



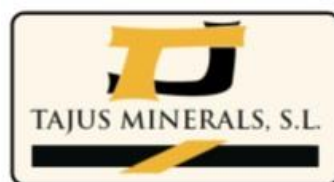
PROMOTORA DE GEORECURSOS, S.L.

Clúster Empresarial de El Padul  
Calle Angustias nº 99  
1ª planta, módulo B-2  
18.640 El Padul (Granada)  
[georecursos.sl@gmail.com](mailto:georecursos.sl@gmail.com)

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN  
“FABIOLA” Nº 30.833, SITO EN LOS TT.MM. DE ALBONDÓN, ALBUÑOL Y  
MURTAS (GRANADA)**



Fotografía: Mina Fabiola



NOVIEMBRE DE 2.017

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

	<u>Páginas</u>
<b>1. UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
1.1. Situación geográfica y accesos	3
<b>2. MARCO GEOLÓGICO</b>	<b>6</b>
2.1. Estratigrafía	7
2.2. Tectónica	11
2.3. Características geomorfológicas	16
<b>3. PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
3.1. Minerales incluidos en la investigación	17
3.1.1. Fluorita: características físicas y químicas	17
3.1.2. Galena: características físicas y químicas	22
3.1.3. Zinc: características físicas y químicas	23
3.1.4. Plata: características físicas y químicas	29
3.2. Antecedentes geológico-mineros de la zona	35
3.3. Evaluación y digitalización de los documentos	37
3.4. Reconstrucción estructural del depósito y del modelo geológico	38
3.5. Dictamen y valoración de la superficie	39
3.6. Planificación de las labores de exploración	40
3.7. Ejecución del Proyecto de Investigación	41
3.7.1. Arreglos y mejoras de los caminos existentes	41
3.7.2. Cartografía de afloramientos de detalle	41
3.7.3. Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y Existentes	41
3.7.4. Apertura de nuevas galerías subterráneas	42
3.7.5. Cartografía de labores subterráneas	42
3.7.6. Toma de muestras de roca	42
3.7.7. Sondeos (accesos puntuales y plataformas de sondeo)	44
3.7.8. Análisis geoquímicos	45
3.7.9. Pruebas de preparación y concentración del mineral	45
3.7.10. Ensayos de aplicabilidad	45
3.8. Proyecto y valoración del yacimiento	46
3.9. Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)	47
3.10. Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento	48
3.11. Presupuesto General de las investigaciones a realizar en el P.I. “Fabiola” para los tres años de vigencia	49
3.12. Periodo de investigación, fases e inversiones por anualidad	50
3.12.1. Fases y calendario de la investigación	50
3.12.2. Distribución del presupuesto por fases	54
<b>FECHA Y FIRMA</b>	<b>55</b>
<b>4. ESTUDIO ECONÓMICO DE FINANCIACIÓN Y GARANTÍAS SOBRE SU VIABILIDAD</b>	<b>56</b>
4.1. Estudio económico de financiación y de solvencia técnica	56
4.2. Garantías que se ofrecen sobre la viabilidad del Proyecto	59
<b>5. PLANOS GENERALES DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>60</b>
<b><u>ANEXO I</u> CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS</b>	<b>64</b>



## 1. UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La solicitud de un Permiso de Investigación geológico-minera requiere la elaboración de un Proyecto de Investigación que será la guía inicial de trabajo a seguir, una vez se adquieran los derechos necesarios. El presente documento refleja dicho programa de actuaciones.

Por tanto, el objetivo de este documento es el de presentar, por los cauces legales, las distintas labores que se pretenden llevar a cabo para poner de manifiesto la potencialidad de los recursos minerales (sección C –fluorita, galena, zinc y plata) existentes en el área perimetrada por los límites del Permiso de Investigación “Fabiola” (Nº 30.833), el cual tiene 20 cuadrículas mineras, ocupando parte de los municipios de Albondón, Albuñol y Murtas (Granada), y que fue solicitado el día 17 de agosto de 2.017.

La demarcación definitiva del registro minero solicitado queda definida por el contorno que se especifica a continuación:

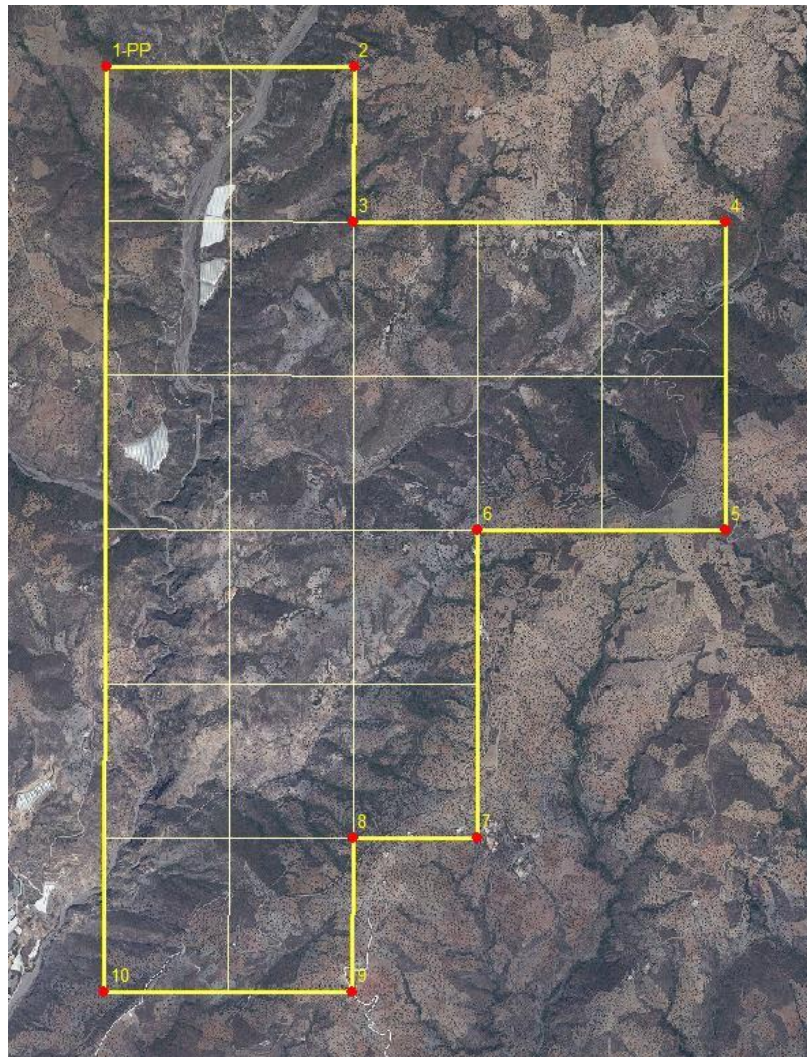
Tabla 1. Itinerario de vértices del polígono que delimita el área de investigación

COORDENADAS (ETRS89)				
VÉRTICE	GEOGRÁFICAS		UTM	
	LONGITUD W	LATITUD N	X (H30)	Y (H30)
<b>PP-1</b>	3° 11' 20"	36° 49' 40"	483155,572	4075784,120
<b>2</b>	3° 10' 40"	36° 49' 40"	484146,422	4075782,220
<b>3</b>	3° 10' 40"	36° 49' 20"	484145,276	4075165,941
<b>4</b>	3° 09' 40"	36° 49' 20"	485631,657	4075163,307
<b>5</b>	3° 09' 40"	36° 48' 40"	485629,580	4073930,752
<b>6</b>	3° 10' 20"	36° 48' 40"	484638,516	4073932,479
<b>7</b>	3° 10' 20"	36° 48' 00"	484636,296	4072699,926
<b>8</b>	3° 10' 40"	36° 48' 00"	484140,693	4072700,833
<b>9</b>	3° 10' 40"	36° 47' 40"	484139,547	4072084,558
<b>10</b>	3° 11' 20"	36° 47' 40"	483148,268	4072086,457





## REPRESENTACIÓN



El derecho minero solicitado responde a las siguientes especificaciones:

- Nombre del registro minero: FABIOLA
- N° de registro: 30.833
- Recursos mineros: Fluorita, galena, zinc y plata
- Clasificación del recurso: Sección C
- Vigencia del P.I.: 3 años (prorrogables)
- Extensión: 20 cuadrículas mineras (600 hectáreas)
- Términos municipales: Albondón, Albuñol y Murtas
- Provincia: Granada
- Parajes: Barranco de los Morenos y Rambla de las Angosturas Sur y Rambla de los Yesos

## 1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESOS

El Permiso de Investigación “Fabiola” se ubica en terrenos pertenecientes a los términos municipales de Albondón, Albuñol y Murtas, provincia de Granada. La zona sobre la que se define el proyecto se encuentra a unos 2,2 kilómetros al noreste de Albuñol, siendo el municipio más cercano, y a aproximadamente 55 km al sureste de la capital provincial (figura 1).



Figura 1. Localización geográfica de Los Guájares (fuente: Wikipedia)

El acceso a la zona no presenta grandes dificultades: considerando como punto de partida la ciudad de Granada, se debe tomar la autovía de circunvalación A-44 en dirección Armilla/Motril para, tras recorrer unos 94 km, seguir por la nueva autovía A-7 en dirección Almería hasta tomar la salida hacia la A-345 en sentido Albuñol. Una vez que se alcance el citado municipio, se debe tomar una pista conocido como Carril de La Loma, asfaltada en gran parte, que conduce a las proximidades de las antiguas instalaciones mineras existentes en la zona (figura 2). Por tanto, las comunicaciones con el resto de ciudades españolas se realizan principalmente por autovía, tan solo con el último tramo por carretera nacional.

Las principales comunicaciones para la comercialización del material extraído serían a través del puerto de Motril, a tan solo unos 50 kilómetros de distancia por carretera. Este puerto posee un importante sector dedicado al tráfico marítimo que sería necesario en este tipo de proyectos y, de hecho, es el punto de salida del material que se extrae en distintas explotaciones mineras de la provincia. Actualmente dispone del espacio que este proyecto requiere.

En cuanto a las conexiones aéreas, el aeropuerto con conexiones internacionales más cercano se encuentra en Málaga, a una distancia por carretera de 154 kilómetros de la zona de interés. El aeropuerto de Granada-Jaén se encuentra a unos 122 kilómetros, aunque principalmente gestiona

vuelos comerciales entre aeropuertos españoles. De características similares es el aeropuerto de Almería, a 94 km de distancia por carretera.

En general, los caminos existentes se encuentran en buen estado, aunque puntualmente requerirían trabajos leves de reparación y recuperación. No obstante, para la realización de los trabajos a realizar en Mina Fabiola, se requieren arreglos en algunos puntos de la antigua pista minera de acceso a la antigua explotación, el cual parte de la rambla de Las Angosturas.

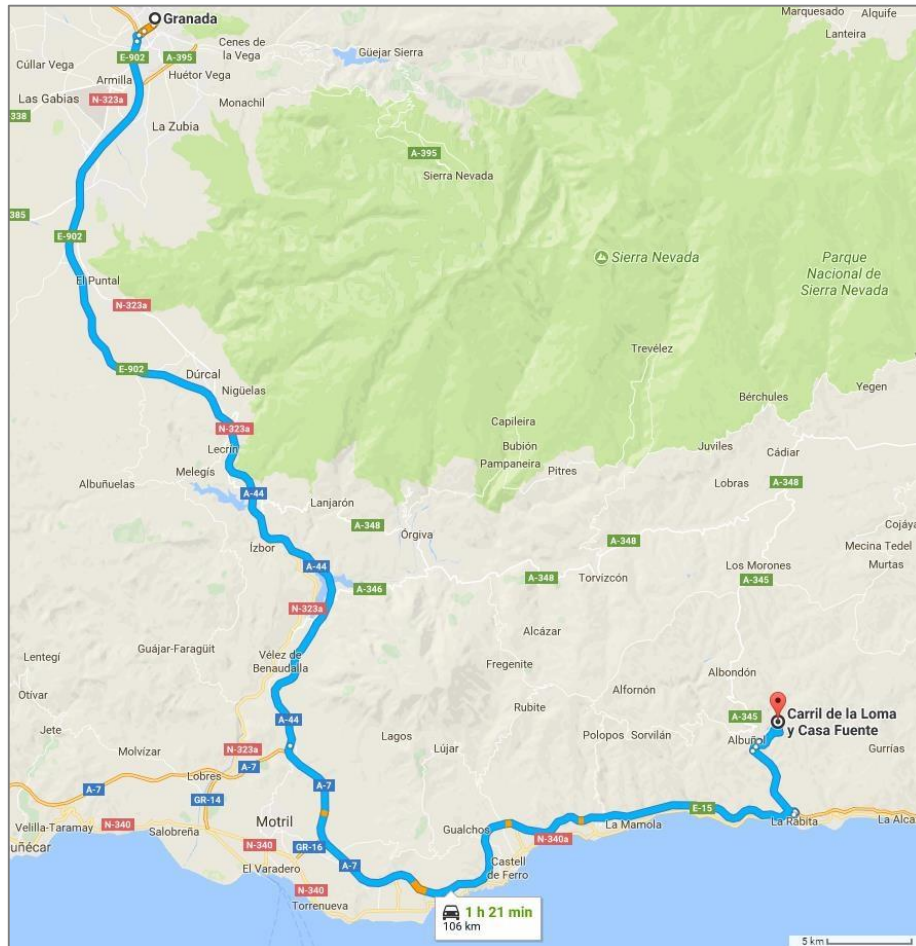


Figura 2. Accesos a la zona de interés desde Granada

Tal y como se ha indicado anteriormente, el área afectada por la futura investigación se encuentra en terrenos pertenecientes a los términos municipales de Albuñol y Albondón, pertenecientes a la comarca de la “Costa Tropical”, y Murtas, perteneciente a la comarca de la “Alpujarra Granadina”. Se considera que la capital de la Costa Tropical, por tradición e importancia poblacional e industrial, es Motril. Por otro lado, se considera que Órgiva es la capital de la Alpujarra Granadina, dadas similares razones.

La comarca de la Costa Tropical limita al norte con Alhama, el Valle de Lecrín y la Alpujarra Granadina, la comarca del Poniente Almeriense al este y la Axarquía – Costa del Sol al oeste. Al Sur tiene salida al mar Mediterráneo. En cuanto a la comarca de la Alpujarra Granadina, esta limita al norte con la de Guadix, al noroeste con el Vega de Granada, al oeste con el Valle de Lecrín, al sur con la Costa Tropical, al sureste con el Poniente Granadino y, por último, al este con la Alpujarra Almeriense.

Para definir la geografía, es importante destacar que el Permiso de Investigación solicitado se encuentra en la Sierra de la Contraviesca (figura 3), que es una formación orogénica paralela a Sierra





Nevada entre el río Guadalfeo y la costa del Mar Mediterráneo, ocupando una parte importante de la Cordillera Penibética, arrancando desde la provincia de Málaga, formando una compleja alineación montañosa de mantos de corrimiento. Forma parte de Alpujarra baja granadina, con una pequeña parte en Adra (Almería) y limita al oeste con la sierra de Lújar, al este con la sierra de Gádor y al norte, como se ha introducido anteriormente, con la majestuosa Sierra Nevada, donde destacan los picos del Mulhacén (3.478,6 msnm) y el Velete (3.395,68). El picacho más alto de la Sierra de la Contraviesa sería el Monte Salchicha, con 1.545 msnm. Al Sur se encuentra la salida al Mar Mediterráneo



Figura 3. Sierra de La Contraviesa. Vista desde Almegijar (al norte)

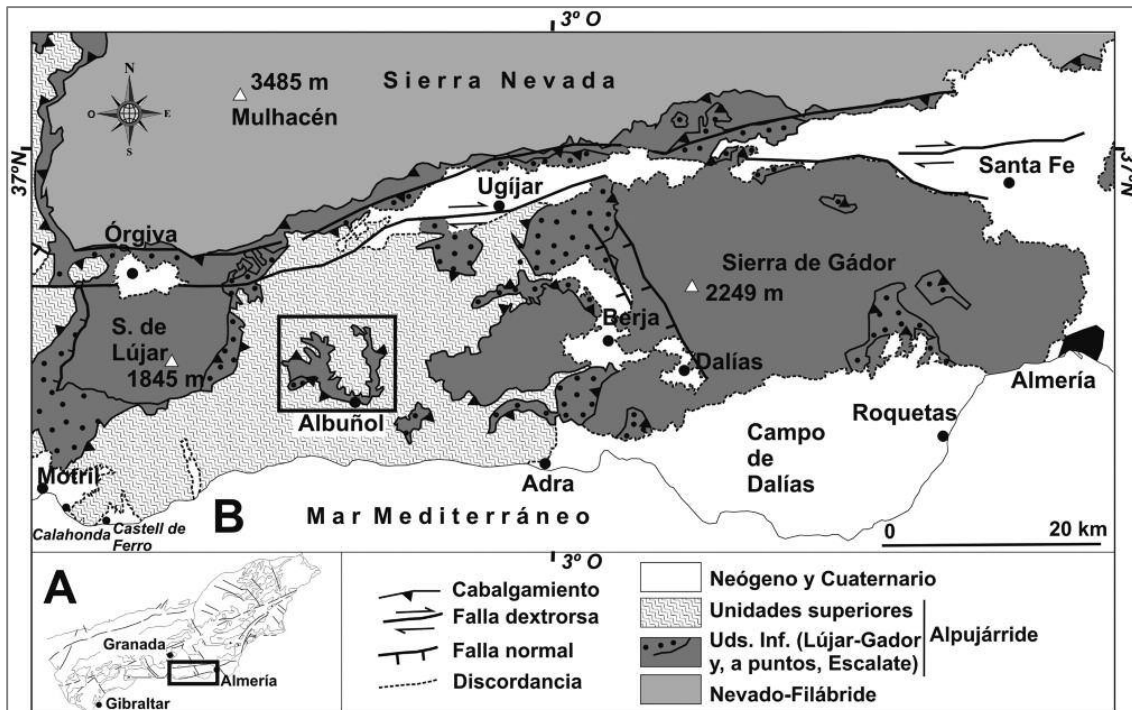
En general, la orografía es muy abrupta con direcciones de drenaje preferencial de norte a sur, destacando el Barranco de Las Angosturas y la Rambla de Albuñol o del Tranco, la cual desemboca directamente en el Mar Mediterráneo.

## 2. MARCO GEOLÓGICO

En la Comunidad Autónoma Andaluza prevalece una clara diversidad morfoestructural con tres grandes regiones básicas. Sierra Morena, porción del zócalo herciniano de la Meseta; El Valle del Guadalquivir, típica fosa alpina que separa las zonas externas de las Cordilleras Béticas, compuesta por rocas del Terciario (50 millones de años) con algunos sedimentos actuales; Y las Cordilleras Béticas, eslabón esencial en el plegamiento alpino mediterráneo.

La Cordillera Bética se divide fundamentalmente en dos zonas, Externa e Interna, además del dominio de los Flyschs (que aflora sobre todo en el Campo de Gibraltar) y las cuencas neógenas. La Zona Externa, dividida en Subbético y Prebético, está formada por materiales mesozoicos y terciarios, fundamentalmente sedimentarios, que formaron la cobertera meridional y sudoriental del macizo Ibérico. La Zona Interna, situada al S y SE de la Externa, está formada por cuatro complejos superpuestos tectónicamente que de abajo arriba son el Nevado-Filábride, el Alpujárride, el Maláguide y la Dorsal, ésta última generalmente ligada al Maláguide. Los dos primeros complejos han sido netamente afectados por la orogenia y metamorfismo alpinos. En general, en el Alpujárride las distintas unidades tectónicas presentan un incremento del grado metamórfico conforme la unidad tiene una posición estructural más alta. Aun así, en las unidades más altas, en transición al Maláguide, y en la parte oriental de la cordillera este rasgo no se cumple.

La localidad de Albuñol, próxima a la zona de investigación y situada a unos 7 km del mar, ha dado nombre a una ventana tectónica en la que aflora una unidad del complejo Alpujárride cabalgada por otras unidades del mismo complejo de la Zona Interna Bética. En la ventana de Albuñol, es la unidad inferior la que aflora; su nombre es unidad de Lújar-Gádor dado que forma lo esencial de ambas sierras. Sobre ella se sitúan otras unidades, tales como la de Alcázar o Escalate y las de Murtas y Adra (figura 4).





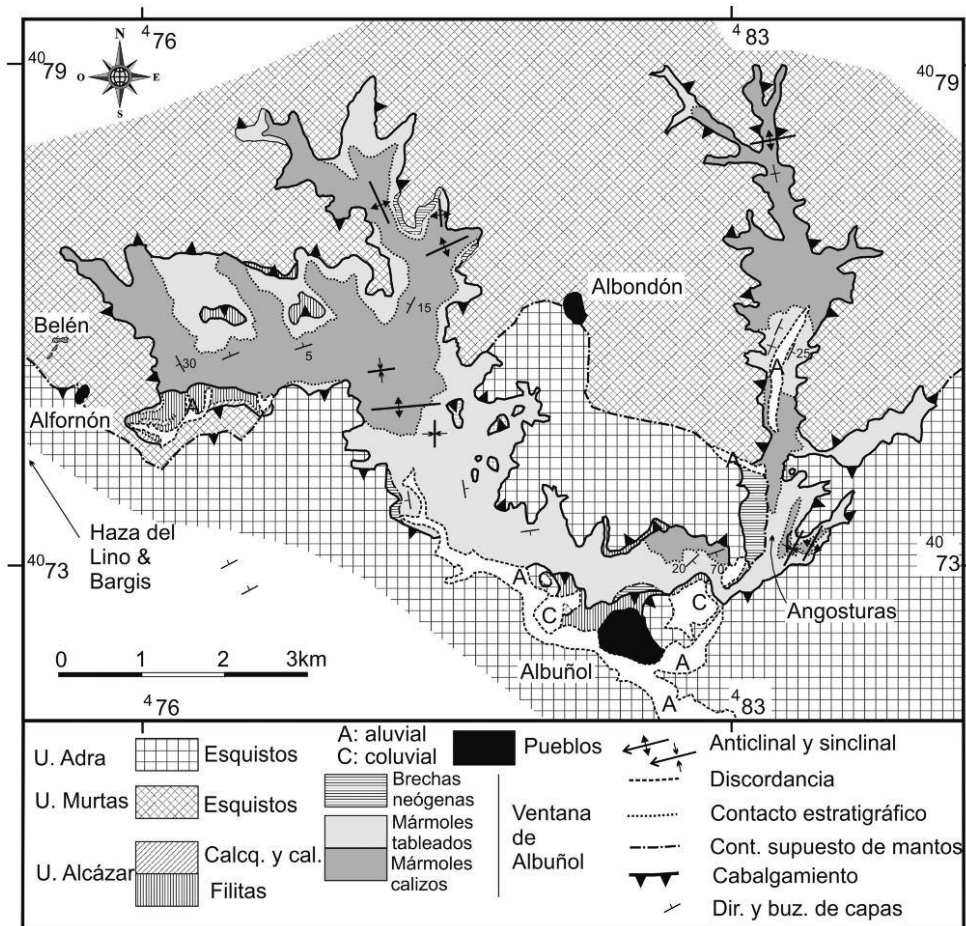


Figura 5. Geología general de Albuñol

## 2.1. ESTRATIGRAFÍA

En primer lugar, se describe la estratigrafía de la unidad que forma la ventana de Albuñol. Posteriormente se describen las unidades cabalgantes.

### Unidad de Lújar-Gádor en la ventana de Albuñol

Los materiales que forman la serie estratigráfica se encuentran metamorizados en un grado bajo, de manera que las facies sedimentarias se conservan bien en muchos casos. Esto permite describirlos usando términos de rocas sedimentarias. La serie estratigráfica más completa es la que se puede levantar a lo largo del barranco de Los Valencianos que permite la observación y caracterización de la práctica totalidad de los tramos que afloran. Además, se han levantado otras dos secciones parciales en la carretera Los Gálvez-Albuñol y en el barranco de las Angosturas que muestran algunos rasgos diferenciales de la evolución de las facies hacia el este, tal como se muestra en la figura 6.

### Barranco los Valencianos

La serie se ha levantado en dos secciones diferentes distantes entre sí en algo más de 1km, y ello debido al enorme encajamiento del relieve calcáreo, especialmente en su parte inferior, que da gargantas muy estrechas a lo largo de varios kilómetros.

La parte inferior, casi inaccesible por lo abrupto del terreno, comprende una sucesión carbonatada de aproximadamente 175 m de espesor en la que se repiten las siguientes facies:



- 1) calizas con sílex en bandas
- 2) calizas micríticas con abundante bioturbación, generalmente horizontal (figura 7 A)
- 3) calizas laminadas posiblemente por algas (figura 7 B),
- 4) calizas micríticas algo recristalizadas en gruesos bancos,
- 5) algunos niveles ferruginizados de forma irregular. Estas facies se organizan en secuencias estratocrecientes que se repiten en la vertical sin que necesariamente se mantenga el orden indicado. A esta parte inferior de los materiales que afloran corresponde el término inferior de la figura 2, ahí denominados genéricamente como mármoles calizos.

El resto de la columna se ha levantado por el cauce del Barranco de los Valencianos, en las proximidades de la cantera Castillo hasta la carretera que va a Albuñol (figura 6).

Se distinguen los siguientes tramos:

- 1) 10-15 m. Calizas gris-ocre dolo-ferruginosas. Aspecto masivo, aunque a veces hay niveles tableados (corresponden al techo de la parte inferior de la columna estratigráfica).
- 2) 50 m. Calizas grises tableadas en secuencias estratocrecientes, con óxidos de hierro generalmente en pátinas, en algún caso en nódulos.
- 3) 2 m. Margas y calcoesquistos gris-amarillentos.
- 4) 15 m. Calizas tableadas con niveles margosos y de calcoesquistos.
- 5) Sobre una superficie irregular, 2 m de brechas calcáreas intraformacionales con cantos bastante angulosos. Sobre ellas 10-12 m de calizas grises masivas. Encima aparecen más brechas que lateralmente conectan con un paleocanal en el que hay bloques de hasta 1 m<sup>3</sup>.
- 6) Nueva superficie irregular sobre la que se depositan en forma de relleno 10-15 m de calcoesquistos amarillentos.
- 7) 30 m de calizas tableadas grises con niveles margosos amarillentos. Secuencias estratocrecientes.
- 8) 18 m de calcoesquistos. La parte inferior (10 m) de color gris y el resto amarillento.
- 9) 30 m. Alternancia de calizas grises y calcoesquistos grises y amarillentos.
- 10) 50 m. Brechas en la base y gran slump con vergencia S. Este tramo ya está en la carretera que va a Albuñol inmediatamente después de pasar el puente sobre el barranco.
- 11) Otra superficie irregular igualmente rellena por 15 m de margas y calcoesquistos grises.
- 12) 50 m. Alternancia de calizas micríticas grises y calcoesquistos amarillentos. Niveles rojizos y ferruginosos.
- 13) 2 m. Brechas calcáreas.
- 14) 40 m. Calcoesquistos amarillentos con intercalaciones finas de aspecto filíticos y algún nivel calizo.
- 15) 10 m. Alternancia de calizas grises y calcoesquistos.
- 16) 10 m. Brechas calcáreas. Base irregular.
- 17) 40 m. Alternancia de calcoesquistos grises y amarillentos. Intercalaciones de filitas grises y violetas.
- 18) 25 m. Brecha calcárea (2-3 m). En ella los calcoesquistos están fracturados en distinto grado y desorganizados.
- 19) 10 m. Son calcoesquistos amarillentos con intercalaciones de niveles lenticulares de brechas. Algún nivel de color rojo. En la base hay brecha calcárea.
- 20) En la base calizas grises (2 m) y encima calcoesquistos amarillentos (7 m).
- 21) La potencia total de los materiales aflorantes a lo largo del barranco de Los Valencianos es próxima a los 600 m.

#### Carretera los Gálvez-Albuñol

En el corte de la carretera entre los puntos kilométricos 21,7 y 22,2 se observa la siguiente sucesión:

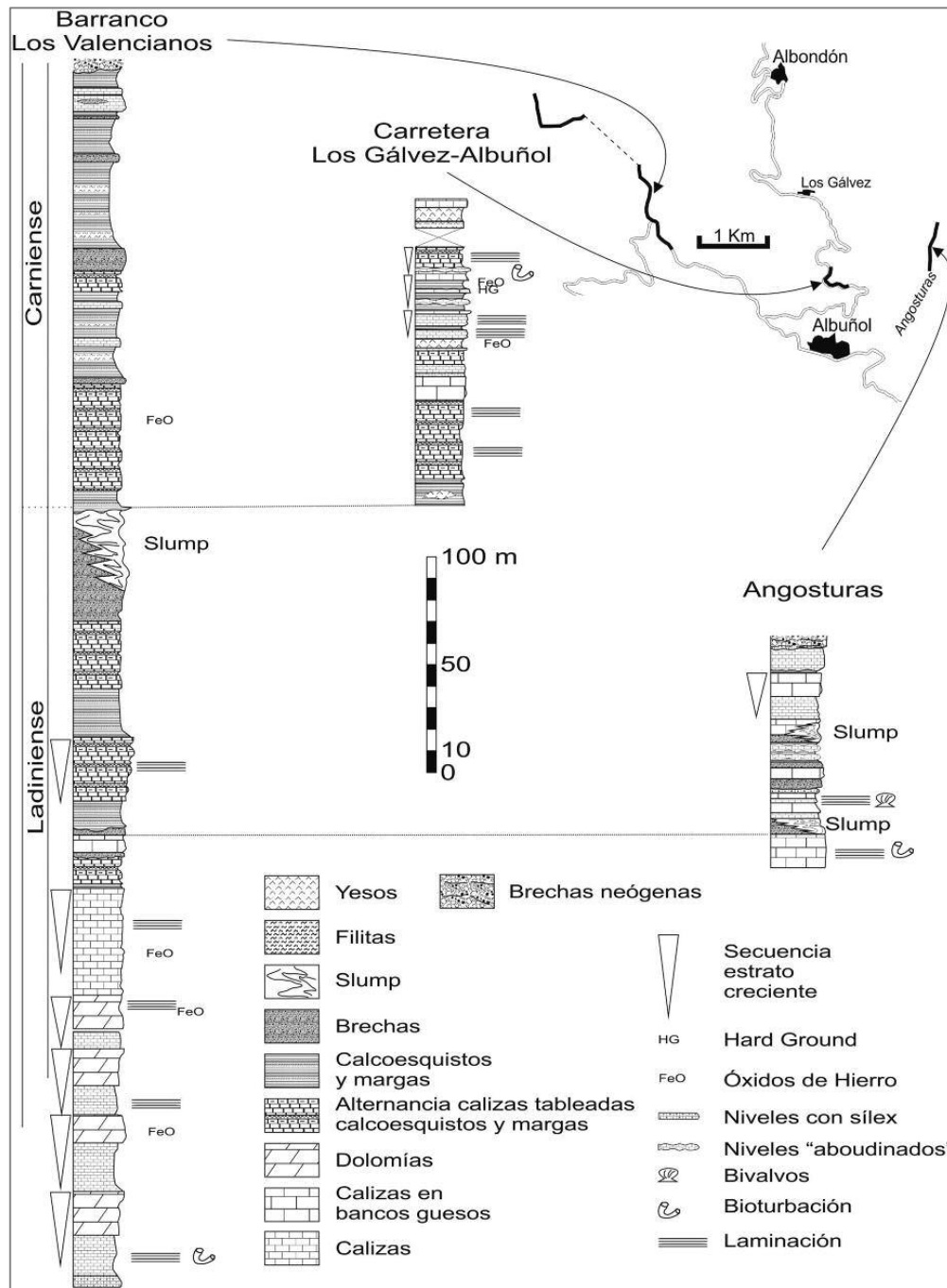


Figura 6. Columnas estratigráficas de la ventana de Albuñol.

- 1) 12 m. Calcoesquistos amarillentos con intercalaciones lenticulares de yeso.
- 2) 35 m. Calizas tableadas gris-amarillentas que alternan con calcoesquistos. Niveles de calizas margosas laminadas y con bioturbación horizontal.
- 3) 15 m. Calizas grises en bancos gruesos con niveles rojizos finamente laminados.
- 4) 0,3 m. Caliza margosa laminada.
- 5) 4 m. Calizas grises laminadas y bioturbadas.
- 6) 6 m. Alternancia calizas grises laminadas y calcoesquistos rojizos y amarillentos.
- 7) 4 m. Yesos y óxidos de hierro.
- 8) 10 m. Calizas grises tableadas con un nivel de 0,5 m de calcoesquistos que terminan en un banco de 1 m de espesor de caliza gris masiva con vetas de calcita. Secuencia estratocreciente.
- 9) 16 m. Alternancia de calcoesquistos, calizas grises laminadas y bioturbadas, con niveles que se organizan entre secuencias estratocrecientes, a cuyo techo ocasionalmente se presentan





superficies ferruginosas del tipo *hardground*. La citada alternancia de niveles de distinta competencia facilita que se formen boudines.

- 10) 10 m. Alternancia calizas tableadas grises y calcoesquistos rojos y amarillentos.
- 11) Tramo cubierto.
- 12) 2 m de filitas grises azuladas, seguidas de 5 m de yesos brechificados que terminan en un banco de caliza gris.

Todos estos materiales (figura 6) corresponden a la parte superior de la serie y tienen un espesor aproximado de 110-120 m.

#### Angosturas

El corte comienza casi a techo del tramo inferior (figura 6) accesible solo desde la rambla de este nombre. Está formado por:

- 1) 20 m. Calizas grises bioturbadas con facies franciscanas.
- 2) 6 m. Nivel de slump que lateralmente conecta con brechas intraformacionales y termina con un nivel de calizas ableadas rojas-amarillentas.
- 3) 15 m. Calizas grises recristalizadas con vetas de calcita.
- 4) Algunos niveles tableados con bivalvos y bandas con sílex hacia el techo.
- 5) 6 m de brechas calcáreas sobre una superficie irregular.
- 6) 5 m. Calizas grises.
- 7) 2 m. Brechas calcáreas.
- 8) 10 m. Calizas grises tableadas con bancos de calcoesquistos intercalados. Esta disposición facilita la formación de boudines.
- 9) 10 m. Tramo calizo muy fracturado que lateralmente pasa a brechas calcáreas y un pequeño slump.
- 10) 20 m. En la base calizas tableadas que hacia arriba pasan a bancos gruesos. Secuencia estratocreciente.
- 11) 1 m. Calcoesquistos.
- 12) 10 m. Calizas grises.

La potencia total de este corte de Las Angosturas es del orden de 105 m.

En el área de Albuñol no se ha realizado la determinación de los fósiles encontrados en los materiales de la unidad de Lújar-Gádor, pequeños bivalvos generalmente, pero términos equivalentes se han datado como Ladiniense-Carniense (figura 6).

Sobre esa secuencia en Las Angosturas (figura 5) existe una superficie irregular sobre la que se observan brechas tectónicas descritas más adelante.

#### Las unidades cabalgantes

En la parte sur y oeste de la ventana de Albuñol (figura 5) se conserva la unidad de Alcázar o de Escalate. Está formada en la base por filitas gris-azuladas, localmente verdosas, y cuarcitas, generalmente de tonos claros. Sobre ellas existen muy localmente algunos niveles de calcoesquistos y solo en las proximidades de Alforfón hay mármoles a techo de la unidad. En el punto donde se conserva mayor espesor de la unidad, este no supera los 50-60 m. Las filitas se atribuyen regionalmente al Anisiense-Ladiniense y los carbonatos al Ladiniense.

Sobre esta unidad, o generalmente sobre la de Lújar-Gádor, se sitúan uno o dos mantos superiores formados por esquistos oscuros y cuarcitas del manto de Murtas o bien del de Adra (encima). En su parte norte, autores expertos en la geología de esta zona los atribuye a la unidad de Murtas y en la sur a la de Adra. En ambos casos la edad supuesta de estos esquistos es paleozoica.

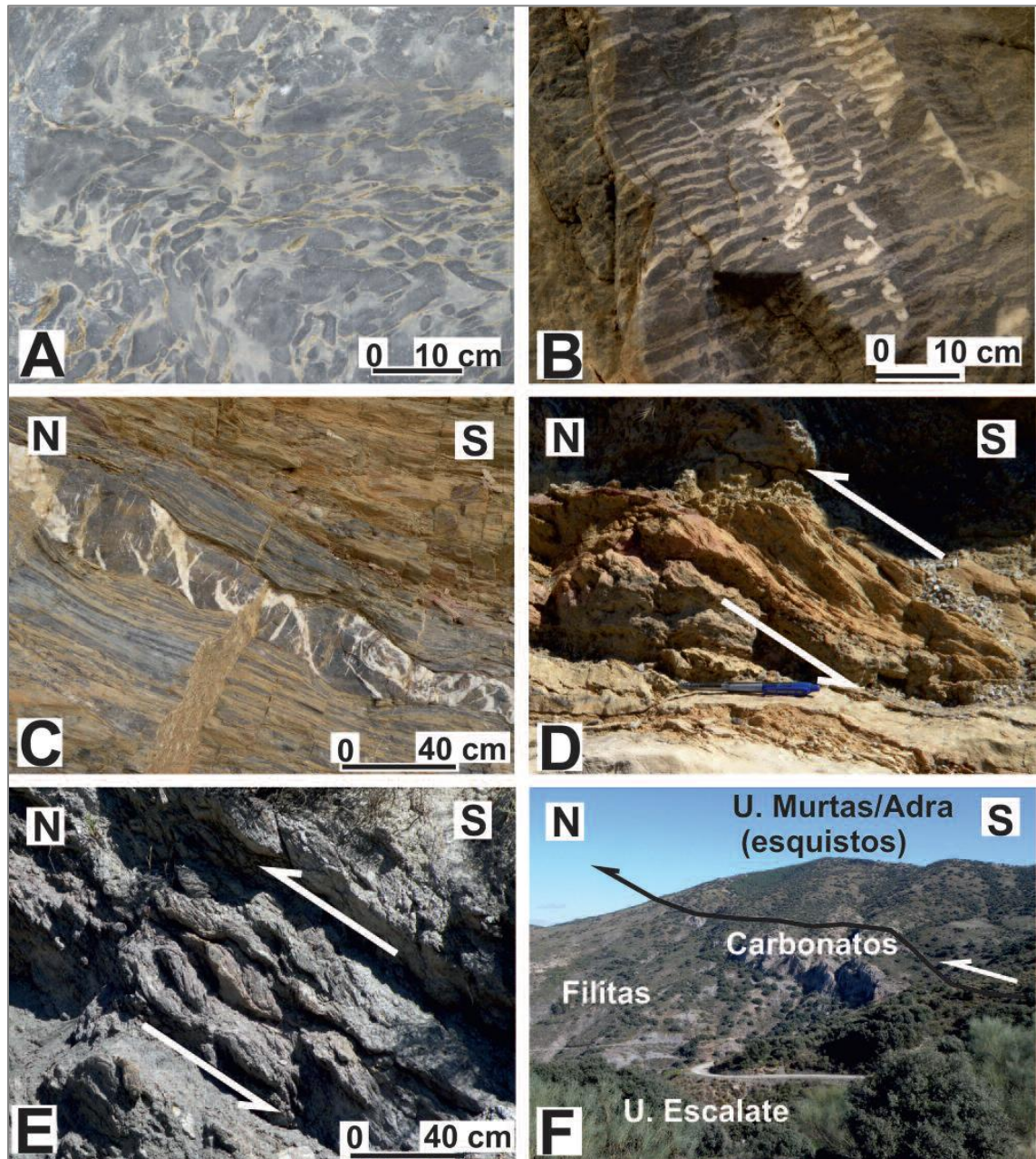


Figura 7. A: estructuras de burrows en calizas de los tramos inferiores. B: facies "franciscana". C: boudines y diaclasas en calcosquistos y calizas. D: estructuras pseudo S/C en brechas tectónicas del techo de la ventana tectónica. E: estructuras pseudo S/C en esquistos cabalgantes cercanos al techo de la ventana tectónica. F: panorámica del cabalgamiento de la unidad de Murtas/Adra sobre la de Escalate. Los carbonatos de esta unidad han sido cortados totalmente en muchos puntos.

## 2.2. TECTÓNICA

El contacto entre la unidad de Lújar-Gádor de la ventana de Albuñol y las unidades cabalgantes es muy neto en general. Son dos o tres unidades (según se consideren diferentes o no dos de ellas) las que se superponen a la de Lújar-Gádor.

La figura 5 muestra las unidades tectónicas presentes en el área estudiada. La unidad de Alcázar o Escalate solo se conserva en algunos puntos sobre la unidad de Lújar-Gádor y está bajo la de Murtas o la de Adra.



A escala regional posiblemente sea correcta la distinción entre las unidades de Murtas y Adra, pero en el área estudiada tiene un problema importante que se expone a continuación sin pretender resolverlo pues hacerlo requeriría salirse ampliamente del objetivo del presente trabajo.

Aldaya et al. (1.979a y b, 1.981, 1.983 a y b) diferencia la unidad de Adra de la de Murtas, la primera cabalgando a la segunda. Sin embargo, en el área estudiada, el límite entre ambas unidades es imposible situarlo con seguridad sobre el terreno (al menos eso nos ha parecido, incluso llevando los mapas citados). Aparentemente se pasa de una unidad a otra sin poder hacer una neta distinción.

Esta dificultad para diferenciar ambas unidades se incrementa por el hecho de que directamente en el techo de la ventana de Albuñol (así en las proximidades de la localidad de Albondón y de acuerdo con esos mapas) se sitúan las dos teóricas unidades de Murtas y Adra. Se pasa de una a otra en un punto dado sin que se adelgace ninguna de las unidades, es por tanto un paso abrupto. Lo esperable es que la unidad de Murtas se fuera adelgazando y encima apareciera la de Adra, no que una sustituya a otra directamente sobre la unidad de Lújar-Gádor, mientras que ambas tienen espesores de cientos de metros, la de Murtas al N y la de Adra al S. Tal como se puede deducir de esos mapas es como si ambas unidades en esos puntos del contacto entre ellas sobre la unidad de Lújar-Gádor estuvieran chocando una contra otra, pero sin que se cabalgaran entre sí. Esto indica que ahí la diferenciación no es correcta, es más bien artificial.

Como se ha indicado, la resolución de este tema no se aborda en el presente trabajo, pero sí se expone lo que parece suceder en el área estudiada: la unidad de Adra constituiría la base de la serie estratigráfica de la unidad de Murtas, la cual más al norte tiene a techo términos triásicos, incluidos mármoles, tal como piensan ciertos autores.

La existencia de ese problema no obsta sin embargo para el estudio de la ventana en sí. Por eso, en la figura 5, se conserva la previamente citada diferenciación de las unidades de Murtas y Adra, aunque se han indicado las objeciones existentes.

#### Estructura de la ventana de Albuñol

En general se trata de una estructura sencilla (figuras 5 y 8), casi monoclinas, que se hunde progresivamente hacia el sur. En su conjunto dibuja un anticlinal muy suave cuyo eje sería aproximadamente E-O, algo más irregular en su parte oriental donde hay pliegues similares, pero de menor envergadura.

Pliegues de esa misma dirección (N60-70 a E-O) existen en otros puntos. Hay una gradación de tamaños desde menores a un metro al que determina la estructura interna general de la ventana. En los de pequeño tamaño, de centímetros a decenas de metros, la vergencia al N está bien marcada. Sin embargo, existen pliegues intraformacionales, incluso decamétricos, ligados a *slumps* de parecida orientación y no siempre son fáciles de distinguir de los formados por causas tectónicas, si bien suelen tener vergencias predominantes hacia el sur.

Pliegues hectométricos con direcciones de eje N20-35E y netas vergencias al O, en algunos puntos invertidos y conclose-jointing de plano axial asociada se encuentran al NE de Albuñol, directamente al E de Las Angosturas, en el sector donde se sitúa la antigua mina Fabiola. Los planos axiales buzan 30-35° al E y los ejes buzan ligeramente al S. Estos pliegues se observan en el techo de los carbonatos inferiores y en los tramos superiores. Pliegues de menor envergadura de igual dirección y otros de dirección aproximada N-S (desde N160E a N-S y N20E) aparecen en numerosos puntos de la ventana, casi siempre con una neta o muy neta vergencia al O.



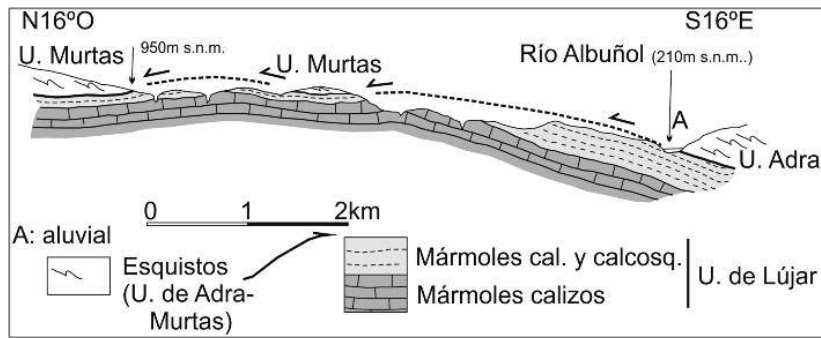


Figura 8. Corte geológico general de la ventana tectónica de Albuñol

### Estructuras menores

- Pliegues Chevron: sin que sean abundantes, se observan dispuestos en *kink-bands* en algunos puntos del tramo superior, preferentemente en calcosquistos finamente laminados. Su orientación varía entre N60°E y casi E-O, generalmente paralelos a los pliegues próximos, y al igual que estos tienen una clara vergencia al N.
- Boudines: están presentes en casi todos los puntos de la ventana y se desarrollan preferentemente

en los tramos altos, allí donde hay alternancias de niveles calizos con otros margocalizos o incluso margosos. La dirección de sus ejes de constricción es prácticamente paralela a la de los pliegues N60-70 a E-O, lo cual garantiza su relación genética con estos. Tan solo al NE de Albuñol se han encontrado boudines con ejes de dirección N20-35, paralelos a los ejes de los pliegues allí presentes.

Generalmente los boudines no muestran ningún tipo de vergencia, pero en algunos puntos sí. En esos casos cada uno de los cuerpos de los boudines ha tendido a desplazarse en la dirección de la vergencia (figura 7C).

- Diaclasas: las diaclasas son omnipresentes en todos los materiales, aunque se desarrollan mejor en las capas calizas más gruesas. Generalmente están rellenas de calcita, salvo las más modernas que son posteriores al proceso de formación de las estructuras aquí contemplado.

Existen diaclasas de todos los tipos: de tensión, de cizalla e híbridas. Hay juegos que son claramente relacionables con los pliegues o con otras estructuras, pero generalmente el número de juegos es grande y se pierden las referencias con respecto a lo que las ha podido formar. Hay también juegos de diaclasas ligados a los boudines (figura 7C), al igual que los hay a los boudines "vergentes". Se disponen paralelos a los ejes de constricción de los boudines y los nuevos juegos cortan a los primeros. Hay además diaclasas intrafoliales, generalmente muy deformadas, dibujando pliegues apretados, con flancos a veces estirados. Son las formadas en primer lugar.

- Puntos de cristalización de calcita: en algunos puntos, así en Las Angosturas al NE de Albuñol (y en general donde se ve bien la parte alta del tramo calizo inferior) haya modo de nódulos donde ha recrystalizado calcita. Su tamaño oscila desde milímetros a casi una decena de centímetros, sin que haya ninguna orientación aparente ni se pueda pensar que corresponda a una diaclasa.

### Brechas tectónicas y rasgos del techo de la ventana de Albuñol



En el contacto de cabalgamiento entre unidades, techo de la ventana de Albuñol, existen en numerosos puntos brechas tectónicas (figura 5). Su espesor varía mucho, desde unos pocos centímetros a varias decenas de metros. También varía su textura y litología de manera que cuando a techo de la unidad de Lújar-Gádor se conservan calcosquistos y mármoles en capas finas entonces suele haber una brecha muy fina, cuando son mármoles entonces los cantos son más gruesos, aunque generalmente se encuentren cementados. En no pocos casos se engloban también esquistos de las unidades cabalgantes y en algunos puntos se han observado estructuras pseudo S/C en las que participan materiales de la unidad cabalgada y de la cabalgante.

Cerca de Albuñol, en el borde occidental de Las Angosturas, y a techo de la secuencia triásica, hay un sector relleno por brechas con decenas de metros de espesor en algunos puntos, mientras que en otros disminuye mucho. Su base es irregular. Están formadas fundamentalmente por restos brechoides de mármoles y calcosquistos, pero también hay cantos, en mucha menor proporción - hay que buscarlo con cierto detenimiento-, de muy diverso tamaño de cuarzos de segregación, de filitas y de esquistos (esto implica que son muy posteriores, incluso posteriores al metamorfismo que afecta a las unidades). No se trata por tanto de las brechas sin-sedimentarias existentes en las secuencias estratigráficas triásicas, pero tampoco son iguales a las brechas tectónicas descritas en el párrafo anterior.

En estas brechas de las Angosturas hay niveles que pueden interpretarse como sedimentarios, pero a la vez queda la duda de si es algo ligado a la tectónica, como podría ser el avance de la unidad cabalgante. Es este un tema aquí no resuelto y que recuerda a las *rauhwackes* de Egeler y Leine (1.962) y Leine (1.962) presentes en el Alpujarride, al N de la Sierra de Filabres en el sector de Serón. También recuerdan mucho a las brechas cataclásticas descritas por Suades y Crespo (2.010) en el Maláguide, a las que atribuyen un origen tectónico facilitado por fracturación hidráulica.

En el resto de las brechas tectónicas, en el contacto de las unidades cabalgantes con la de Lújar-Gádor, o cerca de ese contacto, se han desarrollado estructuras que dan clara información sobre la dirección y sentido de emplazamiento de las unidades. Así, al E de Albuñol, en el borde oriental de Las Angosturas, en el techo de la unidad de Lújar-Gádor existen unos niveles formados por brechas tectónicas cementadas en las que se observan estrías y acanaladuras largas y bien desarrolladas. En algunos puntos hay rasgos que muestran que la unidad cabalgante se desplazaba con clara componente hacia el N, desarrollando a la vez estructuras de tipo pseudo S/C (figura 7D). Estas estructuras también se observan encima de la citada brecha, en los esquistos cabalgantes (figura 7E) y sus sentidos de desplazamiento son similares.

Esto mismo se puede indicar en otros puntos. Algunos de ellos están dentro de la unidad de Lújar-Gádor, pero cerca de su techo, y en otros casos se encuentran en los esquistos (o en las filitas del manto de Escalate, así al E de Alforfón), también cerca del techo de la ventana.

Mientras que los rasgos observados de compresión son abundantes y homogéneos, no sucede así con las estructuras de extensión que generalmente corresponden a fallitas de bajo ángulo. Estas aparecen como rasgos netamente subordinados y dan direcciones de movimiento diversas. Lo mismo se ha observado (no se ha hecho un estudio realmente estadístico) en la unidad Murtas/Adra, donde hay estructuras de aplastamiento que pueden interpretarse como de extensión, pero las direcciones obtenidas son dispersas en su conjunto.

#### Bloques englobados en las unidades cabalgantes



En los mapas geológicos de Albuñol y Lanjarón (Aldaya et al., 1.979b y Aldaya, 1.981) entre Alforfón y el sector de la Haza del Lino, varios kilómetros al O de Alforfón, se cartografían diversos bloques de calizas o mármoles a los que atribuyen una edad paleozoica. Se trata de bloques que tienen varias decenas de metros de espesor, incluso más de cien metros en algún caso, y que acaban lateralmente de forma brusca. Además de estos bloques señalados en cartografías previas, existen otros de muy diversos tamaños situados a pocos metros sobre el techo de la ventana, dentro de los esquistos. Estos últimos se pueden interpretar directamente como restos arrancados de la unidad de Lújar-Gádor o bien de la unidad de Escalate.

La observación de estos bloques muestra que tienen las mismas secuencias que los tramos de la unidad de Lújar-Gádor, nódulos de sílex y estructuras sedimentarias diversas incluidas. Además, en algunos de ellos (así en el que hay en las proximidades del cortijo Belén, en la carretera de Alforfón a la Haza del Lino, figura 5) se observan filitas bajo los carbonatos, con los calcosquistos intermedios incluidos. Esto es ya de por sí concluyente: no se trata de carbonatos paleozoicos sino restos de la unidad de Lújar-Gádor o bien de la de Escalate que han sido englobados en el avance de las unidades de Murtas/Adra. Además, cuando se observa con cierto detenimiento la foliación de los carbonatos o la esquistosidad de las filitas se observa que en diversos casos no coincide en absoluto con la de los esquistos de la unidad que los englobó. Muchos están pseudo-paralelos a la esquistosidad de los esquistos, lo que es comprensible pues es la tendencia general que facilita el englobar los bloques, pero otros están oblicuos, en algunos casos prácticamente perpendiculares.

En relación a lo anterior, se muestra en la figura 7F cómo la unidad de Escalate, en las proximidades de la localidad de Bargís (al O del Haza del Lino) tiene su serie carbonatada cizallada en gran medida por la unidad cabalgante de Murtas/Adra. No solo se cortan los carbonatos sino también parte de las filitas. Ese proceso ha sido muy corriente y por tanto no es extraño que los materiales cortados queden englobados en parte en las unidades cabalgantes.





### 2.3. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

De entre los principales factores que han condicionado la actual configuración geomorfológica del área de estudio, se encuentran: la naturaleza geológica de sus materiales, el encajamiento de la red fluvial y las condiciones climáticas reinantes.

El área presenta una topografía muy abrupta donde los cauces de agua están muy encajados y se producen abundantes movimientos de ladera. Las principales direcciones de drenaje son N-S, presentando cursos de agua que desembocan directamente en el Mar Mediterráneo. No obstante, en general, el régimen pluviométrico es eminentemente torrencial, produciendo importantes avenidas, lo cual propicia el rejuvenecimiento del relieve.

El análisis de las distintas manifestaciones erosivas puntuales (cárcavas, por ejemplo) nos muestra un macizo de características estructurales complejas, dada su configuración tras la tectónica de corrimiento y tras los efectos de una nanotectónica. Predomina el sustrato esquistoso, impermeable y fácilmente alterable, al margen de algunos enclaves calcáreos en ventanas (ventana tectónica de Albuñol) e islas tectónicas. En definitiva, el modelado es el fruto de la evolución de sistemas morfoclimáticos diferenciados, que han provocado un relieve de cumbres suaves y laderas abarrancadas y en el que los fenómenos erosivos se agudizan ante el actual dominio de un sistema de tipo semiárido en la mayor parte de su superficie.

El estudio de las pendientes existentes permite observar las condiciones orográficas de la Sierra de La Contraviesa como un macizo que se erige como un gran bloque formado por un eje de cumbres con sentido E-W a altitud constante, oscilando entre 1.000 y 1.500 metros sobre el nivel del mar, de lomas suaves y redondeadas. De estas cumbres desgastadas parten una multitud de cuencas que en las cabeceras se abren en abanicos, contrastando con los cursos medios y bajos en donde la red encajada provoca el fuerte desnivel y pendientes en las laderas. Estas fuertes pendientes caracterizan el conjunto de la Sierra y justifican el interés de su estudio, dado el papel que juegan en el desencadenamiento de los procesos erosivos.

A modo de síntesis, en la Sierra de La Contraviesa dominan unas condiciones rexistásicas (pérdida de suelo), agravada por la intervención antrópica y los cultivos reinantes en la zona (leñoso de secano principalmente). Es un área muy humanizada y alterada en la que, a pesar de existir cierto equilibrio, ya no se aprecian señales del sotobosque original.

Dentro del P.I. Fabiola, los canales de drenaje principales con la Rambla de Los Yesos y el Barranco de Los Morenos, los cuales vierten sus episódicas aguas al canal más importante, la Rambla de Las Angosturas. Ya fuera del perímetro del Permiso, esta desemboca en la Rambla Aldaya, la cual, a su vez, aporta su caudal, a la Rambla de Albuñol o del Tranco, la cual desemboca en el mar.

La máxima cota existente en esta Sierra la atesora el Monte Salchicha, con 1.545 msnm, seguido por el Cerrajón de Murtas, con 1.515 msnm.



### 3. PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se detallan las características generales de los minerales incluidos en la investigación, así como una descripción de las labores de investigación que se pretenden realizar, el equipo técnico que las llevará a cabo, el programa de las labores de investigación, el presupuesto de las inversiones para el periodo de tres años y un programa de labores anual detallado de disfrute del Permiso.

La empresa encargada de realizar la asistencia profesional, la solicitud de los permisos necesarios y la investigación geológico-minera es Promotora de Georecursos, S.L., cuya sede central se encuentra en el Clúster Empresarial de El Padul (Granada).

Esta empresa posee una amplia experiencia en el sector de la exploración minera, lo cual incluye, por ejemplo, la geología de yacimientos, la planificación y dirección de trabajos de exploración, la elaboración de estudios de viabilidad y la supervisión medioambiental, es decir, las tareas necesarias dentro de un marco minero adecuadamente definido.

Otros trabajos como por ejemplo los sondeos, los análisis geoquímicos y los estudios mineralógicos y/o petrológicos serán entregados, siempre bajo la supervisión del personal de Promotora de Georecursos, S.L., a empresas o entidades públicas especializadas, por ejemplo, ALS Laboratory Group, INSERSA, Universidad de Granada, Universidad de Córdoba o Escuela Politécnica de Linares.

#### 3.1. MINERALES INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 Fluorita: características físicas y químicas

Su importancia industrial radica en ser la principal fuente comercial de flúor.

Su nombre deriva del latín *fluere* que significa fluir, debido a que se funde con más facilidad que ciertas piedras preciosas con las que se confundía.

El mineral puro es la fluorita ( $F_2Ca$ ) cuya composición es de 48,7% de F y 51,3% de Ca.

Pequeñas cantidades de litio y cesio pueden sustituir al calcio en la red cristalina de la fluorita. Normalmente presenta inclusiones que pueden ser gaseosas, líquidas o sólidas (pirita, marcasita, calcopirita, óxidos de hierro). Debido a la importante cantidad de impurezas que la acompañan, la ley en fluoruro - cálcico del todo-uno en sus yacimientos no suele sobrepasar el 50%.

La fluorita cristaliza en el Sistema Cúbico en forma hexaoctaédrica, observándose facetas de octaedros, trapezoedros y hexaoctaedros con las aristas casi siempre biseladas.

Se puede presentar en formas masivas o como agregados globulares con textura fibrosa radial, aunque lo más frecuente es encontrarla en forma de agregados de cristales (placas, geodas, etc.).

La fluorita tiene una dureza de 4 en la escala de Mohs y es el mineral patrón de esta dureza. Su peso específico es 3,18 cuando está en forma cristalina, pero varía desde 3,01 a 3,6 según las formas en que se presente. Funde a 1.392° C.

Los cristales de fluorita presentan una amplia gama de colores, como amarillo, azul, púrpura, verde, rosa, rojo, negro, negro azulado y marrón. Comúnmente presenta un color blanco lechoso y cuando es pura aparece incolora y transparente. Estos colores se presentan a menudo en franjas paralelas.



Las causas de las distintas coloraciones de la fluorita no se conocen bien; Algunos autores atribuyen el tono violeta azulado a efectos radioactivos, y otros suponen que el color de ciertas fluoritas se debe a la presencia de un hidrocarburo.

Los colores pueden ser alterados por exposición a rayos X, calor, luz ultravioleta, y presión; entre los factores que influyen en la coloración están la presencia de trazas de impurezas y los iones desplazados en su red (centros de color).

La exposición prolongada a la luz solar puede provocar un cambio del color original de la fluorita. La fluorita es termoluminiscente: Calentándola hasta unos 100° C de temperatura se observa un efecto luminescente de color verdoso, cesando este fenómeno en el momento en que desciende la temperatura. A temperaturas superiores a los 475° C también deja de emitirse esta luz. También se puede provocar un efecto luminescente con luz ultravioleta y luz solar.

La fluorita puede ser triboluminiscente, haciéndose luminosa al ser molida, rayada o frotada.

Tiene brillo vítreo y exfoliación octaédrica perfecta. Es muy frágil y esta propiedad permite distinguirla, de la barita, calcita, dolomía y algunas variedades de cuarzo.

Su índice de refracción es bajo ( $n = 1,4339$  a 20° C) con muy poca dispersión; De aquí que los cristales incoloros se empleen para fabricar objetivos apocromáticos para el microscopio óptico. Es isótropo y presenta una facilidad poco común para transmitir la luz ultravioleta.

Es soluble en ácido sulfúrico en caliente, siendo prácticamente insoluble en agua pura. La solubilidad de la fluorita en disoluciones acuosas depende de la temperatura, presión, presencia de otros electrolitos, pH y proporción en que se encuentren los iones de calcio y magnesio.

En agua pura, la solubilidad pasa por un máximo a los 100° C aumentando con la presión y la concentración de NaCl. El efecto de éste es mayor a bajas concentraciones.

La concentración de flúor en aguas geotermales parece estar limitada por la solubilidad de la fluorita, la cual en presencia de sílice es del orden de 10 ppm a 200-300° C.

El ion flúor tiene en ambientes superficiales una moderada movilidad ya sea oxidante o reductor el ambiente y se encuentra entre 20 a 900 ppm como media en las rocas.

### 3.1.1.1 Principales aplicaciones de la fluorita

#### - Grado Ácido

Es un material base en la producción de ácido fluorhídrico, el cual es el punto de inicio para un amplio espectro de químicos basados en fluoruro.

- Ácido fluorhídrico anhidro: Agente de fluoración en el agua; catalizador en reacciones de alquilación, isomerización, condensación, deshidratación y polimerización; como material base para la producción de fluoruro.
- Ácido fluorhídrico (70 % HF): En pulido de titanio, latón, cobre y acero inoxidable; acidificación de pozos petroleros; limpieza de ladrillos y rocas; remoción de esmalte; grabado electrónico y de cristales, electro-depositación y manufactura de semiconductores; en la purificación de sílice y cuarzo; molienda de químicos; procesamiento de metales raros, fundente en la manufactura de aluminio; producción química del uranio (como material base para la difusión gaseosa); control en la fermentación de la cerveza; reactivo de laboratorio; material base para químicos de fluoruro



inorgánico y fluorocompuestos orgánicos. También pulido y corte de vidrio, sales para aleaciones, catálisis de petróleo, latón, cobre, acero inoxidable y manufactura de semiconductores.

- Hexafluoruro de azufre: En equipo eléctrico para detectar fugas de gas y como aislante gaseoso en transformadores, condensadores e interruptores de circuitos de alto voltaje. En fabricación de semiconductores bajo condiciones láser. Como cubierta de gas protector en el vaciado de magnesio para proteger contra la ignición, oxidación y formación de nitruros a temperaturas que alcanzan 800° C y en pre-tratamiento de la fundición de aluminio para remover óxidos e impurezas sólidas por inyección de cloruro o mezcla de gas inerte y hexafluoruro de azufre para prevenir la porosidad causada por el hidrógeno de la fusión del aluminio.
- Fluoruro de aluminio: Como electrolito fundido y solvente en celdas de reducción de aluminio; en la producción de reactivos y alúminas fundidas; fundente en la manufactura de vidrio y esmalte opalescente, en cerámica y mezcla de esmalte; en la producción de refractarios especiales; relleno en ruedas abrasivas; ayuda en el vaciado de metales ligeros; producción de insecticidas; recubrimiento de varilla para soldar; material base para silicatos de aluminio.
- Fluoruro elemental: En la fluoración de tanques de plástico para combustible.
- Cryolita: En la manufactura y refinación secundaria del aluminio; fundente cerámico y metálico; opacificador; fundente de soldadura para aluminio y sus aleaciones; abrasivos; fundente y agente anti-moho en la industria de metales ligeros; vidrio opalescente; insecticidas agrícolas y color amarillo en pirotecnia. Como electrolito fundido y solvente en celdas de reducción de aluminio. Fundente en la manufactura de esmalte de ópalo y vidrio, mezclas de vidrios y cerámica, en la producción de refractarios especiales, relleno en ruedas especiales, en la producción de insecticidas, recubrimiento de barras de soldadura, ayuda en la refundición de metales ligeros.
- Ácido fluorosilícico: En concentraciones de 20-25 % para la fluoración de agua potable; en concentraciones de 30-3 5% para pulido y refinación electrolítica de metales, agente de esterilización en la elaboración de cerveza y embotellamiento, desinfección del cobre y vasos de latón, preservación de la madera, agente de endurecimiento para cerámicas y cementos, material de base química incluyendo ácido fluorhídrico, fluorocarbonos y fluorosilicatos.
- Fluorosilicatos: El fluorosilicato de magnesio se aplica en el endurecimiento e impermeabilización de concreto, mortero, cemento, estuco y superficies de ladrillos; preservación de madera y cerámicas. El fluorosilicato de plomo se usa en baños de galvanoplastia, refinación electrolítica del plomo, tratamiento de pistones y protección de superficies. El fluorosilicato de potasio y sodio es utilizado como agente opacificante de esmaltes vítreos y vidrio opalescente; Coagulante para látex; pre-tratamiento de cueros antes de aplicar tanino; pigmentos de zirconio; esmaltes; preservación de madera; fundente en fundición de metales ligeros; agente acidificante en la industria textil y producto intermedio en la industria farmacéutica.
- Ácido hidrofusilícico: En la fluoración en tratamiento de agua; material base para silicofluoruro de sodio, fluoruro de aluminio y polisilicón.
- Ácido fluobórico: Para fluoración del agua; limpiador de la superficie metálica en electrodeposición y soluto en electrolitos para metales; catálisis para preparar acetales y esterificación de la celulosa y estabilizador para sales diazo; produce acabado mate en el zinc, satinado en latón o bronce y brillante en aluminio (electropulido); material base para fluoroboratos.
- Tetrafluoruro de silicio: En la depositación de plasma de sílice fluorinado y como moderador en la corrosión de sílice en el plasma.





- Fluoroboratos: Para catálisis en alcohol; preparación de compuestos de boro; aditivo en cromo níquel, cadmio y baños de galvanoplastia en rutenio/iridio; carburización del acero; fundente para aluminio y otros metales no ferrosos; retardante de flama para rayón y algodón y recubrimiento para monumentos. En la manufactura de aleaciones de aluminio conteniendo boro; preservación de la madera; manufactura de papel lija; fundente metalúrgico; cerámica y producción electrolítica de boro. En electrodeposición de estaño/plomo en la manufactura de componentes electrónicos y circuitos impresos y en electrodeposición del cobre.
- Fluoruros: Pulido de aluminio; aditivo para baño electrolítico; separación de niobio y tantalio; grabado o corrosión química de tableros de circuitos impresos. Componente en la refinación de aluminio; agente fundente y preopacificador en esmaltes; componente de recubrimientos en electrodos y polvos de soldadura. Como fundente en metales no ferrosos, en soldadura fuerte de zirconio y titanio y como constituyente de la soldadura de aluminio. En insecticidas; vidrio mate o grabado; electrolito de batería; fluorinación de compuestos orgánicos por intercambio halógeno; catálisis en la manufactura de espuma de poliuretano; ingrediente en recubrimientos para cemento, rodillos de soldadura de arco eléctrico; procesamiento de sal de mesa; ingrediente de fundentes para soldadura; formulaciones de pre-tratamiento usadas para preparar superficies metálicas para pintura; proceso fotográfico de transferencia de color; material base o elemental en la producción de flúor, fluoroacetato de sodio y hexafluorobenceno. En la fluorinación del agua; manufactura de compuestos de organoflúor; insecticidas; fundente metalúrgico; preservación de madera; acabado satinado para aluminio; grabado de vidrio; constituyente de polvos para soldar; aditivo dentífrico; esterilización en bebidas y equipo para lechería. Como organofluoruro para retardar flamas, como repelente a grasa y mugre en textiles; emulsificador para polimerización de tetrafluoroetano, para controlar el flujo en pinturas. El fluoruro de sodio se usa en fluorinación del agua, preservación de madera, aditivo dentífrico y esterilización de equipo para bebidas.
- Bifluoruros: Grabado de vidrio, electrodeposición del estaño y componente pasivo de baños de galvanización; agente de neutralización y remoción de moho en textiles; producción de catalizadores para polimerización de hidrocarburos. Componente de preservativos para madera; catalizador de polimerización y condensación; componente del electrolito para la producción del fluoruro elemental; grabado mate del vidrio; componente en agentes de fundición para soldadura; Disolución de silicatos en la extracción de petróleo; pre-tratamiento de aluminio para anodización; limpieza de acero inoxidable y metales no ferrosos; componente de fungicidas e insecticidas en preservación de madera y en soluciones desinfectantes y de limpieza como en bebidas, fábricas de azúcar y estaciones de energía.
- Fluoruros de halógeno: Como agente de fluorización; recuperación de uranio de combustibles irradiados; incendiario, encendedor y propulsor de los cohetes; inhibidor de pirólisis en polímeros del fluorocarbono.
- Fluoruros de tierras raras: Precursor de sal para la producción de metales u óxidos de tierras raras; material base para cerio; en electrodeposición; como lubricante.
- Clorofluorocarbonos: Propulsor de aerosol, refrigerante, agente soplador de espuma y solvente. Material base para tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno y bromotrifluorometano. Solvente limpiador en seco y extinguidor de fuego. Como solvente de secado, agente soplador de espuma, espumas plásticas y fluido dieléctrico. En forma de fluoropolímero en enfriamiento láser.
- Hidroclorofluorocarbonos: Refrigerante, componente de agente soplador para espumas de poliuretano y para poliestireno extruido. Refrigerante para grandes refrigeradores y agente contra el fuego.



- Ácido fluosilícico y fluorobórico: En electrodeposición de metales, material base para amonio, cadmio, hierro, plomo, níquel, potasio, sodio y fluoroborato de zinc; acabado de metales y fluorinación del agua.
- Hidrofluorocarbonos Refrigerante de baja temperatura y agente contra el fuego. Componente mezclado para aire acondicionado estacionario y móvil y agente soplador de espuma para poliuretano y espumas fenólicas; compuesto de mezclas para solventes.
- Fosfoclorocarbonos: Como semiconductor de manufactura anticipada.
- Recubrimiento y enfriamiento: Como refrigerante de aire acondicionado estacionario (casas, oficinas y salas de cómputo), y en aire acondicionado móvil (autos, trenes y autobuses). Como aislante en refrigeradores, congeladores, paredes, pisos y techos.
- Medicina: Aplicaciones de seguridad en piel suave. En inhaladores para terapia de asma y otros problemas respiratorios. En extracción de fármacos naturales activos, nutracéuticos, sabores y fragancias.
- Fluoropolímeros: Aislante eléctrico para cable y alambre; recubrimientos químicamente resistentes y cojinetes; anillos, juntas, sellos; guarniciones para envases, pipas y mangueras.
- Fluoroplástico: Baterías litio-fluoruro; celdas para combustible; lubricantes; productos aeroespaciales y moderadores nucleares.
- Fluorografito Baterías litio-fluoruro; celdas para combustible; lubricantes; productos aeroespaciales y moderadores nucleares.

- Grado Metalúrgico

En la fabricación de acero para reducir la tensión superficial de la escoria, minimizar variaciones en la viscosidad de la escoria con la temperatura de fusión, obtener el más bajo punto de fusión de la escoria para formar un eutéctico (fundente), mejora la fluidez y la transferencia de calor de la escoria (la escoria remueve Si, S, P y C del hierro). Se usa en hornos eléctricos, de oxígeno básico y de corazón abierto, así como en fundiciones de hierro.

En usos diferentes a la fabricación de acero es utilizada como agente aglutinante de ruedas abrasivas, en la producción de carburo y cianamida de calcio. Los usos menores incluyen propósitos ornamentales tales como floreros tallados, ornamentos y figuras. Funciona como catalizador, ahorra energía y baja la temperatura de fusión (entre 200 y 300° C) en hierro, acero y cemento.

En la fluorita grado metalúrgico hay un subgrupo denominado fluorita grado cemento que es utilizada como catalizador, limpiador de impurezas y fundente bajando la temperatura de fusión en el proceso de clinkerización, además, uno de los principales beneficios es el ahorro de energía, así como la mejora de calidad en el producto final.

- Grado Cerámico

Opacificador en cristales de ópalo y pedernal para la industria de alimentos, bebidas, envase de artículos de tocador y cristalería ornamental; así como en esmaltes para estufas, refrigeradores, tubos de baño, gabinetes y artículos para cocinar. Es un ingrediente en la manufactura de magnesio y calcio, químicos del manganeso, fundición de zinc, fibra de vidrio y recubrimiento de barras de soldadura.



- Substitutos

Los clorofluorocarbonos (CFC) 11, 12 y 113, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) 22, 123, 124, 141b, 142b y 225, hidrofluorocarbonos (HFC's). En fundición los boratos, cal dolomítica, ilmenita, manganeso, mezclas de hierro, aluminio, óxido de calcio, olivino y carbonato de sodio. El ácido fluorosilícico, subproducto de la producción de ácido fosfórico, es un sustituto en la producción de fluoruro de aluminio y posiblemente en la de ácido fluorhídrico.

### 3.1.2 Galena: características físicas y químicas

La galena es un mineral del grupo de los sulfuros y su fórmula química es PbS. Cristaliza en el sistema cristalográfico cúbico y posee hábito cúbico, cubo-octaedro, octaédrico o masivo

Es un mineral de color gris plomo con raya gris oscuro y brillo metálico.

Es un mineral blando y, según la escala de Mohs, tiene una dureza de 2,5. Su densidad es de 7'5 g/cm<sup>3</sup>, por lo que se considera un mineral pesado.

La exfoliación de la galena es cúbica perfecta y suele estar muy patente.

Se debe evitar confundirla con las variedades de blenda ricas en hierro, las cuales poseen hábito tetraédrico maclado que origina cristales redondeados, de color más oscuro (negro), menor densidad, mayor dureza y exfoliación rombododecaédrica perfecta; con la antimonita, de hábito prismático y más oscura; y con algunas variedades de oligisto, más duro, oscuro, con raya pardo-rojiza y carente de exfoliación cúbica.

La galena puede aparecer en diferentes ambientes: asociada a depósitos metamórficos, pegmatitas, rocas sedimentarias, etc., pero cabe destacar su presencia en filones hidrotermales donde aparece asociada a blenda, pirita, cuarzo, barita, siderita y/o fluorita, entre otros.

#### 3.1.2.1 Principales aplicaciones de la galena (Pb)

La galena es la principal mena de plomo y una de las más importantes menas de plata (galena argentífera). En este apartado consideraremos las aplicaciones del Pb.

Los compuestos de plomo más utilizados en la industria son los óxidos de plomo, el tetraetilo de plomo y los silicatos de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales, y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones.

- El plomo se emplea en grandes cantidades en la fabricación de baterías.
- La utilización de este metal como cubierta para cables, ya sea la de teléfono, de televisión, de internet o de electricidad, sigue siendo una forma de empleo adecuada. La ductilidad única del plomo lo hace muy apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de los conductos internos.
- También se utiliza industrialmente en las redes de tuberías, tanques y aparatos de rayos X. Debido a su elevada densidad y propiedades nucleares, se usa como blindaje protector de materiales radiactivos.
- Entre las numerosas aleaciones de plomo se encuentran las soldaduras, el metal tipográfico y diversos cojinetes metálicos.



- El uso del plomo en pigmentos sintéticos o artificiales ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. Los pigmentos que se utilizan con más frecuencia e intervienen en este elemento son:
  - o El blanco de plomo (conocido también como albayalde)  $Pb_2CO_3Pb(OH)_2$ .
  - o Sulfato básico de plomo.
  - o El tetróxido de plomo también conocido como minio.
  - o Cromatos de plomo.
  - o El silicatoeno de plomo (más conocido en la industria de los aceros blandos).
- Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo.
- Se usan silicatos de plomo para la fabricación de esmaltes de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica.
- La azida de plomo,  $Pb(N_3)_2$ , es el detonador estándar para los explosivos plásticos como el C-4 u otros tipos de explosivos H.E. (*High Explosive*).
- Los arseniatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos y para ahuyentar insectos molestos como cucarachas, mosquitos y otros animales que posean un exoesqueleto.
- El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario.
- Asimismo, una mezcla calcinada de zirconato de plomo y de titanato de plomo, conocida como PETE, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico.

### 3.1.3 Zinc: características físicas y químicas

Número atómico	30
Valencia	2
Estado de oxidación	+2
Electronegatividad	1,60
Punto de ebullición (°C)	906,00
Punto de fusión (°C)	419,50
Radio covalente (Å)	1,31
Radio iónico (Å)	0,74
Radio atómico (Å)	1,38
Configuración electrónica	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>
Primer potencial de ionización (eV)	9,42
Masa atómica (g/mol)	65,37
Densidad (g/ml)	7,14
Descubridor: Andreas Marggraf en 1.746	

El zinc es un elemento químico de símbolo Zn, del que se conocen 15 isótopos, cinco de los cuales son estables y tienen masas atómicas de 64, 66, 67, 68 y 70. Cerca de la mitad del zinc común se encuentra como isótopo de masa atómica 64.

El zinc es uno de los elementos menos comunes; se estima que forma parte de la corteza terrestre en un 0.0005 - 0.02%. Ocupa el lugar 25 en orden de abundancia entre los elementos. Su principal mineral es la blenda, marmatita (rica en Fe) o esfalerita de zinc (ZnS). Es un elemento esencial para





el desarrollo de muchas clases de organismos vegetales y animales. La deficiencia de zinc en la dieta humana deteriora el crecimiento y la madurez y produce también anemia. La insulina es una proteína que contiene zinc. El zinc está presente en la mayor parte de los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas. En promedio, el cuerpo humano contiene cerca de dos gramos de zinc.

El zinc puro y recientemente pulido es de color blanco azulado, lustroso y moderadamente duro (2,5 en la escala de Mohs). El aire húmedo provoca su empañamiento superficial, haciendo que tenga color gris. El zinc puro es dúctil y maleable pudiéndose enrollar y tensar, pero cantidades pequeñas de otros metales como contaminantes pueden volverlo quebradizo. Se funde a 420°C (788°F) y hierve a 907°C (1665°F). Su densidad es 7,13 veces mayor que la del agua, ya que un pie cúbico (0.028m<sup>3</sup>) pesa 445 lb (200 Kg).

El zinc es buen conductor del calor y la electricidad. Como conductor del calor, tiene una cuarta parte de la eficiencia de la plata. A 0.91°K es un superconductor eléctrico. El zinc puro no es ferromagnético.

Es un metal químicamente activo. Puede encenderse con alguna dificultad produciendo una flama azul verdosa en el aire y liberando óxido de zinc en forma de humo. El zinc metálico en soluciones ácidas reacciona liberando hidrógeno para formar iones zinc, Zn<sup>2+</sup>. Se disuelve también en soluciones fuertemente alcalinas para formar iones dinegativos de tetrahidroxozincatos, Zn(OH)<sub>2-4</sub>, escrito algunas veces como ZnO<sub>2-2</sub> en las fórmulas de los zincatos.

Es siempre divalente en sus compuestos, excepto algunos cuando se une a otros metales, que se denominan aleaciones de zinc. Forma también muchos compuestos de coordinación. En la mayor parte de ellos la unidad estructural fundamental es un ion central de zinc, rodeado por cuatro grupos coordinados dispuestos espacialmente en las esquinas de un tetraedro regular.

### 3.1.3.1 Principales aplicaciones del zinc

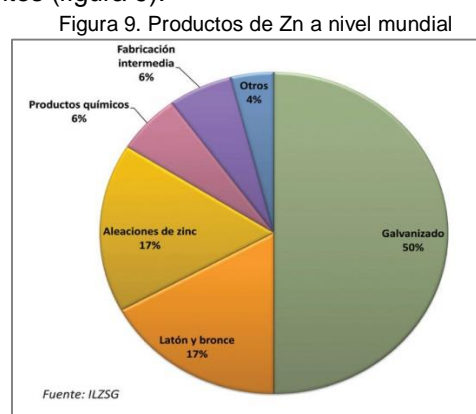
En todo el mundo se producen anualmente más de 11 millones de toneladas de zinc. De ellas, casi el 50% se utiliza para galvanizado de acero, es decir, para protegerlo frente a la corrosión. En torno al 17% se utiliza para producir latón y otro 17% para la producción de aleaciones de base zinc, principalmente en el sector de moldeado por presión. Por último, también se utilizan cantidades significativas en compuestos, como por ejemplo en óxido de zinc y sulfato de zinc, así como en planchas de zinc, utilizadas en tejados, canalones y bajantes (figura 9).

Estos proveedores, primeros usuarios del zinc, convierten el metal en una amplia variedad de productos. Las principales áreas de aplicación de los productos de zinc son: construcción (45%), transporte (25%), bienes de consumo y electrodomésticos (23%), e ingeniería (7%).

El zinc es usado en la industria aeroespacial para misiles y cápsulas espaciales por su óptimo rendimiento por unidad de peso y baterías zinc-aire para computadoras portátiles.

También se utiliza como piezas de fundición inyectada en la industria de automoción y en la metalurgia de metales preciosos y eliminación de la plata del plomo.

A continuación, se enumeran otros usos del zinc:





**Abrasivos:** Cuando en las soluciones de silicato sódico, que se utilizan como reactivo aglomerante en láminas y ruedas abrasivas vitrificadas, se incorpora óxido de zinc para formar un silicato complejo. Se produce un cemento duro y resistente al agua.

**Adhesivos:** El óxido de zinc se emplea en gran variedad de adhesivos para mejorar la resistencia al agua y al envejecimiento. Las cintas quirúrgicas e industriales, de caucho natural o sintético, pueden llevar hasta 30 % de óxido de zinc, puesto que se ha demostrado que es el medio más eficaz de conservar sus propiedades adhesivas durante el almacenamiento.

En las colas de caseína, para maderas contrachapadas, el óxido de zinc acelera el tiempo de fraguado. En los adhesivos de urea-caseína y en resinas epoxídicas, el óxido de zinc aumenta la resistencia al agua.

**Agricultura:** Un avance importante en los estudios sobre la nutrición de la planta, ha sido confirmar que, ciertos elementos químicos en muy pequeña cantidad (oligoelementos), favorecen el crecimiento y la productividad de aquellas. Debido a la falta de zinc asimilable, las plantas pueden sufrir gran número de enfermedades, tales como hojas cortas de los manzanos, hojas goteadas de los limones, amarillas en el nogal y brotes blancos en el maíz. El zinc es esencial para el desarrollo armónico de toda célula viva.

El óxido de zinc constituye una fuente neutra de zinc para el control de numerosas enfermedades que afectan a las plantas. Se aplica fácilmente a las hojas mezclándolo en soluciones de pulverización usuales. Un desarrollo reciente es la adición de óxido de zinc en cantidades considerables a ciertos fertilizantes comerciales.

En América, se han conseguido resultados muy favorables en no pocos agrios de California, cuyo suelo tiene carencia de zinc. Se añadió ZnO en forma de sales (sulfato y per-sulfato) suministradas durante la labranza o también por inyección directa en los tallos de la planta adulta. Se ha logrado así una fructificación renovada y frondosa de plantaciones que habían dejado de ser fecundas.

Otra aplicación agrícola de este compuesto fue patentada hace unos años por Hurd que descubrió que el óxido de zinc, aunque no era fungicida, aumentaba marcadamente esta propiedad en los compuestos de óxido de cobre. Este efecto parece que es específico del óxido de zinc, ya que otros compuestos que se ensayaron, no dieron resultados positivos.

**Aislamiento eléctrico:** El óxido de zinc proporciona una resistencia elevada frente al agua, en las composiciones alquitranadas, que se aplican en los materiales de aislamiento eléctrico.

**Asfalto:** Normalmente el asfalto aplicado directamente al hierro galvanizado, zinc u otras superficies, forma una unión deficiente con tales metales, quedando sin protección en un pequeño período de tiempo a causa de que esas superficies están sometidas a un ataque corrosivo por los ácidos contenidos en los asfaltos. Estos ácidos pueden neutralizarse por reacción del óxido de zinc con aquéllos, a elevadas temperaturas, en presencia de aire o vapor. Los asfaltos, así tratados no son corrosivos y proporcionan una adherencia prolongada a las superficies galvanizadas.

**Agentes blanqueadores:** En el blanqueo de cera para pisos con peróxido de hidrógeno, el óxido de zinc ha demostrado ser un catalizador efectivo de la reacción.

**Catalizador:** Las propiedades catalíticas del óxido de zinc, se emplean en muchos de los procesos básicos de la industria química.



**Caucho:** De los miles de artículos de caucho, desde gorros de baño, hasta cables trasatlánticos, la mayoría de ellos contienen ZnO no sólo como elemento activador de la vulcanización sino con el fin de mejorar otras propiedades especiales. Dado el desarrollo de la industria del caucho, con el importante crecimiento operado en la industria del automóvil, no es sorprendente que este producto ejerza una notable influencia sobre el mercado del ZnO. Podemos estudiar la influencia de las propiedades que proporciona el ZnO en tres productos de caucho muy diferentes:

a) Cubiertas de automóviles. Como en la mayor parte de los productos de caucho, la función del óxido de zinc en la industria de cubiertas, es la de activar los aceleradores orgánicos en el proceso de vulcanización. Mientras que en la fabricación de cubiertas se consumen generalmente 3-5 Kg de óxido por 100 Kg de caucho, se incorporan mayores cantidades en otros artículos, destinados a usos domésticos e industriales, con el fin de reforzarlos y mejorar su envejecimiento. El óxido de zinc se utiliza en mayor proporción, en las cubiertas que llevan banda blanca, no sólo por su blancura, sino también por su gran resistencia a la flexión y al agrietamiento por el sol

b) Compuestos de caucho para cables y alambres aislados. El ZnO ha sido el principal pigmento empleado en los compuestos de caucho, utilizados para aisladores, no sólo en los comienzos de la industria eléctrica sino durante su desarrollo. Se añade en altos porcentajes para mejorar las propiedades eléctricas: Baja conductividad, y pérdidas por efecto corona y alta resistencia al voltaje disruptivo. Además, el ZnO activa la vulcanización, refuerza el caucho contra la abrasión, proporciona menor absorción de agua y se mejoran las propiedades de envejecimiento.

c) Rodillos de caucho para calandrias. El satinado del papel de imprenta se logra pasándolo por una serie de rodillos recubiertos de caucho que funcionan a elevada velocidad y presión. Esto exige un caucho especial, que tolere el calor desarrollado en las compresiones rápidas y periódicas. Se consiguen estas calidades empleando elevadas proporciones de óxido de zinc, algunos rodillos contienen hasta 250 Kg de este producto por 100 Kg de caucho. Bajo estas condiciones de servicio, el óxido de zinc desarrolla menos calor y 10 elimina más rápidamente que otros pigmentos, evitando así su deterioro.

**Cementa-Asbesto:** El revestimiento vitrificado que mejora la apariencia y duración de estos materiales de construcción, es un silicato insoluble, formado por la reacción de óxido de zinc con una solución de silicato sódico.

**Cementos dentales:** Durante muchas décadas, los dentistas han hecho empastes con la pasta resultante de reaccionar el óxido de zinc, con ácidos orgánicos. El primer cemento dental fue el oxiclورو de zinc, obtenido a partir de óxido de zinc y ácido clorhídrico. Después de muchos años, el ácido clorhídrico fue sustituido por ácido fosfórico, para formar oxifosfato de zinc que todavía está en uso. Un descubrimiento más reciente en este campo es la utilización de un ácido orgánico con óxido de zinc: el (Eugenol, del grupo del ácido carbólico (fenol) que reacciona con el ZnO para producir no sólo cementos dentales, sino también como paliativo y agente antibacterial para el tratamiento de caries dentales.

**Cemento Portland:** El óxido de zinc retarda el fraguado inicial del cemento, sin disminuir los valores de resistencia a la tracción. Esta propiedad se utiliza en ciertos trabajos realizados en los pozos de la industria petrolífera.

**Cerámica:** Uno de los mayores mercados para el óxido de zinc, es la industria cerámica a la que proporciona muchas propiedades convenientes a la gran variedad de artículos que fabrican, tales como vidrio, vidriadas y esmaltes. En los vidrios, disminuye el tiempo de fusión y la temperatura de reblandecimiento, rebaja la viscosidad, eleva la resistencia química y el índice de refracción proporcionando elasticidad y bajo coeficiente de dilatación. Estas dos últimas propiedades son de particular importancia al reducir las causas de rotura procedentes de los choques mecánicos y de cambios de temperatura. En consecuencia, hasta 15 % de óxido de zinc se emplea en:

- 1) Vidrios técnicos para aparatos, termómetros y tuberías.



- 2) Vidrios resistentes al calor, para botellas térmicas, artículos refractarios y parte superior de estufas cerámicas.
- 3) Cristales ópticos.
- 4) Cristales de rojo selenio.
- 5) Vidrio para bombillas de iluminación.
- 6) Vidrio opalescente de fluoruro.

En algunos de estos productos, la utilización del óxido de zinc es esencial, aunque todavía son desconocidas la naturaleza de los mecanismos que contribuyen a la mejora de calidad. Los cristales de rojo de selenio. Por ejemplo, desarrollan su característico color, sólo cuando el ZnO está presente. El color amarillo de los vidrios de níquel y la opacidad del vidrio de fluoruro, se consigue igualmente con el uso de óxido de zinc. Para obtener propiedades especiales, algunos vidrios llevan óxido de zinc en cantidades mucho mayores que las anteriores. Hasta un 30 % de óxido de zinc puede incorporarse en vidrios que permiten la soldadura y en aquellos proyectados para resistencia al ataque por ácido fluorhídrico, para ciertos fines, tales como cristales ópticos, este compuesto puede ser el mayor componente y comprender hasta 70% del peso total. En los vitrificantes, el óxido de zinc contribuye a aumentar el poder escarificante, reduce la dilatación. Evita las grietas, produciendo además brillo y blancura, posee un efecto favorable sobre la elasticidad y endurecimiento, permitiendo acabados perfectos. Se combina con la alúmina, para producir opacidad y blancura en los vidrios de Bristol. Mejora la opacidad en las semiporcelanas mejorando su acabado y disminuye las pérdidas por vaporización durante la cocción. Con los vitrificantes cristalinos, el óxido de zinc forma silicatos de zinc, que producen cristales perfectos por enfriamiento. En los de terracota, aumenta el brillo 1 en algunos tipos, desarrolla la opacidad. En las losetas de paredes, un porcentaje relativamente real de óxido de zinc, forma un compuesto semi-cristalino, que ayuda al desarrollo de una textura mate. Otra aplicación del óxido de zinc en la industria cerámica son los esmaltes: Esmaltes de porcelana para hierro laminado o esmaltes vítreos para hielo colado y cuerpos cerámicos. Continuamente se están desarrollando nuevas aplicaciones de los esmaltes para aisladores y equipo eléctrico, donde el óxido de zinc proporciona una resistencia eléctrica alta, una gran tenacidad mecánica y una notable resistencia a los cambios de temperatura.

Cosméticos y productos farmacéuticos: Las propiedades específicas que presenta el óxido de zinc, permiten utilizarlo satisfactoriamente en este campo: Polvos faciales, cremas contra las quemaduras, polvos higiénicos, barras de labios, esmaltes de uñas y otras preparaciones cosméticas. La presencia de ZnO en productos cosméticos tiene efectos protectores sobre los rayos de sol, prolongada eficacia de los perfumes y sirve como medio desodorante para neutralizar los ácidos de transpiración. El óxido de zinc se utiliza igualmente, en gran variedad de productos farmacéuticos.

Cromato de zinc (Amarillo de zinc): Uno de los adelantos en la industria de las pinturas, en los últimos años, es el uso creciente de los pigmentos de cromato de zinc por sus propiedades inhibitoras de herrumbre. Existen dos tipos: el cromato de zinc normal, sintetizado por reacción del óxido de zinc con soluciones de dicromato potásico y el de los revestimientos (wash) que es un cromato básico de zinc obtenido al neutralizar con óxido de zinc las disoluciones de ácido crómico.

Equipo eléctrico: Los elementos de contacto eléctrico, tales como escobillas e interruptores, mejoran el rendimiento y duración al utilizar óxido de zinc. Las escobillas de carbón, para contactos deslizantes, de conmutadores o anillos rotativos de deslizamiento, poseen una duración mayor, particularmente en atmósferas secas o enrarecidas, cuando contienen hasta 40 % de óxido de zinc. Análogamente, los contactos de plata de los interruptores eléctricos, tienen más duración y una resistencia notable a la soldadura y a la adherencia cuando llevan alrededor de un 10 % de óxido de zinc.





Pinturas: La industria de la pintura, que sigue en importancia a la del caucho en el consumo anual de óxido de zinc, utiliza diferentes propiedades de este pigmento. Las principales aplicaciones dentro de este apartado, son: Pinturas exteriores para casas (base aceite) El óxido de zinc ha sido un importante componente de estos revestimientos puesto que se ha utilizado desde hace un centenar de años. Actualmente, las pinturas de exteriores de casas llevan más óxido de zinc que cualquier otro pigmento blanco importante. Las investigaciones de Werthan de New Jersey Zinc Co., han establecido las siguientes propiedades de este compuesto, en tales revestimientos:

1) Posee propiedades de auto-limpieza. Cuando la película de pintura se seca al aire, una pequeña cantidad de óxido de zinc reacciona con alguno de los productos de oxidación del aceite, para formar sales de zinc solubles en agua, que poseen una acción detergente, conservando limpia la película.

2) Controla la desintegración en polvo y la erosión. Este pigmento reacciona con los ácidos grasos de los aceites para formar jabones de zinc insolubles, que aumentan la aglomeración y la resistencia de la película más que otros pigmentos.

3) Las pinturas de óxido de zinc son resistentes al moho. El aceite de linaza y otros aceites vegetales empleados en pinturas, ofrecen un medio adecuado para la proliferación del moho, produciéndose manchas negras a menos que la pintura sea resistente a su desarrollo. Las pinturas con 30 % de ZnO son muy resistentes al moho, no obstante, en lugares donde el moho abunda, como en regiones húmedas, las pinturas deben contener hasta 50 % de óxido de zinc.

Pinturas de protección de metales: Durante muchos años, el óxido de zinc constituyó un componente importante de ciertas pinturas. Actualmente, se están introduciendo formulaciones en las que el pigmento mayoritario es el minio, cromato de zinc u óxido de hierro. Las razones son varias: Mejora la estabilidad en aquellas pinturas acabadoras sujetas a grandes periodos de secado, y prolonga su vida por resistir a la corrosión a través de los siguientes mecanismos:

a) Por inhibición.

b) Por neutralización de los ácidos que provocan la corrosión.

c) Por formar una película compacta de baja permeabilidad a la humedad.

d) Esmaltes alquídicos para interiores. Para atenuar el (amarilleo, es costumbre de los fabricantes incorporar en los esmaltes alquídicos, 5-10 % de óxido de zinc con el tamaño de partícula más fino posible.

Plásticos: En gran variedad de plásticos se utiliza el óxido de zinc por sus especiales propiedades reactivas para obtener acabados de características especiales, como las necesarias en productos laminados y moldeados.

Rayón: El óxido de zinc se emplea en la manufactura del rayón para aumentar su resistencia, particularmente en aquellos tejidos que requieren elevada tenacidad, como en las fibras para neumáticos y donde se precisa un grado de absorción satisfactorio de los tintes. Para este fin, el óxido se transforma en sulfato de zinc de concentración controlada y se añade a los tanques de coagulación de la hilera.

Recubrimiento de suelos: El óxido de zinc de menor tamaño de partícula y mayor reactividad, mejora el secado, controla la viscosidad, fluidez y dureza de las pinturas básicas utilizadas para cubrir suelos, permitiendo una mayor duración. Otra aplicación especial del óxido de zinc en este campo, es su utilización como agente endurecedor en las losetas de asfalto.

Resinas: Los fabricantes de barnices han usado mucho tiempo el óxido de zinc en sus calderas para disminuir la acidez y aumentar la dureza de ciertas gomas y resinas, particularmente la de trementina. Esta circunstancia provocó el desarrollo de resinatos de zinc: trementina neutralizada con óxido de zinc. Recientemente han aumentado las aplicaciones del ZnO en la producción de resinas sintéticas. Sirve como agente polimerizante en la manufactura de urea y resinas melamínicas, disminuyendo la absorción de agua y aumentando la dureza de las resinas alquídicas.



Resistencia al fuego: Las composiciones para tejidos resistentes al fuego, utilizan frecuentemente combinaciones de óxido de zinc con cera clorada o resina. Cuando el material se somete a temperaturas de ignición, el óxido de zinc reacciona con el cloro liberado de la cera o resina formándose cloruro de zinc que tiene propiedades incombustibles. Es también efectivo para evitar la incandescencia de cualquier material si se trata con ZnO.

Revestimientos de frenos: Un aglomerante eficaz, utilizado en los revestimientos que trabajan a fricción tales como frenos y embragues, es el formado por óxido de zinc y disoluciones de silicato sódico.

Revestimiento de latas de conserva: El óxido de zinc encuentra una aplicación excepcional en los barnices que revisten el interior de latas de conservas de ciertos alimentos, tales como carne, pescado, cereales y guisantes. Evita la formación de sulfuros negros sobre la superficie metálica o en el propio alimento, al convertir el azúcar soluble en agua liberado por la acción de las proteínas en sulfuro de zinc blanco.

Textiles: El óxido de zinc se ha utilizado en la industria textil por su blancura y por su compatibilidad con tintes y acabados. En los estampados, en particular, facilita en alto grado la coloración de los tintes. En los tejidos con apresto, aumenta la resistencia al agua y los hace suaves al tacto. Se adiciona igualmente como constituyente de los tejidos a prueba de agua, anticombustible y en tratamientos textiles especiales.

Tratamiento de aguas residuales: En el tratamiento de las aguas residuales urbanas e industriales, el ZnO forma un precipitado pesado, que las clarifica por eliminación de la materia en suspensión. Una técnica para formar los coágulos, es disolver óxido de zinc en álcalis y añadir esta solución a las aguas que han sido alcalinizadas ligeramente con cal.

Zinc como agente químico: El óxido de zinc trabaja como fuente de zinc primaria para la preparación de muchos productos químicos como borato, bromuro, sulfato y cloruro de zinc.

Lubricantes: El óxido de zinc se utiliza en aceites y grasas lubricantes como pigmento, como agente químico para mejorar la lubricación y evitar la corrosión.

### 3.1.4 Plata: características físicas y químicas

La plata es un elemento químico representado por el símbolo Ag. Su número atómico es 47 y su masa atómica 107,87. Es un metal lustroso de color blanco-grisáceo y desde el punto de vista químico, es uno de los metales pesados y nobles; desde el punto de vista comercial, es un metal precioso. Hay 25 isótopos de la plata. Sus masas atómicas fluctúan entre 102 y 117 (tabla 2).

La plata es un elemento bastante escaso. Algunas veces se encuentra en la naturaleza como elemento libre (plata nativa) o mezclada con otros metales. Sin embargo, la mayor parte de las veces se encuentra en minerales que contienen compuestos de plata. Los principales minerales de plata son la argentita, la cerargirita o cuerno de plata y varios minerales en los cuales el sulfuro de plata está combinado con los sulfuros de otros metales. Aproximadamente tres cuartas partes de la plata producida son un subproducto de la extracción de otros minerales, sobre todo de cobre y de plomo.

Tabla 2. Propiedades físico-químicas de la Ag

La plata pura es un metal más duro que el oro (2,5-3 en la escala de dureza de Mohs) y de color blanco. Cuando se pule adquiere un lustre brillante y refleja el 95% de la luz que incide sobre ella. Su densidad es 10,5 veces la del agua. La calidad de la plata, es decir, su pureza, se expresa como partes de plata



Información general	
Nombre, símbolo, número	Plata, Ag, 47
Serie química	Metales de transición
Grupo, período, bloque	11, 5, d
Masa atómica	107,8683 u
Configuración electrónica	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>
Electrones por nivel	2, 8, 18, 18, 1
Propiedades atómicas	
Radio medio	160 pm
Electronegatividad	1,93 (Pauling)
Radio atómico (calc)	165 pm (Radio de Bohr)
Radio covalente	153 pm
Radio de van der Waals	172 pm
Estado(s) de oxidación	+1, +2, +3, +4
Óxido	Anfótero
1.ª Energía de ionización	731 kJ/mol
2.ª Energía de ionización	2070 kJ/mol
3.ª Energía de ionización	3361 kJ/mol
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Sólido
Densidad	10490 kg/m <sup>3</sup>
Punto de fusión	1.234,93 K (962 °C)
Punto de ebullición	2.435 K (2.162 °C)
Entalpía de vaporización	250,58 kJ/mol
Entalpía de fusión	11,3 kJ/mol
Presión de vapor	0,34 Pa a 1234 K
Otros detalles	
Estructura cristalina	cúbica centrada en las caras
Nº CAS	7440-22-4
Nº EINECS	231-131-3
Calor específico	232 J/(K·kg)
Conductividad eléctrica	63 × 10 <sup>8</sup> m <sup>-1</sup> S/m
Conductividad térmica	429 W/(K·m)
Velocidad del sonido	2600 m/s a 293,15 K(20 °C)

pura por cada 1000 partes del metal total. La plata comercial tiene una pureza del 999 (ley 0.999).

Aunque la plata es el metal noble más activo químicamente, no es muy activa comparada con la mayor parte de los otros metales. No se oxida fácilmente (como el hierro), pero reacciona con el azufre o el sulfuro de hidrógeno para formar la conocida plata deslustrada. El galvanizado de la plata con rodio puede prevenir esta decoloración. La plata no reacciona con ácidos diluidos no oxidantes (ácidos clorhídrico o sulfúrico) ni con bases fuertes (hidróxido de sodio). Sin embargo, los ácidos oxidantes (ácido nítrico o ácido sulfúrico concentrado) la disuelven al reaccionar para formar el ion positivo de la plata (Ag<sup>+</sup>). Este ion, que está presente en todas las soluciones simples de compuestos de plata solubles, se reduce fácilmente a metal libre, como sucede en la deposición de espejos de plata por agentes reductores orgánicos.

La plata casi siempre es monovalente en sus compuestos, pero se conocen óxidos, fluoruros y sulfuros divalentes. Algunos compuestos de coordinación de la plata contienen plata divalente y trivalente. Aunque la plata no se oxida cuando se calienta, puede ser oxidada química o electrolíticamente para formar óxido o peróxido de plata, un poderoso agente oxidante.

### 3.1.4.1 Principales aplicaciones de la plata

La plata, tiene una aplicación ilustre por su uso en joyería y monedas, pero en la actualidad, el uso principal de la plata es industrial. Ya sea en teléfonos celulares y paneles solares, nuevas innovaciones están constantemente emergiendo para aprovechar las propiedades de la plata.

La plata es un metal precioso, ya que es raro y valioso, y es un metal noble, ya que resiste la corrosión y la oxidación casi tan bien como el Au. Debido a que es el mejor conductor térmico y eléctrico de todos los metales, la plata es ideal para aplicaciones eléctricas. Es antimicrobianos no tóxico, cualidades que lo hacen especialmente útil en la medicina y en productos de consumo.

Su alto brillo y la reflectividad lo hacen perfecto para la joyería, platería, y los espejos. Su maleabilidad, permite que se aplane en láminas, y por su ductilidad, que le permite ser convertido en alambre delgado y flexible, que son utilizadas para numerosas aplicaciones industriales.

Su fotosensibilidad le otorga aplicaciones en el mundo de la fotografía.

Al ser más abundante que el oro, la plata es mucho menos costosa que este último.



La plata puede ser molida en polvo, convertida en pasta, en escamas, en sal, en aleación con otros metales, aplanados en las hojas imprimibles, elaborados en los alambres, suspendido como un coloide, o incluso empleado como catalizador.

Todas estas cualidades garantizan que la plata seguirá siendo de gran utilidad en el ámbito industrial, mientras que su uso histórico en la acuñación de monedas y la joyería mantendrá su estatus como metal noble.

#### - Usos de la Plata en Electrónica

El mayor número de usos de la plata en la industria está en la electrónica. La plata posee los valores más altos de conductividad térmica y eléctrica entre los metales.

En electrónica de plata debe tener una gran pureza (99,99%). La plata pura en ácido nítrico produce nitrato de plata, que se puede transformar posteriormente en polvo o en escamas. Este material, es empleado a su vez para fabricar contactos o pastas de plata, como la pasta conductora hecha con una aleación de plata-paladio.

- En los automóviles existe una gama completa de contactos que controlan las funciones electrónicas, y también lo son en los aparatos de consumo. Interruptores industriales potentes utilizan también la plata.
- La pasta de plata tiene muchos usos, tales como el interruptor de membrana y para la descongelación posterior en muchos vehículos. En la electrónica, las rutas de circuito, así como componentes pasivos llamados condensadores cerámicos multicapa (MLCCs), se basan en pasta de plata. Uno de los más rápidos usos crecientes de pasta de plata se encuentra en las células fotovoltaicas para la producción de energía solar.
- La nanoplata (plata con un tamaño de partícula extremadamente pequeño), ofrece una nueva frontera para la innovación tecnológica, que requieren cantidades mucho más pequeñas de plata para hacer el trabajo. Los trabajos de impresión en electrónica se realizan mediante el uso de tintas conductoras de nanoplata. Un ejemplo de una electrónica impresa es el electrodo en un supercondensador, que puede cargar y descargar repetida y rápidamente. El frenado regenerativo es una innovación del automóvil que permite que la energía cinética de un vehículo en desaceleración se almacene en un supercondensador para su reutilización.
- La Identificación por radiofrecuencia (RFID) ofrece otra potente aplicación de la electrónica impresa. Estas etiquetas son mejores que los códigos de barras para el seguimiento de inventario.
- La Plata también tiene su lugar en la electrónica de consumo. Los televisores de plasma pueden contener un electrodo de plata destinado a dar mayor calidad a la imagen. Los diodos emisores de luz (LED) también usan electrodos de plata para producir a bajo nivel, un bajo consumo de energía.
- Otra de las aplicaciones electrónicas de la plata es en las baterías que emplean óxido de plata o aleaciones de plata-zinc. Estas son baterías ligeras de alta capacidad se desempeñan mejor en la temperatura alta que otras baterías.
- El óxido de Plata se emplea en las pilas de botón que las cámaras de alimentación y relojes usan, así como en aplicaciones aeroespaciales y de defensa.
- Las baterías de plata-zinc ofrecen una alternativa a las baterías de litio para computadoras portátiles y los coches eléctricos.





- Usos de la Plata en Energía

- Como se mencionó anteriormente, la pasta de plata se utiliza para hacer paneles solares. Contactos de pasta de plata para impresos en las células fotovoltaicas, permiten capturar y llevar la corriente eléctrica. La fabricación de células fotovoltaicas en la industria es una de las de más rápido crecimiento entre los usos de la plata.
- La reflectividad de la plata le da otro papel en la energía solar. Reflejar la energía solar en los colectores que utilizan sales para generar electricidad.
- La energía nuclear también utiliza la plata. El metal blanco se emplea a menudo en las barras de control para capturar neutrones y frenar el ritmo de la fisión en los reactores nucleares. Inserción de las barras de control en el núcleo nuclear retarda la reacción, mientras que la eliminación de ellos se acelera.

- Usos de la Plata en la soldadura y soldadura fuerte

- En soldadura hacen uso de la fuerza de alta resistencia y ductilidad de la plata para crear articulaciones entre dos piezas de metal. La soldadura fuerte tiene lugar a temperaturas superiores a 600 °C, mientras que la soldadura típica se lleva a cabo a temperaturas inferiores a 600 °C. La chatarra de plata puede ser utilizada en la soldadura fuerte y soldadura corriente debido a que estos procesos no requieren de plata muy pura. Soldadura con plata y soldadura corriente producen juntas cerradas para todo, desde los respiraderos de la calefacción y el flujo de aire en los ductos de ventilación.

- Usos de la Plata en la producción química

La plata actúa como un catalizador para producir dos productos químicos importantes: óxido de etileno y formaldehído.

- El óxido de etileno se utiliza para producir plásticos moldeados, tales como mangos de plástico, y plásticos flexibles, tales como el poliéster. También es un ingrediente importante en los anticongelantes.
- El formaldehído se utiliza para hacer plásticos y resinas sólidas y como una capa protectora. También se utiliza como desinfectante y agente de embalsamamiento.
- Como catalizador, la plata aumenta la velocidad de las reacciones sin ser utilizado.

- Usos de la plata en las monedas y las inversiones

- La plata ha servido tradicionalmente, con el oro, en el uso como monedas. Como metal precioso, la plata es rara y valiosa. El hecho de que la plata no se corroe y sólo se funde a una temperatura relativamente alta, significa que puede resistir mucho tiempo sin variar notablemente sus propiedades, y el hecho de que tiene alto brillo lo hace atractivo. Su maleabilidad hace que la plata sea una buena opción para el diseño y la acuñación de la moneda, en mayor abundancia, y por lo tanto menos costosa que el oro, la plata se ha utilizado más prevalente como moneda.

- Usos de la Plata en Joyería y Platería



- Joyería y orfebrería son otros usos tradicionales de la plata. La Maleabilidad, reflectividad, y brillo de la plata son clave en este sector. Debido a que es tan suave, debe estar aleada con Au u otros comunes.
- Usos de la Plata en la fotografía
  - El empleo de la plata en la fotografía había sido uno de los principales usos industriales de esta hasta la masificación de los medios digitales. La fotografía con la película tradicional se basa en la sensibilidad a la luz de los cristales de haluro de plata presentes. La precisión de este proceso lo hace útil para la fotografía de los consumidores no digitales, el cine, y rayos-X.
- Usos de la Plata en Medicina
  - Los iones de plata actúan como un catalizador por el oxígeno absorbente, que mata las bacterias al interferir con su respiración. Esta propiedad antibiótica, junto con su no toxicidad, ha dado a la plata un papel esencial en la medicina desde hace miles de años.
  - La Plata también se ha utilizado en gotas para los ojos y en la higiene dental para curar y prevenir la infección. Aunque la ingestión de grandes cantidades de plata puede tener efectos negativos en el cuerpo.
  - La plata en el equipo quirúrgico, apósitos y pomadas protegen las heridas de la infección.
  - La sulfadiazina de plata es especialmente útil para las víctimas de quemaduras, ya que mata a las bacterias a la vez que permite que la piel vuelva a crecer.
  - Tratamientos de iones de plata puede curar las infecciones de los huesos y permitir la regeneración del tejido dañado.
- Usos de la Plata en espejos y vidrio
  - La plata es casi totalmente reflectante cuando se pule. Desde el siglo 19, los espejos han sido hechos recubriendo la superficie del vidrio transparente con una capa fina de plata, aunque también espejos modernos utilizan otros metales como el aluminio. Muchas ventanas de edificios modernos están recubiertas con una capa transparente de plata que refleja la luz solar, manteniendo el interior fresco en verano.
  - En el sector aeroespacial, azulejos recubiertos de plata protegen las naves espaciales del sol.
- Usos de la Plata en los motores
  - Los cojinetes en motores dependen de la plata. El cojinete está hecho de acero que ha sido electrochapado con plata. El punto de fusión alto de la plata le permite resistir la alta temperatura de los motores.
  - La plata también actúa como un lubricante para reducir la fricción en los rodamientos de bolas.
  - Debido a su capacidad para absorber oxígeno, la plata está siendo investigado como un posible sustituto para el platino para catalizar la oxidación de la materia recogida en los filtros de motores diésel.
- Usos de la Plata de agua, alimentos e higiene



- Las propiedades antibacterianas de la plata se han aplicado durante miles de años, mucho antes del descubrimiento de los organismos microbianos, ya que los recipientes de plata y monedas eran conocidas para evitar el deterioro de los líquidos.
- Hoy en día, una capa de plata previene la acumulación de bacterias en los filtros de agua a base de carbono, mientras que los iones de plata en los sistemas de purificación de agua transportan el oxígeno que oxida y mata a los microbios.
- Los iones de plata-cobre puede incluso sustituir al cloro para desinfectar las piscinas y tanques.
- Las propiedades antimicrobianas de la plata, que lo hacen útil para la purificación de medicinas y agua, se están aplicando en los alimentos y la higiene.
- Recubrimientos nanoplata se aplican a los paquetes de alimentos y refrigeradores. Y muchos nuevos productos de consumo, tales como lavadoras, ropa y productos de higiene personal poseen las ventajas de plata antibacteriana.
- Otros usos de la Plata
  - Existen otros usos tradicionales de plata. Por ejemplo, la plata es un ingrediente en la amalgama utilizada para rellenar cavidades dentales, aunque esto ha sido sustituido en gran medida por otros materiales.
  - La Plata también se ha utilizado para instrumentos musicales, como las flautas.
  - La plata es uno de las muchas opciones para la sustitución de tóxicos.
  - La nanoplata se usa en los tintes y revestimientos de papel todo, por su capacidad para prevenir la propagación de la infección bacteriana.
  - La plata producida por enfriamiento rápido, ofrece una resistencia duradera a la deformación.
  - A base de plata, líquidos iónicos a temperatura ambiente, se pueden utilizar para limpiar los productos del petróleo de desecho.



### 3.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICO-MINEROS DE LA ZONA.

Durante gran parte del siglo IX las montañas penibéticas albergaron una intensa actividad minera y fundidora de metales plomizos que muy pronto atrajo el interés de los centros de investigación geológica y minera del continente. Desde las Alpujarras hasta las sierras de Almagrera y Cartagena, la extracción y la metalurgia del plomo originaron muy copiosos centros productivos diseminados a lo largo de la cordillera.

Se conocen bien los elementos que se conjugaron en el desencadenamiento de esta fiebre minera. La riqueza metálica de los minerales, la fuerte demanda externa y el alza de los precios internacionales del metal constituyeron poderoso estímulo para el auge de múltiples explotaciones mineras. Por otra parte, la abundancia de afloramientos superficiales y la proximidad de la costa de los principales depósitos facilitaron el laboreo de las minas durante el siglo IX y mediados del XX.

Al igual que en la Sierra de Lujar, la Sierra de la Contraviesa ha sido a lo largo de la historia una zona de importancia para la producción de minerales de plomo, zinc y cobre, no siendo hasta la década de los sesenta del pasado siglo cuando se tiene en consideración la explotación de las menas de flúor asociadas a las mineralizaciones de plomo.

Es en estas fechas cuando se produce una intensa investigación y cierta explotación de fluorita en la Sierra de la Contraviesa, pero el cierre del lavadero de MINERSA, ubicado en el paraje Los Calares de la vecina localidad de Turón, derivado de la baja cotización de las menas fluoradas a finales de los setenta, viene a dar terminación a las investigaciones llevadas a cabo en la zona, por las empresas FLUORUROS Y PROGENSA, así como las explotaciones llevadas a cabo por el industrial asturiano Sr. Juan Luis Corvilain Blanco.

De estos derechos mineros existentes en la citada fecha (figura 10), el que consideramos de mayor importancia y precursor de todos los demás es Mina Fabiola (Nº 29.883), investigado por la empresa PROGENSA y posteriormente transmitido a la empresa FLUORUROS.

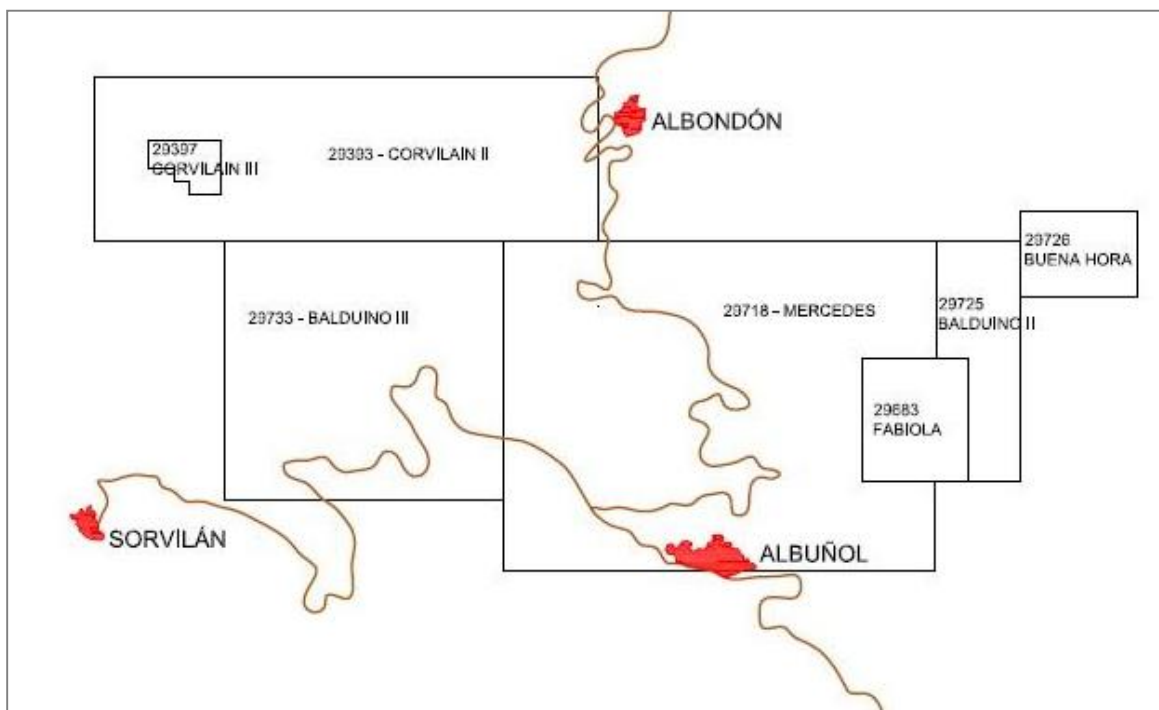


Figura 10. Antiguos derechos mineros existentes en Sierra de la Contraviesa en la década de los setenta del pasado siglo





En Fabiola: la empresa PROGENSA, desde el año 1.967 y tras una campaña de avance de galerías y ejecución de sondeos, son puestas de manifiesto dos capas de fluorita (capa A y capa Z)) con una cubicación cercana a las 300.000 toneladas con una ley de espato flúor comprendida entre el 35 y el 45% con un 3% de plomo metal. Es por ello que este derecho minero que inicialmente era un permiso de investigación es convertido en Concesión de Explotación en el año 1.974 y transmitido a la empresa Fluoruros junto al Permiso de Investigación Balduino II, para la investigación de la posible continuación de las capas de fluorita ya cubicadas en Fabiola.

Especialmente destacable es la transmisión del derecho minero Balduino II, como permiso de investigación de Prospecciones Geológico Mineras, S.A., a la empresa Esperia de Minería, S.A., a la postre Fluoruros, S.A., por un importe o valoración del derecho minero en pase de concesión 1,5 veces superior a la Concesión Fabiola. Será que las capas de fluorita detectadas y cubicadas en la Concesión Fabiola, tienen continuidad hacia el norte dentro de Balduino II. Duda que esperamos sea resuelta a lo largo de la vigencia del permiso hoy solicitado

Tras el cierre del lavadero de MINERSA en el año 1.973, la empresa FLUORUROS, solicita la cancelación de estos derechos mineros en el año 1.978 y abandona la investigación de la zona. Si bien con carácter previo había solicitado en el entorno, los derechos mineros “Mercedes”, “Balduino III” y ejercida una opción de compra para el derecho minero “Buena Hora”.

En “Mercedes”, solicitado como Permiso de Investigación en el año 1.969 por la empresa FLUORUROS, tras una pequeña investigación de avance de galerías viene a cubicar una capa de 30.000 toneladas con una ley media del 35% de espato flúor. Conduciendo a la solicitud posterior de Concesión Derivada en el año 1.975 y posteriormente caducado en el año 1.977 por la decisión de abandono tras el cierre del lavado de MINERSA.

En “Buena Hora”, la empresa FLUORUROS se dispone continuar con las someras investigaciones iniciadas por el industrial D. Ramón Puga Pérez: calicatas y pocillos en dos capas de fluorita con una ley media del 35% y una cubicación preliminar de 15.000 toneladas. El abandono de la zona por la empresa viene a terminar las investigaciones en la zona.

En los derechos mineros de titularidad del Sr. Corvilain (“Corvilain II”, “Corvilain III” y “Balduino III”) se realizan algunas investigaciones y ciertas extracciones de espato flúor por socavones. Someras producciones que son enviadas al lavadero de MINERSA y que culminan tras el fallecimiento de este señor en los años setenta del pasado siglo.

El interés de la investigación que se plantea es dar continuidad a las investigaciones mineras llevadas a cabo en los años 70 del pasado siglo, al objeto de verificar las reservas detectadas por las empresas FLUORUROS Y PROGENSA, así como incrementar su montante al ser muy posible dar continuidad a las capas de fluorita en la zona, desde su principal foco ubicado en Mina Fabiola, tanto en dirección norte como este, hacia los antiguos derechos mineros, Mercedes, Balduino II y Buena Hora, cuyas reservas detectadas de espato flúor jamás fueron objeto de explotación.

### 3.3. EVALUACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE DOCUMENTOS

Los documentos conseguidos durante la etapa de investigación bibliográfica se deberán revisar y valorar en cuanto a su exactitud. Para ello, se deberán realizar continuadas visitas a los posibles archivos históricos existentes relacionados (Archivo Histórico Provincial de Granada, bibliotecas universitarias o cualquier otro depósito existente que atesore documentación antigua relacionada con la minería antigua de la zona). Así mismo, se consultarán los expedientes disponibles en el Departamento de Minas provincial, donde suelen existir proyectos y, en ocasiones, planes de labores que aportan una valiosa información y, por lo tanto, un extenso y detallado conocimiento de las operaciones llevadas a cabo en el pasado.

Es importante comprobar si los documentos existentes cubren completamente el área del Permiso de Investigación solicitado o si hay que completarlos para asegurar que todas las reservas potenciales, técnica y económicamente extraíbles, sean investigadas.

Como la mayor parte de los documentos no existe en formato digital (figura 11), se deberá proceder a la digitalización de los mismos (por ejemplo, tablas de análisis, mapas, cortes, columnas de sondeos, etc.).

Algunos datos geofísicos existentes pueden estar en formato digital, pero es muy posible que sea necesario editarlos y reformatearlos.

Generalmente, la forma de la digitalización debería efectuarse con respecto a un procesamiento ulterior de los datos (por ejemplo, para la construcción de un modelo geológico o un cálculo de reservas).

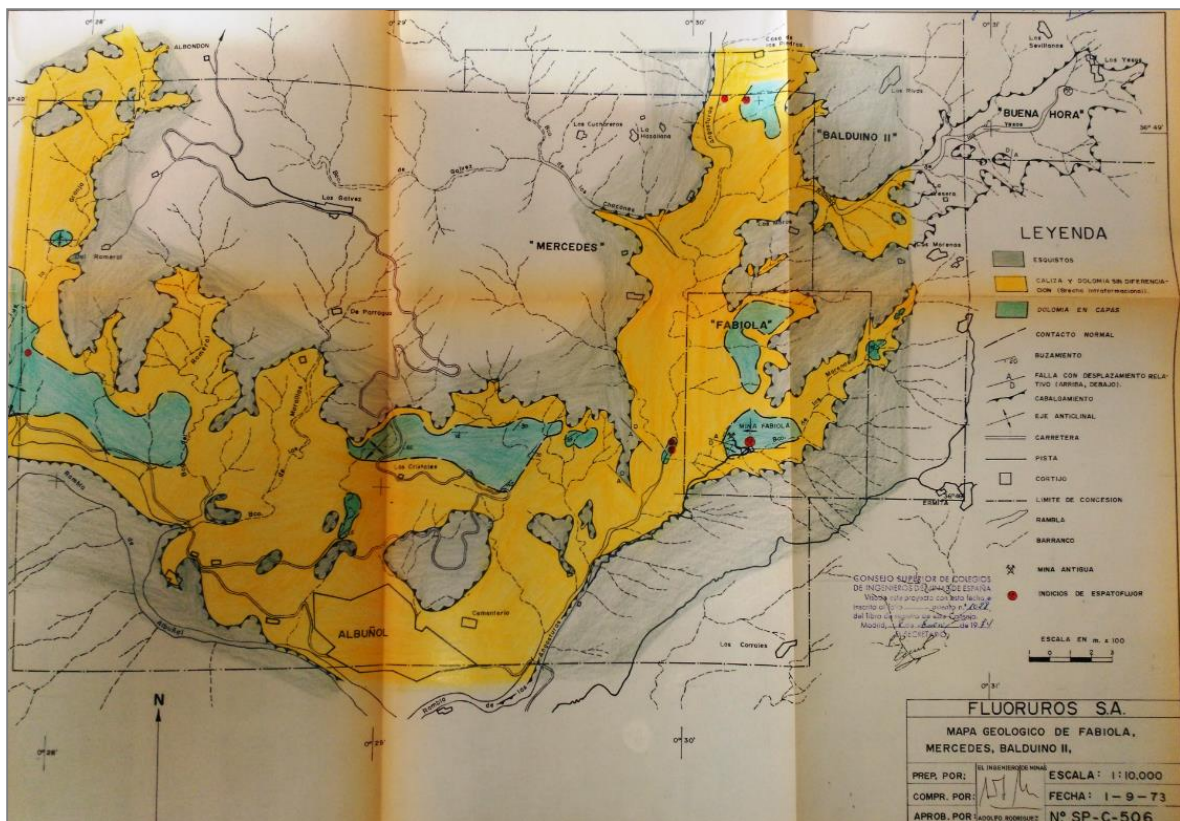


Figura 11. Antiguo plano geológico de la zona objeto de investigación de los años 70 de la empresa Fluoruros.



### 3.4. RECONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO Y DEL MODELO GEOLÓGICO

En base a los datos disponibles sobre el yacimiento, se intentará desarrollar un modelo lo más aproximado posible. Dependiendo de la fiabilidad de los datos y del grado de digitalización, se decidirá si existe información suficiente para construir un modelo digital preliminar del depósito mediante la aplicación de un sistema informático adecuado.

Los datos analíticos existentes también serán integrados en el modelo para preparar posteriormente los cálculos de reservas y leyes medias.

Estas actuaciones se realizarán en dos fases: la primera una vez se haya tenido acceso a toda la documentación a la que se ha hecho referencia en el punto anterior y la segunda una vez se hayan realizado los sondeos que a continuación se detallarán (esta última fase, obviamente, incluyen los correspondientes análisis geoquímicos).

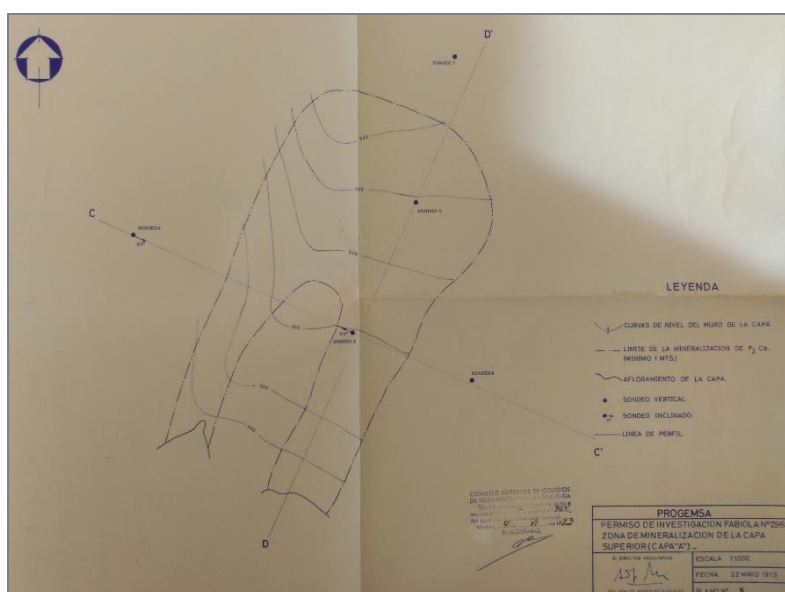


Figura 12. Antiguo plano estructural de la disposición de la capa A en Mina Fabiola (fuente PROGENSA)

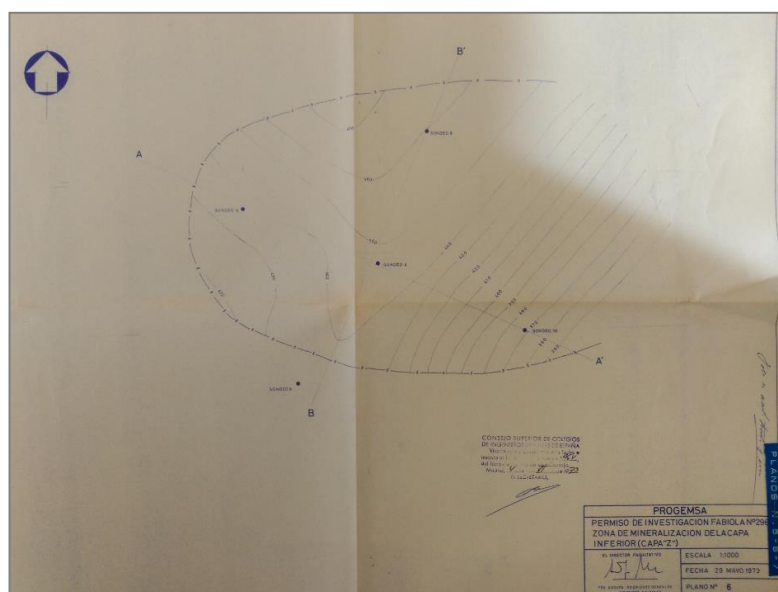


Figura 13. Antiguo plano estructural de la disposición de la capa Z en Mina Fabiola (fuente: PROGENSA)



### 3.5. DICTAMEN Y VALORACIÓN DE LA SUPERFICIE

Al mismo tiempo que se llevan a cabo las tareas mencionadas, se comprobará si existen usos del suelo específicos en superficie (por ejemplo, edificación, infraestructura, uso de aguas, ambientales y del turismo, etc.) que puedan disminuir o impedir la extracción de las reservas.

Sobre todo, se examinarán y valorarán posibles impactos medioambientales causados por la exploración y la futura explotación minera en coordinación con las correspondientes autoridades medioambientales.

En este caso, no existen incompatibilidades medioambientales de ningún tipo, en relación con las labores de investigación a ejecutar.

Además, se deberán examinar cuestiones infraestructurales y logísticas tanto referentes a la planificación de la exploración como al posible funcionamiento de una posible explotación minera.

La valoración correspondiente también puede influir en la dimensión del territorio y de las reservas extraíbles.





### 3.6. PLANIFICACIÓN DE LAS LABORES DE EXPLORACIÓN

Según los datos existentes, de los resultados del modelo de construcción del depósito mineral, la valoración de posibles actividades referentes a la minería y la investigación medioambiental y de infraestructuras, se derivará directamente la planificación de las medidas de investigación adicionales. Estas se sincronizarán dentro de una sucesión temporal en distintas fases.

Simultáneamente, dependiendo de la disposición de ciertas muestras, se procederá a realizar análisis mineralógicos y geoquímicos, junto a pruebas de preparación. En el transcurso de las investigaciones, la planificación deberá ser adaptada en cuanto a su proceso, su contenido y sus dimensiones a los resultados obtenidos.

Los métodos de investigación, a priori, serán:

- Arreglo y mejora de los caminos existentes.
- Saneamiento y avance de galerías existentes.
- Toma de muestras de roca.
- Cartografía de afloramientos de detalle (escala 1:1.000 o 1:2.000).
- Cartografía de labores subterráneas (escala 1:500 o 1:250).
- Toma sistemática de muestras de roca.
- Sondeos (15 sondeos – 1.500 m).
- Análisis geoquímicos.
- Pruebas de preparación y concentración.
- Ensayos de aplicabilidad.

Debido a la distribución de las mineralizaciones de fluorita, se deberán aplicar las técnicas adecuadas en cada sector o bloque. Esto puede provocar que alguna de las actuaciones previstas se vea levemente modificada y adaptada a las nuevas condiciones.

A medida que el proyecto de investigación avance, los descubrimientos realizados en alguna de las fases pueden afectar directamente a las siguientes, especialmente a la localización concreta de los sondeos. De hecho, aunque actualmente, en función de la información bibliográfica consultada, se estima una ubicación aproximada de estos, será la cartografía geológica de detalle junto con las propias perforaciones en sí la que determine la posición exacta de dichas actuaciones.

Cualquier posible variación en la ubicación de labores será comunicada con anterioridad a las autoridades competentes.



### 3.7. EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.7.1. Arreglos y mejoras de los caminos existentes

Este proyecto conlleva el arreglo y reparación de la pista que da acceso a Mina Fabiola desde la Rambla de las Angosturas, al NE de Albuñol. Esta pista es la que daba acceso a la antigua explotación de fluorita.

Tras el abandono de la actividad minera la pista se ha ido deteriorando con el tiempo, especialmente en los puntos donde coincide con el paso de pequeños arroyos de carácter intermitente, secos la mayor parte del año. Por tanto, las principales reparaciones se realizarán en dichos puntos.

El acceso desde la Rambla de las Angosturas y el final de la pista también requieren de la adecuación necesaria para permitir el paso de la maquinaria involucrada en la investigación (máquina perforadora y vehículos todoterreno con depósito de combustible).

Por último, habrá tramos que requieran ensanchar el camino para permitir el paso de las máquinas y los vehículos requeridos en la prospección (ídem).

#### 3.7.2. Cartografía de afloramientos de detalle

Fuera de las áreas que se estima que estarán bien conocidas por la minería antigua y por las posibles campañas de exploración anteriores, se deberá comprobar a lo largo de la evolución del proyecto de investigación si se puede contar con áreas adicionales que puedan resultar potencialmente rentables, siempre dentro del perímetro del permiso indicado. Para llevar esto a cabo, la cartografía es la mejor herramienta.

Por su eficacia, se realizará una cartografía geológica de afloramientos, lo cual evita posibles interpretaciones individuales erróneas, elaborando un mapeo desde un punto de vista objetivo. Las interpretaciones se llevarán a cabo tras la finalización de la misma, contando así con una visión geológica global.

Se prestará especial atención al descubrimiento de antiguas labores de investigación o explotación de las mineralizaciones presentes en la zona, elaborando, en su caso, una cartografía de labores.

#### 3.7.3. Saneamiento y sostenimiento de galerías nuevas y existentes

A pesar de que las galerías existentes actualmente están en buen estado (paredes, techo y suelo), se realizará el saneamiento y la adecuación de las galerías, de forma que existan las mejores condiciones de seguridad en interior.

Además, se practicará el sostenimiento de las galerías nuevas y existentes de forma que la sección actual y por construir se mantengan perfectamente. En este caso, se plantea el uso de cerchas a modo de marco perimetral poco espaciados. En caso de que existan zonas más susceptibles de provocar la caída de cascotes o fragmentos de roca, ya sea por la existencia de fallas o por la inconsistencia puntual de la roca de caja, se utilizará inyección de cemento para sostener las paredes y el techo de las galerías.

Tras y como se comenta en el siguiente apartado, estas medidas se podrían aplicar en los aproximadamente 805 metros que suman las galerías actuales y las de nueva construcción.

#### 3.7.4. Apertura de nuevas galerías subterráneas



Una de las labores más importantes para el proyecto es la de prolongar las labores subterráneas existentes, construidas durante la investigación llevada a cabo en el pasado (figuras 9 y 10).

El objetivo de excavar estos socavones ejecutados por la empresa PROGENSA no es otro que contactar con las distintas capas de fluorita. De esta forma, se tendrá acceso directo al recurso mineral que se pretende evaluar, por lo que se podrán tomar muestras *in situ* y realizar las observaciones pertinentes. Es probable que estas labores de investigación sirvan para proyectar la futura explotación, en caso de que se demuestre la rentabilidad del yacimiento.

Actualmente, sumando las galerías existentes en las dos entradas principales que posee Mina Fabiola, hay un total de 255 metros de trazado (figuras 14 y 15). Se ha proyectado la excavación de unos 550 metros más: 350 m en la galería inferior y 200 m en la superior. Estas excavaciones suponen que de la capa A (capa superior) se extraerán 1.600 m<sup>3</sup> de material rocoso, de los cuales 600 m<sup>3</sup> serán de roca mineralizada. De la capa Z se extraerán 2.000 m<sup>3</sup>, de los cuales 1.500 m<sup>3</sup> serán de roca mineralizada, según los cálculos realizados. En total se extraerán 3.600 m<sup>3</sup> de los que 2.100 serán rocas mineralizadas a depositar en una parcela en el exterior (parcela de 3.000 m<sup>2</sup>).

Cabe destacar que 5 de los 15 sondeos planteados se ejecutarán desde las labores subterráneas, inicialmente desde la galería superior (figura 15), aproximadamente en los puntos en los que los planos antiguos (PROGEMSA) plantean las “cámaras para *scraper*”. De esta forma se dispondrá del espacio necesario para ubicar la máquina de sondeos y el equipamiento necesario.

Como se indica en el apartado anterior, se realizarán los trabajos de sostenimiento necesarios para asegurar la estabilidad de las galerías nuevas y antiguas.

#### 3.7.5. Cartografía de labores subterráneas

En primer lugar, como se indica anteriormente, se realizarán los pertinentes trabajos de adecuación, limpieza y rehabilitación con el objetivo de contar con las condiciones adecuadas de seguridad, necesarias en todo momento durante los trabajos a realizar en el interior de las galerías existentes. Para ello se cuenta con la experiencia y los conocimientos técnicos específicos necesarios.

En este caso, es importante observar la naturaleza y características de los materiales en profundidad, de forma que se puedan establecer correlaciones con los datos tomados en superficie y durante la campaña de sondeos para llegar a conclusiones acertadas, disminuyendo los posibles errores. Además, esta información es muy útil en los cálculos de recursos y reservas del yacimiento.

#### 3.7.6. Toma de muestras de roca

La recogida sistemática de muestras de roca es una parte primordial del proyecto, ya que permite conocer la calidad de las mineralizaciones existentes y los procesos acontecidos que dieron lugar al depósito mineral, a través de análisis geoquímicos, mineralógicos y petrográficos.

Las muestras de roca *in situ* determinarán la zonación del material en una escala que permite un gran detalle y la creación de un mapa de anomalías geoquímicas donde representar los valores obtenidos (CaF<sub>2</sub>, Pb, Zn y Ag).

Estudiando y analizando dicha cartografía geoquímica, mediante la utilización de software especializado y aplicando los conocimientos geológicos y geoestadísticos propios, es posible evaluar el yacimiento en su conjunto y obtener una perspectiva general del mismo.

La toma y analítica de muestras será continua, por lo que los modelos informáticos irán adquiriendo complejidad a medida que el proyecto avance.

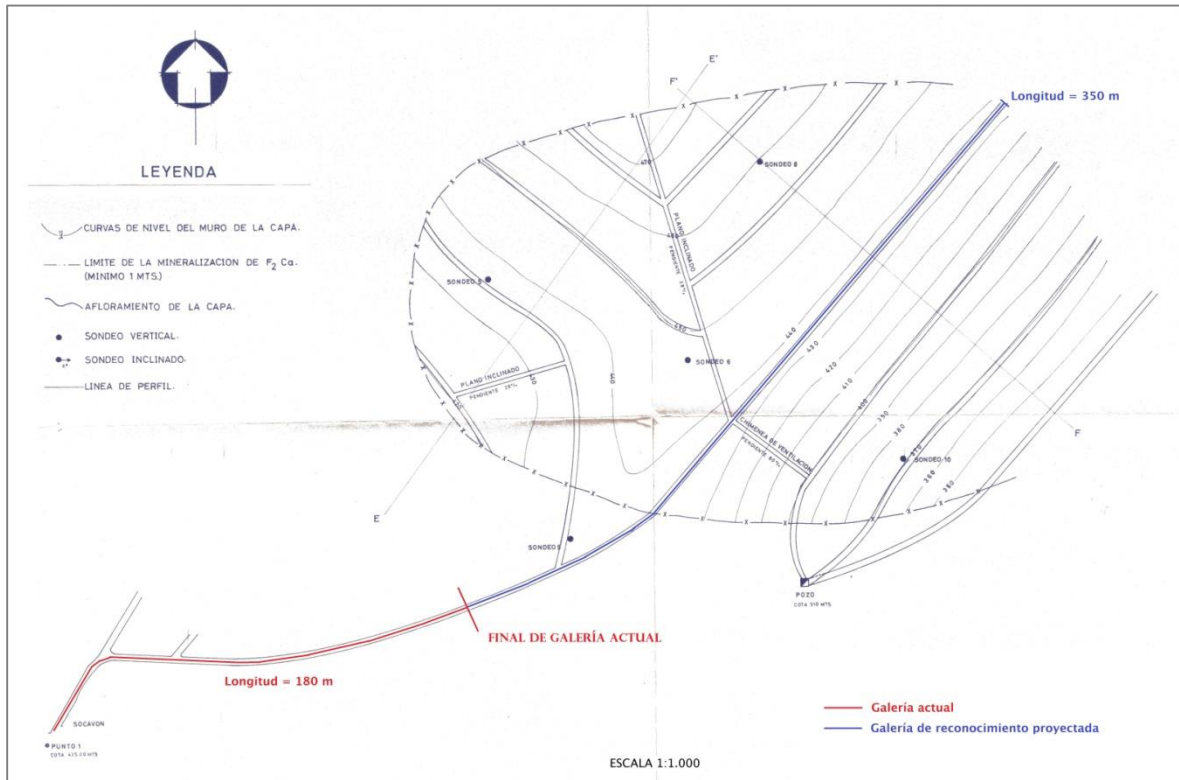


Figura 14. Antiguo proyecto de explotación (PROGEMSA). Galería inferior (Capa Z - inferior)

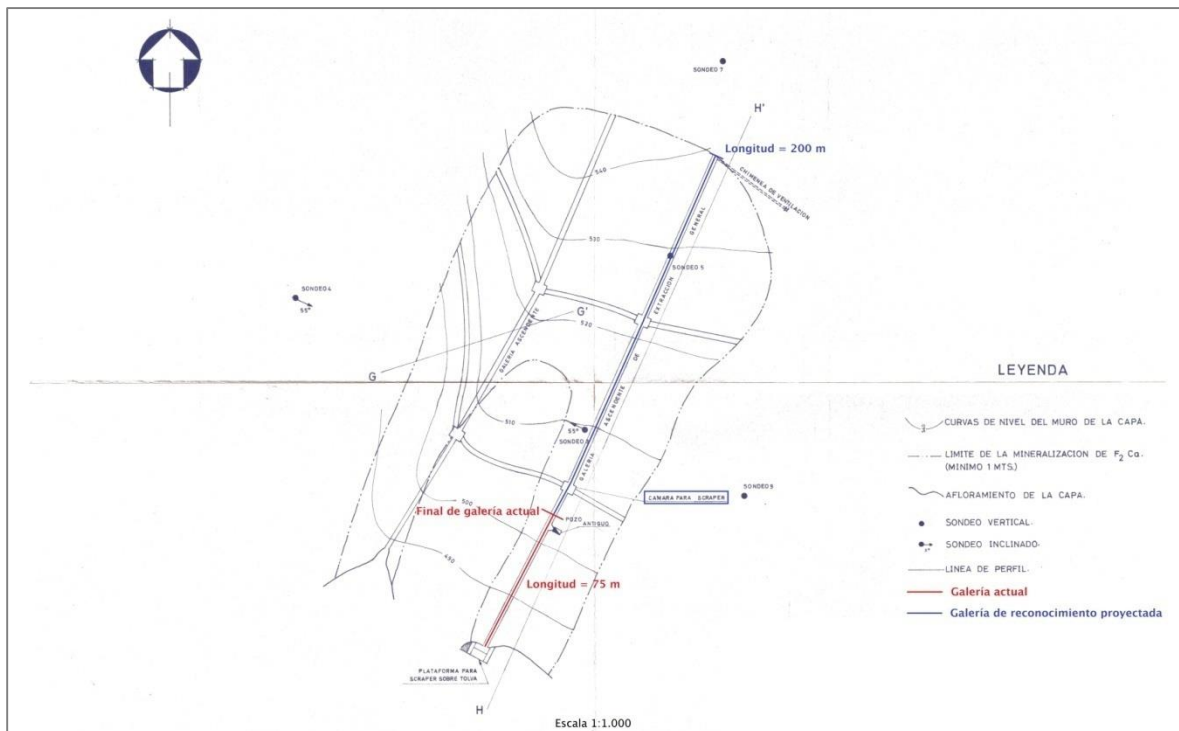


Figura 15. Antiguo proyecto de explotación (PROGEMSA). Galería superior (capa A - superior)

### 3.7.7. Sondeos (accesos puntuales y plataformas de sondeo)

Ejecución material: Empresa española (por ejemplo, INSERSA, TERRATEC, PEÑARROYA, etc.)





Debido al conocimiento existente del yacimiento y el adquirido en anteriores fases y a los datos proporcionados por la minería antigua, probablemente se podrá iniciar el programa de sondeos relativamente temprano, entre el primer y el segundo año de investigación.

Dado el tipo de material que presumiblemente existe en el subsuelo donde se encuentra el P.I. Fabiola, y el resultado que se desea obtener del material extraído, se plantean sondeos a rotación asistida con recuperación de testigo continua (lubricación por agua).

En el caso de los sondeos a rotación asistida y recuperación de testigo o “testigueros”. Se utiliza agua para lubricar el sondeo. Esta agua se toma de una balsa construida en la plataforma de sondeos que también sirve para decantación y recirculación, minimizando el consumo. Esta técnica de perforación es capaz de obtener testigos de la roca que atraviesa, dicho de otra forma, se obtiene una representación cilíndrica continua de la roca que se está atravesando, gracias a la utilización de una corona cortante en la parte más profunda de la perforación. Otras herramientas son las encargadas de captar el testigo y subirlo a la superficie por el interior del varillaje.

La localización exacta de los sondeos quedará supeditada a la información recopilada durante las fases anteriores del proyecto. No obstante, el objetivo de estas perforaciones serán las capas de fluorita que suscitaron un proyecto minero en el pasado y que hoy en día pueden volver a presentar una alta rentabilidad. Para caracterizar el posible yacimiento se plantean un máximo de 15 sondeos. Tras finalizar cada una de las perforaciones se realizarán las oportunas medidas de desviación del mismo y se realizarán las tareas de restauración pertinentes.

En cuanto a la profundidad de los sondeos, esta debe ser adecuada para obtener un perfil completo de la mineralización en sus diversas formas, por lo que se prevé que alcancen unos 100 metros por sondeo, es decir que en total se realizarán unos 1.500 metros de sondeos “testigueros”.

De los 15 sondeos a realizar, inicialmente se plantean 10 en la superficie y 5 desde las galerías subterráneas, adecuadamente aseguradas.

Los sondeos en superficie requieren de la construcción de una plataforma de unos 50 m<sup>2</sup> (500 m<sup>2</sup> en total) donde se sitúa la máquina en posición horizontal y el equipo necesario para llevarlo a cabo, incluyendo las balsas de agua de recirculación. Se tendrán en cuenta las posibles zonas con vegetación forestal y las especies arbóreas existentes, cambiando ligeramente la ubicación de ser necesario. En ningún momento se realizarán talas o arranques de árboles. Es posible que una vez definida la ubicación exacta de las perforaciones sea necesario abrir pequeñas pistas de acceso, las cuales respetarán los árboles y las especies arbustivas sensibles o protegidas, en caso de que las hubiera. Posteriormente, tanto la plataforma como la pista de acceso a esta quedarán restauradas, respetando la importancia de la capa de suelo fértil y el perfil original del terreno.

Tal y como se indica en el apartado 3.7.4. para realizar los 5 sondeos desde el interior de la galería superior, se realizarán unas cámaras con las medidas adecuadas para que la máquina de sondeos pueda trabajar en condiciones de total seguridad. De hecho, se realizarán las tareas de sostenimiento que sean necesarias para asegurar la zona de trabajo.

### 3.7.8. Análisis geoquímicos

Realización: Laboratorio certificado (SGS, ALS Minerals, AGQ, etc.)



Los análisis geoquímicos, principalmente de muestras de roca, han sido mencionados en la descripción de los trabajos de investigación.

El objetivo principal del análisis de muestras de roca es la caracterización geoquímica del depósito mineral existente.

A partir de las muestras (rocas, finos, testigos de roca, etc.) es posible que también se realicen distintos ensayos piloto o pruebas de preparación iniciales.

Los análisis serán una labor continua durante todo el período de la campaña de investigación y el montante total es estimado al alza en el presupuesto.

#### 3.7.9. Pruebas de preparación y concentración del mineral

Fruto de los trabajos de avance de galería de investigación sobre las capas de fluorita va ha ser obtenido un importante acopio de mineral para su posterior ensayo y pruebas de concentración.

Esta parte será realizada por los laboratorios contratados o asociados, sin embargo, conviene destacarla, de cara a posibles aplicaciones futuras, que es básico conocer la respuesta mecánica y geológica de los materiales extraídos.

Así mismo, se irán mejorando las recuperaciones de los elementos deseados, optimizando el producto necesario para la siguiente fase del proyecto.

#### 3.7.10. Ensayos de aplicabilidad

Ciertas cantidades de material extraído, fundamentalmente al realizar muestreos masivos, irán destinadas a la realización de los distintos ensayos requeridos para las distintas aplicaciones. Para ello, solo se tomará la fracción indispensable para poder llevar a cabo los ensayos con garantía de éxito.

El objetivo de esta actividad es determinar qué usos, de entre todos los existentes, podrían ser los adecuados teniendo en cuenta las características de los minerales investigados.

Para la ejecución efectiva de las medidas planteadas, se deberá tener en cuenta que varias o, probablemente, todas las actuaciones mencionadas serán aplicadas en combinación.

Solo un programa relativamente completo permitirá una decisión fundada sobre el procedimiento y sobre las inversiones a realizar posteriormente.

Los datos obtenidos a lo largo de la investigación se insertarán en el modelo del yacimiento a medida que se vayan obteniendo, de manera que este influya en el proyecto de exploración y viceversa.



### 3.8. PROYECTO Y VALORACIÓN DEL YACIMIENTO

Como se ha mencionado anteriormente, durante el transcurso de la exploración se irá actualizando el modelo geológico, de forma que cuando las investigaciones se encuentran en un estado avanzado exista un prototipo de yacimiento refinado que permita, al menos, una valoración aproximada de las reservas y de su distribución. Esto, junto a las primeras ideas sobre una posible planificación minera y las tecnologías de preparación que puedan ser utilizadas, corresponde aproximadamente al estado de una estimación de viabilidad preliminar ("Pre-Feasibility Assessment").



### 3.9. SOLICITUD DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN (PREPARACIÓN)

Dentro de los distintos pasos, desde la recopilación e investigación de los datos existentes hasta una valoración preliminar del yacimiento, y con posterioridad a la primera fase de exploración, los resultados se compararán con las condiciones generales técnicas y económicas. Se tendrán en cuenta distintos factores (pureza y calidad de los minerales involucrados en la investigación, precios del mercado mundial, etc.) durante todo el proceso, de forma que se establezca un seguimiento periódico de los parámetros más relevantes. Si en las investigaciones en el marco del Permiso de Investigación se obtienen resultados que hagan probable una explotación con rentabilidad económica, la fase siguiente será la solicitud de una concesión de explotación.

Probablemente, esta se deberá ajustar de nuevo, en consonancia con los conocimientos conseguidos. Todos los pasos siguientes se planificarán y se presentarán en la solicitud correspondiente.



### 3.10. PLANEAMIENTO DE LA TÉCNICA DE EXPLOTACIÓN Y TRATAMIENTO

Al mismo tiempo que se realizan las investigaciones geológico-mineras, se iniciará el planeamiento de la extracción de las reservas, la preparación y el plan principal de explotación.

Algunas de estas tareas, o bien la aclaración de ciertas cuestiones relacionadas, se presentarán en el marco de los pasos mencionados anteriormente (por ejemplo, investigaciones sobre actividades competidoras a la minería, cuestiones medioambientales, etc.).

En una fase avanzada se concluirá con el pre-diseño de la explotación minera: tipo de explotación, ritmo de producción, estabilidad de taludes, estudios de drenaje, accesos al yacimiento, transporte del mineral a planta, etc.

Por último, se llevará a cabo el pre-diseño de la planta de concentración y tratamiento de los minerales, a la vista de las pruebas de concentración del material extraído en las catas y en los sondeos.





### 3.11. PRESUPUESTO GENERAL DE LAS INVESTIGACIONES A REALIZAR EN EL P.I. "FABIOLA" PARA LOS TRES AÑOS DE VIGENCIA

FASE DE LA INVESTIGACION	PRESUPUESTO
Recopilación de la Información geológico-minera existente	3,000.00 €
Evaluación y digitalización de documentos	4,000.00 €
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico	5,000.00 €
Dictamen y valoración de la superficie	5,000.00 €
Planificación de las labores de exploración	3,000.00 €
Arreglos y mejoras de caminos existentes	10,000.00 €
Cartografía de afloramientos de detalle y de galerías subterráneas	5,000.00 €
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes	20,000.00 €
Apertura de galerías subterráneas (550 m aprox.)	132,000.00 €
Toma de muestras de roca	5,000.00 €
Desbroce, apertura de accesos y plataformas de sondeos	5,000.00 €
Sondeos a rotación para recuperación de testigo (1.500 m aprox.)	90,000.00 €
Analítica geoquímica	8,000.00 €
Pruebas de preparación y concentración del mineral	10,000.00 €
Ensayos de aplicabilidad	10,000.00 €
Proyecto y valoración del yacimiento	5,000.00 €
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)	3,000.00 €
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento	5,000.00 €
<b>TOTAL DE LAS ACTUACIONES DE LA INVESTIGACION</b>	<b>328,000.00 €</b>

El presupuesto total para los tres años de investigación del P.I. Fabiola asciende a **328.000 € (TRESCIENTOS VEINTIOCHO MIL EUROS)**, lo cual supone una inversión por cuadrícula minera de 16.400 €.



### 3.12. PERIODO DE INVESTIGACIÓN, FASES E INVERSIONES POR ANUALIDAD

Se solicita el Permiso de Investigación de 20 cuadrículas mineras en el área descrita bajo el punto 1, para un periodo de tres años, prorrogables a otros 3 en caso de necesidad.

Dependiendo de los resultados de la fase de exploración, se solicitará una Concesión para la explotación minera o una ampliación del periodo de investigación en aquellas zonas que no hayan podido ser bien estudiadas, solicitando la caducidad de las cuadrículas menos interesantes.

#### 3.12.1 Fases y calendario de la investigación.

De acuerdo con el programa de investigación presentado en los apartados previos, su distribución temporal, que ha sido planificada para los tres años de duración, sería la siguiente:



FASE DE LA INVESTIGACIÓN	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
Recopilación de la Información geológico-minera existente				
Evaluación y digitalización de documentos				
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico				
Dictamen y valoración de la superficie				
Planificación de las labores de exploración				
Arreglos y mejoras de caminos existentes				
Cartografía de afloramientos de detalle y de labores subterráneas				
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes (35%)				
Apertura de galerías subterráneas (200 m aprox. – Capa A)				
Toma de muestras de roca				
Desbroce y apertura de accesos y plataformas de sondeos				
Sondeos a rotación con recuperación de testigos (5 sondeos - 500 m aprox.)				
Análisis geoquímicos				
Pruebas de preparación y concentración del mineral				
Ensayos de aplicabilidad				
Proyecto y valoración del yacimiento				
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)				
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento				

#### PLAN DE LABORES DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN “FABIOLA”. PRIMER AÑO DE INVESTIGACIÓN

Como se observa, durante este primer año se ejecutan las primeras labores terrestres, consistentes en la apertura de caminos y pistas de acceso principales, ejecución de 5 de los 15 sondeos proyectados (incluyendo sus plataformas de sondeos), la prolongación de las galerías existentes (200 m – capa A, galería superior) y el saneamiento, adecuación y sostenimiento de dichas galerías, las antiguas y las de nueva apertura. Además, se realizará la cartografía de superficie en su totalidad y de interior de todas las galerías existentes. Durante el primer año se irán tomando numerosas muestras de roca.



FASE DE LA INVESTIGACIÓN	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
Recopilación de la Información geológico-minera existente				
Evaluación y digitalización de documentos				
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico				
Dictamen y valoración de la superficie				
Planificación de las labores de exploración				
Arreglos y mejoras de caminos existentes				
Cartografía de afloramientos de detalle y de labores subterráneas				
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes				
Apertura de galerías subterráneas				
Toma de muestras de roca				
Desbroce y apertura de accesos y plataformas de sondeos				
Sondeos a rotación con recuperación de testigos (1.000 m aprox.)				
Análisis geoquímicos				
Pruebas de preparación y concentración del mineral				
Ensayos de aplicabilidad				
Proyecto y valoración del yacimiento				
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)				
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento				

#### PLAN DE LABORES DEL PERMISO DE INVESTIGACION "FABIOLA". SEGUNDO AÑO DE INVESTIGACIÓN

En este segundo año de investigación se ejecutan el resto de sondeos, es decir, 10 perforaciones (1.000 m), por lo que previamente es necesario ir abriendo las cortas pistas donde se ubicará la plataforma de sondeos. Se tomarán muestras de sondeo y de roca puntuales de ser necesario (afloramientos).



FASE DE LA INVESTIGACIÓN	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
Recopilación de la Información geológico-minera existente				
Evaluación y digitalización de documentos				
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico				
Dictamen y valoración de la superficie				
Planificación de las labores de exploración				
Arreglos y mejoras de caminos existentes				
Cartografía de afloramientos de detalle y de labores subterráneas				
Saneo, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes (65 %)				
Apertura de galerías subterráneas (350 m aprox. – Capa Z)				
Toma de muestras de roca				
Desbroce y apertura de accesos y plataformas de sondeos				
Sondeos a rotación con recuperación de testigos				
Análisis geoquímicos				
Pruebas de preparación y concentración del mineral				
Ensayos de aplicabilidad				
Proyecto y valoración del yacimiento				
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)				
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento				

#### PLAN DE LABORES DEL PERMISO DE INVESTIGACION “FABIOLA”. TERCER AÑO DE INVESTIGACIÓN

Durante el último año de investigación se realizará la prolongación de la galería inferior (350 m - Capa Z), lo cual conllevará el saneo, adecuación y sostenimiento de las nuevas galerías abiertas. También se llevarán a cabo los trabajos de gabinete necesarios para pasar a la siguiente fase en caso de que los resultados indiquen una rentabilidad económica factible (pruebas de concentración y ensayos de aplicabilidad). Por último, se analizará el conjunto de los datos obtenidos y en caso de ser positivos se realizarán los trámites necesarios para solicitar una Concesión de Explotación Derivada en las cuadrículas mineras que corresponda. Se tomarán más muestras de roca de ser necesario.





## 3.12.2 Distribución del presupuesto por fases

De acuerdo con el programa de investigación programado en los anteriores apartados, el presupuesto general de investigación tendrá una distribución temporal que ha sido planificada a lo largo de los tres años de duración en la forma la siguiente:

PRIMER AÑO DE INVESTIGACION	PRESUPUESTO
Recopilación de la Información geológico-minera existente	3,000.00 €
Evaluación y digitalización de documentos	4,000.00 €
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico	1,500.00 €
Dictamen y valoración de la superficie	2,500.00 €
Planificación de las labores de exploración	1,000.00 €
Arreglos y mejoras de caminos existentes	6,000.00 €
Cartografía de afloramientos de detalle y de galerías subterráneas	3,000.00 €
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes (35 %)	7,000.00 €
Apertura de galerías subterráneas (200 m aprox. – capa A)	48,000.00 €
Toma de muestras de roca	1,500.00 €
Desbroce, apertura de accesos y plataformas de sondeos	1,500.00 €
Sondeos a rotación para recuperación de testigo (5 sondeos - 500 m aprox.)	30,000.00 €
Análisis geoquímicos	3,000.00 €
Pruebas de preparación y concentración del mineral	
Ensayos de aplicabilidad	
Proyecto y valoración del yacimiento	
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)	
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento	
<b>TOTAL DE LAS ACTUACIONES DE LA INVESTIGACION</b>	<b>112,000.00 €</b>

SEGUNDO AÑO DE INVESTIGACION	PRESUPUESTO
Recopilación de la Información geológico-minera existente	
Evaluación y digitalización de documentos	
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico	2,000.00 €
Dictamen y valoración de la superficie	1,500.00 €
Planificación de las labores de exploración	1,000.00 €
Arreglos y mejoras de caminos existentes	4,000.00 €
Cartografía de afloramientos de detalle y de galerías subterráneas	
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes	
Apertura de galerías subterráneas (550 m aprox.)	
Toma de muestras de roca	2,000.00 €
Desbroce, apertura de accesos y plataformas de sondeos	3,500.00 €
Sondeos a rotación para recuperación de testigo (1.000 m aprox.)	60,000.00 €
Análisis geoquímicos	3,000.00 €
Pruebas de preparación y concentración del mineral	
Ensayos de aplicabilidad	
Proyecto y valoración del yacimiento	
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)	
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento	
<b>TOTAL DE LAS ACTUACIONES DE LA INVESTIGACION</b>	<b>77,000.00 €</b>



TERCER AÑO DE INVESTIGACION	PRESUPUESTO
Recopilación de la Información geológico-minera existente	
Evaluación y digitalización de documentos	
Reconstrucción estructural del yacimiento y modelo geológico	1,500.00 €
Dictamen y valoración de la superficie	1,000.00 €
Planificación de las labores de exploración	1,000.00 €
Arreglos y mejoras de caminos existentes	
Cartografía de afloramientos de detalle y de galerías subterráneas	2.000.00 €
Saneamiento, adecuación y sostenimiento de galerías nuevas y existentes (65 %)	13.000.00 €
Apertura de galerías subterráneas (350 m aprox. capa Z)	84.000.00 €
Toma de muestras de roca	1,500.00 €
Desbroce, apertura de accesos y plataformas de sondeos	
Sondeos a rotación para recuperación de testigo	
Analítica geoquímica	2,000.00 €
Pruebas de preparación y concentración del mineral	10,000.00 €
Ensayos de aplicabilidad	10,000.00 €
Proyecto y valoración del yacimiento	5,000.00 €
Solicitud de Concesión de Explotación (preparación)	3,000.00 €
Planeamiento de la técnica de extracción y tratamiento	5,000.00 €
<b>TOTAL DE LAS ACTUACIONES DE LA INVESTIGACION</b>	<b>139,000.00 €</b>

El resumen del presupuesto, por años, es el siguiente:

PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN POR AÑOS	PRESUPUESTO
PRIMER PLAN DE LABORES	112.000 €
SEGUNDO PLAN DE LABORES	77.000 €
TERCER PLAN DE LABORES	139.000 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>328.000 €</b>

El presupuesto total del proyecto de investigación a desarrollar para el Permiso de Investigación "Fabiola", asciende a **TRESCIENTOS VEINTIOCHO MIL euros (328.000 €)**.

Esto supone una inversión de unos 16.400,00 € por cuadrícula minera solicitada.

Por la presente, firman:

Juan Carlos Martín Negro  
Ingeniero Técnico de Minas

Marco Gutiérrez Ruiz  
Licenciado en Geología



#### 4. ESTUDIO ECONÓMICO DE FINANCIACIÓN Y GARANTÍAS SOBRE SU VIABILIDAD

##### 4.1. ESTUDIO ECONÓMICO DE FINANCIACIÓN Y DE SOLVENCIA TÉCNICA

Tajus Minerals, S.L., [REDACTED] dispone de los medios económicos necesarios para poder llevar a cabo la explotación de los recursos de la sección D) solicitados. Al contar actualmente con los medios materiales y humanos necesarios para abordar el proyecto, la necesidad de financiación es mínima y en todo caso dispone de fondos propios y líneas de crédito que garantizan su solvencia para poder acometer el proyecto.

La mercantil TAJUS MINERALS, S.L., solicitante de esta Concesión de Explotación, está participada [REDACTED] con una larga trayectoria en el sector de la explotación minera, obras públicas y transporte de áridos y minerales.

En realidad TAJUS MINERALS, S.L.U., de reciente creación, [REDACTED], diversificación que pasa por ampliar su actividad hacia sectores afines a los desarrollados por ésta y con los cuáles pudieran existir sinergias entre ellos, estableciéndose en el plan de negocio de la empresa como prioritario el del desarrollo, en todas sus fases, de proyectos mineros dentro del territorio nacional.

La empresa matriz de TAJUS MINERALS, S.L.U., [REDACTED] lleva casi 30 años desarrollando trabajos en explotaciones mineras para grandes multinacionales del sector cementero y minero, así como trabajos para empresas en el sector de la obra pública, autopromociones, y más recientemente, ante la crisis que ha golpeado el sector, ha comenzado a desarrollar labores de operador en el sector del transporte, utilizando sus conocimientos en el sector de la explotación minera para ofrecer el transporte de la materia prima a sus clientes.

El volumen de negocio de la citada empresa matriz, durante los últimos ejercicios ha fluctuado entre los [REDACTED] respectivamente, a ello le acompaña [REDACTED], disponiendo de recursos propios más que suficientes para asegurar el respaldo económico necesario para acometer las labores proyectadas en la Concesión solicitada, siendo prueba de ello la disponibilidad de [REDACTED]

[REDACTED]

Tajus Minerals, S.L., a través de su propietaria [REDACTED] dispone de una flota de maquinaria y personal propios, idóneos para llevar a cabo la puesta en valor y la explotación del recurso minero existente, como ha quedado reflejado en la memoria del yacimiento. Además, [REDACTED] justifica sobradamente el hecho de encontrarse habilitada técnicamente para poder valorizar adecuadamente el recurso. Se adjunta flota de maquinaria y relación de personal propio:



**CAMIONES**

[REDACTED]

**MAQUINARIA**

[REDACTED]

**PERSONAL DE EXCAVACIONES EL TAJO, S.L.**

[REDACTED]

Por lo expuesto, avalada y amparada por la experiencia y la liquidez de la empresa matriz [REDACTED] TAJUS MINERALS, S.L.U. acredita sin lugar a duda el cumplimiento de los requisitos de solvencia necesarios para acometer los trabajos proyectados en la Concesión Directa de Explotación solicitada.



Se ha encargado a la empresa Promotora de Georecursos, S.L., cuya sede central se encuentra en el Clúster Empresarial de El Padul (Granada) la realización de la asistencia profesional tanto en la solicitud como en la ejecución de los trabajos de investigación.

Promotora de Georecursos, S.L. tiene amplia experiencia en el sector de la exploración minera. Esto incluye por ejemplo la geología de yacimientos, la planificación y la dirección de trabajos de exploración, la elaboración de estudios de viabilidad y supervisión medioambiental, incluyendo todas las tareas requeridas dentro del marco minero.

Promotora de Georecursos, S.L., despliega, a tiempo completo, para el desarrollo del proyecto a D. Juan Carlos Martín Negro, Ingeniero Técnico de Minas, con más de 25 años de experiencia en este tipo de proyectos y a D. Marco Gutiérrez Ruiz, Geólogo Junior con más de siete años de experiencia en este tipo de proyectos de investigación geológico-minera.

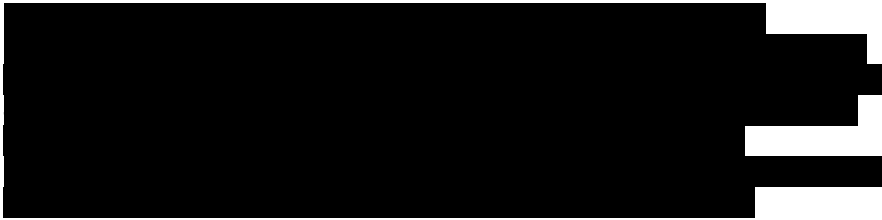
Otros trabajos, como por ejemplo los sondeos a realizar, serán entregados a las empresas especializadas correspondientes, contando, en caso de ser necesario, con el Departamento de Geofísica de la Escuela Técnica Superior de Linares y con la Universidad de Granada.





#### 4.2. GARANTÍAS QUE SE OFRECEN SOBRE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Se adjunta la siguiente documentación (Anexo I).



Estando convencidos de que ha quedado justificada sobradamente la viabilidad técnica y económica del presente proyecto de investigación minera, sometiéndolo a la Aprobación de la Autoridad Competente.

Por la presente, firma, en Granada, a 31 de noviembre de 2.017,

Juan Carlos Martín Negro  
Ingeniero Técnico de Minas



## **5. PLANOS GENERALES DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN**



**ANEXO I CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS**