

PLAN DE RESTAURACIÓN DE LOS TRABAJOS A  
REALIZAR EN EL PROYECTO DEL PERMISO DE  
INVESTIGACIÓN PARA RECURSOS DE LA  
SECCIÓN C) “PEÑASQUITA” N° 3585,  
SITUADO EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE  
EMBIZ DE ARIZA, VILLALENGUA, ALHAMA DE  
ARAGÓN, BUBIERCA Y CETINA (ZARAGOZA).



*PETICIONARIO:* HISPANO MINERO DE ROCAS S.L.U

Julio 2025

---

## INDICE:

INTRODUCCIÓN.....	4
<b>PARTE I.....</b>	<b>6</b>
1.- LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DONDE SE PRETENDE UBICAR LA ACTIVIDAD.....	7
1.1.- LOCALIZACIÓN, INFRAESTRUCTURAS Y COMUNICACIONES .....	7
2. DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO.....	9
2.1. MARCO GEOLÓGICO .....	9
2.2.- CLIMATOLOGÍA .....	47
2.3.- EDAFOLOGÍA .....	48
2.4.- FAUNA:.....	49
2.5.- VEGETACIÓN POTENCIAL Y ACTUAL.....	55
2.6.- PAISAJE .....	60
2.7.- CALIDAD DEL AIRE.....	62
2.8.- ENCLAVES DE INTERÉS MEDIOAMBIENTAL: .....	62
RIESGO DE INCENDIO FORESTAL.....	70
3. DEFINICIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	71
3.1 POBLACIÓN .....	71
3.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	71
<b>PARTE II.....</b>	<b>73</b>
1.- PROCEDIMIENTO Y PLAN DE INVESTIGACIÓN. ....	74
2.- MEDIOS A EMPLEAR.....	81
3.- ANÁLISIS DE LOS ACCESOS A LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN. ....	82
4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	83
4.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES AFECCIONES. ....	84
4.1.1. ALTERACIÓN VISUAL.....	84
4.1.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS. ....	85
4.1.3. AUMENTO DE LOS NIVELES SONOROS.....	85
4.1.4. ALTERACIONES MORFOLÓGICAS. ....	85
4.1.5. ALTERACIONES SOBRE LA VEGETACIÓN.....	86
4.1.6. AFECCIONES SOBRE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ....	87
4.1.7. AFECCIONES SOBRE LA FAUNA Y LOS HÁBITATS FAUNÍSTICOS. ....	88
4.1.8. AFECCIONES SOBRE LAS VÍAS PECUARIAS. ....	88
4.1.9. AFECCIONES SOBRE LOS MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA. ....	88
4.1.10. AFECCIONES SOBRE LOS ENTORNOS PROTEGIDOS.....	88
4.1.11. AFECCIONES SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS.....	89
4.1.12. AFECCIONES SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO. ....	89
5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA RESTAURACIÓN DEL TERRENO AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.....	90
5.1 MEDIDAS RELATIVAS A LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y EL AUMENTO DE LOS NIVELES SONOROS.....	92
5.2 MEDIDAS RELATIVAS A LA ALTERACIÓN MORFOLÓGICA.....	93

5.3 MEDIDAS RELATIVAS A LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS.....	93
5.4. TABLA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA RESTAURACIÓN DEL TERRENO AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.....	95
6.-PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA .....	96
<b>PARTE III.....</b>	<b>100</b>
<b>PARTE IV.....</b>	<b>102</b>
1.-ALCANCE Y OBJETIVOS.....	103
<b>PARTE V .....</b>	<b>104</b>
1.- PRESUPUESTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN .....	105

# INTRODUCCIÓN

La empresa HISPANO MINERA DE ROCAS S.L.U. con domicilio a efectos de comunicación en C/ Villa de Chiprana nº62 Bajo C. 50002 Zaragoza CIF B-44207108, solicitó con fecha 1 de mayo de 2025 el Permiso de Investigación para todos recursos de la sección C), especialmente arcillas, calizas y arenas caoliníferas, denominado “PEÑASQUITA” con un total de 55 cuadrículas mineras en los términos municipales de Embiz de Ariza, Villalengua, Alhama de Aragón, Bubierca, Cetina (Zaragoza).

El Servicio Provincial de Minas de Zaragoza, comprobó que las 55 cuadrículas mineras solicitadas eran francas y registrables a fecha de la solicitud.

Al permiso de investigación “PEÑASQUITA” se le ha asignado el nº de registro 3585.

La empresa HISPANO MINERA DE ROCAS S.L.U. se acoge al Reglamento General de Protección de Datos.

En este documento se presenta el Plan de Restauración ajustado a los contenidos mínimos del Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Así, el presente Plan de Restauración consta de los siguientes documentos:

- **Memoria**
  - Introducción
  - PARTE I.-Descripción detallada del entorno previsto para desarrollar las labores mineras
  - PARTE II.-Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la explotación de recursos minerales
  - PARTE III.-Medidas previstas para la rehabilitación de los servicios e instalaciones anejas a la explotación de recursos minerales
  - PARTE IV.-Plan de Gestión de Residuos

-PARTE V.-Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de rehabilitación

- **Anexos**

# **PARTE I**

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO PREVISTO PARA DESARROLLAR LAS LABORES MINERAS**

# 1.- LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DONDE SE PRETENDE UBICAR LA ACTIVIDAD

## 1.1.- LOCALIZACIÓN, INFRAESTRUCTURAS Y COMUNICACIONES

El Permiso de Investigación “Peñasquita” nº 3585 se localiza en los términos municipales de Embiz de Ariza, Villalengua, Alhama de Aragón, Bubierca, Cetina (Zaragoza).

Se sitúa entre las hojas topográficas escala: 1/50.000 número 408 y 436, denominadas Torrijo de la Cañada y Alhama de Aragón respectivamente. La altitud media de la zona que nos ocupa ronda los 900 m.s.n.m.,. Las coordenadas geográficas que delimitan las 55 cuadrículas referidas al meridiano de Greenwich (ETRS 89) son:

Nº DE PUNTO	LONGITUD (W)	LATITUD (N)
P.p. 1	1° 56'20''	41° 24'20''
2	1° 56'00''	41° 24'20''
3	1° 56'00''	41° 23'00''
4	1° 55'40''	41° 23'00''
5	1° 55'40''	41° 22'40''
6	1° 55'20''	41° 22'40''
7	1° 55'20''	41° 21'00''
8	1° 55'00''	41° 21'00''
9	1° 55'00''	41° 20'40''
10	1° 54'40''	41° 20'40''
11	1° 54'40''	41° 20'20''
12	1° 53'40''	41° 20'20''
13	1° 53'40''	41° 19'40''
14	1° 54'20''	41° 19'40''
15	1° 54'20''	41° 21'00''
16	1° 56'00''	41° 21'00''
17	1° 56'00''	41° 20'40''
18	1° 56'20''	41° 20'40''
19	1° 56'20''	41° 21'00''
20	1° 56'40''	41° 21'00''
21	1° 56'40''	41° 21'40''
22	1° 57'20''	41° 21'40''
23	1° 57'20''	41° 22'40''
24	1° 57'40''	41° 22'40''
25	1° 57'40''	41° 23'00''
26	1° 56'40''	41° 23'00''
27	1° 56'40''	41° 23'40''

28	1° 56'20''	41° 23'40''
P.p.1	1° 56'20''	41° 24'20''

*Tabla 1. Coordenadas permiso de Investigación.*

El acceso a la zona de estudio puede realizarse desde la carretera A-1501 desde Embiz de Ariza hasta su concesión con la A-2, tomando los caminos que salen en su margen derecha, así como desde la A-2 hacia Alhama de Aragón y Bubierca, tomando caminos que salen desde estos municipios hacia la zona de estudio.

Las parcelas sobre las que se desarrollen las labores de investigación serán arrendadas y se dejarán a sus propietarios en la misma situación en la que estaban de forma previa a la realización de las labores.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO.**

### **2.1. MARCO GEOLÓGICO**

#### **2.1.1. Marco geológico**

El área que nos ocupa está situada al SO de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica cuyas estribaciones ocupan su parte oriental y pertenece administrativamente a la provincia Zaragoza.

Geológicamente, la región comprende en el Este los afloramientos paleozoicos del Macizo de Ateca, a los que se adosan por el Oeste los mesozoicos plegados y a los que recubren en el vértice NE depósitos terciarios de la cuenca de Calatayud. Al Oeste de la línea Deza-Cihuela-Embid se extienden los rellenos terciarios de la cuenca de Almazán.

#### **2.1.2. Estratigrafía**

En la zona del Permiso de Investigación afloran los materiales paleozoicos del Cámbrico y Ordovícico cartografiados según las distintas formaciones que tradicionalmente se consideran; el Trías en sus tres facies; el Cretácico superior desde la Formación Arenas de Utrillas hasta la regresión fini-cretácica y el Terciario y Cuaternario que rellenan las cuencas de Almazán y Calatayud.

La zona forma parte del Macizo de Ateca, una serie de afloramientos paleozoicos de dirección NO-SE pertenecientes a la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Este macizo se encuentra limitado al norte por la Cuenca intramontañosa de Calatayud y al sur por la Cuenca de Almazán. La serie estratigráfica del Macizo de Ateca consta de materiales del Cámbrico basal hasta el Ordovícico, estando ausente el resto de la serie paleozoica (Aparicio *et al.*, 1991).

### **1. CÁMBRICO**

#### **1.1. Cuarcitas de Bámbola. Cuarcitas (1). Cámbrico inferior**

Los principales afloramientos de esta formación se sitúan en los alrededores de Torrijo de la Cañada, donde se han realizado cuatro cortes que sirven para su caracterización sedimentológica y donde se han podido medir, sin llegar a la base, unos 600 m de serie, dividida en dos conjuntos cuarcíticos separados por un tramo pelítico. Las series

parciales permiten definir las características de ambos conjuntos. El inferior está constituido por cuarcitas en cuerpos masivos de grano grueso, de 1 a 5 m a veces amalgamados, con bases erosivas y techos planos, con estratificación cruzada de gran escala y frecuentemente bimodal.

Hacia el techo los cuerpos están estratificados. Suelen ser barras de 0,5 m sigmoides, separadas por intervalos centrimétricos con estratificación *flaser*. A veces son sigmoides separados entre sí por intervalos con estratificación *flaser* y lenticular. Pueden ser también lentejones de areniscas intercalados con pequeños sigmoides.

En el conjunto superior, los cuerpos cuarcíticos, organizados en ciclos estrato y granocrecientes, están compuestos por sigmoides con intervalos de laminación, *ripples*, bimodales frecuentemente, y abundante bioturbación. Se adivina acreción lateral y las barras están cortadas por canales con estratificación cruzada en surco.

En conjunto, esta formación, podría interpretarse como la superposición de dos sistemas deltaicos separados por un momento de nivel del mar alto (aumento de lutitas). El inferior, dominado enteramente por la acción de las mareas, es decir, deltaico de tipo estuarino (macro o mesomareal), y el superior, mixto, con dominio fluvio-mareal (micro o mesomareal).

Petrológicamente son cuarzoarenitas con escasa matriz arcilloso-micácea, su textura al microscopio es simétrica y heterométrica y están compuestas de cuarzo, sericita, minerales de hierro y apatito.

La ausencia de fauna impide una atribución cronoestratigráfica concreta, pero por correlación con otras zonas se le atribuye a esta formación una edad Cámbrico inferior.

## **1.2. Formación Embid y Formación Jalón. Arcillas abigarradas. pizarras y niveles de cuarcitas (2). Cámbrico inferior**

Por situarse los afloramientos en una zona fuertemente tectonizada no se han podido separar cartográficamente ambas formaciones. La serie levantada a lo largo del río Carabán, al mismo tiempo que permite identificar estas formaciones dentro de una secuencia mayor (Embid-Ribota), permite estimar su potencia en unos 350 m y suponer el contacto entre éstas y la cuarcita de Bámbola como discordante, dado el brusco cambio de facies.

La serie comienza con pizarras con intercalaciones de areniscas, que por tectonización y alteración presentan colores azulados, grises, verdes y rojos. Las areniscas, intercaladas en bancos de no más de 0,5 m tienen granulometría fina a muy fina y no presentan organización cíclica alguna.

Posteriormente, los tramos pelíticos de 5 m de espesor presentan estratificación lenticular. Se dan grandes superficies con *ripples* cubos de pirita, bioturbación e intercalación de cuerpos areniscosos organizados en ciclos *thickening-coarsening upwards* de 5 a 8 m, que, hacia el techo, presentan frecuentes laminaciones cruzadas planares, con cierto retoque mareal (*sigmoidal bedding*).

Ocasionalmente se desarrolla algún nivel de carbonato de 0,3 m con fina laminación.

Sedimentológicamente estas unidades forman parte de una secuencia mayor, Embid-Ribota, representando una plataforma inferior siliciclástica a la que se superpone otra superior carbonatada (Ribota). A su vez la plataforma inferior está constituida por un tramo dominado por tormentas (pelítica), cuyo oleaje ocasiona estratificación *hummocky* sobre el fondo de una plataforma distal. Cuando la tormenta es débil ocasiona delgadas capas de areniscas derivadas de suspensiones turbulentas diluidas. Los niveles areniscosos superiores corresponden a las barras de desembocadura de los canales distributarios de un delta sometido a mareas (micro a mesomareal) y los nivelillos de carbonato se interpretan como depósitos intra y supramareales en momentos de aporte fluvial nulo.

Petrográficamente, las muestras estudiadas son pizarras bandeadas con orientación poco marcada, mínima recristalización metamórfica y compuestas por sericita, cuarzo, turmalinas, circón, apatito y clorita.

La atribución cronoestratigráfica al Cámbrico inferior se realiza por posición estratigráfica y correlación con otras zonas.

### **1.3. Formación Dolomías de Ribota (3). Cámbrico inferior**

Corresponde a la parte final de una secuencia mayor (Embid-Ribota) cuyos términos inferiores se describen en las formaciones anteriores. Su potencia es de unos 80 m.

Se trata de dolomías tableadas y masivas, originalmente calizas, con alguna intercalación de calizas margosas y margas.

La estratificación es de mediana a gruesa marcando ciclos estratocrecientes. Se suelen dar dos tipos de secuencias, una que empieza con base erosiva con cantos de nivel subyacente *ripples* y laminación algal, para terminar en costras ferruginizadas. El otro tipo de secuencia comienza por margas o margo-calizas, encima un término con *ripples* y en el techo un paquete dolomítico, ocasionalmente brechoide, con estratificación cruzada en surco.

Sedimentológicamente, se trata de una plataforma carbonatada, con la que termina la secuencia Embid-Ribota, que corresponde a una parte proximal, muy somera, oscilante entre el intramareal y el submareal.

Bajo el punto de vista petrográfico, se trata de calcoesquitos de textura pizarrosa, compuestos por sericita, carbonatos, cuarzo, minerales de hierro y circón.

La atribución al Cámbrico inferior ha podido realizarse en la región de Calatayud, donde se han podido clasificar: *Strenuaeva incondita*, *Kingaspis velatus* y *Lusatiops ribotanus*.

#### **1.4. Formación Huérmeda. Pizarras grises (4). Cámbrico inferior**

Aflora en una banda, de dirección N-S, a lo largo de la cual se encaja el río Carabán. Aunque se han medido 270 m, su potencia es probablemente mayor.

Litológicamente es una monótona serie de pizarras, cuya composición esencialmente es arcillosa, de colores grises y verdes que en la zona basal presenta esporádicas intercalaciones de delgadas capas de turbiditas diluidas y en la zona superior algo más limosa y/o de arena fina.

Aunque tradicionalmente se interpreta como depósitos de llanura de marea, del estudio sedimentológico que figura en la documentación complementaria se pueden extraer los siguientes comentarios: «A juzgar por su desarrollo y potencia, se interpreta como perteneciente a una parte distal de una plataforma siliciclástica; es decir, en un área prodeltaica dominada tan sólo por procesos de tormentas poco intensas.» «La parte superior de la serie podría representar las zonas distales del frente deltaico.»

Petrológicamente, se clasifican como pizarras limolíticas, pudiéndose observar un bandeo composicional y oblicuo a la estratificación, a unos 50°, y esquistosidad de crenulación. Su composición mineralógica es mica blanca, cuarzo, clorita, minerales de hierro y turmalina.

La atribución cronoestratigráfica, como en otras unidades del Cámbrico donde no existe fauna, tiene que realizarse por posición estratigráfica, en este caso al Cámbrico inferior.

### **1.5. Formación Areniscas de Daroca (5). Cámbrico inferior**

Con una potencia de 200 m, esta formación tiene un buen control de campo al estar intercalada entre monótonas series pizarrosas (Huérmeda y Almunia). Está constituida por areniscas de tonos blanquecinos y amarillentos de aspecto masivo y poco cementadas, organizadas en capas entre 0,2 y 0,6 m de potencia y que ocasionalmente pueden alcanzar los 2 m e intercalar pizarras verdes. Tienen grano medio a grueso.

Sedimentológicamente, las secuencias tipo, grano y estratocrecientes representan los lóbulos deposicionales de un Sistema Turbidítico correspondiente a momentos de *low standing*.

Esta formación comprende el tramo inferior de una secuencia turbidítica mayor y completa (la de Daroca) que continúa hacia techo con Facies Pelíticas, que intercalan cuerpos arenosos con estructura deposicional típica de *channellevee*.

El análisis petrológico realizado en las muestras tomadas en esta unidad la clasifica como metalimolita, cuarzo-feldespática-micácea, con una composición 50 % de cuarzo, 40 % de plagioclasa y en 10 % de mica (fundamentalmente blanca). Los cristales de cuarzo aparecen soldados unos con otros. Las micas, y ocasionalmente las vetas de cuarzo y los sulfuros oxidados, son los encargados de marcar la esquistosidad.

La ausencia de fauna no nos permite una precisión mayor que la de atribuir a esta formación una edad Cámbrico inferior

### **1.6. Formación Almunia pizarras (6). Cámbrico medio-superior**

Con el término genérico de Formación Almunia se ha cartografiado un potente conjunto pizarroso que probablemente incluye unidades bien definidas en otras zonas, pero que por dificultades de afloramiento no es posible independizar aquí.

Estarían incluidas la Formación Valdemedes, que adopta otras denominaciones como pizarras de Murero, y la Formación Almunia la cual en la zona de Daroca permite la individualización de cinco miembros y que en esta zona se denomina como capas de Acón y Villafeliche.

Litológicamente son pizarras grises y verdes que intercalan areniscas de grano fino y ocasionalmente margas limolíticas con nódulos dolomíticos y piritosos. Las estructuras

más frecuentes son laminación de *ripples* y paralela, así como estratificación *lenser* en las pizarras. La bioturbación oscila entre moderada a intensa.

Desde el punto de vista sedimentológico, forma parte de dos secuencias definidas en el informe sedimentológico, que son las secuencias Daroca y Ateca. (Los 700 m del tramo superior de la secuencia de Daroca y los metros inferiores de la secuencia de Ateca, que ya se indica en dicho informe, puede corresponder con lo que ha venido denominándose miembro D de la Formación Almunia.) El tránsito entre ambas secuencias no es posible verlo en ningún punto por lo que la naturaleza del contacto queda indeterminada.

Tanto en una como en otra secuencia, el origen de estos materiales tiene un claro carácter turbidítico; es decir, el proceso que los originó es del tipo transporte/sedimentación, típico de un flujo gravitativo caracterizado por la tracción más la decantación. Serían Facies Turbidíticas de nivel de mar alto, ligadas directamente al Sistema Deltaico del cual, por resedimentación, derivan. La presencia de estructuras *hummocky*, que indica una génesis turbulenta, debida a tormentas en una plataforma lejos de la acción de las mareas y oleaje, ratifican dicha génesis.

El estudio al microscopio permite clasificar los materiales como pizarras limolíticas compuestas por cuarzo, mica blanca, clorita, esfena, turmalina y circón. La estratificación, marcada por el cuarzo forma un ángulo de unos 40° con la esquistosidad marcada por la mica.

La presencia de fauna en las capas de Manubles (equivalentes a Valdemiedes) como *Termierella* sp. y *Acadoparadoxides mureroensis* SDZUY, los trilobites de las pizarras de Murero en la zona de *Pardailhan* y en parte de la zona de *Solenopleurospis* y la no presencia de esta última en las capas de Acón parece que son criterios suficientes para asignar a la Formación Almunia la edad Cámbrico medio-Cámbrico superior.

### **1.7. Formación Valconchán. Cuarcitas inferiores (7). Cámbrico superior**

La Formación Valconchán está constituida, en su conjunto, por dos tramos cuarcíticos separados por un tramo pizarroso y ha sido descrita por SCHMITZ con el nombre de «cuarcita de barrera») o «cuarcita de límite») (Grenzquarzit), ya que en ella está el tránsito Cámbrico-Ordovícico, establecido con fauna por JOSOPAIT en 1.972. La naturaleza cuarcítica de los tramos de techo y muro, y su buena caracterización morfológica, han permitido dividir esta formación en tres unidades cartográficas.

El tramo cuarcítico inferior se ha caracterizado en la carretera de Ateca al pantano de la Tranquera y está formado por tramos métricos, con una organización interna, Tb-a· Ta-e según BOUMA (1.962) y granulometría fina a gruesa. Están retocados en superficie por ondulaciones debidas a laminación de tipo *hummocky*. Presentan organización general estrato y granocreciente, con un espesor mínimo de 0,5 m y máximo de 1,3 m.

En numerosos puntos de la región, a techo de esta unidad, se han encontrado conglomerados. En un paraje próximo 2 km más al Sur (El Puntalejo) se han observado fosfatos.

Sedimentológicamente, este tramo detrítico forma parte de una secuencia mayor turbidítica como nos indica su estructuración interna, laminación y organización cíclica.

El estudio microscópico de estas cuarcitas permite clasificar petrológicamente la roca como meta-limolitas cuarzo-feldespáticas. Su composición mineralógica es cuarzo, feldespatos potásico, mica blanca, biotita, rutilo, turmalina, circón y limolita, siendo la matriz arcillo-micácea escasa (50 %) y el feldespatos del orden del 15 %.

En este tramo, JOSOPAIT (1.972) cita *Billingsella jalonensis* y *Cruziana semiplicata* que datan el Cámbrico superior.

## **2. ORDOVÍCICO**

### **2.1. Formación Valconchán. Pizarras (8). Tremadociense**

Aflora en la zona Este de la Hoja, ocasionando zonas morfológicamente deprimidas en contraste con las formaciones cuarcíticas infra y suprayacentes. Su caracterización sedimentológica se ha realizado en el corte de la Tranqueta (Hoja de Ateca). en las proximidades del cementerio de Castejón de las Armas.

Está constituida por pizarras grises azuladas con intercalaciones de lentejones de arenisca de grano fino a muy fino.

La estratificación es de tipo lenticular, a veces de gran escala, siendo frecuentes los *ripples*.

Sedimentológicamente se incluye esta formación en la serie «turbidítica» de Ateca a la Tranquera, y más concretamente, en el término superior de la Secuencia de Ateca. Se desconocen las plataformas cuya parcial o total destrucción ha dado lugar a estos Sistemas «Turbidíticos», pero el cambio brusco en la vertical desde estas facies diluidas, asimilable a facies de *channellevee*, a capas con facies predominantemente

areniscosas de la unidad suprayacente, permiten establecer el límite de una unidad estratigráfica mayor. Las facies diluidas se presentan en capas delgadas, pelíticas y frecuentemente con *slumping*.

Petrológicamente se trata de una pizarra limolítica compuesta de mica blanca, cuarzo, minerales de hierro y turmalina. La recristalización metamórfica es mínima y afecta solamente al material pelítico. Los granos de cuarzo son subangulosos y aparecen rodeados por los productos arcillo-micáceos.

La edad de estos materiales se sitúa en el Tremadociense por posición estratigráfica y similitud de facies con otras zonas próximas.

## **2.2. Formación Valconchán. Cuarcitas superiores (9). Tremadociense**

Por la morfología tan definida con la que aflora ha podido individualizarse en tres unidades cartográficas (7, 8 y 9), termina con esta serie cuarcítica que origina un conjunto de crestones alineados en la dirección general de la serie, SSE-NNO, partiendo del ángulo inferior derecho de la Hoja.

Tradicionalmente estos niveles cuarcíticos constituyen, junto con las cuarcitas inferiores (7). La «cuarcita límite» (Grenzquarzit), aunque en realidad este nivel de cuarcitas superiores está por encima del límite Cámbrico-Ordovícico.

Esta unidad, que presenta una potencia de entre 150 y 200 m, está constituida por cuarcitas, en capas gruesas a muy gruesas, las cuales presentan retoques con laminación de tipo *hummocky*.

La laminación es cruzada o paralela, las estratificaciones *lenser* o *wavy* y presentando, hacia el techo, bioturbación y costras ferruginosas.

Estos materiales forman secuencias positivas que se inician en un cuerpo arenoso, con estructura interna de estratificación cruzada planar y de surco, con superficies erosivas y ocasionalmente laminación paralela, y sobre ellos, materiales más finos por lo general bioturbados.

Sedimentológicamente, esta unidad constituye la base de un sistema mayor turbidítico denominado Secuencia de Castejón de las Armas-Carenas, caracterizado en la carretera del embalse de la Tranquera (1.760 m) en la Hoja de Ateca (437) y en el arroyo del Valle (1.300 m) en la Hoja de Borobia (380) (Informe Complementario).

Los estudios petrológicos permiten clasificar los materiales de esta unidad como metalimolitas cuarzo-feldespáticas, compuestas por cuarzo, feldespato, productos arcillomicáceos y opacos.

Se le atribuye, por posición estratigráfica, una edad Tremadociense

### **2.3. Formación Borrachón. Pizarras verdes (10). Tremadociense**

Aflora en una banda paralela a la unidad anterior, presentando una morfología de suaves lomas y zonas abarrancadas. Se ha estudiado en el corte del pantano de la Tranquera.

Los sedimentos dominantes son pizarras y limolitas verdes a negras entre las que se intercalan areniscas y cuarcitas de capas generalmente menores de 1 m, aunque ocasionalmente pueden tener 5 m. La potencia del conjunto en la zona es de unos 800 m.

Las lutitas se presentan bioturbadas, con aspecto masivo y se disponen en estratos con geometría tabular de hasta 20 m. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son laminación cruzada de oscilación y corriente *wavy* y *lenser*, y laminación paralela.

Las areniscas intercaladas son de grano fino a grueso dominando el fino hacia el techo. Se presentan en estratos tabulares con bases canalizadas, estratificación cruzada planar de bajo ángulo, laminación paralela de alto flujo y localmente laminación *hummocky*.

Sedimentológicamente esta unidad constituye la Secuencia de Castejón de las Armas-Carenas, depositada en una plataforma distal con dominio de tormentas donde se resedimentan, con una sedimentación tipo «turbidítico» en sentido amplio, los materiales procedentes de un depósito turbidítico proximal.

Estas pizarras, analizadas petrológicamente, se clasifican como pizarras limolíticas y están compuestas de mica blanca, cuarzo (distribuido homogéneamente en un 30 %), clorita, opacos y minerales arcillosos.

Desde el punto paleontológico, SCHMITZ (1.971), JOSOPAIT (1.972) Y WOLF (1.980), en sus trabajos sobre esta unidad, señalan la presencia de trilobites, braquiópodos y crucianas como: *Asaphellus sp.*, *Dikelokephalina sp.*, *Shumardia sp.*, *Ectenoglossa sp.*, *Lingulepis cf. acuminata*. *Cruciana semiplicata*, *Cruziana furcifera* y *Cruziana rugosa*, así como una rica microfauna de acritarcos que permiten asignar estos sedimentos al Tremadociense.

## **2.4. Formación Deré. Areniscas y cuarcitas con niveles pizarrosos (11). Tremadociense**

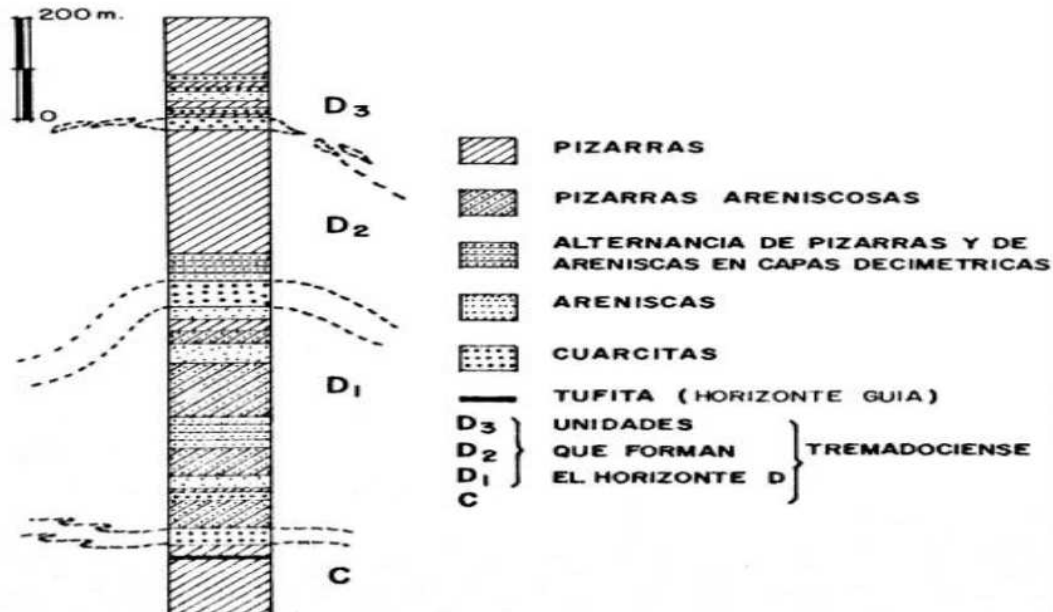
Dentro de la serie litoestratigráfica nos encontramos con la Formación Deré, de edad Tremadociense (Ordovícico inferior). Según Gutiérrez (1979), esta formación se caracteriza por tener más de 800 metros de pizarras, areniscas, pizarras areniscosas y cuarcitas. El término pizarra se utiliza en un sentido amplio en este caso, ya que realmente son filitas. La Formación Deré se puede dividir en las series D1, D2 y D3.

La serie D1 cuenta con unos 300 metros de espesor y está compuesta por cuarcitas masivas en su base, seguidas de un gran tramo de alternancia de cuarcitas esquistosas con capas decimétricas de filitas y areniscas. Hacia techo, comienzan a aparecer filitas negras. Finalmente, un paquete de cuarcitas masivas cierra la serie.

La serie D2 presenta 400 metros de espesor con unos primeros metros de alternancia de filitas y areniscas. El resto de la serie está compuesto principalmente por filitas entre las que hay tramos de filitas negras.

La serie D3, de unos 200 metros de espesor está formada por capas de arenisca y cuarcitas a muro. A continuación, capas de cuarcitas con esquistosidad en alternancia con areniscas, pero con predominio de las primeras. En el techo de la serie y de la formación se encuentran de nuevo capas de areniscas con escasas cuarcitas.

La mineralización se encuentra concretamente asociada a dos grupos de filones de cuarzo que atraviesan las capas de filitas. Uno de ellos se localiza hacia la base de la serie D2, mientras que el otro aparece hacia techo, en la zona de transición con la serie D3.



**Figura 1.** Columna estratigráfica de la Formación Deré en el barranco Galiano (próximo a las antiguas minas de La Pedraza). Tomado de Gutierrez (1979).

## 2.5. Formación Santed. Pizarras, areniscas y cuarcitas (12), Tremadociense-Arenigiense

Esta unidad, de la que se han medido en la serie del Pantano de la Tranquera 1.256 m (Informe Complementario), se sitúa entre la Formación Deré y los afloramientos Triásicos, recubriéndose hacia el Norte por los depósitos terciarios.

Está constituida por una alternancia de areniscas y lutitas pizarrosas de tonos ocre y verdosos con intercalaciones de cuarcita de igual tonalidad. Los cuerpos areniscosos, de espesor entre 0,5 y 1 m, se organizan en ciclos estrato y granocrecientes y están formados por capas con secuencias tipo Tb-e y Ta-e y granulometría fina a media. Las lutitas, que tienen, por lo general, un aspecto masivo, se disponen en niveles tabulares de hasta 10m de potencia que pueden presentar laminación paralela e Intercalan niveles de areniscas con estratificación lenticular. Los niveles cuarcíticos, de 1 a 2 m de potencia, presentan escasas intercalaciones de geometría tabular a lo largo de la serie.

Sedimentológicamente esta unidad, que pertenece a la Secuencia del Embalse de la Tranquera, corresponde a un sistema turbidítico con sus correspondientes facies de canales y channellevee, ya que la de los lóbulos constituye la unidad anterior.

Las pizarras estudiadas petrológicamente dan una composición de mica blanca, cuarzo, minerales carbonosos y opacos con muy baja recristalización metamórfica. Las areniscas se clasifican como meta-limolitas cuarzosas, con matriz arcillosa que ocupa al menos un 50 % de la roca e impide que los granos de cuarzo se toquen. Entre los opacos se han detectado turmalinas, biotita, rutilo y circón.

### **3. TRIÁSICO**

Los materiales triásicos afloran en Facies Germánicas y se localizan en el extremo Nororiental de la Hoja, en una banda de dirección NO-SE y en donde es posible diferenciar las tres unidades del Sistema Facies Buntsandstein, Facies Muschelkalk y Facies Keuper.

Sobre el Triásico de la región existe bibliografía entre las que destacan VIRGILI (1977) y VIRGILI et al. (1.977) que establecen dataciones de las unidades del Triásico, señalando su dicronía, sobre todo en el límite inferior. GARRIDO et al. (1.977), quienes establecen el estudio secuencial para el Trías germánico, así como su paleogeografía. VILAS et al. (1.977) estudian los afloramientos de los alrededores de Nuévalos. RAMOS (1.979) estudia el Triásico en un sector al Oeste de Molina de Aragón, y más recientemente, CAPOTE et al. (1.982) realizan un amplio estudio estratigráfico, sedimentológico y paleogeográfico en un área de la Ibérica próxima al sector de este estudio.

#### **3.1. Conglomerados y areniscas (13). Facies Buntsandstein**

Esta unidad, que reposa regionalmente mediante una discordancia sobre el Paleozoico, constituye la base de un relieve en cuesta que se alinea NO-SF

Ha sido estudiada por ROSELL et al. (Informe Complementario) en cuatro series de las cuales la más representativa es la de la Cañada del Zapatero. En esta serie se han separado cinco tramos (Fig. 3) cuya descripción es la siguiente:

a) 1 m de brecha formada por cantos de cuarcita con una matriz areniscosa y limolítica, unido por una pequeña cantidad de cemento calcáreo. Esta brecha aflora tan sólo en la serie situada más al N de este conjunto, es decir, en la de la Cañada del Zapatero. En el resto de las series, así como en ésta, el techo del Paleozoico se halla profundamente rubefactado.

b) 25 m de tramo pelítico rojo vinoso con pasadas verdosas. En él se intercalan delgadas capas de areniscas de grano fino, a veces bioturbadas, que dan lugar a una estratificación linsen.

Asimismo, localmente, y repetidas varias veces a lo largo del tramo (tres por lo general), existen intercalaciones de niveles de hasta 40 cm de espesor, finamente laminados, que con reservas, pueden asimilarse a crecimientos estromatolíticos. En el techo presentan siempre encostramientos ferruginosos, así como frecuentemente grietas de desecación. En las capas de arenas finas y muy finas con estratificación lenticular son frecuentes los pseudomorfs de sal.

c) 17 m de tramo compuesto por cuerpos areniscosos intercalados en una serie pelítica. Estos cuerpos areniscosos poseen, por lo general, una granulometría de mediana a fina. Los estratos poseen, como máximo, 50 cm de espesor. Presentan la base plana, neta, a veces, con una acumulación de cantos blandos y el techo ondulado. Intermitentemente existen, por lo general, laminaciones paralelas, aunque en algunos casos no es visible su organización. Algunas veces, a techo se hallan bioturbadas, o bien presentan un encostramiento más o menos desarrollado de minerales de hierro.

Estos cuerpos de arenisca, depositados a partir de flujos gravitorios, se encuentran en su parte superior, ya retrabajados parcial o totalmente por corrientes tractivas, ya cortados por otros cuerpos canalizados con estratificación cruzada, planar o en surco.

d) 15,5 m de capas de arenisca de grano fino a muy fino intercaladas en pelitas, dando lugar a una estratificación wavyo linsen. Esporádicamente se pueden intercalar capas centimétricas, a la escala de afloramiento, por planos paralelos.

e) 4,5 m Tramo de areniscas blanquecinas, a veces con tonos amarillentos poco cementados; por lo general, a techo presentan un nivel pelítico gris claro, más o menos desarrollado.

f) El techo lo constituyen las facies carbonatadas del Muschelkalk.

Sedimentológicamente, esta serie puede interpretarse como depositada en un medio lacustre en sentido amplio (quizás lagoon), probablemente estacional, al que van a parar corrientes acuosas cargadas de sedimentos, construyendo verdaderas barras en la boca de los canales. Estas barras presentan una organización interna a modo de los crevasse splay, con un menor desarrollo.

Probablemente, se han depositado bajo un régimen de tormentas (estacionales), donde las aguas cargadas de sedimentos iban a parar a una zona deprimida, la que esporádicamente se convertía en un lago. Los canales que cortan las barras quedan fosilizados por el propio sedimento reabajada de la propia barra y este reabajamiento puede efectuarlo la cola de la propia corriente turbulenta.

Las canalizaciones, por lo general, son efímeras y quizás en un único caso se han observado los canales con acreción lateral, que podría corresponder a barras de meandro en un medio con fuertes bajadas del régimen de flujo.

La sedimentación en este área era a impulsos (eventos catastróficos), con prolongadas interrupciones en las que se originaron las abundantes costras ferruginosas existentes.

No se conoce la edad y probablemente corresponde a una serie con muy poco tiempo, representado con lagunas estratigráficas importantes y próxima en sincrónica con la sedimentación en Facies Muschelkalk.

Estas facies de características sedimentológicas similares pueden interpretarse como series deltaicas (delta dominado por procesos de crevassing).

### **3.2. Dolomías tableadas y en bancos (14). Facies Muschelkalk**

Los afloramientos de los materiales de la "Formación carbonatada media» del Trías en Facies Germánica se sitúan en la mitad oriental del mapa, en una banda de alineación NO-SE, y están constituidos por una sucesión carbonatada-dolomítica que hacia el techo presenta unas intercalaciones margosas,

De los tres tramos que caracterizan el Trías mediterráneo, presente en gran parte de la Cordillera Ibérica, los materiales aflorantes corresponden en su totalidad al tramo superior (M3) como ha sido puesto de manifiesto por numerosos autores en regiones vecinas ARRIBAS (1,985), ARRIBAS Y PEÑA (1.984) y GOMEZ (1985)

Para su estudio se ha realizado un perfil detallado en las proximidades del pueblo de Torrijo de la Cañada, La unidad carbonatada media descansa, mediante un contacto transicional rápido, sobre las areniscas y lutitas del Buntsandstein. Aflora, junto con los materiales infrayacentes, en una alineación NO-SE, y dada su naturaleza dolomítica, constituye la parte alta de un relieve en cuesta característico de la región.

Litológicamente presenta la siguiente sucesión: En la base se encuentra un tramo de 1,5-2 m de potencia de areniscas, margas y dolomías en las que se observa estratificación lenticular y flaser, así como laminación ondulada debida a ripples. A continuación, y con una potencia de 32 m, aparece una sucesión dolomítica, de aspecto masivo, que constituye un importante resalte morfológico, en la que es posible identificar estratificación flaser y laminación paralela y superficies de ripples de oscilación en la base, mientras que el resto muestra estratificación cruzada planar y en surco, así como geometría lenticular de dunas, Este tramo intercala niveles tableados y laminados ripples, a la vez que se presenta discretamente bioturbado. El siguiente conjunto está constituido por 20-22 m de dolomías estratificadas y tableadas. Los niveles o tramos basales tienen nódulos de sílex, estratificación cruzada planar de pequeña escala, estratificación ondulada y hummocky; a la vez que presentan niveles muy laminados debidos a ripples de corriente y oleaje, El techo de este conjunto tiene estratificación nodulosa con bioturbación intensa. El techo de la unidad corresponde a una sucesión de margas y dolomías tableadas con superficies onduladas y laminación ondulada, laminación estromatolítica con porosidad fenestral y grietas de desecación,

La interpretación sedimentaria de esta unidad, en función de las facies presentes y de su ordenación, corresponde, en primer lugar, a un episodio de transición entre las facies terrígenas del Buntsandstein y las facies carbonatadas, a través de una llanura mareal mixta, terrígeno-carbonatada de rápido desarrollo,

A continuación la sedimentación se realiza en ambientes submareales dominados por corrientes (dunas, barras, canales) y por el oleaje (superficies onduladas y ripples).

Los tramos con nódulos de sílex, laminación estromatolítica y ripples con intensa bioturbación se interpretan como sedimentos someros sub a intermareales con clara influencia de oleaje. La existencia de pequeñas barras y estratificación hummocky muestra condiciones esporádicas de agitación, tempestitas (marejadas). Estos sedimentos son rápidamente colonizados por organismos bentónicos.

La sucesión de techo con estructuras algales sometidas a exposiciones subaéreas y superficies ondulada y de encostramiento con intercalaciones de margas, muestran condiciones de depósito someras inter a supramareales y de llanura de fangos asociada lateralmente.

En conjunto, la unidad muestra en la base un rápido impulso transgresivo hasta la instalación de una amplia llanura mareal carbonatada, dominada por corrientes y oleaje, en condiciones submareales.

A continuación la sedimentación se realiza progresivamente en condiciones más someras, definiendo para el conjunto una evolución shallowing upward. Se pasa de condiciones submareales de alta energía en la base a ambientes sub a intermareales bajo la acción de las olas, con colonización algal y episodios de marejada, a depósitos inter a supramareales con exposición subaérea en el techo de la unidad.

Esta disposición, de tendencia regresiva, se produce por la progradación de 105 ambientes supramareales sobre 105 ambientes inter y submareales de alta energía en un contexto de llanura dominada por corriente y oleaje.

### **3.3. Margas abigarradas y yesos (15). Facies Keuper**

Esta unidad aparece sobre las Facies Dolomíticas del Muschelkalk mediante un contacto concordantes y neto. Sus afloramientos se localizan en 105 fondos de valle, relacionados con 105 flancos de las estructuras anticlinales y sinclinales o a favor de alguna fractura. Litológicamente está constituida por arcillas rojas, margas, limolitas y, localmente, se encuentran niveles de yesos blancos. No se han observado 105 niveles carbonatados descritos en áreas próximas más al Este.

Su potencia presenta una gran variedad lateral y es difícil de calcular dado su carácter plástico.

En la Hoja de Milmarcos, situada al Sur, se han medido 25-30 m, mientras que en la región de Nuévalos, en la Hoja de Ateca, al Este, se han medido 200 m. En 105 alrededores de Alhama de Aragón no debe de sobrepasar 10525-30 m.

En este área no se ha podido levantar ninguna columna y, por tanto, no se han diferenciado 105 tramos descritos por VILAS et al. (1977), HERNANDO (1977) Y CAPOTE et al. (1982). Solamente se ha observado el tramo basal que está constituido por lutitas rojas, en las que se intercalan con frecuencia niveles yesíferos y en algún caso niveles de arena de escasa potencia con laminación cruzada.

VIRGILI (1977) Y VIRGILI et al. (1977), atribuyen a estas facies una edad Triásico superior (Carniense- Noriense) para la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica.

El límite superior de la unidad lo constituye en esta región, de manera irregular y discontinua, la Carniolas de Cortes de Tajuña (GOY et al., 1.976) no aflorante en esta Hoja.

Según HERNANDO (1977), VILAS et al. (1.977) y CAPOTE et al. (1.982) este tipo de facies presentan unas características texturales y estructurales que permiten su interpretación como correspondientes a depósitos en ambientes de lagoon hipersalino o sebhjas continentales en clima árido, con etapas de intensa evaporación.

#### **4. CRETÁCICO**

Los materiales que afloran en la región, pertenecen al ciclo superior del Cretácico que comprende la Formación Arenas de Utrillas en la base, cuya edad en esta región es Albiense-Cenomaniense, y toda la serie carbonatada del Cretácico superior, cuya edad se extiende desde el Cenomaniense superior hasta el Campaniense-Maastrichtiense.

Los estudios sobre el Cretácico de la región son muy extensos, si bien podemos citar: los trabajos de SANZ (1.931). que establece los primeros datos estratigráficos de la región; HERNÁNDEZ PACHECO (1.954), que estudia el Cretácico comprendido entre el Albiense y Senoniense de Alhama de Aragón. SAEFTEL (1.961) marca las líneas paleogeográficas de las Arenas de Utrillas.

SAÉNZ et al. (1.969) realizan un estudio de detalle en la región de Llumes, situada más al Este. LUNAR et al. (1.973) estudian desde un punto de vista petrográfico los materiales Cretácicos de Alhama de Aragón VILLENNA et al. (1.974) establecen la síntesis del Cretácico en una parte de la Cordillera Ibérica. MOJICA et al. (1.977) establecen el límite Cenomaniense-Turonense en las proximidades del área de estudio. FLOQUET (1.978), en un trabajo de amplitud regional, establece un esquema litoestratigráfico señalando la existencia de dos grandes secuencias que constituyen el megaciclo del Cretácico superior. MOJICA (1.979) divide el Cretácico superior en varias unidades litológicas señalando su correlación con otras áreas. FLOQUET et al. (1.981), FLOQUET et al. (1.982), MELÉNDEZ et al. (1.982), FLOQUET y MELÉNDEZ (1.982), CAPOTE et al. (1.982), MELÉNDEZ (1.983) Y ALONSO et al. (1.985) a y b, realizan estudios de detalle de carácter sedimentológico, así como de carácter paleogeográfico y regional sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica,

definiendo las formaciones litoestratigráficas para el sector central, en donde se sitúa la región objeto de estudio.

Los materiales del Cretácico superior afloran en la mitad oriental del mapa. Se presentan suavemente plegados, aunque puntualmente presentan pliegues apretados en flancos verticalizados, alineados NO-SE como en toda la región.

La serie carbonatada del Cretácico superior descansa sobre los materiales terrígenos de la Formación Arenas de Utrillas y se encuentran representadas todas las formaciones que integran dicha serie, desde los materiales terrígeno-carbonatados de edad Cenomaniense hasta las calizas nodulizadas y brechoides de edad Campaniense-Maastrichtiense y que constituyen el techo del Cretácico superior de la región.

Para su estudio se ha realizado un perfil base muy detallado en la localidad de Embid de Ariza, completado con un perfil de detalle a las afueras del pueblo de Embid de Ariza para los últimos metros y otro en las cercanías de Cihuela, para caracterizar depósitos del Santoniense superior Campaniense, que aparecen dolomitizados en otros perfiles.

#### **4.1. Formación Arenas de Utrillas (16). Albiense**

Está constituida por arenas o areniscas cuyo componente mayoritario es el cuarzo, la matriz suele ser la caolinita y el cemento feldespático. El tamaño de grano puede variar de muy grueso a fino, e incluso en bastantes ocasiones presentan cantos silíceos dispersos. La coloración varía de blanco a beige y amarillento.

Intercalados con las arenas aparecen niveles lutíticos versicolores (grises, rojizos, verdosos, amarillentos, blancos), que aumentan considerablemente de potencia hacia techo.

También aparecen, a veces, intercalaciones de términos limolíticos, limolíticos arcillosos, arenas microconglomeráticas y microconglomerados.

Las estructuras más frecuentes son la estratificación cruzada a pequeña y mediana escala, laminaciones, niveles de encostramiento ferruginoso, bioturbación y restos vegetales.

La potencia de esta unidad no es constante, apreciándose notables variaciones de un punto a otro de la Hoja. Así, en el afloramiento que se encuentra en las proximidades

del río Monegrillo se han medido espesores de 70 m; sin embargo, en el situado al Sur de Calmarza no supera los 50 m de potencia.

El estudio de facies y secuencial de esta formación se ha realizado a partir de la columna levantada al Este de Alhama de Aragón, en la carretera nacional 11, kilómetro doscientos nueve.

La base de la unidad se ordena en secuencias positivas constituidas por arenas microconglomeráticas y microconglomerados con cantos redondeados de cuarzo y matriz arenosa, presentan estratificación cruzada planar, de bajo ángulo y, en menor proporción, en surco. La geometría de estos cuerpos es canaliforme y suelen presentar numerosas amalgamaciones. Por encima pasan a areniscas de grano fino, micáceas, con estratificación cruzada planar. Por último, éstas pasan generalmente a lutitas muy bioturbadas y laminadas. Se interpretan como depósitos tipo braided, incluidos, posiblemente, dentro de un sistema de llanura aluvial arenosa, donde habría migración de barras (estratificación cruzada planar) y donde los canales dispersos presentarían cierto grado de sinuosidad (amalgamaciones). Además se aprecia una disminución progresiva de la energía del flujo (lutitas).

El tramo medio de la unidad se encuentra ordenado en secuencias positivas, grano y estratodecrecientes, constituidas por areniscas de grano grueso a fino, micáceas, que presentan estratificación cruzada planar y de bajo ángulo, en algunas ocasiones también en surco. Los cantos silíceos se ordenan según la laminación interna de la estratificación. A techo se aprecian costras ferruginosas debidas a exposición subaérea. La potencia de estos niveles suele ser de 0,5 a 3 m. Por encima aparecen niveles de arenas de grano muy fino que pasan a lutitas laminadas, muy bioturbadas, con restos vegetales, nódulos y costras ferruginosas bien desarrolladas. Su potencia suele ser de 1 a 3 m.

Estas secuencias se interpretan como debidas a depósitos de la zona media de una llanura aluvial, con un sistema de distribución tipo braided, con depósitos de barras (estratificación cruzada planar) originados por corrientes efímeras y dispersas, y canales (estratificación cruzada en surco) que presentan cierto grado de sinuosidad, donde la energía del flujo disminuye progresivamente y se observa la existencia de períodos de exposición subaérea (costras ferruginosas).

Los términos superiores se ordenan también en secuencias positivas, grano y estrato decrecientes.

La base está formada por areniscas de grano grueso, que presentan laminación ondulada debida a ripples, que pasan a arenas finas con estratificación cruzada debida a ripples y estratificación flaser. Éstas a su vez pasan a lutitas blancas o grises con abundante bioturbación, restos vegetales y laminación paralela. La potencia de estas secuencias aumenta progresivamente en la vertical

Por último, hacia el techo de la unidad, aparecen unas Facies Heterolíticas ordenadas en secuencias positivas, cuya potencia oscila entre 1 y 3 m El término basal está constituido por areniscas de grano medio, micáceas, con cemento calcáreo, que presentan estratificación cruzada planar, de bajo ángulo y en surco. En los niveles superiores se aprecia laminación debida a ripples y un nivel de encostramiento ferruginoso A techo aparecen lutitas amarillentas con pasadas negras, bioturbadas y con restos vegetales. Se interpelan como secuencias correspondientes a un medio sedimentario con una cierta influencia litoral, lo que hace pensar que nos encontraríamos en una zona más distal del sistema de llanura aluvial, incluso, relacionada con depósitos de estuario (CAPOTE et al. 1982)

En su conjunto esta formación constituye una megasecuencia positiva en la que la base estaría formada por microconglomerados, con estratificación cruzada planar dominante, que pasarían verticalmente a areniscas de grano progresivamente menor, con estratificación cruzada planar y de bajo ángulo, y a su vez éstas lo harían a lutitas bioturbadas con pasadas de areniscas. Esta megasecuencia se puede interpretar como debida a un depósito de llanura aluvial húmeda con cursos de distribución tipo braided, que evoluciona progresivamente hacia zonas más distales, llegando a mostrar una clara influencia litoral.

#### **4.2. Formación Arenas, arcillas y calizas de Santa María de las Hoyas (17). AlbienseCenomaniense**

Esta unidad constituye el término basal de la serie del Cretácico superior carbonatado. La base se sitúa en los primeros niveles de areniscas carbonatadas con restos bioclásticos y bioturbación. Su límite inferior es, por tanto, un límite gradual La unidad es heterolítica, constituida por arenas, areniscas, limos, margas y calizas.

La mitad inferior muestra mayor abundancia de terrígenos en lechos de areniscas compactas con bases erosivas y estratificación cruzada con restos de bioclastos y bioturbación, también se encuentra estratificación lenticular y flaser, así como laminación cruzada debida a ripples.

La mitad superior de la unidad está formada por margas y calizas con bases canalizadas, con bioclastos y bioturbación y niveles con laminación estromatolítica en la parte alta de los estratos.

Contiene bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, foraminíferos, algas y equínidos que permiten asignar una edad de Cenomaniense a Cenomaniense superior.

Su potencia en el perfil de Embid de Ariza es de 35 m disminuyendo hasta 30 en Alhama de Aragón, al Sur y aumentando a casi 40 m en Torrijo de la Cañada,

La ordenación de las facies se hace en secuencias métricas de arenisca-marga o caliza-marga, existiendo secuencias mixtas caliza-arena-marga, Se interpretan como depósitos de llanura mareal mixta terrígeno-carbonatadas que pasan progresivamente a depósitos de plataforma interna carbonatada. Las secuencias, que son de somerización, muestran el paso de ambientes sub a intermareales.

El techo de la unidad viene marcado por un nivel de Hard-ground con rudistas.

#### **4.3 Formación Calizas dolomíticas de Nuévalos (18). Cenomaniense**

Se dispone sobre la formación anterior mediante un contacto neto, marcado por la superficie ferruginosa, con acumulación de bioclastos, desarrollada a techo de dicha unidad.

Está constituida por calizas dolomíticas grises y blanquecinas. En la base son mudstones, wackestones y packstones con algunos niveles de margas con estratificación horizontal, ondulada y ocasionalmente nodulosa con una potencia de 25 m que contienen algunos restos bioclásticos, niveles de acumulación a techo de 105 estratos e intensa bioturbación, presenta igualmente laminación irregular, niveles estromatolíticos, superficies ferruginosas y niveles de encostramiento.

Por encima, se sitúan unos paquetes de unos 10m de dolomías finas y calizas recristalizadas con laminación algal y superficies de encostramiento ferruginizadas, su estratificación es de paralela a ondulada. La parte superior está constituida por 9 m de

calizas estratificadas, packstone, grainstone oolíticos y bioclastos, con fauna de bivalvos, gasterópodos foraminíferos y rudistas, están bioturbadas y presentan niveles ferruginosos y laminados. Su edad es Cenomaniense a Cenomaniense superior

Su potencia total en Embid de Ariza es de 44 m y presenta pocas variaciones de espesor, si bien en Torrijo de la Cañada no alcanza 10540 m

La ordenación de facies en esta unidad se realiza en secuencias métricas. En la base se observan sucesiones granocrecientes con margas y mudstone-wackestones algales en la base de wackestone- packstones bioclásticas y bioturbados a techo, y secuencia de somerización en las que 105 niveles estromatolíticos se superponen a las facies bioclásticas y bioturbadas. Éstas se interpretan como generadas en una llanura mareal carbonatada en la que están representados 105 ambientes sub e intermareales. El tramo dolomítico parece corresponder a una ordenación similar, con 105 niveles algales a techo de las secuencias. La parte superior de la unidad presenta igualmente una sucesión granodecreciente, situándose en la base las facies grainstone bioclásticos y oolíticos, por encima las facies de packstone también bioclásticos muy bioturbadas y a techo unos niveles de mudstone-wackestone laminados.

Constituyen una secuencia de somerización tipo grainy correspondiente a la acumulación en condiciones de alta energía, de restos bioclásticos, ya la progradación de 105 ambientes protegidos y bioturbados en condiciones submareales hasta alcanzar ambientes más someros con laminación algal, en el techo de la secuencia.

Se encuentran gran cantidad de restos fósiles: fragmentos de ostréidos, ostrácodos, gasterópodos, equínidos, rudistas y foraminíferos. *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Pyrgo* sp. que permiten datar la unidad como Cenomaniense.

#### **4.4 Formación Calizas nodulosas de Monterde (19). Cenomaniense-Turonense**

Esta unidad se sitúa concordantemente sobre la Formación Nuévalos, mediante un contacto neto marcado por un cambio litológico, con la aparición de las calizas nodulosas y margas. En la localidad de Embid de Ariza tiene un importante desarrollo, alcanzando 60 m. En este perfil es posible distinguir tres tramos litológicos bien diferenciados.

En la base se diferencian 18 m de calizas nodulosas y margas. Se trata de biomicritas y bioalcarenitas, con texturas wackestone-packstone, con estratificación nodulosa, restos de fósiles y fragmentos, así como bioturbación moderada. Contienen bivalvos (rudistas,

ostréidos y pecten), equínidos, gasterópodos, foraminíferos y algas. Las margas, que tienen laminación paralela y aspecto noduloso, intercalan niveles de mudstone también nodulosos.

A continuación, constituyendo la parte media de la unidad, aparecen 12 m de calizas estratificadas.

Son biomicritas y biocalcarenitas con texturas wackestone, packstone y grainstone con bioclastos y fósiles: bivalvos (ostréidos, pectínidos, rudistas), equinodermos, foraminíferos y algas. Los niveles inferiores están bioturbados, en general, tienen estratificación horizontal y hacia techo parecen tener geometría lenticular con acuñaientos laterales de difícil observación.

La parte superior de la formación la constituyen 30 m de calizas nodulosas, biomicritas, wackestone con bioturbación y restos fósiles (foraminíferos, bioclastos de bivalvos), calizas, mudstone y margas con estratificación horizontal y laminación paralela que contienen pequeños restos bioclásticos, fragmentos carbonosos y bioturbación débil. La edad de esta formación es Cenomaniense superior a Turoniense inferior.

La ordenación de facies en la parte inferior de la unidad corresponde a secuencias métricas, con las calizas nodulosas en la base y las margas en el techo, interpretándose como depósitos de plataforma abierta y correspondientes a un impulso transgresivo.

En la parte media de la unidad se observa una secuencia granocreciente, que pasa de ambientes de baja energía en la base a depósitos de alta energía en el techo. Se interpreta como la migración de un shoal calcarenítico sobre las facies protegidas de ambientes más internos en un avance transgresivo. Las facies de calizas nodulosas micritas y margas del techo de la formación se interpretan como los depósitos de la plataforma abierta que se disponen transgresivamente sobre los anteriores. En general, esta unidad marca dos impulsos transgresivos, claramente diferenciados en ambientes de plataforma abierta y señala el máximo transgresivo en la plataforma Cenomaniense.

En esta unidad son muy abundantes los restos fósiles habiéndose podido caracterizar, en los cortes realizados en esta Hoja y las limítrofes, los siguientes grupos que permiten datar la formación como Cenomaniense-Turoniense: ostrácodos: *Barcia* gr. *pseudoseptrentionalis* MERTENS; *Cythere*/la paralela REUSS; *Cytherella* aff. *fordoniensis* DAMOTE; *Pterygocythere pulvinata* BREMAN; Foraminíferos planctónicos: *Hedderge*/la *debrionensis* CARSEY; *Whiteine*/la *paradubia*; *Whintenella*

cf báltica; Foraminíferos bentónicos: *Ammobaculites subcretácea* CUSHMANY ALEXANDER; *Ammobaculites d. irregulariformis* BARTENSTEIN-BRAND; y Nanoplancton calcáreo; *Eife/liws turriseiffeii* REINHARDT (1.965); *Lithraphidites carniolensis* DE FLANDRE; *Cretarhalodus conicus* BRAMLETIE & MARTINI; *Cyclagelosphaera margerelii* NOELL; *Prediscosphaera cretácea* GARTNER, *Braarudosphaera regularis* BLACK; *Microrhaldulus decoratus* DEFLANDRE; *Lithraphidites acutus* VEBEEK & MANIVIT.

#### **4.5. Formación Calizas bioclásticas de Jaraba (20). Turoniense**

Se sitúa de manera neta la Formación Monterde y su base viene marcada por un cambio litológico acentuado, con la aparición de niveles dolomíticos. En el perfil de Embid de Ariza está constituida por 47 m de dolomías en bancos gruesos que se identifican gracias al resalte morfológico acentuado que marca en el paisaje. La dolomitización es una característica regional que impide la observación generalizada de las texturas originales e incluso de la geometría inicial.

Está constituida por dolomías generalmente muy cristalinas, en gruesos bancos que le dan aspecto masivo y en las que es posible reconocer fantasmas de bioclastos (Rudistas, foraminíferos, algas, briozoos). Hacia techo se observan laminaciones y superficies ferruginizadas. Regionalmente se le atribuye una edad de Turoniense-Coniaciense inferior.

Su interpretación sedimentaria es dificultosa, si bien, de manera igualmente regional, se le atribuye una sedimentación en ambientes de plataforma interna-lagoon con desarrollo de patches o montículos de rudistas y llanura mareal en una secuencia general de somerización.

Correspondería, pues, a una evolución regresiva en relación a la unidad infrayacente. Constituye la etapa regresiva del ciclo Cenomaniense-Turoniense y su límite superior viene marcado por una discontinuidad puesta de manifiesto en la existencia de un hard-ground de amplitud regional.

En esta formación el contenido en restos fósiles es muy abundante, encontrándose bivalvos, ostrácodos, equinoideos, algas, foraminíferos y rudistas en posición de vida que permiten su datación como Turoniense.

#### **4.6. Formación Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera (21). Coniaciense Santoniense**

Descansa sobre la discontinuidad de techo de la unidad infrayacente. En su base se reconocen unos niveles de arrastre, con brechas residuales que incluyen cantos negros sobre las que aparece una sucesión de dolomías estratificadas en las que se reconocen cantos negros dispersos, laminación, bioturbación y niveles de encostramiento con grietas de desecación y láminas rotas. La parte alta de la formación está constituida por dolomías a veces margosas, finamente cristalinas, en las que se reconocen superficies onduladas con ripples, laminación de algas y porosidad fenestral, así como superficies ferruginosas ordenadas en secuencias de 3-4 m de potencia.

Su contenido fosilífero es muy escaso y limitado a la base de la unidad en donde se reconocen algunos foraminíferos planctónicos.

Su evolución sedimentaria muestra las características de depósitos de ambientes someros restringidos de una plataforma interna con predominio de los ambientes inter y supramareales en condiciones hipersalinas.

La potencia de esta unidad es de 80 m. Se atribuye regionalmente a esta unidad una edad Coniaciense-Santoniense en base a la fauna datada. En nuestra zona no ha sido posible esta datación, aunque se han encontrado restos de ostrácodos, algas calcáreas y miliólidos.

#### **4.7 Formación Calizas de Hontoria del Pinar y Formación Calizas de Burgo de Osma (22). Santoniense-Campaniense**

Sobre la formación infrayacente aparecen de forma neta un conjunto de calcarenitas parcialmente dolomitizadas que adquieren gran desarrollo y que provocan un importante resalte morfológico.

Tiene una potencia de alrededor de 80 m y está constituida por calcarenitas bioclásticas y biocalcarenitas con texturas wackestone, packstone y grainstone, con estratificación horizontal y cruzada.

Contienen gran cantidad de restos fósiles, rudistas, algas y foraminíferos (miliólidos) Se

ordenan en sucesiones que oscilan entre los 8 y 15 m granocrecientes, con una superficie ferruginosa a techo. Ocasionalmente pueden aparecer niveles margosos en la base de las secuencias.

La edad de esta formación es de Santoniense a Santoniense superior.

Se interpreta como secuencias de somerización por progradación de los ambientes energéticos, de shoals bioclásticos y miliólidos, correspondientes a las barras de borde de la plataforma, sobre las facies más finas de menor energía depositadas en la plataforma externa abierta.

Responde a un impulso transgresivo generalizado durante el Santoniense y que se corresponde con el máximo transgresivo del ciclo Senoniense.

La Formación Calizas de Burgo de Osma, que con la anterior forma una única unidad cartográfica, se dispone, sobre la anterior, mediante un contacto normal transicional rápido marcado por la desaparición de las calcarenitas, que son sustituidas por niveles con rudistas, miliólidos y algas.

Está constituida por calizas estratificadas, parcialmente dolomitizadas en su parte alta, con alto contenido en fósiles. Se ha estudiado en los perfiles de Embid de Ariza y de Cihuela con una potencia de 50 m. Se observan tres facies diferentes que se alternan constituyendo secuencias métricas de somerización.

Las secuencias muestran en la base niveles de rudistas que pueden aparecer como bioclastos, packstone, rudstones, o como pequeños patches, bafflestones. Por encima se sitúan las facies de calizas con miliólidos, wackestones, generalmente bioturbados, y en el techo suelen aparecer calizas con laminación de algas, porosidad fenestral y ocasionalmente desecación y brechas.

Esta secuencia se interpreta como debida a procesos de somerización por progradación de las áreas inter y supramareales sobre las facies submareales con miliólidos, bioturbación y rudistas, en un ambiente de lagoon.

Este lagoon quedaría protegido en la parte trasera de las barras calcareníticas desarrolladas durante el depósito de la unidad infrayacente. Constituyen, por tanto, el inicio del ciclo regresivo del Senoniense.

Entre la fauna clasificada, fundamentalmente en el corte de la Jaraba (Hoja de Alhama de Aragón 436), citaremos para la Formación Hontoria del Pinar *Quinqueloculina* sp.,

Cuneolina cf pavonia D'ORBIGNY, Dorothia sp.; Spirocyclina eh o fflati NUN-CHALH, así como restos de rudistas, gasterópodos, ostrácodos y placas de equínidos y para la Formación Burgo de Osma: Lacazina elongata NUNIER-CHALMAS; Rotalia sp., Textularia sp.; Bigenerina sp.; Numnofallotia sp., Ammobaculites sp.

Ésta y otras determinaciones en zonas próximas permiten atribuir una edad a estas formaciones Santoniense-Campaniense.

#### **4 8. Formación Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos y Formación Calizas de cantos negros de Sierra de la Pica (23). Campaniense-Maastrichtiense**

Descansa concordante sobre la unidad anterior Su límite inferior está marcado por un cambio litológico importante, por la aparición de dolomías blanquecinas y amarillentas que en la base aún conservan fantasmas de rudistas y miliólidos que desaparecen rápidamente.

Se ha estudiado en el perfil de Embid de Ariza 11, situado en la salida Deza a unos 300 m del pueblo, en donde aparece un buen corte en continuidad sobre las calizas de Hontoria del Pinar.

Su potencia es de 30 m y está constituido en su parte basal por 14 m de dolomías y dolomías margosas muy finas que presentan restos bioclásticos en la base y niveles laminados y brechoides hacia techo. La parte media está constituida por dolomías y margas dolomíticas alternantes con superficies de estratificación irregulares. Los últimos 6-8 m corresponden a dolomías y dolomicritas con moldes de sales, texturas chicken-wire y se encuentra deformada por pliegues debidos a slumps sinsedimentarios.

Esta sucesión tiene características de depósitos en medio árido hipersalino de sebhja costera. La importante alteración de la estructura sedimentaria con importante modificación diagenética está ligada a posibles oscilaciones del nivel freático característico de estos ambientes.

La ausencia de fauna impide una datación precisa, pero regionalmente se le atribuye una edad Campaniense a Maastrichtiense a esta unidad.

Representa el paso de los medios marinos a continentales áridos, en la evolución de la secuencia regresiva Senoniense.

La Formación Calizas con cantos negros de Sierra de la Pica, cartografiada conjuntamente, se sitúa sobre la anterior mediante un tránsito gradual rápido. Se trata de una sucesión de aproximadamente 10m de calizas, calizas brechoides y calizas nodulares. El perfil ha sido realizado en Embid de Ariza 11 en donde se encuentra la sucesión normal, con la formación anterior.

Son calizas micríticas, mudstone y wackestone con abundantes huellas de raíces, y fisuración por desecación que provocan la brechificación y nodulación del sustrato, y se interpretan como depósitos de márgenes lacustres de agua dulce con una importante colonización vegetal, que junto a la emersión por colmatación, provoca la reestructuración del sedimento.

Sobre estos niveles aparece una superficie sobre la que se instala un conglomerado de cantos de caliza procedente de la erosión del Cretácico superior que marca el final del ciclo Cretácico.

Corresponde a los depósitos francamente continentales de agua dulce del final de la secuencia regresiva del ciclo Senoniense.

Se atribuye una edad a estas formaciones de Campaniense-Maastrichtiense en base a precisas dataciones que han podido realizarse en zonas vecinas.

## **5. TERCIARIO**

Los materiales terciarios ocupan la mayor extensión de los afloramientos de la Hoja, fundamentalmente al Oeste de una línea N-S que pasa por Embid de Ariza y Deza, aunque también hay pequeños retazos al Sur y Este de Torrijo de la Cañada.

El análisis estratigráfico de los materiales terciarios de esta Hoja, pertenecientes a la cuenca de Almazán, se ve obstaculizado por tres problemas básicos: Monotonías de facies (frecuentemente detríticas), escasez de registro fósil al que recurrir para asignar edades con criterios bioestratigráficos y falta de continuidad de afloramiento entre muchas de las unidades.

Estos hechos condicionan los resultados de dicho análisis, puesto que se carece de criterios cartográficos y bioestratigráficos suficientemente fiables para correlacionar las unidades que se establecen en las diferentes áreas de la cuenca.

## **5.1. Paleógeno**

Los materiales del paleógeno afloran plegados en la depresión del río Henar y en dirección NO-SE en la zona de Bortalba, entre Serón de Nágima y Embid de Ariza.

Se trata de materiales tanto detríticos como carbonatados que se han cartografiado no sólo en función de su litología, sino teniendo en cuenta sus relaciones tectosedimentarias.

### **5.1.1. Conglomerados calcáreos (24) Paleoceno**

Afloran en concordancia con los niveles carbonatados del Cretácico terminal a partir de los cuales se originan. En el contacto se puede observar en algunos puntos cómo los primeros niveles están constituidos por bloques angulosos, en disposición caótica, con rellenos de arcilla de descalcificación y superficies ferruginosas que se originaron probablemente por el desmantelamiento de un sistema kárstico poco desarrollado

La unidad está constituida por conglomerados calcáreos heterométricos, de centil 1 m, de matriz arcillosa roja y microconglomerática. Se presenta masivas o con estratificación horizontal grosera y gradaciones positivas. Las secuencias observadas con mayor frecuencia son granodecrecientes con potencias entre 1 y 8 m, correspondiente las mayores potencias a amalgamaciones de bancos y contactos soldados.

Hacia el techo se desarrollan Facies conglomeráticas en las que disminuye el centil a 25 cm, las potencias de los niveles raramente sobrepasan 1 m y se erosionan por la superficie basal del tramo siguiente, dando amalgamación de secuencias.

La potencia es variable, hasta desaparecer en algunos puntos, como ocurre al Sur de Cihuela, donde se apoyan sobre el Cretácico las Facies Carbonatadas de esta misma unidad. La potencia máxima observada es de 180-200 m en la serie de Embid de Ariza.

La textura es generalmente clast-supported, pasando hacia el techo a mud-support con imbricación de cantos y aspecto masivo (debns flow y mud-flow) atribuibles a zonas proximales de abanicos aluviales.

En zonas cercanas se ha detectado un importante desarrollo de *Microcodium* y en algunos niveles carbonatados intercalados, *Vidaliella gerumdensis*, que permiten, por similitud de facies, atribuir estos materiales al Paleoceno y establecer una posible equivalencia con la unidad tectosedimentaria UTS T,

### **5.1.2. Arcillas rojas y areniscas (25). Paleoceno**

Concordante con la unidad anterior y como consecuencia de un cambio de facies en la vertical, se desarrolla un conjunto arcilloso que aflora fundamentalmente al Norte de Deza, en una banda de dirección N-S y con una potencia de unos 80 a 100 m.

Litológicamente son arcillas rojas y pardo rojizas, masivas, que intercalan niveles métricos de areniscas de grano fino o medio rubefactadas. Ocasionalmente se desarrollan Facies Carbonatadas de tonos rosados con límite basal transicional con las facies de fangos y presentan como rasgos más característicos una estructura nodular.

Los niveles de arenas, que se sitúan preferentemente en la parte basal, son silíceas y presentan cantos dispersos que constituyen los lag de cantos de relleno de canal.

Se interpreta como una llanura de inundación, a la que llegan los últimos canales del abanico aluvial, constituyendo un estadio intermedio entre el abanico proximal de la unidad anterior y la colmatación carbonatada de la siguiente.

No se ha podido datar, pero se le asigna una edad paleocena junto con las unidades infra y suprayacente, con las que cambia lateralmente.

### **5.1.3. Calizas, margas y yesos (26). Paleoceno**

Las unidades descritas constituyen un conjunto mayor con características de unidad tectosedimentaria que evoluciona lateralmente y verticalmente hacia una serie carbonatada.

Aflora al Norte de Deza, con una potencia de unos 150 m sobre las arcillas rojas; al Este y Suroeste de Embid de Ariza (300 m), sobre las facies proximales conglomeráticas, y al Sur y Oeste de Cihuela, sobre el Cretácico marino, poniendo de manifiesto su carácter extensivo sobre las demás facies.

En los afloramientos al Oeste de Embid de Ariza se puede observar como la serie conglomerática (5.1.1.) aumenta sus intercalaciones arcillosas rojas hacia el techo y en los últimos 100 m pasa a ser carbonatada'

Este cambio litológico tiene lugar en un doble abanico de capas que acompañan el plegamiento cretácico. Al mismo tiempo que se suavizan los buzamientos hacia el techo de la serie (de 70° E a 35° S), la dirección de las capas se modifica en un arco de unos 90°, desde una posición paralela

al Cretácico (20°), en facies de abanico proximal, hasta una posición perpendicular (120°), en las facies carbonatadas superiores.

Litológicamente está constituida por calizas, margocalizas, caliches y lutitas carbonatadas con rasgos hidromórficos. En la zona NE de Borbalda, por encima de los carbonatos, se desarrollan yesos intercalados en margas verdosas. En la base de la unidad, al Sur de Cihuela, aflora un nivel de poco más de 1 m de lignito que ha sido explotado y que se acuña lateralmente

En el informe complementario se han distinguido para esta unidad ocho tipos de facies distintas, que son: facies de calizas y calizas margosas; facies de calizas travertínicas; facies de margas; facies de arcillas y limos; facies de marcas gris-negras y lignitos y facies de yesos cuya descripción sobrepasa 105 límites de esta memoria.

Sedimentológicamente corresponde a la implantación de un sistema lacustre somero, con fluctuaciones de nivel que favorecen el desarrollo de fenómenos edáficos. Son facies distales y marginales de los sistemas aluviales representados por las unidades anteriores. La unidad tectosedimentaria responde a un dispositivo paleogeográfico que se inicia con una serie de abanicos aluviales, que en su evolución coexisten con sistemas lacustres marginales a otros sistemas fluviales y finalmente generaliza la implantación de sistemas lacustres.

Las muestras estudiadas no permiten una datación precisa, aunque señalan la presencia de *Microcodium*, ostrácodos y algas. Su atribución al Paleoceno se realiza por correlación con otras zonas.

#### **5.1.4. Conglomerado cuarcítico y areniscas (27). paleoceno-Oligoceno**

En discordancia erosiva sobre la unidad infrayacente y afectada por el mismo plegamiento, con lo cual parece paraconforme, se desarrolla una nueva unidad tectosedimentaria en la que se han podido distinguir dos facies: una conglomerática-areniscosa inferior y otra arcillo-calcárea superior, ambas relacionadas entre sí por cambios de facies en la vertical y en la horizontal.

La parte inferior aflora en el flanco Sur del anticlinal de Valdefuentes, al Suroeste de Embid de Ariza, en ambos flancos del anticlinal de Bolbalda y al Sur de Deza en el Barranco de Valdehurtado.

El cambio lateral de facies a la unidad carbonatada se puede observar desde Miñana (Hoja de Borobia 380) hacia Deza, a lo largo de la carretera entre los kilómetros 21 y 23.

Se inicia la unidad con un nivel conglomerático de cantos cuarcíticos, de centil 5 cm con matriz arenosa silíceo. Hacia techo pasa a areniscas de grano grueso a medio con cantos dispersos o en hiladas marcando cicatrices internas. Los niveles areniscosos intercalan arcillas rojas algo arenosas. Los cantos, de naturaleza fundamentalmente paleozoica, deben indicar una dirección de aporte del NE, aunque también se han observado en la zona del Norte mezcla de cantos paleozoicos y mesozoicos que denotarían una dirección de aporte N-NE.

Se observan secuencias granodecrescentes, con superficies erosivas internas y asociaciones de secuencias, que indican un depósito fluvial de red trenzada que hacia el techo se hace progresivamente más distal, con predominio de las facies de llanura de inundación.

En el informe complementario se señala la posibilidad de que esta unidad se origine por la coexistencia de tres sistemas fluviales.

Se asimila a la UTS T} y se le atribuye una edad Paleoceno-Oligoceno.

### **5.3. Neógeno**

Aunque el afloramiento de materiales pertenecientes a este subsistema ocupa una gran superficie de la hoja, no ha sido posible estudiarlo con detalle, ya que estos depósitos son fácilmente erosionables y evolucionan a relieves regularizados por el Cuaternario. Se utiliza para su caracterización sedimentológica la información procedente de las series parciales levantadas en las Hojas de Aragón (436) y Arcos de Jalón (435).

#### **5.3.3. Areniscas y arcillas con carbonatos (35). Mioceno medio**

Esta unidad ocupa el cuadrante Suroccidental de la Hoja y se sitúa en para conformidad con la unidad anterior mediante un cambio granulométrico brusco que se localiza en torno a la cota setecientos ochenta y es visible en la vecina Hoja de Alhama de Aragón (436), entre Cetina y Santa María de Huerta.

La unidad se inicia con un tramo de conglomerados de color rojizo, con cantos cuarcíticos (70 %) y calcáreos (30 %), muy redondeados y de matriz arenosa, que ocasionan un escarpe fácilmente identificable en la zona.

Sobre dicho conjunto detrítico de unos 8 m aparece un tramo fundamentalmente arcilloso de unos 20 m, el cual intercala niveles arenosos de grano fino, poco cementados y con un lag de cantos en la base.

En el techo, la unidad termina en un conjunto carbonatado visible en los alrededores de Monteagudo de las Vicarías que bordea los relieves que se extienden entre esta localidad y Bortalba.

Son calizas, margocalizas y arcillas calcáreas, fundamentalmente blancas y ocasionalmente grises oscuras, con acumulación de materia orgánica que en la Hoja de Arcos de Jalón (435) pasan a ser arcillas y arcillas yesíferas.

Sedimentológicamente, esta unidad supone una reactivación del sistema deposicional Neógeno relacionado con un cambio climático o distensión tectónica. Sus características de detalles se aprecian mejor en la Hoja de Arcos de Jalón (435) y Alhama de Aragón (436), pero en conjunto suponen una sedimentación de canales tipo braided con bases erosivas y barras de cantos que terminan con un gran desarrollo de depósitos limo-arcillosos correspondientes a llanuras de inundación, sobre las que se producen zonas de encharcamiento.

El conjunto se interpreta como de un régimen de abanico aluvial en facies medias y distales. (Llanuras aluviales con cursos meandriformes.)

La atribución cronoestratigráfica al Mioceno medio se realiza por correlación con otras zonas, ya que el contenido paleontológico de la unidad no permite datación alguna. Se data la base como Aragoniense en función a una reactivación que con dicha edad de produce a nivel general y que marca el inicio de las UTS T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>.

#### **5.3.4. Arcillas de cantos cuarcíticos (36). Mioceno-Plioceno**

Se ha cartografiado una extensa superficie de esta unidad entre Bortalba y el límite inferior de la Hoja, y otra, con menor extensión pero mayor potencia, en el cerro de Peñarubia al Norte de Cihuela.

Se apoya discordante sobre las unidades terciarias inferiores y está constituida por arcillas rojas-marrones con intercalaciones de conglomerados o cantos sueltos

cuarcíticos, subredondeados de 15 cm de centil. Las arcillas son masivas y los conglomerados, cuando existen, son lechos canaliformes de hasta 1 m de espesor sin estructura interna y con imbricación de cantos.

Son depósitos pertenecientes a facies de abanico aluvial medio cuyo área fuente, netamente paleozoica, está situada al E y NE. Presenta flujos densos clastosoportados en la base que se organizan algo mejor en el techo.

Su edad, que no se puede determinar por contenido faunístico, se establece en relación con las unidades infra y suprayacentes como Mioceno-Plioceno.

## **6. CUATERNARIO**

No se encuentran en la Hoja grandes superficies cuaternarias. Sin embargo, hay zonas donde los glaciares se desarrollan más, recubriendo los afloramientos terciarios; los conos y tobas tienen un ámbito más específico y las terrazas sólo se desarrollan en el río Nágima; los cuatro niveles de terrazas que se reflejan en el plano geomorfológico, y con objeto de facilitar la lectura del mapa geológico, se han agrupado en uno solo.

Se cartografía finalmente una zona cuaternaria al Este de Deza, que, aunque con poco espesor, tiene una extensión apreciable y recubre casi a modo de suelo los afloramientos paleozoicos entre Deza y Torrijo de la Cañada.

### **6.1. Gravas poligénicas. Clads (39). Pleistoceno-Holoceno**

Repartidos por toda la Hoja existen unos depósitos con morfología de glaciares que en la zona del río Nágima están ligados al sistema de terrazas y enlazan con las más antiguas. Se desarrollan también a partir de los relieves mesozoicos en el área Sur de Embid de Ariza.

Su composición litológica es función del lugar de procedencia. Son gravas redondeadas ocasionalmente cuarcíticas y más normalmente mezcla de cuarcita y calizas, sueltas así como dispersas en una matriz arcillo-arenosa.

Ocasionalmente algunos niveles presentan encostramiento que suelen significar la superposición de varios niveles de glaciares en condiciones climáticas apropiadas.

### **6.4. Gravas y arenas. Aluvial-coluvial (42). Holoceno**

El aluvial actual que se desarrolla en los cauces fluviales no tiene una gran representación cartográfica, ya que los ríos no son muy importantes o discurren encajados. Únicamente tienen un aluvial de mayor entidad el río Nágima en su recorrido por la Hoja. el río Henar al Sur de Embid de Ariza y al Norte de Deza.

Litológicamente son gravas, arenas y arcillas sin una disposición determinada, estando en permanente evolución en función de las avenidas de agua que se producen periódicamente.

Son depósitos de llanura de inundación y su potencia no sobrepasa los 2 m, salvo en el aluvial correspondiente al río Nágima, donde alcanza una potencia de 8 m.

Ocasionalmente se desarrollan barras de gravas y cauces abandonados que se rellenan de los mismos materiales que constituyen el aluvial, aunque presentan una cierta organización.

#### **6.5. Limos, cantos y arcillas. Conos de deyección (43). Holoceno**

Repartidos por todo el ámbito de la Hoja, aunque sólo se han cartografiado los más importantes, existen unos depósitos que presentan una morfología en pequeños abanicos: son los conos de deyección.

Pueden presentar una litología de cantos subangulares a subredondeados de cuarcitas y pizarras, empastados en matriz limo-arcillosa, o si se forman a partir de relieves terciarios son cantos redondeados, tanto cuarcíticos como calcáreos.

Genéticamente están relacionados con pequeños cauces estacionales que pierden su poder de transporte rápidamente al variar las condiciones topográficas de su curso o en las confluencias con otros cauces. Se originan, por tanto, en las desembocaduras de los cursos intermitentes.

#### **2.1.3. Estructura**

La Cordillera Ibérica es una cadena intraplaca con pliegues y cabalgamientos de dirección NO-SE y con doble vergencia. La serie paleozoica de la Rama Aragonesa, situada al sur de la falla de Datos, está considerada como una prolongación de la Zona Asturoccidental- Leonesa (Carls, 1983; Gozalo y Liñán, 1988; Casas et al., 2016). Los materiales pertenecientes a esta zona fueron depositados durante el Cámbrico y el

Ordovícico en un margen pasivo al norte de Gondwana (Pastor et al., 2013), por lo tanto, las rocas del periodo Paleozoico de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica tienen ese mismo origen. Posteriormente, en el Devónico, hay una etapa compresiva que se puede dividir en dos fases. La primera fase de deformación generó pliegues ONO-ESE con vergencia hacia el NE y desarrollo de una esquistosidad subparalela al plano axial de los mismos (Ruiz et al., 1991). La segunda fase se caracterizó principalmente por la formación de cabalgamientos y fallas inversas, aunque también se formaron pliegues menores. Las fallas originadas con dirección NO-SE cortan ligeramente las estructuras de la primera fase (Ruiz et al., 1991). Finalmente, en el Pérmico inferior se produce un cambio de régimen a transtensional dextral con direcciones de falla NO-SE (García-Lasanta et al., 2015).

La tectónica del Mesozoico se inicia con un periodo extensional, continuando la tendencia del final del Paleozoico. Este periodo extensional del ciclo Alpino, dio lugar a una serie de cuencas (agrupadas bajo el término Cuenca Ibérica) caracterizadas por el dominio de facies de plataforma somera y ambientes transicionales sobre lacustres y aluviales (Liesa et al., 2018). Estas cuencas registraron una importante subsidencia diferencial asociada a las etapas de rift y post-rift durante su evolución extensional (Salas y Casas, 1993; Guimerà et al., 2000; Salas et al., 2001; Liesa et al., 2018): desde el Pérmico superior hasta el Hettangiense (Jurásico inferior) se produjo el primer periodo de rift coincidiendo con la ruptura de Pangea por la apertura del Tethys y originando semigrabens de orientación NO-SE principalmente. Durante el Jurásico inferior y medio hubo un periodo de relativa calma tectónica en el que se produjo subsidencia asociada a la contracción térmica de la litosfera. Posteriormente, desde el Oxfordiense (Jurásico Superior) hasta el Albiense (Cretácico Inferior), se desarrolla un segundo periodo de rift coincidente con la apertura del océano Atlántico norte que provocó la fragmentación de la Cuenca Ibérica en varias subcuencas muy subsidentes. Desde el Albiense superior hasta finales del Cretácico Superior se produjo de nuevo un periodo de mayor calma tectónica con predominio de subsidencia térmica.

Durante el Cenozoico, desde el Paleoceno al Mioceno inferior, se produjo un cambio del régimen tectónico extensional a compresional coincidiendo con el acercamiento de las placas Europea, Ibérica y Africana (Liesa et al., 2018). Este periodo compresivo del ciclo Alpino produjo la generación del orógeno por inversión positiva de la Cuenca Ibérica. Principalmente se produjeron dos grandes etapas de compresión, una NE a NNE

(Eoceno medio-Oligoceno superior) y otra SE a SSE (Mioceno inferior) (Liesa et al., 2018). Las fallas mesozoicas dominantes, de dirección NO-SE, fueron reactivadas con movimiento inverso o inverso-dextral concretamente, mientras que las fallas de dirección NE-SO lo hicieron como desgarres sinestrales (Simón, 2007). El levantamiento del orógeno provocó la formación de cuencas como la de Calatayud (intramontañosa) o la de Almazán (en el margen), donde se depositaban los sedimentos erosionados del relieve. En el Mioceno superior, tras haber finalizado la compresión que generó el orógeno, comenzó un periodo extensional post-orogénico con dos episodios principales, uno en el Mioceno superior y otro en el Plioceno superior-Pleistoceno. El primero presenta una dirección de extensión dominante ESE-WSW, mientras el segundo está caracterizado por un régimen de extensión multidireccional. Las fallas generadas durante estos episodios provocaron la formación de fosas que se rellenaron con sedimentos Neógeno-Cuaternarios (Simón, 2007).

#### **2.1.4. Hidrogeología**

##### Hidrología superficial

La hidrología superficial de la zona del Permiso de Investigación está condicionada por la presencia al este del permiso del Río Monegrillo y al oeste por el Río Henar o Deza, que discurre paralelo a la carretera A-1501 en dirección norte sur. La escorrentía superficial existente, que es debida a la circulación de agua en épocas de lluvia o nieve a lo largo de los barrancos situados dentro del permiso, drenando una parte del permiso hacia el este, hacia el Río Monegrillo, y otra parte hacia el oeste, hacia el Río Henar.

##### Hidrología subterránea

Desde el punto de vista de la permeabilidad, las unidades cartografiadas pueden agruparse en:

- Muy permeables: Calizas y dolomías del Cretácico superior y gravas del Cuaternario.
- Permeabilidad media: Calizas del Mioceno superior, dolomías del Muschelkalk y arenas del Cretácico inferior.
- Poco permeables: Arcillas y conglomerados del Mioceno inferior, conglomerados oligocenos y areniscas de Buntsandstein.
- Impermeables: Arcillas del Keuper y materiales paleozoicos.

Independientemente de esta primera clasificación influyen, en la consideración como acuíferos de las distintas unidades, otros factores como la potencia, fracturación, posición respecto al nivel estático regional, relaciones con las deformaciones limítrofes o la propia extensión de los afloramientos.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros, en la medida en que son conocidos, se pueden hacer las siguientes consideraciones para las unidades cartografiadas de muro a techo.

- Conjunto cartográfico Paleozoico. Las unidades aquí incluidas están «a priori» clasificadas como manantiales y así lo ponen de manifiesto las numerosas fuentes y manantiales existentes.

Únicamente se podría esperar un comportamiento hidrogeológico favorable en la Formación Dolomías de Ribota, pero las dificultades de recarga y su poca potencia hacen que el valor como acuífero sea puramente local. En el resto del conjunto, únicamente en el contacto entre cuarcitas y pizarras se puede esperar una zona de preferente circulación, aunque de muy difícil cuantificación y aprovechamiento.

- Conjunto dolomítico del Muschelkalk. Potencialmente con permeabilidad media, estas dolomías constituyen un acuífero de relativo interés. Aunque su potencia es baja, como su buzamiento general es entre 35° y 55°, donde el nivel estático sea favorable, se puede tener un volumen saturado alto. En estas condiciones se podría proyectar un sondeo que atravesase más de un centenar de metros de acuífero saturado.

- Conjunto detrítico del Cretácico inferior. Su permeabilidad es media, pero su interés como acuífero es bajo. Resulta complejo a causa de su litología la realización de captaciones y subyace a un conjunto calco-dolomítico de mucho mayor interés hidrogeológico.

- Conjunto carbonatado del Cretácico superior. Constituye el menor acuífero de la zona por litología, potencia (200-300 m) y fracturación. Presenta una permeabilidad alta y aparentemente está saturado como indican las numerosas fuentes que genera.

Debe mantener un estrecho equilibrio con el río Henar que lo atraviesa, entre Embid de Ariza y Cihuela, sin poderse precisar si el río cede agua al acuífero, o viceversa, por falta de control de caudales a la salida.

- Unidades terciarias. Los factores que van a condicionar el comportamiento hidrogeológico de las unidades terciarias son fundamentalmente la potencia y los cambios de facies. Aunque existen litologías que pudieran presentar una permeabilidad media (conglomerados, calizas). su grado de cementación, baja continuidad lateral e

intercalaciones margosas, hacen disminuir su interés como formaciones potencialmente favorables para constituir acuíferos. No obstante, localmente los conglomerados pueden constituir un acuífero multicapa de difícil aprovechamiento y resultados aleatorios.

Por último, es necesario reseñar que el aluvial Cuaternario juega un importante papel de regulación de los caudales que los ríos, que se explotan en pequeña medida en las proximidades de los núcleos urbanos y que es muy sensible a los problemas de contaminación que se produzcan en el río.

## **2.2.- CLIMATOLOGÍA**

Se ha obtenido la información suficiente para el análisis preliminar de los parámetros meteorológicos más importantes que caracterizan la zona sobre la que se prevén las labores objeto de este plan de investigación de la estación meteorológica de Aniñón, situada en las proximidades del permiso de investigación y cuyos datos pueden ser asimilables al conjunto del permiso.

Los datos relacionados con la estación meteorológicas, así como los que se indican a continuación acerca de las características climáticas del área objeto de actuación, se han obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación - Ministerio para la Transición Ecológica. Con ellos, se han estudiado las características térmicas e hídricas de la zona, junto a otros aspectos como la evapotranspiración potencial, los periodos de sequía, etcétera.

Los terrenos incluidos dentro del permiso de investigación “Peñasquita”, como el resto de los correspondientes a la zona, se encuentran incluidos en una región de clima mediterráneo continental, lindando con terrenos de tipo mediterráneo, de acuerdo a la clasificación de J. Papadakis, como reflejan los valores medios de las variables climáticas.

En cuanto al termostipo predominante en la zona analizada, puede decirse que éste se encuentra dentro del tipo Continental cálido / semicálido, mientras que el régimen de humedad se corresponde con el mediterráneo seco (en la parte más occidental), y con el mediterráneo seco estepario en algunas regiones cercanas situadas al este y suroeste.

Las precipitaciones anuales son en general escasas, rondando los 378 mm, presentando un máximo en el mes de mayo y otro pico inferior en el mes de diciembre,

mientras que los meses en los que se registran las menores precipitaciones son los de febrero y julio, siguiendo una distribución típica del clima mediterráneo.

En lo referente a las temperaturas, los veranos son calurosos, de forma que en los meses de julio y agosto se superan los 22 °C de temperatura media, y los inviernos moderados, registrando temperaturas en el mes más frío de 6 °C.

La zona tiene una media de 40 días de helada al año, debido a la frecuencia de inversiones térmicas en las jornadas de estabilidad atmosférica.

El balance hídrico anual es extremadamente deficitario (-853,16 mm), siendo negativo durante diez meses al año (en diciembre el balance hídrico es de 6,78 mm y en enero de 0,12 mm).

El índice de aridez es de 0,3, valor extremadamente bajo, situando a la zona en la categoría de semiárido.

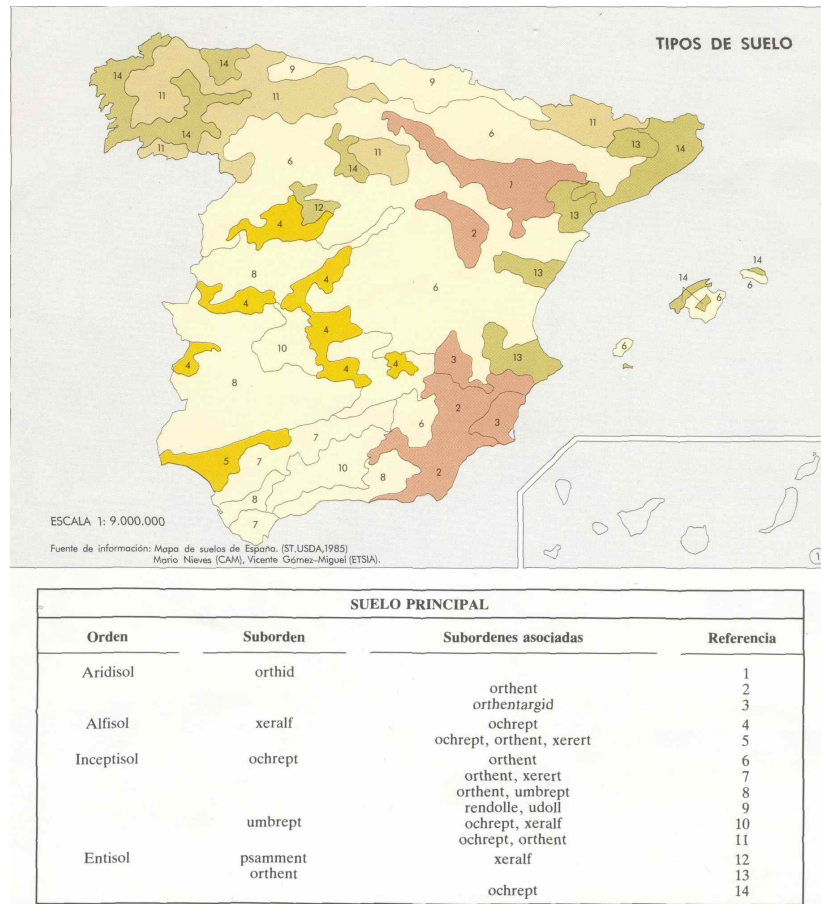
### **2.3.- EDAFOLOGÍA**

El resultado de un suelo, en general, depende del material de partida, de las condiciones bioclimáticas y de la fisiografía. Sin embargo, en el área concreta que nos ocupa vamos a describir varios factores que han influido en el resultado final de los suelos existentes con el objeto de evaluar los impactos previsibles y poder optimizar las medidas correctoras. Tomando como punto de partida los materiales existentes en la zona objeto de estudio y sus alrededores, arenas, arcillas, y calizas, dan lugar a un tipo de suelos poco evolucionados

Los datos recogidos en cuanto a los materiales presentes en la zona, muestran que los suelos dominantes de la comarca son del orden Inceptisol, los cuales son suelos poco evolucionados, si bien agrupan a una clase de suelos muy heterogénea, por lo que resulta difícil su caracterización.

Suelen ser suelos acidificados, que experimentan pérdidas de bases, Fe y Al, y presentan minerales inestables, aunque la alteración no es tan intensa como para destruirlos totalmente). Éstos pertenecen al Grupo Xerochrept (de clima semiárido). Se trata de suelos relativamente favorables para el desarrollo vegetal, cuya profundidad, pedregosidad y reserva de agua pueden ser variables. Presentan un desarrollo moderado

y la capacidad de uso de estos suelos es aceptable siempre que no existan problemas de salinidad, encharcamiento o erosión.



**Figura 2.** Distribución de los distintos tipos de suelo dentro de España. Fuente: Atlas de España de Edafología.

## 2.4.- FAUNA:

El análisis y valoración de la fauna se centrará en las especies de mayor interés, tratando con más detalle la ornitofauna por ser un grupo suficientemente representativo de la zoonosis, que utilizaremos como indicador de la calidad y complejidad del medio.

El componente ambiental fauna se analiza con una revisión de las especies o taxones de presencia conocida en el área de estudio y zonas colindantes que pudieran acceder regularmente.

En el análisis y valoración del grupo de las aves se han utilizado datos extraídos de trabajos publicados referidos a las cuadrículas UTM en las que se inscribe todo el proyecto y las bases de datos de la DG de Medio Natural.

La fauna dominante en esta zona es propia de ecosistemas mediterráneos (supramediterráneos), enriquecidos con especies eurosiberiana. Se han consultado diversas fuentes y bases de datos, en particular el Inventario Español de Especies Terrestres (versión 2015) elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Las aves son el grupo faunístico que mayor variedad aporta al área de estudio, de forma que es frecuente la presencia de rapaces (como el águila real, el buitre leonado, el cernícalo o el halcón peregrino) que esporádicamente sobrevuelan la zona, al utilizar ésta como potencial área de campeo. Por otra parte, en la zona se pueden identificar también otras especies de aves como el búho, la golondrina, el mirlo, la alondra, la perdiz roja, la codorniz, la bisbita, el pardillo, las palomas, el alcaudón, la curruca, el autillo, la abubilla, el petirrojo o la chova, entre otros.

El jilguero europeo (*Carduelis carduelis*), calificado como de interés especial en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, es una especie común y abundante en muchas zonas, que no presenta muestras de regresión aparentes.

Los hábitats de cría se encuentran muy representados, e incluso en expansión, si bien las poblaciones que nidifican en medios agrícolas arbóreos (frutales, olivares, etc.) pueden sufrir efectos negativos derivados del uso de biocidas y fitosanitarios en la época de cría.

La pérdida de calidad del hábitat de alimentación, especialmente en invierno, puede representar un factor de amenaza para la especie, con pérdida apreciable del mismo por el uso de herbicidas, o por los laboreos frecuentes de los barbechos.

El triguero (*Miliaria calandra*), calificada también como de interés especial en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, es una especie que ha sufrido una clara regresión en algunas zonas de su área de distribución.

En lo que se refiere a su problemática de conservación, destaca el hecho de que se trata de una especie sensible a la intensificación de los cultivos agrícolas. Le afectan especialmente las concentraciones parcelarias, por la desaparición de lindes, la roturación de márgenes y el uso masivo de biocidas.

En lo referente al Serín verdecillo (*Serinus serinus*), es una especie común en toda su área de distribución en Aragón, siendo francamente abundante en algunos medios, especialmente en las áreas mesomediterráneas. No se conocen tendencias regresivas tanto en las poblaciones españolas como en las aragonesas.

El nivel de amenaza por pérdida o alteración del hábitat es relativamente bajo debido a la capacidad de adaptación de esta especie a hábitats muy diversos y ampliamente representados. No obstante, algunas prácticas asociadas a la intensificación agrícola, como la eliminación de setos o linderos arbolados, le perjudican. También puede afectarle el uso de ciertos agroquímicos en el tratamiento de árboles frutales.

La captura masiva en bebederos, practicada ilegalmente por pajareros con fines lucrativos, puede revestir cierta importancia.

La transformación agrícola y su intensificación es sin duda el mayor problema de conservación que puede sufrir la Alondra común o *Alauda arvensis*, por pérdida de lindes y parches de vegetación, por el acortamiento de los ciclos de producción agrícola, y probablemente por el uso cada vez más generalizado de biocidas.

Ciertos hábitats pueden verse afectados por reforestaciones, cambios de cultivo a especies arbóreas, o por roturaciones de eriales y saladares. También por el abandono de pastos, mientras que la caza furtiva puede tener importancia local.

Las principales amenazas de la Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), se localizan en sus áreas de invernada y son los periodos prolongados con climatología adversa (sequías) y la caza.

Los tendidos eléctricos, el uso de biocidas en la agricultura y la pérdida de lugares de nidificación son otros problemas que afectan negativamente a esta especie. La ubicación de nidos sobre construcciones humanas, provocan molestias y en muchas ocasiones es el hombre el que actúa reduciendo el número de nidos.

En España la tendencia general de la población de Alimoche común (*Neophron percnopterus*), considerada “En peligro”, es de claro declive en los últimos 20 años, con extinciones locales en varias provincias del sur, centro y oeste peninsular.

Según los datos obtenidos en el censo nacional, Aragón es la segunda comunidad autónoma de España en cuanto a la importancia de sus poblaciones, con 251 parejas seguras (273 estimadas), a las que habría que añadir el contingente de aves no reproductoras asociado a los dormideros comunales. Las poblaciones del valle del Ebro padecen un declive muy grave por la desaparición de los muladares, las crisis demográficas del conejo silvestre y por el uso ilegal de venenos, habiéndose constatado la desaparición del 70% de las parejas conocidas en las dos últimas décadas.

Entre los factores de amenaza con mayor incidencia sobre la especie en Aragón destacan el uso ilegal de venenos y la disminución de recursos tróficos como

consecuencia del cierre o abandono de muladares y de las crisis demográficas del conejo silvestre a causa de epizootias.

Los venenos destinados a carnívoros constituyen la mayor causa de mortalidad no natural de adultos en Aragón (68% de las muertes documentadas en el valle del Ebro), seguida de los disparos, cepos y accidentes con tendidos eléctricos. La disminución de los recursos tróficos provoca en un primer momento un descenso de la productividad, constatándose a principios de los 90 una fuerte disminución de la misma en el valle del Ebro como consecuencia de la escasez de conejos provocada por la neumonía hemorrágica vírica.

Por otra parte, la disponibilidad de carroñas y restos de ganado en el campo se ha visto muy reducida como consecuencia del cierre y abandono de muladares inducido por el endurecimiento de la normativa sanitaria europea y la modificación de los métodos de recogida y eliminación de cadáveres de ganado.

Otras amenazas que afectan al alimoche son las molestias en el área de cría, la alteración o pérdida de hábitat y la intoxicación por biocidas agrícolas.

El pardillo común (*Carduelis cannabina*), se considera como una de las especies de aves más abundantes en Aragón, sin que existan datos que permitan valorar su evolución poblacional.

Determinadas prácticas asociadas a la intensificación agrícola, como la utilización de herbicidas y la reducción de la disponibilidad de barbechos, son, junto con la caza furtiva, las principales amenazas para la especie. Transformaciones del hábitat drásticas y extensas pueden también repercutir muy negativamente y provocar la desaparición local de la especie.

Debido a su amplia área de distribución, se encuentra presente en todas las áreas declaradas como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en Aragón incluidos en Red Natura 2000. En algunas zonas por las que se distribuye se están aplicando programas de medidas agroambientales que benefician a esta y otras especies de aves.

Igualmente, el verderón (*Carduelis chloris*), es una especie común en la mayor parte de Aragón y no muestra síntomas de regresión en sus poblaciones. El nivel de amenaza por pérdida o alteración del hábitat es bajo debido a la capacidad de esta especie de ocupar hábitats muy diversos y muy bien representados, y al incremento local del hábitat potencial en ciertas áreas periurbanas.

Con relación al cuervo (*Corvus corax*), también calificado como de interés especial en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, cabe destacar que en Aragón no se dispone de censos globales ni otros datos que permitan valorar la tendencia de la población, pero se considera especie abundante y repartida de modo general. Es probable que el repunte del uso de venenos en los últimos años y el cierre de muladares hayan provocado declives locales de la población de cuervos.

Debido a sus hábitos alimentarios, el cuervo es una de las especies más sensibles al uso de venenos, máxime si tenemos en cuenta que se trata además de uno de los principales destinatarios de esta práctica ilegal.

El cierre y abandono de muladares inducido por el endurecimiento de la normativa sanitaria, la modificación de los métodos de recogida y eliminación de cadáveres de ganado y la crisis de la ganadería extensiva, se traducen en una importante disminución de los recursos tróficos aprovechables por la especie.

Entre las causas de mortalidad no natural cabe destacar los accidentes con tendidos eléctricos y la caza ilegal.

En cuanto al Águila azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), calificada como especie en peligro de extinción a nivel autonómico y vulnerable a nivel nacional, cabe destacar que la zona se encuentra dentro del área de protección para su recuperación, de acuerdo al Decreto 326/2011, de 27 de septiembre, del Gobierno de Aragón, que establece un régimen de protección para esta especie en Aragón, y aprueba el Plan de recuperación, y a la Orden de 16 de Diciembre de 2013 que modifica el ámbito de aplicación del Plan de Recuperación. La zona del permiso de investigación se encuentra dentro del área establecida como ámbito de aplicación del Plan de recuperación, pero fuera de las áreas críticas que se consideran vitales para la persistencia y recuperación de la especie.

En lo relativo a la Grulla común (*Grus grus*), calificada como sensible a la alteración del hábitat a nivel autonómico, resulta destacable que las actuaciones de seguimiento y conservación que se llevan a cabo sobre esta especie por parte de los organismos autonómicos especializados, se centran en las dos localidades de importancia en Aragón, por las implicaciones locales que la especie adquiere, y que son la laguna de Gallocanta y un área perimetral designada como Zona RAMSAR. Además, una parte significativa de las áreas de campeo y todos los dormideros regulares de grullas han sido designados como ZEPA en aplicación de la Directiva 79/409 (Cuenca de Gallocanta y Embalse de la Sotonera).

En consecuencia, y dada la situación relativa de la zona de actividad respecto a las áreas de interés señaladas para la conservación de esta especie, se estima poco probable que el desarrollo del proyecto planteado, ocasione molestias o alteraciones significativas.

También pueden localizarse en esta zona varias especies de mamíferos, anfibios y reptiles, propias del monte mediterráneo, como el lagarto ocelado, distintas variedades de lagartijas y algunos tipos de culebra, el ratón de campo, la musaraña, la gineta y otras especies como la liebre, el tejón, o el jabalí, el zorro, además de distintos coleópteros y otros invertebrados.

Algunas de las especies existentes se encuentran catalogadas como de interés especial a nivel autonómico, por lo que a continuación se indican los principales aspectos obtenidos sobre su estado de conservación y medidas establecidas para su protección, de acuerdo a lo indicado en la última actualización del Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

En lo relativo a la gineta (*Genetta genetta*), cabe destacar que, en España, no parecen tener problemas de conservación evidentes, si bien es una especie muy susceptible de sufrir atropellos en carreteras. En cuanto a las medidas de conservación, el Catálogo de Especies Amenazadas indica que en Aragón no parece requerir medidas especiales de conservación.

La garduña (*Martes foina*), se encuentra en una situación similar, dado que en España no presenta problemas evidentes en relación a su conservación, aunque ha sido una especie históricamente perseguida por su piel, ya que en la actualidad ha perdido su interés comercial.

El erizo europeo occidental (*Erinaceus europaeus*), tiene como principal amenaza sobre la especie el tráfico rodado, ya que es uno de los vertebrados más susceptibles de ser atropellado. Otros problemas son la progresiva pérdida de hábitats debido a la intensificación de las actividades agrícolas y al uso generalizado de pesticidas.

La musaraña común (*Crocidura russula*), está considerada tanto en Europa como en España, como una especie no amenazada debido a su abundancia y amplia distribución. En cuanto a la problemática asociada a su conservación, el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón señala de manera genérica, la destrucción de hábitat, así como la ausencia de control de plagas agrícolas y/o forestales, que puede afectar localmente a sus poblaciones.

Las poblaciones de tejón (Meles meles), en España se consideran moderadamente abundantes, aunque insuficientemente conocidas y se sospecha que puedan estar en regresión, aunque no existen datos que confirmen esta tendencia. La pérdida de hábitats disponibles y su persecución ilegal debido a que es considerada una especie dañina para los cultivos y para la caza menor, son las principales amenazas para la especie. También es una especie que sufre frecuentemente atropellos en carreteras.

Por otra parte, el sapo común (Bufo bufo), presenta cierta problemática en su conservación debido a la destrucción y/o alteración de los medios acuáticos, fundamentalmente debido a actividades agrícolas intensivas, ha provocado la desaparición de esta especie en muchos lugares. Otros factores que han afectado a sus poblaciones han sido el uso generalizado de fitosanitarios y biocidas y la eutrofización de las aguas. Además, la introducción de especies exóticas de peces y/o crustáceos y los atropellos son también factores que están incidiendo negativamente sobre sus poblaciones.

## **2.5.- VEGETACIÓN POTENCIAL Y ACTUAL**

El estudio de la vegetación es uno de los puntos fundamentales para el conocimiento del medio donde se va a ejecutar cualquier proyecto. Su importancia salta a la vista no sólo al tener en cuenta su papel como asimilador de la energía solar y productor primario en el ecosistema, sino por sus importantes relaciones con el resto de factores del medio, tanto bióticos como abióticos.

La vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas, oxigena la atmósfera, filtra el aire, atenúa el ruido, tiene un valor paisajístico insustituible y es el hábitat de las especies animales.

El conocimiento exhaustivo de la vegetación local nos surte de una enorme cantidad de información respecto de otros factores, como la edafología, el uso que el hombre ha dado al terreno o la calidad ambiental de la zona, así como para hacer una previsión de las especies animales que alberga y de la riqueza en cuanto a biodiversidad. Aporta por tanto una inmejorable visión de conjunto.

Un estudio de la vegetación implica un conocimiento de las comunidades vegetales y las especies que por sus características resultan más vulnerables. De esta manera y mediante la adopción de las medidas oportunas, podrán minimizarse los

impactos negativos sobre la flora (y sobre el medio natural en general) que pueda generar la construcción de una infraestructura.

### **2.5.1. Caracterización corológica-climática.**

Las causas que determinan la distribución espacial de las especies y comunidades vegetales se pueden resumir mediante la caracterización en unidades corológicas y pisos bioclimáticos, fundamentada en la concatenación de la distribución atendiendo a una zonación altitudinal, y en las series de vegetación.

#### \*Unidades corológicas.

Según la clasificación de RIVAS-MARTINEZ (1987), el territorio objeto de este estudio se encuentra ubicado, al igual que la totalidad de la Península Ibérica, en el **Reino Holártico**, y en concreto en la **Región Mediterránea**. Nuestra zona de estudio comparte de forma clara las principales características de esta región, con irregularidad en las precipitaciones, sequía estival y riesgo de heladas durante el invierno. Dentro de ella nos situamos en la **provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega**, sector Maestracense.

### **2.5.2. Pisos bioclimáticos.**

Los pisos bioclimáticos se entienden como una zonación altitudinal de la vegetación. Dentro de la Península Ibérica se distinguen, para la Región Mediterránea los siguientes pisos, ordenados de mayor a menor altitud:

- Crioromediterráneo
- Oromediterráneo
- Supramediterráneo
- Mesomediterráneo
- Termomediterráneo

Cada piso bioclimático se caracteriza por una serie de índices que se resumen en uno: el índice de termicidad (It).

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$It = ( T + m + M ) * 10 \quad \text{donde:}$$

T = temperatura media anual.

m = temperatura media de las mínimas del mes más frío.

M = temperatura media de las máximas del mes más frío.

La correspondencia existente entre este índice y los pisos bioclimáticos se detalla a continuación:

<b>PISO BIOCLIMÁTICO</b>	<b><math>I_t</math></b>
<b>CROROMEDITERRÁNEO</b>	$I_t < -30$
<b>OROMEDITERRÁNEO</b>	$(-30) < I_t < 60$
<b>SUPRAMEDITERRÁNEO</b>	$60 < I_t < 210$
<b>MESOMEDITERRÁNEO</b>	$210 < I_t < 350$
<b>TERMOMEDITERRÁNEO</b>	$350 < I_t < 470$

*Tabla 6: Correspondencia entre pisos bioclimáticos e índices de termicidad.*

Se ha calculado el índice de termicidad para nuestra zona de estudio ( $I_t$ : 291), correspondiendo con un piso bioclimático **Mesomediterráneo**.

### **2.5.3. Ombroclimas.**

Además de las temperaturas, otro factor determinante para la vegetación son las precipitaciones. Al igual que las temperaturas, se encuentran también ligadas a la altitud, si bien su relación con este parámetro es más irregular. Basándose en ellas se definen los distintos *ombroclimas*, que para la región mediterránea son los siguientes, según los valores medios anuales:

OMBROCLIMA	PRECIPITACIONES (mm)
ÁRIDO	<200
SEMIÁRIDO	200-350
SECO	350-600
SUBHÚMEDO	600-1000
HÚMEDO	1000-1600
HIPERHÚMEDO	>1600

*Tabla 7: Caracterización de los ombroclimas.*

A la zona de estudio le corresponde un **ombroclima seco** con una precipitación media anual de 378 mm.

Las causas que determinan la distribución espacial de las especies y comunidades vegetales se pueden resumir mediante la caracterización en unidades corológicas y pisos bioclimáticos, fundamentada en la concatenación de la distribución atendiendo a una zonación altitudinal, y en las series de vegetación.

Se ha realizado un estudio en el que se inventaría la flora existente en los alrededores de la zona de estudio en el estado preoperacional. La metodología de trabajo utilizada para dicho fin ha consistido en el análisis de la bibliografía recopilada y toma de datos en campo.

#### **2.5.4. Vegetación potencial**

Según Rivas-Martínez (1987) potencialmente encontraríamos la serie 22a supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de la encina *Quercus rotundifolia*. Junípero thuriferae-Querceto rotundifoliae sigmetum. Siguiendo la metodología de Rivas Martínez, la evolución de la vegetación seguiría el siguiente esquema:

*(Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae sigmetum)*

**I.** Bosque: *Q. Rotundifoliae, Juniperus sp. y Rhamnus infectoria.*

**II.** Matorral denso: *Rosa sp., Crataegus monogyna*

**III.** Matorral degradado: *Genista pumila, Linum appressum, Fumana procumbens, Globularia vulgaris*

## IV. Pastizal

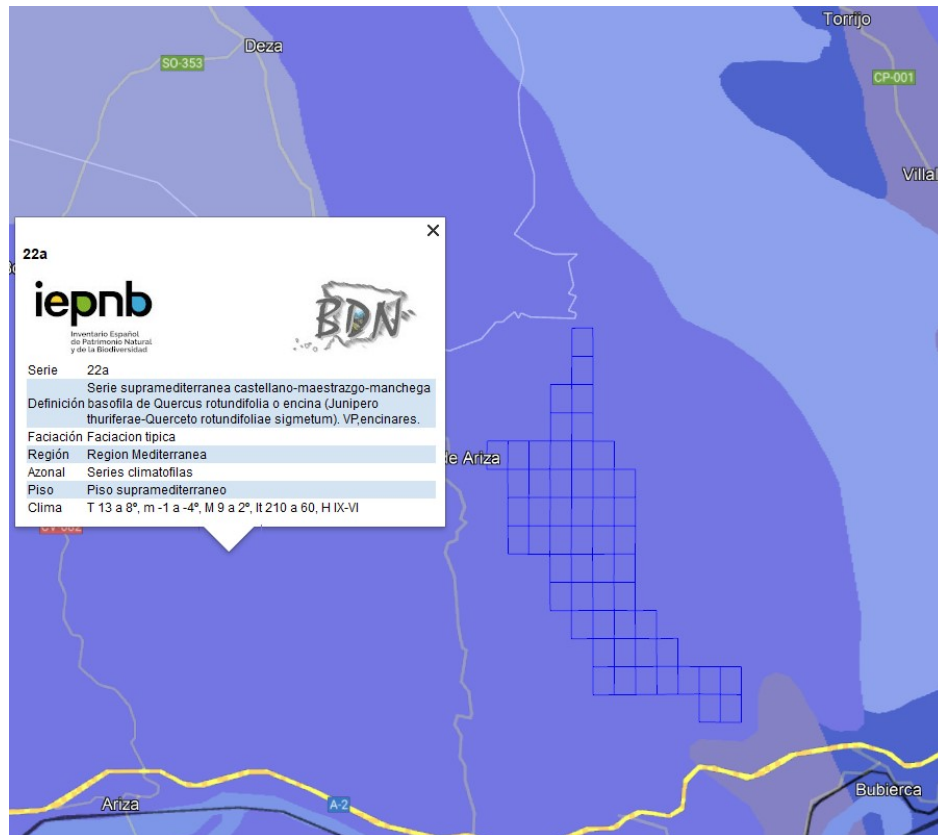


Figura 3.- Vegetación potencial de la zona, serie 22a.

### 2.5.5. Vegetación actual.

La vegetación actual es fruto de la combinación de una serie de factores naturales que condicionan la potencialidad florística de la zona, y de otros factores, principalmente antrópicos, que modifican esa vegetación potencial desencadenando procesos de degradación o sustitución.

Aunque es una zona predominantemente agrícola con campos de cultivo de cereal, en las zonas forestales existentes destacan los pinos carrascos y los quejigos, junto a un matorral conformado principalmente por jaras, romeros y aliagas.

La vegetación actual natural que puede encontrarse en los terrenos sobre que se sitúa PI “Peñasquita”, está fundamentalmente compuesta por matorral, y en menor medida, bosques de frondosas y pastizales naturales.

El paisaje, antaño un bosque en el que predominarían las encinas, está ahora prácticamente deforestado y dominan los pastizales de gramíneas y arbustos de pequeño porte, pertenecientes a las etapas regresivas de las series de encinares continentales.

Por tanto, puede decirse que el paisaje vegetal de la zona afectada, engloba fundamentalmente una comunidad conformada por un estrato inferior de pequeños arbustos leñosos y herbáceos, en la que pueden aparecer de forma aislada, elementos de las etapas anteriores, entre los que se pueden encontrar especies como el Álamo, Chopo, Tamariz, Tomillo, Aliaga, Romero, Retama, y Lastón.

Dentro de las especies de mayor interés podemos encontrarnos con *Thymus loscosii*, calificada como de interés especial en el catálogo de especies amenazadas de Aragón, sufre numerosas amenazas por vivir en zonas muy humanizadas y despreciadas por la mayoría de la gente (llamadas despectivamente "secarrales").

Entre las actuaciones que pueden ser fuente de peligro para la conservación de esta especie, se encuentran las roturaciones para cultivar, la construcción de edificios e infraestructuras, la extracción de áridos y la repoblación con pinos.

Sin embargo, dado el gran tamaño de la población total aragonesa, estas amenazas solo suponen riesgo de extinciones locales. Su preservación implica conservar el uso tradicional de los cerros y altozanos de la depresión del Ebro: el pastoreo con ovejas con una intensidad moderada.

Teniendo en cuenta lo anterior, no se espera que los trabajos previstos durante las labores de investigación que se han solicitado, puedan suponer un factor de amenaza para las especies calificadas como de interés especial. En cualquier caso la empresa prestará especial atención a no afectar a ninguna de estas especies.

## **2.6.- PAISAJE**

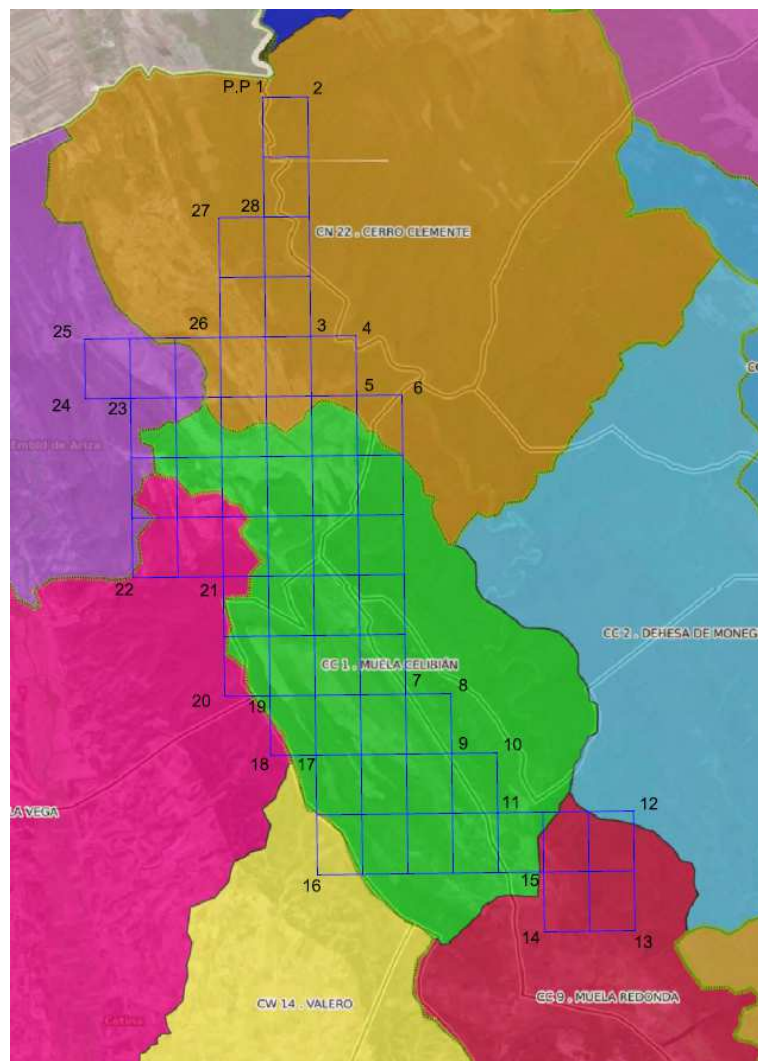
El paisaje es un reflejo de las características naturales de la zona. Las características geológicas, geomorfológicas, edáficas y climáticas del entorno condicionan la presencia de formas muy regulares.

El paisaje predominante en la zona se corresponde con una gran área abierta de campos de cultivo de cereal entre relieves alomados y crestas cuarcíticas con laderas de pendientes que confluyen hacia zonas más llanas donde se localizan los campos de cultivo.

Los colores predominantes vienen dados básicamente por la vegetación y la litología con colores verde y pardos de los campos de cultivo, principalmente de cereal

y de almendros. Las actuaciones humanas se pueden focalizar en el entorno de la zona de actuación por la presencia de edificaciones y caminos vinculados a la actividad agraria.

Según los mapas de paisaje del Gobierno de Aragón la parte más al norte del permiso se corresponde con la unidad de paisaje CN22 denominada Cerro Clemente. En la parte central del permiso nos encontramos con la unidad de paisaje denominada CC1 Aranda Muela Celibián, mientras que al sureste está la unidad denominada CC9 Muela Redonda. En la zona suroeste del permiso nos encontramos con la unidad denominada CW14 Valero. En la zona central del permiso en su lado oeste nos encontramos con la unidad denominada CW13 Casa de la Vega, mientras que en la zona norte en su lado oeste nos encontramos con la unidad denominada CW12 Embiz de Ariza.



**Figura 4.-** Unidades de paisaje en la zona según cartografía del Gobierno de Aragón..

## **2.7.- CALIDAD DEL AIRE**

Los únicos focos de emisión a considerar son las fuentes móviles pertenecientes a los vehículos que circulan por las carreteras circundantes que producen gases de combustión de los carburantes.

## **2.8.- ENCLAVES DE INTERÉS MEDIOAMBIENTAL:**

En este apartado se ha incluido una revisión de los enclaves de interés especial que se encuentran presentes en la zona de estudio del Permiso de Investigación “Peñasquita” nº3585, así como aquellos cuya cercanía justifica el que sean mencionados en el presente trabajo.

La importancia de estos enclaves es debida a sus características botánicas, faunísticas, ecológicas y geológicas. Debido a estas características se ha dotado a estas áreas de figuras de protección con el objeto de preservarlas y conservar intactos sus valores, basándose en las legislaciones que existen en referencia a los espacios naturales, tanto de carácter europeo, como nacional y autonómico.

Se han estudiado las siguientes figuras de protección y se ha determinado que no se encuentran en las proximidades de la explotación:

- Parques nacionales
- Parques naturales
- Reservas naturales
- Monumentos naturales
- Paisajes protegidos
- Humedales de importancia
- Reservas de la biosfera
- Humedales singulares

Red de Espacios Naturales Protegidos de Aragón (Ley 6/1998, de 19 de Mayo, de Espacios Naturales Protegidos de Aragón). La zona donde se sitúa el P.I Peñasquita nº 3585 no forma parte del ámbito territorial de ningún espacio incluido en esta red.

Zonas Húmedas de Importancia Internacional (Zonas RAMSAR) o Zonas Húmedas de Importancia Nacional (Zonas Húmedas de Importancia Nacional (“Inventario de Zonas Húmedas de la España Peninsular, Dirección General de Obras Hidráulicas –MOPU, 1989).): La zona donde se sitúa el P.I Peñasquita nº 3585 no forma parte del ámbito territorial de ninguna de estas zonas.

Zona de Especial Protección para las Aves. ZEPA: El Permiso de Investigación Peñasquita nº 3585 se localiza fuera de cualquier área considerada zona de especial protección para las aves.

Lugares de Importancia Comunitaria (LIC): El Permiso de Investigación Peñasquita nº 3585 se encuentra fuera del perímetro de LIC, con código: ES2430104 – “Riberas del Jalón (Bubierca-Ateca)”, a una distancia mínima de 3,6 km del permiso.



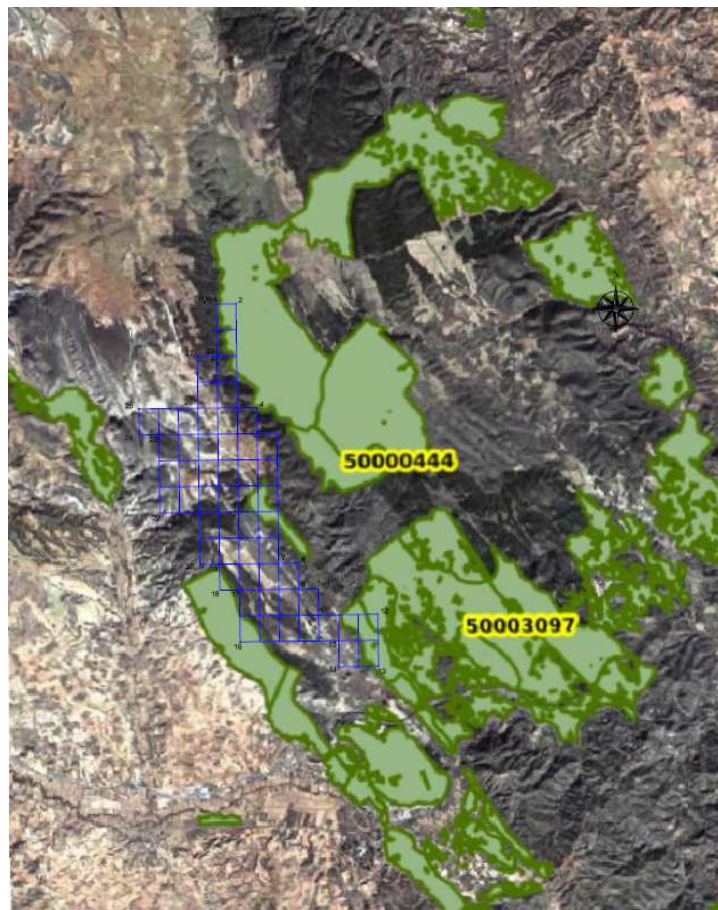
*Figura 5. Lugar de importancia comunitaria al sureste de la zona donde se localiza el P.I Peñasquita.*

Montes de Utilidad Pública y otros gestionados por el Gobierno de Aragón.: La mayor parte del permiso de investigación se sitúa sobre superficies fuera de los montes

de utilidad pública, quedando algunas cuadrículas del mismo de forma parcial dentro de diferentes montes de utilidad pública.

Se trata de los montes catalogados n° 477, denominado Monte Comunal y cuyo titular es el Ayuntamiento de Villalengua, emplazado al norte del permiso de investigación. En la zona central del permiso se emplaza el monte catalogado 465, denominado Fuente Amarga y cuyo titular es el Ayuntamiento de Ateca. Al suroeste nos encontramos con el monte de utilidad pública catalogado n° 454 denominado Altos de la Sierra y cuyo titular es el Ayuntamiento de Cetina, mientras que al sueste se emplaza el monte denominado Valdellosa n° 2036.

Las labores de las calicatas 17 y 19 se localizan dentro del monte de utilidad pública n° 2036. Las dos calicatas previstas se emplazan sobre la ladera, donde no existe vegetación arbórea y limitándose de esta forma la afección sobre la vegetación. En cualquier caso será necesario solicitar las autorizaciones oportunas para la realización de estas labores de investigación.



**Figura 6.** Montes de Utilidad Pública en relación al Permiso de Investigación Peñasquita.

Hábitats de interés comunitario: Dentro del perímetro del PI Peñasquita n° 3585 existen numerosos rodales del hábitat de interés comunitario con código 4090 denominado Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga. Este tipo de hábitat comprende los matorrales de altura de las montañas ibéricas, así como algunos matorrales de media montaña. Forman una banda arbustiva por encima de los niveles forestales o viven en los claros y zonas degradadas del piso de los bosques.

En la zona más al sur del permiso, y de forma limitada, nos encontraríamos con el hábitat con código 6220 y denominado Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-. Brachypodietea. Se trata de pastos xerófilos más o menos abiertos formados por diversas gramíneas y pequeñas plantas anuales, desarrollados sobre sustratos secos, ácidos o básicos, en suelos generalmente poco desarrollados.



**Figura 7.** Hábitats de interés comunitario en relación al Permiso de Investigación Peñasquita.

Vías Pecuarias: La Vía pecuaria denominada Vereda de Tormos cruza por el lado oeste la zona sur del permiso de investigación, mientras que la Colada del Monegrillo cruza por el este la parte sur del permiso. Ninguna de las labores de investigación planteadas estará dentro de la vía pecuaria.



*Figura 8. Vías pecuarias en relación al Permiso de Investigación Peñasquita.*

Senderos turísticos Aragón: No hay ningún sendero turístico dentro del permiso de investigación Peñasquita n° 3585.

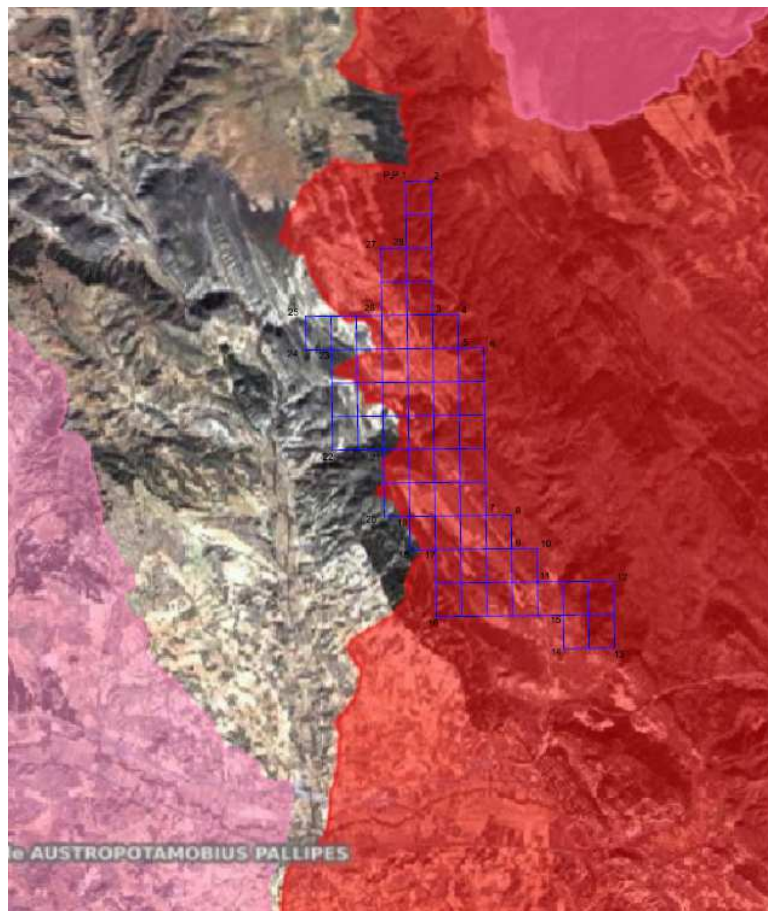
Parques Culturales. El perímetro del P.I Peñasquita n° 3585 no está dentro de ningún Parque Cultural.

Enclaves singulares de flora: No existe ningún área de interés botánico ni enclaves de flora singular en las proximidades de la ubicación de las labores de investigación.

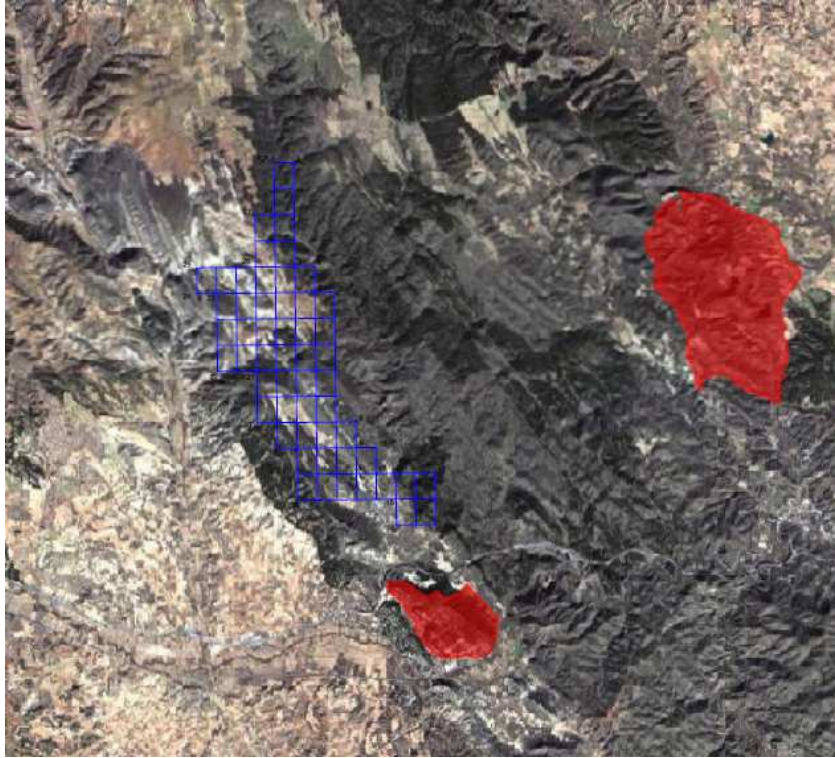
Árboles singulares: No existen árboles catalogados como singulares dentro de la zona del Permiso de Investigación, quedando el denominado Quejigo de la casa de la Vega, a 1,6 km hacia el este, y por lo tanto fuera de cualquier tipo de afección.

Planes de Recuperación: La zona de estudio se encuentra casi en su totalidad dentro del ámbito de protección del Águila - azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*), calificada como especie en peligro de extinción a nivel autonómico y vulnerable a nivel nacional, de acuerdo al Decreto 326/2011, de 27 de septiembre, del Gobierno de

Aragón, que establece un régimen de protección para esta especie en Aragón, y aprueba el Plan de recuperación, y a la Orden de 16 de Diciembre de 2013 que modifica el ámbito de aplicación del Plan de Recuperación. No obstante, la zona de actividad se encuentra dentro del área establecida como ámbito de aplicación del Plan de recuperación, pero fuera de las áreas críticas que se consideran vitales para la persistencia y recuperación de la especie y que se localiza al sur y al este del permiso.

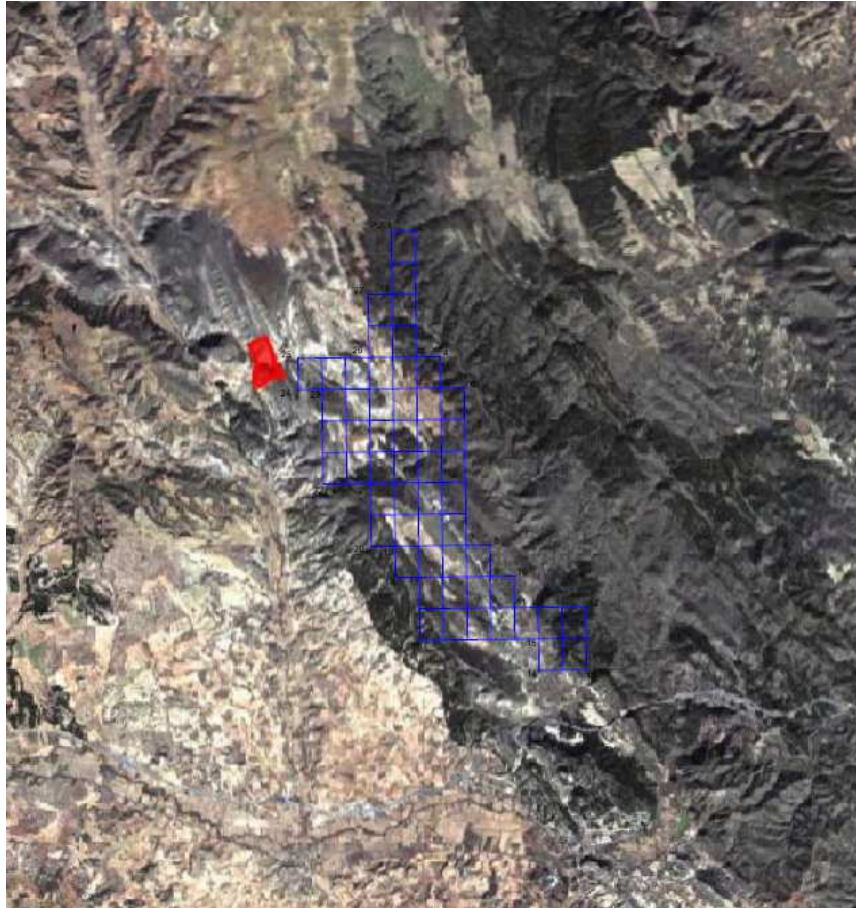


*Figura 9. Áreas de protección de especies en relación al Permiso de Investigación Peñasquita.*



*Figura 10. Áreas críticas de especies protegidas en relación al Permiso de Investigación Peñasquita*

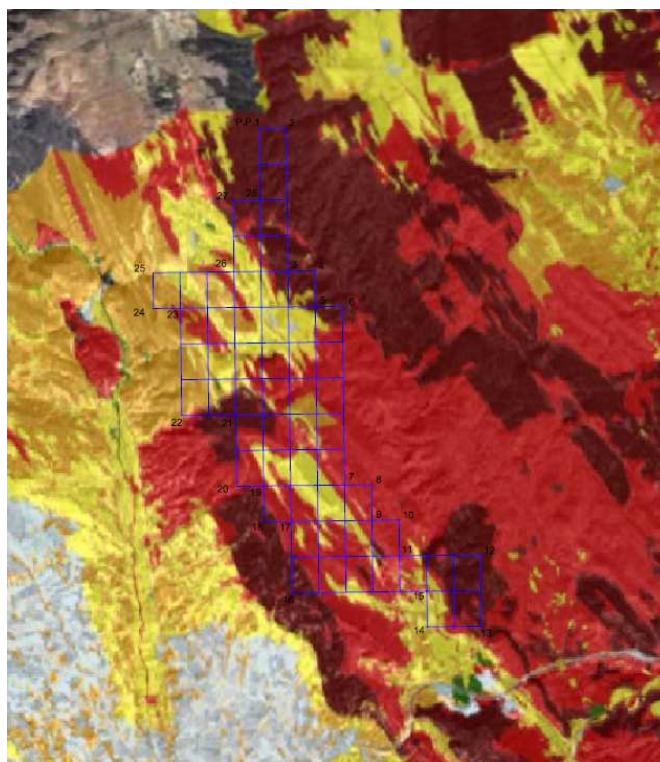
Lugares de Interés Geológico: No existe ningún lugar de interés geológico dentro del permiso de investigación, si bien, justo en el límite del mismo en la zona noroeste nos encontramos con el LIG denominado Estrechos verticales de la Calle Barranco. No se verán afectados de ninguna manera por las labores a realizar en el permiso de investigación.



*Figura 11. Lugares de interés comunitario en relación al Permiso de Investigación Peñasquita*

## RIESGO DE INCENDIO FORESTAL.

Dentro del P.I Peñasquita n° 3585 nos encontramos con topo tipo de áreas de riesgo de incendio, localizándose áreas de tipo 2 caracterizado por su alta importancia de protección y su alta peligrosidad en la zona norte, centro, sur y este del permiso y sobre áreas de tipo 3 de peligrosidad media-alta y de alta-media importancia, que son zonas con mayor densidad de vegetación situadas a lo largo de todo el permiso. Junto a ello nos encontramos con áreas de tipo 6, de alta peligrosidad e importancia baja, coincidente con los campos de cultivo mientras que los relieves alomados se corresponden con zonas de tipo 5, de baja peligrosidad e importancia de protección media.



Clasificación del Riesgo de Incendio Forestal

		Peligrosidad		
		Baja	Media	Alta
Importancia de protección	Extrema	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1
	Alta	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 2
	Media	Tipo 5	Tipo 3	Tipo 3
	Baja	Tipo 7	Tipo 7	Tipo 6

**Figura 12.** Clasificación del Riesgo de incendio forestal.

### 3. DEFINICIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Se presenta información obtenida de los estudios realizados por el Instituto Aragonés de Estadística sobre el municipio de Alhama de Aragón, por ser el de mayor población dentro del permiso de investigación.

#### 3.1 POBLACIÓN

El municipio de Alhama de Aragón se localiza en la Comarca Comunidad de Calatayud.

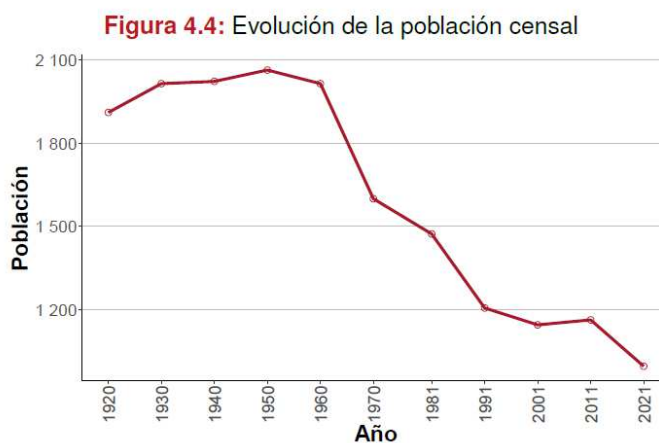
La superficie del municipio de Alhama de Aragón es de 31,11 km<sup>2</sup> y se encuentra a una distancia de Calatayud de 28 km.

Tiene una población de 925 habitantes y una densidad de 33,85 hab/km<sup>2</sup>.

La población está en decrecimiento continuo, habiéndose pasado de los 2064 habitantes de 1950, a los 925 actuales del padrón de 2024.

**Tabla 4.5:** Evolución de la población censal

Año	Población
1920	1.911
1930	2.015
1940	2.023
1950	2.064
1960	2.015
1970	1.600
1981	1.473
1991	1.206
2001	1.145
2011	1.163
2021	996



**Figura 13.** Evolución de la población en Alhama de Aragón.

#### 3.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA

La tasa de actividad en Alhama de Aragón está dominada por el sector servicios, que ocupa a un 86,16% de la población activa, mientras que la construcción ocupa a un 6,78%, la agricultura con un 3,39% y la industria al 3,68.

<b>Año</b>	<b>Total</b>	<b>Agricultura</b>	<b>Industria</b>	<b>Construcción</b>	<b>Servicios</b>
<b>2021</b>	100	3,94	6,03	6,37	83,66
<b>2022</b>	100	4,06	4,69	4,79	86,46
<b>2023</b>	100	3,63	4,31	4,31	87,75
<b>2024</b>	100	3,39	3,68	6,78	86,16

**Fuente:** IAEST según datos de la Tesorería General de la Seguridad Social.

*Figura 14: Afiliaciones a la seguridad social por sector de actividad en Alhama de Aragón.*

## **PARTE II**

Medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la explotación de recursos minerales

El Permiso de Investigación Peñasquita nº 3585 se ha solicitado para todos los recursos de la sección C), especialmente arcillas, calizas y arenas caoliníferas. Si durante el desarrollo de las labores de investigación se pusiera de manifiesto el potencial minero de otro recurso, se llevarán a cabo los trabajos y labores necesarias para evaluarlo y definir la viabilidad técnica y económica de una explotación sobre este recurso y se comunicará a la Sección de Minas del Servicio Provincial de Zaragoza.

## **1.- PROCEDIMIENTO Y PLAN DE INVESTIGACIÓN.**

Los trabajos a desarrollar en el P. I. “Peñasquita” nº 3585 se van a subdividir en tres fases, una primera fase de trabajos de superficie, una segunda fase de trabajos de campo y evaluación del yacimiento y una tercera fase de estudio de los resultados de campo con emisión de informe final.

Se va a realizar una recopilación y análisis de información geológico-minera disponible sobre el área y los materiales a investigar, tal como mapas geológicos, fotografías aéreas, publicaciones específicas, estudios y trabajos de las mismas formaciones en otros puntos, etc.

Se ha hecho un reconocimiento general de la zona en base al cual se han establecido una selección de áreas de interés de acuerdo con condicionantes geológicos y ambientales, en base a los cuales se definen las zonas de sondeos y calicatas.

En algunas áreas del permiso de investigación y debido a lo abrupto de la topografía del terreno y la inexistencia de caminos, no se plantean en estos momentos sondeos ni calicatas, que requerirían de movimientos de tierra muy grandes para acondicionar caminos, y que causarían una gran alteración del entorno en estos momentos de la investigación, por lo que se hará un recorrido a pie por toda esta zona recogiendo muestras de los afloramientos existentes para su posterior análisis e identificación de mineralizaciones que pudieran ser de interés. Es previsible que se puedan extrapolar datos de los sondeos y calicatas próximas a las cuadrículas en las que no se plantea la investigación.

## **1.1. PRIMERA FASE: EXPLORACIÓN DE SUPERFICIE**

### **Objetivos**

Esta fase tiene como objetivo la definición e identificación de los materiales en campo, que puedan ser aprovechados para fabricación de cerámicas con rendimiento económico.

Los objetivos de esta fase deben cumplir con la selección de afloramientos que por sus características topográficas, potencia, continuidad lateral, calidad, etc, sean susceptibles de investigación mediante sondeos y calicatas en una fase posterior.

Para la consecución de este objetivo y teniendo en cuenta la estructuración de la secuencia de materiales observada (Plano geológico), los trabajos de investigación de superficie se localizarán a largo de todo el Permiso.

### **Trabajos de investigación**

- × Recopilación y análisis de información geológico-minera disponible sobre el área y los materiales a investigar, tal como mapas geológicos, fotografías aéreas, publicaciones específicas, estudios y trabajos de las mismas formaciones en otros puntos, etc.

- × Reconocimiento general de campo: Recabada y evaluada la información disponible, se realizará un reconocimiento general donde se analizarán las características de los afloramientos (geomorfología, estratificación, fallas, fracturas, etc)

- × Levantamiento topográfico, E 1:5.000

- × Cartografía geológica-minera de las diferentes unidades litotestratigráficas; al mismo tiempo se levantarán columnas litoestratigráficas en los puntos visibles, se recogerán muestras, se tomarán medidas de direcciones y buzamientos, se apoyará con un estudio fotogeológico e 1:5.000. Realización de cortes geológicos para mostrar la estructura del terreno así como las fallas que afecten a la misma.

- × Selección de áreas de interés de acuerdo con los siguientes condicionantes: Tipos y calidad de roca, textura, continuidad lateral de las capas, potencia de banco, escasez de recubrimiento, fracturación, accesibilidad, etc.

- × La documentación generada se recopilará en un informe que reflejará la justificación de la selección de áreas.

## **1.2. SEGUNDA FASE. EVALUACIÓN DEL YACIMIENTO.**

### **Objetivos.**

Esta fase tendría como objetivos principales el estudio en detalle mediante labores de investigación en las zonas preseleccionadas en la fase anterior así como el análisis detallado de los factores litológicos y estructurales que condicionan su explotabilidad.

Los trabajos que aquí se describen son una aproximación a los que habrá que realizarse y que deberán ser adaptados a las conclusiones y características de área seleccionada, su entidad de indicio, topografía y accesos particulares.

### **Trabajos de investigación.**

- × Cartografía geológico-minera a escala 1:10.000

- × Estudio estructural y de fracturación.

- × Realización de calicatas en los materiales previamente identificados en el reconocimiento de campo ya realizado. Las calicatas tendrán las dimensiones adecuadas para observar el terreno en profundidad, tomar muestras representativas y determinar la potencia de recubrimiento. Se proponen unas dimensiones variables en cuanto a longitud (de un máximo de 50 metros) por 1 m de anchura y 4 ó 5 m de profundidad, siendo el volumen de tierras a mover de 200 – 250 m<sup>3</sup>. La maquinaria a utilizar será una retroexcavadora de tipo medio. La retroexcavadora se sitúa por encima de la calicata marcada y va retirando la tierra vegetal hasta el final de la calicata y dejándola a un lado de la misma, para posteriormente volver por la misma rodada hasta el inicio de la calicata e ir retirando el estéril y los niveles aprovechables que son depositados al lado contrario de la tierra vegetal. La máquina, moviéndose todo el tiempo arriba y abajo de la calicata por las mismas rodadas, procederá posteriormente a rellenar la calicata con los estériles y arcillas y posteriormente con la tierra vegetal. La máquina no necesita zonas de giro o maniobra, pues se mueve por las mismas rodadas todo el tiempo a lo largo de la calicata.

Se realizarán un total de 19 calicatas. El emplazamiento de estas estará condicionado por la morfología del yacimiento y su dimensionado, de tal forma que los resultados obtenidos por esta técnica de prospección sean extrapolables a todas las zonas homogéneas seleccionadas. La información que se obtenga permitirá reconocer las rocas aflorantes a profundidad, las zonas de alteración meteórica.

Así mismo, las calicatas se intentarán ubicar en puntos de fácil acceso o donde no sea necesario crear grandes infraestructuras de acceso. Los planos que se acompañan reflejan una situación aproximada de donde van a ubicarse estas labores, no obstante, su ubicación siempre estará condicionada a las conclusiones del informe de la primera fase y a las autorizaciones de los propietarios de los terrenos.

Las coordenadas de las calicatas se muestran en la siguiente tabla en el sistema UTM ETRS 89.

nº calicata	X	Y
1	588998	4582681
2	588673	4581986
3	588761	4581882
4	588874	4581684
5	589308	4581283
6	589359	4580721
7	589886	4580885
8	589428	4580074
9	589727	4580376
10	589504	4579951
11	588613	4578836
12	589086	4579229
13	590224	4577736
14	590739	4576987
15	589662	4576847
16	591628	4576575
17	592442	4576521
18	591816	4576313
19	592225	4576094

*Tabla 8. Coordenadas calicatas.*

× Levantamiento de calicatas y representación en croquis a escala 1: 500, que serán acompañados con un reportaje fotográfico. La referencia de las muestras tomadas se acompañará junto a la columna del croquis.

× Campaña de sondeos mecánicos con recuperación de testigo. Se realizarán un total de 32 sondeos con recuperación de testigo con diámetro de perforación de 86 y 76 mm. La superficie a ocupar para la realización de cada sondeo se estima en 100 m<sup>2</sup>.

× Los sondeos se ubicarán en las proximidades de los caminos existentes, en zonas desprovistas de vegetación de porte arbustivo, y/o en campos de labor, para minimizar los impactos sobre el medio físico, no obstante, es posible que haya que acondicionar alguna zona para el acceso de la maquinaria. La localización aproximada

de los sondeos puede verse en la cartografía que se acompaña y sus coordenadas en el sistema UTM ETRS 89 se muestra en la siguiente tabla.

nº sondeo	X	Y
1	588312	4582507
2	587143	4581708
3	587406	4581482
4	587995	4581474
5	588466	4581395
6	587560	4580648
7	588082	4580704
8	588625	4581033
9	589012	4581052
10	587555	4580367
11	588213	4580492
12	588486	4580327
13	588874	4580441
14	587994	4579603
15	588654	4579775
16	588914	4579605
17	589327	4579208
18	589765	4578949
19	588633	4578674
20	589057	4578493
21	589398	4578407
22	589709	4578762
23	589054	4578019
24	589439	4577957
25	589984	4577618
26	589421	4577410
27	589816	4577502
28	590553	4577015
29	589971	4576363
30	590244	4576531
31	590735	4576681
32	591481	4576479

*Tabla 9. Coordenadas sondeos.*

× La distribución y emplazamiento de los sondeos estará condicionada por la morfología del yacimiento y su dimensionado, de tal forma que los resultados obtenidos por esta técnica de prospección sean extrapolables a todo el yacimiento y determinen una entidad suficiente de reservas explotables. Esto permite fundamentalmente evitar en esta fase labores de investigación en zonas donde habría que realizar mayores

movimientos de tierra para situar sondeos o calicatas, provocando de esta forma una menor alteración medioambiental. La información que se obtenga en las labores definidas permitirá reconocer las rocas aflorantes a profundidad, las zonas de alteración meteórica, grado y tipo de fracturación y demás estructuras, apoyando en gran medida a los trabajos posteriores de evaluación, estimación de reservas, pero con una menor afección ambiental al no hacer labores de investigación que impliquen grandes movimientos de tierras.

- × Testificación litológica y geomecánica de los sondeos. Sobre los testigos recuperados se realizará una testificación detallada tanto litológica como geomecánica, que será reflejada en partes especiales al efecto y sobre los que se definirán parámetros de calidad de roca.

- × Ensayos y análisis

- × Restauración zonas afectadas por las labores de investigación (sondeos y calicatas).

### **1.3. TERCERA FASE. INFORME FINAL.**

Las zonas que tengan cualidades para la explotación del recurso se someterán a una investigación de detalle. Durante esta tercera fase se comprobarían los parámetros de explotabilidad determinados en la fase anterior:

- × Cartografía geológica-minera de mayor detalle

- × Determinación de parámetros de explotabilidad tales como reservas probadas y estimadas, rendimiento de explotación, calidades, ratio, etc.

- × Modelización del yacimiento: configuración morfológica del yacimiento y distribución espacial de las reservas explotables, así como su sectorización en función de calidades, zonas de isorrendimiento o recubrimientos, ratio de explotación, etc.

- × Estudio de mercado y viabilidad técnico - económica.

- × Elaboración de la memoria final.

La investigación se ejecutará en tres fases que se sucederán condicionadas a los resultados obtenidos en las mismas de acuerdo con el planteamiento de trabajo establecido en este proyecto.

Este programa podrá ser modificado a medida que se avance en las investigaciones y se estudien los resultados.

## 1.4.- CRONOGRAMA

### 1ª FASE. PRIMER AÑO.

Se llevará a cabo durante el primer año.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN	DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Levantamiento topográfico a escala 1:5.000	■	■										
Estudio fotogeológico			■									
Columna litoestratigráfica y cortes geológicos				■	■	■	■	■	■	■		
Estudio de correlación											■	
Elaboración de la memoria											■	■

### 2ª FASE. SEGUNDO AÑO.

Se llevará a cabo durante el segundo año

TIPOS DE INVESTIGACIÓN	DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Realización de calicatas	■	■	■	■	■	■	■	■				
Realización de sondeos	■	■	■	■	■	■	■	■				
Ensayos y análisis					■	■	■	■	■	■	■	■

### 3ª FASE. TERCER AÑO.

Se llevará a cabo durante el tercer año

TIPOS DE INVESTIGACIÓN	DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caracterización y modelización del yacimiento	■	■	■	■								
Estudio mercado y viabilidad					■	■	■	■				
Estudios e informes									■	■	■	■

## 2.- MEDIOS A EMPLEAR

El equipo técnico estará formado por el siguiente personal:

- 1 Director facultativo
- 1 Geólogo que supervisará los trabajos de investigación
- 1 Geólogo ayudante.
- 1 Topógrafo
- Personal de laboratorio: 1 Químico y un laborante.
- 2 Ayudantes
- 1 Administrativo
- 1 Maquinista de retroexcavadora
- 2 Sondistas

Los medios materiales con los que se contará serán:

- Material topográfico
- Máquina de sondeos.
- Laboratorio contratado para la realización de ensayos de caracterización físico-química de la roca.

Todo el personal y maquinaria serán contratados. No se emplearán explosivos en la investigación. **El plazo de ejecución será de 3 años.**

En caso de que exista disponibilidad de terrenos, permisos municipales y de equipos de sondeo de forma simultánea, los plazos de ejecución de las labores de investigación del permiso se podrían adelantar de forma significativa.

### **3.- ANÁLISIS DE LOS ACCESOS A LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN.**

A la gran mayoría de las labores de investigación previstas se puede acceder directamente sin tener que realizar movimientos de tierra, debido a que la práctica totalidad de las mismas se localiza sobre terrenos que actualmente son campos de cultivo activos, o bien se localizan en zonas yermas junto a caminos existentes.

Hay cinco calicatas que se desarrollarán sobre zonas yermas, en ladera, si bien a cuatro de ellas, las denominadas calicatas 12, 15, 17 y 18 se llega desde los caminos existentes y a la calicata 10, se puede acceder desde un campo de labor próximo sin que haya que realizar ningún movimiento de tierra.

## 4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.

Las labores a realizar para el desarrollo de los trabajos fijados en el Permiso de Investigación objeto del presente Plan de Restauración, llevan implícitos una afección sobre determinados elementos del medio abiótico (edafología), biótico (vegetación) y perceptual (paisaje), si bien, lo limitado de las propias intervenciones hacen que todos estos impactos sean de muy baja intensidad, temporales y reversibles. Hay que tener en cuenta que las calicatas, que son las que mayor afección al medio pueden causar, se desarrollan principalmente sobre zonas desprovistas de vegetación por lo que tienen una afección muy limitada. Además, su tamaño, 50m<sup>2</sup> de superficie de apertura a lo que habría que sumar unos 100-150m<sup>2</sup> de superficie donde tender la tierra vegetal y estériles procedentes de la misma crean una afección muy puntual y controlada. Una vez abiertas las calicatas y comprobadas las mismas se procederá a cubrirlas nuevamente con la misma tierra extraída, colocando en último lugar la tierra vegetal previamente retirada, con lo que el impacto que se pudiera causar sobre el medio natural es insignificante. Además, están previstas una serie de medidas correctoras para tratar de hacer aún más imperceptibles los posibles impactos generados.

En las actuaciones de perforación se seguirán las siguientes premisas con el objetivo de minimizar las afecciones al entorno y devolver el emplazamiento a las condiciones iniciales en el menor tiempo posible:

- En caso de que sea necesaria una adecuación topográfica del emplazamiento, se procederá a la retirada de la tierra vegetal en las zonas en las que se ejecuten los sondeos y calicatas, acopiándose en caballones de dos metros de altura máximo para su posterior empleo en las labores de revegetación. Dado el corto espacio de tiempo que estos caballones estarán antes de reutilizarse en las labores de restauración, no se prevén efectos debido a la erosión.
- Para minimizar el movimiento de tierras, la plataforma de perforación en lo posible estará en una zona más o menos llana.
- En el caso de las balsas, y siempre que sea posible, no se excavarán balsas de recirculación, sino que se utilizarán piscinas desmontables.
- Con el fin de minimizar el área afectada, se acondicionará un área para almacenar material y el equipo auxiliar necesario para el sondeo. Dado

que para este fin no será necesario que el terreno esté nivelado, no será necesario realizar ningún tipo de movimiento de tierras.

- El contratista, tanto de la perforación para sondeos como para las calicatas, se asegurará que sus empleados conozcan y cumplan la legislación ambiental aplicable a la obra y las estipulaciones recogidas en el documento.
- Todos los aditivos a lodos de perforación serán inocuos al medioambiente y biodegradables.
- Se controlará el correcto uso y almacenamiento de sustancias tales como grasas y aceites para minimizar el riesgo de vertidos accidentales.
- En lo posible se ubicarán los sondeos y calicatas en zonas agrícolas o improductivas antrópicas y al borde de las parcelas de forma que el acceso al sondeo o calicata se realice por alguno de los caminos existentes en la zona.

La finalización del sondeo y de las calicatas implica la restauración de la superficie afectada por los mismos por conformación de la plataforma, el apisonado debido a la circulación con maquinaria pesada y el acondicionamiento de la plataforma de trabajo. Esta restauración consistirá en la remodelación de la zona de trabajo a su topografía original, reposición de la tierra vegetal previamente retirada y acopiada y en su caso, la posterior siembra con especies herbáceas y/o arbustivas.

Las labores de restauración se acometerán a la finalización de cada una de las labores de investigación. No se esperará bajo ningún concepto a la finalización total de los trabajos de investigación o del plazo de vigencia del Permiso de Investigación.

## **4.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES AFECCIONES.**

### **4.1.1. ALTERACIÓN VISUAL.**

Si bien el entorno presenta una calidad paisajística alta, ésta se verá afectada en una superficie muy reducida, 150-200 m<sup>2</sup> para las calicatas y 100 m<sup>2</sup> para los sondeos y en una escala temporal no superior en el peor de los casos a 1 semana (para cada sondeo y calicata) siendo el terreno devuelto a su estado original en morfología y aspecto. Hay

que señalar que en las zonas más abruptas, que son las que tienen una mayor calidad paisajística, únicamente se van a realizar tomas de muestras en afloramientos, sin realizarse ni sondeos ni calicatas que implicarían la apertura de caminos con movimientos de tierra muy significativos que tendrían un fuerte impacto en el paisaje y una restauración difícil.

#### **4.1.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.**

Se producirá una ligera afección de los gases procedentes de los escapes de la máquina de perforación y de la retroexcavadora, así como de los posibles vehículos empleados para llegar al emplazamiento.

Las emisiones de polvo serán puntuales durante la preparación y posterior restauración del terreno.

#### **4.1.3. AUMENTO DE LOS NIVELES SONOROS.**

El aumento de los niveles sonoros se producirá en cada emplazamiento por la máquina de perforación y de la retroexcavadora, así como de los posibles vehículos empleados para llegar al emplazamiento.

En todos los casos, se evitará la cercanía a zonas pobladas, vigilando que la maquinaria utilizada tenga el adecuado mantenimiento y posea la ficha de inspección técnica de vehículos actualizada (ITV).

Dada la reducida maquinaria utilizada en los trabajos, una sola máquina de sondeos durante las labores de perforación y una retroexcavadora en las labores de preparación y realización de las calicatas, así como la escasa duración de los trabajos de cada una de las labores planteadas, el aumento de los niveles sonoros no se considera significativo.

#### **4.1.4. ALTERACIONES MORFOLÓGICAS.**

La morfología del terreno se verá afectada mínimamente para realizar la plataforma del sondeo y el acopio de las calicatas, sin embargo y como ya se ha comentado anteriormente, el sondeo afectará a una superficie de unos 100 m<sup>2</sup> y cada calicata a 150-200 m<sup>2</sup> y con una duración de un máximo de una semana, siendo el terreno devuelto a su estado original en morfología y aspecto de forma inmediata. Aun así se tomarán las siguientes medidas de minimización:

- Se buscarán emplazamientos que permitan el uso de los caminos existentes evitando en lo posible la habilitación de nuevos accesos.
- Para minimizar el movimiento de tierras, la plataforma de perforación estará situada en la zona más llana posible.
- Antes del comienzo de las obras se realizará un replanteo con el que se delimitará el perímetro de la actuación y se comprobará que la superficie a ocupar por esta y por las obras es la mínima necesaria.
- En caso de que sea necesaria una adecuación topográfica del emplazamiento, se procederá a la retirada de la tierra vegetal en las zonas en las que se ejecuten los sondeos y calicatas, acopiándose en caballones de dos metros de altura máximo para su posterior empleo en las labores de revegetación. Dado el corto espacio de tiempo que estos caballones estarán antes de reutilizarse en las labores de restauración, no se prevén efectos debido a la erosión.
- Los productos residuales se gestionarán según la normativa vigente. En caso de producirse accidentalmente depósitos de residuos o vertidos de aceites, combustibles u otro residuo peligroso, se procederá inmediatamente a su recogida y deberán de ser entregados a gestor autorizado, según las características del depósito o vertido. Se retirará igualmente la porción de suelo contaminado, si existiera, asegurándose en todo caso la no afección a aguas superficiales o subterráneas.

Dada la escasa superficie afectada por las labores de preparación del emplazamiento y su posterior restauración, no se consideran significativos los impactos sobre la morfología del terreno.

#### **4.1.5. ALTERACIONES SOBRE LA VEGETACIÓN.**

Se prevé que las afecciones sobre la vegetación sean mínimas.

Antes de comenzar los trabajos de investigación se elegirán para su realización preferentemente:

- zonas agrícolas o improductivas (campos abandonados).
- borde de las parcelas o caminos.

buscando siempre evitar en la medida de lo posible la habilitación de accesos y consiguientemente la minimización de afección a la vegetación.

Una vez terminadas las labores de perforación, se acometerán las acciones de revegetación que sean necesarias dentro de las labores de restauración.

No se prevé realizar labores de investigación sobre superficies protegidas medioambientalmente.

Dada la reducida superficie afectada para las labores de preparación del emplazamiento, la búsqueda de emplazamientos que minimicen la afección sobre la vegetación y la posterior restauración del emplazamiento, no se consideran significativos los impactos sobre vegetación del entorno.

#### **4.1.6. AFECCIONES SOBRE LAS AGUAS SUPERFICIALES.**

Respecto al consumo de agua necesaria para la ejecución de los sondeos, se procederá al suministro mediante tractor con cuba.

No se realizarán vertidos a las aguas superficiales ni subterráneas por lo que no se realizarán afecciones sobre la calidad de las mismas.

Por otro lado y siempre que sea posible no se excavarán balsas de recirculación de agua, pero si por algún motivo hubiera que hacerlas, las balsas de lodos de perforación permanecerán siempre impermeabilizadas por una lámina plástica y posteriormente serán gestionados correctamente.

Las perforaciones se realizarán siguiendo las buenas prácticas que eviten cualquier contaminación de los posibles acuíferos atravesados.

Todos los aditivos de perforación serán no tóxicos, no contaminantes y biodegradables. En ningún momento se utilizarán como aditivos de perforación

hidrocarburos, grasas, etc. Los aditivos de perforación serán almacenados adecuadamente.

Dado el bajo consumo de agua y la ausencia de vertidos a las aguas superficiales y subterráneas, no se considerarán significativos los impactos a este medio.

Todas las labores de investigación planteadas están emplazadas fuera de los cauces de los barrancos existentes.

#### **4.1.7. AFECCIONES SOBRE LA FAUNA Y LOS HÁBITATS FAUNÍSTICOS.**

Las posibles molestias generadas sobre la fauna del entorno por la ocupación del espacio y aumento de los niveles sonoros serán mínimas debido a:

- Pequeñas superficies ocupadas (100 m<sup>2</sup> sondeo y 150-200 m<sup>2</sup> calicata)
- El aumento de los niveles sonoros se concentra en un punto concreto y durante las labores de perforación, apertura de calicata y restauración, prolongándose durante un espacio de tiempo muy breve (horas o días).

En consecuencia, las posibles molestias sobre la fauna serán puntuales, reversibles y no se extenderán más allá del entorno inmediato de la actuación.

#### **4.1.8. AFECCIONES SOBRE LAS VÍAS PECUARIAS.**

No hay afección sobre vías pecuarias, ya que los sondeos y calicatas previstos no se localizan directamente sobre ninguna de ellas.

#### **4.1.9. AFECCIONES SOBRE LOS MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA.**

Dos de las calcitas previstas, las denominadas nº 17 y 19 se emplazan sobre un monte de utilidad pública, por lo que habrá que solicitar los permisos oportunos. Ninguna labor afectará a los árboles existentes.

#### **4.1.10. AFECCIONES SOBRE LOS ENTORNOS PROTEGIDOS.**

No hay entornos protegidos dentro del perímetro del P.I. Peñasquita, a excepción del ámbito de protección del águila azor perdicera, si bien no se trata de ningún área crítica. Las labores no crearán afecciones sobre estas áreas.

#### **4.1.11. AFECCIONES SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS.**

No se prevé ningún tipo de afección sobre las infraestructuras existentes tales como carreteras, al no ubicarse los sondeos y calicatas en su entorno más próximo. Sí que habrá una afección positiva sobre los caminos al arreglarse estos para el tránsito de la maquinaria que tenga que llegar a las labores de investigación previstas.

#### **4.1.12. AFECCIONES SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO.**

No se prevén molestias por la ejecución de los sondeos y calicatas debido a que estos están alejados de zonas habitadas.

La ocupación de terrenos para desarrollar las labores de investigación previstas puede suponer una compensación económica para los propietarios de las parcelas donde se desarrollen dichas labores.

La presencia de operarios para el desarrollo de las labores tendrá un impacto económico positivo sobre el sector turístico por la ocupación de habitaciones de hotel, casas rurales o de alquiler, así como los gastos referentes a la manutención de dichos operarios.

Igualmente el uso de la maquinaria para el desarrollo de las labores requerirá combustible que podrá ser proporcionado por gasolineras de la zona.

También puede haber contratación de personal y maquinaria de la zona para el desarrollo de los trabajos.

## 5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA RESTAURACIÓN DEL TERRENO AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.

En la primera fase se propone la realización de una campaña de calicatas y sondeos mecánicos con recuperación de testigo. Está previsto realizar 19 calicatas y 32 sondeos con recuperación de testigo, cuya ubicación se refleja en los planos 2-3. Estos trabajos estarán reflejados en los planes de labores correspondientes a cada año, que irán acompañados de un Plan de Restauración, en el que se reflejarán todos los aspectos referentes a la afección al medio natural por estas labores. Así mismo, se especificarán las labores preparatorias, retirada, acopio y cantidad de tierra vegetal, superficie a restaurar, métodos de siembra y plantación, especies seleccionadas para la revegetación de los terrenos, etc.

Las directrices generales de los trabajos de investigación se citan a continuación, no obstante en el caso de que surgiesen imprevistos, se detallarían en los planes de labores anuales.

La superficie necesaria máxima para poder operar con un equipo de sondeo se estima en unos 100 m<sup>2</sup>, distribuida de la siguiente manera:

- ✓ Máquina montada sobre camión: 20 m<sup>2</sup>
- ✓ Almacenamiento de varillas, triconos, herramienta, etc: 15 m<sup>2</sup>
- ✓ Caseta: 10 m<sup>2</sup>
- ✓ Balsas: 10 m<sup>2</sup>
- ✓ Espacio para poder operar: 45 m<sup>2</sup>
- ✓ Total: 100 m<sup>2</sup>
- ✓ El diámetro del sondeo será entre 86 y 101 mm.
- ✓

Las calicatas poseerán las siguientes dimensiones:

- ✓ Longitud: inferior a 50m.
- ✓ Anchura: 1m.
- ✓ Profundidad: 4-5 m.

Las medidas a tomar para la restauración de los espacios afectados por el sondeo y las calicatas consistirán en:

⇒ Se actuará en zonas desprovistas de vegetación de porte arbustivo o matorral, preferentemente en campos de cultivo, así como en las proximidades de los caminos actuales, para evitar la creación de nuevas vías.

⇒ Se retirará la tierra vegetal de la superficie a ocupar temporalmente y se acopiará en las inmediaciones de la zona de actuación.

⇒ Se aprovechará la morfología del terreno para evitar grandes excavaciones. El sondeo se ubicará junto a la calicata para aprovechar, en la medida de lo posible, el espacio ya afectado por esta y evitar la creación de plataformas mediante excavación.

⇒ Una vez terminadas las labores de investigación, las zonas excavadas se reconstruirán de acuerdo a como se encontraban en la situación preoperacional.

⇒ Se verterá la tierra vegetal acopiada previamente sobre la superficie remodelada.

⇒ En el caso de que sea afectada alguna planta de porte arbustivo o arbóreo se procederá a su reposición.

⇒ Las especies a sembrar son una mezcla de herbáceas para las que se ha seleccionado un tipo de siembra denominado “*a voleo*”, por tratarse de un método flexible y sencillo, no obstante es necesario señalar que presenta el inconveniente de desconocer la distribución final de la semilla, pero sin embargo, esto proporciona un aspecto natural y de mejor integración paisajística. Las especies propuestas para realizar la siembra son las siguientes:

- Leguminosas: *Melilotus officinalis*, *Onobrichis viicifolia*, *Lotus corniculatus*, *Lolium perenne*.

- Gramíneas: *Festuca ovina*, *Festuca arundinacea*, *Bromus catarticus*.

La justificación de elección de estas especies se basa en sembrar especies de leguminosas que en un principio pueden desarrollarse bien aún con un suelo pobre por su capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, no hay que olvidar que cuando se mueva la capa de suelo al cambiar los horizontes edáficos naturales se prevé que se empobrezca en suelo con lo que esta estrategia puede ser acertada. Si bien el *Melilotus* es una especie bianual, es una especie muy importante en las restauraciones debido a su gran desarrollo radicular y su gran porte que puede ser de hasta 1,25 m de altura. Por

otra parte se introducen las especies de gramíneas para que cuando el suelo se haya enriquecido en nitrógeno se desarrollen en mayor medida y creen un tapiz por encima del mismo que disminuya la erosión. Se han elegido estas especies de gramíneas por su capacidad de adaptarse a este medio y son las más comunes de encontrarse en el mercado.

Además de las labores propias de restauración se seguirán las siguientes medidas preventivas y correctoras que a continuación se detallan:

- Se llevarán a cabo labores de control de contaminación atmosférica realizando riegos a los caminos y a la vegetación presente en los márgenes de los mismos si fuese necesario.
- Se atenderá a la legislación vigente en materia de residuos peligrosos para evitar contaminación de tierras y posible contaminación de aguas tanto superficiales (por escorrentía) como subterráneas.

En las calicatas que se realicen sobre campos de cultivo abandonados, tras su restitución topográfica, además de su labrado para homogeneizarlo con el resto del campo, será necesario realizar una siembra.

Además de las labores propias de restauración se seguirán las siguientes medidas preventivas y correctoras que a continuación se detallan:

- Se llevarán a cabo labores de control de contaminación atmosférica realizando riegos a los caminos y a la vegetación presente en los márgenes de estos si fuese necesario.
- Se atenderá a la legislación vigente en materia de residuos peligrosos para evitar contaminación de tierras y posible contaminación de aguas tanto superficiales (por escorrentía) como subterráneas.

### **5.1 MEDIDAS RELATIVAS A LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y EL AUMENTO DE LOS NIVELES SONOROS.**

- ✓ Para el cumplimiento de la legislación vigente en materia de emisión de gases y contaminantes a la atmósfera, como se ha indicado anteriormente, se procederá a la realización de revisiones periódicas de vehículos y maquinarias, incluyendo el control de las emisiones de gases cuando sea necesario.

- ✓ La velocidad de circulación de los vehículos se adaptará a las situaciones particulares existentes en cada momento, pero en ningún caso se circulará a velocidad superior a 30km/h, con el fin de reducir el ruido.
- ✓ Las emisiones de polvo se estiman tan puntuales en espacio y tiempo (paso de vehículos por los caminos rurales), que inicialmente no se considera necesario el riego de los caminos en época estival.

## **5.2 MEDIDAS RELATIVAS A LA ALTERACIÓN MORFOLÓGICA.**

- ✓ Con el fin de mantener la morfología de los terrenos invariable una vez finalizado un sondeo, se procederá de la forma siguiente.
- ✓ Se elegirán en la medida de lo posible ubicaciones lo más llanas posibles para minimizar la afección sobre la morfología al realizar las plataformas de trabajo.
- ✓ Se buscarán emplazamientos en campos de labor o zonas improductivas antropizadas.
- ✓ A no ser que sea estrictamente necesario, no se abrirán caminos nuevos, se buscará un emplazamiento que permita el acceso de la maquinaria al lugar a donde se van a realizar el sondeo o calicata por los caminos rurales existentes.
- ✓ Se estudiarán las diferentes alternativas y se elegirá la menos intrusiva.
- ✓ Se solicitarán los permisos oportunos al Ayuntamiento y propietarios de los terrenos afectados.
- ✓ La restauración de los terrenos afectados se realizará como se ha indicado anteriormente, o como el Ayuntamiento o los propietarios de los terrenos manifestasen.

## **5.3 MEDIDAS RELATIVAS A LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS.**

- ✓ Ninguna de las labores de investigación se desarrollan en las proximidades de barranqueras o cauces. En cualquier caso, las aguas de escorrentía en momentos de precipitaciones muy intensas pueden hacer que los posibles vertidos o contaminaciones accidentales de los flujos de agua pudieran ser conducidos hacia estas zonas por la escorrentía superficial, por lo que habrá que tener especial control sobre este tema.

- ✓ En caso de producirse algún vertido o derrame accidental de sustancias contaminantes, se recogerá en el menor tiempo posible, utilizando absorbentes específicos como la sepiolita. El material impregnado se gestionará como residuo peligroso.
- ✓ Los residuos peligrosos se recogerán en bidones correctamente etiquetados y se colocarán sobre superficies impermeables, de modo que ante un vertido accidental, se asegura su retención y se evitaría la dispersión de contaminantes.
- ✓ En la medida de lo posible no se excavarán balsas de lodos de perforación, sino que se instalará una piscina desmontable.

#### **5.4. TABLA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA RESTAURACIÓN DEL TERRENO AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.**

<b>Factor Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medidas aplicadas</b>
ATMOSFERA	Disminución de la calidad del aire por materiales en suspensión (polvo) y gases contaminantes, procedentes del movimiento de tierras y maquinaria	Limitación de velocidad. Aplicación de riego en viales si se ve necesario Organización del tráfico para reducir ruidos.
	Generación de ruido	
SUELO	Pérdida y compactación del suelo en las zonas de tránsito de maquinaria.	Limitación mediante cinta rojiblanca de las zonas de tránsito. Correcta gestión de los residuos. Control de polvo de los caminos.
	Contaminación por vertidos accidentales	
AGUA	Alteración de la escorrentía y pérdida de capacidad de infiltración	Evitar episodios de contaminación.
	Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.	
VEGETACIÓN	Alteración y eliminación de la vegetación en zonas de acopio o paso	Balizado de los caminos de acceso con objeto de afectar mínimamente a la vegetación colindante. Prevención de incendios. Correcto almacenamiento de la tierra vegetal.
FAUNA	Molestias a la fauna por ruidos y atropellos	Organización del tráfico y limitación de velocidad. Extremar medidas cerca de zonas de agua.
INFRAESTR.	Afecciones a (caminos, servicios públicos, etc).	Mantenimiento o recuperación de las infraestructuras afectadas.
	Creación de nuevos caminos	Utilizar siembre caminos existentes. En caso de que no se pueda, se realizarán sobre campos de cultivo o terrenos en barbecho, procurando alterar lo menos posible el suelo natural.
PAISAJE	Generación de residuos	Batidas de limpieza de cada una de las zonas de las calicatas y sondeos.

*Tabla 10. Tabla resumen de las medidas a aplicar para la restauración del espacio afectado por las labores de investigación.*

## 6.-PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA

El objeto del programa de vigilancia ambiental es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el presente plan de restauración. La vigilancia ambiental se garantizará mediante el programa de aplicación de las medidas correctoras, la aplicación de la legislación vigente y los avales.

El responsable de llevar a cabo todo el plan de vigilancia ambiental será un técnico cualificado para dicha labor y deberá comprometerse a presentar puntualmente ante la administración una memoria o informe dando cuenta del desarrollo de la actividad, de la aplicación de las medidas de protección y de restauración previstas, de los controles realizados y de cualquier incidencia de carácter medioambiental que pudiera producirse durante el desarrollo de la misma.

Los objetivos perseguidos con la puesta en práctica del presente PVA son enumerados a continuación:

1. Llevar a cabo un seguimiento adecuado de los impactos identificados en el presente plan de restauración determinando en todo caso si se adecuan las previsiones al mismo.
2. Detectar los impactos no previstos articulando las medidas necesarias de prevención y corrección.
3. Verificar el cumplimiento de las posibles limitaciones o restricciones establecidas
4. supervisar la puesta en práctica de las medidas preventivas y correctoras realizando una comprobación de su efectividad
5. Realizar un seguimiento para determinar con especial detalle los efectos de la realización de las labores de investigación sobre los recursos, así como para conocer la evolución y eficacia de las medidas preventivas y correctoras implementadas.

La dirección del PVA se llevará a cabo por el promotor del proyecto.

Se realizarán una serie de controles en la fase de ejecución de las labores de investigación y otras para la restauración de estas labores de investigación.

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL LABORES INVESTIGACIÓN**  
**SALVAGUARDA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS**

**Objetivos**

El objetivo perseguido es el control de la contaminación de las aguas superficiales existentes, en concreto el control de sólidos finos en suspensión en dichas aguas o de aceites provenientes de la maquinaria

**Actuaciones**

Zonas de flujos cercanos a las labores de investigación.

**Lugar de inspección**

Barranqueras existentes

**Parámetros de control y umbrales**

Evidencia de aceites o carburantes en las zonas de flujo.  
 Aumento de la turbidez de las aguas por presencia de sólidos en suspensión

**Periodicidad de la inspección**

En el momento de realización de la labor de investigación.

**Medidas de prevención y corrección**

Revisión de posibles fugas de aceites o combustible en la maquinaria.  
 Realización de barrera para evitar que las aguas del sondeo, o aguas de lluvia puedan llevar sólidos en suspensión o aceites hacia las balsas de agua.

**Documentación**

Control de las labores de investigación y elaboración de informe de cumplimiento del PVA y de las medidas aquí recogidas.

<b>PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL EN LABORES DE INVESTIGACIÓN SALVAGUARDA DE LOS SUELOS Y VEGETACIÓN NO PERTENECIENTES A LA SUPERFICIE DE INVESTIGACIÓN DEFINIDA</b>	
<b>Objetivos</b>	Garantizar la no afección a todos los terrenos adyacentes a las zonas donde se han previsto las labores de investigación o accesos. Dichos terrenos no deben ser afectados ni por la maquinaria ni por los trabajadores empleados. Se estudiará la existencia de rodadas y/o basuras así como daños en la vegetación existente.
<b>Actuaciones</b>	-Observación directa de los terrenos colindantes con las labores de investigación previstas, y detección de indicios de actividad y tránsito en ellos (rodadas, basuras, etc..)
<b>Lugar de inspección</b>	Las inmediaciones de los terrenos donde se localicen las labores de investigación
<b>Parámetros de control y umbrales</b>	-Signos evidentes de tránsito de maquinaria fuera de obra. -Eliminación de balizas o sistemas de señalización de límites -Existencia de basuras y residuos en los terrenos externos a la obra
<b>Periodicidad de la inspección</b>	Durante la ejecución de las labores de investigación y de restauración posteriores
<b>Medidas de prevención y corrección</b>	-Balización de todo el perímetro de actuación -Información a los trabajadores sobre la necesidad de preservar el entorno natural -Restaurar la señalización o balización de la zona de las labores de investigación -Limpieza de las basuras vertidas -Restauración de las superficies afectadas
<b>Documentación</b>	Los resultados del control se reflejarán en el informe del cumplimiento del Programa de Vigilancia.

<b>PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL EN FASE DE RESTAURACIÓN</b> <b>SEGUIMIENTO DE LA REVEGETACIÓN</b>	
<b>Objetivos</b>	El objetivo perseguido es garantizar en todo momento la correcta implantación de la cobertura vegetal en el área de restauración de las labores de investigación.
<b>Actuaciones</b>	Siembra y revegetación de los terrenos donde se han desarrollado las labores de investigación.
<b>Lugar de inspección</b>	Toda la superficie afectada por las labores de investigación.
<b>Parámetros de control y umbrales</b>	Zonas alteradas sin cubierta vegetal
<b>Periodicidad de la inspección</b>	Tras la restauración de las labores de investigación
<b>Medidas de prevención y corrección</b>	Realización de nuevas siembras y revegetaciones
<b>Documentación</b>	Los resultados del control se reflejarán en el informe del cumplimiento del Programa de Vigilancia.

## **PARTE III**

Medidas Previstas para la Rehabilitación de los Servicios e instalaciones anejos a la explotación de los recursos naturales

No está prevista la creación de ninguna instalación aneja a las labores de investigación planteadas por lo que no se prevé realizar ninguna medida de rehabilitación.

El abandono definitivo de los trabajos de investigación se realizará teniendo en cuenta las siguientes medidas:

- Una vez remodelado el terreno, la superficie afectada presentará una morfología suave, sin grandes desniveles, perfectamente estable desde un punto de vista geotécnico, que no entrañará riesgo alguno para las personas que hagan uso de ella o circulen por los alrededores.
- No quedará ningún acopio de materiales, ni de tierra vegetal, ni del material extraído por las calicatas, que deberá de haber sido totalmente utilizado para el relleno de las propias calicatas.
- Se asegurará la limpieza de toda el área afectada por los sondeos y calicatas, así como su entorno, retirándose cualquier derivado de la actividad o de los trabajos de restauración, incluyendo cualquier envase o restos sólidos.

# **PARTE IV**

Plan de Gestión de residuos

## 1.-ALCANCE Y OBJETIVOS

El alcance del presente documento se encuentra establecido según lo dispuesto en el *“Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras”* en el que se establece:

-La gestión de residuos mineros no incluye aquellos que no resultan directamente de la investigación y aprovechamiento, aunque se generen en el desarrollo de estas actividades, como son los residuos alimentarios, los aceites usados, las pilas, los vehículos al final de su vida útil y otros análogos, que se regirán por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Así los objetivos del plan de gestión de residuos mineros serán:

- Prevenir o reducir la producción de residuos mineros y su nocividad.
- Fomentar la recuperación de los residuos mineros mediante su reciclado, reutilización o valorización cuando ello sea respetuoso con el medio ambiente de conformidad con la legislación vigente.
- Garantizar la eliminación segura a corto y largo plazo de los residuos mineros. El cumplimiento de este objetivo deberá tenerse en cuenta en la planificación y el desarrollo de las fases de explotación u operación de la instalación de residuos, cierre y clausura, y mantenimiento y control posterior a la clausura.

No está previsto tener que ejecutar trabajos de gestión de residuos mineros.

## **PARTE V**

Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de rehabilitación

# 1.- PRESUPUESTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

-Retirada y preparación de la tierra vegetal .....	5.400 €
<b>Máquina retroexcavadora</b>	<b>108 h</b> <b>50€ hora</b>
- Relleno de las calicatas.....	4.200€
<b>Máquina retroexcavadora</b>	<b>84h</b> <b>50€ hora</b>
<b>A razón de 4h de media por calicata y ocho horas en traslados.</b>	
- Labrado de sondeo y siembra de sondeo y calicatas.....	3.660 €
<b>A razón de 1 h por labor de investigación y diez horas en traslados.</b>	<b>61h</b> <b>60€ hora</b>
- Vigilancia ambiental.....	2.400 €
	<b>80h</b> <b>30€ hora</b>
 SUBTOTAL .....	 15.660 €
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL 19%	2.975€
<b>TOTAL</b>	<b>18.635€.</b>

Teruel, 17 julio de 2025



Fdo: Emilio Nieto Soriano  
Lic. Geografía e Historia