (1990): L'evolució de la vegetació la Vall de Castellbó (Alt Urgell) de 1960 a 1988. *Documents D'anàlisi Geogràfica*, 16, 103-118.

GELLRICH, M.; BAUR, P.; KOCH, B. y ZIMMERMANN, N.E. (2006): "Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss Mountains: a spatially explicit economic analysis", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118, (1-4), 93-108.

GELLRICH, M. y ZIMMERMANN, N.E. (2007): Investigating the regional-scale pattern

of agricultural land abandonment in the Swiss mountains: A spatial statistical modelling approach. *Landscape and Urban Planning*, 79,65-76.

GUERRA, J.A. (2009): *Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la isla de Tenerife. Secuencias edáficas evolutivas y regresivas*. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna.

GISBERT, J.M.; IBÁÑEZ, S. y MORENO, H. (2012): Medidas mecánicas extraordinarias de conservación de suelos. Ediciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 11 pp.

GODENAU D., SUÁREZ, S. y FEBLES, M. (2009): *Análisis de los resultados de la Encuesta Rural Tenerife 2007*. Santa Cruz de Tenerife: Cabildo de Tenerife y Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ, C.; ORTIGOSA, L.; MARTÍ, C. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1994): Aplicación de técnicas S.I.G. al estudio de la organización espacial de procesos geomorfológicos en montaña. En: Arnáez, J.; García-Ruiz, J.M. y Gómez Villar (edrs.). *Geomorfología en España* (pp.365-377). Logroño. Sociedad Española de Geomorfología.

GONZÁLEZ-BARBERÁ, G., LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y ROMERO DÍAZ, A. (1997): Cambios de usos del suelo y desertificación en el Mediterráneo: el caso del sureste ibérico. En García- Ruiz, J.M. y López García, P.: *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*. Zaragoza. Instituto Pirenaico de Ecología.

GONZÁLEZ DE OLARTE, E. y TRIVELLI, C. (1999): Andenes y desarrollo sustentable. *Estudios de la sociedad rural*, 17. Instituto de Estudios Peruanos (IEP) y Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Economía Andina (CONDESAN), Lima.

GÓMEZ MORENO, M.L. (1985): *La montaña malagueña. Estudio integrado de la evolución de su superficie*. Tesis doctoral inédita. Málaga.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1991): Ecological consequences of the abandonment of traditional land-uses systems in Central Spain. *Options Méditerranéennes*, 15,23-29

GRAU, A. y BROWN, A.D. (2000): Development threats to biodiversity and

opportunities for conservation in the mountain ranges of the upper Bermejo River Basin, NW Argentina and SW Bolivia. *Ambio* 29, 432–439.

GONZÁLEZ-MORALES, A. (Dir) (2007): *Guía de senderos de las Medianías de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones de La Mancomunidad de Municipios de Gran Canaria.

GRAU, A. y BROWN, A.D., (2000): Development threats to biodiversity and opportunities for conservation in the mountain ranges of the upper Bermejo River Basin, NW Argentina and SW Bolivia. *Ambio* 29, 432–439.

GRAU, H.R., AIDE, T.M., ZIMMERMAN, J.K., THOMLINSON, J.R., HELMER, E. y ZOU, X., (2003): The ecological consequences of socioeconomic and land use change in post agricultural Puerto Rico. *Bioscience* 53, 1159–1168.

GRAU, H.R., GASPARRI, N.I. y AIDE, T.M., (2005): Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. *Environmental Conservation* 32, 140–148.

GRAU, H.R. y AIDE, T.M. (2007): Are rural-urban migration and sustainable development compatible in mountain systems? *Mountain Research and Development* 27, 119–123.

GRIMALT, M.; BLÁSQUEZ, M. y RODRÍGUEZ-GOMILA, R. (1992): Physical factors, distribution and present land-use terraces in the Tramuntana Mountain Range. *Pirineos*, 139, 14-25.

GRIMALT, M. y RODRÍGUEZ-GOMILA, R. (1997): Caracterizació dels murs de pedra transversals als cursos d'aigua del terme de Manacor (Mallorca). En: VVAA *.La pedra en sec: obra, paisatge i patrimoni. IV Congrés Internacional de Construcció de Pedra en Sec*. Mallorca. Consell de Mallorca. FODESMA.

GRIMALT, M. y BLÁSQUEZ, M. (1989): El mapa de marjades de la Serra de Tramuntana de Mallorca. *Treballs de Geografia*, 42, 43-47.

GRIMALT, M., BLAZQUEZ, M., y RODRÍGUEZ, R. (1992): Physical factors, distribution and present land-use of terraces in the Tramuntana Range. *Pirineos*, 139, 15-25

GRIMALT, M.; ALOMAR, G.; FERRER, I.; REYNÉS, A. y RODRÍGUEZ, R. (2000): Parameters of geographic distribution and actual estate of territories of terrace cultivation of Serra de Tramuntana (Mallorca). En: Rubio, J.L.; Asins, S. Andreu, A.; De Paz, J.M. y Gimeno, E. *Man and soil at the Third Millenium. Book of abstracts* (166-176) Valencia: European Society for Soil Conservation.

GREENLAND, D.J. (1965): *Soils Fertil.* 28, 415.

GROVE, A.T. y RACKHMAN, O. (1988): *The Nature of Mediterranean Europe: An Ecological History*. London: Yale University Press, New Haven and London.

GUIHENEUF, P. Y.; MANTEROLA, J.J. y HUIILLIER, C.L. (1996): Management options for the Lozère, France. En: Baldock, D. et al. (Eds). *Farming at the Margins: Abandonment or Redeployment of Agricultural Land in Europe: Case Studies*. London. Institute for European Environmental Policy/ Agricultural . Economics Research Institute.

GUERRA-PALMERO, R. A. (2005): *Autarquía y hecho diferencial canario (1936-1960)*. Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones Idea, colección: Biblioteca económica canaria.

HANSEN, A. (1987): *Los volcanes recientes de Gran Canaria*. Madrid: Editorial Rueda.

HANSEN, A. (1993): *Bandama. Paisaje y Evolución*. Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria.

HANSEN, A. (2001): Relieve. En: Hansen Machín, A. (dir.) *Geografía de Santa Brígida*. (pp.17-36). Las Palmas de Gran Canaria. Ediciones del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Santa Brígida.

HAUSEN, H. (1962): New contributions to the Geology of Gran Canaria. *Soc.Sci.Fenn.Comm.phys.-math.*, 27, 1-418.

HERNÁNDEZ, L. (1996): *Modelización espacial del riesgo de erosión de suelos mediante SIG. Aplicación al estudio de la extracción de suelos en Gran Canaria*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Alcalá de Henares.

HERNÁNDEZ, L.; ROMERO, L.; RUIZ-FAÑO, P. y PÉREZ-CHACÓN, E. (1998): El riesgo de erosión como factor limitante de las extracciones de suelo en Gran Canaria. Una aproximación mediante SIG. En: Gómez, A.; Salvador, F.; Schulte, L. y García, A. (Eds.) *Investigaciones recientes de la geomorfología española. Aportaciones a la V Reunión Nacional de Geomorfología*, (pp. 631-639). Granada. Publicaciones de la Universidad de Barcelona.

HERNÁNDEZ, L.; MÁYER, P. y ROMERO, L. (2002): Elaboración de modelos digitales de precipitación para la isla de Gran Canaria. Un ejemplo en la cuenca del Barranco Guinguada. *Vegueta*, 6, 201-215.

HERNÁNDEZ CALVENTO, L. (2002): *Análisis de la evolución del sistemas de dunas de Maspalomas, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2000)*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

HERNÁNDEZ CORDERO, A. (2012): *Análisis de la vegetación como indicadora de las alteraciones ambientales inducidas por la actividad turística en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

HIETEL, E.; WALDHARDT, R. y OTTE, A. (2004): Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany, *Landscape Ecology*, 19, 473-489.

HOSTERT, P. (2010): The Carpathian mountains in transformation. *Mountain Research Initiative Newsletter*, 5, 6-8.

HOOKE, J.M., (2003): Coarses sediment conectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology. *Geomorphology*, 56, 79-94

HOOKE, (2006): HOOKE, J.M., (2006): Human impacts on fluvial systems in the

Mediterranean region. *Geomorphology* 79, 311-335.

HUDSON, N. (1982): *Conservación del suelo*. Barcelona: Editorial Reverte.

ICONA (1988): *Agresividad de la lluvia en España. Valores del factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo*. Servicio de publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Barcelona, Madrid: Ed. Ariel, S.A..

IUSS GRUPO DE TRABAJO WRB (2007): *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007*. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

IZQUIERDO y GRAU, (2009): Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina. *Journal of Environmental Management*, 90, 858-865.

JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y. (1992): Cambios medioambientales que suceden al abandono de los campos de cultivo en terrazas: la acequia de Cachariche. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 18-19 (1989-90), 5-45.

JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y. (1994 a): Cambios medioambientales que suceden al abandono de los campos de cultivo en terrazas: la Acequia de Cacharique, *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 18-19, 5-46.

JONGMAN, R.H.G. (2002): Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*, 58, 211-221.

JOSA, R. y RODA, R. (1994) Influencia del relieve y la conductividad hidráulica en la aparición de zonas saturadas en terrazas abandonadas del Prepirineo catalán. En: Gómez-Villar, A.; García-Ruiz, J.M. y Arnáez Vadillo (Coord.). *Geomorfología en España: III Reunión de geomorfología*. Vol. 2 (pp.143-152). Logroño.

KIRBY, M.J. y MORGAN, R.P.C. (1984): *Erosión de suelos*. México: Ed. Limusa.

KENDALL, A. (2005): Applied archaeology: revitalizing indigenous agricultural technology within an andean community. *Public Archeology*, 4, 205-221.

KENDALL, A. y DEN OUDEN, G. (2008): Terrazas, una infraestructura agrícola como contribución a las estrategias de manejo de riesgos climáticos. *XII Congreso de Historia Agraria. Sesión I: Historia Agraria y Agricultura Sostenible*. (pp 1-32). Córdoba

KENDALL, A. y RODRÍGUEZ, A. (2009): *Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería en los Andes Centrales de Perú*. Cuzco: Centro Bartolomé de las Casas.

KOSMAS, C.; GERONTIDIS, S. y MARATHIANOY, M. (2000): The effect of land use change on soils and vegetation over various lithological formations on Lesbos (Greece). *Catena* 40, 51-68.

KOZAK, J.; OSTAPOWICZ, K.; SZABLOWSKA-MIDOR, A. y WIDACKI, W. (2004): Land abandonment in the Western Beskidy Mts and its environmental background. *Ekologia Bratislava* 23 (1), 116-126.

KUEMMERLE, T.; HOSTERT, P.; RADELOFF, V.C.; VAN DER LINDEN, S.; PERZANOWSKI, K. y KRUCHLOV, I. (2008): Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians. *Ecosystems* 11, 614-628.

LAMBIN, E.F. (1994): Modelling deforestation processes: a review. *TREES Publications Series B: Research Report 1*. Office of Official Publications of European Community, Luxembourg, 113 pp.

LAMBIN, E.F.; BAULIES, N.; BOCKSTAEL, G.; FISHER, T.; KRUG, R.; LEMMANS, E.F.; MORAN, R.R.; RINDFUSS, Y.; SATO, D.; SKOLE, B.L.; TURNER y VOGEL, C. (1999): Land use and land cover change implementation strategy, *IGBP report*, 48, IHDP report 10.

MORENO, C. y HANSEN, A. (2001): La Vega y sus nombres. En: Hansen Machín, A. (dir.): *Geografía de Santa Brígida* (pp.137-154). Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Santa Brígida.

LAMBIN, E.F.; HELMUT J. GEIST, H.J. y LEPERS, E. (2003): Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Environment and Resources* 28, 205-241.

LANA-RENAULT, N. GARCÍA RUIZ, J.M. y ARNÁEZ, J. (2012): Una revisión de los efectos geomorfológicos del abandono de campos en pendiente y bancales en la montaña mediterránea. En A. González Díez (Coor.) *Avances de la geomorfología en España, 2010-2012* (pp. 551-554). Santander. Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología

LANA-RENAULT, N.; GALILEA, I.; LLORENTE, J.A.; ORTIGOSA, L.; OSERÍN, M.; RUIZ-FLAÑO, P.; PASCUAL, N. y ARNÁEZ, J. (2012): La evolución hidrogeomorfológica del abandono de los bancales abordada desde una perspectiva multiescalar. *Avances de la geomorfología en España, 2008-2010*, 583-586.

LANGRAN, G (1992): *Time in GIS*. Londres: Taylor & Francis Ltd.

LESSCHEN, J.P.; CAMMERAAT, L.H.; KOOIJMAN, A.M. y VAN WESEMAEL, B. (2008): Development of spatial heterogeneity in vegetation and soil properties after land abandonment in a semi-arid ecosystem. *Journal of Arid Environments*, 72 (11): 2082–2092.

LASANTA, T. (1985): *Aportación al estudio de la erosión hídrica en campos cultivados de La Rioja*. Logroño. Instituto de Estudios Riojanos. Serie Ciencias de la tierra 3.

LASANTA, T. y GARCÍA RUIZ, J.M. (1987): Cambios en la organización espacial de los usos agrarios del suelo en el Pirineo Central. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios* 9.

LASANTA, T. (1988 a): The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 132, 15 a 36.

LASANTA, (1988 b): *La evolución de la agricultura en áreas de montaña: modelos en el Pirineo aragonés*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

LASANTA, T. (1989): Dinámica reciente del paisaje agrario en el Bajo Iregua.

Cuadernos de Investigación Geográfica, 1-2, 109-121.

LASANTA, T. (1989): *Evolución reciente de la agricultura de montaña: El Pirineo aragonés*. Geoforma Ediciones, Monografías científicas, nº1. Logroño.

LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; RUIZ FLAÑO, P. Y ORTIGOSA, L. (1989): Evolución superficial del espacio cultivado en Cameros Viejo (Sistema Ibérico) y su relación con algunos factores geocológicos. *Estudios Geográficos* 197, 553-572.

LASANTA, T. (1990): Diversidad de usos e integración espacial de la gestión tradicional del territorio e las montañas de Europa Occidental. *Geoecología de las áreas de montaña*. Logroño: Geoforma Ediciones..

LASANTA, T. (1990): Tendences actualles de l'organisation spatial des montagnes espagnoles, *Annales de Géographie* 551, 51-71.

LASANTA, T. (1990): Tendencias en el estudio de los cambios de usos del suelo en las montañas españolas, *Pirineos* 135, 7-106.

LASANTA, T., ARNAEZ, J., RUIZ-FAÑO, P. y ORTIGOSA, L. M. (1990): Evolución superficial del espacio cultivado en Cameros Viejo (Sistema Ibérico) y su relación con algunos factores geocológicos, *Estudios Geográficos* 97, 553-573.

LASANTA, T. (1992): Factores limitantes y estrategias antrópicas en la utilización agrícola de las montañas septentrionales españolas, *El medio rural español. Cultura, paisaje y naturaleza*, Salamanca: Universidad de Salamanca, vol. II, pp. 747-756.

LASANTA, T.; PÉREZ-RONTOMÉ y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1994): Hydrological problems resulting from farmland abandonment in semi-arid environments: The central Ebro depression. En J.M. García Ruiz y T. Lasanta (eds) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología, Instituto Pirenaico de Ecología e Instituto Fernando El Católico.

LASANTA, T., RUIZ-FAÑO, P. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1994): El funcionamiento hidromorfológico de campos abandonados como apoyo a la gestión agroganadera en

el Pirineo. *VII Coloquio de Geografía Agraria, 193-199*, Córdoba. Universidad de Córdoba.

LASANTA, T., PÉREZ-RONTOME, C., GARCÍA-RUIZ, J.M., MACHÍN, J. y NAVAS, A. (1995): Hydrological problems derived from farmland abandonment in semi-arid environments: the central Ebro Depression, Spain. *Annales Geophysicae*, 13(2), 454.

LASANTA, T. y GARCÍA-RUIZ, J.M., eds. (1996): *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología.

LASANTA, T. (1996): El proceso de marginación de tierras en España. En Lasanta, T. y García-Ruiz, J.M. (eds.) *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. Zaragoza: Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología.

LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; ORTIGOSA, L. y OSERÍN, M. (1996): Consecuencias geoecológicas del abandono agrícola en Camero Viejo (Sistema Ibérico). *Zubía*, 8, 61-85.

LASANTA, T. (1997): La transformación del paisaje en montaña media por la actividad agrícola en relación con las condiciones ambientales. En GARCÍA RUIZ, J.M. y LÓPEZ GARCÍA, P.: *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*. Zaragoza. Instituto Pirenáico de Ecología.

LASANTA, T., GARCÍA-RUIZ, J.M., PÉREZ-RONTOMÉ, M.C. y ERREA, M.P. (1998): Repercusiones hidromorfológicas del incremento del barbecho como consecuencia de la política comunitaria del set-aside: resultados en ambiente semiárido de la Depresión del Ebro. *IX Coloquio de Geografía Rural*, pp. 297-306, Vitoria. Universidad del País Vasco,.

LASANTA, T. y ARNÁEZ, J. (1999): Crisis demográfica, implicaciones en el uso y conservación del suelo, y sostenibilidad en Camero Viejo (Sistema Ibérico, La Rioja, España). *Berceo* 137, 113-127.

LASANTA, T. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1999): Exportación de solutos desde diferentes

usos del suelo. Estudio experimental en el Pirineo Central español. *Geographicalia* 37, 1-14.

LASANTA T., VICENTE-SERRANO, S. y CUADRAT, J.M. (2000): Marginación productiva y recuperación de la cubierta vegetal en el Pirineo: un caso de estudio en el Valle de Borau. *Boletín de la AGE*, nº 29, 5-28

LASANTA, T. (2001): Los sistemas de gestión en el Pirineo central español durante el siglo XX: del aprovechamiento global de los recursos a la descoordinación espacial en los usos del suelo, *Ager* 2, 173-196.

LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; OSERÍN, M. y ORTIGOSA, L. (2001): Marginal lands and erosion in terraced fields in the Mediterranean mountains. A case study in the Camero Viejo (Northwestern Iberian System, Spain). *Mountain Research and Development*, 21, 69-76.

LASANTA, T. y ERREA, M.P. (2001): *Despoblación y marginación en la sierra riojana*. Logroño. Instituto de Estudios Riojanos.

LASANTA, T. y ERREA, M. P. (2001): Usos agrarios del suelo, En: Ríos, S. (Ed.) *El medio físico y su peligrosidad en un sector del Pirineo central*, (pp. 43-46). Zaragoza. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

LASANTA, T. y NOGUÉ, D. (2001): Evolución de los usos agrícolas del suelo en el Bajo Iregua: su influencia en la homogeneización del paisaje agrario. *Zubía*, 13, 211-226.

LASANTA, T.; VICENTE-SERRANO, S.M. y CUADRAT, J.M. (2005): Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography*, 25 (1), 47-65.

LASANTA, T.; GONZÁLEZ-HIDALGO, C.; VICENTE-SERRANO, S.M. y SFERI, E. (2006): Using landscape ecology to evaluate an alternative management scenario in abandoned Mediterranean mountainous areas. *Landscape and Urban Planning*, 78, 101-114.

LASANTA, T. (2007): El paisaje de la montaña mediterránea. Cambios por el abandono de tierras. *Cuadernos de Sostenibilidad y Patrimonio Natural. El paisaje mediterráneo. Opciones de multifuncionalidad*, 11, 58-69. Fundación Santander Central Hispano.

LASANTA, T y VICENTE-SERRANO, S. (2007): Evolución del paisaje en la montaña submediterránea durante la segunda mitad del siglo XX: un caso de estudio en la cuenca del Jubera (La Rioja).

LASANTA, T. y ARNÁEZ, J., (eds.) (2009): *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros, Sistema Ibérico, La Rioja*. Logroño: Universidad de la Rioja – Instituto de Estudios Riojanos.

LASANTA, T., ARNÁEZ, J., ORTIGOSA, L., OSERÍN, M. y RUIZ-FLAÑO, P. (2009): Espacio agrícola y agricultura en Cameros a mediados del siglo XX. En: Lasanta, T. y ARNÁEZ, J. (Eds.). *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja)*, (pp.83-108). Logroño Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos.

LASANTA, T., ARNÁEZ, J., ERREA, M.P., ORTIGOSA, L. y RUIZ-FLAÑO, P. (2009): Mountain pastures, environmental degradation, and landscape remediation: The example of a Mediterranean policy initiative. *Applied Geography*, 29, 308-319.

LASANTA, T. (2010): Evolución regional y dinámica del paisaje en La Rioja (1950-2010). *Zubía* 28, 49-88.

LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; RUIZ-FLAÑO, P. y ORTIGOSA, L. (2011): Los bancales en la montaña mediterránea. Un paisaje multifuncional en proceso de degradación. En: Berrocal, L. (Coord.) *Territorio, paisaje y patrimonio rural*. (pp: 198-209).

LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; RUIZ-FLAÑO, P. y LANA-RENAULT, N. (2013): Los bancales en las montañas españolas: un paisaje abandonado y un recurso potencial. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 63, 301-322.

LESSCHEN, J.P.; KOK, K.; VERBURG, P.M. y CAMMERAAT, L.H. (2007): Identification of vulnerable areas for gully erosion under different scenarios of land abandonment in Southeast Spain. *Catena* 71, 110-121.

LESSCHEN, J.P.; CAMMERAAT, L.H. y NIEMAN, T. (2008): Erosion and terrace failure due to agricultural land abandonment in a semi-arid environment. *Earth Surface Processes and Landsforms* 33, 1574-1584.

LIETZ, J. y SCHMINCKE, H.U. (1975): Miocene-Pliocene sea level changes and volcanic episodes on Gran Canaria (Canary Islands) in the light of new K-Ar ages. *Paleogeography Pleoclimatology Paleoecology*, 18, 213-239.

LONDOÑO, A. (2008): Pattern and rate of erosion inferred from Inca agricultural terraces in arid southern Perú. *Geomorphology* 99, 13-25.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y TORCAL, L. (1986): Proceso de erosión en túnel (piping) en cuencas sedimentarias de Murcia. Estudio preliminar mediante difracción de rayos X y microscopio de barrido. *Papeles de Geografía*, 11, 7-20.

LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; ROMERO-DIAZ, A. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. (1996): The Ardal site: soil and vegetation cover. En: Brandt, J. y Thornes, J. (Eds.) *Mediterranean Desertification and Land Use*. Wiley, (pp 169-188) Chichester

LOURENÇO, L. (2005): Les terres anciennement cultivées du Centre du Portugal: aménagements traditionnels et impacts des incendies de forêt. *Études de Géographie Physique* nº XXXII. Travaux du Bure du Mont-Lozère. UMR 6012 ESPACE du CNRS et de l'Université de Nice-Sophia-Antipolis.

LUENGO, M.A. (1992): Las condiciones físicas del terrazgo en la Maragatería y su relación con el abandono de tierras. En: AAVV. *El medio rural español. Libro Homenaje a D. Ángel Cabo Alonso*. Volumen II (pp.1133-1140) Salamanca. Ed. Universidad de Salamanca-Centro de Estudios Salmantinos.

LLORENS, P. y GALLART, F. (1990): Simulación por ordenador de la respuesta hidrológica y de sedimentos de una cuenca en campos abandonados. *I Reunión Nacional de Geomorfología*, 619-628.

LLORENS, P. (1991): *Resposta hidrológica i dinàmica de sediments en una petita conca pertorbada de muntany mediterrània*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.

LLORENS, P. y GALLART, F. (1992): Small basin response in a Mediterranean mountainous abandoned farming area: research design and preliminary results. *Catena* 19, 309-320.

LLORENS, P.; LATRON, J y GALLART, F. (1992): Analysis of the role of agricultural abandoned terraces on the hidrology and sediment dynamics in a small mountainous basin. (High Llobregat, Eastern Pyrenees). *Pirineos*, 139, 27-46.

LLORENS, P.; QUERALT, I.; PLANA, F. y GALLART, F. (1997): Studing solute and particulate sediment transfer in a small Mediterranean mountainous catchment subject tol and abandonment. *Earth Surface Proecesses and Landforms* 22, 1027-1035.

LLORENTE J.M. y LUENGO, M.A. (1986): El abandono de tierras: Significado y gestión de las etapas de sucesión secundaria. El ejemplo de los relieves paleozóicos del W. castellano-leonés. *Monografías de l'EQUIP*, 2, 105-114.

LLOVET, J. y RUIZ, M. (2002): Producción de sedimentos en antiguos bancales de cultivo. Efectos del fuego en función de la edad de abandono. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 13, 131-135.

MAC DONALDG, D.; CRABTREE, J.R.; WIESINGER, G.; DAX, T.; STAMOU, N.; FLEURY, P.; GUTIÉRREZ-LAZPITA, J. y GIBON, A. (2000): Agricultural abandonment in mountain áreas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management* 59, 47-69.

MANCHADO, J.C. (2010): Valoración económica de los servicios ambientales y de las externalidades en los agroecosistemas. *Seminario Servicios sistémicos y sustentabilidad de agroecosistemas: fomentando nuestra "eco-industria regiona"*. INTA Oliveros

MAISO, E. y LASANTA, T. (1990): El espacio agrario en el valle del Linares: características y utilización reciente. *Berceo*, 118, 53-62.

MAGNA (1990). Serie de mapas geológicos nacionales a escala 1:25.000. Publicaciones del Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

MARZOLFF, I; RIES, J.B.; DE LA RIVA, J. y SEEGER, M. (Eds.) (2003): *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España*. Zaragoza: Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main y Universidad de Zaragoza.

MARZOLFF, I. (2003): Aplicación de la fotografía aérea de alta resolución tomada a partir de un zeppelin aerostático teledirigido al seguimiento de la dinámica vegetal y geomorfológico en campos abandonados en Aragón (España). En Marzolff, I; Ries, J.B.; De La Riva, J. y Seeger, M. (Eds.) *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España* (pp. 143-162). Zaragoza: Johann Wolfgang Goethe- Universität Frankfurt am Main y Universidad de Zaragoza.

MARCO J. A. y MORALES, A. (1995): Terrazas de cultivo abandonadas en el sureste peninsular: aspectos evolutivos, *Investigaciones Geográficas* 13, 81-91. Instituto Universitario de Geografía, Alicante.

MARCO, J.A y PADILLA, A. (1995): Colonización vegetal en terrazas de cultivo abandonadas en el Sureste Peninsular. *Cambios regionales a finales del siglo XX*, 38-42. Salamanca. XIV Congreso Nacional de Geografía.

MARCO, J.A.; OLCINA, J.; PADILLA, A. y RICO, A.M. (1996): Abandono de terrazas de cultivo: recolonización vegetal y erosión en el SE peninsular, *Cadernos. Laboratorio Xerologico de Laxe* 21, 132-146.

MARCO, J.A. y PADILLA, A. (eds.)(2002): *Aportaciones recientes al conocimiento biogeográfico de Aitana (Alacant)*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, Monografías.

MARSH, W. (1978): *Environmental analysis for land use and site planning*. Nueva York: McGraw –Hill.

MARTÍ. C. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1983): Consecuencias geomorfológicas de las lluvias de noviembre de 1982 en las cabeceras de algunos valles pirenaicos. *Estudios Geográficos*, 170-171, 275-289.

MARTÍN-GALINDO, J. L. (1987): *Poblamiento y actividad agraria tradicional en León*.

León: Junta de Castilla y León.

MARTÍN MARTÍN, V.O.; RODRÍGUEZ-BRITO, W.; BELLO, A. (1993): Ecological Aspects of Production in the Canary Islands Traditional Agrosystems. *Landscape Ecology and Agroecosystems*, (pp. 215-227). . Boca Raton-Florida (EE.UU.):Lewis Publishers

MARTÍN MARTÍN, V.O.; MARTÍN FERNÁNDEZ, C.S. y; GONZÁLEZ SOSA, S. (1994): El paisaje agrario de los jables de Tenerife: ¿un abandono irremediable? *II Congreso de Ciencia del Paisaje, vol. III*,339-354. Barcelona: Universitat de Barcelona.

MARTÍN MARTÍN, V.O. (1997): Los condicionantes naturales en la organización de los espacios agrarios. En Pérez De Paz, P.L. (Ed.): *Ecosistemas Insulares Canarios/Usos y Aprovechamientos del territorio, vol I. Máster en Gestión Ambiental* (419-427). Santa Cruz de Tenerife. Consejería de Política Territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

MARTÍN, V. (2000): Aproximación tipológica a los paisajes agrarios actuales de Canarias. *Papeles de Geografía* 32,97-115.

MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A.; PORTA, J.; BOIXADERA, J. y RAMOS, M.C. (2003): Suelos de viña del Alt Penedès – Anoia: características y procesos de degradación por manejo y erosión hídrica. En: *Els Paisatges de la Vinya. Actes núm. 5* (287-274), Publicaciones del Centre d'Estudis del Bages, Manresa.

MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. y LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. (1994): Evolución de algunas propiedades edáficas y de la vegetación en campos abandonados en ambiente semiárido mediterráneo. En: García Ruiz, J.M. y Lasanta, T. (Eds.): *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. (pp.107-119). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología.

MARZOL, M. V. (1988): *La lluvia, un recurso natural para Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Caja General de Ahorros de Canarias.

MARZOL, M. V. (1989): Situaciones atmosféricas de lluvias intensas en Canarias.

Reunión Científica Internacional sobre avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo. 107-116. Alicante-Murcia.

MARZOLFF, I. (2003): Aplicación de la fotografía aérea de alta resolución tomada a partir de un zeppelin aerostático teledirigido al seguimiento de la dinámica vegetal y geomorfológico en campos abandonados en Aragón (España) pp. 143-162. En: Marzzolf, I; Ries, J.B.; De La Riva, J. y Seeger, M. (Eds.) *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España.* Zaragoza. Johann Wolfgang Goethe- Universität Frankfurt am Main y Universidad de Zaragoza.

MASSON, L. (1992): Contribución al conocimiento de los andenes. *Debate Agrario*, 19, 1-27.

MATA OLMO, R. (2004): Agricultura, paisaje y gestión del territorio. *Polígonos. Revista de Geografía*, 1, 97-137.

MÁYER, P.; ROMERO, L. Y HERNÁNDEZ, L. (1999): Análisis espacial de los temporales en Gran Canaria en la década de los cincuenta. *Publicaciones de la AEC, serie A*, 1, 315-324. Barcelona.

MÁYER, P. (2003): *Lluvias e inundaciones en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (1869-1999).* Las Palmas de Gran Canaria: .Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria y Servicio de Publicaciones y Producción Documental de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

MÁYER, P. (2005): *Riesgos asociados a episodios de lluvia intensa en Gran Canaria (1951-2000).* Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria..

MÁYER, P. y ROMERO, L. (2006): Causas meteorológicas y distribución espacial de las lluvias intensas en las Canarias orientales. En: Cuadrats et al (Ed) *Clima, Sociedad y Medio Ambiente* (pp. 453-463). Zaragoza. AEC.

MÁYER, P.; PÉREZ-CHACÓN, E. y ROMERO, L. (2006): Lluvias e inundaciones en los centros turísticos de Gran Canaria: El caso de San Bartolomé de Tirajana. *Investigaciones Geográficas*, 41, 155-173.

MÁYER, P. (2011): *Lluvias e inundaciones en Gran Canaria. Islas Canarias*. Madrid: Editorial Académica Española.

MECO, J. (1986 a): Depósitos marinos del Cuaternario reciente de Canarias. En: J. Meco y N. Petit-Mairie (Eds.) *Le Quaternaire recent des isles Canaries* (pp. 6-42). Las Palmas-Marseille.

MECO, J. (1986 b): Climatic change in the Canary Islands during Upper Pleistocene. *International Symposium "Global Change in Africa: Past-Present-Future"*, 1986, 21-25. Dakar (Senegal).

MECO, J.; POMEL, R. y CARVALHAO, M^a. L. (1987): The recent marine Quaternary of the Canary Islands. En *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 10, 283-305. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

MEERKERK, A.L.; VAN WESEMAEL, B. y BELLIN, N. (2009): Application of connectivity theory to model the impact of terrace failure on runoff in semiarid catchments. *Hydrological Processes* 23, 1792-2803.

MEEUS, J.H.A.; VAN DER PLOEG y WIJERMANS, M.P. (1988): MEEUS, J.VAN DER PLOEG, J.D. y WIJERMANS, M., (1988): *Changing agricultural landscapes in Europe: Continuity, deterioration or ruptura?*. IFLA Conference Rotterdam.

MEUSS J.H.A.; WIJERMANS, M.P. y VROOM, M.J. (1990): Agricultural landscapes in Europe and their transformation. *Landscape and Urban Planning*, 18, 289-352.

MOLINA GALLART, D. y MANUEL DE MIRÓ (1996): Aplicacions dels SIG a l'estudi dels processos erosius en camps abandonats del Parc Natural del Cadí-Moixeró. *Documentos de Análisis Geográfico*, 28, 41-53.

MOLINA GALLART, D. y NADAL TERSA, J. (1998): Procesos erosivos en campos abandonados del Parque Natural del Cadí-Moixeró (Pirineos Orientales). En: A. Gómez Ortiz y F. Salvador Franch (Eds.). *Investigaciones Recientes de la Geomorfología Española*. (pp 539-546). Barcelona.

MOLINA, D.; NADAL, J. y SORIANO, J.M. (1997): La transformació de l'espai agrari a

Catalunya. Medi Ambient. *Tecnología i Cultura*, 18, pp.42-49

MOLINA-GALLART, D. (2000): *Conservació i degradació de sòls a les àrees de muntanya en procés d'abandonament. La fertilitat del sòl al Parc Natural del Cadí-Moixeró*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

MOLINA, D.; NADAL, J. Y SORIANO, J.M. (2001): El abandono del medio rural pirenaico y la repercusión en la fertilidad de los suelos, el paisaje vegetal y los procesos erosivos. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 52, 321-341.

MOLINILLO, M.; LASANTA, T. y GARCÍA RUIZ, J.M. (1987): Managing mountainous degraded landscape after farmland abandonment in the Central Spanish Pyrenees. *Environmental Management*, 21, 587-598.

MOLINILLO, M., GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (1994): Sucesión vegetal y recursos pastorales en campos abandonados del Pirineo Central. *VI Coloquio de Geografía Agraria*, 236-241, Universidad de Córdoba, Córdoba.

MONKHOUSE, F.J. (1978): *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona: OIKOS-TAU.

MORALES, G. y MACÍAS, A. (2003): Génesis, desarrollo y estado actual del espacio rural de Canarias. *Ería* 62, 265-302.

MORALES, G. y SANTANA, A. (2005): *Islas Canarias. Territorio y sociedad*. Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones Anroart, Colección Textos Universitarios.

MORENO, C. y HANSEN, A. (2001): La Vega y sus nombres. En: Hansen Machín, A. (dir.): *Geografía de Santa Brígida* (pp.137-154).). Las Palmas de Gran Canaria. Ediciones del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Santa Brígida.

MORENO-MEDINA, C., (2005): *Articulación territorial en espacios insulares: Las vías de comunicación terrestres en Canarias, siglos XVI-XIX*. Tesis doctoral. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

MOTTET, A.; LADET, S.; COQUE, N. y GIBON, A. (2006): Agricultural land-use change

and its drivers in mountains landscape: a case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, 296-310.

NADAL-TERSA, J. (2002): *Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània. Variacions en la fertilitat del sòl i en l'exportació de nutrients al massís de Sant Llorenç del Munt i la Serra de l'Obac (Serralada Prelitoral Catalana)*. Barcelona: Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

NARANJO CIGALA, A. (1995): *Evolución del paisaje vegetal de la Cumbre Central de Gran Canaria (1969-1992)*. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Cabildo Insular de Gran Canaria, 206 págs.

NARANJO, A. y HERNÁNDEZ, L. (1995): Caracterización y cartografía de unidades de paisaje vegetal discriminadas a partir de teledetección y trabajo de campo. *Vegeta*, 4, 257-266.

NARANJO, A. y HERNÁNDEZ, L. (1995): Estudio de la dinámica del paisaje vegetal mediante la clasificación cruzada "Raster". *Botánica Macaronésica* 22, 35-48.

NARANJO SANTANA, M.C. (2007): *Aproximación a la Historia Económica de un Área Rural. La Vega de San Mateo*. Las Palmas de Gran Canaria. Ilustre Ayuntamiento de la Vega de San Mateo, 96 págs.

NIKODEMUS, O.; BELL, S.; GRINE, I. y LIEPINS, I. (2005): The impact of economic, social and politic factor son the landscape structure of the Vidzeme Uplands in Latvia. *Landscape and Urban Planning* 70, 57-67.

NUNES, A.; COELHO, C.; DE ALMEIDA, A. y RODRÍGUEZ, A. (2010): Soil erosion and hydrological response to land abandonment in a central inland área of Portugal. *Land Degradation and Development* 21, 260-273.

OOSTWOUD WIIJDENES, D.J.; POESEN, J.; VANDEKERCKHOVE, L.; NACHTERGAELE, J. y DE BAERDEMAEKER, J. (1999): Gully-head morphology and implication for gully development on abandoned fields in a semi-arid environment. Sierra de Gata, Southeast Spain. *Earth Surface Processes and Landforms* 24, 585-603.

ORTIGOSA, L.; OSERÍN, M. y ARNÁEZ, J. (1994): Comportamiento geomorfológico del espacio agrario abancalado. En: AAVV: *Cameros Viejo (Sistema Ibérico): resultados de una modelización territorial. En Efectos geomorfológicos del abandono de tierras.* (pp. 121-134). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología, Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) e Institución Fernando el Católico.

ORTIGOSA, L.; ARNÁEZ, J. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (2000): Primeros resultados sobre la elaboración de una cartografía de vulnerabilidad geomorfológica en la Sierra de La Demanda (HMTN 240, Ezcaray, La Rioja). *Investigación humanística y científica en La Rioja*, 63-76. Logroño. Instituto de Estudios Riojanos

ORTIZ, S.M.; ANAYA, G. Y ESTRADA, B.W. (1994): *Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra.* Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Chapingo, México.

OSERÍN, M. A. (2007): *Cambios en la gestión del territorio de una montaña media mediterránea y sus impactos medioambientales. Hacia un nuevo paisaje (altos valles del Iregua, Leza, Jubera y Cidacos, Sistema Ibérico noroccidental).* Tesis doctoral. Logroño: Universidad de La Rioja.

OZCÁRIZ, J.; NOVO, M.; PRATS, F.; SEOANE, M. y TORREGO, A. (2008): *Cambio Global. España 2020's. El reto es actuar.* Madrid: Ediciones Fundación Universidad Complutense, Fundación CONAMA y Caja Madrid.

PADILLA, A. (1997): *Colonización vegetal en campos de cultivo abandonados en la provincia de Alicante.* Tesis doctoral. Alicante: Universidad de Alicante.

PADILLA, A. (1998): *Colonización vegetal en campos abandonados de la provincia de Alicante.* Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

PADRÓN, P.A.; GONZÁLEZ, M.C.; HERNÁNDEZ, L.A.; JIMÉNEZ, C.C. Y ORTEGA, M.J. (1991): Erosividad de las lluvias en las Islas Canarias Occidentales. *XVIII Reunión Nacional de Suelos*, 459-470. de La Laguna. Dpto. de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna.

PALLARÉS BOU, J. (1994): Procesos que conducen a la rotura de muros de terrazas de

cultivo (Norte Castellón). *Cuaternario y Geomorfología*, 8 (3-4), 23-36.

PALLARÉS BOU, J. y CALVO CASES, A. (1994): Variación espacial de la morfología de muros de bancales en tramos próximos a roturas. En: García Ruiz, J.M. y Lasanta, T. (Eds.): *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*,. 135-148.

PALLARÉS BOU, J., y GIRONA MENEU, J.V., (1996): Erosión en bancales. La trayectoria de la escorrentía y su relación con el deterioro del ribazo (Norte Comunidad Valenciana), pp. 815-828. En Grandal, A., Anglade, D. y Pagés, J. (Eds): *Actas de la IV Reunión de Geomorfología*. A Coruña. Sociedad Española de Geomorfología.

PARDINI, G., ARINGHERI, R., PLANA, F. y GALLART, F. (1991): Soil properties relevant to land degradation in abandoned sloping fields in Aísa Valley, Central Pyrenees, Spain. *Pirineos*, 137, 79-93.

PARDO, I.; SEVA, E. y MARTÍN, J. (2005): Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural: modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante. *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos*. Época II, 18, 38 pp.

PASCUAL AGUILAR, J.A. (2001): *Cambios de usos del suelo y régimen hídrico en la rambla de Poyo y el barranc de Carraixet*. Tesis doctoral, València: Universitat de València.

PELACANI, S.; MÄRKER, M. Y RODOLFI, G. (2008): Simulation of soil erosion and deposition in a changing land use: A modelling approach to implement the support practice factor. *Geomorphology* 99, 329-340.

PÉREZ-ALBERT, Y. (1995). Implementación de un S.I.G. para el estudio de las tierras de cultivo abandonadas en las montañas de Prades, *XIV Congreso Nacional de Geografía. Cambios regionales a finales del Siglo XX* (pp. 442-445). Salamanca. Asociación de Geógrafos Españoles, Universidad de Salamanca, Departamento de Geografía.

PÉREZ-CHACÓN, E.; SUÁREZ, C. y SANTANA, A. (1984): Consideraciones sobre el

estado actual de algunas formaciones vegetales en Gran Canaria. *Revista de Geografía Canaria* I, 173- 197.

PÉREZ-CHACÓN, E. (1987): Cartographie de l'enfrichement 1841-1985: l'exemple de la Soulane de Faup Haut Couserans (Pyrénées françaises). *Pirineos*, 129, 59-78.

PÉREZ-CHACÓN, E. (1987): Alteraciones antrópicas de los pisos bioclimáticos en la cuenca de Tejeda (Gran Canaria, Canarias). *X Congreso Nacional de Geografía*, (I), 241-252.

PÉREZ-CHACÓN, E. y VABRE, J. (1988): Abandono agropastoril y recolonización vegetal: el papel de las especies leñosas como indicadores del estadio de regeneración vegetal y de la edad del abandono (Haut Couserans-Pirineo Central francés). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, XIV (1-2), 99-120.

PÉREZ- CHACÓN, E. (1993): Os campos abandonados: unha transformación socioecolóxica da paisaxe actual do Camiño de Santiago (Tramo leonés de Astorga a Foncebadón). En: AAVV. *Os Camiños de Santiago e o territorio*, (335- 356). Santiago de Compostela. Xunta de Galicia y Universidad de Santiago de Compostela.

PÉREZ-CHACÓN, E.; ARNAEZ, J.; GARCÍA RUIZ, J.M.; MARTEL, F.; NARANJO, A.; ROMERO, L.; RUIZ FLAÑO, P.; SANTANA, A. y TORRES, C.G. (1994): *Competencias e interrelaciones en el uso del espacio y sus efectos ambientales en las medianías de Gran Canaria (Islas Canarias)*. Sección de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Proyecto de Investigación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. (Inédito).

PÉREZ-CHACÓN, E. (1997): *El contenido ambiental del planeamiento: la unidad de paisaje como instrumento de integración. Aproximación metodológica*. Trabajo de investigación para concurso de plaza de catedrática de universidad en el área de conocimiento de Geografía Física. Universidad de las Palmas de Gran Canaria

PEREZ-CHACÓN, E. (2002): Unidades de paisaje: aproximación científica y aplicaciones, En: Zoido, F. y Venegas, C. (Ed.): *Paisaje y Ordenación del territorio* (pp. 122-135). Sevilla, Junta de Andalucía, Fundación Duques de Soria.

PÉREZ-CHACÓN, E.; RUIZ-FLAÑO, P.; HERNÁNDEZ, L. y ROMERO, L. (2003): Cambios del paisaje inducidos por políticas agrarias de la Unión Europea: consecuencias ambientales de las extracciones de suelo en las medianías de Gran Canaria (Islas Canarias, España). *Actas del XVIII Congreso de la AGE*. 812-821.

PÉREZ-CHACÓN, E. (2008): De la cultura del suelo a la cultura del solar. En: Suárez-Grimón, V. y Trujillo Yáñez (Eds.) *La cultura de la tierra. V Jornadas de Patrimonio Cultural de Teror*. (pp.19-39). Las Palmas de Gran Canaria. Anroart Ediciones.

PÉREZ CUEVA, A.J. y RECATALÁ, M.T. (1990): *Degradación de medios agrícolas de montaña por precipitaciones: el valle de Ayora*. Valencia: I.V.E.I. Diputación Provincial de Valencia.

PÉREZ CUEVA, A. y CALVO CASES, A. (1984): Lluvias torrenciales y cambios geomórficos en una pequeña cuenca de montaña: el barranco de la Cuesta de la Vega (Valencia). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 10, 169-181.

PÉREZ CUTILLAS, P.; GONZÁLEZ ROJAS, J.C. y PALAZÓN FERRANDO, J.A., (2004): La teledetección en la planificación territorial. Aplicación de técnicas de clasificación para la elaboración de cartografía de los usos del suelo. En: Conesa, C. Álvarez, Y. y Granell, C. (Eds.): *El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial*. Aportaciones al XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección, (pp 27-41). Murcia.

PÉREZ TORRADO, F. J. (1992): *Volcanoestratigrafía del grupo Roque Nublo (Gran Canaria)*. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

PETERSON, U. y AUNAP, R. (1998): Changes in agricultural land use in Estonia in the 1990s detected with multitemporal Landsat MSS imagery. *Landscape and Urban Planning* 4, 193-201.

PINEDA, N.B.; BOSQUE, J.; GÓMEZ, M. (2008): Cambios de la ocupación del suelo y análisis de transiciones sistemáticas en el estado de México (México) mediante Tecnologías de Información Geográfica, en *Actas del XI Coloquio Ibérico de Geografía*, Alcalá de Henares.

PINEDA, N.B.; BOSQUE, J.; GÓMEZ, M. Y PLATA, W. (2009): Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, 69, 33-52.

PINTO-CORREIA, T. (1992 b): Threatened landscape in Alentejo, Portugal: the *montado* and other *agro-silvo pastoral* systems, *Landscape and Urban Planning* 24 (1/4), 43-48.

PINTO CORREIA, T. (1993): Land abandonment: Changes in the land use patterns around the Mediterranean basin. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 1, 97-112.

PLATA, R.W. (2007): *Descripción del crecimiento urbano en la comunidad de Madrid en el período 1987-2000 y una aproximación al análisis de factores explicativos*, Tutelado del Doctorado en Cartografía, SIG y Teledetección, Universidad de Alcalá.

PONTIUS, R.G. (2002): Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions. *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, 68 (10), 1041-1049.

PONTIUS, R.G.; SHUSAS, E. Y MCEACHERN, M. (2004): Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101, 251-268.

PORTA CASANELLAS, J. (1999): *Edafología: para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Mundi-Prensa.

POUSHALI, R. (2009): Detection of land use/land cover change and its impact on soil erosion, using satellite remote sensing and GIS". *Proceedings of International Conference on Energy and Environment*, 817-821.

POYATOS, R.; LATRON, J. Y LLORENS, P. (2003): Land use and land cover change after agricultural abandonment. The case of a Mediterranean Mountain Area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*, 34 (4), 52-58.

PREISS, E; MARTIN, J.L. y DEBUSCHE, M. (1997): "Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: consequences to the breeding avifauna", *Landscape Ecology*, 12, 51-61.

PUEYO, Y. y BEGUERIA, S. (2007): Modelling the rate of secondary succession after farmland abandonment in a Mediterranean mountain area. *Landscape and Urban Planning* 83, 245-254.

PUGNAIRE, F.; LUQUE, M.T.; ARMAS, C. y GUTIÉRREZ, L. (2006): Colonization processes in semi-arid Mediterranean old-fields. *Journal of Arid Environments*, 65, 591-603.

PUIGDEFÁBREGAS, J. (1996): El papel de la vegetación en la conservación del suelo en ambientes semiáridos. En: Lasanta, T. y García Ruiz, J.M. (Eds): *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales* (pp. 79-87) Logroño: Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología.

PUIGDEFÁBREGAS, J.; DEL BARRIO, G. DE BOER, M.; GUTIÉRREZ, L. Y SOLÉ, A. (1998): Differing responses of hillslope and channel elements in a semiarid area. *Geomorphology* 23, 337-351.

PUIGDEFÁBREGAS, J. (2005): The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in drylands. *Earth Surface Processes and Landforms* 30, 133-147.

QUINTANA, F. y MÁRQUEZ, J. (1996): *Una mirada crítica a la agricultura canaria: La obra periodística de José Mauricio Rodríguez (1959-1989)*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

QUIRANTES, F.; FERNÁNDEZ-PELLO, L.; YANES, A.; CALERO, C.G.; ROMERO, C. (1994): Campos abandonados y recuperación de la vegetación en las laderas de Anocha (SE de Tenerife). *Actas VII Coloquio de Geografía Rural*. Córdoba, 276-282.

RAMÓN MOLINAS, J. (1997): Els processos d'erosió hídrica interna damunt marjades. En AAVV: *La pedra en sec. Obra, Paisatge i Patrimoni*. (pp 319-326) Mallorca: Consell Insular de Mallorca. FODESMA. LEADER. Grup Serra de Tramuntana,.

RAMOS, M.C.; COTS-FOLCH, R. y MARTÍNEZ-CASANOVAS, J.A. (2007): Sustainability of modern land terracing for vineyard plantation in a Mediterranean mountain environment – The case of the Priorat region (NE Spain). *Geomorphology* 86, 1–11.

RAMOS, M.C. y PORTA, J. (1997): Analysis of design criteria for vineyard terraces in the mediterranean area of North East Spain. *Soil Technology* 10, 155-166.

REYNÉS, A. (coord.) (2007): Marjades i prevenció de riscos naturals. Publicació realitzada en el marc del projecte TERRISC INTERREG III B SUDOE. Recuperació de paisatges de marjades i prevenció de riscos naturals. Consell de Mallorca.

RIES, B.; SEEGER, M. y MARZOLFF, I. (1997): El Proyecto EPRODESERT. Cambios de uso del suelo y morfodinámica en el nordeste de España. *Geographicalia* 35, 205-225.

RODRÍGUEZ-AIZPEOLEA, J. (1990): Evolució y situació actual dels bancals abandonats en el Parc natural del Montgó. *Aiguats* 5, 15-54.

RODRÍGUEZ-AIZPEOLEA, J.; PÉREZ-BADÍA, R. y CERDÁ-BOLINCHES, A. (1991): Colonización vegetal y producción de escorrentía en bancales abandonados: Vall de Gallinera, Alacant. *Cuaternario y Geomorfología*, 5, 119-129.

RODRÍGUEZ-AIZPEOLEA, J. (1992): Un ejemplo de la influencia del uso y abandono de bancales de fondo de canal en la evolución de los badlands (Petrer-Alacant). En: López Bermúdez, F. Conesa García, C. y Romero Díaz, A. (Eds.): *Estudios de Geomorfología en España*, (pp.211-219). Murcia. Sociedad Española de Geomorfología.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, A.; PÉREZ-TORRADO, F.J.; FERNÁNDEZ-TURIEL, J.L.; HANSEN, A.; GIMENO, D.; AULINAS, M. y CARRACEDO, J.C. (2008): El volcanismo Holoceno en Gran Canaria. *Geo-Temas* 10, 1.341-1344.

RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, F., (1984): Transformación y crisis de un espacio de montaña: el concejo de Lena. Ayuntamiento de Lena.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A.; PADRÓN, P.A. y TORRES, J.M. (1993): Soils. *Itinera*

Geobotánica. Leon. Serv Publ. Universidad de León..

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A. y MORA HERNÁNDEZ, J.L. (2000): Los suelos. En: Morales, G. y Pérez, R. (Eds.) *Gran Atlas Temático de Canarias*. (pp. 107-120). Santa Cruz de Tenerife. Editorial Interinsular Canaria.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A. (2002): Erosión y desertificació. En: Fernández-Palacios y MARTÍN ESQUIVEL, (Eds.). *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*. (pp. 320- 340). Santa Cruz de Tenerife. Editorial Turquesa.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A.; ARBELO, C.D.; GUERRA, J.A. y MORA J.L (2002): Erosión hídrica en Andosoles de las Islas Canarias. *Edafología*, 9 (1), 23-30.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A.; ARMAS, C.M.; FUENTES, F.; ARBELO, C.D. y MORA, J.L. (2003): Influencia de factores ambientales en la erodibilidad de los suelos de una secuencia altitudinal de la isla de Tenerife (Islas Canarias). *Edafología*, 10 (2), 215-220.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A. (2007): Estado de los suelos en Canarias y la producción de alimentos: acentuando la crisis. En: AAVV. *III Conferencia Canarias ante la crisis energética*. (pp. 1-5) La Laguna.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, A.; ARBELO, C.D.; GUERRA, J.A.; MORA, J.L.; ARMAS, C.M. y FUENTES, (2011): Influencia de la edad de abandono en la fertilidad de los suelos de una secuencia bioclimática de terrenos abandonados en la isla de Tenerife. *V Simposio sobre control de la degradación de los suelos y cambio global (CDUSS)*, póster. Valencia.

RODRÍGUEZ, A. y KENDALL, A. (2001): Restauración agrícola en los Andes: aspectos socioeconómicos de la rehabilitación de andenes en regiones semiáridas. *II Encuentro sobre Historia y Medio Ambiente*, pp. 394-402.

RODRÍGUEZ BRITO, W. (1992): *Canarias: agricultura y ecología*. La Laguna: Cabildo Insular de Tenerife-Centro de la Cultura Popular Canaria.

RODRÍGUEZ BRITO, W. (1993): Proceso de transformación y crisis en la agricultura canaria. En Gil Olcina, A. y Morales Gil A. (Ed.): *Medio siglo de cambios agrarios en*

España, (pp. 589-615. Alicante. Instituto de Cultura Juan Gil-Albert-Diputación Provincial de Alicante.

RODRÍGUEZ BRITO, W. (1995): *El agua en Canarias y el siglo XXI*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

RODRÍGUEZ BRITO, W. (1997): Biodiversidad y funcionamiento de los sistemas agrarios. En P.L. Pérez de Paz. (Ed.): *Ecosistemas Insulares Canarios/Usos y Aprovechamientos del territorio*, Vol I. (pp. 409-418) Santa Cruz de Tenerife. Máster en Gestión Ambiental. Consejería de Política Territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

RODRÍGUEZ BRITO, W. (2012): *Agricultura y medio ambiente en Canarias. Mis reflexiones I (2001-2012)*. Fundación Canaria-Centro de Estudios Canarios Siglo XXI.

ROMERO, A.; MARTÍN, P.; SÁNCHEZ, A.; BELMONTE, F. y FAULKNER, H. (2007): The causes of piping in a set of abandoned agricultural terraces in Southeast Spain. *Catena* 69, 282-293.

ROMERO-DÍAZ, A., BELMONTE, F., PLAZA, J.F., SÁNCHEZ, A. y RUIZ, J.D. (2009): Estimated volume of soil lost by erosion processes by piping. Southeastern Spain. En: ROMERO -Díaz, A., Belmonte, F., Alonso, F. & López-Bermúdez, F. (Eds.) *Advances in studies on Desertification*. (pp. 403-407). Murcia. Editum.

ROMERO-DÍAZ, A.; QUIÑONERO, J.M.; ORTIZ, R.; SÁNCHEZ, A.; FERNÁNDEZ-DELGADO, M. y GIL, J.M. (2009): The use of edaphic parameters as indicators of soil erosion risk. Rambla of Las Moreras (SE Spain). En: Romero-Díaz, A.; Belmonte-Serrato, F. Alonso Sarria, A. y López-Bermúdez, F. *Advances in studies on Desertification*. Ediciones de la Universidad de Murcia (Editum), Murcia 407-411.

ROMERO-DÍAZ, A.; ROBLEDANO, F.; BELMONTE, F.; ZAPATA, V. y RUIZ, J.D. *et al.* (2012): Influencia del abandono de cultivos en procesos de degradación de suelos en la región de Murcia. En A. González Díez (cdor.) *Avances de la geomorfología en España, 2010-2012. Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología, Santander*, pp. 587-590.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y PÉREZ-CHACÓN, E. (1994): Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). En: García Ruiz, J.M. y Lasanta, T. (Eds): *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. (pp.149-160). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología, Instituto Pirenaico de Ecología e Instituto Fernando El Católico.

ROMERO, L. y HERNÁNDEZ, L. (1996): Características pluviométricas de la cuenca del Guinguada (1950-1994) Gran canaria. Islas Canarias. En: Valladares, P.; Dorta, P. y Márzol, V (coord.) *Clima y agua. La gestión de un recurso climático* (pp. 155-169).

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y PÉREZ-CHACÓN, E. (1997): Procesos erosivos asociados a bancales con muro en la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *En La pedra en sec. Obra, paisatge i patrimoni*. (pp.335-350). Palma de Mallorca .Ediciones del Consell Insular de Mallorca-FODESMA.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y HERNÁNDEZ, L. (2000): *Estudio y proposición de actuaciones para la conservación y restauración de las terrazas agrícolas en el ámbito del Proyecto Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias)*. Proyecto encargado por el Cabildo de Gran Canaria (Informe).

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y HERNÁNDEZ, L. (2003 a): El espacio de bancales en el tramo inferior de la cuenca del Guinguada: características ecoantrópicas y estado actual. *Vegueta* 7,211-227.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P.; HERNÁNDEZ, L. y PÉREZ-CHACÓN, E. (2003 b): La unidad de paisaje: una herramienta para el análisis y diagnóstico del patrimonio de bancales en la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Actas del IV Congreso de Ciencia del Paisaje*. Gerona.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y HERNÁNDEZ, L. (2004): Propuestas de calidad para la conservación de espacios agrícolas abancalados. Propuesta metodológica para la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Geographicalia* 45, 113-127.

ROMERO, L. (2004): Cuenca Hidrográfica del Barranco Guinguada. En: E. Guerra; Guitián, C. y Nadal, I. (Eds.) *Fuente de Morales: Aula de Didáctica e Interpretación del*

Paisaje. Materiales para el profesorado, (pp. 103-106).

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P.; MÁYER, P.; PÉREZ-CHACÓN, E. y HERNÁNDEZ, L. (2006): Recuperación de bancales: un ensayo metodológico en la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). En: Pérez Alberti, y López Bedoya, J. (Eds): *Geomorfología y Territorio. Actas IX Reunión Nacional de Geomorfología*, (pp.933-943). Santiago de Compostela.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P. y MÁYER, P. (2007 a): La erosión en las terrazas de la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias): un ejemplo de pérdida de la diversidad del patrimonio cultural tras el abandono de la actividad agrícola. En Reynés Trias (cdor.) *Marjades i prevenció de riscs naturals*, pp.109-118.

ROMERO, L.; RUIZ-FLAÑO, P.; MÁYER, P.; PÉREZ-CHACÓN, E.; HERNÁNDEZ, L. (2007 b): Clasificación y caracterización geoecológica de los bancales de la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias, España). En: *Actas de las Jornadas sobre terrazas y prevención de riesgos naturales*, (pp. 65-75). Mallorca. Consell de Mallorca. Departament de Medi Ambient.

ROSELLÓ-GELÍ, J. (1997): Assaig de quantificació del desenvolupament lineal del marjament en funció de la superfície graonada. En: AAVV. *La pedra en sec. Obra, Paisatge i Patrimoni*. (pp 373-380). Mallorca. Consell Insular de Mallorca. FODESMA. LEADER. Grup Serra de Tramuntana.

RUECKER, G.; SCHAD, P.; ALCUBILLA, M.M. Y FERRER, C. (1998): Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain. *Land Degradation and Development* 9, 179-188.

RUIZ-FLAÑO, P.; MARTINEZ-RICA, J.P. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1990): Microambientes geomorfológicos en campos abandonados del Pirineo central. *I Reunión Nacional de Geomorfología*: 641-651, Teruel.

RUIZ-FLAÑO, P. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1990). Incisiones (rills) en campos abandonados: Primeras observaciones sobre la capacidad de transporte de sedimentos. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 16, 109-122. (A)

RUIZ-FLAÑO, P., MARTÍNEZ-RICA, J.P. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1990). Microambientes geomorfológicos en campos abandonados del Pirineo Central. *I Reunión Nacional de Geomorfología*, pp. 641-652, Teruel.

RUIZ-FLAÑO, P., ORTIGOSA, L. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1991): Distribución espacio-temporal de los microambientes geomorfológicos en campos abandonados en pendiente (Valle de Aísa, Pirineo aragonés). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 17, 89-101.

RUIZ-FLAÑO, P., GARCÍA-RUIZ, J.M., ORTIGOSA, L. y LASANTA, T. (1991). La producción de sedimentos en suspensión en microambientes geomorfológicos de campos abandonados. *XII Congreso Nacional de Geografía*, A.G.E., 69-76, Valencia.

RUIZ-FLAÑO, P., LASANTA, T. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1992). La erosión del suelo en campos abandonados en relación con las características y manejo de la vegetación. *ITEA*, 12, 180-190.

RUIZ-FLAÑO, P., LASANTA, T. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1992). La variabilidad espacial de la producción de escorrentía y sedimentos como base para la gestión de campos abandonados. En López Bermúdez, F.; Conesa García, C. y Romero Díaz, A. (Edrs.): *Estudios de Geomorfología en España*, (pp. 221-230), Murcia. Sociedad Española de Geomorfología

RUIZ-FLAÑO, P. (1992): *Evolución geomorfológica de campos abandonados en áreas de montaña: el ejemplo del valle de Aisa. Pirineo aragonés*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

RUIZ-FLAÑO, P. (1993): *Procesos de erosión en campos abandonados del Pirineo*. Logroño: Geoforma Ediciones.

RUIZ-FLAÑO, P., GARCÍA-RUIZ, J.M., LASANTA, T y ORTIGOSA, L. (1993): Gestión y colonización vegetal como base para interpretar la evolución de los campos abandonados. *Vegueta*, 1, 327-335.

RUIZ-FLAÑO, P.; ARNÁEZ, J.; LASANTA, T. y ORTIGOSA, L. (2009): Procesos de

erosión y pérdidas de suelo tras lluvias intensas en viñedos de La Rioja (España). *Zubía*, 25-26: 61-74.

RUIZ-FLAÑO, P.; LASANTA, T.; ARNÁEZ, J.; ORTIGOSA, L. y OSERÍN, M. (2009): El proceso de abandono del espacio agrícola en Cameros. En: Lasanta, T. y Arnáez, J. (Coord.), *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja)*. (pp. 109-126).

SÁNCHEZ, J.; RÍOS, C.; PÉREZ-CHACÓN y SUÁREZ, C. (1995): *Cartografía del Potencial del Medio Natural de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, Universidad de Valencia y Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

SÁNCHEZ-BOSCH, I. y MARTÍNEZ-CASANOVAS, J.A. (2000): Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedès–Anoia vineyard region (NE Spain). *Soil and Tillage Research*, 57 (1), 101-106.

SANCHO, BOSQUE, J. y MORENO, (1993 a): SANCHO, J.; BOSQUE, J. y MORENO, F. (1993 a): Crisis and permanence of the traditional Mediterranean landscape in the central region of Spain. *Landscape and Urban Planning*, 23, pp. 155-162.

SANCHO, J.; BOSQUE, J. y MORENO, F. (1993 b): La dinámica del paisaje: aplicación de un SIG raster al ejemplo de Arganda del Rey en Las Vegas de Madrid. *Catastro*, 35-51.

SANCHO, J.; BOSQUE, J. y MORENO, F. (1995): Les mutations du paysage agricole dans les régions méditerranéennes: l'exemple de Morata de Tajuña, En: AAVV. *Les mutations dans le milieu rural*, (pp.275-288). Caen (Francia). Presses Universitaires de Caen.

SANCHO, J. y NAVALTROPO, P (1994): Dinámica estructural e impacto ambiental de la actividad agraria. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica tipo ráster en un ejemplo modélico: la serranía de Arroba (Ciudad Real). *Actas del VII Coloquio de Geografía Rural*. Comunicaciones. A.G.E., Córdoba.

SANS, J.A., (2004): *La crisis de la agricultura canaria*. Santa Cruz de Tenerife: Idea.2ª

Edición.

SANTANA, A. (1986): Evolución y génesis de los paisajes en "La Montaña de Doramas" (Gran Canarias, Islas Canarias), *Actas de la V Reunión del grupo de Trabajo de la UG. Síntesis del Paisaje*, 141-150.

SANTANA, A. (1986): *Historia de un bosque: La Montaña de Doramas*. Las Palmas de Gran Canaria: Instituto de Ciencias de la Educación (I.C.E.). Universidad Politécnica de Las Palmas.

SANTANA y PÉREZ-CHACÓN, (1991): Sociedad y medio: aproximación a las formas históricas de uso del territorio en Gran Canaria. *VIII Coloquio de Historia Canario-Americana* (1988), 1, 485-506.

SANTANA, A. (1992): *Paisajes históricos de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria. Carpeta DINA-3.

SANTANA, A.A. (1992): Modelos de ocupación en áreas de montaña: La isla de Gran Canaria, *Pirineos*, 139, 67-93.

SANTANA, A.; PÉREZ-CHACÓN, E. y GARCÍA RUIZ, J.M (1992): Continuidad frente a inestabilidad en los paisajes agrarios de Gran Canaria. *ITEA*, 12. *Monografía dedicada a "Agricultura y Medio Ambiente: Conflicto y Convivencia"*, Volumen Extra nº 12, 260-271.

SANTANA, A. y NARANJO, A. (1992): *El relieve de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Nogal Ediciones.

SANTANA, A. (1993): Paisajes históricos de Gran Canaria: el testamento como fuente de investigación histórico-jurídica. Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones del Cabildo Insular de Gran Canaria.

SANTANA, A. y MORALES, G. (1993): La evolución del paisaje canario (II). *Geografía de Canarias*. (pp.213-228). Las Palmas de Gran Canaria. Prensa Ibérica.

SANTANA, A. (2001): *Evolución del paisaje de Gran Canaria (siglos XV – XIX)*. Las Palmas de Gran Canaria: Ediciones del Cabildo de Gran Canaria.

SANTANA, A. y MORENO, C. (2001): Evolución del paisaje. En: Hansen Machín, A. (Dir.). *Geografía de Santa Brígida*. (pp. 84-100). Las Palmas de Gran Canaria. Ediciones del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Santa Brígida.

SANTANA, A. y RODRÍGUEZ, M.P. (2006): *El Monte Lentiscal, un espacio de larga tradición turística*. Santa Cruz de Tenerife: Editorial Idea.

SAYADI, S.; GONZÁLEZ, M^a C. Y CALATRAVA, J. (2004): Estudio de preferencias por los elementos agrarios del paisaje mediante métodos de Análisis Conjunto y Valoración Contingente. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 4 (7), 135-151.

SEEGER, M. y BEGUERÍA, S. (2003): La respuesta hidrológica en dos cuencas experimentales con diferentes usos del suelo en el Pirineo aragonés. En: Marzzolf, I; Ries, J.B.; De La Riva, J. y Seeger, M. (Eds.) *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España*. (pp.203-221). Zaragoza. Johann Wolfgang Goethe- Universität Frankfurt am Main y Universidad de Zaragoza

SEPASKHAH, A.R. y SHAHABIZAD, V. (2010): Effects of water quality and PAM application rate on the control of soil erosion, water infiltration and runoff for different soil textures measured in a rainfall simulator. *Biosystems Engineering*, 106 (4), 513-520.

SERRA-RUIZ, P. (2002): Dinàmiques del paisatge agrari a l'Alt Empordà (1977-1997). *Una anàlisi a partir de la teledetecció i dels Sistemes d'Informació Geogràfica*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

SILVA, R. (2008): Hacia una valoración patrimonial de la agricultura. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 12, 256-280.

SILVA, R. (2009): Agricultura, paisaje y patrimonio territorial: los paisajes de la agricultura vistos como patrimonio. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 49, 309-334.

SILVA, R. (2008): Miradas institucionales a los paisajes agrarios españoles. En: *La Geografía Ante los Nuevos Retos Ambientales. XI Coloquio Ibérico de Geografía*, 11,225-243. Alcalá de Henares. Asociación Geógrafos Españoles.

SILVA, R. (2010): Multifuncionalidad agraria y territorio. Algunas reflexiones y propuestas de análisis. *EURE*, 109, 5-33.

SILVA, R. (2010): Tratamiento normativo de los paisajes agrarios españoles. *Anales de Geografía*, 30 (1), 119-138.

SLUITER, R. y DE JONG, S.M. (2007): Spatial patterns of Mediterranean land abandonment and related land cover transition. *Landscape Ecology* 22, 559-576.

SOBRÓN, I. y ORTÍZ, F. (1989): Aspectos de la recolonización vegetal en un área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 15, 99-108.

SOBRÓN, I. y ORTIZ, F. (1989): Aspectos de la colonización vegetal en un área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico, La Rioja). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15 (1-2), 99-108.

SOIL SURVEY STAFF (1999): *Soil Taxonomy. A basic system of soil clasification for marking and interpreting soils surveys.* United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Agriculture Hanbook, nº 436, p. 871.

SOLÉ-BENET, A.; LÁZARO, R.; DOMINGO, F.; CANTÓN, Y. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (2010): Why most agricultural terraces in steep slopes in semiarid SE Spain remain well preserved since their abandonment 50 years ago? *Pirineos*, 165, 215-235

SORIANO, J. M. (1994): *Efectes del despoblament sobre el medifisic d'un territori de muntanya (Tuixén. Pare Natural del Cadí-Moixeró). Estudi de la variació de la fertilitat del sol en camps abandonats.* Tesis Doctoral inédita. Bellaterra: Universitat Autònoma.

SORIANO MARTÍ, J.M. y ORTELLS, V. (2001): Las roturaciones de tierras forestales en el siglo XVIII frente al abandono agrícola actual: el monte Pereroles de Morella (Castelló). *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 191, pp 61-79.

SOSA, P.; NARANJO, A.; ESCANDELL, A. y GONZÁLEZ, M.A. (2007): *Atlas de los palmerales de Gran Canaria.* Las Palmas de Gran Canaria. Obra Social de La Caja de

Canarias.

SUÁREZ-GRIMÓN, V. (1987): *La Propiedad Pública, Vinculada y Eclesiástica en crisis del Antiguo Régimen*. 2 tomos. Las Palmas de Gran Canaria: Ed. Del Cabildo de Gran Canaria.

STRAHLER, A.N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union*, 38 (6), 913–920.

STRAHLER, A. (1964): Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En: Chow, V (Ed.). *Handbook of Applied Hydrology*. New York. Mc Graw-Hill.

SUÁREZ-SEOANE, S., OSBORNE, P.E y BAUDRY, J. (2002): Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements land abandonment in Northern Spain, *Biological Conservation*, 105, 333-344.

TAILLEFUMIER, F. y PIÉGAY, H. (2003): Contemporary land use changes in prealpine Mediterranean mountains: a multivariate GIS-based approach applied to two municipalities in the Southern French Prealps. *Catena*, 51 (3-4), 267-296.

TASSER, E.; WALDE, J.; TAPPEINER, U.; TEUTSCH, A. Y NOGGLER, W. (2007): Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 115-129.

TATONI, T. Y ROCHE, P. (1994): Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal Vegetation Science*, 5, 295-302.

TAVÍO, F.; RUIZ-FLAÑO, P.; HERNÁNDEZ, L. Y PÉREZ-CHACÓN, E. (2002): El valor cultural en los diagnósticos de calidad para la conservación: el ejemplo de la vega de Guatiza-Mala (Lanzarote). *Vegueta* 6, 217-227.

THORNES, J.B. (1990): The interaction of erosional and vegetational dynamics in land degradation: spatial outcomes. En: Thornes, J. (Ed.) *Vegetation and erosion: processes and environments*. (pp. 41-53). Chichester, UK. John Wiley & Sons.

Torres, J.M. (1995): *El suelo como recurso natural: procesos de degradación y su incidencia en la desertificación de la isla de Fuerteventura*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.

TRAGSA, (2011): *Memoria de tarifas*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

TRICART, J. (1977): *Precis de geomorphologie 2.Geomorphologie dynamique générale*. Paris: S.E.D.E.S.

TRIMBLE, S.W. (1990): Geomorphic effects of vegetation cover and management: some time and space considerations in prediction of erosion and sediment yield. En: Thornes, J.B. (Ed.): *Vegetation and Erosion, Processes and Environments*. (pp. 55-66).Wiley, Chichester,

MEYER, W.B. y TURNER, B.L. (1994): *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge University Press.

TZANOPOULOS, J.; MITCHLEY, J. y PANTIS, J.D. (2007): Vegetation dynamics in abandoned crops fields on a Mediterranean island: development of succession model and estimation of disturbance thresholds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120, 370-376.

UBALDE, J.M.; RIUS, J. y POCH. R.M. (1999): Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la Ribera Salada mediante fotografía aérea y S.I.G. (el Solsonés, Lleida, España), *Pirineos*, 153, 101-122

URBANO-TERRÓN, P. (1995): *Tratado de fitotecnia general*. Madrid: Mundi Prensa.

VAN EETVELDE, V. y ANTROP, M. (2004): Analyzing structural and functional changes of traditional landscapes: two examples from Southern France. *Landscape and Urban Planning* 67, 79-95.

VAN DOORN, A.M. y BAKKER, M.M. (2007): The destination of arable land in a marginal agricultural landscape in South Portugal: an exploration of land use change

determinants. *Landscape Ecology* 22, 1073-1087.

VELÁZQUEZ, A.; MAS, J.F.; DIAZ-GALLEGOS, J.R.; MAYORGA-SAUCEDO, R.; ALCÁNTARA, P.C.; CASTRO, R.; FERNÁNDEZ, T.; BOCCO, G.; EZCURRA, E. y PALACIO, J.L. (2002): Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*. 62, 21-37.

VERBURG, P.H. y OVERMARS, K.P. (2009): Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modelling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology* 24, 1167-1181.

VERBURG, P.H.; VAN DE STEEG, J.; VELDKAMP, A. y WILLEMEN, L. (2009): From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization. *Journal of Environmental Management*, 90, 1327-1335.

VERNAU, R. (1982): *Cinco años de estancia en las Islas Canarias*. La Orotava. Tenerife: Ed. J.A.D.L.

VICENTE-SERRANO, S. M.; LASANTA, T. y CUADRAT, J.M. (2000): Transformaciones en el paisaje del Pirineo como consecuencia del abandono de las actividades económicas tradicionales, *Pirineos*, 155, 111-133.

VICENTE-SERRANO, S.M.; LASANTA, T. y ROMO, A. (2004): Analysis of spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish Central Pyrenees: role of human management. *Environmental Management*, 34, (6), 802-818.

V.V.A.A. (1993): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

WALTHER, P. (1986): Land Abandonment in the Swiss Alps: a new understanding of a land use problem. *Mountain Research and Development* 6, 305-314.

WISCHMEIER, W.H. y SMITH, D.D. (1962): Soil-loss estimation as a tool in soil and water management planning. Contribution from the soil and water conservation. *A.E.S.H.*, 59, 148-159.

YANG, X y LO, C.P. (2002): Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *Int. J. Remote Sensing*, 23 (9), 1775-1798.

ZAPATA, V. (2008): *La importancia de la Agricultura y la Ganadería en las Canarias del Siglo XXI*. Contrato de investigación encargado por el Consejo Económico y Social de Canarias, y gestionado por OTRI/ULL.

ZONNEVELD, I.S. (1989): The land unit. A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology*, 3 (2), 67-86.