

ACUERDO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE EL CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS (CIEMAT) Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DEL BIERZO



Noviembre, 2006

ACUERDO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE EL CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS (CIEMAT) Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DEL BIERZO.

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Lucas Vadillo Fernández. Ingeniero de Minas.

EQUIPO DE TRABAJO:

Oswaldo Aduvire Pataca. Doctor Ingeniero de Minas.

María Esther Alberruche del Campo. Licenciada en Geografía.

Julio César Arranz González. Doctor Ingeniero Agrónomo.

Margarita Lacal Guzmán. Licenciada en Biología.

Bruno Martínez Plédel. Ingeniero de Minas.

Cristina Moreno Gutiérrez. Licenciada en Ciencias Ambientales.

Noviembre, 2006

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN.-	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.-	1
3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL.-	3
3.1. Geología.-	5
<i>3.1.1. Materiales Pre-estefanienses.-</i>	<i>7</i>
<i>3.1.2. Carbonífero.-</i>	<i>8</i>
<i>3.1.3. Cretácico.-</i>	<i>9</i>
<i>3.1.4. Terciario.-</i>	<i>10</i>
<i>3.1.5. Pliocuaternario</i>	<i>11</i>
<i>3.1.6. Cuaternario</i>	<i>11</i>
3.2. Geomorfología.-	12
3.3. Hidrología e hidrogeología.-	13
3.4. Clima	15
<i>3.4.1. Observatorios.-</i>	<i>15</i>
<i>3.4.2. Continentalidad.-</i>	<i>17</i>
<i>3.4.3. Régimen térmico.-</i>	<i>18</i>
<i>3.4.4. Régimen pluviométrico.-</i>	<i>19</i>
<i>3.4.5. Evapotranspiración potencial (ETP) y balance hídrico.-</i>	<i>22</i>
<i>3.4.6. Índices y clasificación climática</i>	<i>24</i>
3.5. Suelos.-	28
<i>3.5.1. Edafoclima.-</i>	<i>28</i>
<i>3.5.2. Tipologías de suelos.-</i>	<i>29</i>
3.6. Vegetación.-	31
<i>3.6.1. Vegetación potencial.-</i>	<i>31</i>
<i>3.6.2. Cobertura vegetal.-</i>	<i>35</i>
3.7. Usos y aprovechamientos.-	41
<i>3.7.1. El aprovechamiento del monte.-</i>	<i>42</i>
<i>3.7.2. Aprovechamiento de las vegas.-</i>	<i>43</i>
3.8. Fauna.-	44

	Pág.
3.9. Espacios Naturales Protegidos.-	47
3.10. Otros espacios protegidos.-	49
4.- DESCRIPCIÓN FICHA Y CARTOGRAFÍA.	52
5.- HIDROGEOQUIMICA.-	76
5.1. Aspectos generales de la Cuenca.-	76
5.2. Mecanismos de formación de aguas ácidas.-	77
5.3. Acidez en drenajes de mina.-	77
5.4. Alcalinidad en aguas naturales del Bierzo.-	78
5.5. Calidad de las aguas en la Cuenca.	79
5.5.1. Relación cationes principales con anión sulfato.-	81
5.5.2. Concentración de elementos metálicos en función al pH	81
5.5.3. Evolución temporal de la calidad de las aguas en la cuenca del Bierzo.	84
5.6. Evolución de la calidad de agua en el tramo: arroyo La Silva-río Tremor-río Boeza	87
5.7. Atenuación de drenajes ácidos	91
5.8. Características de las aguas en el Arroyo La Silva	94
6. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. FOCOS CONTAMINANTES.	96
7. PROPUESTA DE ÁREAS SIGNIFICATIVAS DE ESPECIAL ACTUACIÓN.	113
8. BIBLIOGRAFÍA.-	118
ANEXO I. CARTOGRAFÍA.	
ANEXO II. INVENTARIO.	
ANEXO III. BASE DE DATOS Y MANUAL DE USUARIO	

ACUERDO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE EL CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS (CIEMAT) Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DEL BIERZO

1. INTRODUCCIÓN.-

En la cuenca carbonífera del Bierzo existen estructuras (escombreras, instalaciones, balsas de lodos, bocaminas con drenajes ácidos) sin restaurar, y cielos abiertos, a veces, con una restauración muy precaria. Ambos, dan lugar a impactos ambientales que afectan, en mayor o menor medida, a los ecosistemas y las cadenas tróficas. Uno de los impactos más importante es el que produce la generación de aguas ácidas, como consecuencia de la oxidación de la pirita, que acompaña al carbón en su formación en un ambiente anóxico. Este fenómeno da lugar a la acidificación de las aguas y la disolución de metales pesados que afectan a los ecosistemas acuáticos de los cursos fluviales, y que en algunos casos puede provocar incluso la desaparición de los mismos.

Teniendo en cuenta esta situación ambiental, el CIEMAT y el IGME firmaron un acuerdo denominado “Acuerdo Específico de Colaboración entre el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) para la Restauración Ambiental de la Región del Bierzo”. El objeto de este acuerdo es iniciar la realización de una serie de trabajos relacionados con la restauración y recuperación ambiental de las áreas del Bierzo afectadas por las actividades mineras y de generación termoeléctrica, y en los que tanto el IGME como el CIEMAT poseen capacidades y especialización.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.-

Para la definición, diseño y realización de dichos trabajos se consideró necesario, como fase previa, realizar un diagnóstico de la situación ambiental de la minería del Bierzo que ha consistido en la caracterización minero-ambiental de los focos contaminantes existentes en la cuenca carbonífera del Bierzo (León); así como la tipología de los impactos y su intensidad.

Este diagnóstico ambiental ha sido realizado por un equipo multidisciplinar del IGME integrado por especialistas en distintas disciplinas relacionadas con las Ciencias de la Tierra (Geografía, Biología, Ciencias Ambientales, Minería y Agronomía).

Para la caracterización de las estructuras mineras y los impactos generados por las mismas se ha diseñado una ficha minero-ambiental en la que figura: la situación geográfica, características mineras, geotécnicas y ambientales de cada una de ellas; definiendo como estructura minera a las escombreras, bocaminas, instalaciones, balsas y cielos abiertos.

Esta ficha ha servido como base para la realización de un inventario de cada uno de los focos contaminantes en el que se ha incluido, además, una valoración del impacto ambiental. Así mismo se ha llevado a cabo una caracterización hidroquímica, mediante equipos de campo, de cada uno de los drenajes provenientes de bocaminas, escombreras y balsas; así como de los ríos afectados por descargas de mina.

Respecto a la afección a posibles acuíferos, entendiendo como tales, formaciones geológicas significativas capaces de contener agua en su interior, hay que señalar que no existen en la zona minera acuíferos de gran relevancia (Las Aguas subterráneas en España, IGME 1993), no obstante, en posteriores estudios se analizará este aspecto con mayor detalle. En su defecto, se ha estudiado la calidad de las aguas superficiales en la zona afectada por la actividad extractiva.

Se ha diseñado una base de datos en formato digital que recoge las fichas recopiladas y la información generada por el inventario y los trabajos de campo. Esta base de datos permite la explotación y un mejor acceso a la información; y constituye una herramienta de gran utilidad para el análisis, evaluación y diagnóstico minero-ambiental del conjunto de estructuras mineras inventariadas, y facilita el diseño de futuras actuaciones de restauración ambiental.

Por último, la expresión espacial del inventario ha dado lugar a la generación de cartografías temáticas a distintas escalas, soportadas sobre un Sistema de Información Geográfica, lo que va a facilitar su consulta y actualización, así como la producción de cartografías derivadas. Se han realizado a escala 1/25000 los siguientes mapas:

- Mapa de Inventario de Estructuras Mineras.
- Mapa de Impacto Ambiental de las Estructuras Mineras.

Además de esta producción cartográfica, se han realizado varios mapas temáticos de síntesis a escala 1/100000:

- Mapa de Inventario de Estructuras Mineras de la Cuenca del Bierzo.
- Mapa de Impacto Ambiental de las Estructuras Mineras de la Cuenca del Bierzo.
- Mapa de Espacios Naturales de la Cuenca del Bierzo.
- Mapa de Calidad de las Aguas Superficiales en la Cuenca Minera del Bierzo. Valores de pH.
- Mapa de Propuesta de Áreas Significativas de Especial Actuación en la Cuenca Minera del Bierzo.

El trabajo se ha realizado mediante reconocimiento de campo de cada una de las estructuras, identificadas mediante foto aérea, conocimiento directo y a través de los fondos documentales propios del IGME.

3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL.-

Las descripciones que siguen han sido extraídas de diversa documentación y trabajos editados con anterioridad. Por un lado, la “Actualización del Inventario de Recursos Nacionales de Carbón”, editada por el IGME en 1985; el “Mapa Geológico de la Provincia de León, editado por el ITGE y la Diputación de León en 1994; el “Atlas del Medio Natural de la Provincia de León”, publicado por el ITGE en 1995; el “Estudio de Recuperación Ambiental de la Zona Minera Tremor-Valdesamario, Bierzo Oriental (León)” realizada por el ITGE en 1997, y el trabajo “Development of environmental mining models for small open pit coal exploitations” (Proyecto CECA 98, cuyo informe final fue entregado por el IGME en 2002). También se ha extraído información de interés de los mapas y memorias correspondientes a las hojas de Cangas de Narcea (1990) y de Ponferrada (1996), del Mapa Forestal de España, así como de los trabajos: “Bases para el

Mapa Fitogeográfico de la Provincia de León” (Díaz González y Penas Merino, 1984), la “Caracterización Agroclimática de la Provincia de León”, editada por el MAPA en 1991, y

“El Alto Bierzo. Una apuesta por el desarrollo sostenible” de la Junta de Castilla y León (2004). Se ha consultado, por último, el “Sistema Español de Información de Suelos” (SEIS) a través de la página [web http://leu.irnase.csic.es/mimam/atlas.htm](http://leu.irnase.csic.es/mimam/atlas.htm).

En este capítulo no se pretende aportar más que una somera descripción general de los elementos del medio en un marco amplio, sin ceñirla a una delimitación exacta determinada por ninguno de ellos en concreto, aunque sí englobando siempre lo que se ha denominado Cuenca Carbonífera del Bierzo.

La Cuenca Carbonífera del Bierzo se extiende de oeste (Fabero) a este (Valdesamario) con una derivación sur a la altura de Almagariños, siendo su longitud máxima de 48 km y 18 km en su parte más ancha. Geográficamente constituye una pequeña parte del Consejo comarcal del Bierzo, constituido por Ley 1/1991, de 14 de marzo, por la que se crea y se regula la comarca de El Bierzo. Comarca con unas características geográficas, históricas, sociales y económicas propias, situada al Oeste de la provincia de León. Considerado a nivel regional, el Bierzo es una depresión o fosa rodeada de macizos montañosos (Ancares, Catoute-Sierra de Gistreo, Montes de León y Montes Aquilianos). En el cerco montañoso se superan los 1800 m de altitud en las sierras de Gistreo y del Padrón o en los picos de la Guiana y Suspirón, alcanzándose los 2.111 m en el Monte Catoute, descendándose en la depresión hasta los 394 m en el embalse de Peña Rubia, al Suroeste de la hoya berciana.

De todo este territorio, únicamente el valle de Valdesamario (situado al Noreste de la depresión del Bierzo) puede independizarse de la denominada Comarca del Bierzo, aunque desde el punto de vista minero se incluye en la zona denominada Bierzo oriental. Es un valle, el del río Valdesamario, relativamente abierto cuyas aguas vierten a la cuenca del Duero.



Figura 3.1.- Consejo comarcal de El Bierzo

3.1. Geología.-

El ciclo sedimentario Hercínico abarca casi todo el Paleozoico, y presenta una etapa preorogénica que abarca desde el Precámbrico Superior-Cámbrico hasta el Devónico superior, y otra sinorogénica que abarca desde el Devónico Superior-Carbonífero Inferior hasta el Carbonífero Superior, siendo el Pérmico claramente postorogénico respecto a la Orogénesis Hercínica. Por lo tanto, puede considerarse que casi todos los sedimentos paleozoicos precarboníferos son preorogénicos, y la mayor parte de los carboníferos sinorogénicos. En estas circunstancias la actual disposición de los sedimentos precarboníferos muestra zonas separadas por grandes estructuras cabalgantes con diferente estratigrafía, si bien dentro de cada unidad o dominio dicha sucesión se mantiene bastante constante, como corresponde a una situación preorogénica. Dentro de la provincia de León es posible distinguir tres zonas del Macizo Hercínico: la Zona Centro-Ibérica, la Zona Asturoccidental-Leonesa y la Zona Cantábrica. Como puede verse en la figura 3.2, lo que se han denominado cuencas carboníferas productivas estefanienses, sobreyacen de forma

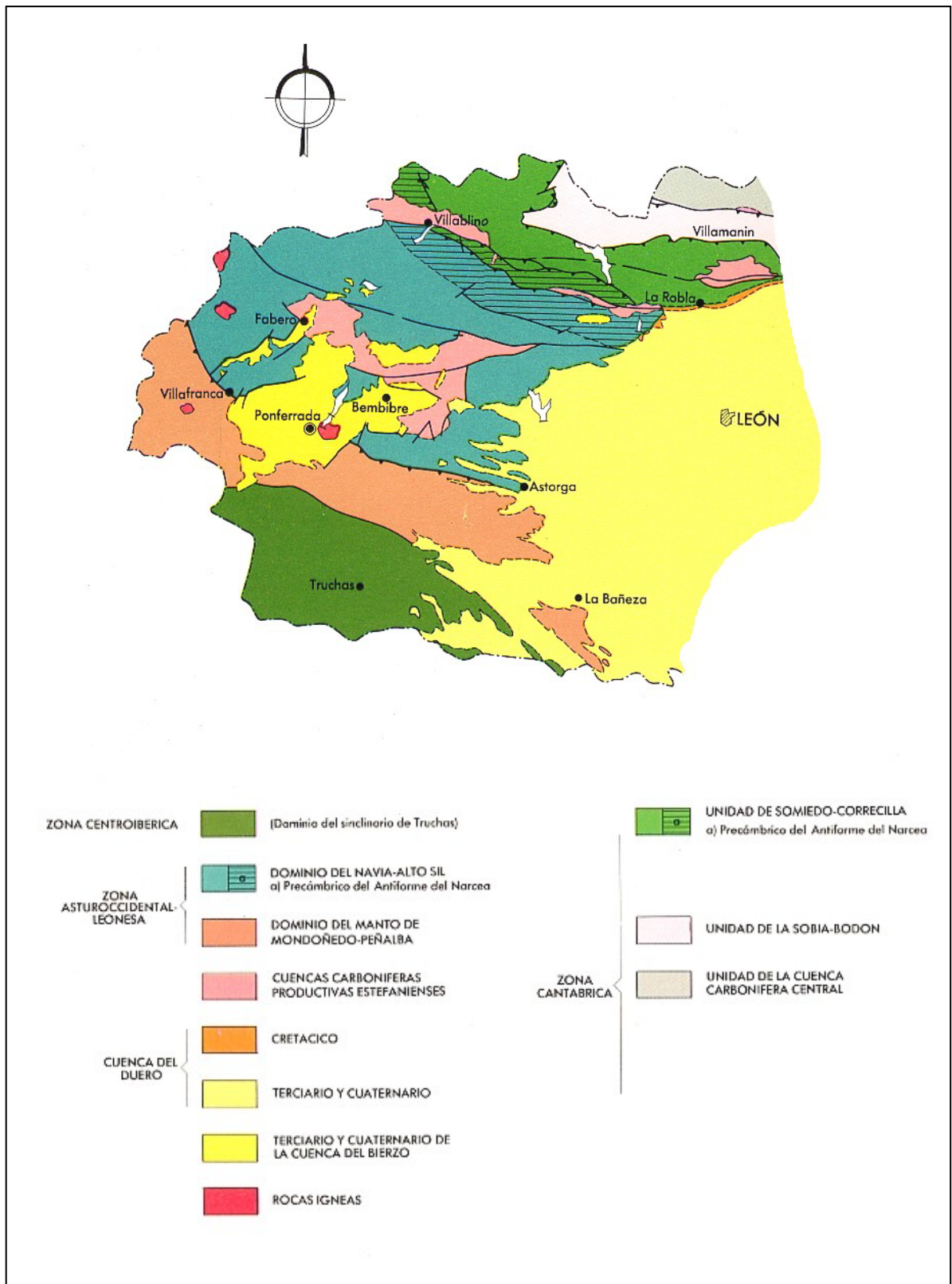


Figura 3.2. Esquema geológico general en el entorno de la zona de trabajo, extraído del “Mapa Geológico de la Provincia de León (ITGE, 1994).

discordante tanto sobre la Zona Asturoccidental-Leonesa (en la cuenca del Bierzo), como sobre la Zona Cantábrica (en las zonas productivas de Villablino-Alto Sil y Norte de León).

Así pues, los materiales estefanienses de la cuenca carbonífera del Bierzo yacen discordantes sobre materiales que abarcan desde el Precámbrico hasta el Silúrico y están cubiertos en algunos lugares por depósitos terciarios y cretácicos, estos últimos poco extensos y limitados al extremo más oriental.

3.1.1. Materiales Pre-estefanienses.-

El Paleozoico Inferior aparece muy bien representado, desde el Cámbrico al Silúrico, mientras que el Paleozoico Superior se restringe a unos pocos metros del Devónico Inferior que aparecen en su parte más occidental. La serie abarca:

- Areniscas de Candana-Herrería (Precámbrico-Cámbrico inferior): Se trata de una serie detrítica que suele comenzar por un conglomerado de base o cuarcitas a veces conglomeráticas, de poca potencia y cuyos cantos raramente superan los 5 cm. El resto de la sucesión está constituida esencialmente por cuarcitas y areniscas entre las que se intercalan pizarras verdosas y pequeños niveles dolomíticos en la mitad inferior de la formación. Se localizan en el extremo más oriental de la zona del Bierzo.
- Caliza de Vegadeo (Cámbrico inferior-medio): Se trata de una formación constituida por calizas y dolomías en general masivas, que en esta zona aparecen muy tectonizadas y con afloramientos reducidos.
- Serie de Los Cabos (Cámbrico superior-Ordovícico inferior): Se trata de una formación muy potente que puede llegar a superar los 5000 m de espesor. Está constituida por una sucesión de pizarras, areniscas y cuarcitas; estas últimas son el componente esencial de la parte superior de la serie.

El Ordovícico está integrado por cuatro formaciones:

Serie de Los Cabos (Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior): ya descrita en el punto anterior.

Pizarras de Luarca (Ordovícico Medio): Se trata de una potente serie masiva de pizarras negras que alcanzan los 800 m de espesor. En la zona septentrional de la

cuenca del Bierzo alcanza su mayor potencia. Hacia el Este, cuando la formación entra en contacto con el Estefaniense, experimenta un progresivo adelgazamiento, que no corresponde a un adelgazamiento real de la serie sino que cada vez está cubierta en mayor medida por el carbonífero.

Formación Agüeira (Ordovícico Superior): Está constituida esencialmente por areniscas y lutitas en facies turbidíticas, no siendo rara la presencia de cuarcitas. Generalmente, la parte alta presenta características más finas, pizarrosas.

Cuarcita de Vega (Ordovícico Superior): Está formado por un banco cuarcítico cuyo espesor no llega a superar en algún caso los 60 m.

Por último, el Silúrico en la zona del Bierzo aparece constituido por una potente serie de ampelitas y niveles delgados de cuarcitas, dominando claramente las primeras.

3.1.2. Carbonífero.-

En discordancia con los materiales más bajos aparece una potente serie de a veces hasta 4000 m de espesor, datada como Estefaniense B-C, fundamentalmente continental con algunos niveles lacustres. Está constituida por brechas y pudingas que corresponden a depósitos torrenciales de borde de cuenca, y areniscas, lutitas y capas de carbón propias de posiciones de centro de cuenca. La cuenca presenta una elevada compartimentación por causas tectónicas.

Geológicamente se diferencian tres áreas carboníferas con ciertas características particulares: Toreno-Valdesamario, Torre-Bembibre y Fabero-Matarrosa. Estas áreas se pueden a su vez dividir en varios bloques, en los cuales se describen series estratigráficas particulares con nomenclatura propia: Bloque de Fabero, Langre, Noceda, Almagariños y Torre. En la figura 3.3 se esquematiza la situación del carbonífero productivo de la cuenca del Bierzo en relación con algunas poblaciones de la zona. Los límites entre los Bloques están constituidos por grandes fallas cuyas denominaciones son:

Falla de Matarrosa, que separa los bloques de Fabero y Langre.

Falla de Tombrio-Igüeña, que separa los bloques de Langre y Noceda.

Falla de Boeza-Ponjos, que separa los bloques de Noceda y Almagariños.

Falla de Folgoso, que separa el Bloque de Almagariños del Bloque de Torre.

La compartimentación de la cuenca y la ausencia de niveles guía imposibilitan la identificación y correlación inequívoca de dichos niveles entre los distintos bloques a lo largo de toda la cuenca. A su vez, cada bloque se encuentra dividido en tramos, definidos a partir del reconocimiento de capas de carbón continuas.

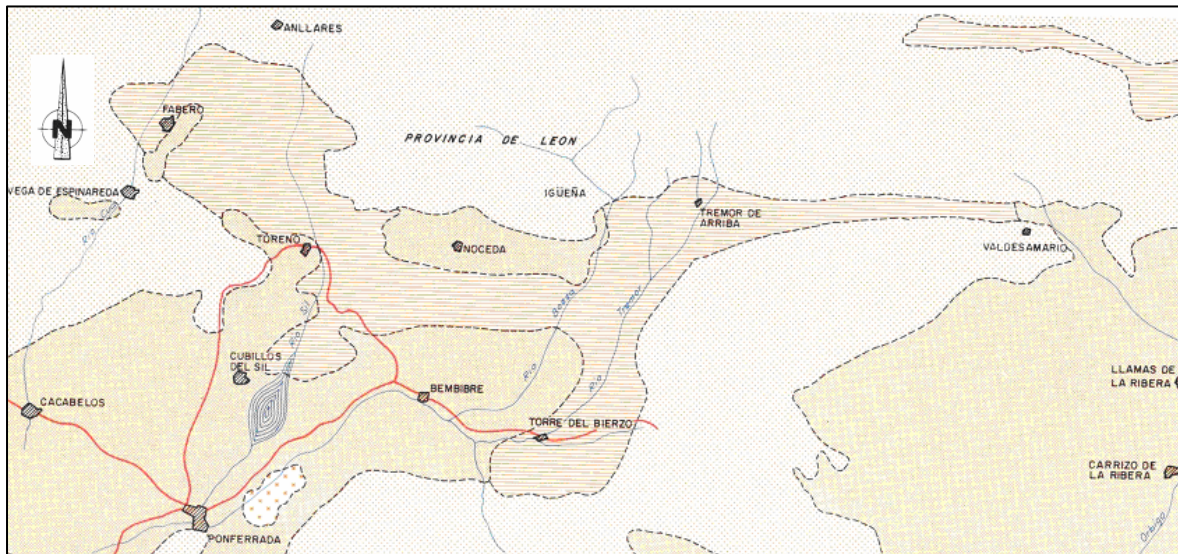


Figura 3.3. Extensión y situación del Carbonífero Estefaniense productivo de la zona de trabajo (rayado horizontal), extraída de la Actualización del Inventario de Recursos Nacionales de Carbón (IGME,1985).

3.1.3. Cretácico.-

El Cretácico aflora según una banda que bordea por el sur todo el macizo paleozoico del norte de León. En relación con la zona de trabajo, el Cretácico (Cretácico Superior) aparece únicamente en el extremo más oriental de la cuenca del Bierzo, lo que a su vez es la franja más meridional de esta edad en la provincia de León (en las proximidades de San Martín de la Falamosa). Está constituido por materiales poco consolidados, constituyendo una secuencia granodecreciente que abarca desde conglomerados y microconglomerados de clastos cuarcíticos y matriz arenosa-caolinífera, gravas cuarcíticas y a veces pizarrosas, hasta arenas de tonos blancos, amarillos y rojizos, dominadas por granos de cuarzo.

3.1.4. Terciario.-

La etapa sinorogénica alpina se caracteriza por una sedimentación continental realizada a partir de complejos sistemas de abanicos aluviales. La Formación Toral (Paleógeno) está constituida por conglomerados con clastos predominantemente cuarcíticos. Distalmente pasan a depósitos de areniscas feldespáticas, canalizadas o tabulares. La composición mineralógica y petrográfica indica una mezcla de sedimentos procedentes de rocas sedimentarias de bajo grado que rodean el Bierzo, con otros derivados de rocas graníticas o muy metamorfizadas.

A partir del Mioceno Medio, el Bierzo es ya una cuenca intramontañosa alimentada principalmente desde sus bordes norte y sur por varios sistemas aluviales. Se han diferenciado tres unidades litoestratigráficas asignadas al Mioceno Medio-Superior:

Formación Santalla: Discordante sobre la Formación Toral. Depósitos de color gris a gris-rojo claro formados por clastos imbricados con escasa matriz.

Formación Médulas: Localizada en los bordes norte y sur de la cuenca. Son depósitos anaranjado-rojizos, conglomeráticos, con intercalaciones de areniscas limosas y, ocasionalmente, arcillas.

Arenas de Noceda: Solo afloran en el entorno de Noceda. Son areniscas gruesas, rosadas, derivadas de materiales estefanienses. Localmente dominan depósitos lutíticos con yeso secundario.

A partir del Mioceno (Astaraciense), se individualizan las cuencas del Duero y Bierzo en el antepaís. De la cuenca del Duero, tal vez solo interese mencionar la existencia del denominado Sistema de Ferreras-Forcadas (Mioceno superior) presente en el límite más oriental del territorio que interesa a este trabajo, al este de Valdesamario. Como es el caso de otros afloramientos de la misma edad, situados siempre próximos al límite de las actuales cuencas del Duero y del Bierzo, se trata de materiales detríticos, generalmente groseros, dispuestos discordantemente sobre todos los materiales más antiguos rellenando una superficie de paleovalles. El Sistema de Ferreras-Forcadas está constituido principalmente por gravas cuarcíticas con una moda en torno a los 5 cm, a las que se suma una matriz arenosa principalmente cuarcítica de tonos blancos, anaranjados y a veces verdosos. Este sistema es el resultado de un complejo de canales entrelazados. El área

fuerza lo constituyen principalmente la Serie de los Cabos y la Formación Cándana-Herrería, lo cual explica su carácter cuarcítico.

3.1.5. Pliocuaternario.-

Tras el depósito de los materiales terciarios más modernos, se produce el encajamiento progresivo de la red fluvial hasta llegar al estado actual, en el que los depósitos terciarios se hallan fuertemente disectados por los cursos fluviales. Entre ambos episodios se sitúa un depósito particular denominado Raña, cuyo significado y existencia (o ausencia) en diversos puntos resulta conflictivo. La Raña se ubica, de forma convencional, en el tránsito Neógeno-Cuaternario.

Consiste en un depósito de ortoconglomerados cuarcíticos que culminan los piedemontes que bordean las áreas montañosas. Son mantos muy aplanados, de escaso espesor. La matriz, de tonos amarillentos o rojizos, está constituida por arena bastante arcillosa con cantos silíceos pequeños y limos. Los cantos están redondeados, a veces arenizados o caolinitizados. El lavado es intenso y suelen darse películas o costras de óxidos de hierro y manganeso.

Estos depósitos, muy localizados, adquieren importancia en las proximidades de lugares como: Pobladora de la Somoza, Vega de Espinareda, Fabero, Fresnedo, Pradilla, Almagariños, Brañuelas, La Veguillina de Cepeda o San Martín de La Falamosa.

3.1.6. Cuaternario.-

Los principales depósitos cuaternarios que se encuentran en la zona de trabajo son: terrazas, depósitos glaciares y periglaciares, abanicos, conos de deyección y coluviones.

Las terrazas están constituidas por depósitos de gravas y arenas. Las llanuras de inundación de los cursos de agua principales son poco potentes, pero pueden llegar a ser extensas. Se componen fundamentalmente de gravas cuarcíticas y matriz limo-arenosa. Otros depósitos de fondo de valle están ligados a los cursos de agua secundarios de carácter estacional.

Los abanicos y conos de deyección son depósitos de forma cónica generados en los puntos de desembocadura de cursos de alta energía al descargar y expandirse sobre áreas más llanas.

Los coluviones se generan por efecto de la gravedad y están asociados a la evolución de las laderas, sobreponiéndose a todas las morfologías posibles, y variando en función de la litología, granulometría y organización interna.

Los depósitos glaciares y fluvio-glaciares se localizan en los macizos montañosos, siempre a gran altura. Los más importantes son depósitos morrénicos de topografía positiva y se constituyen por gravas cuarcíticas a veces de gran tamaño. Su edad se corresponde con la glaciación Würm (Pleistoceno Superior).

3.2. Geomorfología.-

La gran bóveda constituida por los Montes de León y la Cordillera Cantábrica delimita, en su evolución dos unidades morfoestructurales bien definidas: el Zócalo Hercínico y la Depresión del Duero. El primero se puede subdividir en otras subunidades de rango menor entre las que está El Bierzo. El Bierzo es esencialmente una cuenca intramontañosa separada de la Depresión del Duero por los Montes de León. A su vez puede verse como dos cubetas (Ponferrada-Villafranca y Bembibre) rodeadas por un conjunto de depresiones menores más o menos colgadas y mal individualizadas.

Durante el Paleógeno, el Bierzo estaba unido al resto de la Meseta, hasta que se produce su aislamiento por causas tectónicas. La morfogénesis terciaria se caracteriza por el relleno y colmatación de las cuencas intramontañosas con la consiguiente construcción de piedemontes. La organización del drenaje es simultánea al levantamiento de los bloques montañosos produciéndose la génesis y relleno de las cuencas interiores. Se forma una superficie erosiva (“denominada alta superficie aluvial”), afectada ocasionalmente por alteración, que enlaza con los depósitos pliocuaternarios (semejantes a los miocenos sobre a los que a veces se superponen). Dicha superficie de enlace puede describirse como el resultado de aplanamientos asociados a la fase final de colmatación de las cuencas terciarias.

Durante el cuaternario, la continuación del encajamiento y la densificación de la red fluvial culmina en la situación actual, en la que los sedimentos terciarios se encuentran fuertemente disectados. Con excepción del valle de Valdesamario al este, el Sil centraliza el drenaje de la zona de trabajo, caracterizándose por su fuerte encajamiento relativo que da lugar a importantes fenómenos de captura en cabecera.

Un resultado patente de todos estos procesos es la elevada extensión de áreas culminantes de relieve suave y suaves interfluvios, que dan la sensación de un paisaje masivo a la vez que agreste y accidentado, salpicado de chanas, lombas, campas y portillos, y quebrado en las cumbres más elevadas por crestos cuarcíticos.

3.3. Hidrología e hidrogeología.-

En general, la zona de estudio se enclava en la cuenca hidrográfica del Sil, si bien, como ya se ha mencionado, una pequeñísima parte de la cuenca minera del Bierzo, el Valle de Valdesamario es drenado por el arroyo Valdesamario, afluente del río Omañas, que pertenece a la cuenca hidrográfica del Duero. Los afluentes principales del Sil son, de oeste a este el Cúa, Noceda, Boeza y Tremor. En la figura 3.4 se muestra esquemáticamente la hidrología de la cuenca del Bierzo.

Los arroyos y ríos de la zona pueden clasificarse como ríos noratlánticos (y dentro de éstos como ríos galaicos), cuyo régimen de caudal se caracteriza por su abundancia y constancia. El régimen de aportación es pluvio-nival. Su escurrentía es siempre superior a los 500 mm y su irregularidad interanual menor de 4. Su estiaje es relativamente intenso, con un mínimo en agosto que no alcanza la cuarta parte del caudal medio anual. Las aguas de estos ríos son templadas, con una temperatura media anual cercana a los 14 °C y tienen oscilaciones estacionales pequeñas, desde los 6° C invernales a los 22 °C estivales. Desde un punto de vista de comunidades biológicas son ríos de montaña media, con aguas oligotróficas, rápidas, frescas y muy oxigenadas, clasificándose desde el punto de vista piscícola como ríos salmonícolas.

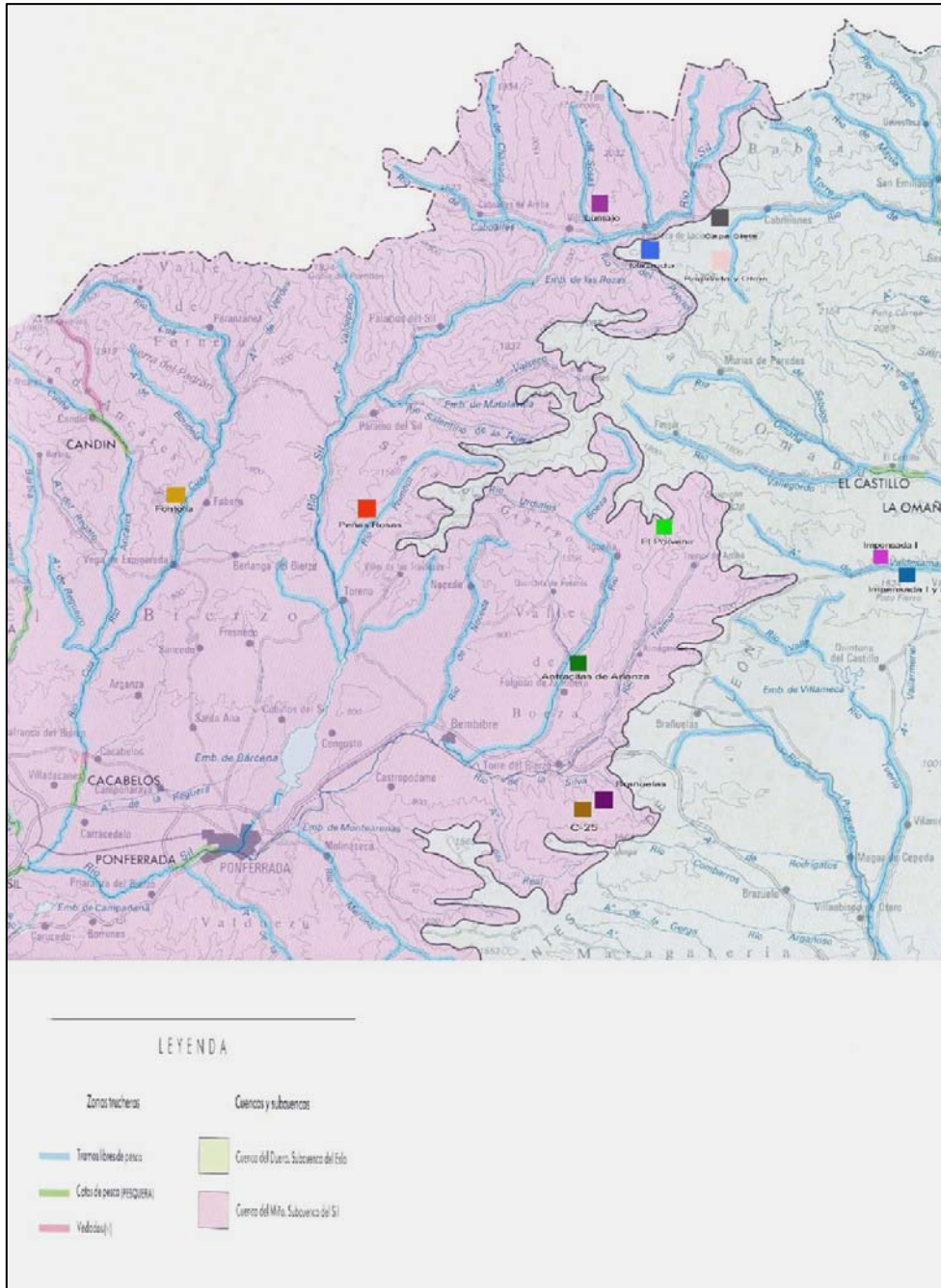


Figura 3.4. Hidrografía de la zona de estudio. Aparecen remarcadas algunas explotaciones mineras a cielo abierto que fueron objeto de estudio por parte del IGME en el Proyecto CECA 98.

Como consecuencia de la contaminación producida por lavaderos y minados antiguos, que producen aumento de turbidez, aguas ácidas, deposición de hidróxido férrico, disminución del pH, etc., el estado de conservación en muchos de estos ríos y arroyos es malo, pudiéndose considerar algunos arroyos (zona de Valdesamario y Bierzo oriental) como ríos

abióticos o con poblaciones de trucha común (*Salmo trutta*) en franca regresión: río Rodrigatos, río Valdesamario, Boeza y Tremor, principalmente.

En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, éstos son muy escasos, debido a que buena parte del territorio coincide con materiales paleozoicos de naturaleza impermeable (alternancia de pizarras y areniscas), limitándose a pequeños caudales que se mueven por la red de diaclasas y fracturas en los niveles cuarcíticos.

Sobre el resto de materiales existentes: materiales terciarios del Bierzo, rañas y acuíferos aluviales es posible afirmar que su importancia es pequeña o poco conocida. Sólo es posible pensar en la potencial importancia relativa del acuífero detrítico terciario del Bierzo asociado a formaciones aluviales cuaternarias.

3.4. Clima

La presencia de la Cordillera Cantábrica al norte de la zona de trabajo es el factor más influyente sobre el clima a escala regional. La disimetría del relieve a ambos lados de la misma determina a su vez una disimetría climática: los vientos dominantes, de procedencia atlántica, descargan su humedad en la vertiente norte, mientras que la meridional, que recibe vientos del interior o flujos oceánicos subsidentes, y por tanto secos, muestra rasgos mediterráneos y una acusada continentalidad relativa. El clima en este lado sur es bastante frío y húmedo en el invierno y pasa, casi sin estaciones intermedias, a veranos soleados y secos que llegan a producir déficits hídricos estivales de moderada importancia.

3.4.1. Observatorios.-

La zona de trabajo se encuentra ubicada en un área en la que existe una distribución regular de estaciones, pero con una densidad relativamente baja. Algunas de las estaciones englobadas en la zona poseen series de datos muy cortas y con bastantes lagunas. Muchas de ellas, además, ya no son funcionales. Por ello, con objeto de encuadrar el clima de toda la zona de estudio, en una primera aproximación, se ha considerado suficiente seleccionar dos trabajos anteriores, de los que puede obtenerse información heterogénea pero complementaria. Los datos correspondientes al primer trabajo han sido tomados de la publicación “Caracterización Agroclimática de la Provincia de León” (MAPA, 1991). Se

trata de cinco observatorios que han sido seleccionados por su proximidad a la zona, y recogen datos suficientes para una caracterización agroclimática, a nivel regional, por lo que igualmente pueden servir para aproximarnos a la clasificación climática del territorio. Casi todos ellos reúnen series térmicas y pluviométricas suficientemente largas, habida cuenta de que suelen recomendarse períodos de observación mínimos de 30 y 15 años respectivamente.

Para una mejor caracterización del clima, se ha recogido también información del “Atlas del Medio Natural de la Provincia de León” (ITGE, 1995). El conjunto de todos los observatorios empleados y algunas de sus principales características se recogen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Datos relativos a las estaciones meteorológicas empleadas en la caracterización del clima.

ESTACIÓN	CLAVE	TIPO	SITUACIÓN CON RESPECTO A LA CUENCA CARBONIFERA	ALTITUD
Fabero	N-561E	TP	Centro-Noroeste	730
Murias de Paredes	D-710	P	Norte-Noreste	1253
Vega de Espinareda	N-562	P	Centro-Noroeste	629
Quintana de Fuseros	N-551	P	Centro-Norte	949
Tremor de Arriba	N-553	P	Centro-Noreste	950
Riello	D-713	P	Noreste	1043
Ponferrada	N-549	TP	Centro-Sureste	541
Benbibre	N-556	P	Centro	646
S. Martín de la Falamosa	D-714	P	Oeste	1000
Villameca	D-728	TP	Oeste	978
Brañuelas	D-730	P	Centro-Oeste	1080
Toral de los Vados	N-571	P	Suroeste	435

3.4.2. Continentalidad.-

Entre los diversos índices que analizan el factor continentalidad, uno de los más utilizados es el Índice de Kerner. Dicho índice es el que mejor suele explicar la influencia marina en la Península Ibérica y viene expresado mediante la fórmula :

$$C_k = 100 \cdot \frac{(tm_X - tm_{IV})}{(tm_{12} - tm_1)}$$

Donde :

C_k = Índice de Kerner

tm_{12} = Temperatura media del mes más cálido

tm_1 = Temperatura media del mes más frío.

tm_X = Temperatura media de octubre.

tm_{IV} = Temperatura media abril.

Los resultados de aplicar la expresión anterior a los datos de algunos de los observatorios se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Valores del Índice de Kerner y calificación de los observatorios analizados.

ESTACIÓN	C_k	CALIFICACIÓN
Murias de Paredes	17'3	Continental
Villameca	17'9	Continental
S. Martín de la Falamosa	14'8	Continental
Ponferrada	12'2	Continental
Toral de los Vados	9'0	Muy Continental

La aplicación del Índice de Kerner a los observatorios seleccionados arroja valores mayoritariamente comprendidos entre 10 y 18 que quedan incluidos dentro del intervalo definido por el autor para el clima Continental. Con seguridad, toda la zona de trabajo puede también definirse como Continental según Kerner, tendiendo a hacerse todavía más continental en el extremo suroeste.

3.4.3. Régimen térmico.-

La temperatura media anual pasa de 13'6° C en Toral de las Vados a 8'4° C en Murias de Paredes, pasando por 10'1° C en Brañuelas ó 9'4° C en Espina de Tremor.

La primavera es, en la generalidad de la zona, más fría que el otoño. La temperatura media estacional de la primavera es de 11'8° C en Ponferrada y 12'8° C en Toral de los Vados, siendo los respectivos valores otoñales de 13'4 y 14'1° C, respectivamente. En Murias de Paredes la temperatura media de primavera es de sólo 7'2° C, y la de otoño de 9'3° C.

Todas las diferencias climáticas apreciables en este área están muy claramente gobernadas por las diferencias en altitud, dando lugar a una zonificación espacial del termoclima y del ombroclima que sigue un modelo de halos alrededor de la hoya. De este modo, se pasa de una duración de seis meses del periodo frío en Bembibre a ocho meses en Villameca o Murias de Paredes, pudiendo ser superior en zonas más elevadas próximas a las sierras de Ancares y Gistreo, las cuales suponen avanzadillas del mundo Eurosiberiano sobre el Mediterráneo. En general, en todo el entorno montañoso son posibles las heladas entre finales de septiembre y finales de mayo, con un periodo frío de ocho meses, y si se piensa en las superficies situadas a mayor altitud y umbrías, pueden esperarse periodos fríos más prolongados, con periodos de helada que pueden abarcar todo septiembre y hasta mediados de junio inclusive.

La temperatura media de mínimas llega a ser de -1'6° C en el mes de enero en Villameca, pudiendo ser más fría en estaciones situadas al norte de la zona de trabajo y en las situaciones de mayor elevación o umbrías, mientras que, en Ponferrada, la media de mínimas es de 1'5° C en enero. Así pues, el entorno montañoso de la depresión del Bierzo se puede considerar frío, con heladas muy frecuentes, pasando paulatinamente a un invierno fresco de heladas frecuentes hacia el fondo de la depresión. Sin embargo, la media de máximas puede superar los 28° C en julio, tanto en Villameca como en Ponferrada. Esto está de acuerdo con la afirmación de que, en la hoya berciana, el comportamiento de las temperaturas es similar al de los climas mediterráneos de interior, pero con las temperaturas mínimas más elevadas.

La duración del periodo cálido se establece determinando los meses en los que se supera la temperatura media de máximas de 30 °C. Se considera que la posibilidad de que se alcancen temperaturas dañinas, superiores a los 38° C, es inferior al 20 % durante el periodo complementario al establecido como cálido. El periodo cálido así establecido resulta ser nulo en las estaciones de Ponferrada y Villameca, siendo previsible que también sea nulo en toda la zona de estudio.

Las divisiones entre pisos bioclimáticos (termotipos) se delimitan en función del valor que adquiere el llamado índice de termicidad. Dicho índice se deduce de la expresión:

$$I_t = (T_1 + t_1 + tm) * 10$$

Donde :

T_1 = temperatura media de máximas del mes más frío

t_1 = temperatura media de mínimas del mes más frío

tm = temperatura media anual

Los valores que toman estos parámetros aparecen en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Parámetros que definen el termoclima en algunas de las estaciones de la zona (todas ellas en la Región Mediterránea).

ESTACIÓN	Nº Años	tm	t ₁	T ₁	It	HORIZONTES
Fabero	27	12,4	-0,5	9,1	210	Mesomed. Superior
Bembibre	32	12,5	1,4	7,7	215	Mesomed. Superior
Brañuelas	21	10,1	-2,0	7,1	152	Supramed. Medio
Espina de Tremor	21	9,4	-2,6	6,5	132	Supramed. Medio
Noceda del Bierzo	32	11,5	0,6	6,9	189	Supramed. Inferior
Quintana de Fuseros	32	11,0	0,2	6,5	176	Supramed. Inferior
Vega de Espinareda	27	12,6	-0,4	9,2	213	Mesomed. Superior

Los núcleos de las Sierras de Ancares, del Padrón y de Gistreo pertenecerían ya al Piso Montano Superior (Región Eurosiberiana).

3.4.4. Régimen pluviométrico.-

En todo el entorno montañoso del Bierzo se dan unas características comunes dentro de la variedad: precipitaciones por encima de los 900 mm anuales, superándose los 1.300 mm en las zonas más montañosas del oeste y norte, con abundantes días de nieve. La precipitación media anual desciende hasta valores próximos a los 700 mm anuales en la depresión del Bierzo y estaciones limítrofes más orientales, lo que demarcaría una zona interna de mínimos relativos. Además de la variabilidad ligada a la altitud, parece observarse un gradiente de aumento de la precipitación total de SE a NW. La Tabla 3.4 muestra los valores medios anuales de precipitación y las Tablas 3.5 y 3.6 se muestran las distribuciones mensuales y estacionales de algunos observatorios.

Tabla 5.4. Valores de precipitación media anual (mm).

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)
Fabero	921
Murias de Paredes	956
Vega de Espinareda	932
Quintana de Fuseros	1.164
Tremor de Arriba	1.189
Riello	680
Ponferrada	623
Benbibre	719
S. Martín de la Falamosa	793
Villameca	853
Brañuelas	998
Toral de los Vados	765

Tabla 3.5. Valores medios mensuales de precipitación (mm).

ESTA- CIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Murias de Paredes	100'1	88'6	94'2	57'4	82'6	69'3	30'7	34'5	59'4	93'9	114'7	120'6
Ponferrada	79'4	72'0	57'5	42'5	54'5	39'0	17'2	18'5	35'9	56'7	70'0	79'4
S. Martín de la Falamosa	107'2	90'0	79'9	60'3	63'7	49'0	23'6	16'9	49'1	69'4	88'4	95'4
Villameca	116'5	95'2	92'5	60'0	67'8	50'2	23'9	18'4	43'5	73'3	98'0	112'7
Toral de los Vados	112'4	100'2	73'5	48'8	51'6	39'4	16'4	15'3	46'5	72'1	79'9	108'4

Tabla 3.6. Valores medios estacionales de precipitación (mm).

ESTACIÓN	I	P	V	O
Murias de Paredes	309'3	244'2	134'5	268'0
Ponferrada	230'8	154'5	74'7	162'6
S. Martín de la Falamosa	292'6	203'9	89'5	206'7
Villameca	324'4	220'9	92'5	214'8
Toral de los Vados	321'0	173'9	71'1	198'5

Puede verse que existe bastante semejanza cuando se considera la distribución estacional de las precipitaciones, a excepción de Murias de Paredes con un verano relativamente más húmedo. La estación más húmeda es el invierno seguida del otoño y la primavera que se reparten aproximadamente la misma cantidad de agua.

Desde el punto de vista ombrolimático, Murias de Paredes, con 956 mm, estaría situada en el piso Húmedo inferior. En las Sierras de Ancares, Padrón y Gistreo puede darse la existencia de áreas pertenecientes a los pisos Húmedo medio, Húmedo superior e Hiperhúmedo.

Ponferrada y Bembibre están situadas en el piso Subhúmedo inferior. Vega de Espinareda y Brañuelas se sitúan en el piso Subhúmedo superior. Tremor y Quintana de Fuseros se corresponden con el piso Húmedo inferior. Desde el fondo de la depresión berciana es posible reconocer halos concéntricos hasta alcanzar el piso Húmedo medio. Saliendo de la hoya por el oriente de la zona de trabajo, se desciende a los pisos Subhúmedo medio en San Martín de la Falamosa y Subhúmedo inferior en Riello.

3.4.5. Evapotranspiración potencial (ETP) y balance hídrico.-

Los datos de evapotranspiración potencial (ETP) mensual han sido obtenidos mediante el método de estimación de Thornthwaite. El modelo de Thornthwaite es el único que se puede aplicar a estas estaciones. Como es sabido, el método es simple y deja de tener en cuenta aspectos importantes como la humedad relativa del aire, pero son escasas las estaciones de nuestra geografía que registran regularmente este dato. El cálculo de los balances hídricos tampoco se ajusta a la realidad en un punto concreto, en el que la textura del suelo, el espesor y la posición topográfica pueden variar la cantidad de agua que puede ser retenida y aportada por escorrentía. La reserva del suelo normalmente no será 100 mm, y la ETP puede ser mayor o menor debido a la exposición o al tipo de vegetación. En definitiva, a pesar de la simplicidad del método no es posible aplicar otro y, aunque sea difícil evaluar la calidad de los resultados con respecto a la realidad, permite la comparación entre observatorios y la clasificación climática.

En las Tablas 3.7 y 3.8 se muestran los valores anuales y mensuales de la ETP.

Tabla 3.7. Valores de calculados de evapotranspiración media anual (mm).

ESTACIÓN	ETP ANUAL (mm)
Murias de Paredes	587
Ponferrada	720
S. Martín de la Falamosa	635
Villameca	649
Toral de los Vados	754

Tabla 3.8. Valores medios mensuales de evapotranspiración (mm).

ESTACIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Murias de Paredes	3'9	7'8	25'4	39'4	64'3	91'3	109'0	99'0	72'1	46'5	20'2	7'7
Ponferrada	11'4	17'3	33'6	50'6	77'2	109'5	129'5	117'8	84'5	53'0	24'0	11'2
S. Martín de la Falamosa	7'3	11'0	28'6	43'5	68'9	97'6	117'2	105'7	76'5	48'5	21'1	9'0
Villameca	8'5	11'9	26'3	41'1	68'0	100'5	123'5	111'5	78'6	49'3	20'5	9'4
Toral de los Vados	11'5	15'4	34'1	52'7	81'7	116'0	140'8	126'1	90'3	53'0	22'5	10'1

La ETP anual puede superar los 750 en el extremo suroeste de la depresión del Bierzo, y reducirse a 587 mm en Murias de Paredes, en el extremo nororiental. En zonas más elevadas y umbrosas será previsiblemente inferior. Los máximos mensuales calculados se alcanzan siempre en el mes de julio. A excepción de Ponferrada, en toda la zona la precipitación anual supera siempre a la ETP.

Los valores de ETP mensual superan a los de precipitación desde junio a septiembre en Murias de Paredes, y desde abril a septiembre en Toral de los Vados. En el resto de observatorios se darán situaciones intermedias, a excepción de las áreas más elevadas y frías en las que es posible que esta situación sólo alcance a los meses de julio y agosto.

El balance hídrico arroja un exceso invernal y primaveral que puede alcanzar casi los 450 mm en Murias de Paredes, con una falta estival de tan sólo 77'5 mm. En Toral de los Vados, por el contrario, se alcanza una falta anual teórica de 290 mm.

Si se considera como período seco aquel en el que $P_i + R_{i-1} - ETP_i < 0$, distinguiendo a su vez los meses “relativamente secos”, en los que la falta no alcanza los 50 mm, y los “secos” en los que la falta iguala o supera los 50 mm, se ve (Tabla 3.9) que Ponferrada es la estación con un período de falta de agua más prolongada, seguida de Toral de los Vados.

En el resto de observatorios, solamente se puede considerar siempre un “mes seco” el de agosto, lo que permite generalizar la consideración de clima húmedo para la mayor parte del territorio estudiado, con un periodo de sequía corto y poco intenso, seguramente incapaz de anular la reserva de agua en el suelo en gran parte del mismo (zonas más elevadas y umbrosas), generándose un exceso de agua relativamente importante en invierno y primavera, ya que en otoño, como es normal, se produce la recuperación de la reserva.

Tabla 3.9. Duración del periodo seco obtenido a partir de los balances hídricos con reserva máxima de 100 mm.

ESTACIÓN	PERIODO SECO	
	Meses secos (F>50 mm)	Meses relativamente secos (F< 50 mm)
Murias de Paredes	AGO	JUL y SEP
Ponferrada	JUL, AGO y SEP	JUN
Villameca	AGO	JUL y SEP
S. Martín de la Falamosa	AGO	JUL y SEP
Toral de los Vados	JUL y AGO	JUN y SEP

3.4.6. Índices y clasificaciones climáticas.-

Índice de De Martonne

El índice de De Martonne establece una subdivisión de los climas a partir de una relación entre la humedad, representada por la precipitación, y el potencial de evapotranspiración, representado por la temperatura media. Es enormemente simple, pero ha sido muy ampliamente utilizado. El valor se obtiene según la siguiente fórmula:

$$I_a = P / (tm + 10)$$

Donde :

P = precipitación media anual (mm)

tm = temperatura media anual (°C)

En la Tabla 3.10 se muestran los valores calculados del Índice de De Martonne para algunas de las estaciones de la zona de trabajo. En la mayoría de observatorios el valor alcanzado está comprendido entre 30 y 60, lo que permite calificar el clima de los mismos y, previsiblemente, de la mayoría de la zona de trabajo como zona Húmeda. La excepción sería el observatorio de Ponferrada que estaría situado en zona Subhúmeda.

Tabla 3.10. Valores del Índice de De Martonne

ESTACIÓN	Índice de De Martonne, I_a
Fabero	41'1
Murias de Paredes	52'0
Vega de Espinareda	41'2
Quintana de Fuseros	55'4
Ponferrada	27'3
Benbibre	32'0
S. Martín de la Falamosa	39'6
Villameca	41'8
Brañuelas	49'7
Toral de los Vados	32'4

Clasificación de Thornthwaite

Esta clasificación parte de los resultados de los balances hídricos realizados por el método directo y con reserva máxima de 100 mm (método de Thornthwaite). Establece tres índices definidos según las siguientes expresiones :

Índice de humedad:

$$I_h = \frac{100}{ETP_{\text{anual}}} \cdot E_{\text{anual}}$$

Índice de aridez:

$$I_a = \frac{100}{ETP_{\text{anual}}} F_{\text{anual}}$$

Índice de humedad global:

$$I_m = I_h - 0'6 I_a$$

Los valores de estos índices se muestran en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11. Índices utilizados en la Clasificación de Thornthwaite

ESTACION	I_h	I_a	I_m
Murias de Paredes	76'2	13'2	68'3
Villameca	58'9	27'5	42'4
S. Martín de la Falamosa	50'7	25'8	35'2
Toral de los Vados	39'8	38'4	16'8

A partir de los valores de los índices se define el tipo de humedad (Tabla 3.12.).

Tabla 3.12. Tipo de humedad según Thornthwaite

ESTACION	TIPO	DESCRIPCION	CONDICION
S. Martín de la Falamosa	B ₁	Húmedo	I_m entre 20 y 40
Villameca	B ₂	Húmedo	I_m entre 40 y 60
Murias de Paredes	B ₃	Húmedo	I_m entre 60 y 80
Toral de los Vados	C ₂	Subhúmedo	I_m entre 0 y 20

Toral de los Vados, Ponferrada y un entorno cercano a ambas estaciones en la depresión del Bierzo son de carácter Subhúmedo según los criterios de Thornthwaite. El resto del territorio es Húmedo, pudiendo darse situaciones de clima Hiperhúmedo en posiciones de cumbre de las sectores oeste y norte de la zona de trabajo.

En función del valor de I_h se define la variación estacional de la humedad. En dos de las estaciones referidas más arriba, el tipo relativo a este aspecto es s, (con falta de agua estival moderada). Murias de Paredes resulta ser r (con falta de agua pequeña o nula), y Toral de los Vados es s_2 (con falta de agua estival grande).

A partir de los valores de ETP se definen nuevos tipos que valoran la eficacia térmica. Con un valor de ETP comprendido entre 570 y 712 mm, el tipo es Mesotérmico B_1 en todos los observatorios, a excepción de Toral de los Vados que resulta Mesotérmico B_2 , con ETP de 754 mm. Según la concentración de la eficacia térmica en el verano (porcentaje de la ETP veraniega respecto al total anual), tenemos que todas las estaciones son de tipo b_4' , con un porcentaje de la ETP estival próximo al 50%.

La zona de estudio, en el entorno montañoso de la depresión del Bierzo, debe calificarse como de clima Húmedo (variable entre los tipos B_1 y B_4 con falta de agua estival que va de moderada a pequeña o nula, Mesotérmico y con concentración estival de la eficacia térmica próxima al 50%. Sin embargo, la fosa del Bierzo parece ajustarse más a un clima Subhúmedo, con falta de agua estival grande, siendo en los demás aspectos semejante al cerco montañoso que la circunda.

Clasificación bioclimática de Rivas Martínez

Siguiendo los criterios de esta clasificación, el carácter mediterráneo se establece a través de los índices de mediterraneidad. Estos son :

$$Im_1 = \frac{ETP_{julio}}{P_{julio}}$$

$$Im_2 = \frac{ETP_{julio + agosto}}{P_{julio + agosto}}$$

$$Im_3 = \frac{ETP_{junio+julio+agosto}}{P_{junio+julio+agosto}}$$

Cuando $Im_1 > 4'5$, $Im_2 > 3'5$ e $Im_3 > 2'5$ en la misma localidad, nos encontramos en la Región Mediterránea. Como puede comprobarse en la Tabla 3.13, esto ocurre en todas las estaciones analizadas, como era de esperar, salvo en Murias de Paredes, que pertenece ya a la Región Eurosiberiana. El límite de ambas regiones bioclimáticas en las proximidades de la zona de estudio ha sido fijado de modo que incluye parte de los términos municipales de Barjas, Vega de Valcarce, Candín, Trabadelo, Valle de Finolledo, Igüeña, Páramo del Sil, Riello y Soto y Amio, y la práctica totalidad de Palacios del Sil y Murias de Paredes.

Tabla 3.13. Índices de Mediterraneidad de alguna de las estaciones de la zona de trabajo.

ESTACION	Im_1	Im_2	Im_3
Murias de Paredes	3'5	3'2	2'2
Villameca	5'2	5'6	3'6
S. Martín de la Falamosa	4'9	5'5	3'6
Ponferrada	7'5	6'9	4'8
Toral de los Vados	8'6	8'4	7'0

3.5. Suelos.-

3.5.1. Edafoclima.-

El régimen térmico de las estaciones climatológicas estudiadas es en general Mésico, por estar t_s comprendida entre 8 y 15°C, con diferencia de más de 5°C entre el verano y el invierno. Hacia el norte, noroeste y norte, en cotas superiores a unos 1600 m (cumbres de Ancares, Padrón, Gistreo, Catoute, Suspirón), y posiblemente a mayores alturas en las sierras situadas al Sur, el régimen térmico será Cryíco, con temperatura anual comprendida entre 0 y 8° C y una media estival inferior a 15° C.

Son posibles los regímenes de humedad Údico, Ústico y Xérico, en función de la altitud, orientación y posición con respecto a barreras orográficas. Además, existirán suelos de régimen Áquico cuando existan impedimentos para el drenaje en profundidad. La presencia en áreas de la zona templada del régimen Ústico ha de tomarse como la expresión de un defecto en la definición de los límites establecidos en la Soil Taxonomy,

que sería bueno que se corrigiera. El hecho es que el régimen Ústico fue concebido para caracterizar ciertos suelos de clima monzónico, y que la aparición de este régimen en nuestra geografía suele interpretarse como una transición entre los regímenes Xérico y Údico (algo así como un edafoclima equivalente al término subhúmedo). Por ello, si consideramos que la caracterización del régimen de humedad refleja una transición, podemos pensar que, en función de la posición y espesor, y al margen de la latitud y altitud, pueden aparecer perfiles con régimen Údico (aquellos con cierta profundidad) o incluso Xérico (en suelos delgados, pedregosos y erosionados).

3.5.2. Tipologías de suelos.-

En el cerco montañoso de la depresión del Bierzo, las fuertes pendientes, la baja alterabilidad de los materiales en las zonas culminantes y los procesos de deposición en los fondos de valle, son factores que limitan la existencia de horizontes de acumulación de arcilla. No obstante, la precipitación en la zona es suficientemente importante como para favorecer el lavado completo de bases y la desaturación de los suelos. En la fosa berciana y en los sectores limítrofes orientales sí se dan –o se han dado– circunstancias favorables al lavado y acumulación de arcilla en horizontes subsuperficiales.

En una primera distinción se reconocen los suelos asociados a las vegas, que reciben continuamente aportes de material de las laderas vecinas y de aguas arriba en las arroyadas. Por esta razón son suelos jóvenes, sin presencia de endopediones de diagnóstico, dominando Typic Udifluent y Aquic Udifluent asociados a Typic Fluvaquent o Typic Fluvaquept, en zonas con un cierto impedimento para el drenaje. Su pH puede ser algo superior al del entorno y, debido a su grado de pendiente, son los suelos donde se asientan los principales cultivos y la producción de hierba. Aparentemente son ricos en materia orgánica, de texturas medias a gruesas y con estructura migajosa en superficie, pudiendo albergar capas de gravas cuarcíticas redondeadas o subredondeadas.

Fuera de las vegas y navas, y si exceptuamos las áreas de mayor altitud, los suelos clímax de mayor presencia han de ser aquellos clásicamente asociados a bosques de cupulíferas caducifolias: las tierras pardas subhúmedas. Dichos suelos se caracterizan como modelo de

máxima evolución por la presencia de un horizonte B_w estructural, asimilable, aunque con matices, al horizonte cámbico de la clasificación americana.

En el norte de la zona de trabajo, los suelos más comunes serán los Orthent y los Ochrepts, y los subgrupos Udorthent, Ustrochrept y Haplumbrept. A partir de la variación de los procesos y factores edafológicos dominantes, es posible establecer los principales tipos de suelos que intuitivamente pueden estar presentes.

Cuando el suelo se adelgaza en las zonas donde los procesos de erosión van siendo progresivamente más importantes, podrá aparecer una gradación que pasa por Lithic Dystrochrept (con contacto lítico entre los 25 y 50 cm) hasta Lithic Udorthent y roca desnuda aflorante.

El ascenso sobre las laderas hará posible encontrar Typic y Lithic Haplumbrept. Aparecerán también suelos del tipo Umbric Dystrochrept, sobre areniscas con cubierta de brezal. Todos estos suelos presentan un horizonte superficial más o menos potente, de color muy negro, rico en materia orgánica poco descompuesta, ácido y pobre en bases. En esta catena altitudinal, sólo en las zonas más altas, pueden estar presentes Typic y Lithic Cryumbrept, asociados a Typic Cryorthent y Cryochrept. El tipo Lithic Ustorthent puede ser común en laderas de mediana altitud, intercalado con la roca desnuda aflorante. Estos suelos, producto muchas veces de la erosión acelerada, ocupan importantes superficies en la zona.

Todos ellos son en esencia suelos de eminente vocación forestal o para la conservación de la vegetación natural. En buena parte de la superficie de este área tienen lugar actuaciones humanas que inciden sobre la calidad del suelo a largo plazo. Tras las corrientes quemadas, a pesar del incremento de la fertilidad, se produce sin duda una degradación por erosión y arrastre de nutrientes. La sustitución de la vegetación original por brezal genera un tipo de hojarasca acidificante y de difícil descomposición, que puede haber tenido una influencia sobre la superficie ocupada por los tipos de suelos con horizonte Úmbrico, cuando los procesos erosivos no han decapitado el suelo.

Como se ha mencionado, en determinados lugares de la fosa berciana y en los sectores orientales (entorno amplio del embalse de Villameca) sí son posibles los alfisoles. Es

posible encontrar sociaciones de Ultic y Lhitic Haploxeralfs con Ultic Palexeralfs. También en la hoya berciana, entre Villafranca del Bierzo, Ponferrada y el Embalse de Peñarrubia (que podría marcar el extremo suroeste del territorio de interés para el proyecto), se dan asociaciones de Typic Haploxeralfs con Typic Rhodoxeralfs y Dystric Xerochrepts, presentando inclusiones de Xerorthents.

Actualmente, aunque todavía no es posible saber en qué medida puede estar ocurriendo, las roturaciones forestales realizadas en los últimos años siguiendo la línea de máxima pendiente pueden tener consecuencias muy graves, afectando a la originalmente pobre y después mermada calidad de los suelos.

3.6. Vegetación.-

3.6.1. Vegetación potencial.-

Al menos desde un punto de vista teórico, las cabeceras de las series de vegetación representan las comunidades vegetales clímax de una determinada zona o región. Las series de vegetación representadas en todo el ámbito del proyecto, o en su proximidad son:

Junipero nanae-Vaccinieto uliginosi sigmetum, serie subalpina orocantábrica silicícola del enebro rastrero (*Juniperus communis subsp. alpina*).

En el piso subalpino orocantábrico y silíceo que se halla presente en la provincia de León, preferentemente en las zonas más septentrionales, nos encontramos que la vegetación climácica se corresponde con un matorral rastrero denso en el que son plantas dominantes *Juniperus communis subsp. alpina*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* y *Calluna vulgaris* (ésta sobre todo en zonas quemadas). Esta serie sólo es reseñable en las cumbres del monte Catoute, el cual puede aproximadamente marcar el límite norte del ámbito geográfico al que se refiere este capítulo.

Luzulo henriquesii-Betuleto celtibericae sigmetum, serie montana orocantábrica acidófila del abedul (*Betula celtiberica*)

Esta serie corresponde, en su óptimo, a un bosque mixto donde además de *Betula celtiberica* pueden dominar otros árboles como *Quercus petraea*, *Quercus x rosacea*, *Acer pseudoplatanus* o *Ilex aquifolium*. El sotobosque puede albergar gran cantidad de pequeños arbustos y hierbas vivaces entre las que cabe destacar *Luzula sylvatica subsp. henriquesii* y *Saxifraga spathularis*. Estos bosques están presentes en toda la parte norte perteneciente biogeográficamente a la Región Eurosiberiana. Se desarrollan sobre sustratos silíceos pobres en bases y constituyen, de forma general, el límite superior de los bosques leoneses sobre estos sustratos, aunque también es frecuente verlos aprovechando las zonas de vaguada o con una elevada humedad y suelo muy pedregoso.

Linario triornithophorae-Querceto petraeae sigmetum, serie montana orocantábrica acidófila del roble albar (*Quercus petraea*)

La etapa madura de esta serie se corresponde con un bosque en el que dominan *Quercus petraea*, *Quercus x rosacea* y en menor medida *Quercus x trabutii*, acompañados por otras especies arbóreas como *Betula celtiberica*, *Corylus avellana*, *Ilex aquifolium* y *Sorbus aucuparia*, además de un conjunto de plantas herbáceas como *Linaria triornithophora*, *Luzula sylvatica subsp. henriquesii* o *Saxifraga spathularis*. Cuando estos bosque se disponen en zonas umbrías se enriquecen con el haya (*Fagus sylvatica*) y en otras ocasiones, cuando los suelos son más frescos y más ricos en bases, con *Acer pseudoplatanus*.

Linario triornithophorae-Querceto pyrenaicae sigmetum, serie montana orocantábrica y galaico-astur acidófila del roble melojo (*Quercus pyrenaica*)

La cabecera de esta serie es un bosque de acusada influencia mediterráneo-iberoatlántica, dominado por *Quercus pyrenaica* que presenta, generalmente, una elevada densidad y un porte medio, si bien en estaciones frescas pueden aparecer otros táxones del género *Quercus*, principalmente híbridos, como *Quercus x rosacea* o *Quercus x trabutii*. Dentro de su cortejo florístico cabe destacar plantas herbáceas como *Linaria triornithophora*, *Omphalodes nitida* y *Physospermum cornubiense*, que en conjunto caracterizan la asociación tipo representativa de esta serie.

Holco molli-Querceto pyrenaicae sigmetum, serie supra-mesomediterránea carpetana occidental y orensano-sanabriense silicícola del melojo (*Quercus pyrenaica*)

La clímax de esta serie corresponde con un melojar cuyos árboles presentan una talla media y que se ven acompañados por táxones como *Ajuga pyramidalis*, *Erytronium dens-canis*, *Holcus mollis* y *Luzula forsteri* entre otros, conformando la asociación *Holco molli-Quercetum pyrenaicae*. Aparecen en la zona suroccidental leonesa con ombroclima húmedo e hiperhúmedo sobre sustratos silíceos, disponiéndose altitudinalmente por encima de los melojares del *Genisto falcatae-Quercetum pyrenaicae*.

Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae sigmetum, serie supra-mesomediterránea salmantina y orensano-sanabriense silicícola del melojo (*Quercus pyrenaica*)

La etapa madura de esta serie es un melojar que presenta como planta diferencial frente a otros melojares la *Genista falcata*, endemismo mediterráneo-iberoatlántico. Ocupa zonas cuyo ombroclima es subhúmedo, siendo sustituido por posiciones más húmedas por el *Holco molli-Quercetum pyrenaicae*, mientras que en estaciones más secas o en sustratos más duros son desplazados por los encinares del *Genisto hystricis-Quercetum rotundifoliae*.

Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae sigmetum, serie supra-mesomediterránea salmantina lusitano-duriense y orensano sanabriense de la encina (*Quercus rotundifolia*) (Faciaciones: supramediterránea acidófila típica, mesomediterránea acidófila con *Arbutus unedo*, y basófila con *Helleborus foetidus*)

Esta serie presenta como cabecera un encinar que se desarrolla en los pisos meso y supramediterráneo, en ombroclimas de seco a húmedo y tanto sobre sustratos pobres como ricos en bases. Sin embargo, la faciación basófila aquí citada sólo es importante en el sector más suroeste de la depresión del Bierzo, siendo las verdaderamente importantes en la zona de trabajo las otras dos. Esta serie, que generalmente se desarrolla sobre cuarcitas y pizarras metamórficas, ocupa grandes extensiones de las comarcas de La Cabrera, Maragatería, Bierzo y La Cepeda, teniendo un escaso cortejo florístico, entre cuyas plantas se encuentra *Genista hystrix*. Estructuralmente son formaciones de encinar de porte medio,

con fuerte ramificación desde la base, que, en los territorios más termófilos, se enriquece con *Arbutus unedo*, *Phyllirea angustifolia* o *Ruscus aculeatus*.

Pruno padi-Fraxineto excelsioris sigmetum, serie montana laciano-ancareense de las fresnedas de *Fraxinus excelsior*.

En la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica la vegetación potencial de las zonas mesofíticas se corresponde con un bosque mixto fresco que ocupa suelos ricos, eutrofos y con humedad a lo largo de todo el año. Dominan en estos bosques taxones como *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Corylus avellana*, *Prunus padus* y, en menor medida, aunque siempre presentes, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria* o *Populus nigra*, junto a otras especies propias de los matorrales y pastizales de sustitución.

Populo nigrae-Saliceto neotrichae sigmetum, serie carpetana occidental, leonesa y castellana de las choperas y saucedas de *Populus nigra* y *Salix neotricha*.

A esta serie pertenecen los territorios occidentales ibéricos que se encuentran en los lechos mayores de los grandes ríos y que con las crecidas sufren inundaciones cada año, provocando frecuentes erosiones o sedimentaciones que limitan la evolución edáfica. La cabecera de la serie corresponde a una chopera-sauceda incluíble en el *Populo nigrae-Salicetum neotrichae*, donde son dominantes los dos taxones que le dan nombre, además de *Salix salvifolia* en los territorios leoneses, pudiendo aparecer *Fraxinus excelsior* en las zonas colindantes con la Región Eurosiberiana.

Galio broteriani-Alneto glutinosae sigmetum, serie meso-supramediterránea luso-extremaduriense y carpetano-ibérico-leonesa edafófila del aliso (*Alnus glutinosa*)

Esta serie corresponde en su etapa climática a bosques ribereños mediterráneos dominados por *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus minor* como elementos arbóreos, acompañados de taxones herbáceos como *Carex acuta* y *Galium broterianum*. Estas alisedas mediterráneas, cuando entran en contacto con las del mundo eurosiberiano se enriquecen con *Fraxinus excelsior*, dando lugar a la subasociación *fraxinetosum excelsioris*.

Saliceto lambertiano-salvifoliae sigmetum, serie montana de las saucedas arbustivas de *Salix lambertiana* y *Salix salvifolia*.

La etapa madura de esta serie la constituyen saucedas arbustivas que encuentran su óptimo en los márgenes de los ríos con acusado estiaje y substratos pobres en bases, dejando paso al *Salicetum angustifolio-salvifoliae* cuando el suelo se enriquece en ellas.

3.6.2. Cobertura vegetal.-

En cuanto a la cobertura vegetal, las modificaciones sufridas históricamente determinan que no siempre las asociaciones representativas de la climax estén presentes. Las transformaciones del medio original más importantes vienen ligadas secularmente al uso del fuego. Por un lado, la desesperada búsqueda de terrenos para cultivar centeno durante las épocas de mayor presión demográfica comenzó a eliminar el bosque. El abandono de las tierras dejó paso a la landa de brezo, que domina en todo el territorio, y cuya composición en especies cambia en función del tiempo desde la última roza o quema. Las quemas se han venido sucediendo hasta nuestros días, ligadas también, y en mayor medida en los últimos tiempos, al pastoreo. Otra de las transformaciones importantes ha sido la conversión de la vegetación de ribera, normalmente, en un “bocage” de prados naturales, cultivos y setos, los cuales van dando paso a huertas en la proximidad de los pueblos. Estos fondos de valle han albergado, también secularmente, las principales labores agrícolas tradicionales. En la figura 3.5 se muestra de manera esquemática la distribución de formaciones vegetales y cultivos en el entorno de la zona de trabajo.

Las coberturas de vegetación más importantes en la zona de trabajo se describen a continuación.

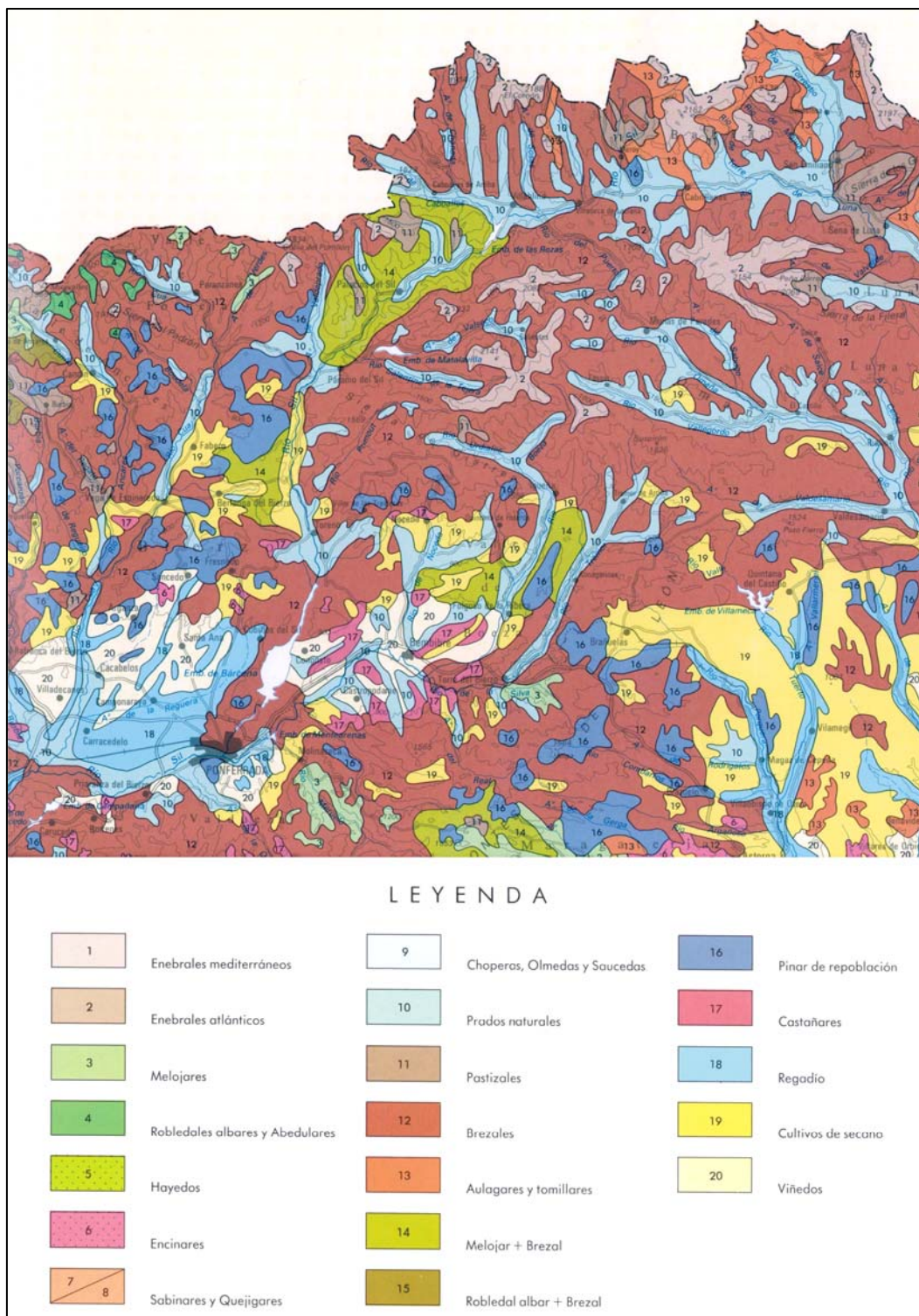


Figura 3.5. Distribución de la cobertura vegetal y de cultivos en el entorno de la zona de trabajo tomada del Atlas del medio natural de la provincia de León (ITGE, 1995). La distribución es sólo orientativa debido a la escala y a los posibles cambios sufridos en el tiempo transcurrido desde la elaboración del mapa original.

Robledales albares y abedulares.

Los robledales albares y los abedulares son bosques caducifolios en los que, respectivamente, dominan el roble albar (*Quercus petraea*) o el abedul (*Betula celtiberica*), pudiendo verse acompañados tanto en uno como en otro caso, mutuamente, así como el híbrido entre el roble albar y el carbayo (*Quercus x rosacea*), el acebo (*Ilex aquifolium*) y el avellano (*Corylus avellana*), entre otras especies arbóreas. En zonas umbrosas se enriquecen además con el haya (*Fagus sylvatica*). Son frecuentes en su ambiente forestal los arbustos como la urz (*Erica arborea*) y el arándano (*Vaccinium myrtillus*), haciéndose comunes plantas herbáceas como *Saxifraga spathularis*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella* y *Luzula sylvatica subsp. henriquesii* en los abedulares, mientras que en los robledales albares son frecuentes *Omphalodes nitida*, *Physospermum cornubiense* o *Linaria trionithophora*.

Melojares o rebollares.

Los bosques dominados por el roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*) son también de carácter marcescente y en muchas ocasiones es este árbol el único que configura estas formaciones vegetales, salvo en posiciones más frescas en las que aparecen otros híbridos del género *Quercus*. En los melojares más termófilos conviven con el melojo arbustos como la hiedra (*Hedera helix*), la escoba (*Cytisus scoparius*), el espino albar (*Crataegus monogyna*) o la *Genista falcata*. Como especies herbáceas son frecuentes *Teucrium scorodonia*, *Clinopodium vulgare*, *Luzula forsteri* o *Narcissus triandrus*, entre otras. Los melojares situados en ombroclima húmedo o hiperhúmedo contienen *Holcus mollis*, *Lathyrus montanus*, *Luzula henriquesii* y *Primula vulgaris*.

Encinares.

Son bosques perennifolios de hoja ancha, plana y dura, en los que la especie dominante es la encina o carrasca (*Quercus rotundifolia*) y que, en las tierras leonesas, convive en ocasiones con el quejigo (*Quercus faginea*) y el melojo (*Quercus pyrenaica*), como ocurre en las proximidades de Folgoso de la Ribera o Torre del Bierzo, donde existen importantes masas mixtas de melojo y encina. En otras ocasiones convive con el alcornoque (*Quercus suber*), siendo este hecho relevante en los territorios más térmicos en El Bierzo. Forman parte de este tipo de bosques, plantas tanto de carácter arbustivo, como herbáceo, siendo

frecuentes, entre otras, los abrojos (*Genista hystrix*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el torvisco (*Daphne gnidium*), el madroño (*Arbutus unedo*), el jazmín (*Jasminum fruticans*), el piorno florido (*Cytisus multiflorus*), el rusco (*Ruscus aculeatus*), el matahombres (*Lonicera etrusca*), la aulaga (*Genista scorpius*), la peonía (*Paeonia broteroï*), la rubia (*Rubia peregrina*) y otras tales como *Vincetoxicum nigrum*, *Osyris alba*, *Asparagus acutifolius* o *Teucrium chamaedrys*.

Se ha señalado que en aquellos lugares más húmedos se incrementa la presencia del madroño hasta llegar a parecer auténticos madroñales con encina. En estos enclaves también es corriente que aparezcan especies típicas de robledal: majuelo (*Crataegus monogyna*), cornejo (*Cornus sanguinea*), espino (*Prunus spinosa*) o clemátide (*Clematis vitalva*).

Choperas, fresnedas, alisedas y saucedas.

Bajo este epígrafe se incluyen la totalidad de los bosques ligados a los fondos de los valles donde el nivel freático es más o menos elevado. Abundan los restos de choperas-saucedas, bosques caducifolios ribereños dominados por chopos (*Populus nigra*), álamos blancos (*Populus alba*) y sauces arbóreos (*Salix neotricha* o *Salix fragilis*), entre otros. También son importantes las formaciones arbustivas dominadas por especies de sauces de mediana talla tales como *Salix triandra* subsp. *discolor*, *Salix elaeagnos* subsp. *angustifolia*, *Salix purpurea* subsp. *lambertiana*, *Salix cantabrica* o *Salix salvifolia*. Estas saucedas configuran la primera banda de vegetación entre el cauce menor del río y las choperas-saucedas.

Castañares.

Los castaños, que fueron introducidos durante la colonización romana han tenido tiempo de asilvestrarse. Los castañares se comportan como comunidad vicariante de robledales y melojares en terrenos silíceos mesotérmicos e higrófilos. El castañar bravo suele acompañarse de *Teucrium scorodonia*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus ulmifolius* o *Ballota nigra*.

Pinares.

Los pinares de repoblación abundan en toda la zona de trabajo, muchas veces irreconocibles en la distancia, salvo por las huellas dejadas por la maquinaria, debido a la densidad del matorral existente en el lugar de la plantación. Tradicionalmente las especies empleadas han sido *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster* y, en menor medida, *Pinus uncinata* y *Pinus salzmanii*, en repoblaciones realizadas a finales de los cincuenta. Muchos desaparecieron a causa de los incendios y el resto varía entre dos situaciones extremas: pinar con espesura excesiva y buen crecimiento casi sin presencia de sotobosque, o matorral mixto con pinos achaparrados. Esta última situación se asemeja al estado de muchas de las repoblaciones de los años noventa. En ellas, la flora del matorral (brezal, cantuesal o escobonal) se sigue manteniendo después de la repoblación. Ciertamente es que muchas repoblaciones se han hecho en lugares de extrema pobreza edáfica en las que el pinar ha efectuado una notable labor de consolidación, aunque no siempre es ni ha sido así.

Salvando los enebrales rastreros que sólo se dan en posiciones cacuminales de las Sierras de Ancares y Gistreo-Catoute, los principales tipos de matorral en la zona son: brezales, piornales, escobonales y xeisteiras.

Brezales.

Los brezales son matorrales en los que las especies arbustivas dominantes son los brezos o urces. Representan la fase más degradada de los bosques caducifolios sobre sustrato silíceo y, en ocasiones, se ven enriquecidos por la presencia de tojos (*Ulex sp.*). Las especies más frecuentes en los brezales son: la quiruela (*Erica umbellata*), el brezo de San Dabeoz (*Daboecia cantabrica*), la brecina (*Calluna vulgaris*), el brezo rubio o brezo de Aragón (*Erica australis subsp. aragonensis*), la argaña (*Erica cinerea*), la carqueixa (*Genistella tridentata*), el brezo de escobas (*Erica scoparia*) y la carpaza (*Halimium alyssoides*), entre otros. Es muy común en laderas degradadas orientadas a solana la existencia de brezales xerofíticos, en los que destacan *Erica cinerea*, *Erica aragonensis*, *Erica umbellata* y *Genistella tridentata*, con intercalaciones de *Genista florida ssp. polygaliphylla*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus scoparius* y *Tymus zygis*.

Es posible establecer distinciones entre los diferentes tipos de brezal, en función de su situación en territorios de una u otra serie de vegetación, piso bioclimático o formas transicionales: brezales atlánticos (con *Ulex sp.*), mediterráneo-iberoatlánticos (con *Erica umbellata*), de transición y supramediterráneos (con *Erica aragonensis*) o incluso higrófilos (con *Erica tetralix*, *Juncus sp.* y *Carex sp.*) La etapa degradada representada por los brezales del *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis*, es una de las formaciones vegetales que más puede apreciarse en estos territorios leoneses.

Piornales, escobonales y xesteiras

Son matorrales de alta cobertura, muchas veces mezclados con brezales o con presencia de especies arbóreas que suelen representar la primera etapa de sustitución de robledales, melojares y encinares. Están dominados por especies leguminosas de los géneros de *Genista* y *Cytisus*. Las xesteiras son comunidades en las que la especie dominante es la escoba blanca o *Cytisus multiflorus* y que en su variante más xerófila y degradada da lugar a un jaral de *Cistus ladanifer*.

En la mayor parte de este territorio, la primera etapa de sustitución es un piornal, que, dependiendo principalmente del ombrotipo, puede pertenecer a asociaciones diferentes. Así tenemos que con una humedad elevada se asientan los piornales del *Cytiso cantabrici-Genistetum obtusirameae*, cuando esta humedad se hace menor la respuesta es de piornales del *Cytiso cantabrici-Genistetum polygaliphyllae*, mientras que en las estaciones más secas, pertenecientes, se presenta un piornal del *Cytiso scoparii-Genistetum polygaliphyllae*. En el caso de la mayoría de los territorios de melojar de transición, la primera etapa de sustitución u orla es un piornal, todavía sobre suelos profundos, que se incluye en la asociación del *Genisto hystricis-Cytisetum multiflori*. Como caso extremo y siempre en posiciones topográficas con suelos esqueléticos y una mayor continentalidad, esta primera etapa de sustitución se corresponde con piornales del *Cytisetum scopario-oromediterranei*. En los terrenos propios del encinar, la faciación típica presenta como etapas de sustitución las siguientes: en primer lugar y sobre suelos profundos, piornales del *Genisto hystricis-Cytisetum multiflori*, y sobre litosuelos, la asociación *Genisto hystricis-Echinopartetum lusitanici*.

Otras de las formaciones vegetales mejor representadas en la zona son los prados y pastizales. Bajo esta denominación, situamos las comunidades vegetales íntimamente relacionadas con la nutrición del ganado. La diversidad existente es muy amplia: pastizales psicroxerófilos, cervunales, majadales, vallicares, praderas, berceales, juncales, prados de siega o de diente, fenalares y pastizales anuales.

Pueden destacarse las manchas de pastizales vivaces caracterizados por *Merendera pyrenaica*, *Cynosurus cristatus* y, en los suelos más degradados, por *Agrostis durieui* y *Sedum pyrenaicum*. Los prados de siega, más húmedos o de fondo de valle, están caracterizados por *Bromus commutatus* y *Arrhenatherum elatior*.

Algunos prados de fondo de valle son trebolares con *Festuca ampla*, *Trifolium repens*, *Phleum pratense* y *Lolium perenne*, orlados, en los regatos y canales, por especies como *Quercus pyrenaica*, *Salix salvifolia*, *Populus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus avium*, *Alnus glutinosa* o *Fraxinus angustifolia* y, puntualmente, setos con *Rosa sp.* y *Rubus ulmifolius*.

Cultivos

Por último, existen algunas superficies cultivadas, tanto por cultivos arbóreos, como herbáceos de secano o regadío, de los que se comenta algo en el apartado siguiente.

3.7. Usos y aprovechamientos.-

Al igual que otras zonas fronterizas entre el mundo mediterráneo y el eurosiberiano, El Bierzo se enmarca en esa media montaña, de carácter supramediterráneo, húmeda, pero con estío más o menos prolongado. Estas zonas, cuyo dominio climático corresponde siempre a bosques sobre suelos pobres y ácidos, sólo han podido sostener economías de tipo primario mixto con baja especialización, en las que la ganadería y un policultivo de subsistencia adquieren cierta importancia. En todos los montes galaico-leoneses domina la pequeña propiedad, a excepción de algunos montes comunales cubiertos de bosque, matorral o pastizales supraforestales.

Las transformaciones más importantes que ha experimentado el medio vienen ligadas secularmente al uso del fuego. Por un lado, la desesperada búsqueda de terrenos para pastorear durante las épocas de mayor presión demográfica comenzó a eliminar el bosque. Las repeticiones del proceso fuego-pastoreo determinaron que gran parte de la vegetación y los suelos se degradaran hasta dar lugar a una landa de brezo, que domina en gran parte del territorio, y cuya composición en especies cambia en función del tiempo desde la última roza o quema, si bien desde que se iniciaron las grandes repoblaciones de los años noventa parece haber desaparecido como práctica habitual.

3.7.1. El aprovechamiento del monte.-

A lo largo del último siglo y medio han ido desapareciendo la mayoría de las masas de melojar, robledal y encinar, las alisedas y alcornoques, algunos sotos de castaños y madroñales, siendo sustituidos por matorrales diversos. Los incendios, las obras públicas y la minería de carbón a cielo abierto han sido las agresiones de los últimos tiempos sobre los bosques de este territorio. De entre ellas, se ha destacado el fuego como la peor de las plagas que han azotado a las masas arboladas, pues hasta nuestros días, los pastores, siguiendo prácticas ancestrales, han promovido el fuego como medio de aclarar el monte y fomentar la producción de brotes tiernos y hierbas. Los robledales, encinares y melojares han sido intensamente aprovechados para obtener leña y carbón vegetal. Incluso, el ramón del melojo ha sido empleado para echarlo a la tinadas de ganado. No obstante, es posible encontrar algunos rebollares en buen estado salpicados de robles, serbales, espinos, manzanos silvestres, cerezos y otras especies.

También la cepa y raíz del brezo se han utilizado mucho en tiempos pasados para fabricar carbón vegetal destinado a las fraguas. En general las masas de matorral también han sido víctimas de los incendios provocados, si bien todavía abundan matorrales nobles, densos, de alta cobertura, enriquecidos por arbustos y matas leguminosas que actualmente se ven amenazados por la actividad repobladora indiscriminada con desbroce total. Muchos de ellos podrían verse sometidos a un estilo de repoblación menos agresivo, orientado a introducir especies de mayor interés económico y ecológico: abedul, roble carballo y albar, fresno, cerezo, castaño o nogal.

Junto a los brezales, los pinares de repoblación, son posiblemente ahora la unidad más extendida, si bien, al ser la mayoría de ellas recientes presentan un aspecto de landa de brezos entre los que se encuentran los pequeños pinos aún no crecidos. Las principales especies plantadas son *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster* y *Pinus nigra*. La actividad repobladora de la última década ha alcanzado a 14.000 ha, fundamentalmente sobre montes de brezo-carqueixa, empleando especies frugales como el pino silvestre o el laricio. En determinadas estaciones de mayor calidad se han introducido frondosas como el cerezo, el nogal, el roble o el serbal.

Otro aprovechamiento típico de la zona son los castaños o sotos de castaño. Las castañas han sido parte importante de la dieta de los pobladores del Bierzo desde el tiempo de los romanos hasta fechas recientes. Igualmente ha sido tradicional el aprovechamiento de frutos silvestres tales como los del endrino (*Prunus spinosa*) o el madroño (*Arbutus unedo*).

3.7.2. Aprovechamiento de las vegas.-

Los territorios propios del encinar en la fosa del Bierzo fueron ocupados secularmente por cultivos intensivos y viñedo. En los valles más cerrados, los cultivos se extienden predominantemente desde los núcleos de población y en manchas sensiblemente paralelas a las vegas de ríos y arroyos. En las vegas los cultivos se encuentran formando mosaicos con los prados de siega, de carácter polifítico. La estrechez en buena parte del trazado de los principales ríos y arroyos facilita el dominio del regadío, que se nutre de sencillos canales derivados de los cursos de agua. En las zonas donde los valles se abren es posible la existencia de secanos frescos como orla de las vegas propiamente dichas. Los cultivos tradicionales en las vegas se han orientado siempre al autoabastecimiento incluyendo leguminosas de grano, patatas, coles, así como lino o cáñamo. Actualmente los productos agrícolas dominantes son los destinados a la alimentación del ganado, por incremento de superficies destinadas a prado o por el cultivo de cereales y forrajes para pienso (alfalfa, col forrajera y praderas polifitas).

Fuera de las vegas, únicamente en determinados puntos de pendiente menos marcada hubo en otros tiempos parcelas de centeno y otros cereales. A partir de la década de los sesenta,

el éxodo rural determina el abandono masivo de parcelas de centeno y pastizales, pasando a ser invadidas por la landa brezo o el escobonal.

En la actualidad, en muchas vegas existen choperas de producción que emplean clones comerciales. En esta zona alcanzan elevada productividad. Muy posiblemente, junto a los chopos autóctonos, empiecen a tener un alto grado de responsabilidad en la llamativa colonización espontánea que se produce en terrenos alterados por la minería a cielo abierto.

3.8. Fauna.-

La principal característica que puede destacarse, dentro de la zona de trabajo, es una amplia diversidad faunística originada por la extensión del territorio abarcado y por la situación geográfica a caballo entre los dos ambientes en los que se divide faunísticamente la Península Ibérica: atlántico y mediterráneo. Desde el punto de vista botánico la delimitación entre ambas regiones puede realizarse de una forma más o menos precisa, sin embargo, este hecho resulta más complicado al intentar marcar esta división para los animales debido a la posibilidad de desplazamiento de estos.

Haciendo siempre referencia a la fauna vertebrada, se van a destacar en este apartado los miembros más significativos existentes. Algunas especies son citadas debido a que algunos aspectos relacionados con su forma de vida (tipo de vegetación, fundamentalmente) sugieren su presencia.

Sin ninguna duda, es la posibilidad de la presencia del oso pardo (*Ursus arctos*), especie declarada en peligro de extinción por el Catalogo Nacional Español, lo más relevante en cuanto a fauna de la zona de trabajo. Como es sabido, las áreas de distribución actual y potencial del oso pardo se localizan básicamente en la Cordillera Cantábrica, en dos núcleos que han venido en llamarse población occidental (Somiedo-Degaña-Alto Sil) y población oriental (Ponga-Riaño-Alto Pisuerga). De estas dos poblaciones, es la occidental la que entra en contacto con la zona de trabajo. Así se considera consolidada la presencia de osos en los montes de Palacios del Sil (al norte de la zona de trabajo), y desde esta área es factible la extensión hacia los términos municipales de Noceda, Riello y Murias de

Paredes. Sin embargo, exceptuando estos montes, no parece que existan habitats de suficiente calidad para acoger una presencia estable de osos.

Otros grandes mamíferos representativos de los bosques atlánticos con robles, brezos y piornales, son el lobo (*Canis lupus*) o el corzo (*Capreolus capreolus*). En los montes que rodean el Bierzo destacan también el jabalí (*Sus scrofa*), el zorro (*Vulpes vulpes*), así como el rebeco (*Rupicapra pyrenaica*) y el ciervo (*Cervus elaphus*) que han sido introducidos.

Según las fuentes bibliográficas, la garduña (*Martes foina*), entre otros mustélidos, presenta una población considerable en la provincia de León. También se pueden citar el tejón (*Meles meles*), la comadreja (*Mustela nivalis*), el turón (*Mustela putorius*) y la marta (*Mustela martes*). En numerosos tramos de ríos está presente la nutria (*Lutra lutra*). Entre los felinos puede citarse el gato montes (*Felis silvestris*).

También parecen ser abundantes los medianos y pequeños roedores, ardillas, ratones y topillos (principalmente de los géneros *Sciurus*, *Mus*, *Apodemus*, *Microtus* y *Pytymys*). Bajo la influencia mediterránea, uno de los ocupantes que adquiere mayor relevancia es el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Este pequeño lagomorfo desempeña un papel importante en la cadena trófica de los ecosistemas mediterráneos, siendo la presa fundamental de un elevado número de animales como el zorro (*Vulpes vulpes*) o el tejón (*Meles meles*). Igualmente pueden ser abundantes los sorícidos de los géneros *Sorex*, *Neomys* y *Crocidula*. En arroyos de aguas frescas es posible la presencia del desmán ibérico (*Galemys pirenaicus*)

Las aves son las que presentan un mayor número de especies de vertebrados. La variedad de frutos que ofrecen bosques y matorrales no pasan desapercibidos para un buen número de aves como: el mirlo (*Turdus merula*), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), la curruca mosquitera (*Sylvia borin*), la carrasqueña (*Sylvia cantillans*), los petirrojos (*Erithacus rubecula*), los estorninos (*Sturnus sp*), los mirlos acuáticos (*Cinclus cinclus*). La amplia gama de pájaros en todo este entorno abarca igualmente a: pito negro (*Dryocopus martius*), pico dorsiblanco (*Dendrocopos leucotos*), pico mediano (*Dendrocopos medius*) y torcecuellos (*Jynx torquilla*), todos ellos adaptados a trepar por la corteza de los árboles en busca de insectos. Dentro del grupo de los paseriformes destacan: camachuelo común

(*Pyrrhula pyrrhula*), carbonero palustre (*Parus palustris*), petirrojo (*Erithacus rubecula*), o el zorzal común (*Turdus philomelos*).

Al margen de lo ya comentado en relación al oso pardo, posiblemente lo más reseñable desde el punto de vista faunístico es la presencia en el alto Bierzo del urogallo (*Tetrao urogallus*). De las especies de rapaces destacan también por su especial interés el águila real (*Aquila chrysaetos*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*), aparte de cernícalos, milanos, aguiluchos, gavilanes y rapaces nocturnas. Otras especies de aves comunes que pueden observarse en este amplio territorio son palomas y tórtolas, córvidos, perdices y codornices, vencejos, golondrinas y aviones, etc.

Es de reseñar la riqueza en anfibios y reptiles: tritones, salamandras, salamanquesas, ranas y sapos, eslizones y luciones, lagartos y lagartijas, culebras y víboras. Se consideran endémicos : el sapillo pintojo (*Discoglossus galganoi*), la rana patilarga (*Rana iberica*) y el tritón ibérico (*Triturus boscai*). El sapillo pintojo se encuentra amenazado por la rana común (*Rana perezi*) que le desplaza localmente, si bien ésta última puede convivir con la rana ibérica, ocupando nichos ecológicos diferentes. La rana común puede cazarse de julio a septiembre.

En aguas limpias será posible encontrar a la salamandra (*Salamandra salamandra*), y cerca de masas de agua o lugares húmedos es fácil ver a la ranita de San Antón (*Hyla arborea*).

Los roquedos soleados de este territorio representan el límite norte de la distribución de la culebra bastarda (*Malpolon monspesulanum*), compartiendo este hábitat con la culebra lisa meridional (*Coronella girondica*), el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) y la culebra de escalera (*Elaphe scalaris*).

Entre los pocos reptiles que prefieren lugares umbrosos y húmedos están: la culebra de collar (*Natrix natrix*) y la culebra viperina (*Natrix maura*).

Las zonas boscosas que lindan con praderíos son ideales para el eslizón tridáctilo (*Chalcides chalcides*) y la culebra lisa europea (*Coronella austriaca*).

Se consideran endémicas de estos territorios o del norte de España: la lagartija de bocage (*Podarcis bocagei*), el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*) y la víbora de Seoane (*Vipera seoanei*).

Respecto a la ictiofauna, en función de la calidad, la corriente y la frescura de las aguas es posible encontrar desde la trucha (*Salmo trutta*) al lucio (*Esox lucius*). En los ríos y arroyos del Bierzo se han citado otras especies presentes: lamprehuela (*Cobitis calderoni*), bagre (*Leuciscus cephalus*), bermejuela (*Rutilus arcasii*) y gobio (*Gobio gobio*).

3.9. Espacios Naturales Protegidos.-

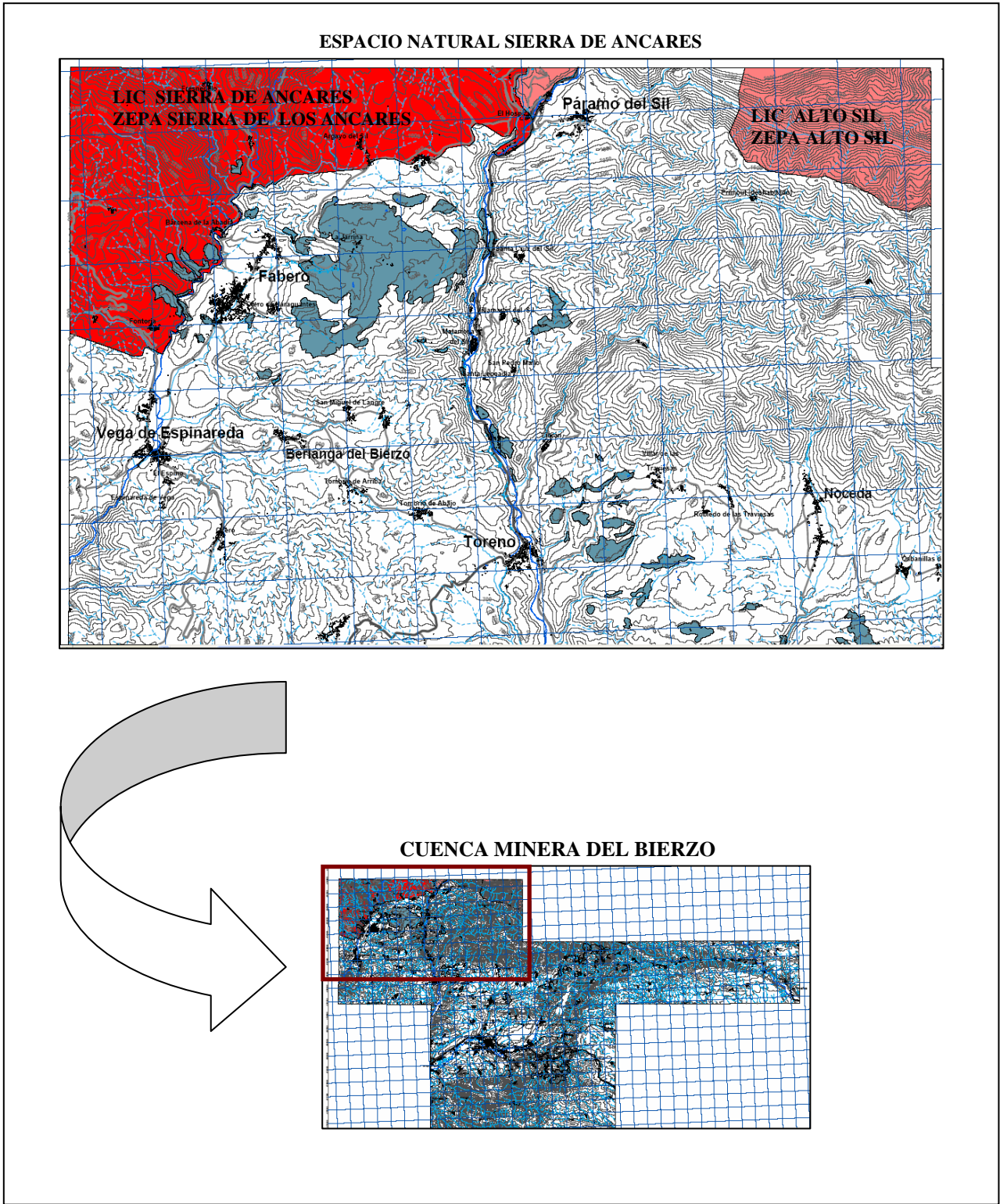
La cuenca minera del Bierzo se encuentra afectada en su borde extremo noroccidental, de acuerdo con el marco legal de protección, uso y gestión de espacios naturales protegidos, por el Espacio Natural de Sierra de Ancares.

Este espacio natural protegido se encuentra situado al noroeste de la provincia de León, habiendo sido ampliado recientemente como Espacio Natural según la Orden de 16 de febrero de 2000, denominándose “Sierra de Ancares”.

La geomorfología de la zona dibuja un paisaje montañoso y escarpado con altitudes entre los 1.500 y 1.800 m, llegando en ocasiones a culminar con elevaciones que sobrepasan los 2000 m donde el hielo ha ido esculpiendo valles glaciares, circos y lagunas. Las zonas más bajas o con ondulaciones más suaves han creado espacios más confortables para los asentamientos humanos. La arquitectura de la zona es un elemento igualmente significativo de este Parque constituido por “pallozas o casas de teito”: construcción pétreo de origen celta, con forma circular o elíptica y cubierta de paja, que la vez sirve de vivienda y pajar.

Los términos municipales incluidos en este Espacio Natural son: Vega de la Espinareda, Villafranca del Bierzo, Fabero, Páramo del Sil, Palacios del Sil, Villablino, Peranzanes y Candín.

En esta superficie de 67.280 ha, conviven gran variedad de especies vegetales, que se distribuyen ordenadamente según un gradiente altitudinal que les permite la supervivencia evitando la competencia. En los pisos más bajos se desarrollan bosques de rebollos que van



*Figura 3.6.- Espacio Natural Sierra de Ancares en la Cuenca Minera del Bierzo,
(LICs Sierra de Ancares y Alto Sil incluidos en el Espacio Natural)*

dando paso poco a poco al roble albar que como especie dominante se mezcla con serbales, abedules, avellanos, acebos, arces y mostajos. Actualmente estos bosques mixtos se han ido reduciendo por diversas causas: incendios, deforestación, repoblaciones..., en esta etapa de degradación aparecen sustituidos en la mayoría de los casos por brezales. Los pisos superiores, donde las condiciones climáticas más severas impiden el crecimiento del arbolado son ocupados por matorral bajo y denso formado por enebro rastrero y arándanos, que se mezcla en las crestas con pastizales de altura y cervunales.

La riqueza faunística que encierra esta zona, advierte uno de los valores más importantes que justifican la declaración como Espacio Protegido de esta zona. Destaca el oso pardo (*Ursus arctos*), especie catalogada en España “en peligro”, lo cual hace obligatorio la aprobación de Planes de Recuperación y el urugallo (*Tetrao urugallus*) catalogado como “vulnerable”, cuya principal amenaza se deriva de la alteración de su hábitat. Aparecen igualmente otras especies susceptibles de conservación como el lobo, la nutria, el águila real, el águila culebrera, el halcón peregrino, el alimoche, el pico mediano o la perdiz pardilla.

No obstante, la utilización racional de este espacio, hace que parte de este territorio que fue declarado Reserva Nacional de Caza por la Ley 37/1966 de 31 de mayo, siga siendo utilizado para esta práctica, aunque con las restricciones propias de una zona especial por ello se encuentra incluido en un Régimen de Protección Preventiva según decreto 133/1990 de 12 de julio.

3.10. Otros espacios protegidos.-

Una pequeña parte de la zona carbonífera, entendiéndola ésta como aquella en la que afloran el carbón, al noroeste y norte del municipio de Fabero y el municipio de Candín, próximo a la zona anterior, pertenecen al Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona Especial de Protección de Aves (ZEPA) denominados Sierra de los Ancares, de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Esta zona destaca, entre sus múltiples valores naturales, por ser límite occidental de la zona osera Occidental, así como por ser hábitat del urogallo (*Tetrao urogallus*), posiblemente extinguida en esa zona. En el área minera, no hay ningún hábitat natural de interés prioritario habiendo numerosos de hábitats naturales de interés

comunitario, tanto dentro como fuera del LIC. Relativamente próximo al área carbonífera se encuentran el LIC y ZEPA Las Omañas y, aún más lejano, el LIC Riberas del Río Orbigo y sus afluentes.

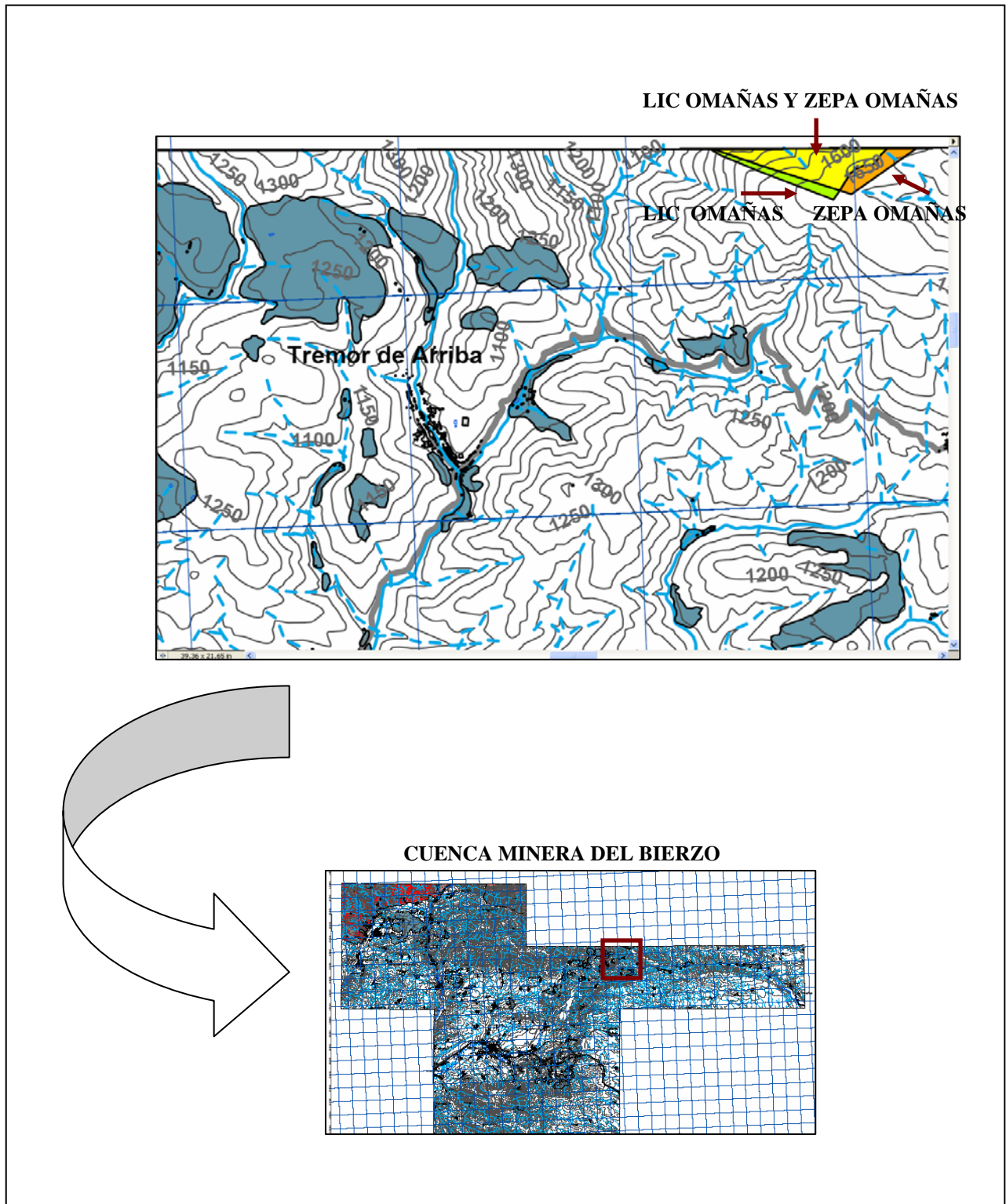
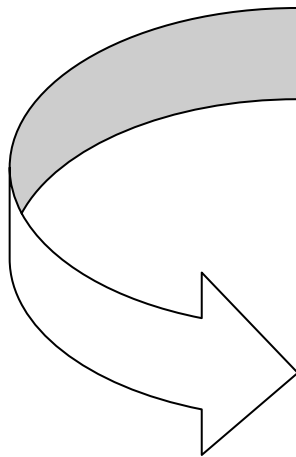
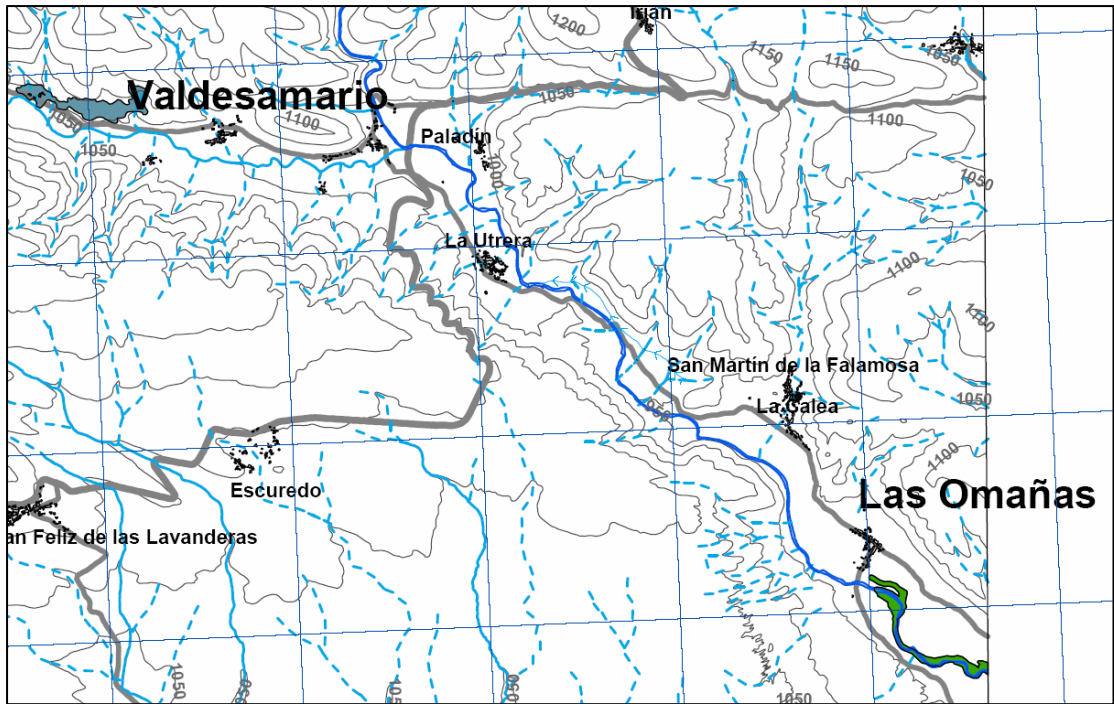


Figura 3.7.- Zona de la Cuenca Minera del Bierzo afectada por el LIC y ZEPA Omañas.

LIC RIBERAS DEL RÍO ÓRBIGO Y AFLUENTES



CUENCA MINERA DEL BIERZO

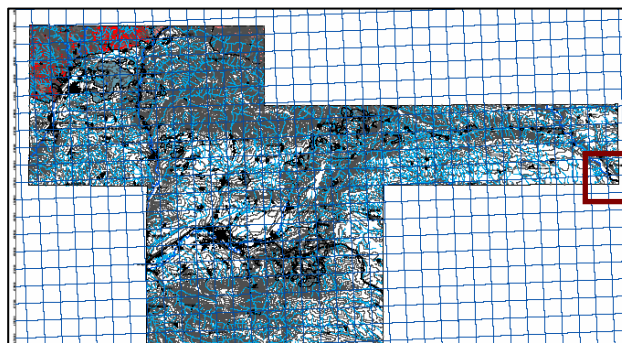


Figura 3.8.- Zona de la Cuenca Minera del Bierzo afectada por el LIC Riberas del río Órbigo y afluentes.

4.- DESCRIPCIÓN FICHA Y CARTOGRAFÍA.

Para la realización del inventario se diseñó una batería de fichas de campo que consta de ocho fichas: Ficha I Situación estructura minera; Ficha II Caracterización minera y geotécnica de la escombrera; Ficha II (1) Caracterización minera y geotécnica de las balsas; Ficha III Caracterización cielo abierto; Ficha IV Caracterización de aguas de mina; Ficha V Situación bocamina; Ficha V(a) Caracterización bocamina; y Ficha VI Evaluación ambiental. El contenido de cada una de ellas, se describe a continuación.

Ficha I Situación estructura.-

En esta ficha figuran el código de la estructura; situación geográfica de la estructura, nombre de la empresa y/o mina; mineral extraído; coordenadas UTM en el huso 29 y 30; estado de la mina; la tipología de la estructura y observaciones. El código de la estructura consta de 8 ó 9 dígitos en números cardinales y romanos, los tres primeros hacen referencia a la hoja topográfica a escala 1:50.000 (150), los números romanos se refieren a la hoja topográfica a escala 1:25.000 (150IV), el siguiente número cardinal hace referencia al cuadrante del mapa topográfico a escala 1:25.000 donde se encuentra la estructura; los tres siguientes números cardinales corresponden al número de la estructura escogida al azar según una ruta de campo. De manera que la ficha 150IV4015 se refiere a la estructura 015 del cuadrante 4 de la hoja topográfica, a escala 1:25.000, (150IV). Además figura la situación en el mapa topográfico a escala 1:25.000, el acceso a la estructura la fotografía aérea y una foto general de la estructura (Figs. 4.1 y 4.2).

Ficha II Caracterización minera y geotécnica de la escombrera.-

En la parte I de esta ficha figura, en la primera sección la morfología del emplazamiento, las características geométricas y las observaciones; en la segunda sección figura la litología de la estructura, el tamaño y la forma del estéril; en la tercera las características de la estructura; en la parte II de la ficha se incluye, la cuarta sección con una foto representativa de una sección o perfil de la escombrera; la quinta sección que detalla un perfil del esquema de la estructura y, en la sexta sección se describe la situación de la restauración de la escombrera en donde se hace referencia si hay remodelación o restitución topográfica, si

se ha reinstalado suelo vegetal, si existe revegetación, si ésta es natural o antrópica y las especies vegetales (Figs. 4.3 y 4.4).

Ficha II (1) Caracterización minera y geotécnica de las balsas.-

Esta ficha contiene las coordenadas UTM, el estado de la balsa, la ubicación morfológica, las características geométricas, la superficie y el volumen, la tipología (si es presa o balsa), información ilustrada del estado de la estructura y datos de restauración (Figs. 4.5 y 4.6), y en el caso de tratarse de una presa, las características del material del dique. Además del número de balsas se incluye una clasificación por clase y categoría de acuerdo a las *Instrucciones Técnicas Complementarias 08.02.01 del capítulo XII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera: Depósitos de Lodos en Procesos de Tratamiento de Industrias Extractivas. Clasificación de los Depósitos de Lodos*. A los efectos de aplicación de esta norma, los depósitos de lodos se clasificarán según los siguientes criterios:

a) En función de sus dimensiones:

- ***Clase 1. Presa de lodos grande:***
 - Altura de dique superior a 15 metros, medida desde la parte más baja de la superficie general de cimentación hasta la coronación.
 - Altura comprendida entre 10 y 15 metros, siempre que tenga alguna de las siguientes características:
 - Longitud de coronación superior a 500 metros.
 - Capacidad de embalse superior a 1.000.000 de metros cúbicos.
 - Capacidad de desagüe superior a 2.000 metros cúbicos por segundo.
- ***Clase 2. Presa de lodos mediana:*** Altura comprendida entre 5 y 15 metros, que no está incluida en la clase 1.
- ***Clase 3. Presa de lodos pequeña:*** Altura inferior a 5 metros.
- ***Clase 4. Balsas de lodos de cualquier dimensión.***

b) En función al riesgo potencial que pudiera derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto:

- **Categoría A.** Depósitos de lodos cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, así como producir daños muy importantes a los elementos en riesgo.
- **Categoría B.** Depósitos de lodos cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños importantes a los elementos en riesgo o afectar a un determinado número de viviendas.
- **Categoría C.** Depósitos de lodos cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños de moderada importancia a los elementos en riesgo y sólo incidentalmente pérdida de vidas humanas.
- **Categoría D.** Depósitos de lodos cuyo funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de escasa importancia a los elementos en riesgo.

La clasificación de un determinado depósito de lodos se hará basándose en los criterios anteriores, especificando conjuntamente la clase.

Además de los aspectos anteriormente descritos, la ficha contempla las mismas secciones que en el caso de las escombreras.

Ficha III Caracterización cielo abierto.-

En esta ficha figura una sección con las características geométricas, altura del frente, buzamiento de la capa, si existe relleno, las características del laboreo: si la capa es aproximadamente paralela a la pendiente topográfica, capa con buzamiento contrario a la pendiente topográfica y capa ortogonal a la pendiente topográfica; minería de contorno que se refiere a aquella minería que explota las capas de carbón siguiendo las curvas de nivel de las montes y montañas y que se dejan de explotar cuando el estéril, sobre la capa, no hace rentable seguir el avance; el término mountaintop se aplica a la minería de montaña que en su avance suele desmontar un interfluvio y es la culminación de la minería de contorno, es decir cuando se desmonta el estéril encima de la capa por ser rentable dicha explotación. Las siguientes secciones son: de observaciones, fotografía del cielo abierto y las características de la restauración (Figs. 4.7 y 4.8).

Ficha IV Caracterización de aguas de mina.-

En esta ficha se recogen los diferentes tipos de estructuras que pueden producir lixiviados, las características morfológicas del río, del lecho, la vegetación, los parámetros físico-químicos de las aguas (tomados mediante equipos de campo), presencia de precipitados y su color, sólidos decantados, sólidos en suspensión, presencia de macroinvertebrados, presencia de peces, eutrofización, etc. Otras secciones son Observaciones y fotografía del curso de agua que recibe la descarga de mina (Figs. 4.9 y 4.10).

Ficha V Situación bocamina.-

Se recoge la situación geográfica de la estructura, nombre de la empresa y/o mina, mineral extraído, coordenadas UTM en el huso 29 y 30, si la bocamina está aislada o junto a otras estructuras, y si se encuentra en operación o abandono. Además se incluyen la situación en el mapa topográfico a escala 1:25.000, el acceso a la estructura, la fotografía aérea y una foto general de la bocamina (Figs. 4.11 y 4.12).

Ficha V(a) Caracterización de la bocamina.-

Figuran en la misma las dimensiones de la sección, el caudal, si se encuentra sellada, si hay vegetación acuática o riparia, los parámetros físico-químicos de las aguas (tomados mediante equipos de campo), presencia de precipitados y su color, sólidos decantados, sólidos en suspensión, presencia de macroinvertebrados, presencia de peces, eutrofización, etc. En otra sección se recogen las observaciones del caso (Fig. 4.13).

Ficha VI Evaluación ambiental.-

En esta ficha se recoge las características de la etapa serial de la vegetación del entorno, la morfología del paisaje y si existen Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS) y si hay hábitats naturales de interés comunitario y/o de interés prioritario, de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE; en otra sección se realiza una descripción del hábitat (Fig. 4.14). La sección más importante de esta ficha es la matriz de impactos que permite realizar una valoración ambiental de la estructura o conjunto de estructuras. En esta matriz de tipo causa/efecto, en la que los factores ambientales han sido desagregados, se realiza una valoración cualitativa, según el

DATOS GENERALES:

Hoja Topográfica (Escala 1/25.000): 126II **Cuadrante:** 1 **Número de mina:** 1

Nombre Mina: Mina Vázquez

Paraje: Prado des Pedro

Término Municipal: Fabero

Provincia: LEÓN

Mineral: antracita

Coordenadas UTM (Huso 29): X: 694.954 Y: 4.741.609

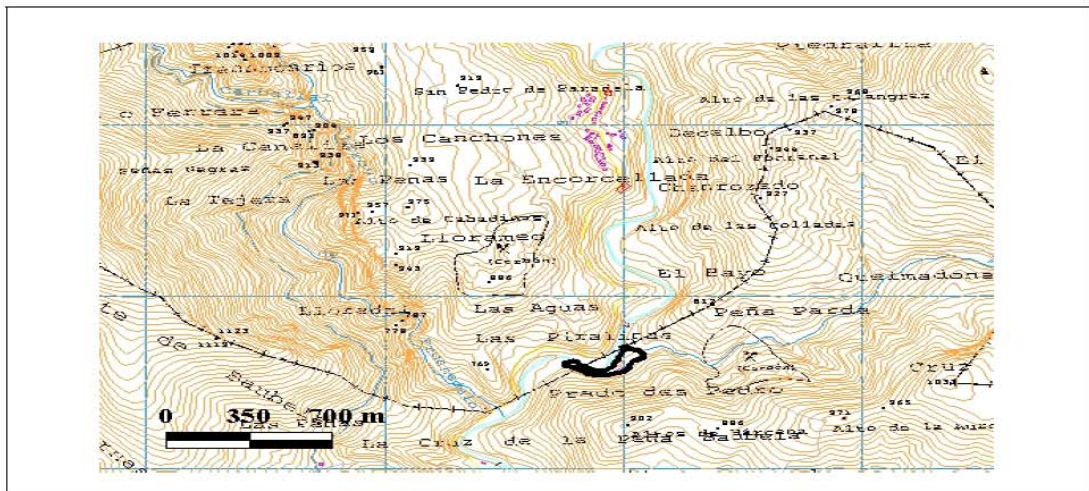
Coordenadas UTM (Huso 30): X: 204.290 Y: 4.745.197

Estado: OPERATIVA ABANDONADA **Superficie (ha):** 1,22

Estructura: ESCOMBRERA BALSAS CIELO ABIERTO INSTALACIONES BOCAMINA

Observaciones: Escombrera de estéril de mina. Muy antigua.

ESQUEMA SITUACIÓN



ACCESO A LA ESTRUCTURA

Margen izquierda del río Cúa cruzando el río por una pista desde la carretera de Bárcena de la Abadía a San Pedro de Paradela.

Figura 4.1. Ficha I Situación estructura minera (Parte I).

FOTOGRAFÍA AÉREA



FOTO GENERAL



Figura 4.2. Ficha I Situación estructura minera (Parte II).

**FICHA II: CARACTERIZACIÓN MINERA Y GEOTÉCNICA
ESCOMBRERA**

MORFOLOGÍA:

Emplazamiento: Llano Ladera Vaguada Valle Abierto Valle Encajado

Longitud (m): 345 Ancho (m): 45 Altura (m): 15 —

Volumen (m³): 10.100 Superficie (ha): 1,22

Taludes (°): 38 —

Observaciones: Escombrera de interior muy antigua.

LITOLOGÍA:

Tipo de Escombro o lodos:

Pizarra Arenisca Finos Lodos Carbón

Tamaño:

Escollera Grande Medio Finos Heterométrico

Forma:

Cúbica Lajosa Redondeada Mixta

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

Deslizamientos Locales Erosión laminar Asentamientos

Deslizamientos profundos Cárcavas Socavación mecánica

Grietas en cabecera Socavación pie Represamiento/Inundaciones

Subsidencia Surgencias Autocombustión

Observaciones: En algunas zonas tiene taludes cóncavos. Se produce socavación del pie de la escombrera.

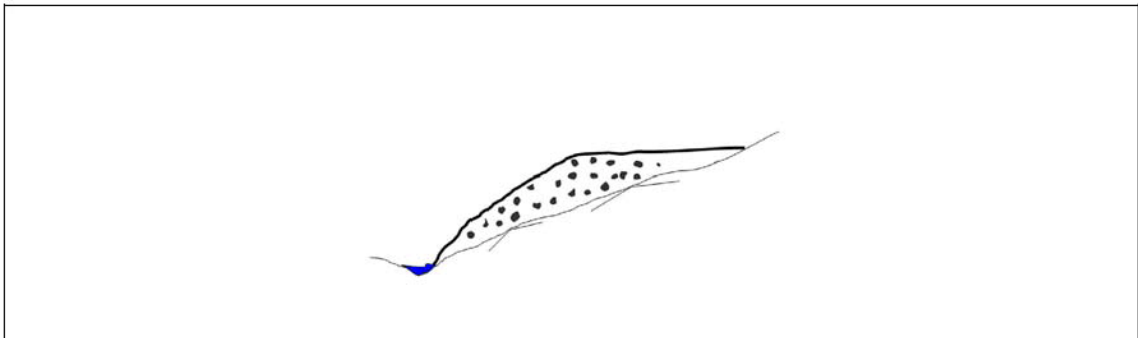
Figura 4.3. Ficha II Caracterización minera y geotécnica. Escombrera (Parte 1).

**FICHA II: CARACTERIZACIÓN MINERA Y GEOTÉCNICA
ESCOMBRERA**

FOTO REPRESENTATIVA SECCIONES



ESQUEMA ESTRUCTURAL



RESTAURACIÓN

¿Existe restauración? Parcial Total

¿Hay remodelación/restitución? ¿Hay suelo vegetal reinstalado?

¿Existe revegetación? Parcial Total

¿Antrópica? Especies:

¿Natural? Especies: retamas, brezo, roble y sauce en la plataforma y retama en taludes

Observaciones:

Figura 4.4. Ficha II Caracterización minera y geotécnica. Escombrera (Parte II).

FICHA II (1) : CARACTERIZACIÓN MINERA Y GEOTÉCNICA
BALSAS

Situación: Coordenadas UTM (Huso 29): X: 693.450 Y: 4.736.850
 Coordenadas UTM (Huso 30): X: 202.450 Y: 4.740.554

MORFOLOGÍA:

Estado: OPERATIVA ABANDONADA

Emplazamiento:

Llano Ladera Vaguada Valle Abierto Valle Encajado

Longitud (m): 58 Ancho (m): Altura dique (m):

Capacidad (m³): 2.100,0 Superficie (m²): 600

Dique de obra: Dique de material compactado:

Tipología: Presa Balsa N° de Balsas: 7

CLASIFICACIÓN Clase 1 2 3 4 CATEGORÍA: A B C D

Taludes (°), si está encima de escombrera o es dique de tierra: 36

Observaciones: Conjunto de 7 balsas entre 10 y 13 m de ancho y entre 1 y 2 m de altura de dique.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

Deslizamientos Locales <input checked="" type="checkbox"/>	Erosión laminar <input checked="" type="checkbox"/>	Asentamientos <input type="checkbox"/>
Deslizamientos profundos <input type="checkbox"/>	Cárcavas <input checked="" type="checkbox"/>	Socavación mecánica <input type="checkbox"/>
Grietas en cabecera <input type="checkbox"/>	Socavación pie <input type="checkbox"/>	Lodos secos <input type="checkbox"/>
Subsidencia <input type="checkbox"/>	Surgenias <input type="checkbox"/>	Lodos con sobrenadante <input checked="" type="checkbox"/>

Observaciones: Estructura de siete balsas del lavado del carbón abandonadas. Visibles desde la carretera de Berlanga del Bierzo y desde Vega de Espinareda. Impacto visual muy alto, contrasta por los colores y textura.

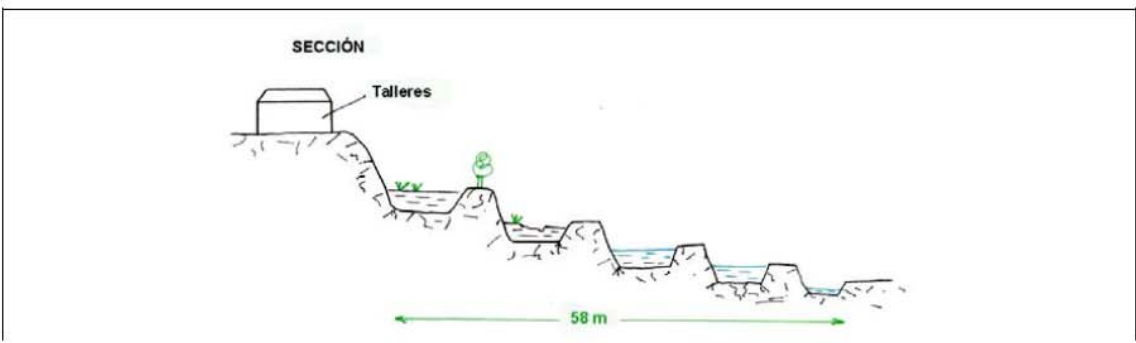
Figura 4.5. Ficha II Caracterización minera y geotécnica. Balsas (Parte I).

**FICHA II (1) : CARACTERIZACIÓN MINERA Y GEOTÉCNICA
BALSAS**

FOTO REPRESENTATIVA



ESQUEMA ESTRUCTURAL



RESTAURACIÓN

¿Existe restauración? Parcial Total

¿Hay remodelación/restitución? ¿Hay suelo vegetal reinstalado?

¿Existe revegetación? Parcial Total

¿Antrópica? Especies:

¿Natural? Especies:

Observaciones:

Figura 4.6. Ficha II Caracterización minera y geotécnica. Balsas (Parte II).

FICHA III : CARACTERIZACIÓN CIELO ABIERTO

DATOS GENERALES

Área total ocupada en plano (ha) : 9,76

Altura máxima de frente (m) :

Longitud (m) : 480 Ancho (m) : 280

Talud general : pendientes topográficas escalonadas

¿Hay relleno?

Buzamiento capa: 40° Sur

Corta con buzamiento capa paralelo a la ladera Corta con buzamiento capa en contra pendiente a la ladera Corta con dirección de capa ortogonal a la pendiente Mina de contorno Mountaintop

Problemática de estabilidad:

La superficie restaurada tiene forma de escombrera escalonada, tapando un arroyo de montaña, lo que da lugar a grandes cárcavas.

Observaciones: Fuertes cárcavas debido al cierre de un arroyo de montaña.*Figura 4.7. Ficha III Caracterización cielo abierto (Parte I).*

FOTO REPRESENTATIVA



RESTAURACIÓN

¿Existe restauración? Parcial Total

¿Hay remodelación/restitución? ¿Hay suelo vegetal reinstalado?

¿Existe revegetación? Parcial Total

¿Antrópica? Especies:

¿Natural? Especies: brezos, pinos y álamos

Observaciones:

Figura 4.8. Ficha III(1) Caracterización cielo abierto (Parte II).

FICHA IV : CARACTERIZACIÓN DE AGUAS DE MINA

Curso fluvial discurre: *Hueco de Mina* *Escombrera* *Cielo Abierto* *Balsas*

Nombre: Río Cúa

Afluente de: Sil

Altitud (m) : 710

Curso: *Alto* *Medio* *Bajo*

Profundidad (cm) : 70 Anchura (cm) : 500

Tipo: *Temporal* *Permanente* Entubado:

Material del lecho. Granulometría:

Roca sólida *Bloque decimétrico* *Canto rodado* *Grava* *Arena* *Arcilla* *Cieno*

Material del lecho. Morfología: *Redondeado* *Anguloso*

Presencia: *Veg. Ribera* *Veg. Acuática*

DATOS SOBRE CALIDAD DE AGUAS

Hora de toma: 12:30:00 Condiciones meteorológicas: lluvioso

Temperatura (°C) : 13,4 pH : 6,85 Turbidez : 10,24

Oxígeno disuelto (%) : 105 Conductividad (uS) : 37

Hierro Fe²⁺(mg/ml) : Hierro Fe³⁺(mg/ml) : Hierro Total:

Eh (mV) : 272 Acidez (mg/l de CaCO₃): Alcalinidad (mg/l): 20

Presencia precipitados: Color precipitados :

Sólidos en suspensión: Sólidos decantados:

Signos de eutrofización:

Presencia macroinvertebrados: Presencia de peces:

OBSERVACIONES Y ESQUEMA

Observaciones:

El río presenta un color oscuro debido al color del lecho: pizarras.
La vegetación riparia tiene una alta calidad ambiental: complejo ribereño de la aliseda.



Figura 4.9. Ficha IV Caracterización de aguas de mina (Parte I).

FOTOGRAFÍA CURSO FLUVIAL



Figura 4.10. Ficha IV Caracterización de aguas de mina (Parte II).

DATOS GENERALES:

Hoja Topográfica (Escala 1/25.000): 126II Cuadrante: 1 Número de mina: 1

Nombre Mina: Mina Vázquez

Paraje: Prado des Pedro

Término Municipal: Fabero

Provincia: LEÓN

Mineral: antracita

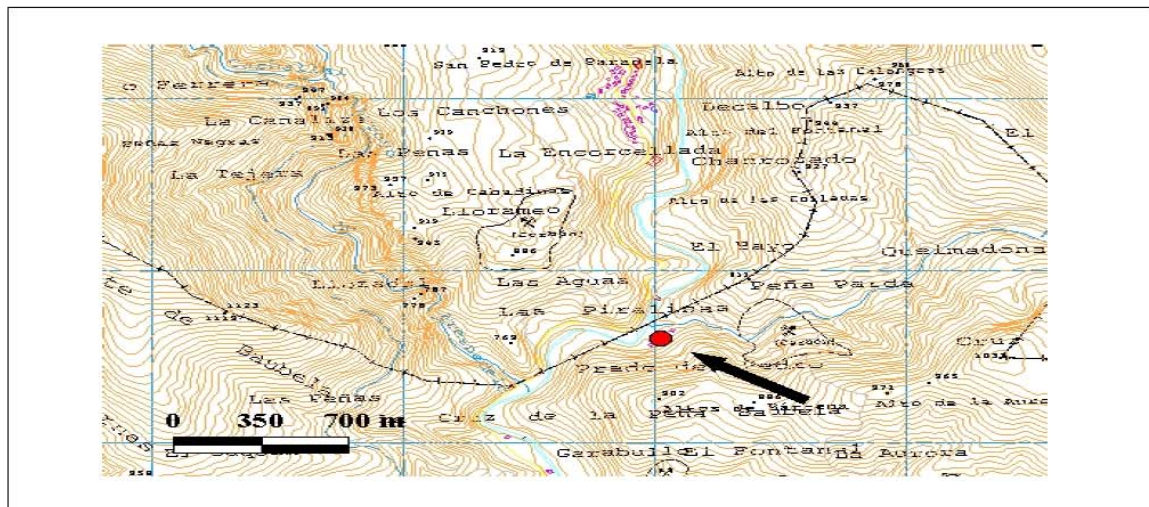
Coordenadas UTM (Huso 29): X: Y:

Coordenadas UTM (Huso 30): X: 204.280 Y: 4.745.161

Bocamina aislada: Bocamina con otras estructuras:

Estado: OPERATIVA ABANDONADA

ESQUEMA SITUACIÓN



ACCESO A LA ESTRUCTURA

Mina muy antigua. El acceso a la bocamina es difícil debido a la alta densidad de vegetación que ha crecido.

Figura 4.11. Ficha V Situación Bocamina (Parte I).

FOTOGRAFÍA AÉREA



FOTO GENERAL



Figura 4.12. Ficha V Situación Bocamina (Parte II).

CARACTERÍSTICAS SECCIÓN:

Altura sección (cm)

Ancho sección (cm) :

Caudal (l/s):

Sellada: **VEGETACIÓN:**Presencia: Vegetación Riparia: Vegetación acuática: **DATOS SOBRE CALIDAD DE AGUAS:**

Hora de toma: 12:30:00 Condiciones meteorológicas: lluvioso

Temperatura (°C) : 14,2 pH : 7,32 Turbidez (FTU) : 54

Oxígeno disuelto (%) : 106 Conductividad (uS) : 331

Hierro Fe²⁺ (mg/ml) : Hierro Fe³⁺ (mg/ml) : Hierro Total:Eh (mV) : 300 Acidez (mg/l de CaCO₃): Alcalinidad (mg/l): 0Presencia precipitados: Color precipitados : ocreSólidos en suspensión: Signos de eutrofización: Presencia macroinvertebrados: Presencia de peces: **OBSERVACIONES**

Figura 4.13. Ficha V(a) Caracterización de Bocamina


 <p>Instituto Geológico y Minero de España</p>	<p>ESTUDIO CUENCA MINERA DEL BIERZO</p> <p>FICHA VI: EVALUACIÓN AMBIENTAL</p>	<p>CLAVE: 126III001</p> <p>FECHA:</p>
<p><u>DATOS GENERALES DEL ENTORNO</u></p> <p>Cobertura vegetal: ALTA <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/></p> <p>Madurez vegetación: ALTA <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/></p> <p>Naturalidad vegetación: ALTA <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/></p> <p>Morfología Paisaje: Colinado <input type="checkbox"/> Montañoso <input checked="" type="checkbox"/> Llano <input type="checkbox"/> Vaguada <input type="checkbox"/></p>		
<p><u>AFECCIÓN A ENPs/LICs/ZEPAs/HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO</u></p> <p>Sierra de Ancares/LIC Sierra de Ancares (ES4130010)/ZEPa Sierra de los Ancares/9230 Genisto falcatae-Quercetum pyrenaicae y 4030 Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis</p>		
<p><u>DESCRIPCIÓN HÁBITAT</u></p> <p>Domina el brezal junto con pinos de repoblación y roble.</p>		

Figura 4.14. Ficha VI Evaluación ambiental (Parte I).

IMPACTO AMBIENTAL

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

		HUECO	ESCOMBRERAS	INSTALACIONES	PISTAS	BALSAS	VALOR TOTAL (*)
AGUA	Modificación red de drenaje		IMP				3
	Calidad del agua		IMP				3
PROCESOS GEOLÓGICOS	Inundaciones		IMP				3
	Erosión		IMP				3
	Sedimentación		IMP				3
	Deslizamientos, inestabilidad		IMP				3
SUELOS	Pérdida de suelo vegetal		PI				2
VEGETACIÓN	Eliminación vegetación		IMP				3
FAUNA	Efectos en especies animales		IMP				3
USOS DEL SUELO	Efectos en caminos, dominio público		IMP				3
	Afección usos del suelo		IMP				3
PAISAJE	Cambios en la morfología		PI				2
	Cambios en la estructura cromática		IMP				3
PATRIMONIO CULTURAL	Efectos en el patrimonio cultural						0

Valoración: Poco Importante (PI); Importante (IMP)

1 COMPATIBLE 2 MODERADO 3 SEVERO 4 CRÍTICO

VISIBILIDAD

Sitios urbanos: Otras áreas urbanas : Carreteras: A

PP: Poco perceptible A: Apreciable N: Notable

Observaciones:

ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

No hay.

Figura 4.15. Ficha VI Evaluación ambiental (Parte II).

Anexo I del Real Decreto 1131/1998. Las siguientes secciones corresponden a la visibilidad y a la existencia de medidas correctoras (Fig. 4.15).

La explotación de la información obtenida en el inventario ha permitido la generación de diversas cartografías temáticas a distintas escalas.

La base cartográfica sobre la que se han representado las distintas estructuras inventariadas e información temática ha sido la BCN25 (*Base Cartográfica Numérica 1:25000*) del Instituto Geográfico Nacional, representación en formato digital del Mapa Topográfico Nacional 1:25000 (MTN25), hojas: 126-II (Fabero), 126-IV (Vega de Espinareda), 127- I (Páramo del Sil), 127-III (Toreno), 127-IV (Iguieña), 128-III (Espina de Tremor), 128-IV (Valdesamario), 159-I (Bembibre), 159-II (Torre del Bierzo), 159-III (Molinaseca) y 159-IV (Santa Cruz de Montes).

La representación cartográfica y el análisis espacial se han realizado mediante el Sistema de Información Geográfica ARCGIS, versión 8.2.

La base de datos IMABIERZO que contiene la información generada en el inventario, está implementada en Microsoft Access 2000, lo que la hace compatible con el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) de ARCGIS. Este hecho ha permitido la explotación de los datos contenidos en la base mediante técnicas de procesamiento automático por la herramienta SIG, y la generación de cartografías temáticas derivadas.

Respecto a la producción cartográfica, para cada una de las hojas del MTN25 incluidas en la cuenca minera del Bierzo se han realizado, a escala 1:25000, los siguientes mapas:

- **Mapa de Inventario de Estructuras Mineras.**

Este mapa muestra la localización de cada una de las estructuras mineras inventariadas, identificadas por su clave o código de estructura tal y como se indica en la descripción de la *Ficha I Situación estructura minera*. Además de dichas estructuras, aparecen representados los puntos de muestreo donde se han realizado análisis de aguas mediante equipos de campo de drenajes procedentes de bocaminas, escombreras y balsas, así como de ríos afectados por la actividad extractiva.

- **Mapa de Impacto Ambiental de las Estructuras Mineras.**

Esta cartografía temática muestra la valoración del impacto ambiental de cada una de las estructuras mineras sobre el medio, de manera cualitativa, en cuatro grados o categorías de impacto: compatible, moderado, severo y crítico, tal y como se definen en el Anexo I del Real Decreto 1131/1988 por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental.

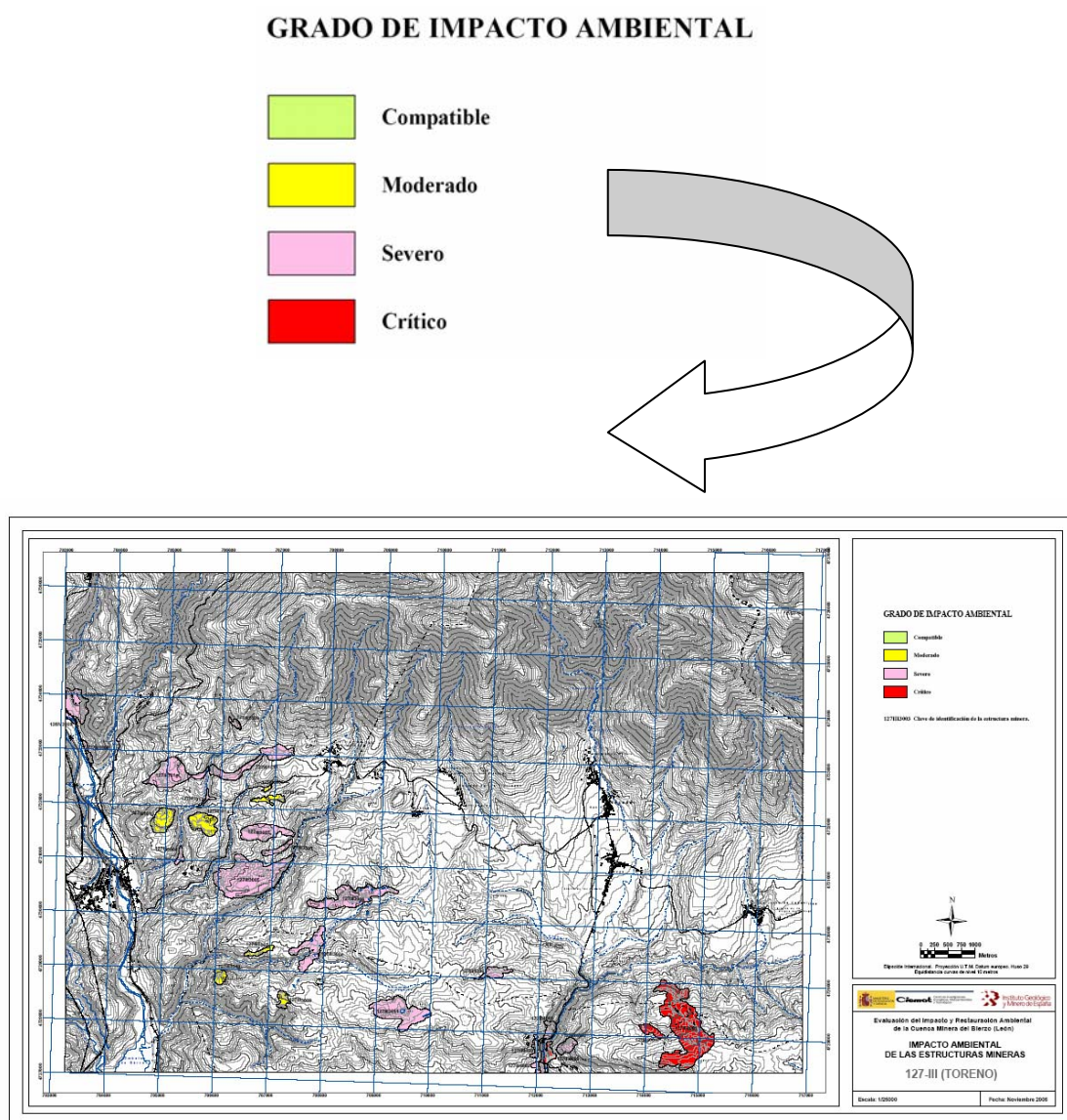


Figura 4.16. Mapa de Impacto Ambiental de la hoja 127-III (Toreno).

Además de esta producción cartográfica, se han realizado varios mapas temáticos de síntesis a escala 1/100000:

- **Mapa de Inventario de Estructuras Mineras de la Cuenca del Bierzo.**
- **Mapa de Impacto Ambiental de las Estructuras Mineras de la Cuenca del Bierzo.**

Ambas cartografías de síntesis muestran la misma información temática descrita en sus correspondientes mapas 1:25000, respecto al conjunto de la cuenca minera del Bierzo.

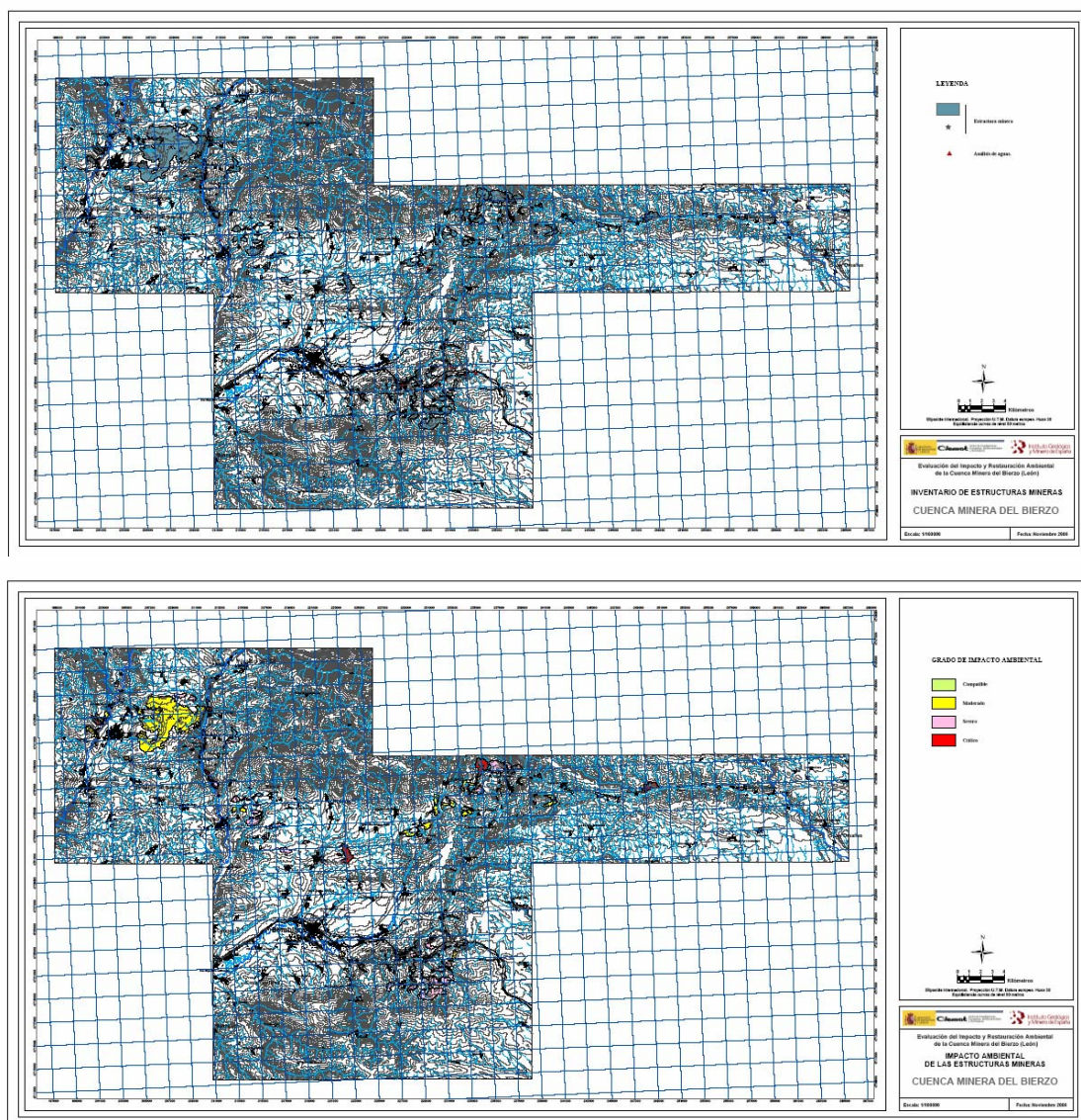


Figura 4.17. Mapas de Inventario de Estructuras Mineras y de Impacto Ambiental de la Cuenca Minera del Bierzo.

- **Mapa de Espacios Naturales de la Cuenca del Bierzo.**

Este mapa muestra la localización y ocupación de los espacios naturales protegidos presentes en la Cuenca Minera del Bierzo, y otros espacios de alto valor incluidos en la Red Natura 2000 (Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)). Pone de relieve la conflictividad de uso entre la actividad extractiva y la conservación del Espacio Natural Sierra de Ancares que se ve directamente afectado por algunas estructuras mineras.

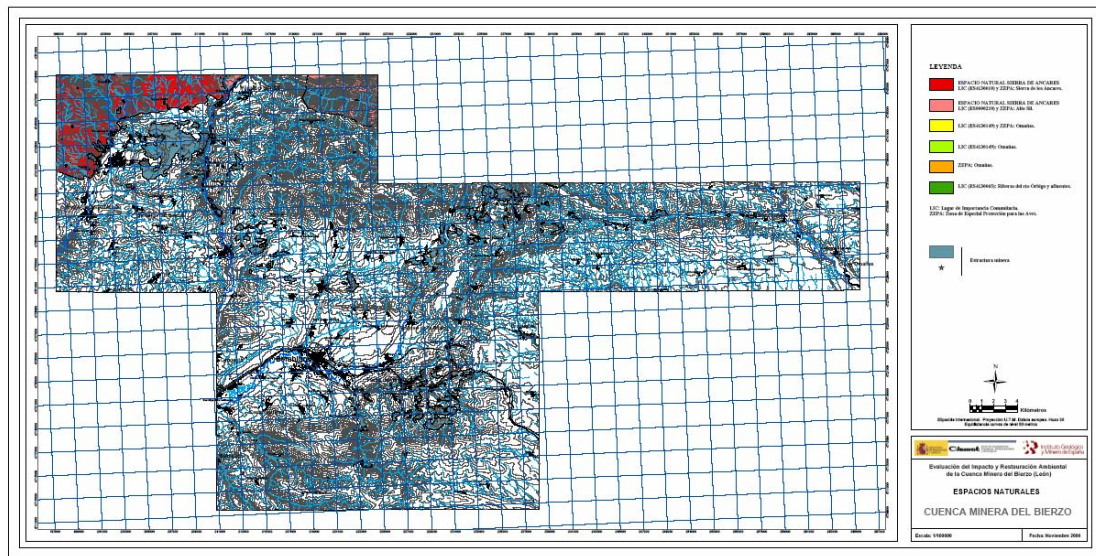


Figura 4.18. Mapa de Espacios Naturales de la Cuenca Minera del Bierzo.

- **Mapa de Calidad de las Aguas Superficiales en la Cuenca Minera del Bierzo. Valores de pH.**

Se muestra en este mapa temático la calidad de las aguas superficiales en la cuenca minera del Bierzo, en función de la distribución de los valores de pH en cada punto muestreado según tres rangos o intervalos de pH:

- pH menor de 3
- pH entre 3 y 5
- pH mayor de 5

En dicho mapa, se distingue además, si los valores de pH se han obtenido de drenajes procedentes de bocamina, escombrera, balsa o directamente de los ríos afectados por descargas mineras.

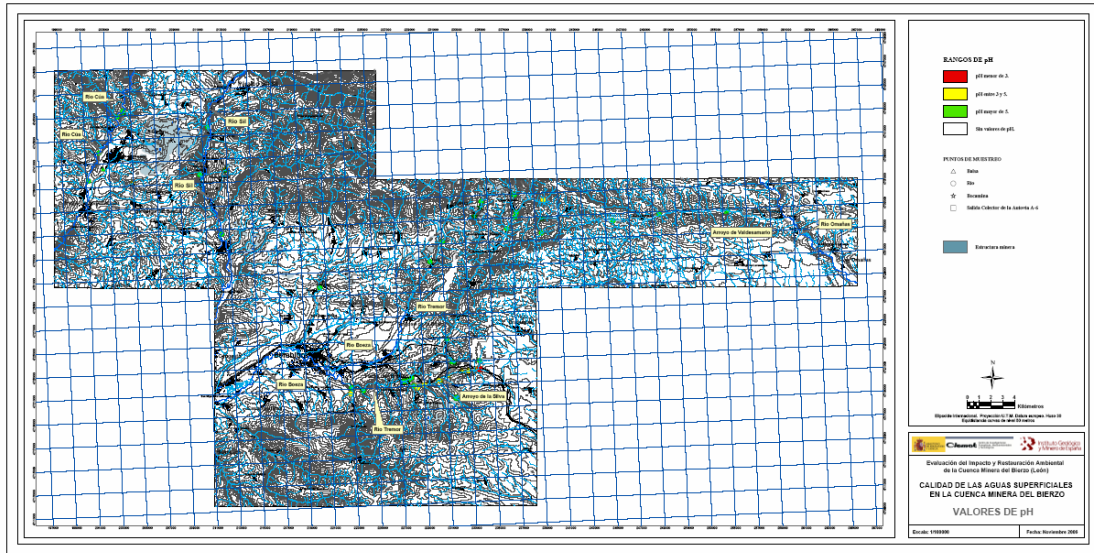


Figura 4.19. Mapa de Calidad de las Aguas Superficiales en la Cuenca Minera del Bierzo.

- **Mapa de Propuesta de Áreas Significativas de Especial Actuación en la Cuenca Minera del Bierzo**, prioritarias para su restauración ambiental.

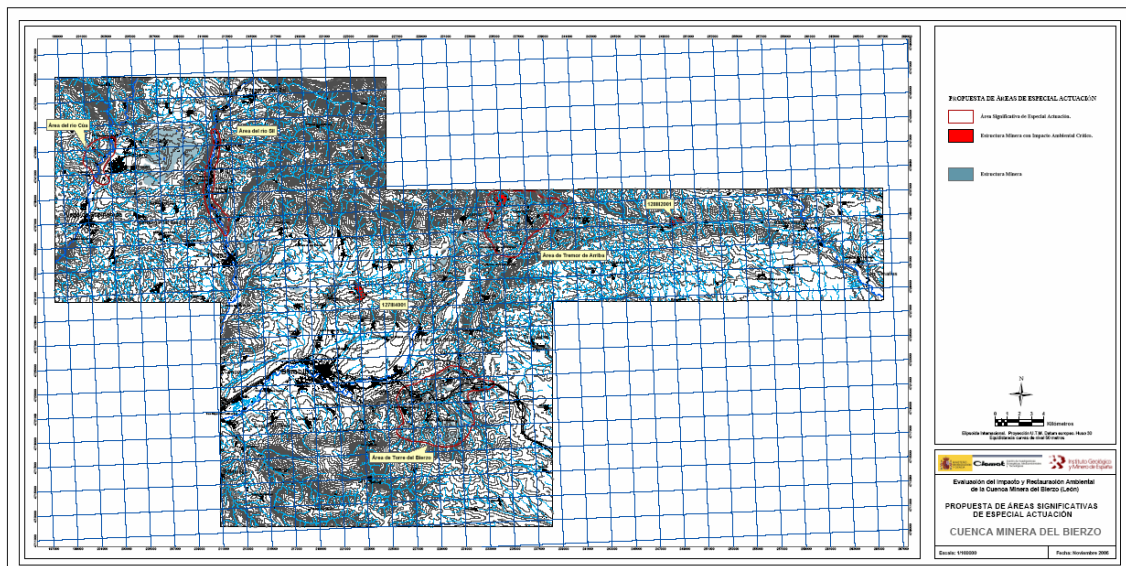


Figura 4.20.- Mapa de Propuesta de Áreas Significativas de Especial Actuación en la Cuenca Minera del Bierzo.

El conjunto de mapas descritos en este apartado se adjunta en el Anexo I. Cartografía.

5.- HIDROGEOQUIMICA.-

5.1. Aspectos generales de la Cuenca.-

La Cuenca de El Bierzo tiene aproximadamente unos 50 por 20 km que está limitada en todos sus bordes por rocas metamórficas del Paleozoico y solo localmente al Este lo está por granito. Están constituidas por unos materiales que provienen del Carbonífero y otros materiales formados por pizarras de diferentes características y acompañadas de rocas como cuarcitas, areniscas, conglomerados, etc., que fueron plegadas durante la Orogenia Hercínica por lo que forman un conjunto rocoso variado y con propiedades diferentes según su litología y disposición estructural. Todas estas rocas darán lugar a suelos ácidos y determinan el tipo de vegetación presente en los montes.

En verano los campos se agostan debido a un marcado periodo de sequía, propio de un clima mediterráneo con marcada influencia atlántica. Las variaciones locales en la topografía crean condiciones microclimáticas que determinan la composición de la vegetación. Este es el caso de las umbrías y fondos de valle, donde la disminución del periodo de sequía permite vegetar especies de un menor carácter mediterráneo (submediterráneo), e incluso atlántico.

Esta influencia atlántica hace que la Cuenca del Bierzo tenga una aptitud climática excelente para la producción forestal. Por ello, podemos encontrar vegetación frondosa típicamente mediterránea (robles, encinas), coníferas (pino silvestre, laricio) de buena calidad, y otras especies productoras de maderas nobles o de crecimiento rápido que no se desarrollan bajo unas condiciones mediterráneas estrictas (cerezo, nogal, castaño, pino radiata).

Las temperaturas medias se sitúan entre los 10 °C y 12,5 °C, las precipitaciones medias superan los 700 mm anuales llegando hasta los 1.200 en las formaciones más elevadas.

5.2. Mecanismos de formación de aguas ácidas.-

En la cuenca se encuentran emplazadas un gran número de escombreras que contienen estériles de mina, en menor proporción bocaminas de labores antiguas, presas de residuos, desmontes y terraplenes con materiales potencialmente generadores de acidez. Tanto los drenajes de mina (bocaminas, balsas y escombreras) como las descargas de las excavaciones de obra civil, son ácidos y contienen metales en disolución y sulfatos, además de presentar turbidez por arrastre de sedimentos y finos que hacen que las aguas no sean aptas para la vida piscícola. Aunque algunas de estas estructuras están clausuradas total o parcialmente, existen otras sin ninguna actuación y en abandono, lo que hace, que los ríos de la cuenca sigan recibiendo descargas ácidas.

La formación de aguas ácidas tiene lugar a partir de la oxidación química de los sulfuros (Fig. 5.1), acelerada en muchos casos por la acción bacteriana. La velocidad de reacción es una variable muy importante, pues si el proceso ocurre muy lentamente el efecto sobre el medio puede ser despreciable. Sin embargo, si la generación de aguas ácidas es rápida el problema se agrava, ya que se producirá la contaminación del entorno.

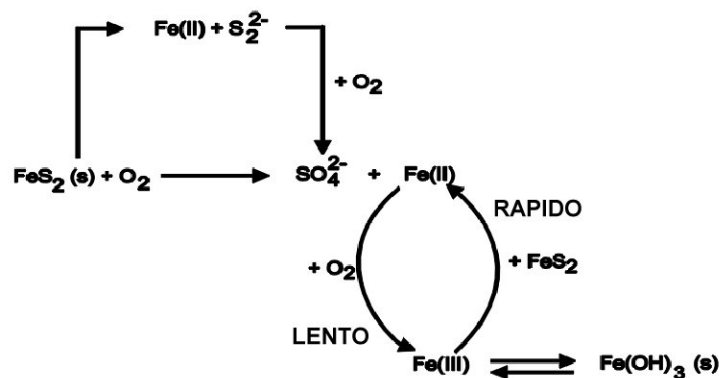


Figura 5.1. Formación de aguas ácidas.

5.3. Acidez en drenajes de mina.-

En el caso del Bierzo la generación ácida está directamente relacionada con la lixiviación de la pirita existente entre las fracturas de la pizarra, material predominante en las escombreras y zonas excavadas. El aporte de acidez por la hidrólisis del Fe^{3+} es menor que la acidez aportada por la hidrólisis del Al^{3+} , debido fundamentalmente a que el pH del agua

esta en el rango superior de la zona de hidrólisis del Fe, tal como se aprecia en las curvas de acidez de la Figura 5.2, en donde la zona de hidrólisis del Fe^{3+} esta entre pH 2,7 y 3,4 y la zona de hidrólisis del Al entre pH 3,8 y 4,8 (zonas de tamponamiento). También se ha observado que hay mayor aporte de acidez después de los periodos de lluvia, debido a que se produce mayor lavado y disolución de la piritita por acción de las lluvias y la escorrentía.

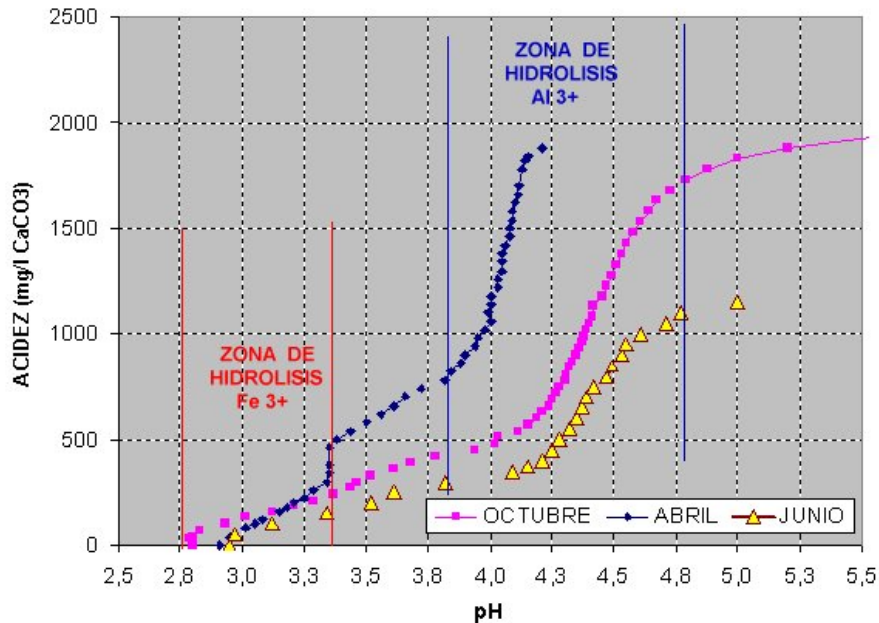


Figura 5.2. Curvas de acidez de aguas ácidas en Cuenca del Bierzo en distintas épocas del año con indicación de las zonas de hidrólisis de Fe y Al.

5.4. Alcalinidad en aguas naturales del Bierzo.-

En general las principales especies de reacción alcalina en aguas naturales son las derivadas de la puesta en disolución de rocas carbonatadas (carbonatos y bicarbonatos). Si el balance ácido/base de las aguas es mayoritariamente a consumir acidez, se producirá la neutralización y una subida del pH.

La alcalinidad presente en las aguas naturales superficiales de la Cuenca del Bierzo se debe principalmente a bicarbonatos, por lo que, la capacidad para reaccionar con los hidrogeniones de los drenajes ácidos es reducida, tal como se ve en la curva de alcalinidad

de Figura 5.3. Además, las litologías que conforman la cuenca aportan poca alcalinidad, por tanto, presentan una baja capacidad de neutralización.

La alteración de los minerales aluminosilicatados también consume acidez, aunque los ratios de disolución son muchos más lentos que los carbonatos, e insuficientes para amortiguar la acidez generada en la disolución oxidativa de la pirita.

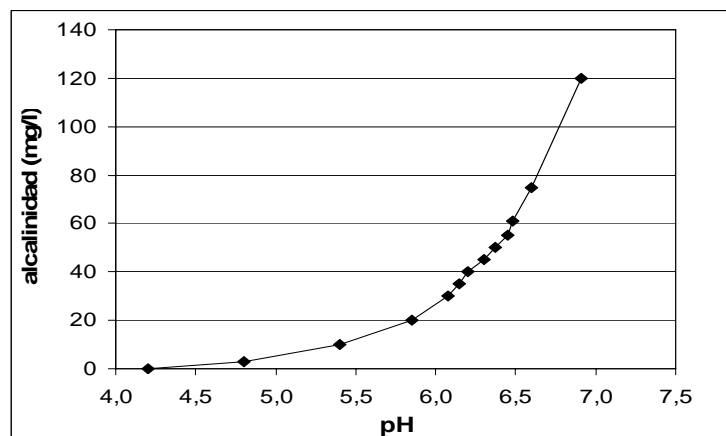


Figura 5.3. Curva de alcalinidad de agua natural cerca del Cerro Laguna.

5.5. Calidad de las aguas en la Cuenca.

La presencia de numerosas explotaciones mineras de carbón en la cuenca del Bierzo y las excavaciones de la obra civil realizadas para el emplazamiento de vías de transporte como carreteras y Autovías, han generado grandes volúmenes de materiales que contienen sulfuros como la pirita principalmente, cuya alteración genera efluentes ácidos que fluyen a los cauces y modifican la calidad en las aguas superficiales y los sedimentos fluviales. Estas descargas por su naturaleza y magnitud representan importantes focos de contaminación hídrica.

Las condiciones climáticas, hidrológicas y geológicas de la Cuenca favorecen la generación ácida ligada a excavaciones antrópicas, al no disponer de materiales consumidores de acidez que neutralicen las descargas ácidas procedentes de los materiales que quedan expuestos al contacto del aire.

Aunque la cinética de la oxidación de la piritita por oxígeno es relativamente lenta, en presencia de ión férrico y con la acción de bacterias catalizadoras, la velocidad de la reacción se puede incrementar varios órdenes de magnitud, generando a su vez en las diferentes reacciones un conjunto de contaminantes solubles que posteriormente son disueltos y transportados por el agua de lluvia o de escorrentía, produciendo un flujo contaminado de bajo pH y altas concentraciones de sulfatos y metales pesados que desembocan en los cursos de aguas naturales.

Debido a que la geoquímica de generación ácida es un fenómeno complejo al co-existir diversos procesos físicos, químicos y biológicos que juegan un papel importante en la producción, liberación, movilidad y atenuación de los contaminantes en el medio, se ha realizado un estudio a partir de una serie de puntos de muestreo que se presentan en el mapa de Calidad de las Aguas Superficiales en la Cuenca Minera del Bierzo.

Para determinar las características de las aguas superficiales que discurren por la Cuenca del Bierzo, se ha recurrido a los datos de aguas de la Confederación Hidrográfica del Norte y de la *Red Integrada de Calidad de Aguas* (Red ICA) del Ministerio de Medio Ambiente. Esta red sostenida por las confederaciones hidrográficas obtiene datos analíticos mensuales mediante muestreo periódico en estaciones de muestreo manual. La Red ICA aglutinó e integró las antiguas redes de control como la *Red de Control Oficial de la Calidad de Agua* (Red COCA) y la *Red de Control de Agua Destinada a Abastecimientos* (Red COAS).

También se han realizado campañas de muestreo durante un periodo mayor a un ciclo hidrológico, con equipos portátiles de campo (HI 9025C, HI 9033 y HI93703 de HANNA, OXI 330 de CRISON y titrador de HACH) para medir pH, Eh, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura, caudal, turbidez, acidez, alcalinidad, Fe^{2+} , Fe^{3+} y Fe total, datos que han sido incluidos en el Inventario Minero-Ambiental de la Cuenca del Bierzo, realizado por el IGME durante el periodo 2005 a 2006.

Del estudio de datos de agua, se puede afirmar que en la cuenca del Bierzo se pueden diferenciar tres tipos de agua: **aguas naturales** representadas por los cursos fluviales no afectados por la actividad extractiva, aguas arriba de la zona minera, bicarbonatadas en su primera facie y con pH entre 6,5 y 8; **aguas ácidas** ligadas a descargas de mina y

excavaciones civiles que se caracterizan por tener pH entre 2,7 y 5,5, una elevada conductividad (1000-5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y presencia de Fe, Al, Cu, Ni, Zn, sulfatos, etc.; **aguas afectadas** que corresponden a ríos con caudales significativos que han recibido descargas ácidas en la proporción de 2-9/1, tienen pH entre 5 y 7, una menor carga metálica que las aguas ácidas y discurren aguas abajo de la zona minera.

5.5.1. Relación cationes principales con anión sulfato.-

Los contenidos de Ni, Fe y Al experimentan descensos significativos según se incrementa el pH del agua hasta 5, punto en donde el contenido de sulfato presente en el agua esta cerca a 400 mg/l (Figs. 5.4 y 5.5).

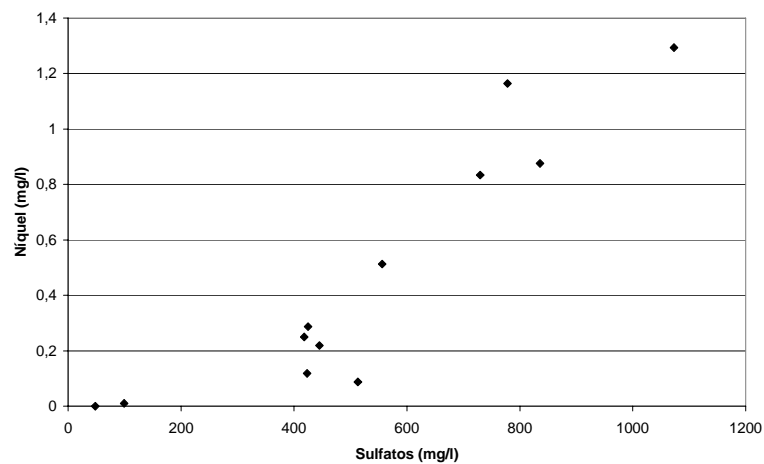


Figura 5.4. Relación níquel-sulfatos en aguas superficiales de la Cuenca del Bierzo.

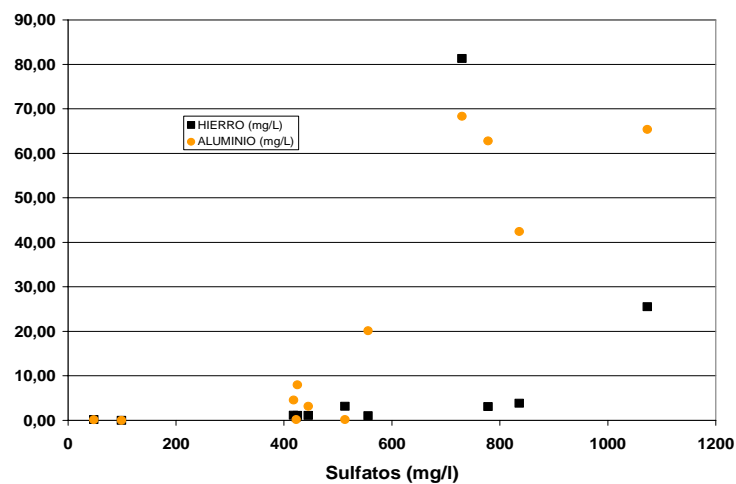


Figura 5.5. Relación de los contenidos de hierro y aluminio con sulfatos en aguas superficiales.

5.5.2. Concentración de elementos metálicos en función al pH

Cerca de los puntos de descarga de aguas ácidas, los contenidos de Mn, Cu, Ni, Zn son elevados y las aguas tienen un pH de 3, durante su recorrido pendiente abajo el curso del río principal recibe nuevos aportes de aguas más limpias que producen dilución y oxigenación de las aguas y desencadenan una serie de procesos de precipitación y adsorción que hacen incrementar el pH del agua, lo que induce a unos descensos de la carga metálica hasta alcanzar valores inferiores a 2 mg/l de Mn y cerca de cero en el caso del Cu y Zn, situación que se produce a pH neutro (Figs. 5.6. y 5.7).

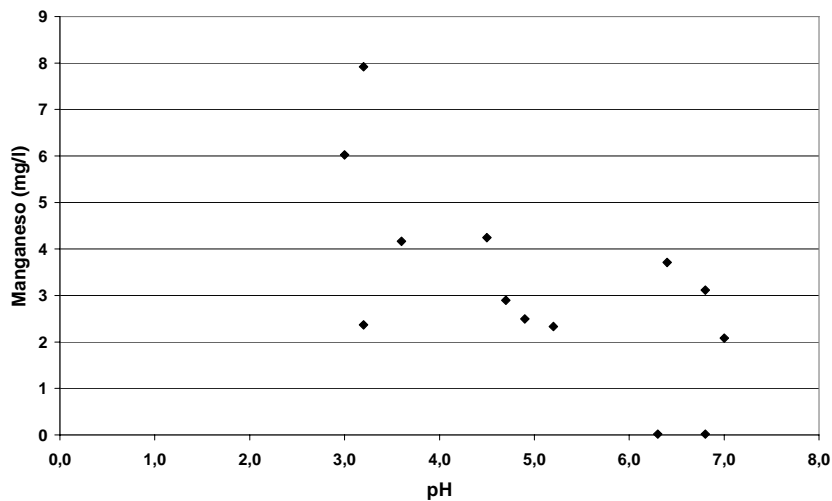


Figura 5.6. Variación del contenido de manganeso en función al pH.

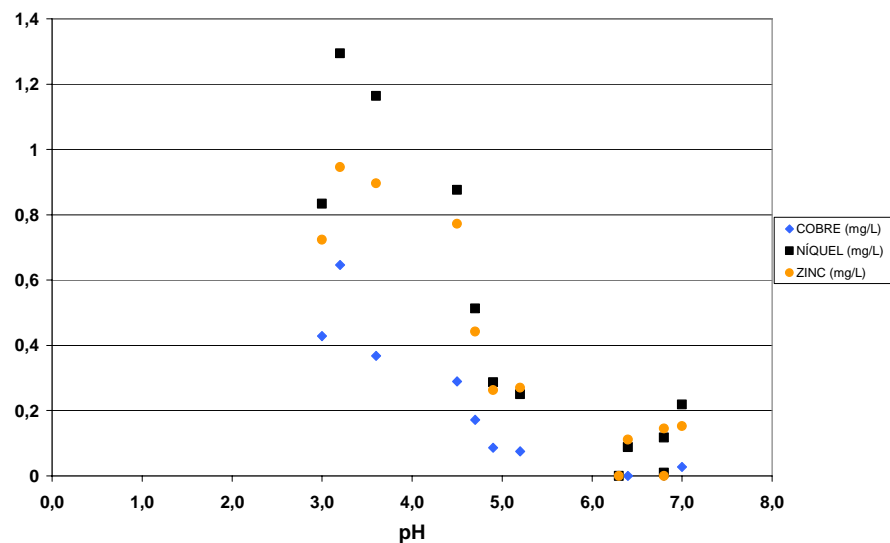


Figura 5.7. Variación de los contenidos de Cu, Ni y Zn en función al pH.

El hierro desciende drásticamente desde 90 mg/l a pH 3 hasta valores cercano a cero a pH 4, debido posiblemente a que el Fe disuelto que aun esta presente en el agua termina de hidrolizarse y pasa a formar compuestos sólidos como oxihidroxidos de Fe que precipitan en el lecho del río (Tremor) y parte es transportado en fase sólida aguas abajo.

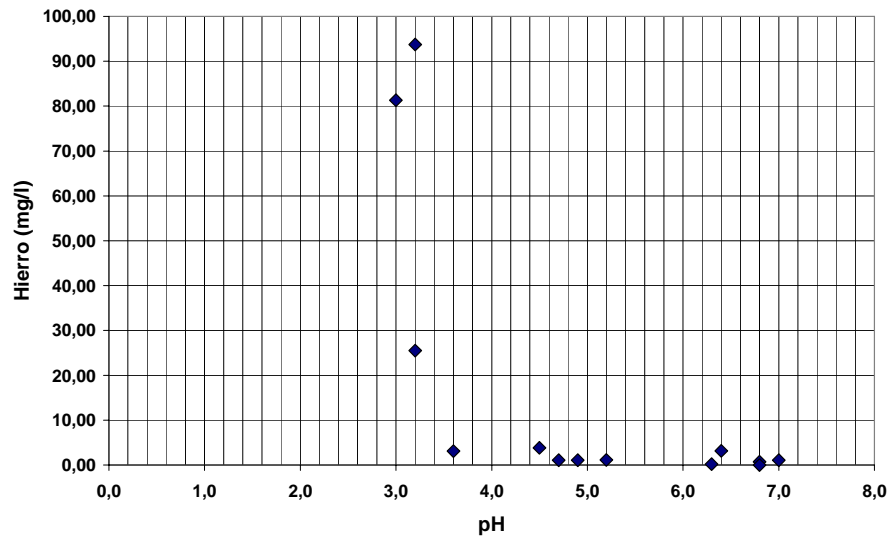


Figura 5.8. Variación del contenido de hierro en función al pH.

En el caso del aluminio, sucede algo parecido, desciende desde 70 mg/l a pH 3 hasta casi desaparecer a pH 5, que corresponde con su rango de hidrólisis (pH 3,5 a 5).

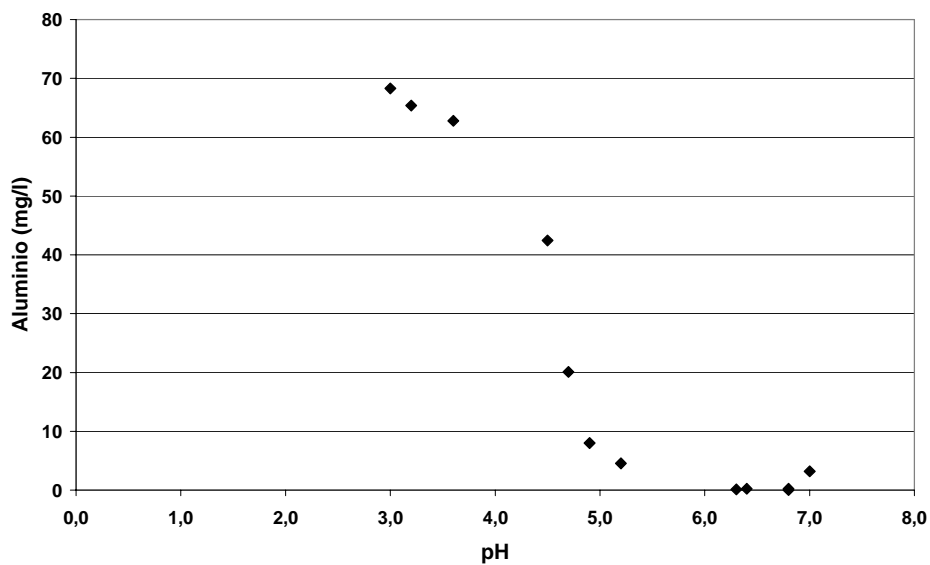


Figura 5.9. Variación del contenido de aluminio en función al pH.

El contenido de sulfatos se hace mínimo cuando las aguas son casi neutras, aunque no experimenta descensos acusados como en el caso de los cationes metálicos.

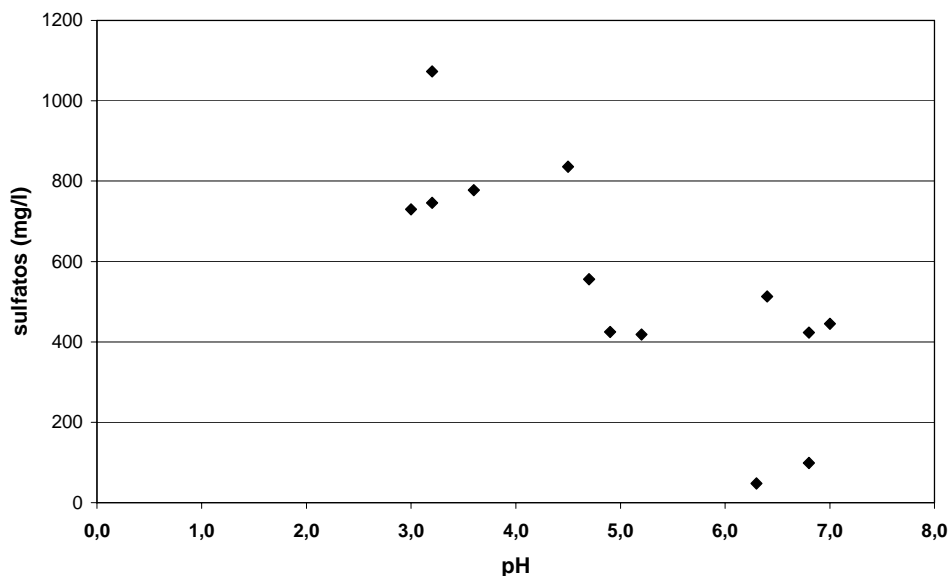


Figura 5.10. Relación sulfatos-pH en las aguas de la cuenca del Bierzo.

5.5.3. Evolución temporal de la calidad de las aguas en la cuenca del Bierzo.

La intensa actividad minera en el pasado ha generado importantes focos de emisión de contaminación hídrica, como: desagües de minas subterráneas, escorrentías y drenajes de escombreras y presas de residuos, que hacen que la red fluvial reciba importantes aportes de carga contaminante, que por su naturaleza y extensión, así como por sus elevados costos económicos de remediación, hacen complicada su recuperación medioambiental.

La cuenca del Bierzo se caracteriza por un régimen hídrico claramente estacional (siendo en invierno mayores las precipitaciones) con una importante irregularidad interanual. A

esta variabilidad hidrológica temporal le acompaña una variación espacial, además de la intercalación de períodos de sequía y de lluvia.

La precipitación produce un aumento del caudal en los ríos y mayor arrastre de sólidos, fenómeno por el cual en los meses de invierno se detectan valores más elevados de sólidos en suspensión (variación estacional). En general, al producirse este aumento de caudal en los ríos se incrementa el pH, lo que va acompañado de ligeros descensos de sulfatos, conductividad y contenido de metales en disolución.

Por ello, los ríos afectados con este tipo de contaminación se caracterizan porque sus aguas tienen significativos contenidos de sulfatos y metales pesados en la columna de agua y sedimentos. Esta contaminación ha alterado los ecosistemas fluviales en algunos casos hasta la desaparición de la fauna y flora aguas abajo de los puntos de vertido de las descargas ácidas.

En general el caudal, el oxígeno disuelto (OD) y el pH son mayores en los meses de invierno, como se observa en el caso de la estación de muestreo NO 1205 (Confederación Hidrográfica del Norte) ubicada en el río Tremor (Fig. 5.11), en cambio la temperatura tiene un comportamiento en sentido contrario (mayor en verano).

La tendencia de los valores de conductividad es a incrementarse con las primeras lluvias de primavera debido a la removilización de sales y sulfatos por disolución de provocan las lluvias y escorrentías, en cambio en los meses más secos (previos y durante el verano) descienden porque gran parte de la acidez y elementos disueltos pasan a fases sólidas y forman eflorescencias que se depositan en los cauces secos (Fig. 5.11).

En el conjunto de gráficas de la Figura 5.12 se presenta la evolución temporal de Cu, Ni, Zn y fluoruros disueltos en agua durante un período superior a un ciclo hidrológico en la Estación NO 1205 del río Tremor (CHN).

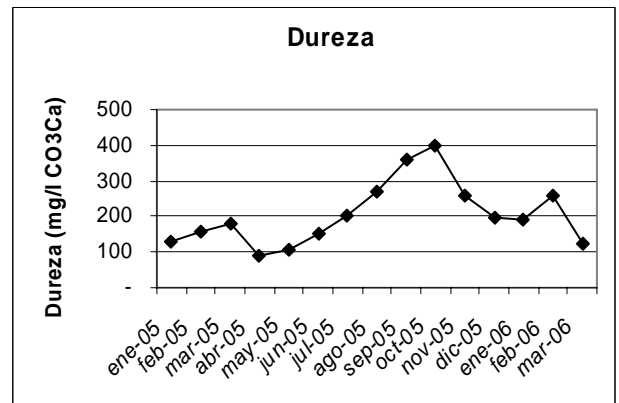
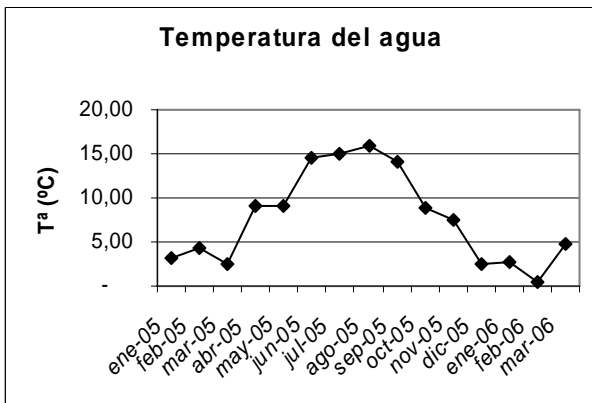
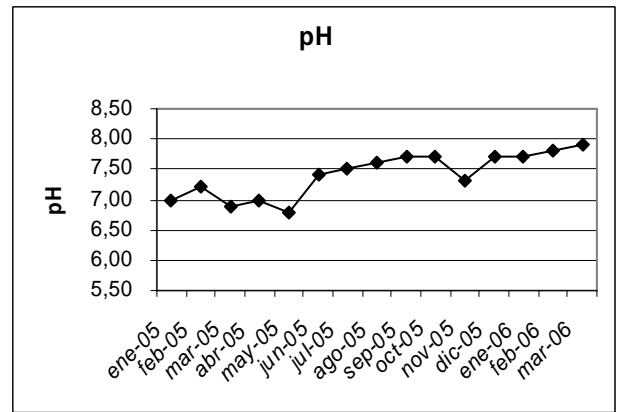
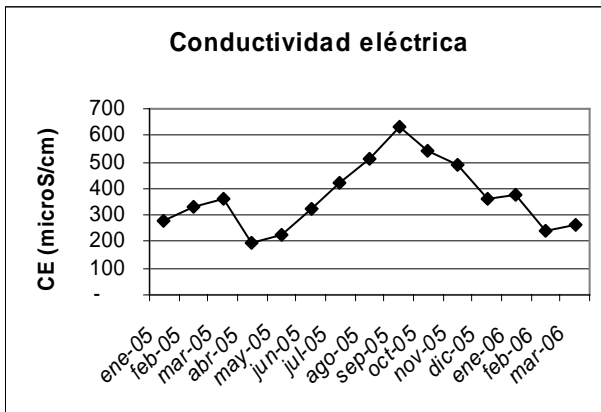
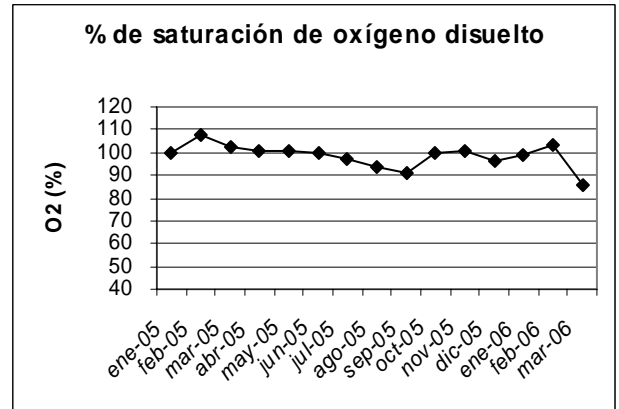
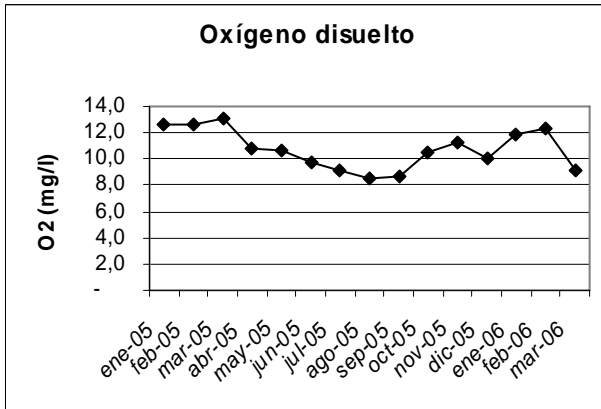


Figura 5.11. Comportamiento del oxígeno, pH, conductividad, temperatura y dureza durante un ciclo hidrológico.

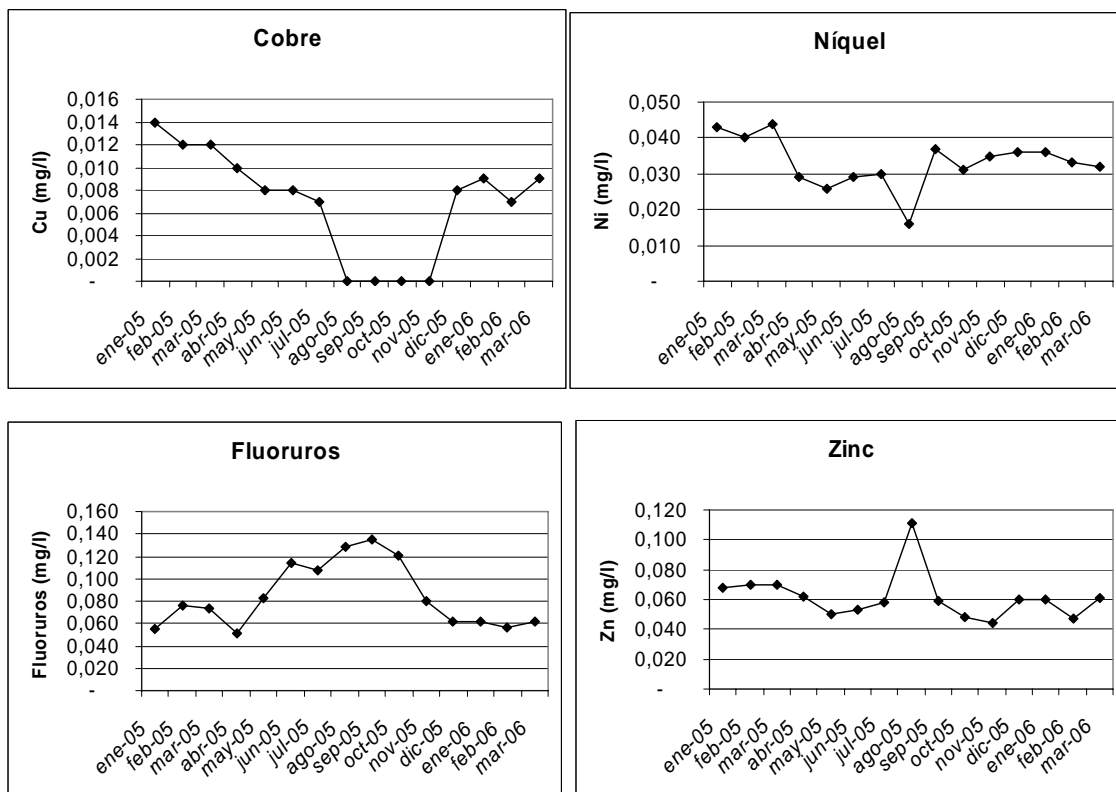


Figura 5.12. Variación de las concentraciones de Cu, Ni, Zn y fluoruros en agua durante un ciclo hidrológico.

5.6. Evolución de la calidad de agua en el tramo: arroyo La Silva-río Tremor-río Boeza

En la Cuenca del Bierzo la Red COCA tiene localizada varias estaciones de muestreos, pero, para el estudio de calidad de aguas se han considerado las estaciones ubicadas en los siguientes ríos: Arroyo La Silva (estación NO 01590001 aguas arriba de Torre del Bierzo), río Tremor (estaciones NO 01590002 y NO 01590006 en Torre del Bierzo), y río Boeza (estaciones NO 01590004 y NO 01590005 en Ventas de Albares y Bembibre). Esta Red controla cerca de 40 parámetros de calidad en las aguas superficiales, en los cuales se observan un acusado carácter estacional.

Como ejemplo, en la Figura 5.13 se observa que el contenido de Zn descende exponencialmente desde valores medios de 0,25 mg/l a pH 5 y que correspondería a las

aguas de la parte baja del Arroyo La Silva, hasta 0,05 mg/l de Zn en las aguas del Río Boeza cuyo pH es cercano a 7. Esta reducción del Zn estaría propiciado principalmente por fenómenos de dilución aguas abajo, lo que hace que el pH de las aguas se incremente y el Zn pase a fase sólida por coincidir con el rango de pH de formación de los hidróxidos de cinc.

El fenómeno de atenuación que se observa en la cuenca, puede ser inducido por dos aspectos: primero la dilución por mezcla de aguas ácidas con mayores caudales de aguas limpias y, segundo los bicarbonatos que contiene el agua consumen acidez y generan CO₂ que ayuda a la disolución de especies carbonatadas presentes en los cauces de los ríos. Este fenómeno se presenta a escala global de cuenca y abarca varios ríos La Silva, Tremor y Boeza en donde los contenidos metálicos van disminuyendo aguas abajo del recorrido, la dilución es más notoria en los meses de invierno en donde los caudales de los ríos se incrementan por efecto de las lluvias, como en la Figura 5.14 que representa la evolución de Zn, en donde se aprecia que las mayores concentraciones de Zn se presentan en los meses de junio a septiembre y en las estaciones de muestreo aguas arriba (La Silva). Este descenso también lo experimenta el Fe, que alcanza sus mayores valores en la estación de La Silva y a pH 2,9 a 3,2.

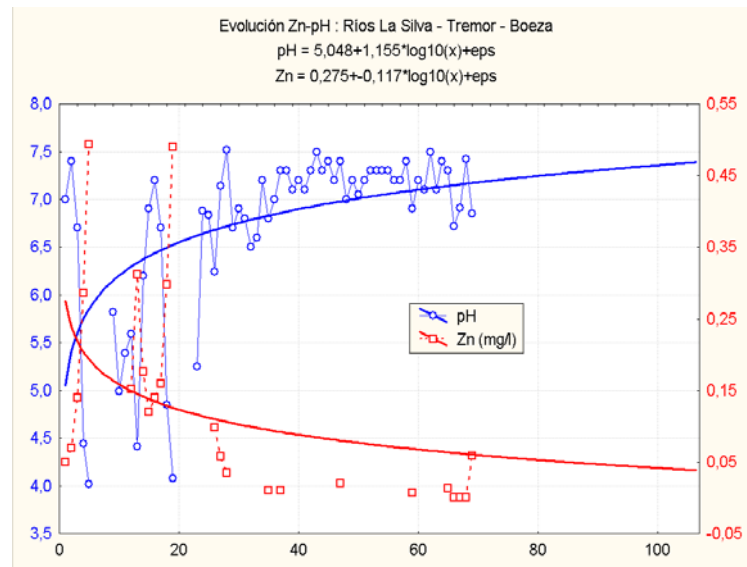


Figura 5.13. Relación pH-Zn en los ríos La Silva-Tremor-Boeza.

A nivel global, en la cuenca el contenido de Fe desciende drásticamente desde 90 mg/l a pH 3 hasta valores cercano a cero a pH 4, debido posiblemente a que el Fe disuelto que aun estaba presente en el agua termina de hidrolizarse y pasa a formar compuestos sólidos como oxihidroxidos de Fe que precipitan en los lechos de los ríos (Tremor pH 5-6) y parte es transportado en fase sólida hasta el río Boeza. En el caso del aluminio, sucede algo parecido, desciende desde 70 mg/l a pH 3 hasta casi desaparecer a pH 5, coincidiendo con su rango de hidrólisis.

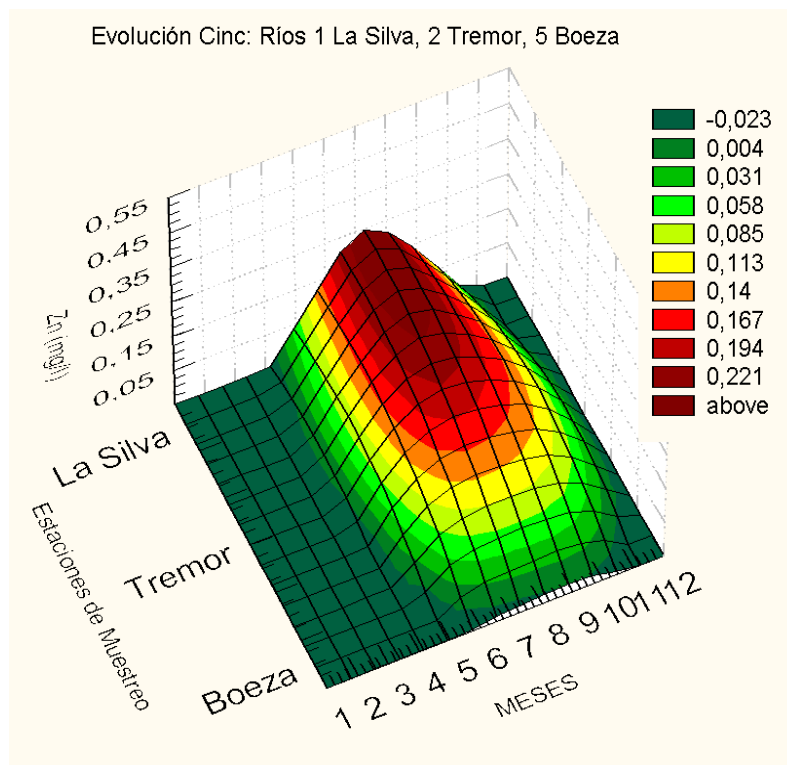


Figura 5.14. Evolución espacial y temporal de la carga metálica en las aguas (ríos La Silva, Tremor y Boeza).

En la disolución y movilización de elementos contaminantes tiene gran influencia el descenso del pH (mayor acidez), sin embargo, en determinadas condiciones químicas algunos metales también pueden movilizarse a pH neutros o alcalinos. Además, al igual que sucede durante la neutralización de efluentes con pH bajos que quitan acidez del medio por la precipitación de ciertos metales solubles, en cauces afectados por aguas ácidas de mina la transformación de Fe^{2+} a Fe^{3+} consume acidez y promueve la formación de oxihidroxidos de Fe y Al que al precipitar por procesos de sorción y co-precipitación remueven Fe, Al, Zn, Cu, As y otros elementos del medio produciendo una atenuación natural de estas aguas.

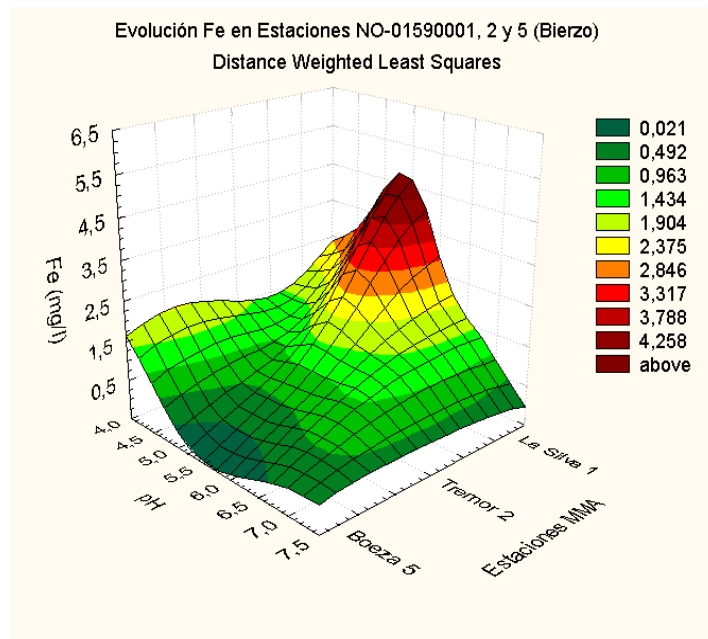


Figura 5.15. Relación pH-Fe en los ríos La Silva-Tremor-Boeza.

En el caso de potasio y sulfato, el comportamiento es similar, mayores contenidos en los meses de verano y a pH más bajos, en cuanto al sulfato tiene valores más altos cuando la conductividad supera los 550 microSiemens/cm y el pH es menor a 5.

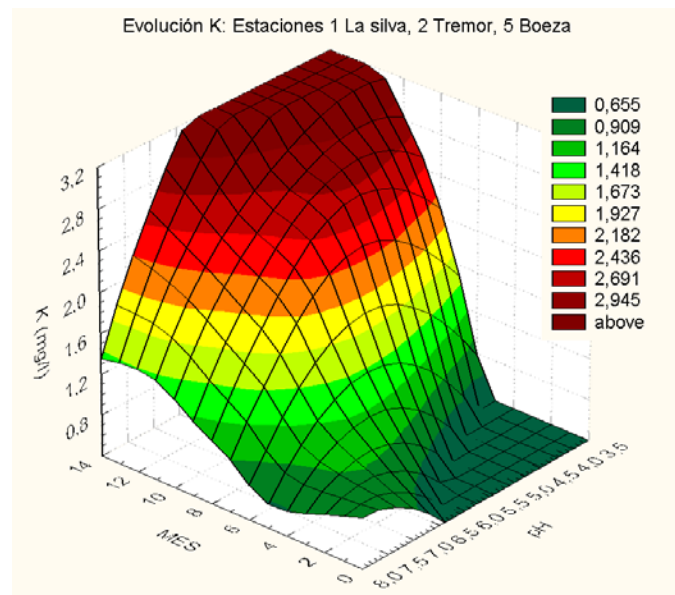


Figura 5.16. Evolución temporal pH-K-mes en los ríos La Silva-Tremor-Boeza.

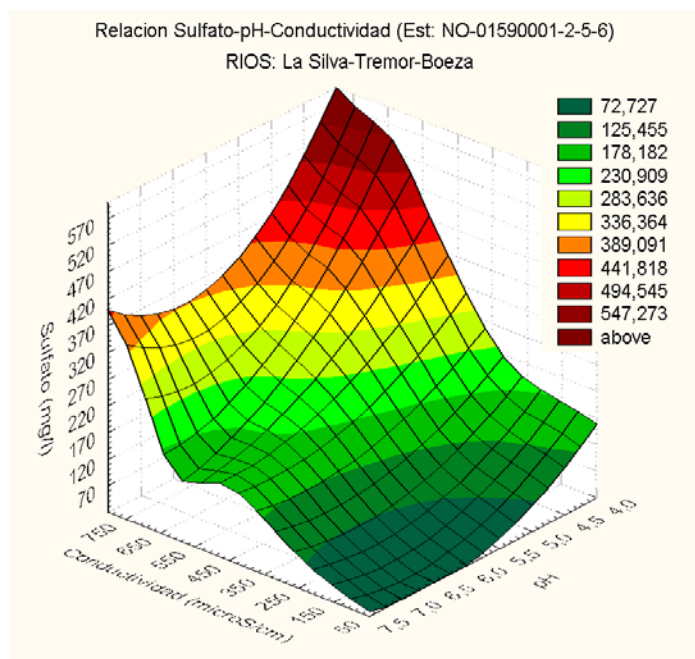


Figura 5.17. Relación sulfato-conductividad-pH en los ríos La Silva-Tremor-Boeza.

5.7. Atenuación de drenajes ácidos

En cuanto a los procesos de atenuación que hemos detectado y se presentan en la cuenca, podemos mencionar: uno de escala local muy cerca del punto de descarga (bocamina) y otro a escala de cuenca que abarca varios ríos (La Silva-Tremor-Boeza):

Entre los principales procesos de atenuación de drenajes ácidos está la oxidación bacteriana del hierro ferroso (Fe^{2+}) que consume acidez y forma compuestos férricos (Fe^{3+}) en medios ácidos como la schwertmanita a pH 3,5 a 4,5 y la ferrihidrita a pH 3 a 4 (Kim, J., et al., 2003; Murad, E., et al., 2003; Montero, et al., 2005), que al precipitar remueven importantes cantidades de Fe del agua y por sorción también eliminan As del medio.



La eliminación de acidez mineral del agua debido a la oxidación e hidrólisis del Fe incrementa el pH y fomenta la formación de minerales de Al (pH 4,5 a 5) como hydrobasaluminita y aluminita, que precipitan y eliminan elementos trazas como Zn, Pb, Cd, Cu, Ni y otros mediante coprecipitación y adsorción (Berger, et al. 2000; Swedlund, P, y Webster, J. 2001; Hammarstrom, et al., 2005).

En la Figura 5.18 se presenta la evolución del drenaje de la Bocamina 1 ubicada cerca al Cerro de La Laguna, entre las localidades de Villamartin del Sil y San Pedro Mallo. Durante su recorrido (300 m) pendiente abajo se produce la oxidación de Fe^{2+} cuyo contenido va disminuyendo con la distancia de transporte a la vez que la concentración de Fe^{3+} se incrementa, simultáneamente en este trayecto el contenido de Fe total en disolución va disminuyendo, debido a que pasa a formar fases sólidas, esto se verifica con la acumulación de precipitados en el fondo del canal y en el incremento de pH del agua de 3,2 a 4,3, lo que indica que el canal del drenaje esta actuando como un dispositivo de tratamiento en el que se reproducen los mecanismos de atenuación natural aguas abajo del punto de descarga.

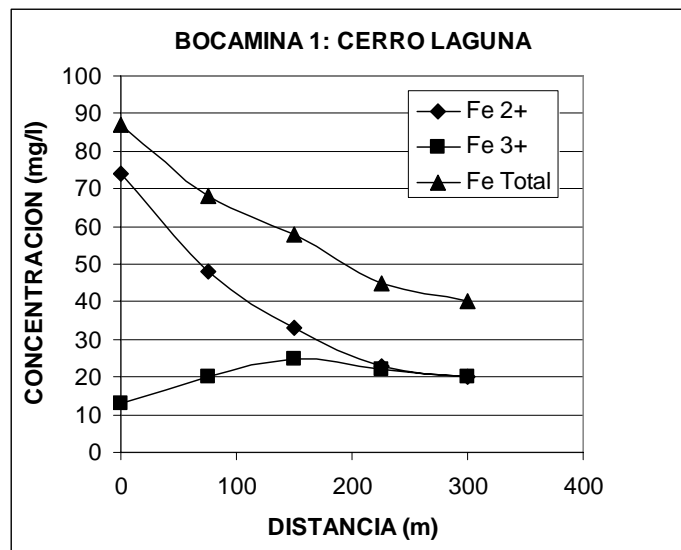


Figura 5.18. Evolución de los contenidos de Fe^{2+} y Fe^{3+} , y reducción de la concentración de Fe total por atenuación natural.

Este drenaje de Bocamina una vez que sale a superficie, además de experimentar la reducción del contenido de Fe en los primeros 300 metros de su recorrido, a 350 m recibe un aporte de agua limpia con un caudal mayor (1:9) y de pH 7,5, al producirse la mezcla se añade la dilución a los procesos de atenuación natural que se venían produciendo aguas arriba, dando como resultado un agua de pH 6,9. Esta situación se representa en la Figura

5.19 y corresponde a la relación pH-Eh del agua, en donde se observa que al neutralizarse las aguas (incrementarse el pH) disminuyen los valores del potencial redox desde 400 hasta 100 milivoltios (Fig. 5.19).

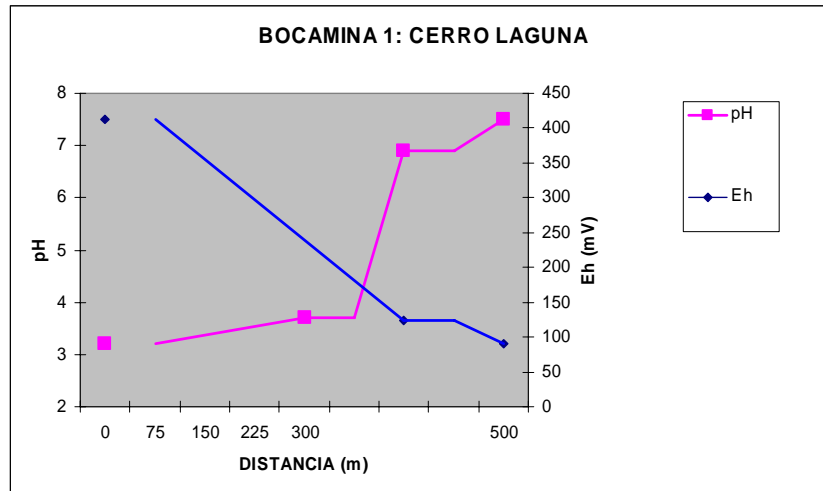


Figura 5.19. Evolución espacial pH-Eh en procesos de atenuación natural.

Los procesos de transformación química y biodegradación catalizadas por bacterias forman fases sólidas como oxihidróxidos que precipitan y remueven Fe, Al, Cu y Pb del agua, y, por adsorción reducen los contenidos de otros iones que se fijan en la superficie de los oxihidróxidos. De igual forma, los aportes de aguas limpias o menos contaminadas que se mezclan con las aguas afectadas por efluentes de mina, producen la dilución y dispersión de los contaminantes sin destruirlos, pero, reducen las concentraciones de sulfato y de iones como Zn, Mg, Mn, etc.

Estos mecanismos pueden estar relacionados con la presencia de especies o compuestos químicos que tienen la capacidad de reaccionar con los hidrogeniones, reduciendo, por tanto, la acidez del medio. Si la cantidad de especies que generan alcalinidad es mayor respecto a las especies generadoras de acidez se producirá la atenuación del sistema hasta alcanzar un pH cercano al neutro.

5.8. Características de las aguas en el Arroyo La Silva

El punto estudiado se encuentra en la parte alta del valle en donde nace el Arroyo la Silva, punto de descarga de drenajes ácidos generados en la excavación realizada por el trazado de la Autovía A-6. En este punto la generación de las aguas ácidas esta directamente relacionado con la lixiviación de la piritita existente entre las fracturas de la pizarra y porque los materiales por donde discurren las aguas presentan un bajo potencial de neutralización.

En el punto de descarga el pH del agua es de 2,91, la conductividad alcanza los 5.380 microS/cm, con contenidos de Fe total de 297 mg/l (36 corresponde a Fe ferroso y 261 a Fe férrico) y bastante oxígeno disuelto.

La conductividad llega a alcanzar valores superiores a 5.000 microS/cm a pH de 3, situación que se mantiene en un corto recorrido de las aguas, una vez que las agua superan el pH de 4 la conductividad es inferior a 500, manteniéndose con poca variación aguas abajo (Fig. 5.20).

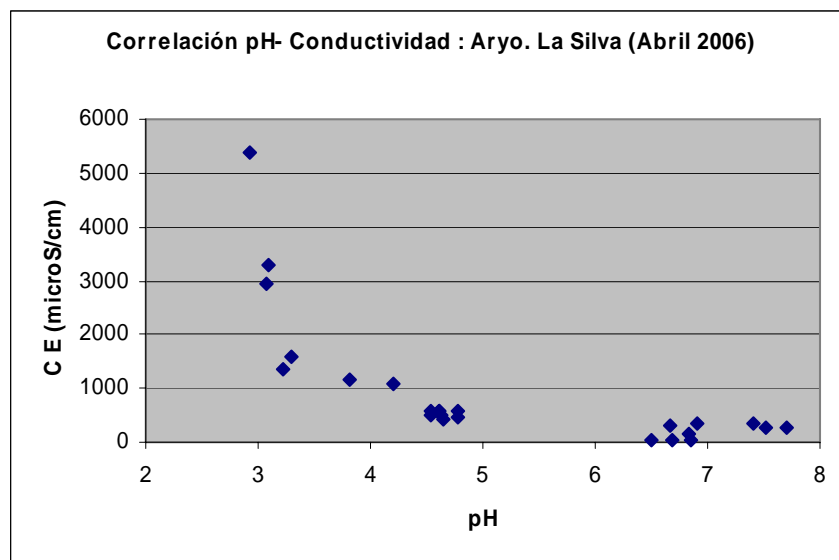


Figura 5.20. Relación pH-conductividad en el Arroyo La Silva.

La acidez del agua se debe a los hidrogeniones presentes y la acidez mineral que aporta el Fe y Al. En este caso el Fe aporta muy poca acidez respecto al aportado por la hidrólisis del Al, debido fundamentalmente a que el pH del agua esta en el rango superior de la zona

de hidrólisis del Fe, tal como se aprecia en las curvas de acidez que se han determinado en diferentes fechas del año (Figs. 5.21, 5.22 y 5.23).

Además, también se observa que hay mayor aporte de acidez en los periodos de lluvia respecto a los meses de verano (secos), debido a que se produce mayor lavado y disolución de la pirita expuesta a la acción de lixiviación del agua de lluvia y escorrentía, manteniendo así un comportamiento estación en los aportes de acidez por la hidrólisis de Fe y Al, representado por las zonas de tamponamiento en donde hay poca variación de pH en las curvas de acidez.

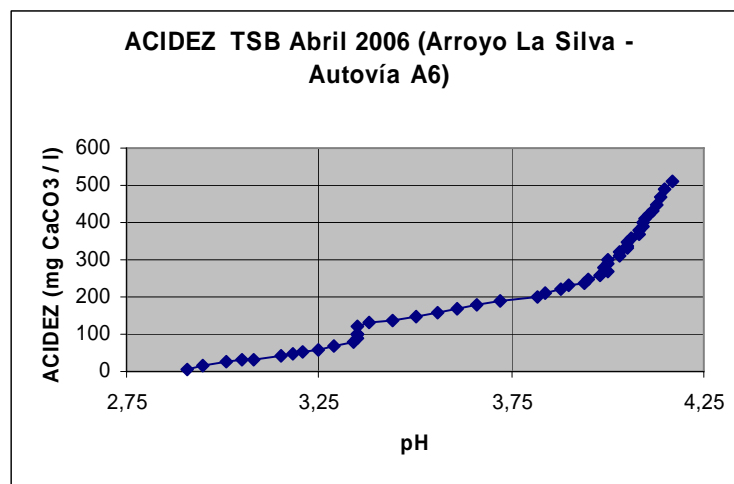


Figura 5.21. Curva de acidez en la descarga ácida del túnel La Silva (abril).

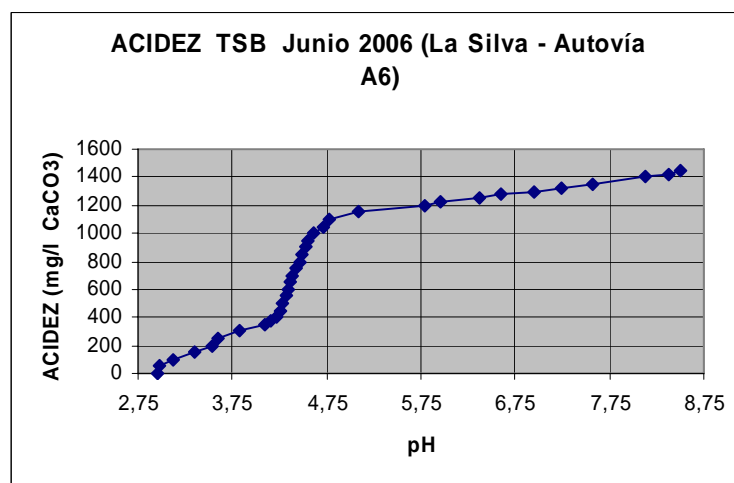


Figura 5.22. Curva de acidez en la descarga ácida del túnel La Silva (junio).

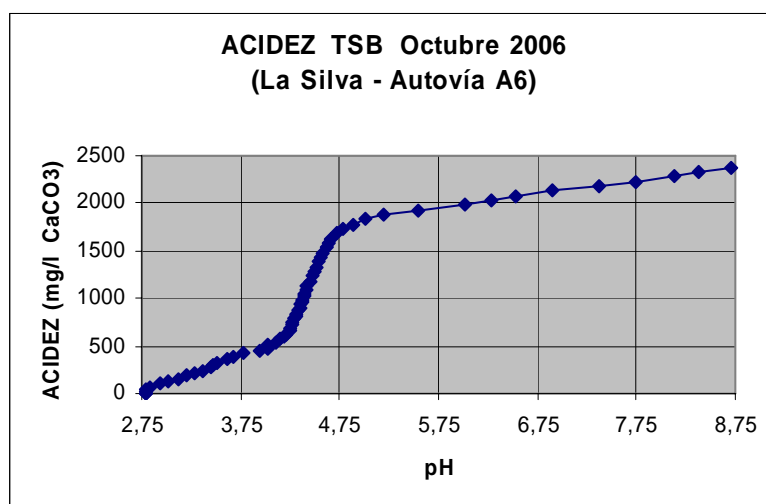


Figura 5.23. Curva de acidez en la descarga ácida del túnel La Silva (octubre).

6. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. FOCOS CONTAMINANTES.

Uno de los objetivos últimos del presente proyecto, es la caracterización del impacto ambiental de cada una de las estructuras mineras inventariadas y su evaluación.

La caracterización y valoración del impacto ambiental se ha realizado mediante una matriz de identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales de tipo causa/efecto (Fig. 6.1).

El método aplicado para la elaboración de las distintas matrices de impacto para cada una de las estructuras mineras ha sido el siguiente:

- Se considera por un lado, aquellas estructuras o infraestructuras mineras que pueden causar impactos sobre el medio como: huecos, escombreras, instalaciones, pistas y balsas.
- Por otro lado, se ha desagregado el medio natural en ocho componentes: *Agua, Procesos Geológicos, Suelo, Vegetación, Fauna, Usos del Suelo, Paisaje y Patrimonio Cultural*. Y a su vez, estos componentes han sido desagregados en

diversos factores ambientales sobre los que se van a evaluar los efectos de la actividad minera.

- A continuación, se han caracterizado estos efectos en cada factor ambiental mediante la estimación de su importancia.
- Por último, se ha valorado cualitativamente el impacto en cada factor ambiental, en una escala de valor de 0 a 4, en: compatible, moderado, severo y crítico, tal y como se definen en el Anexo I del Real Decreto 1131/1988 por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental.

IMPACTO AMBIENTAL

<u>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS</u>		HUECO	ESCOMBRERAS	INSTALACIONES	PISTAS	BALSAS	VALOR TOTAL (*)
AGUA	Modificación red de drenaje	IMP	PI				3
	Calidad del agua	PI	PI				2
PROCESOS GEOLÓGICOS	Inundaciones						0
	Erosión	PI	PI				2
	Sedimentación	PI	PI				2
	Deslizamientos, inestabilidad	PI	PI				2
SUELOS	Pérdida de suelo vegetal	IMP	PI				3
VEGETACIÓN	Eliminación vegetación	IMP	PI				3
FAUNA	Efectos en especies animales	PI	PI				2
USOS DEL SUELO	Efectos en caminos, dominio público						0
	Afección usos del suelo	IMP	PI				3
PAISAJE	Cambios en la morfología	IMP	PI				3
	Cambios en la estructura cromática	IMP	PI				3
PATRIMONIO CULTURAL	Efectos en el patrimonio cultural						0

Valoración: Poco Importante (PI); Importante (IMP)
1 COMPATIBLE 2 MODERADO 3 SEVERO 4 CRÍTICO

Figura 6.1. Matriz de identificación, descripción y evaluación del impacto ambiental.

Para la evaluación del Impacto Ambiental Global (IPG) de cada estructura minera inventariada se ha aplicado un *método de desagregación en componentes* (Gómez Orea, 1994), que consiste en subdividir el valor de cada uno de ellos en varios componentes cuya evaluación individualizada dará, por agregación, el valor total. Esta metodología consta de las siguientes fases:

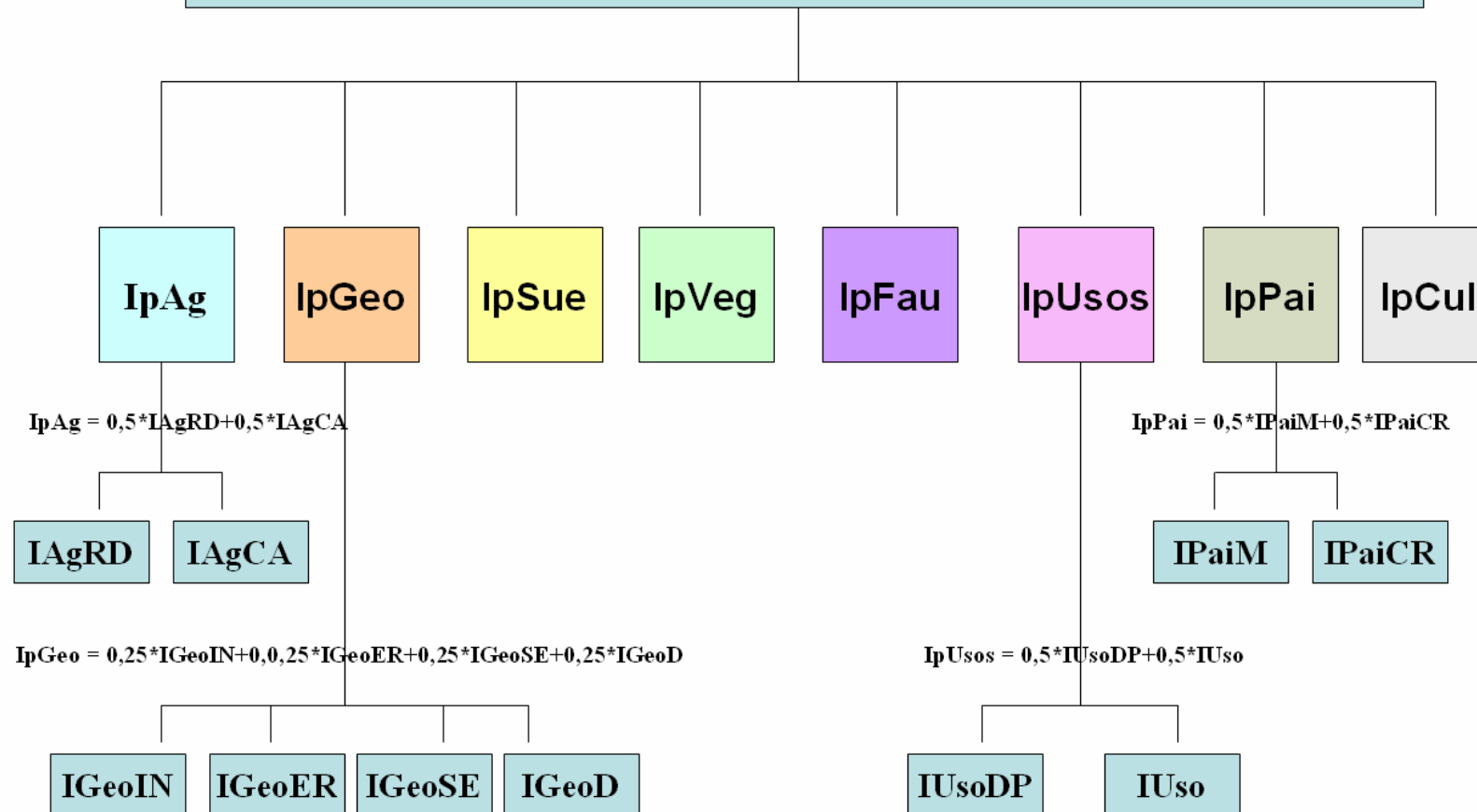
- *Identificación de los componentes que definen el Impacto Ambiental Global.* En este caso, el impacto global se ha desagregado en los siguientes componentes: Impacto sobre el Agua (IpAg), sobre los Procesos Geológicos (IpGeo), sobre el Suelo (IpSue), sobre la Vegetación (IpVeg), sobre la Fauna (IpFau), sobre los Usos del Suelo (IpUso), sobre el Paisaje (IpPai) y sobre el Patrimonio Cultural (IpCul).

Cada uno de estos componentes se ha desagregado en otros componentes de nivel inferior (Fig. 6.2).

- Evaluación individualizada de cada uno de los componentes por expertos temáticos, utilizándose una escala de valoración homogénea en todos ellos (0 a 4). El proceso de valoración se inicia en el nivel más bajo de desagregación.
- Determinación del peso o importancia relativa con que cada componente contribuye al valor de un componente de nivel superior, o bien, al valor total agregado o impacto global. Para ello, se ha recurrido al método DELPHI de consulta a paneles de expertos a fin de reducir al máximo la carga subjetiva inherente a dicho proceso.
- Obtención del valor del Impacto Ambiental Global mediante suma ponderada de los valores de los componentes, según el siguiente algoritmo:

IMPACTO AMBIENTAL GLOBAL (IPG)

$$\text{IPG} = 0,3 \cdot \text{IpAg} + 0,1 \cdot \text{IpGeo} + 0,05 \cdot \text{IpSue} + 0,2 \cdot \text{IpVeg} + 0,05 \cdot \text{IpFau} + 0,05 \cdot \text{IpUsos} + 0,2 \cdot \text{IpPai} + 0,05 \cdot \text{IpCul}$$



IpAg: Impacto sobre el Agua

IpGeo: Impacto sobre los Procesos Geológicos

IpSue: Impacto sobre el Suelo.

IpVeg: Impacto sobre la Vegetación

IpFau: Impacto sobre la Fauna.

IpUsos: Impacto sobre los Usos del Suelo

IpPai: Impacto sobre el Paisaje

IpCul: Impacto sobre el Patrimonio Cultural

IAgRD: Impacto sobre la red de drenaje

IAgCA: Impacto sobre la calidad de las aguas

IGeoIN: Impacto sobre inundaciones.

IGeoER: Impacto sobre la erosión.

IGeoSE: Impacto sobre la sedimentación.

IGeoD: Impacto sobre deslizamientos

IUsoDP: Impacto sobre el Dominio Público

IUso: Afección usos del suelo

IPaiM: Impacto sobre la morfología del paisaje.

IPaiCR: Impacto sobre la estructura cromática.

$$IPG = 0,3*IpAg + 0,1*IpGeo+0,05*IpSue+0,02*IpVeg+0,05*IpFau+0,05*IpUsos+0,2*IpPai+0,05*IpCul$$

Donde,

IpAg = Impacto sobre las Aguas.

IpGeo = Impacto sobre los Procesos Geológicos.

IpSue = Impacto sobre los Suelos.

IpVeg = Impacto sobre la Vegetación.

IpFau = Impacto sobre la Fauna.

IpUsos = Impacto sobre los Usos del Suelo.

IpPai = Impacto sobre el Paisaje.

IpCul = Impacto sobre el Patrimonio Cultural.

Los valores obtenidos como resultado de la aplicación de dicho índice se agrupan en cuatro clases o tipos de impacto (*Anexo I. Conceptos técnicos del Real Decreto 1131/1988*):

Tabla 6.1.- Clases de Impacto.

VALOR IPG	TIPO DE IMPACTO
≤ 1	Compatible
> 1 a 2	Moderado
> 2 a 3	Severo
> 3	Crítico

En la matriz no se ha recogido el impacto producido en la atmósfera por la emisión de SO₂, como consecuencia de la reacción exotérmica de la oxidación de la pirita que pone en autocombustión el carbón y posibles restos de madera que hay en las escombreras, debido a que este impacto es minoritario; sin embargo, indirectamente se ha recogido mediante la capacidad potencial de producir aguas ácidas.

La evaluación del impacto ambiental global con la metodología descrita ha dado los siguientes resultados:

- De las 168 estructuras mineras que han sido inventariadas, 97 de ellas generan un impacto ambiental severo sobre el medio, esto es, más de la mitad del total de explotaciones (58%), y ocupan conjuntamente unas 1470 hectáreas.
- Las estructuras con impacto crítico ascienden a 19, esto es, el 11% del total de estructuras, y representan una superficie de ocupación de unas 339 hectáreas.
- Existen unas 50 estructuras con impacto moderado que representan el 30% del conjunto inventariado, y cuya superficie ocupada es de 2060 hectáreas. La alta extensión superficial (53% del total de superficie ocupada por estructuras mineras) del conjunto de estructuras clasificadas en este tipo de impacto, se debe fundamentalmente a que la Gran Corta de Fabero se encuentra incluida en esta tipología.
- Por último, únicamente 2 estructuras muestran un impacto compatible siendo la superficie ocupada prácticamente testimonial (1 hectárea).

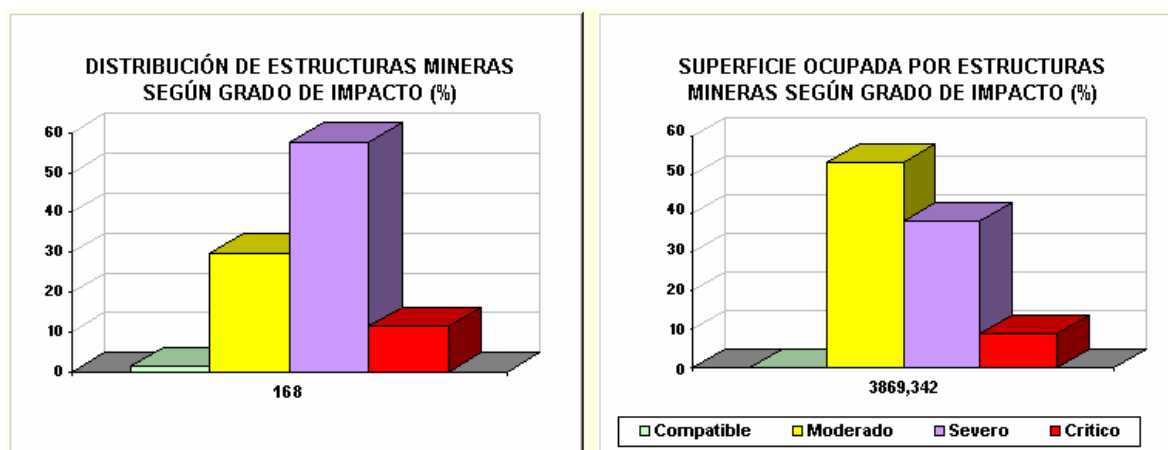


Figura 6.3. Distribución de las estructuras mineras y superficie de ocupación (%)

- **Estructuras con impacto ambiental crítico.**

Existen en el área de estudio diecinueve estructuras con un impacto crítico, entendiendo éste como: aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

De estas diecinueve estructuras o focos contaminantes dos de ellas, con clave de identificación 126II3007 y 126II4009, emiten SO₂ a la atmósfera.



Fotografías 6.1 y 6.2. Estructuras 126II3007 y 126II4009

Otras cuatro corresponden a lavaderos en activo que descargan sólidos en suspensión, tres al Río Sil y una al Río Noceda, bien por rebose de balsas, depuraciones puntuales, inadecuado mantenimiento, etc...

La estructura 126II4008 es una escombrera de finos de lavadero en la llanura aluvial del Río Sil, que es con bastante frecuencia inundada y relavada por el río.



Fotografía 6.3. Estructura 126II4008.

La escombrera 126II4001 se encuentra cerrando el valle de un arroyo que sale a un barrio del núcleo de población Matarrosa del Sil.



Fotografía 6.4. Estructura 126II4001.

La estructura 127III4001 corresponde a una importante superficie en media ladera con trincheras, escombreras de cielo abierto, escombreras de interior sin restaurar o una restauración testimonial que afecta a un bosque de melojos con presencia de encinas y áreas degradadas de melojos con brezos, *Genistello tridentate* y *Cytiso scoparii*.



Fotografía 6.5.- Estructura 127III4001.

La 127IV1003 corresponde a unas antiguas escombreras y balsas en abandono con un alto estado de deterioro.



Fotografía 6.6.- Estructura 127IV1003.

La 127IV2005, en activo, es un cielo abierto que ocupa una superficie muy amplia que afecta a la cabecera de varios arroyos y a la vegetación riparia, y junto con dos bocaminas hacen del arroyo Rodrigatos un río muerto.



Fotografía 6.7.- Estructura 127IV2005.

En el arroyo San Esteban hay tres escombreras 127IV2030, 127IV2017 y 127IV2031 que ocupan el fondo de valle y que físicamente han destruido la vegetación edafófila de la serie *Galio broteriani-Alneto glutinosa*. El río como sistema fluvial ha desaparecido y con él el complejo mecanismo geomorfológico, hidrológico y ecológico al ir canalizado por debajo de las escombreras.



Fotografías 6.8, 6.9 y 6.10. Estructuras 127IV2030, 127IV2017 y 127IV2031.

La escombrera 128III1007 tapona el fondo de valle del arroyo de las Fuentes; y la escombrera 128III1006, de fuertes pendientes y alta longitud de impluvio, afecta a la margen izquierda del arroyo del río Fresno y a la vegetación riparia del aliso.



Fotografía 6.11 y 6.12.- Estructuras 128III1007 y 128III1006

El cielo abierto 128III2001 es otra estructura con un impacto ambiental crítico ya que altera la red hidrográfica y da lugar a una alta producción de aguas ácidas.



Fotografía 6.13.- Estructura 128III2001.

En el pueblo de Santa Cruz de Montes la escombrera 159II3016, de grandes dimensiones, mantiene taludes muy fuertes con gran longitud de impluvio que da lugar a una alta erosión y alto impacto paisajístico en las inmediaciones del pueblo.

El conjunto de escombreras, balsas de lodos, instalaciones y bocamina con drenaje ácido que integran la estructura 159II3030 cierra un valle, crea grandes problemas de arrastres de

finos de carbón, tiene un drenaje con precipitados ocre y presenta una alta incidencia visual al estar pegada a la vía del tren.

Por ultimo, la estructura 159II3022, en activo, presenta una escombrera que afecta a la cabecera del valle que está ocupado por esta estructura.



Estructura 159II3016



Estructura 159II3030



Estructura 159II3022

Fotografías 6.14, 6.15 y 6.16. Estructuras 159II3016, 159II3030 y 159II3022.

En la tabla 6.1 se detallan los impactos de cada una de estas estructuras a cada componente del medio y el impacto ambiental global.

Tabla 6.1.- Valores de los Impactos sobre los componentes del medio de las estructuras con Impacto Ambiental Crítico (IPG > 3)

Clave	IpAg	IpGeo	IpSue	IpVeg	IpFau	IpUsos	IpPai	IpCul	IPG
126II3007	3,5	3,25	3	3	3	3,5	3	0	3,05
126II4001	3,5	3	3	3	3	3	3,5	0	3,1
126II4008	4	3,5	4	4	3	3,5	3	0	3,475
126II4009	3,5	3	3	3	3	3	3,5	0	3,1
126II4012	4	3,25	3	4	3	3	3,5	0	3,475
126IV2002	4	3,75	4	4	4	3,5	4	0	3,75
127III4001	3	2	4	4	4	2	4	0	3,2
127III4005	3,5	3,25	3	3	3	3	3	0	3,025
127IV1003	3,5	3	3	3	3	3	4	0	3,2
127IV2005	4	3	4	4	3	2	3,5	0	3,45
127IV2017	4	3	4	4	4	3,5	4	0	3,675
127IV2030	4	3,25	3	4	4	3,5	3	3	3,6
127IV2031	4	3,25	3	4	4	3,5	3	0	3,45
128III1006	3	3	3	4	3	3	3	0	3,05
128III1007	3,5	3	3	3	3	3,5	3	0	3,025
128III2001	4	3,5	4	4	3	3,5	4	0	3,675
159II3016	3	3,5	3	3	3	2,5	4	0	3,075
159II3022	3,5	3	4	4	4	4	4	0	3,55
159II3030	3,5	3	3	4	3	3	4	0	3,4

- **Estructuras con impacto ambiental severo.**

Existen en la cuenca minera del Bierzo 97 estructuras con un impacto ambiental severo, entendiendo éste como: aquel en que las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo dilatado. Una gran parte de estas estructuras corresponden,

principalmente, a: cielos abiertos en el interfluvio de los ríos Sil y Noceda, entre Toreno y Noceda; al sur del pueblo de Torre del Bierzo, borde sur de la cuenca carbonífera; y norte de Tremor de Arriba, borde norte de la cuenca carbonífera.

En la tabla 6.2 se muestra las estructuras con impacto ambiental severo y se detalla el grado de impacto sobre cada componente del medio de cada una de ellas.

Tabla 6.2.- Valores de los Impactos sobre los componentes del medio de las estructuras con Impacto Ambiental Severo (IPG > 2 a 3)

Clave	IpAg	IpGeo	IpSue	IpVeg	IpFau	IpUsos	IpPai	IpCul	IPG
126II1001	3	3	2	3	3	3	2,5	0	2,7
126II1002	3	3	2	2	2	1	3	3	2,6
126II1003	2	0,5	2	4	4	1,5	2	3	2,375
126II2001	3	2,75	2	2	2	2	3	0	2,475
126II2002	2,5	1,5	3	3	2	1,5	3	0	2,425
126II3001	2,5	2	3	3	3	2	3	0	2,55
126II3004	3	3,5	3	3	3	3	3	0	2,9
126II3005	3	2,75	3	3	3	3	3	0	2,825
126II3006	3	3	2	3	3	3	3	0	2,8
126II3008	3	2,75	2	3	3	3	2,5	0	2,675
126II4002	3	2,75	3	3	3	3	3,5	0	2,925
126II4010	3	3	3	3	3	3	3,5	0	2,95
126II4011	3	3	2	3	3	2,5	3,5	0	2,875
126II4013	2	2	2	3	2	1	3	0	2,25
126IV1002	3,5	2,75	3	3	3	2,5	3	0	2,95
126IV2001	2	2,25	3	3	3	2	3	0	2,425
126IV2003	3	2,75	3	3	3	3	3	0	2,825
126IV2004	2	1,75	3	3	2	1	3	0	2,275
127I3001	2	1	3	3	3	1,5	2,5	0	2,175
127III1001	2,5	2	4	4	4	2,5	3	0	2,875
127III1008	2,5	2	2	3	2	1	2,5	0	2,3
127III1009	2	2,5	2	2	2	1	3	0	2,1
127III1010	2	1,75	3	3	2	1,5	3	0	2,3
127III1011	2	1,75	3	3	2	1,5	2,5	0	2,2
127III1012	2	2,5	2	3	2	1	3	0	2,3
127III3004	2	2	2	3	2	1	2,5	0	2,15
127III3005	2,5	2	3	3	3	1,5	3	0	2,525
127III3006	2,5	1,5	3	3	3	1	2,5	0	2,35
127III3008	2,5	2,75	3	3	3	1,5	3	0	2,6
127III3011	2	1,25	3	3	3	1	3	0	2,275
127III4002	2	2,25	2	3	3	2,5	3	0	2,4
127III4003	2	2	2	3	2	1,5	3	0	2,275
127III4004	1,5	2	3	3	2	1	2,5	0	2,05
127III4006	2	1,5	2	3	2	1	3	0	2,2
127IV2002	2,5	1	3	3	2	1	3,5	0	2,45
127IV2004	2	1,25	3	3	3	1,5	2,5	0	2,2
127IV2007	1,5	1,5	2	3	2	1	3	0	2,05
127IV2009	3	2,75	3	3	3	3	3	0	2,825

Clave	IpAg	IpGeo	IpSue	IpVeg	IpFau	IpUsos	IpPai	IpCul	IPG
127IV2010	2	2,5	3	3	3	3	3	0	2,5
127IV2011	2,5	2,5	3	3	2	2	3	0	2,55
127IV2012	2	2	2	3	2	2	3	0	2,3
127IV2014	2,5	2,75	3	3	3	3	3	0	2,675
127IV2016	2,5	2,75	3	3	2	3	3	3	2,775
127IV2018	2,5	2,5	3	3	2	3	2,5	0	2,5
127IV2019	2,5	3	3	3	3	2,5	2,5	0	2,575
127IV2021	3	2,5	3	3	3	3	2	0	2,6
127IV2022	3	2	3	3	3	3	2,5	0	2,65
127IV2023	2,5	2,5	3	3	2	1,5	2,5	0	2,425
127IV2024	2,5	0,75	3	3	3	3	3	0	2,475
127IV2025	2,5	1	3	3	3	1,5	3	0	2,425
127IV2033	3,5	3	3	3	3	3	3	0	3
127IV3004	3	2,25	2	3	3	2,5	3	0	2,7
127IV3008	1	1	2	4	3	1,5	3	0	2,125
128III1002	3	1,75	2	3	3	2,5	3	0	2,65
128III1004	2	2	3	3	2	1	3	0	2,3
128III1005	3,5	3	3	3	3	3	3	0	3
128IV1001	2,5	3	3	3	3	3	3	0	2,7
128IV1003	2,5	1,75	3	3	3	1,5	3	0	2,5
159I4026	1,5	1,75	3	3	3	3	2,5	0	2,175
159I4050	1,5	0	3	4	3	2	2,5	0	2,15
159I4058	3	3	3	2	2	0,5	3	0	2,475
159II1002	2	2	3	3	3	1,5	3	0	2,375
159II1003	2,5	3	3	3	3	3	3	0	2,7
159II1004	2,5	3	3	3	3	3	3	0	2,7
159II2002	2,5	2	2	3	2	1	2,5	0	2,3
159II2005	2	2	3	3	2	2,5	2,5	0	2,275
159II2006	2	2,5	3	2	2	2	2,5	0	2,1
159II3003	2	2	2	3	2	1	2,5	0	2,15
159II3006	2,5	1	3	3	2	1,5	2,5	0	2,275
159II3008	3	2,75	3	3	3	3	3	0	2,825
159II3009	2,5	0	3	3	2	1	3	0	2,25
159II3013	2	2,75	3	3	2	1	2,5	0	2,275
159II3014	2,5	2,5	3	3	2	2	2,5	0	2,45
159II3017	2,5	2	2	3	2	2,5	2,5	0	2,375
159II3018	3,5	3	3	3	2	2,5	2,5	0	2,825
159II3019	3,5	3	3	3	3	2,5	3	0	2,975
159II3020	3	3	3	3	3	2,5	3	0	2,825
159II3021	2,5	3	2	3	2	2	2,5	0	2,45
159II3023	2	1,5	3	3	3	2,5	2	0	2,175
159II3024	2	1,5	3	3	2	1,5	2	0	2,075
159II3025	3	2,75	4	3	3	2,5	3,5	0	2,95
159II3026	2,5	3	3	3	3	2,5	3	3	2,825
159II3027	3	3	2	3	3	2,5	2,5	0	2,675
159II3028	2,5	1,5	3	3	0	1,5	3	0	2,325
159II3029	2	1	3	3	2	1,5	3	0	2,225
159II4001	3	3,25	2	2	2	2	2	0	2,325
159II4003	2,5	2,5	3	2	2	1,5	2	0	2,125
159IV1002	3	2	3	3	0	1	3	0	2,5
159IV1004	2,5	1,5	2	3	3	1	3	0	2,4

Clave	IpAg	IpGeo	IpSue	IpVeg	IpFau	IpUsos	IpPai	IpCul	IPG
159IV1005	2	2	3	3	3	1,5	3	0	2,375
159IV1006	2	1,5	3	4	3	2	2	3	2,5
159IV1007	2,5	1,5	3	3	3	1,5	3	0	2,475
159IV1008	3	2	3	3	3	2	2	0	2,5
159IV1009	2,5	2	3	3	3	2,5	3	0	2,575
159IV1010	3,5	2,75	3	3	3	2,5	3	0	2,95
159IV1011	3	3	3	3	3	3	3	0	2,85
159IV1017	2,5	2,5	3	3	2	2	3	0	2,55

– ***Estructuras con impacto ambiental moderado.***

Existen en la zona de estudio 50 estructuras con impacto ambiental moderado entendiendo éste como: aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales requiere cierto tiempo.

En la tabla 6.3 se especifican las escombreras con un impacto ambiental moderado y los correspondientes valores de impacto en cada factor del medio.

– ***Estructuras con impacto ambiental compatible.***

Del total de estructuras inventariadas, únicamente dos de ellas presentan un impacto ambiental compatible, entendiendo éste como: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

Generan un impacto ambiental compatible las estructuras 159III2007 que se corresponde con una escombrera restaurada para un uso deportivo, y una bocamina (159II4004) localizada sobre el pueblo de La Silva.



Fotografías 6.17 y 6.18. Estructuras 159III2007 y 159II4004.

Tabla 6.3.- Valores de Impacto de las estructuras con Impacto Ambiental Moderado (IPG >1 a 2)

Clave	IpAg	IpGeo	IpSue	IpVeg	IpFau	IpUsos	IpPai	IpCul	IPG
159II3002	1	0,75	2	2	1	0,5	1	0	1,15
127IV2028	1	0,75	2	2	2	1	1	0	1,225
127IV4001	1	0,75	2	2	2	1	1	0	1,225
159II3033	1	1	2	2	2	0,5	1	0	1,225
159I4021	1	1	2	2	2	1	1	0	1,25
159I4048	1	1	2	2	2	1	1	0	1,25
126II4014	2	1	2	1	1	0,5	1,5	0	1,375
159I4005	0	0	2	3	2	1,5	2,5	0	1,375
159II4002	1	1	2	3	1	0,5	1	0	1,375
159II3005	1	1	2	3	1	1	1	0	1,4
128III1001	1	0,75	2	3	2	1,5	1	0	1,45
159III2002	1,5	0	2	2	0	0	2,5	0	1,45
127IV1004	1	0,5	3	3	2	1,5	1	0	1,475
127IV1005	1	0,5	2	3	3	1,5	1	0	1,475
127IV3003	1	0,75	3	3	2	1,5	1	0	1,5
128III1003	2	1	2	2	2	1	1	0	1,55
127IV1001	1	0,5	3	3	3	1,5	1,5	0	1,625
159II2004	1,5	1,5	2	2	2	1	2	0	1,65
126II3016	1,5	1,25	2	3	1	1	1,5	0	1,675
159II3004	1	0,75	3	3	2	1	2	0	1,675
159I4037	1,5	0	3	3	2	0	2	0	1,7
127IV1002	1	1	2	3	3	1,5	2	0	1,725
126II3003	2	1	2	2	2	1	2	0	1,75
126II3015	1	1	2	3	2	1	2,5	0	1,75
126IV1001	1	1,5	2	3	1	1	2,5	0	1,75
127III3007	2	1,25	2	2	2	1	2	0	1,775
127IV2008	1	1,5	3	3	2	1,5	2	0	1,775
127III1013	2	1,5	2	2	2	1	2	0	1,8
127III1014	2	1,5	2	2	2	1	2	0	1,8
127IV3007	2	1,5	2	2	2	1	2	0	1,8
127III3009	1,5	1,25	2	3	2	1	2	0	1,825
127III3010	1,5	1,25	2	3	2	1	2	0	1,825
127I3003	2	1	2	2	2	1	2,5	0	1,85
126II4015	1,5	1,25	3	3	2	1	2	0	1,875
126II3002	2	1,75	2	2	2	2,5	2	0	1,9
127IV2015	2	1,5	2	2	2	1	2,5	0	1,9
127IV2027	1	1,5	2	3	2	1	3	0	1,9
127IV3005	1,5	1,25	3	2	2	1,5	3	0	1,9
127IV2001	2	1,25	1	2	2	1	3	0	1,925
127IV2032	2	2	2	2	2	2,5	2	0	1,925
159II3032	2	1,75	2	2	2	1	2,5	0	1,925
126II3014	2	1,25	2	3	3	1,5	1,5	0	1,95
128IV1002	2	1,5	3	3	0	1	2	0	1,95
127I3002	2	1,25	2	2	2	1	3	0	1,975
127IV2026	2	1,25	2	3	2	1	2	0	1,975
127III1015	2	1,5	2	2	2	1	3	0	2
127IV2003	3	0	2	3	2	2	1	0	2
127IV2013	2	2,25	2	2	2	1,5	2,5	0	2
127IV3006	1	1,25	3	4	3	1,5	2	0	2
159I4010	2	0,5	3	2	2	2	3	0	2

7. PROPUESTA DE ÁREAS SIGNIFICATIVAS DE ESPECIAL ACTUACIÓN.

El estudio llevado a cabo en la cuenca carbonífera del Bierzo pone de manifiesto una serie de áreas degradadas cuya recuperación ambiental sólo se puede llevar a cabo mediante medidas correctoras intensivas con un seguimiento continuo y prolongado en el tiempo. Se han distinguido cuatro grandes áreas representadas en el Mapa de Propuesta de Áreas Significativas de Especial Actuación a escala 1:100000 que se describen a continuación:

– *Área del río Cúa.*

Se sitúa en la margen derecha del río Cúa, en ella se concentran varias escombreras que tienen el pie de la escombrera en el propio cauce por lo que son lavadas, durante buena parte del año, con el ascenso del caudal del río. El conjunto da lugar a un alto impacto paisajístico en un espacio que es LIC, ZEPA y Espacio Natural de la Sierra de los Ancares. Una de las escombreras, parcialmente restaurada, emite SO₂ a la atmósfera debido a la autocombustión del carbón consecuencia de las reacciones exotérmicas de la oxidación de la pirita.

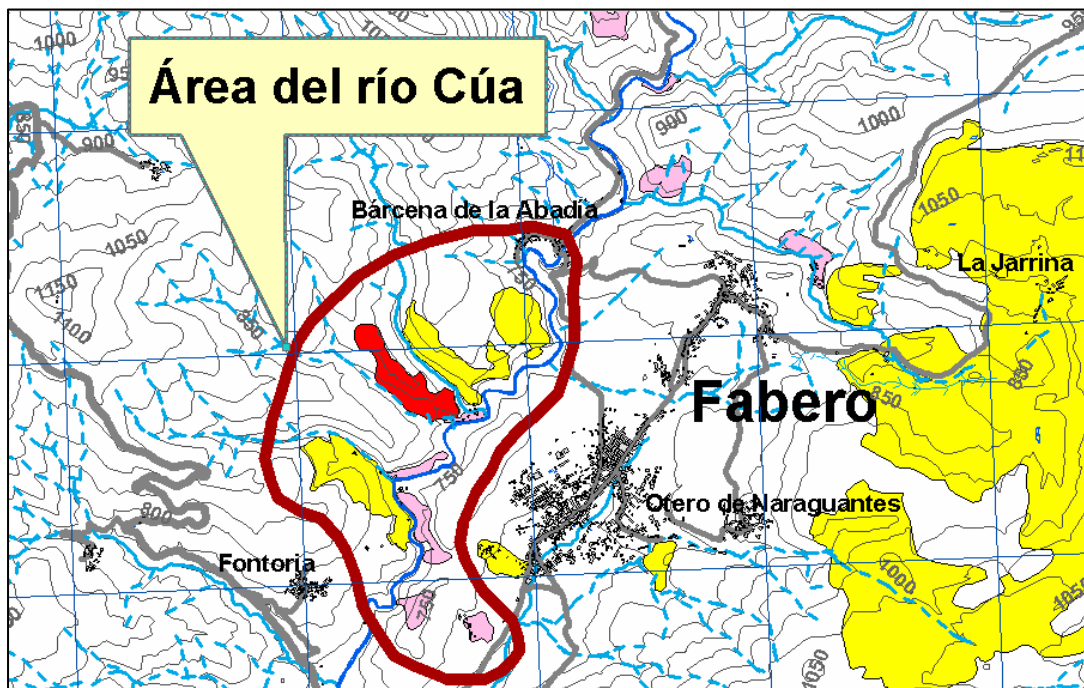


Figura 7.1. Propuesta de la zona del río Cúa como Área Significativa de Especial Actuación.

– *Área del río Sil.*

Se sitúa en el río Sil, desde aguas arriba de Santa Cruz del Sil hasta el pueblo de Toreno. La problemática ambiental principal es debido a la mala gestión de los lavaderos activos que vierten los finos de los lavaderos al río y que, puntualmente y hasta que van decantando, dan a las aguas del río un color oscuro que afecta a los macroinvertebrados e ictiofauna del río. Una de las escombreras en autocombustión emite SO_2 a la atmósfera.

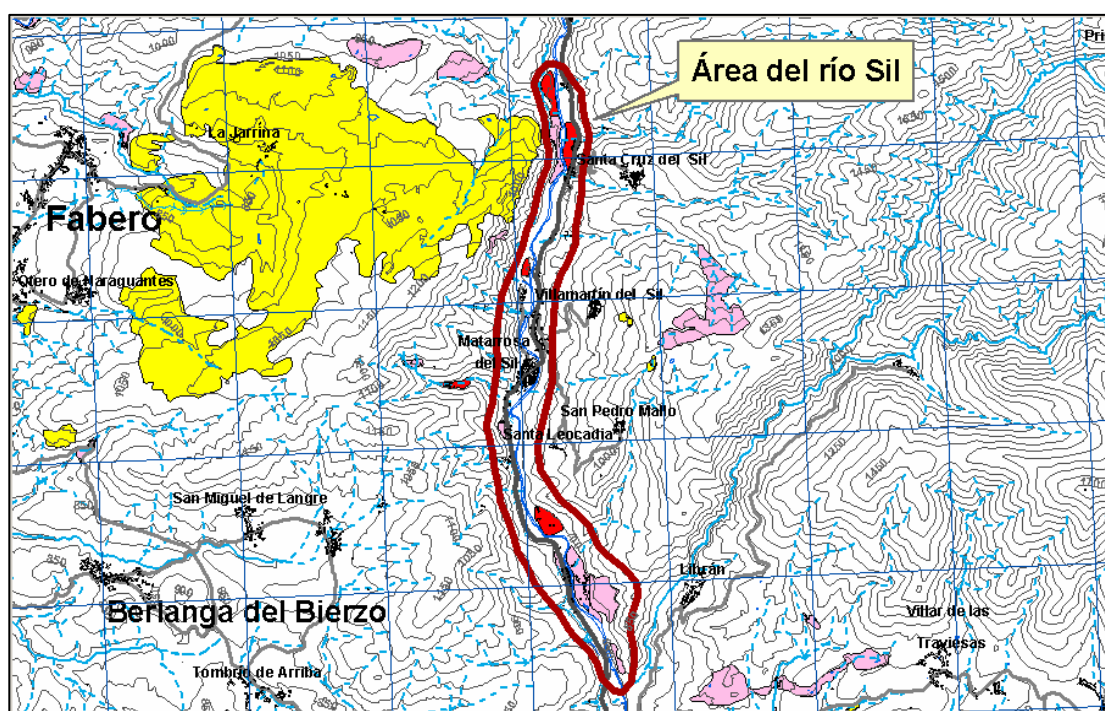


Figura 7.2. Propuesta de la zona del río Sil como Área Significativa de Especial Actuación.

– *Área de Tremor de Arriba.*

Se sitúa al norte de Tremor de Arriba y esta constituida por varios cielos abiertos, escombreras de minería de interior y lavadero, y bocaminas con drenajes ácidos. Afecta a más de 200 ha; introduce cambios en la red hidrográfica y la dinámica fluvial; importante afección por ocupación de fondos de valle con eliminación de la vegetación edafófila del aliso; y modificación del sistema geomorfológico, hidrológico y ecológico con desaparición de la vida animal de varios arroyos y del río Tremor en una parte significativa del curso. Es la zona más compleja dada la variante causas-efectos que crea un impacto

acumulado y sinérgico crítico. Así mismo, es la que ofrece la oportunidad de aplicación de estudios y tecnologías de corrección de impactos más variada e importante.

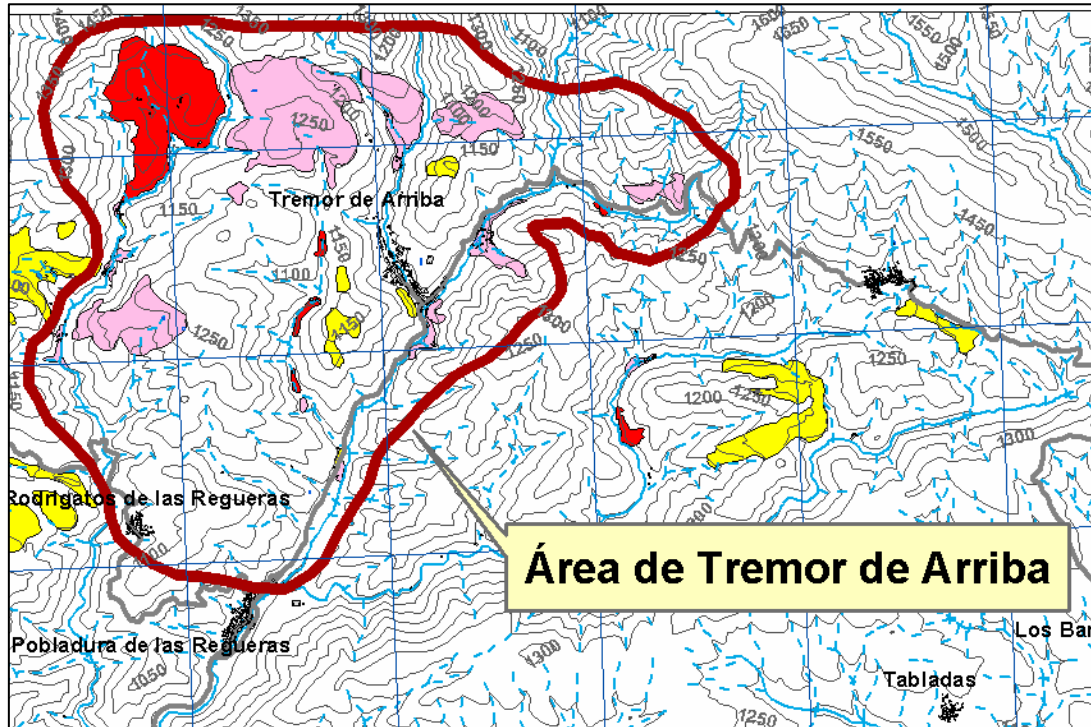


Figura 7.3. Propuesta de la zona denominada Tremor de Arriba como Área Significativa de Especial Actuación

– *Área de Torre del Bierzo.*

Se circunscribe al entorno del pueblo de Torre del Bierzo, río Tremor, arroyo La Silva y la zona situada al sur de este arroyo. Es un área muy amplia con cielos abiertos, escombreras de minería de interior y arroyos afectados por aguas ácidas. El arroyo La Silva, afectado por aguas ácidas, es un río muerto debido al bajo pH de sus aguas que libera metales pesados a lo largo de su curso. Hay varios arroyos con una o ambas vertientes ocupadas por varios km de escombreras; pueblos con el entorno urbano degradado por grandes escombreras; amplias superficies con grandes cielos abiertos sin restaurar o en fase de restauración que necesitan de medidas intensivas, en el tiempo, para recuperar el espacio natural degradado. Es después del área de Tremor de Arriba la zona ambientalmente más compleja.

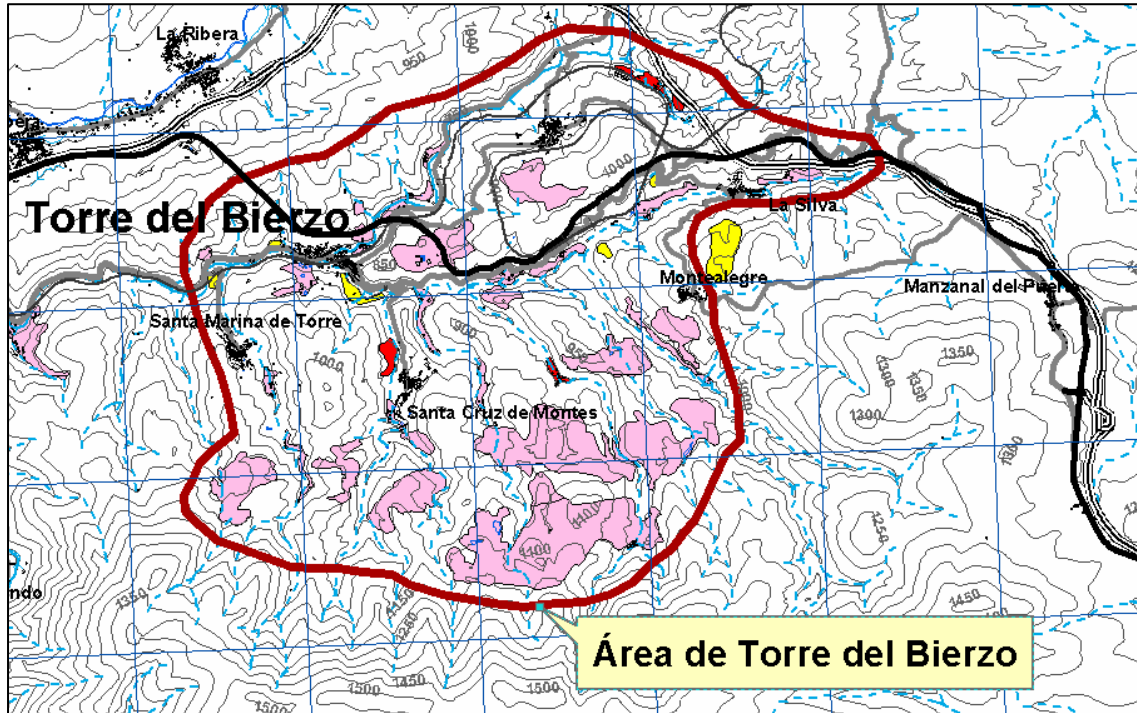


Figura 7.4. Propuesta de la zona de Torre del Bierzo como Área Significativa de Especial Actuación.

– *Otras aéreas memores.*

Sin llegar a la complejidad de las anteriores hay otras zonas entre las que destacan:

- *La estructura 128III2001*, cielo abierto con un impacto ambiental crítico. Entre su problemática ambiental hay que destacar la existencia de un deslizamiento rotacional en el talud de muro, alteración de la red hidrográfica, producción de aguas ácidas que afecta al arroyo Valdesamario que en su día tuvo una de las mejores poblaciones de trucha autóctona de la provincia de León (Fig. 7.5 y Fotografía 7.1).
- *La estructura 127III4001* que ocupa una superficie de más de 100 ha de una ladera visible desde Noceda y San Juan de Cabanillas. El espacio, degradado con trincheras, escombreras de cielo abierto, escombreras de interior sin restaurar o una restauración testimonial afecta a un bosque de melojos con presencia de encinas y áreas degradadas de melojos con brezos, *Genistello tridentate* y *Cytiso scoparii* (Fig. 7.6 y Fotografía 7.2).



Fotografía 7.1.- Cielo abierto 128III2001



Fotografía 7.2.- Cielo abierto 127III4001

8. BIBLIOGRAFÍA.-

- Achterberg, E., Herzl, V., Braungardt, C. y Millward, G. (2003). “Metal behaviour in an estuary polluted by acid mine drainage: the role of particulate matter”. *Environmental Pollution*, 121, 283-292.
- Alcaraz Ariza, F., Asensi Marfil, A. (1987): “La vegetación de España”. Ed. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.
- Berger, A., Bethke, G. y Krumhansl, J. (2000). “A process model of natural attenuation from a historic mining district”. *Applied Geochemistry*, 15, 655-666.
- Blanco, J.C., González, J.L., (1992): “Libro rojo de los vertebrados de España”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Chinery, M. (1997): “Guía de campo de los Insectos de España y de Europa”. Ed. Omega. S.A. Barcelona.
- Cobertera Laguna, E., (1993). “Edafología aplicada, suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales”. Ed. Cátedra, S.A. Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Norte. (2005). “Datos de análisis químico en Arroyo La Silva”.
- ENADIMSA (1982). “Plan Director de la Cuenca de El Bierzo II”. Ministerio de Industria y Energía.
- Gomez-Campo, C. (1987): “Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Gloria Rosas, M.A., García Valdecasas, A., (1992). “Invertebrados españoles protegidos por convenios Internacionales”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.

- García Valdecasas, A., Vaticón, N., " Los invertebrados de agua dulce". Ed. Penthalon. Madrid. 1988.
- Gómez Orea, D. (1994). "Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico". IGME.
- Hammarstrom, J.M., Seal II, R., Meier, A. y Kornfeld, J. (2005). "Secondary sulfate minerals associated with acid drainage in the Eastern US: recycling of metals and acidity in surficial environments". *Chemical Geology*, 215, 407-431.
- IGME. (2006). "Resultados preliminares del proyecto sobre Recuperación medioambiental de la cuenca minera del Bierzo". IGME.
- IGME. (1980). "Aplicación metodológica a Cielo Abierto; 3 Vol. (Montealegre, La Granja de San Vicente y Torre del Bierzo. León)". IGME.
- IGME. (1984). "Revisión y síntesis geológico-minera de la Cuenca Carbonífera de El Bierzo" (León). IGME.
- IGME. (1985). "Actualización del inventario de recursos nacionales de carbón". IGME.
- Kim, J.J. y Kim, S.J. (2003). "Environmental, mineralogical, and genetic characterization of ochreous and white precipitates from acid mine drainages in Taebaeg, Korea". *Environmental Science Technology*, 37, 2120-2126.
- López González, G. (1982): "La guía Incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica". Incafo S.A. Madrid.
- Mennerat, M. (1994). « Chaisemartin, C. "Méthodes d'étude de la qualité biologique du milieu aquatique: application a l'industrie minière". Mines et carrières. Industrie minière. Volume 76.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2006). "Datos de calidad de aguas de la Red ICA-COCA".

- Montero, I., Brimhall, G., Alpers, C. y Swayze, G. 2005. Characterization of waste rock associated with acid drainage at the Penn mine, California, by ground-based visible to short-wave infrared reflectance spectroscopy assisted by digital mapping. *Chemical Geology*, 215, 453-472.
- Murad, E. y Rojik, P. 2003. Iron-rich precipitates in a mine drainage environment: Influence of pH on mineralogy. *American Mineralogist*, 88, 1915-1918.
- Porta Casanellas, J. López-Acevedo, M., Roquero, C. (1994): "Edafología, para la agricultura y el medio ambiente".Ed. Mundi-prensa. Madrid.
- Rivas Martínez, S., (1987). "Mapa de series de vegetación de España". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Purroy, J.F., (1997). "Atlas de las aves de España". SEO/ Bird life. Ed. Lynx. PONER PROVINCIA
- Streble. H, Krauter. D. (1987). "Atlas de los microorganismos de Agua Dulce". Ed. Omega. Barcelona.
- Swedlund, P. y Webster, J. (2001). "Cu and Zn ternary surface complex formation with SO₄ on ferrihydrite and schwertmannite". *Applied Geochemistry*, 16, 503-511.
- Tachet. H., Bournaud. M. (1984). "Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces". Université Lyon. France.
- Tebbutt.T.H.Y. (1990). "Fundamentos de control de la calidad del agua". Universidad de Birmingham. Ed. Limusa. Mexico.
- Viada, C. (1998). "Áreas importantes para las aves en España". 2ª edición Monografía nº 5 SEO/ Bird Life. Madrid.
- Wetzel.R.G. (1981). "Limnología".Ed. Omega. Barcelona.