



CONSULTA
GEOLOGÍA

Proyecto de Investigación para el estudio de las mineralizaciones de Sb y Cu-Pb-Zn-(Sb) del P.I. “Alvón” (Zaragoza)

 **EXPLORACIÓN DE**
recursos MINERALES



CONSULTING DE GEOLOGÍA Y
MINERÍA, S.L

Marzo, 2025



ÍNDICE

1-	INTRODUCCIÓN	1
2-	LOCALIZACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN SOLICITADO	1
3-	CLIMA Y TOPOGRAFÍA	6
4-	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
5-	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES DE LA ZONA ...	11
6-	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS MINERALIZACIONES	14
6.1-	MINERALIZACIONES DEL SECTOR NORTE DEL P.I.....	14
6.1.1-	MINA LEONOR	16
6.1.1.1-	<i>Labores mineras</i>	<i>16</i>
6.1.1.2-	<i>Características mineralógicas: Paragénesis mineral.....</i>	<i>19</i>
6.1.2-	MINA ARAGÓN/EL FRAILE	20
6.1.2.1-	<i>Características mineralógicas: Paragénesis y sucesión mineral.....</i>	<i>21</i>
6.2-	MINERALIZACIONES DEL SECTOR SUR DEL P.I.....	22
6.3-	CONTROL ESTRUCTURAL DE LAS MINERALIZACIONES.....	23
7-	EXPLORACIÓN MINERA PREVIA	24
8-	TÉCNICAS PARA LA EXPLORACIÓN DE MINERALIZACIONES DE ANTIMONIO EN LA ZONA DEL P.I.	25
9-	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS.....	27
10-	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	28
10.1-	FASE 1: ADQUISICIÓN DE DATOS, CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, CAMPAÑAS DE PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA DEL P.I.....	28
10.1.1-	Adquisición, síntesis y evaluación de todos los datos disponibles de la zona del P.I.....	28
10.1.2-	Creación de una Base de Datos en un SIG para tener la información digitalizada y mejorar el conocimiento de la zona del P.I.	29
10.1.3-	Cartografía geológica y análisis estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb como criterio principal de prospectividad.....	31



10.1.4.- Aspectos ambientales del Proyecto de Investigación	33
10.1.5.- Campañas de Prospección geoquímica de suelos	34
10.1.5.1.- Primera campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Albarda y Tablares	34
10.1.5.2.- Segunda campaña de geoquímica de suelos en zonas con anomalías obtenidas en la primera campaña.....	37
10.1.6.- Prospección geofísica	39
10.1.7.- Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un Sistema de Información Geográfico (SIG).....	40
10.1.8.- Informe parcial de los resultados obtenidos en la Fase 1	41
10.1.9.- Relaciones con la Comunidad	41
10.2.- FASE 2: ESTUDIOS DE DETALLE DE LAS ZONAS CON ANOMALÍAS Y CAMPAÑA INICIAL DE SONDEOS MECÁNICOS.....	42
10.2.1.- Fase previa de reconocimiento con sondeos mecánicos de exploración en los alrededores de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, y en las zonas con anomalías geoquímicas	42
10.2.2.- Aspectos ambientales.....	48
10.2.3.- Incorporación y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG con todos los datos generados. Primera estimación no oficial de Recursos	48
10.3.- FASE 3: CAMPAÑA DETALLADA DE SONDEOS MECÁNICOS Y METALURGIA PRELIMINAR	49
10.3.1.- Campaña detallada de sondeos mecánicos en el entorno de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, así como en otras áreas anómalas del P.I.	49
10.3.2.- Ensayos metalúrgicos preliminares	50
10.3.3.- Aspectos ambientales.....	50
10.3.4.- Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG. Segunda valoración no oficial de Recursos	51
10.3.5.- Elaboración del Informe Final.....	51
11.- PRESUPUESTO DE LAS FASES DEL PROGRAMA DE TRABAJO.....	53
12.- CALENDARIO DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO	58
13.- MEDIOS TÉCNICOS Y RECURSOS DE LA EMPRESA.....	62
13.1.- MATERIALES BÁSICOS.....	62
13.2.- EQUIPAMIENTO GEOFÍSICO	62
13.3.- SONDEOS DE INVESTIGACIÓN	62



13.4-. EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO	63
14-. EMPRESAS Y ENTIDADES COLABORADORAS	64
14.1-. ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	64
14.2-. MONITORIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	64
14.3-. TRABAJOS DE GEOFÍSICA	64
14.4-. SONDEOS MECÁNICOS DE INVESTIGACIÓN	64
14.5-. LABORATORIOS	64
14.6-. COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO	64
15-. FINANCIACIÓN Y GARANTÍAS ECONÓMICAS DE LA EMPRESA	66
16-. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL: MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS: PLAN DE RESTAURACIÓN.....	67
16.1-. ACTUACIONES A REALIZAR.....	67
16.2-. MEDIDAS PROTECTORAS	68
17-. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	69
18-. COLABORACIÓN CON ADMINISTRACIONES.....	73
18.1-. COLABORACIÓN CON MUNICIPIOS Y AYUNTAMIENTOS	73
18.2-. COMPROMISO CON EL EMPLEO	73
18.3-. MEJORAS AMBIENTALES.....	73
19-. ANEXO 1: MAPAS.....	75
20-. ANEXO 2: SOLVENCIA ECONÓMICA DE LA EMPRESA.....	76



Índice de Figuras

Figura 1.	Situación geográfica del P.I. “Alvón” (nº 3.576), al sur de Ateca, con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, (Mapa 1, Anexo 1).....	4
Figura 2.	Situación del P.I. “Alvón”, con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, sobre la ortoimagen, (Mapa 2, Anexo 1).	5
Figura 3.	Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Calatayud (2011-2025)...	7
Figura 4.	Modelo Digital del Terreno de la zona del P.I. “Alvón”, (Mapa 3, Anexo 1).	9
Figura 5.	A) Dominios geológicos del Macizo Varisco; ZC=Zona Cantábrica. ZAOL=Zona Asturoccidental-Leonesa. ZCI = Zona Centroibérica. ZOM = Zona Ossa Morena. ZSP = Zona Sur portuguesa. ZCBC = Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba. B) Situación del P.I. “Alvón” en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Mapa Geológico continuo (GEODE) a escala 1:50.000 (Fuente: IGME).....	12
Figura 6.	Mapa geológico de la zona del P.I. “Alvón”, y localización de las principales minas de Cu-Pb-Zn-Sb, (Mapa 4, Anexo1).	13
Figura 7.	Situación de los indicios de Cu-Pb-Zn-Sb, al NE de Carenas, en la ortoimagen.	14
Figura 8.	Topografía de la mina Leonor realizada por Mario Gisbert del CEA (Fuente: https://minasolvidadasaragon.org/minas/mina-leonor/).	18
Figura 9.	Situación del Indicio de Cu-Pb-Zn-Sb La Albarda, al sur de la zona del P.I. Rafa de orientación E-W, siguiendo una falla de esa orientación.....	22
Figura 10.	Diseño de la BDD con la información geológico-minera del proyecto y su gestión en un SIG.	29
Figura 11.	Campaña de geoquímica de suelos entorno a las minas Leonor, El Fraile, La Albarda y Tablares (Mapa 5, Anexo 1).....	38
Figura 12.	Zonas previstas para la realización de sondeos en áreas seleccionadas del P.I.	43

Índice de Fotos

Foto 1.	Pozo Oeste vallado de la Mina Leonor.....	16
Foto 2.	Panorámica de la escombrera y dos pozos vallados de la mina Leonor.	17
Foto 3.	Escombreras en la prolongación SE de las estructuras mineralizadas de la mina Leonor.	17
Foto 4.	Calcopirita en ganga de cuarzo de la mina Leonor.	19



Foto 5.	Muestra de malaquita en ganga de cuarzo de la mina Leonor.....	20
Foto 6.	Panorámica de las escombreras de la mina Aragón /El Fraile. Foto Rubio Cárdenas, (2018-2019).....	21

Índice de Tablas

Tabla 1.	Coordenadas del P.I. “Alvón” (nº 3.576).....	3
Tabla 2.	Número de muestras de la 1ª campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas Leonor, El Fraile, La Albarda y Tablares.	35
Tabla 3.	Tabla resumen del Presupuesto por Fases de Investigación.	53
Tabla 4.	Presupuesto desglosado por fases para llevar a cabo la investigación prevista en el Proyecto.	57
Tabla 5.	Calendario desglosado por fases y meses para llevar a cabo la investigación prevista en el Proyecto.	61



1.-INTRODUCCIÓN

Desde 2011, la Comisión Europea evalúa cada 3 años una lista de Materias Primas Críticas (en adelante, CRMs) para la economía de la UE dentro de su Iniciativa de Materias Primas. La primera lista se publicó en 2011, siendo la última de 2023, en la que se incluyen 34 CRMs, la mayoría de ellas imprescindibles para la transición energética, así como para el desarrollo de nuevas tecnologías. Es debido a esta tendencia, que el 13 de Noviembre de 2023 se aprobó la Ley de Materias Primas Críticas (*Critical Raw Materials Act*)" del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, que establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas críticas".

La Ley identifica una lista de materias primas críticas, que son cruciales para las tecnologías importantes para las ambiciones ecológicas y digitales de Europa y para las aplicaciones de defensa y espaciales, al tiempo que están sujetas a posibles riesgos de suministro en el futuro. Por ejemplo, Europa depende de China para el 98% de sus necesidades de **tierras raras**, el 97% de su suministro de **litio** y el 93% de su suministro de **magnesio**.

Hay que enfatizar que el mineral que principalmente se va a investigar en este proyecto es el **antimonio** perteneciente a los CRMs desde la primera lista de la UE de 2011, incluido en la lista de materias primas fundamentales para la UE, definidas en el anexo II del Reglamento (UE) 2024/1252, de 11 de abril de 2024, que regula dicha Ley. El antimonio es raro en la corteza terrestre y tiene una abundancia en la corteza superior de sólo 0,4 ppm (Rudnick y Gao, 2003).

El antimonio es un mineral importante que se utiliza ampliamente en las sociedades industrializadas modernas. El elemento confiere fuerza, dureza y resistencia a la corrosión a las aleaciones que se utilizan en muchas áreas de la industria, incluidas las baterías de almacenamiento de plomo-ácido. El uso principal del antimonio es como retardante de fuego en equipos de seguridad y en artículos para el hogar. Este es uno de los usos donde es más difícil su sustitución.

Se espera que el consumo mundial de antimonio aumente, principalmente en las aplicaciones de uso: retardante de llama, baterías de plomo-ácido y plásticos.

China es el principal productor mundial de minerales y concentrados de antimonio y de metal y óxidos de antimonio. Es importante resaltar que en la UE no se extraen minerales de antimonio ni se producen concentrados de antimonio. La UE es un importador neto de minerales y concentrados de antimonio, con una dependencia de las importaciones del 100%. Es debido a esta dependencia por lo que la UE lo considera como CRM desde 2011.



2.-LOCALIZACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN SOLICITADO

La Empresa **Exploraciones de Recursos Minerales, S.L.U.** (de aquí en adelante **ERM**), con NIF B-37476462 y domicilio Carretera SA-322, Km. 30, 37495 Retortillo (Salamanca), España; ha solicitado el Permiso de Investigación (P.I.) “ALVÓN” (nº 3.576), sobre una superficie de **90** Cuadrículas Mineras, en los términos municipales de Ateca, Carenas, Castejón de las Armas, Munébrega, Valtorres y la Vilueña, en la provincia de Zaragoza, dentro de la Hoja Nº 437 (Ateca) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Se ha solicitado para antimonio y todos los recursos minerales incluidos en la Sección C, según el Artículo 40 de la Ley de minas y el Artículo 59 del Reglamento General para el Régimen de la Minería.

La empresa ERM cumpliendo con la normativa vigente, a continuación, presenta el siguiente Programa de trabajo que va a desarrollar en el mencionado Permiso de Investigación.

Las vías de comunicación son buenas, se accede a la zona del P.I. desde Ateca, por la carretera A-1501 en dirección a Carenas, o bien tomando la carretera A-2505 en dirección Valtorres y La Vilueña.

El P.I. se centra en las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, Leonor y Aragón/El Fraile que serán el principal objetivo de la investigación, junto con las de La Albarda y Tablares.

El P.I. “ALVÓN” (nº 3.576) queda definido por las siguientes coordenadas geográficas, que pueden verse en la Tabla 1.

Vértice	Latitud (*)	Longitud (*)	UTM X (**)	UTM Y (**)
Pp-1	41° 18' 40" N	1° 48' 00" W	600447	4573989
2	41° 18' 40" N	1° 46' 20" W	602772	4574021
3	41° 18' 20" N	1° 46' 20" W	602781	4573404
4	41° 18' 20" N	1° 46' 00" W	603246	4573411
5	41° 18' 00" N	1° 46' 00" W	603255	4572794
6	41° 18' 00" N	1° 45' 20" W	604185	4572808
7	41° 17' 40" N	1° 45' 20" W	604194	4572191
8	41° 17' 40" N	1° 45' 00" W	604659	4572197
9	41° 16' 20" N	1° 45' 00" W	604694	4569730
10	41° 16' 20" N	1° 44' 00" W	606090	4569751
11	41° 15' 40" N	1° 44' 00" W	606108	4568517



Vértice	Latitud (*)	Longitud (*)	UTM X (**)	UTM Y (**)
12	41° 15' 40" N	1° 43' 00" W	607504	4568538
13	41° 14' 40" N	1° 43' 00" W	607532	4566687
14	41° 14' 40" N	1° 45' 40" W	603808	4566633
15	41° 15' 20" N	1° 45' 40" W	603790	4567867
16	41° 15' 20" N	1° 46' 00" W	603325	4567860
17	41° 16' 00" N	1° 46' 00" W	603307	4569094
18	41° 16' 00" N	1° 47' 00" W	601911	4569074
19	41° 16' 40" N	1° 47' 00" W	601894	4570308
20	41° 16' 40" N	1° 47' 20" W	601428	4570301
21	41° 17' 00" N	1° 47' 20" W	601420	4570918
22	41° 17' 00" N	1° 48' 00" W	600489	4570905
Pp1	41° 18' 40" N	1° 48' 00" W	600447	4573989

(*) – Coordenadas geográficas referidas al Datum ETRS89

(**) – Coordenadas UTM referidas al Datum ETRS89 huso 30

Tabla 1. Coordenadas del P.I. “ALVÓN”.

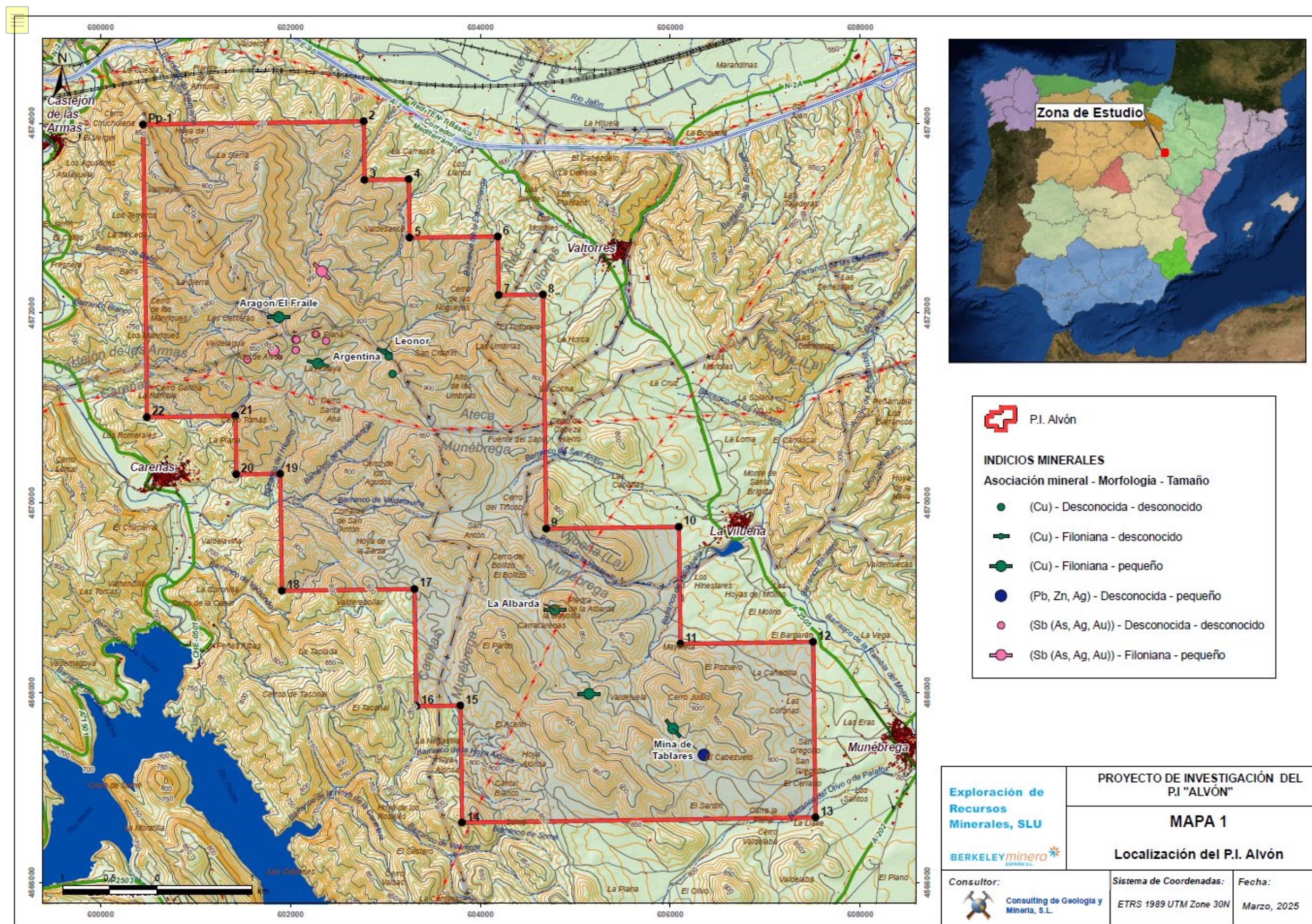


Figura 1. Situación geográfica del P.I. "Alvón" (nº 3.576), al sur de Ateca, con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, (Mapa 1, Anexo 1).

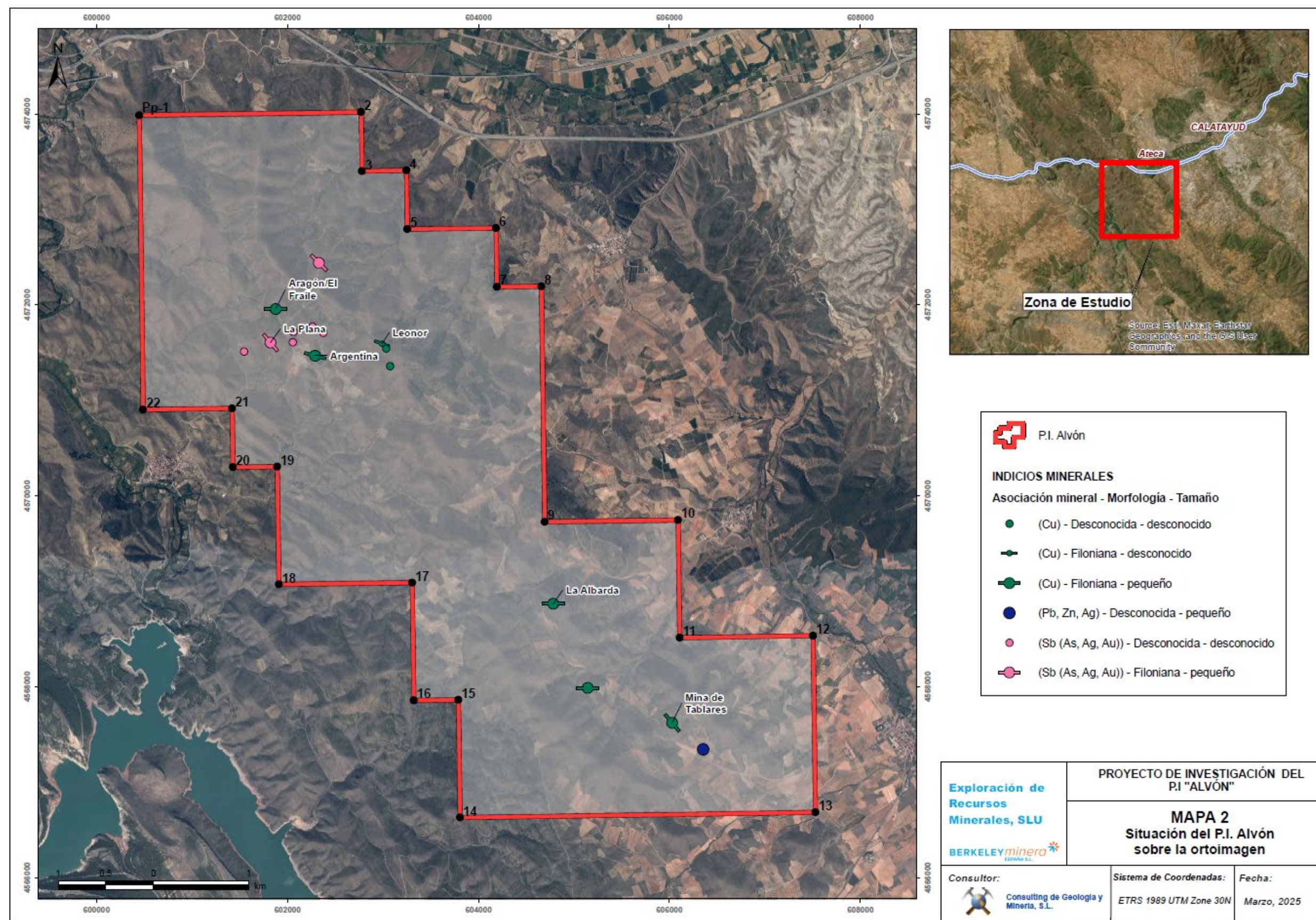


Figura 2. Situación del P.I. "Alvón", con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, sobre la ortoimagen, (Mapa 2, Anexo 1).



3-.CLIMA Y TOPOGRAFÍA

La zona del P.I. se encuentra a una altitud aproximada de 700-800 m sobre el nivel del mar, en un valle formado por el río Jalón. Esta altitud, junto con la disposición geográfica de la zona, influye de manera significativa en las condiciones climáticas locales. La presencia de montañas cercanas, como la Sierra de Pardos, crea microclimas y puede generar variaciones en las precipitaciones y las temperaturas en diferentes áreas de la comarca.

El clima del área se encuadra en la categoría de mediterráneo continentalizado que se caracteriza por (Figura 3):

- **Veranos muy calurosos:** Las temperaturas en verano pueden superar fácilmente los 35°C, con algunas olas de calor que incrementan las temperaturas diurnas por encima de los 40°C.
- **Inviernos fríos:** Durante los meses de diciembre, enero y febrero, las temperaturas pueden bajar considerablemente, llegando a rozar los 0°C e incluso descendiendo por debajo de cero en algunas noches, lo que da lugar a heladas.
- **Poca precipitación:** La zona experimenta un régimen de precipitaciones moderado con una media anual de alrededor de 300-400 mm, siendo los meses más lluviosos marzo, abril y octubre. El resto del año tiende a ser más seco, con veranos especialmente áridos.
- **Grandes oscilaciones térmicas:** La diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias es significativa, especialmente en los meses de primavera y otoño. Esto se debe tanto a la altitud de la zona como a su ubicación continental, lejos de la moderación que aportan los mares.

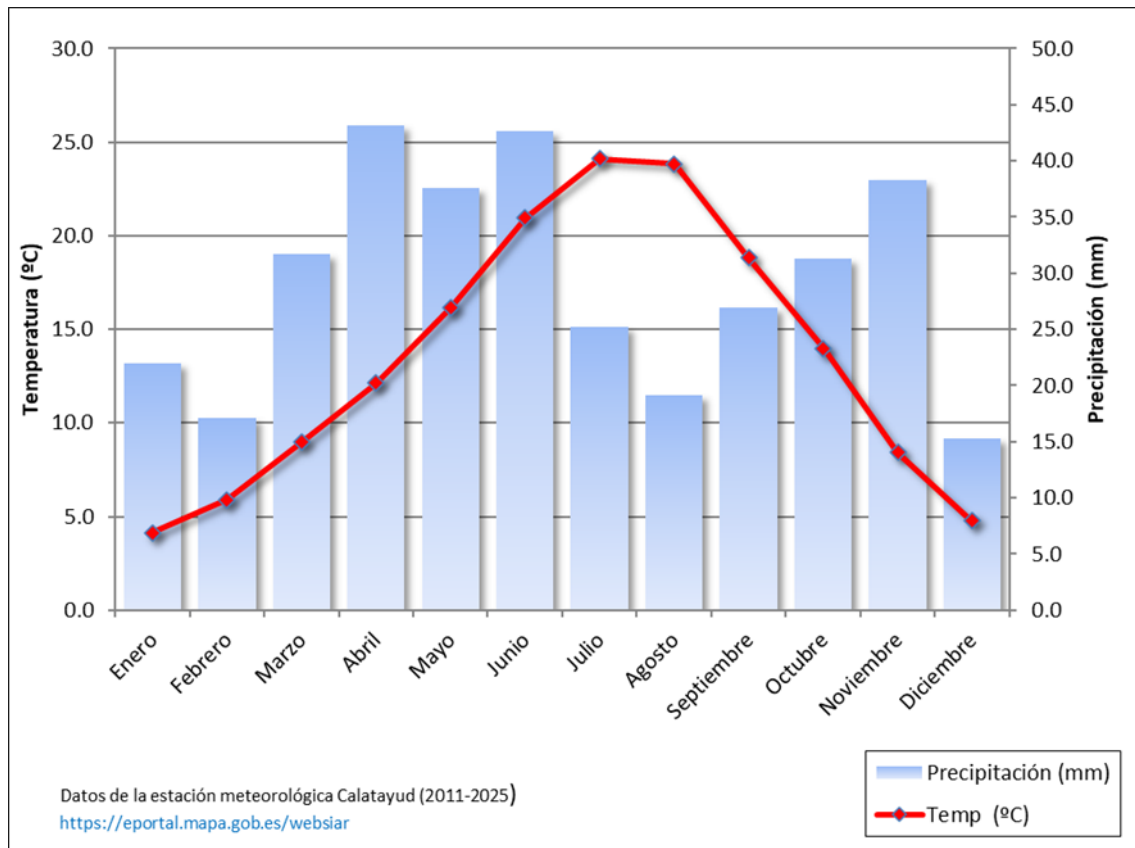


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Calatayud (2011-2025).

La zona del P.I. se sitúa en la comarca de Calatayud. Está emplazada en el valle del río Jalón, un afluente del Ebro que cruza la zona y desempeña un papel fundamental tanto en la configuración geográfica como en el aprovechamiento del agua en la región.

La zona de estudio presenta una altitud 700-800 metros y el resultado de una compleja interacción de factores geológicos, climáticos e hidrológicos que han modelado su paisaje a lo largo de millones de años.

El P.I se sitúa en una zona de transición entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro. Las litologías predominantes son areniscas, cuarcitas y pizarras, que han sido erosionadas a lo largo del tiempo, conformando un paisaje de colinas y valles encajados (Figura 4).

El relieve de la zona se caracteriza por las siguientes unidades:

- **Valles Fluviales.** El río Piedra, afluente del río Jalón, es el principal curso de agua de la zona, al oeste del P.I. pero fuera del mismo. Este valle presenta laderas suaves y terrazas fluviales donde se han desarrollado suelos fértiles utilizados para la agricultura (Figura 1 y Figura 4).



- **Cerros.** Fuera de los valles fluviales, el paisaje se compone de lomas y cerros de altitudes moderadas, que no suelen superar los 800 metros. Estas elevaciones están formadas por los materiales paleozoicos (areniscas, cuarcitas y pizarras) y presentan una alineación NW-SE (Sierra de Pardos al SE del permiso), debido a que es la estructura general de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.
- El relieve desarrollado sobre los materiales Terciarios (al NE del P.I) es menos pronunciado, constituido por planicies en las que se encajan los arroyos formando cárcavas y barrancos (Figura 4).

La red hidrográfica de la zona del P.I. desempeña un papel fundamental en la configuración del relieve. Los ríos más importantes son afluentes del río Jalón; el río Piedra al oeste del P.I. y el Barranco La Cañada al este, ambos fuera de la zona de estudio, y con una orientación general N-S y NE-SW respectivamente (Figura 1 y Figura 4). Además, en la zona existen numerosos arroyos y pequeños ríos, la mayoría de ellos estacionales, debido al estiaje en verano.

Uno de los elementos más destacados de la hidrografía de la zona es el embalse de la Tranquera. Se localiza fuera del Permiso de Investigación a más de 5 km al SO de las zonas de indicios.

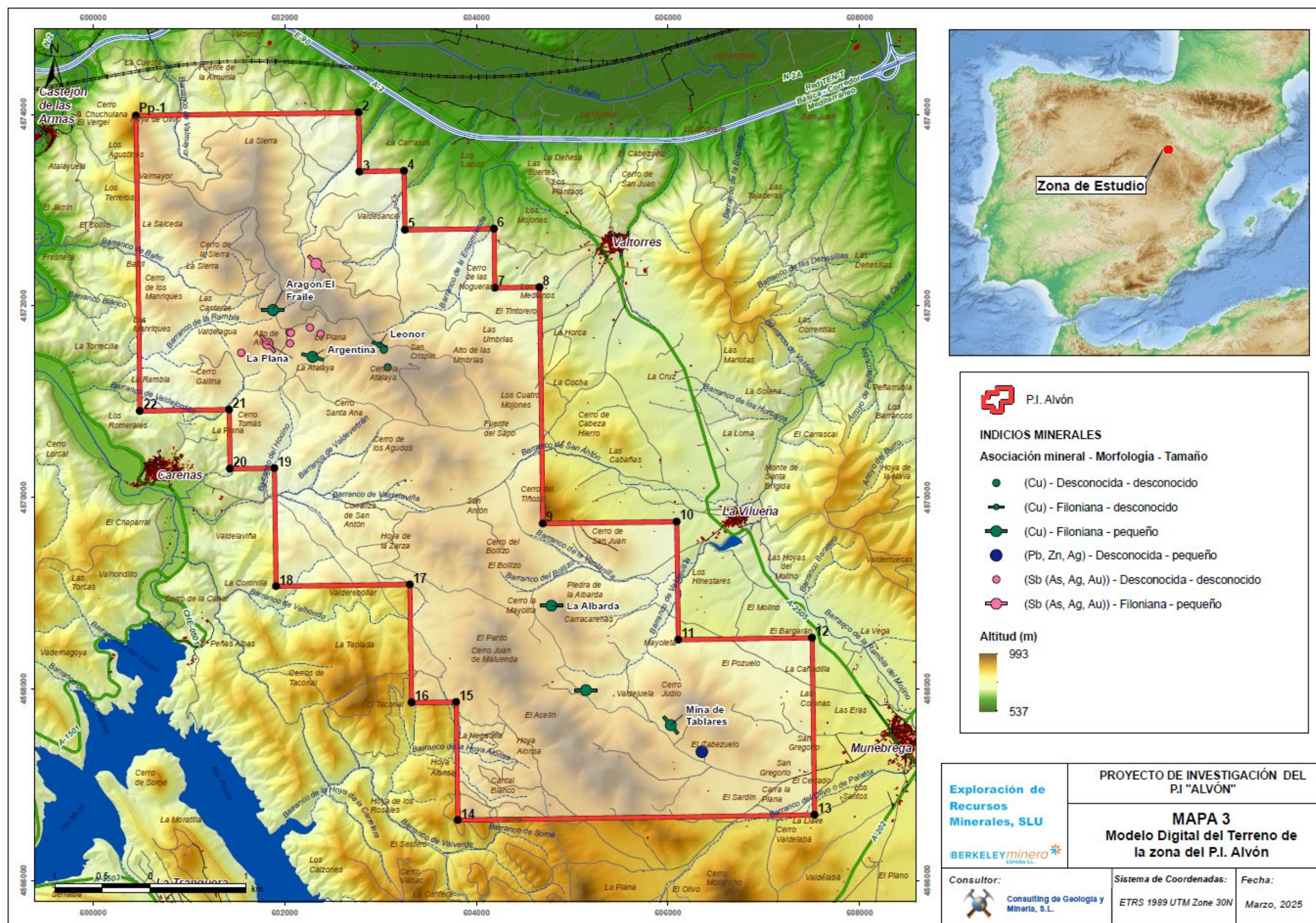


Figura 4. Modelo Digital del Terreno de la zona del P.I. "Alvón", (Mapa 3, Anexo 1).



4-.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El principal interés de la zona del P.I. es la investigación detallada de las mineralizaciones de **antimonio** de la zona situada al Sur de Ateca, que se presentan asociadas a paragénesis polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb, y en forma de sulfosales de Sb, principalmente de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana, Argentina y otros indicios de Sb que se encuentran en el P.I., (Figura 1 y Figura 7).

Desde el punto de vista geológico, estas mineralizaciones encajan en la Formación Valconchán, constituida por alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior (Tremadoc). Presentan diseminaciones de óxidos de Cu y Sb, junto con azurita y malaquita, principalmente en niveles cuarcíticos. También se observan notables silicificaciones.

Se han diferenciado dos tipos de mineralizaciones: estratoides y filonianas. Las estratoides son de carácter lenticular, y asociadas a niveles cuarcíticos en el techo de la Formación Valconchán. Las filonianas encajan en alternancias de pizarras y cuarcitas en la base de esta Formación. Es muy notable el control estructural de las mineralizaciones a favor de fallas de orientación WNW-ESE, NW-SE y E-W más accesorias. Por esta razón, se prestará especial atención al estudio de estas fallas y su cinemática (movimientos de desgarre) por las implicaciones que tienen sobre el control estructural de estas mineralizaciones.

El conocimiento de estas fallas es de gran importancia para la prospectividad, porque pueden favorecer las removilizaciones y dar lugar a la formación de bolsadas con enriquecimientos de las mineralizaciones.

Otro objetivo es el estudio de los resultados que se obtengan de las campañas de prospección geoquímica y geofísica, en busca de posibles anomalías geoquímicas de Sb existentes en la zona del P.I. y no descubiertas hasta la fecha. El estudio de estas mineralizaciones en profundidad todavía no ha sido suficientemente investigado, y los sondeos mecánicos previstos en el Proyecto de Investigación aportarán información de gran interés en este sentido.

La empresa está preparada para invertir en una investigación en esta zona de interés, con objeto de determinar si el área del P.I. realmente tiene un potencial minero en minerales de Sb susceptible de ser económicamente explotable. Con el programa de investigación que a continuación se presenta, se pretende, en los tres años de vigencia del P.I., poner de manifiesto las posibles zonas de interés en Sb, junto con las mineralizaciones polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb, y cumplir con la realización de todos los trabajos que se exponen en las diferentes fases de la investigación.



5-.CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES DE LA ZONA

La zona del P.I. “Alvón”, al sur de Ateca, está situada en las formaciones paleozoicas del Cámbrico-Ordovícico del sector occidental de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, (Figura 5) y las mineralizaciones se sitúan en la Formación Valconchán, dentro de la Serie Ibérica (Figura 6). Esta Formación está constituida por alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras del Cámbrico Superior- Ordovícico Inferior, Tremadoc (IGME, 1983).

La Formación Valconchán aflora extensamente en una amplia franja que cruza la zona del P.I., con una orientación NW-SE, dando un suave resalte morfológico. Los materiales de esta formación son capas de cuarcitas y areniscas de grano fino con abundantes intercalaciones de capas limolíticas (Benito et al., 1988). La potencia de estos materiales en la zona de Ateca alcanza los 520 m, y se interpretan como depósitos de llanuras mareales (IGME, 1983).

Desde un punto de vista estructural, la Serie Ibérica constituye un conjunto monoclinal con orientaciones principales NW-SE y buzamientos hacia el SW. El plegamiento fundamental es Varisco, detectándose al menos dos fases (Riba y Ríos, 1960-1962), con desarrollo de una esquistosidad de plano axial dominante, y pliegues de orientación NW-SE y vergencia hacia el NE.

A finales del Carbonífero la tectónica tardi-Varisca se manifiesta con la formación de fallas de desgarre de orientación NW-SE y WNW-ESE, junto con otras transversales de orientación NE-SW, siendo estas últimas más numerosas, pero menos importantes que las anteriores desde el punto de vista del control estructural de las mineralizaciones.

A comienzos del Pérmico algunas fallas se mueven en régimen extensional, dando lugar a la formación de fallas normales, por reactivación de las anteriores (WNW-ESE, NW-SE y NE-SW) dominantes y más accesorias las N-S y E-W, por ejemplo, en la mina El Fraile, produciéndose también a favor de estas fallas emisiones volcánicas de tipo intermedio-ácido.

La Cordillera Ibérica comenzó su desarrollo como una cuenca de rift a principios del Pérmico experimentando una etapa de extensión durante el Pérmico Superior. Entre el Pérmico y el Cretácico, la región fue una zona de sedimentación activa, localizada entre dos áreas continentales, el Macizo Varisco y el Macizo del Ebro.

En general, la Cordillera Ibérica se caracteriza por la ausencia de metamorfismo y por la falta casi total de una actividad magmática post-Varisca (Julivert et al., 1974).

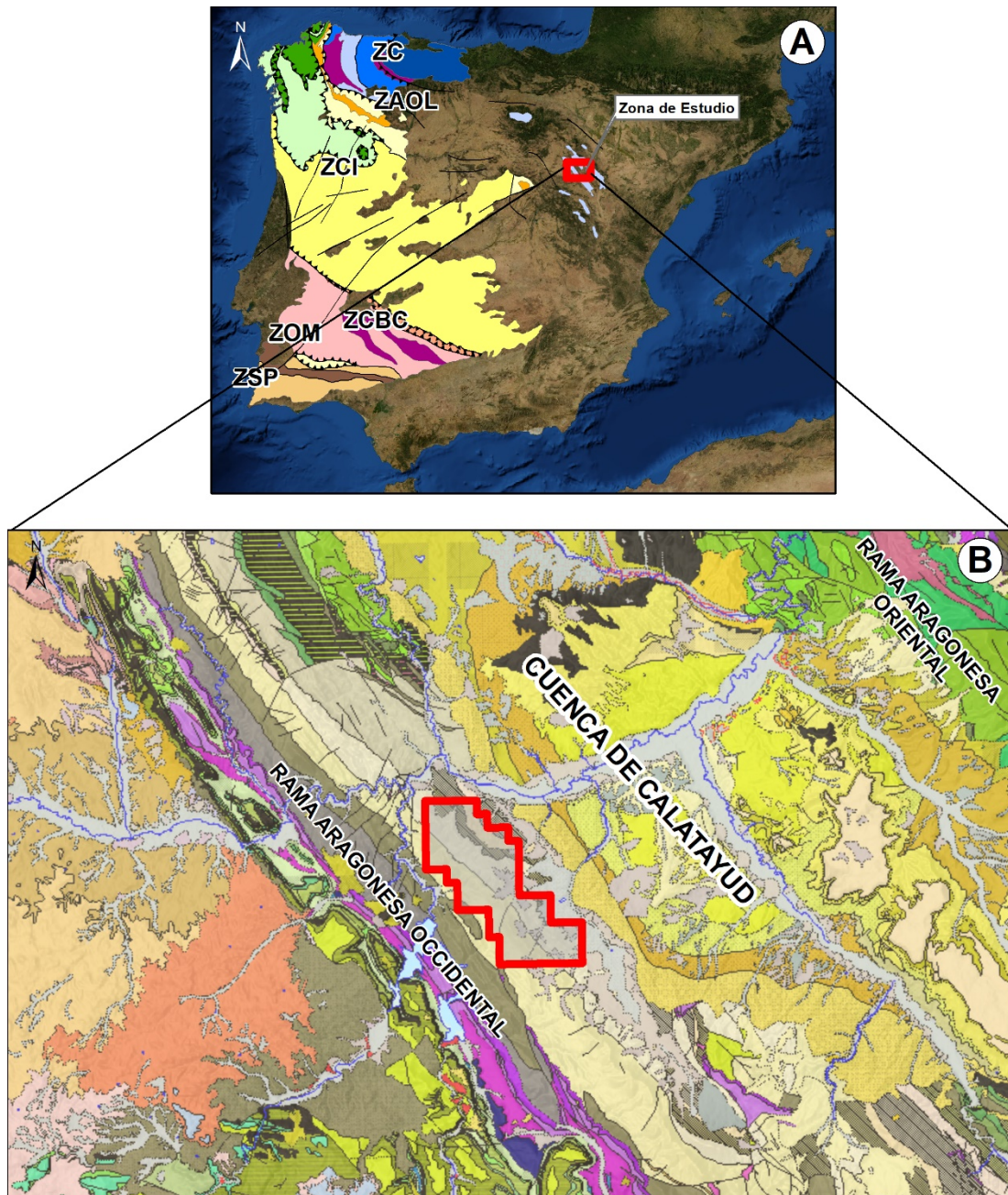


Figura 5. **A)** Dominios geológicos del Macizo Varisco; ZC=Zona Cantábrica. ZAOL=Zona Asturoccidental-Leonesa. ZCI = Zona Centroibérica. ZOM = Zona Ossa Morena. ZSP = Zona Sur portuguesa. ZCBC = Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba. **B)** Situación del P.I. "Alvón" en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Mapa Geológico continuo (GEODE) a escala 1:50.000 (Fuente: IGME).

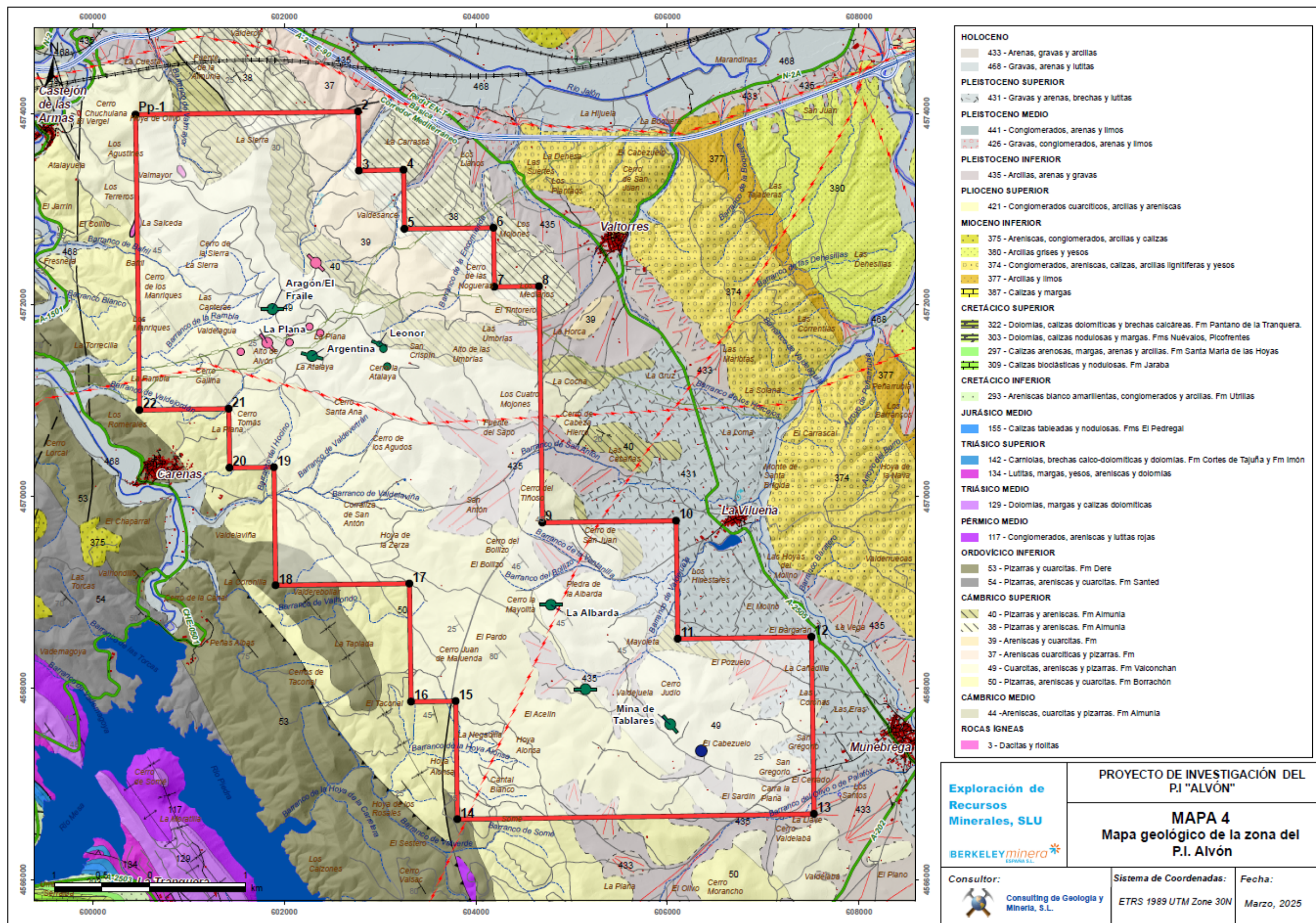


Figura 6. Mapa geológico de la zona del P.I. "Alvón", y localización de las principales minas de Cu-Pb-Zn-Sb, (Mapa 4, Anexo1).



6-. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS MINERALIZACIONES

La Cordillera Ibérica representa una excelente área para el estudio de diferentes estilos de mineralizaciones: depósitos estratoides, formaciones oolíticas de Fe, y los que son el objeto de estudio en la zona del P.I., los yacimientos filonianos polimetálicos de baja temperatura (Cu-Pb-Zn-Sb), registrados por su producción, ya desde época romana y explotados desde el siglo XVII, hasta principios del XX.

6.1-. MINERALIZACIONES DEL SECTOR NORTE DEL P.I.

Se trata de un conjunto de mineralizaciones de antimonio asociadas a paragénesis polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb. Las principales están situadas al NE de Carenas, en la provincia de Zaragoza, (minas Leonor, Aragón/El Fraile, y los indicios La Plana y Argentina, Figura 6 y Figura 7).

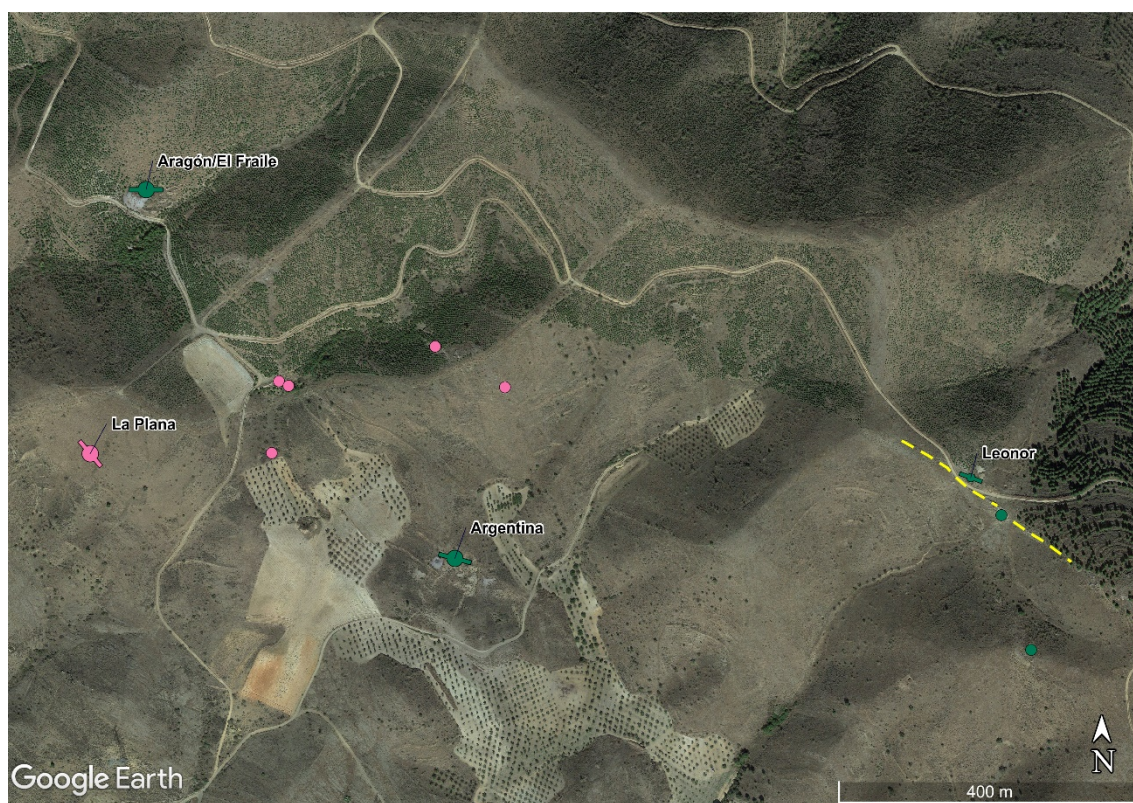


Figura 7. Situación de los indicios de Cu-Pb-Zn-Sb, al NE de Carenas, en la ortoimagen.

Estas mineralizaciones encajan en alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras de la Formación Valconchán (Figura 6 y Figura 1). Presentan diseminaciones de óxidos de Cu y Sb, junto con azurita y malaquita, principalmente en niveles cuarcíticos. También se observan notables silicificaciones.



Se han diferenciado dos tipos de mineralizaciones (Gallego et al., 1987):

- Mineralizaciones estratoides, de carácter lenticular y asociadas a niveles cuarcíticos en el techo de la Formación Valconchán. La morfología es de tipo estratiforme, aunque son frecuentes las removilizaciones en facies brechoides, a favor de fallas de orientaciones WNW-ESE y NW-SE, comprendidas entre N120°E y N140°E, con buzamientos de 65° a 75°N.
- Mineralizaciones filonianas, situadas en alternancias de pizarras y cuarcitas en la base de la formación Valconchán. Estas mineralizaciones aprovechan las fallas mencionadas, de orientación principal WNW-ESE y NW-SE, rellenando zonas de brechas dentro de estas fallas.

La paragénesis de estas mineralizaciones está constituida por: galena, calcopirita, pirita, **sulfoantimoniuros de Pb y estibina**, junto con **ocres de Sb** y abundantes carbonatos, principalmente azurita y malaquita (Gumiel, 1982).

Una de las características mineralógicas de la mayoría de los yacimientos filonianos de tipo polimetálico en la zona del P.I. es la presencia de sulfosales, si bien hay pocos estudios en los que se caractericen estos minerales (ej. Gumiel y Arribas, 1987; Benito et al., 1988).

Desde un punto de vista genético, aunque es un tema sujeto a debate, se puede pensar en un origen hidrotermal de estas mineralizaciones, relacionado probablemente con el magmatismo calcoalcalino de edad pérmica de la Cordillera Ibérica (Benito et al., 1988).

El medio encajante

Las rocas encajantes de estas mineralizaciones son principalmente cuarcitas, areniscas y pizarras de la Formación Valconchán, del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior-Tremadoc- (Figura 6). Son materiales depositados en una plataforma somera en un ambiente intermareal, entre los que se reconocen varias secuencias negativas relacionadas con ascensos epirogénicos de las áreas fuentes.

Las principales características paleogeográficas son cambios laterales de facies bruscos, estructuras sedimentarias que señalan una dirección de transporte de sedimentos E-W y que implican un medio nerítico. Por otra parte, las alternancias de areniscas y pizarras contienen niveles poco potentes de turbiditas (Gutiérrez Maroto, 1979).



6.1.1.- MINA LEONOR

Se trata de una antigua explotación de Antimonio y Plomo, que se desconoce desde cuándo estuvo en funcionamiento. Probablemente, desde principios del siglo XX y estuvo activa hasta la década de 1950. La mina está situada en la ladera noroeste del cerro La Atalaya, entre Ateca, Carenas y Castejón de las Armas (Figura 1).

6.1.1.1.- Labores mineras

Hay 2 bocaminas de entrada, una mediante un pozo de 39 metros de profundidad, y otra que constituye la única galería horizontal accesible de 310 m. Hay varios pozos vallados con escombreras (Foto 1 y Foto 2).

La orientación de las labores es WNW-ESE y NW-SE, siguiendo las estructuras filonianas mineralizadas que aprovechan fallas de esas orientaciones (Figura 6).

En el interior de la mina hay un pozo vertical inundado, que podría comunicar con una posible galería inferior (Figura 8). Hacia el sur se han localizado tres pozos más, dos de ellos cerrados con vallas (<https://minasolvidadasaragon.org/minas/mina-leonor/>).



Foto 1. Pozo Oeste vallado de la Mina Leonor.



Foto 2. Panorámica de la escombrera y dos pozos vallados de la mina Leonor.



Foto 3. Escombreras en la prolongación SE de las estructuras mineralizadas de la mina Leonor.

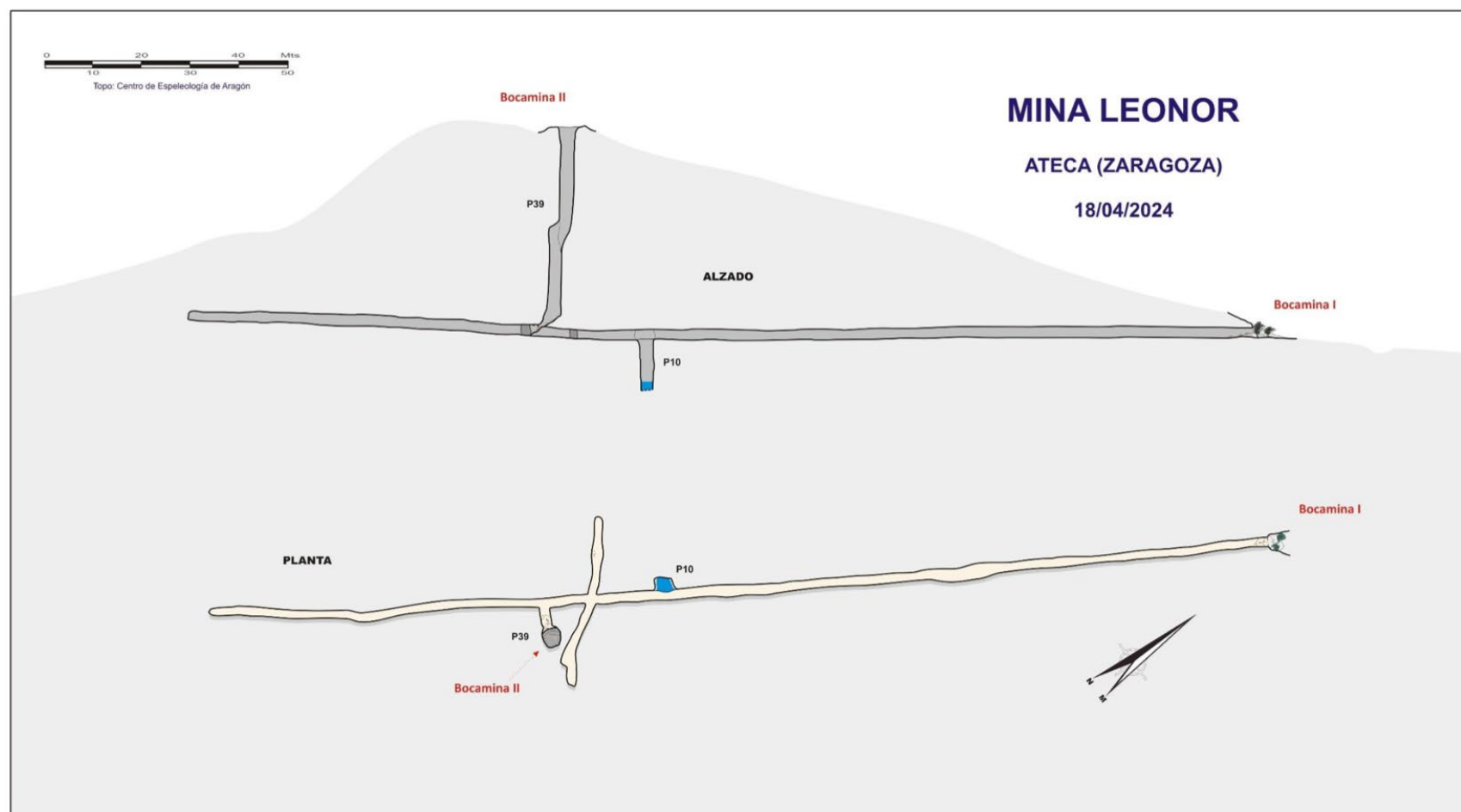


Figura 8. Topografía de la mina Leonor realizada por Mario Gisbert del CEA (Fuente: <https://minasolvidadasaragon.org/minas/mina-leonor/>).



6.1.1.2.- Características mineralógicas: Paragénesis mineral

La paragénesis de la mina Leonor está constituida por los siguientes minerales (Benito et al., 1988):

- Minerales primarios: heteromorfitita, galena, esfalerita, bournonita, calcopirita (Foto 4), pirita, ullmanita y tetraedrita.
- Minerales de alteración superficial: óxidos de antimonio, covellina, malaquita (Foto 5) y óxidos de hierro.
- Minerales de la ganga: cuarzo, baritina, carbonatos.

La paragénesis de estas mineralizaciones es parecida al tipo **c.q.Pb-Ag-Sb** de Gumiel (1982), aunque presenta diferencias, como que la ganga no es de carbonatos mayoritarios y cuarzo accesorio, sino a la inversa, y el mineral mayoritario no es la galena sino los sulfoantimoniuros de Pb (heteromorfitita, Benito et al., 1988),



Foto 4. Calcopirita en ganga de cuarzo de la mina Leonor.

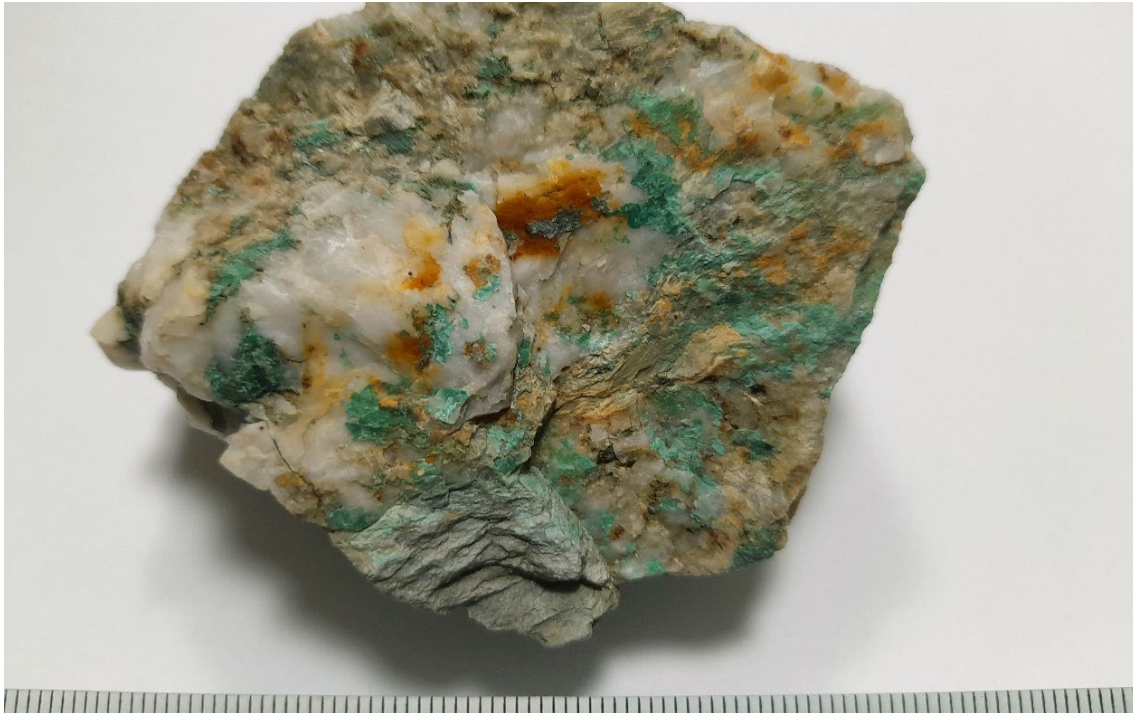


Foto 5. Muestra de malaquita en ganga de cuarzo de la mina Leonor.

6.1.2-. MINA ARAGÓN/EL FRAILE

La mina Aragón/ El Fraile se encuentra aproximadamente a 3 km al NE de la localidad de Carenas. La explotación data del siglo XIX por su contenido en galena argentífera (Donayre, 1873), aunque en indicios próximos a esta mina, se han encontrado sulfosales de Sb (Benito et al., 1988).

La mina El Fraile se trata de una mineralización filoniana, que aprovecha una falla de orientación general E-W, con una longitud aproximada de unos 150 m, y que encaja en las areniscas y cuarcitas del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior (Rubio Cárdenas, 2018-2019).

La mineralización filoniana fue explotada siguiendo la orientación E-W de la falla mencionada. Hoy día las labores se encuentran cegadas, y se construyó una galería de acceso, perpendicular a la dirección de la estructura mineralizada, la cual no es accesible ahora debido a un colapso del techo.

En la actualidad, se observan dos pozos verticales cegados, y también hay alguna escombrera en la que se pueden obtener algunas muestras (Foto 6).



Foto 6. Panorámica de las escombreras de la mina Aragón /El Fraile. Foto Rubio Cárdenas, (2018-2019).

En el filón de la mina El Fraile hay galena y óxidos de Sb, junto con pequeñas cantidades de esfalerita, calcopirita, pirita y trazas de bournonita y ullmanita (Benito y Vergara, 1992).

Aunque algunos estudios de yacimientos próximos a la mina El Fraile (Benito et al., 1988) mencionan la presencia de sulfosales con Sb, hasta el trabajo de Rubio Cárdenas, (2018-2019) no existía ningún estudio previo que mostrara en detalle la mineralogía de la mina El Fraile.

6.1.2.1.- Características mineralógicas: Paragénesis y sucesión mineral

En la mina El Fraile la paragénesis está compuesta principalmente por dos fases de los siguientes minerales (Rubio Cárdenas, 2018-2019), y es similar a la de la mina Leonor:

- Minerales primarios: galena, bournonita y cantidades minoritarias de esfalerita, plumosita, pirita y famatinita.
- Minerales de alteración: anglesita que proviene de las fases con Pb, y covellita a partir de la alteración de minerales de Cu.
- Minerales de la ganga: cuarzo y siderita.



La sucesión mineral muestra cuatro etapas de precipitación: 1) En la primera se formó pirita, ullmanita, calcopirita y tetraedrita minoritaria. 2) En la segunda, heteromorfitas mayoritarias. 3) En la tercera precipitó galena, bournonita y esfalerita. 4) Finalmente, en la cuarta etapa precipitó barita. Minerales de alteración; se encuentran óxidos de Sb, covellita y óxidos de Fe, y como minerales de la ganga cuarzo, barita y carbonatos.

Benito et al., (1988) también encontraron esta paragénesis similar al tipo Pb-Ag-Sb de Gumiel y Arribas (1987), si bien también presentaba diferencias, por lo que sugirieron clasificarlas como del tipo Pb-Sb.

6.2-. MINERALIZACIONES DEL SECTOR SUR DEL P.I.

Al SE de la zona del P.I. destaca la mina de Tablares (Figura 6), que es una mineralización filoniana de Cu, a favor de fallas de orientación NW-SE y que puede también presentar sulfosales de Sb. Es un indicio del que no se tiene más información.

Otro indicio es La Albarda, situado en el sector sur del P.I., al suroeste de la población de La Vilueña (Figura 1). Se trata de una mineralización filoniana de Cu-Pb-Zn-Sb, con una rafa de orientación E-W, a favor de una falla de esa misma orientación (Figura 9).



Figura 9. Situación del Indicio de Cu-Pb-Zn-Sb La Albarda, al sur de la zona del P.I. Rafa de orientación E-W, siguiendo una falla de esa orientación.



Estos indicios encajan también en la Formación Valconchán, constituida por alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior (Figura 6).

En el Proyecto de Investigación que se presenta, se ha planificado el estudio de todos los indicios de la zona del P.I., para evaluar su posible interés para mineralizaciones de Sb, y las asociaciones minerales polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb.

6.3-. CONTROL ESTRUCTURAL DE LAS MINERALIZACIONES

Las mineralizaciones de Sb, objeto de estudio en la zona del P.I. “ALVÓN”, están asociadas a paragénesis polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb (ej. minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana, Argentina, La Albarda y Tablares, Figura 6 y Figura 7).

Estas mineralizaciones muestran un marcado control estructural, principalmente a favor de fallas con las siguientes orientaciones:

- Fallas con orientaciones WNW-ESE y NW-SE, (entre N110°E y N140°E), con buzamientos comprendidos entre 65° y 80°N. Las principales mineralizaciones a favor de fallas NW-SE son las de las minas Leonor, Argentina, La Plana y Tablares (Figura 7).
- Fallas con orientación principal E-W. Las principales mineralizaciones que aprovechan estructuras asociadas a fallas con orientación E-W son las de la mina Aragón/El Fraile, y La Albarda que tiene una rafa de orientación E-W situada en la zona sur de la zona del P.I., (Figura 9).

El control estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb, a favor de fallas, en la zona del Permiso es uno de los criterios principales de prospectividad que se utilizarán en el Proyecto de Investigación que aquí se presenta. Las mineralizaciones se encuentran en estructuras, como son bolsadas lenticulares, o en zonas de brechas asociadas a estas fallas.

Se prestará especial atención al control que ejercen las fallas de orientaciones WNW-ESE, NW-SE y E-W en las mineralizaciones de Sb y Cu-Pb-Zn-Sb de la zona del P.I.

Otro criterio de prospectividad es comprobar las zonas de intersección de estos sistemas de fallas, como posibles zonas de interés para la búsqueda de enriquecimientos de las mineralizaciones.



7-.EXPLORACIÓN MINERA PREVIA

Después de consultar las Bases de Datos del IGME, no se ha encontrado información sobre ningún proyecto de exploración minera que se haya realizado en la zona del P.I.



8.-TÉCNICAS PARA LA EXPLORACIÓN DE MINERALIZACIONES DE ANTIMONIO EN LA ZONA DEL P.I.

A continuación, se describen una serie de técnicas de exploración que pueden emplearse en la investigación de este tipo de mineralizaciones, y que serán muy útiles a la hora de desarrollar el Proyecto de Investigación que aquí se presenta.

1. Cartografía geológico-minera sobre el terreno a diferentes escalas. Se estudiarán las características litológicas de las rocas encajantes de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb del área del P.I., prestando especial atención a los posibles controles estratigráficos de los materiales donde se ubican las mineralizaciones.
2. Estudio estructural de las mineralizaciones. Se establecerá con precisión el control estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb en la zona del P.I. como uno de los criterios principales de prospectividad. Se prestará especial atención al control que ejercen las fallas de orientación NW-SE y E-W en las mineralizaciones, destacando la intersección de ambos sistemas de fallas, como zonas de interés para la búsqueda de posibles enriquecimientos.
3. Geoquímica de suelos. La geoquímica de suelos es un método válido para poner de manifiesto anomalías de Sb y sulfosales de Sb, que posteriormente puedan ser evaluadas en detalle, cerrando mallas en las zonas anómalas y finalmente comprobación con sondeos. Se aplicarán técnicas de *Análisis Fractal*, *Multifractal* y *Mapas de Singularidad* para el estudio de las anomalías geoquímicas que se encuentren (Arias et al., 2011, 2012).
4. Mapas de densidad de fracturas y análisis en campo de los planos de falla. Análisis de las estrías para el estudio cinemático de fallas y zonas de brechificación con la discriminación de diferentes tipos de brechas; tectónicas, hidráulicas etc., que puedan tener importancia como receptores de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb.
5. Técnicas de geofísica. La adquisición de *imágenes ASTER*, y varios métodos de *Tomografías Eléctricas* y *especialmente Polarización Inducida* suelen ser eficaces para la definición de accidentes estructurales, como fallas en profundidad, huecos y cavidades que puedan albergar mineralizaciones etc., lo que puede ser importante para la prospección. Se contará con una empresa especializada en geofísica con prestigio y acreditación internacional, que será la responsable de este trabajo.



6. Sondeos de exploración minera. En todos los proyectos de investigación minera, y dependiendo de los resultados obtenidos en las fases previas de la investigación, se suelen realizar campañas de sondeos mecánicos, para comprobar la extensión de la mineralización, objeto de estudio en profundidad y en dirección. Si los resultados son positivos, se realizarán campañas de mayor detalle. Los sondeos se pueden realizar mediante el método de circulación inversa (RC) y/o el de recuperación de testigo continuo (DDH).



9-.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS

- Arias, M., Gumiel, P., Sanderson, D.J., Martín-Izard, A.** (2011). A multifractal simulation model for the distribution of VMS deposits in the Spanish segment of the Iberian Pyrite Belt. *Computers and Geosciences* 37, 1917–1927 p.
- Arias, M., Gumiel, P., Martín-Izard, A.** (2012). Multifractal analysis of geochemical anomalies: A tool for assessing prospectivity at the SE border of the Ossa Morena Zone, Variscan Massif (Spain). *Journal of Geochemical Exploration* 122, 101–112 p.
- Benito García, R., Gutiérrez Maroto, A. y Guijarro Galiano, J.** (1988). Metalogenia de las mineralizaciones filonianas de Pb-Sb de «Leonor» y «Aragón» (Ateca, Zaragoza). *Estudios Geológicos*, 44, 173-179 p.
- Benito García, R. y Vergara, A.** (1992). Mineralogía de sulfosales y sulfuros en los filones de Ateca, Cordillera Ibérica. *Boletín Geológico y Minero*. Vol.103-6. 78-85 p.
- Donayre, F. M.** (1873). Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza (Vol. 1). En: *Comisión del mapa geológico de España*. IGME. 128p. Madrid, Imp. Y Fund. de Manuel Tello.
- Gallego, M., Lunar, R., Gumiel, P.** (1987). Relaciones entre mineralizaciones estratoides y filonianas de Cu-Sb-Pb al sur de Ateca (Provincia de Zaragoza). *Bol. Soc. Española de Mineralogía*, 51-52 p.
- Gumiel, P.** (1982). Metalogenia de los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica. *Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca*, 324 p.
- Gumiel, P. y Arribas, A.** (1987). Antimony deposits in the Iberian Peninsula. *Economic Geology*, 82(6), 1453-1463 p.
- Gutiérrez Maroto, A.** (1979). Estudio metalogénico en la rama occidental del zócalo de la Cordillera Ibérica (prov. Soria-Zaragoza). *Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Dpto. Geología y Geoquímica*, 257 págs.
- IGME**, (1983). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 de la Hoja nº 437, Ateca. Mapa y memoria, con 67 p.
- Julivert, M., Fontboté, J. M., Ribeiro, A. y Conde, L.**, (1974). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. IGME, Madrid, 131 p.
- Riba, O. y Ríos, J. M.** (1960-62). Observations sur la structure du secteur Sud-Ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne). *In Livre Mém. P. Fallot, Mém. Soc. Geol. France*, 1, 275-290 p.
- Rubio Cárdenas, L.M.** (2018-2019). Caracterización Mineralógica, Textural y Química de la Mina “El Fraile”, Cordillera Ibérica. *Trabajo Fin de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza*, 20 p.
- Rudnick, R., Gao, S.** (2003). Composition of the continental crust, in: Rudnick, R.L. (Ed.), *The Crust*. In: Holland, H.D., Turekian, K.K. (Eds.), *Treatise on Geochemistry*, vol. 3. Elsevier–Pergamon, Oxford, 1–64 p.



10-. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se expone un detallado Programa de Investigación a realizar en la zona del P.I., diseñado para evaluar la importancia del Sb en las mineralizaciones polimetálicas de Cu-Pb-Zb-Sb de la zona, así como para explorar la existencia de otras mineralizaciones de interés en el área del P.I. Igualmente, el desglose presupuestario por fases de la investigación puede verse resumido en la Tabla 3 y detallado en la Tabla 4 (ver apartado 11-).

Este Plan de Trabajo sigue las pautas y normas de un proyecto de investigación geológico-minera en varias fases, comprendiendo desde la etapa previa de reconocimiento, hasta la fase de confirmación de la existencia de mineralizaciones de interés en la zona del P.I.

10.1-. FASE 1: ADQUISICIÓN DE DATOS, CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, CAMPAÑAS DE PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA DEL P.I.

10.1.1-. Adquisición, síntesis y evaluación de todos los datos disponibles de la zona del P.I.

Se llevarán a cabo estudios de gabinete para la adquisición, síntesis y evaluación de todos los datos disponibles de la zona del P.I. y de las mineralizaciones polimetálicas de Cu-Pb-Zn-Sb. En primer lugar, se realizará una recopilación y análisis de toda la información existente sobre la zona del Permiso. Por otra parte, se analizará toda la información que pueda obtenerse en la Jefatura de minas de Zaragoza y en el IGME, por si existiera algún proyecto de investigación en las proximidades de la zona del P.I.

Se investigará la existencia de algún sondeo en la zona, consultando la Litoteca del IGME en Peñarroya, Córdoba. De encontrarse algún sondeo, se volverán a examinar detalladamente los testigos (realización de “logs” detallados) y se realizarán muestreos de los tramos de interés de los testigos para su posterior análisis en los Laboratorios que se especifican en el apartado 14.5-.

La revisión y análisis de la información se llevará a cabo durante los primeros meses del proyecto de investigación. Es de esperar que en este tiempo se pueda analizar toda la información y quede preparada para su incorporación en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta labor será realizada por un técnico superior sénior, ayudado por un técnico superior o medio.



10.1.2-. Creación de una Base de Datos en un SIG para tener la información digitalizada y mejorar el conocimiento de la zona del P.I.

En esta fase se iniciará la creación de una Base de Datos geológico-mineros y ambientales de la zona del P.I. en un SIG, para tener la información digitalizada de la zona y llegar a construir un modelo geológico 3D preciso de las minas con sulfosales complejas de Cu-Pb-Zn-Sb y otros indicios en la zona del Permiso de Investigación.

La creación de una Base de Datos adecuada para el proyecto resulta fundamental para el manejo y gestión de la información, que sea útil y lo más fácilmente utilizable por los técnicos participantes en el proyecto.

La estructura de una Base de Datos (BDD) de manera simplificada y gestionada en un SIG se muestra en la Figura 10.

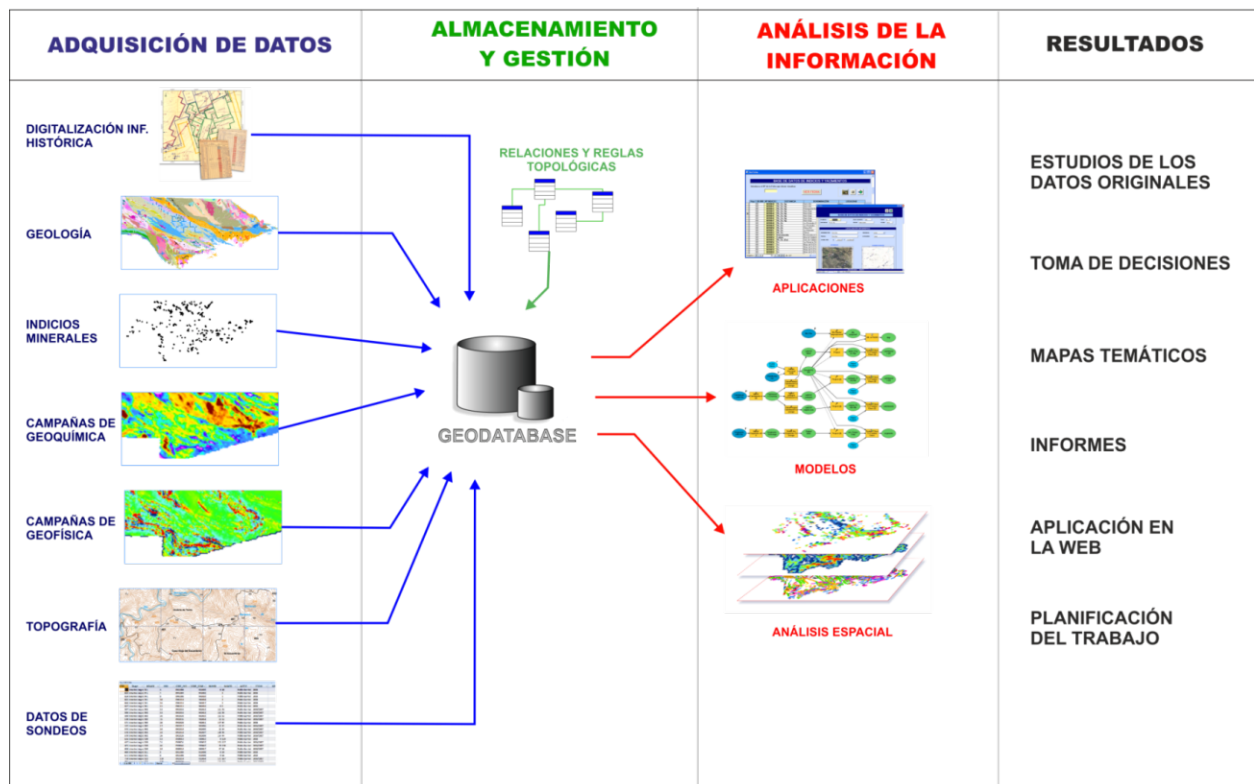


Figura 10. Diseño de la BDD con la información geológico-minera del proyecto y su gestión en un SIG.

A continuación, se resume la información que se almacenará en la BDD:

- **Cartografía geológica.** Estará compuesta por:
 - Litologías. Capas de polígonos en las que se almacenen las características principales de las diferentes unidades litoestratigráficas.



- Estructuras y contactos. Capa de líneas con la descripción de cada elemento.
- Elementos estructurales. Capa de puntos con los valores de las medidas de elementos estructurales, (S0 y S1, orientaciones de pliegues y fallas, etc.).
- **Indicios minerales.** Capa de puntos que almacenará toda la información de los indicios minerales (coordenadas, litologías, tipo de mineralización, etc.).
- **Planos de labores y secciones de las minas con sulfosales de Cu-Pb-Zn-Sb.** Capas de polígonos, líneas y puntos con información de cota (3D), que servirán para entender la disposición geométrica y espacial de los cuerpos mineralizados y su relación con las fallas. Esto servirá para la modelización geológica 3D de las estructuras mineralizadas.
- **Datos de geoquímica.** Serán almacenados como una capa de puntos según las coordenadas de las muestras (XY), a las cuales se les asociarán los resultados analíticos. Con estos elementos se podrán generar mapas de anomalías geoquímicas (ráster) mediante interpolación.
- **Ortoimágenes y/o imágenes de satélite.** Se almacenarán como ficheros ráster.
- **Datos de geofísica.** Se almacenarán, tanto en capas vectoriales (puntos y líneas), como también en ráster. Para el caso de los perfiles, la información que se obtenga se almacenará con información 3D.
- **Datos topográficos.** Capas vectoriales, principalmente de líneas, con información de altitud (curvas de nivel). Se utilizarán también datos LIDAR para generar Modelos Digitales del Terreno muy precisos.
- **Datos de sondeos.** Se creará una Base de Datos específica para el tratamiento de la información que se obtenga de las diferentes campañas de sondeos.
- **Datos ambientales.** La empresa que lleve a cabo esta tarea facilitará la información ambiental en formato adecuado, para poderla integrar en la Base de Datos del proyecto, para que pueda ser utilizada durante la toma de decisiones y planificación de los trabajos. Se incluirán tanto datos ambientales públicos (delimitación de espacios protegidos) como aquellos indicados en los informes sectoriales y generados durante la tramitación ambiental de la solicitud del P.I.

Para la incorporación de los datos se generarán los correspondientes manuales de uso, de forma que haya una estructura uniforme y facilite la entrada de la información al sistema de gestión.



Dedicación y medios

La elaboración de esta Base de Datos se realizará al comienzo del proyecto, de forma que la información histórica que se vaya recopilando pueda ser incorporada al sistema rápidamente. Igualmente, las bases topográficas y geológicas, así como cualquier otra información derivada de estudios regionales, serán también incorporadas al principio, cuando se haya consolidado el sistema informático y la estructura de la BDD. Se estima que esta estructura de gestión de la información quede lista en los primeros meses de trabajo.

Esta labor será llevada a cabo por 2 técnicos superiores con experiencia en este tipo de estructuras de manejo de la información geológico-minera. La razón de que sean 2 técnicos los que trabajen en el tema es por cubrir, por un lado, los aspectos de georreferenciación de la exploración, y por otro, los conocimientos geológicos y evaluación de yacimientos.

Para la gestión de la información se utilizará un software como ArcGIS®, Geosoft, etc., para el intercambio de información, especialmente de los datos puntuales, se utilizará Excel, ya que la mayoría del software especializado trabaja con tablas almacenadas en este formato.

10.1.3-. Cartografía geológica y análisis estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb como criterio principal de prospectividad

Descripción de la tarea

La cartografía geológico-minera del área del Permiso se realizará sobre el terreno a escalas apropiadas (1:25.000, y de mayor detalle 1:10.000, o bien 1:5.000) para los intereses de la exploración minera, con ayuda de las últimas tecnologías de fotointerpretación, utilizando ortoimágenes y/o imágenes de satélite multiespectrales.

Desde un punto de vista estratigráfico, se prestará especial atención a la Formación Valconchán, constituida por alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior (Tremadoc), porque son las rocas encajantes de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb de la zona del P.I. (Figura 6).

Desde un punto de vista estructural, se enfatizará en la toma de datos estructurales de las fallas NW-SE y E-W que son las que principalmente controlan las mineralizaciones de la zona del P.I. Las fallas NW-SE controlan las mineralizaciones de las minas Leonor, Argentina, La Plana y Tablares, y las fallas E-W controlan las mineralizaciones de la mina Aragón/El Fraile y la Albarda. El conocimiento de estas fallas es de gran importancia para



la prospectividad de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb en el área del Permiso. En este sentido, se realizará una cartografía subterránea de la mina Leonor, ya que es factible la entrada por una bocamina situada en el cerro (Figura 8), prestando especial atención al estudio de las fallas y su control de la mineralización.

Estas fallas actuaron como canales para el flujo de las soluciones mineralizadoras, enriquecidas en mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb. Por consiguiente, se prestará especial atención a la presencia de estructuras favorables para la concentración mineral.

Se estudiará en detalle la cinemática de estas fallas (movimientos de desgarre) y el desarrollo de brechas tectónicas y/o hidráulicas. Estas fallas pueden producir removilizaciones, que pueden ser de gran interés para la localización de bolsadas con enriquecimientos de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb. Si fuera posible, se trataría de cuantificar los desplazamientos que hayan podido tener estas fallas, como resultado de los movimientos de desgarre. También es importante el estudio de las reactivaciones de las fallas y sus implicaciones metalogénicas.

Por lo tanto, se tomarán todos los datos geológicos y estructurales posibles, incluyendo medidas de estratificación, esquistosidad, orientación de los pliegues, cizallas, grietas de tensión, estrías, cabalgamientos y fallas.

En el análisis de las fallas para determinar el sentido del movimiento, los indicadores cinemáticos más comunes son las estrías o fibras de deslizamiento, que se forman durante el movimiento de las fallas.

También es importante el estudio de las relaciones de conectividad de los sistemas de fallas, la densidad de mineralizaciones en el área, y las secuencias de deposición de los minerales. Estos criterios pueden muy útiles para la prospección de las mineralizaciones en el área del P.I.

Todos los datos se localizarán con precisión en campo mediante GPS, y posteriormente se integrarán en la BDD para generar los diferentes mapas geológicos y estructurales de la zona del P.I.

Las escalas de trabajo se determinarán en base a las necesidades que el trabajo de campo requiera, combinando diferentes escalas que sirvan para precisar el modelo geológico, de cara a un éxito en la exploración minera de la zona del Permiso.



Dedicación y medios

Dada la importancia de las conclusiones que se pueden obtener en este trabajo, se estima que su duración puede extenderse durante unos 3 meses. El trabajo será llevado a cabo por 2 técnicos superiores especialistas en el tema.

Para el tratamiento de datos estructurales se utilizarán programas específicos de geología estructural, como TectonicsFP© y se utilizará el software ArcGIS© para todo el control del trabajo.

Los trabajos de cartografía geológica de campo estarán apoyados por estudios microscópicos de láminas delgadas y probetas pulidas, sobre el número de muestras que sean necesarias para caracterizar petrológicamente las rocas encajantes, y también completar el conocimiento de las paragénesis y asociaciones minerales de los indicios en la zona del P.I.

Las alteraciones hidrotermales también son muy importantes para la prospección y su estudio requiere, además de los estudios petrológicos correspondientes, de otras técnicas más sofisticadas de Difracción de R-X y Microsonda Electrónica.

Estos estudios serán realizados en los Laboratorios de la Universidad de Oviedo, que tienen la tecnología y equipamiento necesario, así como personal cualificado en estas disciplinas (ver apartado 14.6-).

10.1.4-. Aspectos ambientales del Proyecto de Investigación

Descripción de la tarea

El crecimiento de la sensibilidad ambiental de la sociedad ha provocado la aparición de una extensa legislación, así como de numerosas figuras de protección de espacios naturales y culturales, en los que hay ciertas limitaciones y condicionantes que deben ser respetados por las actividades humanas.

España, como miembro de pleno derecho de la Unión Europea, aplica igualmente una serie de aspectos legislativos ambientales de ámbito supranacional. Por todo ello, los proyectos de investigación minera, considerados socialmente como muy agresivos ambientalmente, deben cuidar en extremo sus actividades y aplicar con todo rigor la legislación vigente, para lo cual las empresas mineras deben contar con técnicos cualificados en la materia que controlen, en todo momento, los trabajos a desarrollar en el campo.



Para la correcta ejecución de los trabajos y que se ajusten a la legislación ambiental vigente, se informará de los requisitos ambientales a todos aquellos que intervengan en los trabajos de campo (personal del proyecto y de las contratas).

Además, se realizará la vigilancia y seguimiento ambiental del proyecto y su plan de restauración.

Dedicación y medios

Los aspectos ambientales requieren, no solo de un conocimiento del territorio, sino también de la legislación que lo regula, existiendo normas que van desde el ámbito municipal al europeo. Por ello, no es fácil disponer de técnicos especialistas propios y lo más normal es contratar a consultoras o entidades que conocen perfectamente la realidad de la zona del proyecto. Por consiguiente, para llevar a cabo esta labor se contará con una empresa externa, conocedora de la legislación de aplicación en esta zona de la provincia de Zaragoza.

La empresa consultora contará con especialistas acreditados en el tema y dispondrá de todos los medios necesarios para llevar a cabo el trabajo.

Los trabajos ambientales se realizarán a lo largo de todo el año, comenzando la tramitación de las autorizaciones ambientales necesarias para llevar a cabo los trabajos, y posteriormente, se procederá a la información de los trabajadores y se procederá a realizar la vigilancia y seguimiento ambiental de los trabajos autorizados.

10.1.5-. Campañas de Prospección geoquímica de suelos

La prospección geoquímica es una técnica de eficacia demostrada en la investigación de yacimientos de antimonio. Por ello, será una herramienta de exploración que se va a realizar durante la 1ª Fase del Proyecto.

La campaña geoquímica se ha planificado con criterios geológicos y estructurales que aportan ideas sobre la orientación de los cuerpos mineralizados.

10.1.5.1-. Primera campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Albarda y Tablares

La primera campaña de geoquímica de suelos se ha planificado en el entorno de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana, Argentina, La Albarda y Tablares. Se ha previsto la toma de 638 muestras originales en 43 perfiles, y 96 de control, en una malla de 100 m x 50 m, que es la más adecuada para definir con precisión las anomalías geoquímicas de la zona (Tabla 2 y Figura 11). En total **734** muestras.



- Zona de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana y Argentina. Se ha previsto la toma de 447 muestras originales, más 67 de control, con un total de 514 muestras (Tabla 2 y Figura 11).
- Zona de las minas La Albarda y Tablares. Se ha previsto la toma de 191 muestras originales, más 29 de control, con un total de 220 muestras (Tabla 2 y Figura 11).

En cada punto se tomará una muestra de 200 gramos de tamaño inferior a 5 mm, y una vez recogidas, serán enviadas al laboratorio correspondiente para el análisis de sus iones (ver apartado 14.5-).

La orientación de los perfiles de geoquímica es NNE-SSW para la toma de muestras en las proximidades de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana, Argentina y Tablares. La orientación de los perfiles es N-S para la toma de muestras en el entorno de la mina de La Albarda (Figura 11).

PRIMERA CAMPAÑA DE GEOQUÍMICA DE SUELOS		
ZONA	Espaciado	Nº de muestras
Entorno de las minas Leonor, Aragón/El Fraile, La Plana y Argentina	100 x 50 m	514
Entorno de las minas de La Albarda y Tablares	100 x 50 m	220
Nº total de muestras		734

Tabla 2. Número de muestras de la 1ª campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas Leonor, El Fraile, La Albarda y Tablares.

Se utilizará la metodología habitual para la recogida de este tipo de muestras aplicando la analítica tradicional, aunque también se podría aplicar el método analítico denominado “Ionic Leach”, ya que es una de las nuevas técnicas de análisis utilizadas en la actualidad para la exploración de metales, hidrocarburos y minerales industriales, mediante la cual recientemente se han descubierto yacimientos potenciales.

Este método se basa en la detección en superficie de mineralizaciones profundas mediante el ascenso de un halo de dispersión de iones a través de agua intersticial del terreno. Este halo puede dejar pequeñas concentraciones de elementos químicos a escasos centímetros de la superficie.

Se considerará la posibilidad de establecer diferentes unidades litogeoquímicas en función del quimismo que puedan tener las unidades litoestratigráficas que vayan a ser



cubiertas con la campaña, ya que pueden tener diferentes fondos geoquímicos que puedan enmascarar anomalías si se tratan de una forma conjunta.

La recogida de las muestras se hará con un equipo de 2 prospectores que serán entrenados previamente para la toma de muestras. La recogida de las muestras se hará siguiendo las normas establecidas. La localización de cada una de las muestras (coordenadas XY) se tomará mediante GPS de mano.

La toma de la muestra es sencilla, retirándose los primeros centímetros de suelo y muestreando con el habitual sistema de azada y paleta o, si es posible, con un *auger*, el material hasta el *bedrock*. El *auger* genera un pequeño agujero de unos 5 cm de diámetro que es tapado inmediatamente después de la toma de la muestra, no quedando señales de la actuación, por lo que la afección al medio ambiente es nula.

Las muestras serán enviadas a un laboratorio homologado para su análisis multielemental. El laboratorio escogido presentará los resultados, acompañado de su autorregulación y chequeo para el control de calidad (QA/QC) en cada envío y serie de análisis. Recibidos los datos, éstos serán almacenados en la BDD creada para ello, con la que se hará el correspondiente estudio estadístico.

Se utilizarán técnicas geoestadísticas modernas de tratamiento de geoquímica de suelos, junto con técnicas fractales y multifractales (método C-A) para la obtención del background (valor de fondo) y los umbrales de anomalías, junto con mapas geoquímicos y mapas de singularidades (ej., Arias et al., 2012). El software que se utilizará será Geochemistry for ArcGIS© de Geosoft.

Con todo ello, se obtendrán los mapas de geoquímica de suelos que servirán de ayuda para la exploración, junto con los resultados que se obtengan mediante otras técnicas. Este trabajo se realizará durante el último mes de la campaña.

Dedicación y medios

La campaña de exploración geoquímica ocupará una parte importante de esta primera fase de investigación del área del P.I. Como el comienzo debe hacerse una vez se haya finalizado la revisión documental, la campaña se iniciará a partir del segundo mes y se extenderá durante unos 25 días.

El diseño de la campaña y la gestión de los permisos de acceso y tramitaciones ambientales se harán durante el primer mes de la tarea. Controlando la campaña de geoquímica estará un técnico superior senior, que atenderá el seguimiento, la gestión de las muestras y el envío al laboratorio de los sucesivos grupos de muestras. Se puede estimar un rendimiento en la recogida de 30 muestras por jornada. Teniendo en cuenta



imprevistos, la gestión de las muestras, jornadas dedicadas al embalaje y envío al laboratorio, almacenaje, etc., el trabajo se puede desarrollar en aproximadamente **1.5 meses**.

Aunque se vayan haciendo envíos periódicos al laboratorio según se vaya progresando en el muestreo, no se podrá disponer de la totalidad de los resultados hasta unas semanas después de la última toma de muestras.

10.1.5.2.- Segunda campaña de geoquímica de suelos en zonas con anomalías obtenidas en la primera campaña

La segunda campaña de prospección geoquímica se llevará a cabo en las zonas con anomalías obtenidas en la primera campaña de geoquímica de suelos, en zonas próximas a las minas Leonor, El Fraile, La Plana, Argentina, Tablares y La Albarda.

En esta segunda campaña de prospección geoquímica de suelos, el muestreo se realizará en mallas más cerradas de 50 m x 25 m de espaciado (Figura 11), para delimitar con precisión las anomalías encontradas en la primera campaña.

En esta segunda fase se ha previsto la toma de un total de 822 muestras originales y 123 de control, en total **945** muestras. Se trata de la búsqueda y localización de posibles zonas de interés, que amplíen el potencial de las mineralizaciones de Sb, y Cu-Pb-Zn-Sb del área del P.I.

Igual que en la anterior campaña, en cada punto de muestreo se tomará una muestra de 200 gramos de tamaño inferior a 5 mm, y una vez recogidas, serán enviadas al laboratorio correspondiente para su análisis (ver apartado 14.5-).

Una vez recibidos los datos, éstos serán introducidos en la BDD. Se comprobará la calidad del muestreo y del análisis, para tener la garantía de que los resultados son correctos.

Cuando se disponga de los resultados analíticos de los sectores seleccionados se procederá a su estudio estadístico. Si las anomalías quedaran abiertas en los perfiles realizados se procederá a cerrar mallas con nuevos perfiles y menores espaciados.

Igualmente, se utilizarán técnicas geoestadísticas de tratamiento de geoquímica de suelos, junto con técnicas fractales y multifractales (método C-A, Arias et al., 2012) para la obtención del background (valor de fondo y umbrales de anomalías), mapas geoquímicos y mapas de singularidades. El estudio estadístico de las zonas se realizará durante el último mes de la campaña.

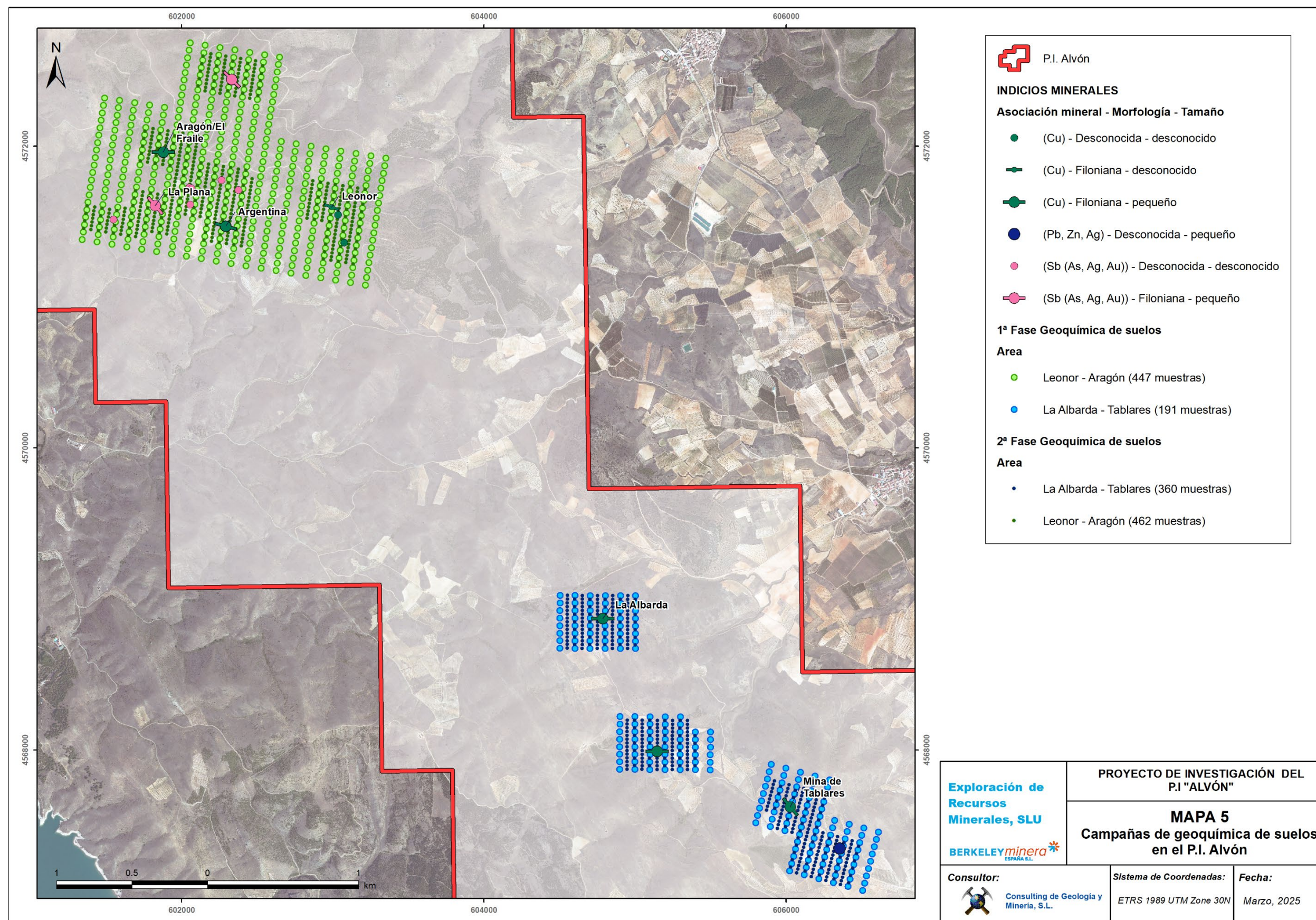


Figura 11. Campaña de geoquímica de suelos entorno a las minas Leonor, El Fraile, La Albarda y Tablares (Mapa 5, Anexo 1).



Dedicación y medios

Esta segunda campaña de geoquímica de suelos se iniciará de forma simultánea a la primera o algo posterior. El diseño de las campañas y la gestión de los permisos de acceso y tramitaciones ambientales se harán al principio de la tarea. Este trabajo será llevado a cabo por un técnico superior con experiencia en este tipo de campañas.

Se puede estimar un rendimiento en la recogida de muestras, de unas 20-25 muestras por jornada. Teniendo en cuenta imprevistos, la gestión de las muestras, jornadas dedicadas al embalaje y envío al laboratorio, almacenaje, etc., el trabajo se puede desarrollar en **2 meses**.

Aunque se vayan haciendo envíos periódicos al laboratorio según se vaya progresando en el muestreo, no se podrá disponer de la totalidad de los resultados hasta unas semanas después de la última toma de muestras.

10.1.6-. Prospección geofísica

Descripción de la tarea

Teniendo en cuenta que las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb del área del P.I. presentan un marcado control estructural, relacionado con fallas extensionales de orientación principal NW-SE (N130°E) en las minas Leonor y Tablares, y de orientación E-W en la zona de las minas Aragón/El Fraile y La Albarda, se justifica el empleo de métodos geofísicos. Las técnicas geofísicas que se emplearán pueden contribuir a mejorar aspectos estructurales en la cartografía geológica del subsuelo, en el rango de algunos centenares de metros de profundidad, lo que puede ser de interés en esta investigación.

Por otra parte, sería muy importante conocer la distribución de huecos y realces existentes en ambas explotaciones mineras. Esto ayudaría, por una parte, a conocer la geometría y disposición de los cuerpos mineralizados, y por otra a tener idea de la mineralización que ya ha sido explotada.

Se plantea una campaña preliminar a modo de ensayo previo, en torno a las minas Leonor y El Fraile, para evaluar cuál es el método más idóneo, y en vista de los resultados que se obtengan, se planificarán otras campañas que cubran otras áreas del P.I.

Se pretende conocer la detección de vacíos, cavidades y galerías subterráneas en estas minas, mediante las técnicas de *Tomografías de Resistividad Eléctrica (ERT)* y las estructuras que puedan albergar mineralizaciones serán investigadas mediante el método de *Polarización Inducida (IP)*. Es razonable que en función de los objetivos planteados se considere emplear los métodos mencionados.



Las Tomografías Eléctricas son una técnica por la cual se mide la resistividad en numerosos puntos de un perfil y se interpolan e interpretan los datos para hacer un perfil de resistividad que permite realizar un corte eléctrico del terreno. Si las condiciones son adecuadas, es una herramienta muy potente para llevar a cabo correlaciones entre resistividad y tipo de material.

Las medidas con ambos métodos se realizan simultáneamente con la misma instrumentación, y el factor fundamental que afectará a su eficacia consiste en definir las características del dispositivo de electrodos que se utilice para las medidas, de modo que permita combinar la mayor resolución lateral y vertical con la profundidad de investigación que puede ser de varios centenares de metros.

Con estos condicionantes habrá que emplear un dispositivo focalizado del tipo *Dipolo-dipolo*, *Polo-dipolo*, o *Polo-polo* con un espaciado entre los electrodos variable entre 15 y 25 m, y con registros entre 20 y 30 niveles de profundidad. Se puede obtener una precisión considerable de las dimensiones de cavidades y galerías a partir de la matriz *Dipolo-dipolo*.

Las técnicas mencionadas son útiles en la interpretación de la resistividad eléctrica para antiguas áreas de trabajo de minas. No obstante, estos parámetros habrán de definirse cuando se hayan establecido los objetivos del estudio de forma detallada, y por expertos en este tipo de trabajos geofísicos.

Dedicación y medios

La aplicación de las técnicas de investigación geofísica requiere de instrumentación específica, por lo que es normal que estas campañas sean realizadas por empresas especializadas. Por ello, se contratará a una empresa de reconocido prestigio y que disponga de los medios técnicos necesarios para llevar a cabo la campaña.

En este caso, los trabajos se llevarán a cabo en colaboración con empresas con experiencia probada en esta materia.

La campaña de exploración geofísica se realizará en paralelo a la campaña de exploración geoquímica. El tiempo de adquisición de datos puede ser de 1 mes, y medio más para la elaboración del informe de la campaña.

10.1.7-. Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un Sistema de Información Geográfico (SIG)

Descripción de la tarea



La abundante información que va a ser generada durante las campañas de cartografía geológica y exploración geoquímica y geofísica se irá incorporando a la BDD del proyecto creada al comienzo de los trabajos. Esto permitirá tener una visión global de los resultados obtenidos y se podrán establecer modelos 2D/3D, y organizar los trabajos en las siguientes fases de la investigación.

La introducción de datos (geoquímica, geofísica, etc.) se realizará según unos formularios creados para tal fin. De esta forma, la información quedará uniformizada y lista para su manejo. Los datos, una vez introducidos en el sistema, serán gestionados exclusivamente por un responsable del SIG.

El sistema estará accesible para los miembros del equipo de investigación, de forma que puedan trabajar con los datos que requieran, pero no se podrán hacer modificaciones de ellas.

Dedicación y medios

Habrà un responsable dedicado a esta labor que será un técnico superior con experiencia en SIG. Contará con hardware y software apropiado consistente en ArcGIS®, Target for ArcGIS®, Surpac, Geomodeller y Leapfrog. El tiempo dedicado a esta tarea será durante los 10 meses del año, después de los 2 primeros en que se creará la estructura del SIG.

10.1.8-. Informe parcial de los resultados obtenidos en la Fase 1

Se ha previsto la realización de un informe parcial con los resultados obtenidos tras los trabajos realizados durante la 1ª Fase de la investigación. Este informe será entregado a las autoridades mineras mediante la presentación de los Planes de Labores correspondientes.

10.1.9-. Relaciones con la Comunidad

En todo momento y durante las sucesivas fases del proyecto se mantendrán relaciones con las comunidades locales, dando las necesarias explicaciones a las autoridades locales del desarrollo del proyecto. Igualmente, se mantendrá comunicación directa con los dueños de los terrenos para llegar a acuerdos. Se trata de que exista una armonía entre el desarrollo del Proyecto y el posible beneficio de las comunidades locales durante todos los trabajos a realizar. Igualmente, los ayudantes de campo, y personal que se requiera para la realización de los trabajos se contratarán en la zona.



10.2-. FASE 2: ESTUDIOS DE DETALLE DE LAS ZONAS CON ANOMALÍAS Y CAMPAÑA INICIAL DE SONDEOS MECÁNICOS

10.2.1-. Fase previa de reconocimiento con sondeos mecánicos de exploración en los alrededores de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, y en las zonas con anomalías geoquímicas

Descripción de la tarea

En esta fase de la investigación se ha planificado una campaña de sondeos mecánicos en varias áreas seleccionadas del P.I., con el fin de comprobar la extensión de los cuerpos filonianos con mineralización de Sb y de Cu-Pb-Zn-Sb.

Sondeos en el entorno de las minas Leonor, Argentina y Aragón/El Fraile (Sector Norte, Figura 12). El objetivo es comprobar la extensión en profundidad y en dirección NW-SE de la mineralización de Cu-Pb-Zn-Sb de la mina Leonor y Argentina, y en dirección E-W del sistema mineralizado de la mina Aragón/El Fraile (Figura 12).

Sondeos en las proximidades de las minas La Albarda y Tablares (Sector Sur, Figura 12). Igualmente, se trata de comprobar la extensión en profundidad y en dirección E-W de la mina La Albarda, y en dirección NW, la extensión del sistema mineralizado de la mina de Tablares (Figura 12).

Aunque la situación exacta de estos sondeos dependerá de los resultados obtenidos en las campañas de geoquímica de suelos, en base a los datos que actualmente se poseen, se ha planificado realizar 6 sondeos de unos 150 m de profundidad, en torno principalmente a las labores de las minas mencionadas.

La orientación e inclinación precisa de los sondeos, se definirá cuando se tenga un conocimiento preciso de las estructuras mineralizadas. En esta fase se ha previsto la realización de un total de unos 900 m de perforación, mediante sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo y/o RC.

Si los resultados de esta campaña son positivos, se realizarán más sondeos en esta fase de investigación.

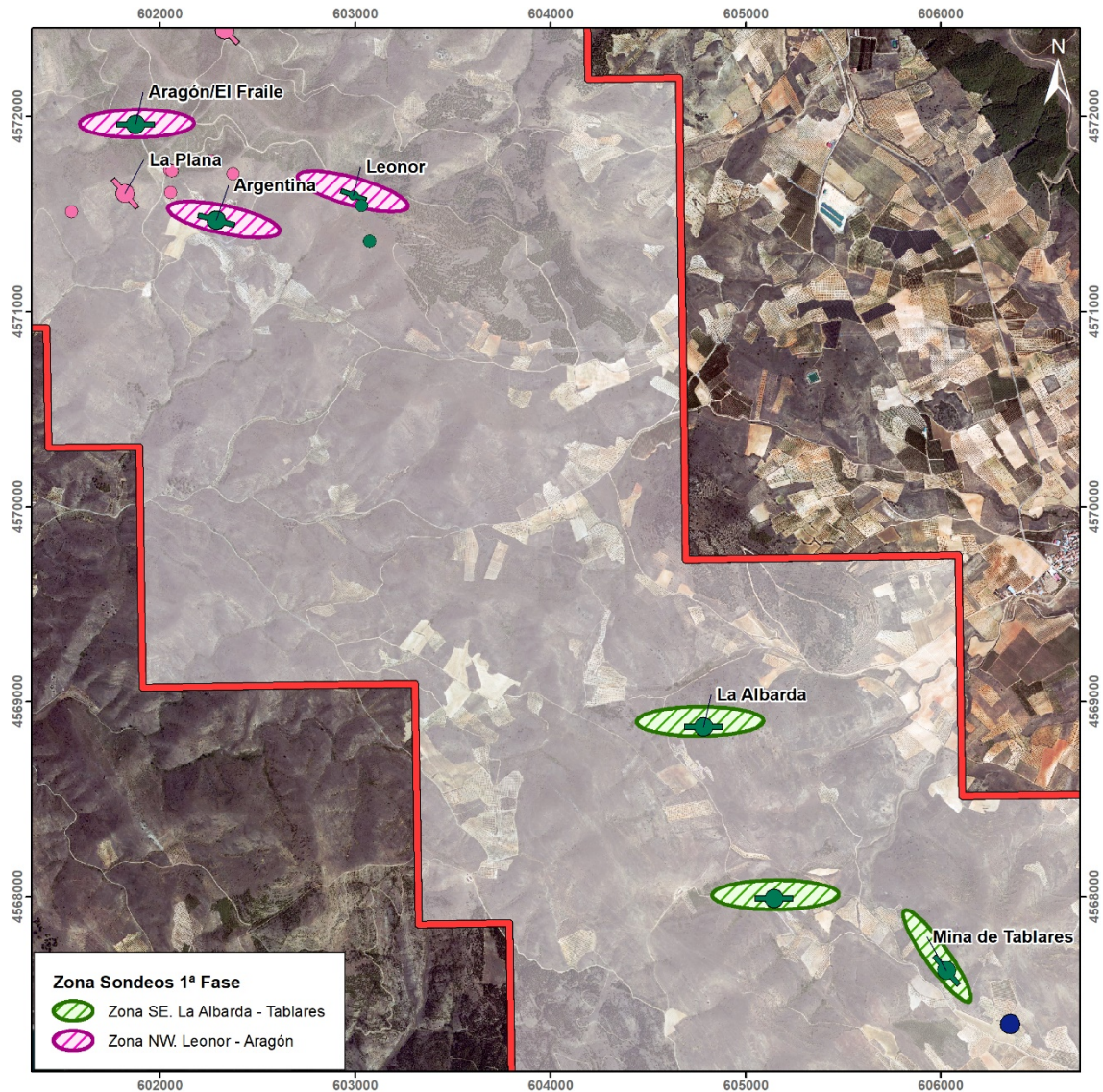


Figura 12. Zonas previstas para la realización de sondeos en áreas seleccionadas del P.I.

Sondeos mecánicos en las anomalías geoquímicas.

Dependiendo de los resultados obtenidos en las campañas de geoquímica de suelos en las proximidades de las zonas con minas de Cu-Pb-Zn-Sb del área del P.I., se planificará la realización de otros sondeos de investigación en las proximidades de éstos, o bien en los mismos emboquilles cambiando la inclinación. Se ha previsto la realización de un total de unos 600 m de perforación.

Los sondeos se podrán realizar mediante el método de circulación inversa (RC) y/o el de recuperación de testigo continuo (DDH) y, en total, serían unos **1.500 m**.

En la perforación de tipo RC el diámetro normal de perforación es de 140 mm con el que se obtendrá una muestra de material triturado de unos 30 kg de peso.



El diámetro normal de perforación de tipo DDH será de HQ ($\varnothing$ perforación 96 mm) con el que se obtendrá un testigo de 63.5 mm. En caso de requerirse entubación se utilizará el diámetro NQ ($\varnothing$ perforación 76 mm) que aportará un testigo de 47.6 mm.

Los lugares elegidos para situar la máquina de sondeos estarán apoyados en los resultados de la investigación realizada previamente.

El emplazamiento de los sondeos, en la medida de lo posible, será donde exista un menor impacto visual, una mayor facilidad de acceso y se tendrán en cuenta todos los elementos de la superficie como viviendas, ferrocarril, cursos de agua, vegetación, etc.

La ejecución de los trabajos requerirá de los siguientes pasos:

1. **Se procederá a obtener los permisos necesarios** para acceder y preparar las plataformas de sondeos. Esto contempla un acuerdo con los propietarios del terreno, contar con el visto bueno de las administraciones locales y autonómicas y disponer de las autorizaciones ambientales. Igualmente, en el caso de realizar algún perjuicio por la ocupación, se realizará la tasación del daño y se procederá a la indemnización.
2. **Preparación del acceso y emplazamiento.** El acceso a la zona de trabajo se realizará, siempre que se pueda, por las pistas y caminos existentes. En el caso de necesitar hacer un nuevo acceso, se desbrozará la anchura mínima necesaria para el paso de los vehículos de trabajo, se retirará la tierra vegetal a un lado y se nivelará dicho paso lo necesario. Para la ubicación del sondeo, se desbrozará la zona a ocupar y se retirará a un lado la cubierta de tierra vegetal. Realizado esto se preparará el emplazamiento mediante medios mecánicos, generalmente con una pala mixta. El emplazamiento tendrá unas dimensiones y condiciones adecuadas para las necesidades del trabajo. Una vez finalizados los trabajos, se procederá a la restauración del acceso y la plataforma de sondeo a unas condiciones y aspecto similares a las del inicio.
3. **Ejecución del sondeo.** Una vez preparado el emplazamiento y posicionada la máquina se irá avanzando la perforación. En el caso de perforación tipo RC, el material perforado en cada metro se irá introduciendo en bolsas de plástico debidamente identificadas y numeradas. Se colocarán por orden en un lugar accesible cerca del emboquille del sondeo y sobre una lámina de plástico para evitar posibles derrames del material extraído al terreno.

El método de perforación es mediante aire a presión que acciona un martillo en el fondo del agujero que va rompiendo el material y entonces es evacuado mediante el propio aire a presión por el interior de la tubería, de modo que ese ripio, en su



ascenso, no se contamina con fragmentos de la pared del sondeo. No se inyecta agua ni ningún otro aditivo en el terreno en este método de perforación y la muestra sale seca, si la cantidad de agua que se filtre hacia el sondeo lo permite. Se suele excavar una balsa para contener el agua que pudiera ser expulsada del terreno en la perforación.

El material triturado, cuando sale del sondeo se dirige a un ciclón de desaceleración para controlar la emisión de polvo al ambiente, lo que así mismo, facilita su embolsado. Las máquinas también están provistas de un sistema de supresión de polvo mediante agua pulverizada que se inyecta en el circuito que recorre el material cuando es extraído.

Las bolsas de cada muestra de aproximadamente 30kg tienen un primer cuarteo in situ mediante un cuarteador de 2 rifles en cascada que es capaz de reducir el tamaño de la muestra a unos 5 kg de peso. El material sobrante se introduce directamente en la balsa de contención de agua, dado que es material natural extraído del terreno.

Por su parte, en la perforación DDH, los testigos extraídos se irán colocando de forma secuencial en cajas de madera en la misma posición que se hallan en el tubo porta-testigo. Al final de cada extracción (maniobra) se indicará mediante una tablilla la profundidad de perforación alcanzada.

El método de trabajo es a rotación y para poder realizar el corte de la roca y evacuar el ripio generado es necesario introducir el fluido de perforación. Este fluido es básicamente agua con aditivos que tienen certificación ambiental, que se introduce con una bomba que va instalada en la máquina y se canaliza por el interior de la tubería del sondeo hasta la corona, saliendo por el borde de corte de ésta. De esta forma, la corona se refrigera de la fricción con la roca y facilita el corte.

El material fino generado en el corte es arrastrado por el fluido y evacuado hasta la superficie por el espacio anular que queda entre la tubería y la pared del sondeo, ya que el diámetro de corte de la corona es algo mayor que el diámetro exterior de la tubería (circulación directa). El fluido con el fino al llegar a la superficie es canalizado hasta una balsa de decantación construida para tal fin. En la balsa queda decantado generándose un exceso de fluido limpio que es reintroducido al sondeo mediante la toma de la bomba de inyección. De esta forma se trabaja en circuito cerrado, evitando los derrames al suelo y a la red hídrica. Una vez que se finaliza el sondeo, el fino extraído se deja decantar y secar. Una vez que sus condiciones de viscosidad son las adecuadas, se procede a restaurar la balsa con el material extraído en su excavación.



El agua para la perforación será servida mediante tractor-cuba contratado en la zona, tomando la carga en lugar autorizado por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, o, en su defecto, se adquirirá a un proveedor de agua autorizado.

Las cajas con los testigos serán retiradas por los operarios del proyecto hasta las instalaciones preparadas para la testificación y manipulación de los mismos. Terminada la perforación, la empresa de perforación realizará las medidas de desviación de la caña del sondeo para conocer su trayectoria exacta.

4. **Finalización de obra y recogida.** Una vez terminada la perforación, se procederá a la entubación del sondeo con tubería de PVC de diámetro adecuado. Las características de esta entubación serán según los estándares habituales. El emboquille del sondeo será acondicionado convenientemente y tapado por material y tierra vegetal. Normalmente al extremo más superficial de la tubería de entubación, que suele quedar sobre medio metro por debajo de la superficie, se le coloca una tapa para evitar su obstrucción y un aro metálico para poder ser localizado fácilmente por un detector de metales, por si fuera necesario acceder de nuevo al sondeo para realizar algún tipo de medida en el futuro. De este modo, ningún elemento artificial quedaría en superficie.

El equipo de sondeos será retirado y todo el emplazamiento quedará recogido y limpio y restaurado.

El servicio topográfico que se tenga contratado tomará las coordenadas precisas del emboquille del sondeo para, junto con su trayectoria, situarlo con precisión en el SIG.

5. **Restauración.** De nuevo con medios mecánicos se procederá a la restauración de la plataforma de sondeo. Las balsas de decantación serán tapadas, utilizando para ello las mismas tierras que fueron extraídas en su excavación restituyendo la morfología original. Por último, se extiende la tierra vegetal retirada y se deja el lugar en situación similar a la inicial.

Todos estos trabajos están descritos y detallados en el Plan de Restauración.

6. **Ripios y Testigos de Sondeos.** Tanto las bolsas resultantes del cuarteo en campo, como los testigos de sondeos, serán trasladados desde la perforación a una nave de trabajo adecuada para su manipulación.

Las muestras de RC son sometidas a un segundo cuarteo con otro cuarteador de rifles para disminuir su tamaño a 1 kg aproximadamente que es lo que se envía al laboratorio para su preparación de muestras y análisis. El material restante es



guardado para posteriores consultas, si fuese necesario. Las muestras de 1 kg se empaquetarán y enviarán al laboratorio. Todo este proceso es simultáneo a la perforación, por lo que se pueden ir haciendo envíos antes de que finalice la campaña.

En cuanto a los testigos, y aunque el contratista de los sondeos debe entregar los testigos limpios, en la nave se dará una última limpieza y se procederá al fotografiado de las cajas.

El sondeo será testificado mediante un formulario preparado para esa finalidad y se establecerán los tramos mineralizados que serán destinados a análisis. Los tramos de muestreo podrán ser como mínimo de 30 cm y como máximo de 2.20 m.

Los tramos para muestrear serán cortados separando 2 mitades, destinando una de ellas al análisis, y dejando la otra para su archivo en la litoteca que se irá generando.

Estos muestreos serán enviados al laboratorio en grupos de 1 o varios sondeos. Las muestras serán analizadas en un laboratorio homologado, acordando con él el análisis a realizar. Cuando se reciban los análisis del laboratorio y se comprueben los resultados, se solicitará la devolución de los rechazos triturados y pulpas que se hayan generado.

Se ha hecho una estimación de unas 300 muestras originales y 45 para el control de calidad del proceso (QA/QC). En total **345** muestras.

Dedicación y medios

La ejecución de los sondeos requerirá de la contratación de equipos y maquinaria a terceros, debiendo contar éstos con las homologaciones y permisos necesarios para su utilización. La ejecución de los sondeos se subcontratará a una empresa especialista y con probada experiencia en las labores a realizar.

El equipo de sondeos deberá tener capacidad para llegar a profundidades de 300 m, tanto para RC, como para DDH. Deberá contar con todos los elementos accesorios necesarios para llevar a cabo la obra, y las recuperaciones deberán estar por encima del 90%, sobre todo en el tramo mineralizado.

Por parte del equipo del proyecto se contará con un técnico superior senior con amplia experiencia en la ejecución de campañas de sondeos. Se contará también con el trabajo de un técnico superior junior y de 2 operarios para el manejo y la preparación de las muestras.



La nave del proyecto estará acondicionada con las herramientas necesarias para el correcto y eficaz desempeño de los trabajos (sierra de disco diamantado, cuarteadores, equipo fotográfico, etc.).

Se calcula que esta campaña pueda ser llevada a cabo en 2.5 meses.

10.2.2-. Aspectos ambientales

Descripción de la tarea

En esta segunda fase, los trabajos de ámbito ambiental se centrarán en la campaña de sondeos. Iniciada esta campaña de sondeos se controlará su ejecución, teniendo especial cuidado en que se cumplan las limitaciones y condiciones establecidas respecto a las zonas donde se pretenda hacer los sondeos, tramitando, en su caso, las licencias ambientales necesarias.

Terminados los sondeos se enfatizará en que las restauraciones se lleven a cabo según el Plan de restauración. En aquellos realizados en zonas de monte, se velará por que los trabajos de revegetación sean los adecuados.

Se emitirá un informe al término de cada una de las campañas de sondeos, describiendo la situación final y su comparación con la inicial. Se indicarán los trabajos de restauración realizados y los seguimientos que se llevarán a cabo en el futuro próximo.

Dedicación y medios

Esta labor será realizada por la empresa u organismo que se haya contratado para los trabajos medioambientales. Su labor se extenderá durante el periodo destinado a la ejecución de los sondeos, es decir, 3 meses, aunque no será necesaria una dedicación completa.

10.2.3-. Incorporación y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG con todos los datos generados. Primera estimación no oficial de Recursos

Descripción de la tarea

La información obtenida en esta 2ª Fase será incorporada a la BDD en un SIG siguiendo los procedimientos establecidos. Toda la información aportada por los sondeos se irá incorporando a la BDD correspondiente controlada por el técnico responsable del SIG.



El modelo de bloques se integrará en el SIG permitiendo tener una visión global del yacimiento en su contexto geográfico y geológico, pudiendo hacer un primer análisis de posibilidades geológico-mineras.

Este modelo estará apoyado por el modelo geológico-estructural 3D de los cuerpos mineralizados que se obtengan, después de la introducción de los datos en Surpac, Leapfrog y Geomodeller.

La duración prevista es de unos 2 meses adicionales. La tarea se extenderá a lo largo de esta 2ª Fase, comprendiendo la campaña de sondeos y el tiempo necesario para el procesamiento de datos y cálculo inicial de recursos, que se realizará al final de esta fase del proyecto.

10.3-. FASE 3: CAMPAÑA DETALLADA DE SONDEOS MECÁNICOS Y METALURGIA PRELIMINAR

10.3.1-. Campaña detallada de sondeos mecánicos en el entorno de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, así como en otras áreas anómalas del P.I.

Si los resultados obtenidos en la campaña previa de sondeos son positivos, y se pone de manifiesto la existencia de mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb de interés en otras áreas del P.I., o la continuidad de la mineralización en alguna de las minas (Leonor, El Fraile, Tablares o La Albarda), será necesario comprobar su extensión. Para ello se diseñará una campaña más detallada de sondeos.

El método de trabajo será el mismo que el descrito en la fase anterior. También puede ser normal que desde un mismo emplazamiento se realice más de un sondeo, simplemente cambiando la inclinación y/o la dirección del mástil de la máquina.

Como en todos los programas de investigación, los resultados que se vayan obteniendo son los que marcan el procedimiento a seguir, sin pérdida de tiempo.

Esta nueva campaña de sondeos se realizará en una malla adecuada para la posterior valoración de las zonas investigadas en las proximidades de las minas mencionadas objeto de estudio, así como en otras áreas con anomalías de Sb dentro de la zona del Permiso.

Se prevé que en esta etapa se realicen unos **1.500 m** de perforación.

En el manejo de muestras obtenidas se procederá de igual manera que en los primeros sondeos. Los muestreos se realizarán de la misma forma, estimándose un total de 300



muestras. Se implementarán los mismos porcentajes de muestras de control (QA/QC), 45 muestras de control, sumando un total de **345** muestras para análisis.

El muestreo se completará con ensayos de densidad de las rocas mineralizadas y no mineralizadas, para ir teniendo idea de las relaciones entre leyes y densidades, que permita obtener posteriormente tonelajes.

Dedicación y medios

La duración de esta campaña se prevé durante 2.5 meses, dedicando los mismos medios humanos y de equipamiento que en la fase anterior.

10.3.2-. Ensayos metalúrgicos preliminares

Descripción de la tarea

Como complemento a la campaña de sondeos de evaluación realizados en la 3ª Fase, se llevarán a cabo algunos ensayos metalúrgicos para estudiar el comportamiento del mineral en los procesos de concentración. Como la tecnología de concentración de estos metales ha mejorado, probablemente se podrán obtener mejoras en el rendimiento del proceso.

Es importante conocer también las características físicas de los estériles mineros, por lo que estos ensayos a realizar tendrán también el objetivo de conocer las recuperaciones que se obtengan del mineral y las mejoras posibles en relación con la metodología clásica de concentración.

Para estos ensayos iniciales se pretenden analizar 10 muestras representativas del mineral de Sb de las mineralizaciones de la zona del P.I.

Dedicación y medios

Este trabajo se realizará en laboratorios homologados capacitados para hacer estos ensayos. El tiempo estimado para llevarlos a cabo será de 2 meses hacia el final de la campaña de sondeos.

10.3.3-. Aspectos ambientales

Descripción de la tarea

Los aspectos ambientales para tratar serán semejantes a los realizados en la 2ª Fase, siendo la principal labor el seguimiento de los trabajos de sondeos. Se procederá a obtener las licencias ambientales para la ejecución de estos nuevos sondeos. Se realizará



un control de los nuevos trabajos, y se hará el seguimiento de las restauraciones efectuadas en los emplazamientos de los sondeos anteriores.

Al final de la campaña, se emitirá un informe del estado de los impactos realizados y la evolución de los puntos restaurados.

Dedicación y medios

Los trabajos de seguimiento medioambiental serán llevados a cabo por la entidad consultora que ha realizado los trabajos en las dos fases anteriores. Su dedicación será parcial durante unos 2 meses, y 1 mes más después de la terminación de la campaña de sondeos.

10.3.4-. Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG. Segunda valoración no oficial de Recursos

Descripción de la tarea

La información obtenida en esta 3ª Fase será incorporada a la BDD del SIG siguiendo los procedimientos establecidos. Toda la información aportada por los sondeos se irá incorporando a la BDD correspondiente, que es gestionada por el técnico responsable.

La tarea se extenderá a lo largo de los 6 primeros meses del año, comprendiendo la campaña de sondeos y el tiempo necesario para el procesado de datos. Habrá una dedicación parcial según se vayan teniendo los datos de los sondeos, para aumentar la dedicación al final, cuando se disponga de toda la información y se generen los últimos trabajos.

Con la información integrada de los sondeos se estará en disposición de generar una primera aproximación al modelo de bloques del cuerpo mineralizado, estableciendo los recursos clasificados en *medidos*, *indicados* e *inferidos*. La clasificación estará apoyada por un análisis geoestadístico.

10.3.5-. Elaboración del Informe Final

Descripción de la tarea

Concluidos los trabajos y elaborados los informes parciales previos por materias, se redactará el Informe Final del Proyecto de Investigación. Este Informe se estructurará a modo de anteproyecto de explotación, de modo que pueda servir como base para la solicitud de Concesión de Explotación Derivada (CED), indicando las cuadrículas del P.I. que pasarían a formar parte de la CED, o en su caso, justificando la necesidad de realizar



labores adicionales de investigación, en caso de que fueran requeridas, para obtener los datos suficientes para la mencionada solicitud de Concesión de Explotación Derivada (CED).

Dedicación y medios

Para esta tarea se destinarán los recursos humanos necesarios por parte del equipo del proyecto, estando encabezado por 2 técnicos superiores senior y contando al menos con la colaboración de un técnico superior junior. El tiempo calculado para redactarlo es de unos 2 meses, ya que se contará con los informes previos parciales que serán incluidos en este informe final.



11-. PRESUPUESTO DE LAS FASES DEL PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación, se presenta un resumen del presupuesto del Programa de Trabajo por fases (Tabla 3), y posteriormente el desglose detallado del presupuesto por fases puede verse en la Tabla 4.

FASES	PRESUPUESTO
FASE 1. ADQUISICIÓN DE DATOS, CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, CAMPAÑAS DE PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA DEL P.I.	305.950
FASE 2. ESTUDIOS DE DETALLE DE LAS ZONAS DE ANOMALÍAS Y CAMPAÑA INICIAL DE SONDEOS MECÁNICOS (1500 m)	310.500
FASE 3. CAMPAÑA DETALLADA DE SONDEOS MECÁNICOS (1500 m) Y METALURGIA PRELIMINAR.	367.500
TOTAL DE LAS 3 FASES DE EXPLORACIÓN	983.950
OTROS COSTES	248.095
PRESUPUESTO TOTAL (EXPLORACIÓN + OTROS COSTES).	1.232.045

Tabla 3. Tabla resumen del Presupuesto por Fases de Investigación.

El presupuesto total del Proyecto de Investigación asciende a **1.232.045 €**.

Si la investigación que se va a realizar en el P.I. tuviera éxito, llegando a descubrirse un yacimiento mineral de antimonio explotable en la zona, esto supondría un estímulo necesario para futuras inversiones en exploración en esta zona de la provincia de Zaragoza, lo que implicaría generación de empleo en una antigua zona minera que tuvo importancia en el pasado.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO			ENTIDAD/ CONSULTOR	PERSONAL	DURACIÓN TAREA. MESES	PRESUPUESTO
FASE 1: ADQUISICIÓN DE DATOS, GEOQUÍMICA DE SUELOS Y GEOFÍSICA						
1.1	Adquisición, síntesis y evaluación de todos los datos disponibles del área del P.I. y de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb.		CGM	2 Sr	2	12.000
1.2	Creación de una base de datos en un SIG para tener la información digitalizada y mejorar el conocimiento de la zona del P.I.		ERM/CGM	1 Sr	1	6.000
1.3	Cartografía geológica y análisis estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb, como criterio principal de prospectividad en el entorno de las minas de antimonio del área del P.I.		ERM/CGM	2 Sr	3	21.000
1.4	Estudio de los principales aspectos ambientales del Proyecto de Investigación. Caracterización del medio, legislación y creación de procedimientos medioambientales para los trabajos a realizar.		MAGMA		5	24.000
1.5	1.5.1	Primera campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas e indicios de los sectores Norte y Sur del P.I. Recogida de muestras y preparación. 638 muestras de geoquímica de suelos.	ERM/CGM	1 Sr, 1Jr 2 asist	1.5	54.000
		Análisis químico de muestras: suelos (638) & QA/QC (96). --- 734 muestras.	ALS		2.5	36.700
	1.5.2	Segunda campaña de geoquímica de suelos en las zonas con anomalías obtenidas en la 1ª campaña. Recogida de muestras y preparación. 822 muestras de geoquímica de suelos.	ERM/CGM	1 Sr, 1Jr 2 asist	2	72.000
		Análisis químico de muestras: suelos (822) & QA/QC (123). --- 945 muestras.	ALS		3	47250
1.6	Prospección geofísica para la definición de las estructuras mineralizadas y huecos de explotación. Adquisición de ASTER, y utilización de varios métodos de Tomografías eléctricas y Polarización Inducida.		IGT		1.5	15.000
1.7	Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG con todos los datos generados (2D y 3D).		ERM/CGM	1 Sr	Continua	3.000
1.8	Informe parcial de los resultados obtenidos en la Fase 1.		ERM/CGM	1 Sr	2	12.000
1.9	Relaciones con la Comunidad.		ERM		Continua	3.000
					TOTAL FASE 1	305.950



DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO		ENTIDAD/ CONSULTOR	PERSONAL	DURACIÓN TAREA. MESES	PRESUPUESTO
FASE 2. CAMPAÑA INICIAL DE SONDEOS MECÁNICOS					
2.1	Fase previa de reconocimiento con sondeos mecánicos de exploración en los alrededores de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb (900 m de perforación), y en las zonas con anomalías geoquímicas (600 m de perforación).	EDASU		2.5	176.250
	Testificación litológica y geotécnica, y preparación de muestras.	ERM/CGM	2 Sr	3	108.000
	Entubación con PCV y acabado de los sondeos.	ERM		0.5	1.000
	Apoyo topográfico.	Consultor		0.2	2.000
	Análisis de muestras de sondeo. Muestras (300) & QA/QC (45). --- 345 muestras.	ALS		3.5	17.250
2.2	Aspectos ambientales. Seguimiento de los trabajos.	MAGMA		3	3.000
2.3	Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG con todos los datos generados (2D y 3D). Primera estimación no oficial de Recursos y geoestadística.	ERM/CGM	2 Sr	Continua	3.000
TOTAL FASE 2					310.500

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO		ENTIDAD/ CONSULTOR	PERSONAL	DURACIÓN TAREA. MESES	PRESUPUESTO
FASE 3. CAMPAÑA DETALLADA DE SONDEOS MECÁNICOS					
3.1	Campaña detallada de sondeos mecánicos en el entorno de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, así como en otras áreas anómalas del P.I. Perforación (1.500 m).	EDASU		2.5	176.250
	Testificación litológica y geotécnica, y preparación de muestras.	ERM/CGM	2 Sr	3	108.000
	Entubación con PCV y acabado de los sondeos.	ERM		0.5	1.000
	Apoyo topográfico.	Consultor		0.1	2.000
	Análisis de muestras de sondeo. Muestras (300) & QA/QC (45). --- 345 muestras.	ALS		3.5	17.250
3.2	Ensayos metalúrgicos preliminares.	Univ. Oviedo		2	45.000
3.3	Aspectos ambientales. Seguimiento de los trabajos.	MAGMA		3	3.000
3.4	Incorporación, gestión y mantenimiento de la base de datos en un SIG. Segunda valoración no oficial de Recursos.	ERM/CGM	2 Sr	Continua	3.000
3.5	Elaboración del Informe Final.	ERM /CGM	2 Sr	2	12.000
TOTAL FASE 3					367.500

DESCRIPCIÓN	ENTIDAD/ CONSULTOR	PERSONAL	DURACIÓN TAREA. MESES	PRESUPUESTO
OTROS COSTES				
Logística (coche, oficina, material de campo y de seguridad)	ERM			36.000
Dirección Facultativa (3 años / 36 meses)	ERM			72.000
Software (Leapfrog, Surpac, ArcGIS, etc.)	ERM/CGM			18.000
Contingencia sobre el total (@11%)				122.095
TOTAL OTROS COSTES				248.095

Tabla 4. Presupuesto desglosado por fases para llevar a cabo la investigación prevista en el Proyecto.



12.- CALENDARIO DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO

La duración de las tareas a realizar durante el Programa de Trabajo se ha previsto para 3 años repartidos en 3 Fases, pero si los resultados obtenidos son positivos y se puede agilizar la tramitación de los permisos, la empresa ERM está preparada para desarrollar el mayor número de trabajos posibles durante el primer año, pudiéndose realizar la campaña inicial de sondeos incluso durante el primer año de trabajo.

La exploración minera es una operación dinámica, orientada a los resultados que se van obteniendo por etapas, los cuales no se pueden predecir o predeterminar. El alcance de cada fase depende de los resultados de las fases anteriores.

Los resultados de la exploración en una determinada fase, junto con el muestreo y la cartografía geológica se utilizan para guiar y planificar el trabajo adicional en las fases posteriores de la investigación.

Debido al tiempo requerido para la ejecución de los trabajos y para la interpretación de los resultados, las fases del trabajo pueden solaparse y no necesariamente tienen que ir una a continuación de la otra.

Todo el personal involucrado en el programa de investigación está plenamente capacitado y cuenta con experiencia apropiada. Todos los trabajos se llevarán a cabo bajo la supervisión directa de un Geólogo profesional y un Ingeniero de minas (véase el apartado 13.4-).

FASE 1: ADQUISICIÓN DE DATOS, GEOQUÍMICA DE SUELOS Y GEOFÍSICA													
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1.1	Adquisición, síntesis y evaluación de todos los datos disponibles del área del P.I. y en especial de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb.												
1.2	Creación de una base de datos en un SIG para tener la información digitalizada y mejorar el conocimiento de la zona del P.I.												
1.3	Cartografía geológica y análisis estructural de las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn-Sb, como criterio principal de prospectividad en el área del P.I.												
1.4	Estudio de los principales aspectos ambientales del Proyecto de Investigación. Caracterización del medio, legislación y creación de procedimientos medioambientales para los trabajos a realizar.												
1.5	1.5.1	Primera campaña de geoquímica de suelos en el entorno de las minas e indicios de los sectores Norte y Sur del P.I. Recogida de muestras y preparación. 638 muestras de geoquímica de suelos.											
		Análisis químico de muestras: suelos (638) & QA/QC (96). --- 734 muestras.											
	1.5.2	Segunda campaña de geoquímica de suelos en las zonas con anomalías obtenidas en la 1ª campaña. Recogida de muestras y preparación. 822 muestras de geoquímica de suelos.											
		Análisis químico de muestras: suelos (822) & QA/QC (123). --- 945 muestras.											
1.6	Prospección geofísica para la definición de las estructuras mineralizadas y huecos de explotación. Adquisición de ASTER, y utilización de varios métodos de Tomografías eléctricas y Polarización Inducida.												
1.7	Incorporación, gestión y mantenimiento de la Base de Datos en un SIG con todos los datos generados (2D y 3D).												
1.8	Informe parcial de los resultados obtenidos en la Fase 1.												
1.9	Relaciones con la Comunidad.												

FASE 2. CAMPAÑA INICIAL DE SONDEOS MECÁNICOS							
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO		M1	M2	M3	M4	M5	M6
2.1	Fase previa de reconocimiento con sondeos mecánicos de exploración en los alrededores de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb (900 m de perforación), y en las zonas con anomalías geoquímicas (600 m de perforación).						
	Testificación litológica y geotécnica, y preparación de muestras.						
	Entubación con PCV y acabado de los sondeos.						
	Apoyo topográfico.						
	Análisis de muestras de sondeo. Muestras (300) & QA/QC (45). --- 345 muestras.						
2.2	Aspectos ambientales. Seguimiento de los trabajos.						
2.3	Incorporación, gestión y mantenimiento de la base de datos SIG con todos los datos generados (2D y 3D). Primera estimación no oficial de Recursos y geoestadística.						

FASE 3. CAMPAÑA DETALLADA DE SONDEOS MECÁNICOS										
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
3.1	Campaña detallada de sondeos mecánicos en el entorno de las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, así como en otras áreas anómalas del P.I. Perforación (1.500 m).									
	Testificación litológica y geotécnica, y preparación de muestras.									
	Entubación con PCV y acabado de los sondeos.									
	Apoyo topográfico.									
	Análisis de muestras de sondeo. Muestras (300) & QA/QC (45). --- 345 muestras.									
3.2	Ensayos metalúrgicos preliminares.									
3.3	Aspectos ambientales. Seguimiento de los trabajos.									
3.4	Elaboración del Informe Final.									

Tabla 5. Calendario desglosado por fases y meses para llevar a cabo la investigación prevista en el Proyecto.



13-. MEDIOS TÉCNICOS Y RECURSOS DE LA EMPRESA

En este apartado se incluyen los medios técnicos que se van a utilizar en las distintas fases de la investigación. La mayoría de los medios son propiedad de la Empresa, y el resto serán alquilados o contratados para la correcta realización del Proyecto.

13.1-. MATERIALES BÁSICOS

- Mapas topográficos.
- Fotografías aéreas digitalizadas del área del Permiso de Investigación solicitado Ortoimágenes a escala 1:10.000.
- Imágenes de satélite Landsat y Aster.
- Mapas Geológicos.
- Equipo de Campo.
- Equipo standard en la investigación de campo con
 - GPS manual y GPS diferencial.
 - Barrena “saca-testigos” o “saca-muestras” de 1,5 metros.
 - Servicios de posicionamiento para fases más detalladas de la investigación.
 - Vehículo todoterreno y furgoneta.

13.2-. EQUIPAMIENTO GEOFÍSICO

ERM está preparada para contratar este servicio con compañías especializadas en esta materia y tiene acceso a un espectrómetro de mano, por si hubiera que hacer alguna campaña geofísica que ayudara a la definición de los cuerpos mineralizados en Cu-Pb-Zn-Sb, así como las estructuras susceptibles de albergar alguna mineralización.

13.3-. SONDEOS DE INVESTIGACIÓN

Los sondeos mecánicos serán contratados a compañías de perforación de sondeos de solvencia reconocida, para la realización de sondeos mediante el método de circulación inversa (RC) y/o el de recuperación de testigo continuo (DDH).



13.4-. EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

La Empresa **ERM** contará con el equipo técnico y los medios necesarios para llevar a cabo una investigación como la que en este proyecto se plantea. El resto de los medios (por ejemplo, geofísica y sondeos) serán contratados por la empresa para el correcto desarrollo del Proyecto.

El equipo técnico que se presenta posee los conocimientos técnicos necesarios para la óptima y responsable ejecución del Proyecto de Investigación. La solvencia técnica se pone de manifiesto por el equipo de Geólogos e Ingenieros de minas que participan en el Proyecto, tanto de la empresa **ERM**, como de la consultora **CGM**, que cuentan con experiencia demostrada en investigaciones geológicas y mineras similares, así como en la zona del P.I.

Por parte de la empresa **ERM** se contará con los siguientes técnicos:

- **Francisco Bellón** - Ingeniero Superior de minas. Director Facultativo.
- **Enrique Martínez** – Geólogo. Director de Exploración.
- **Lucía García** – Geóloga. Directora del Sistema de Gestión Ambiental, Minería Sostenible y Gestión de Derechos Mineros.
- **Vanessa García** – Técnica del Sistema de Gestión Ambiental, Minería Sostenible y Gestión de Derechos Mineros.
- **Geólogos junior**, contratados para este proyecto y según las necesidades de cada campaña de trabajo.
- **Asistentes de campo.**

Si fuera necesario para el desarrollo del Proyecto de Investigación, se contará con el asesoramiento de expertos y contratistas, junto con otros profesionales cualificados, según que los trabajos los requieran para su correcta ejecución.



14.- EMPRESAS Y ENTIDADES COLABORADORAS

14.1.- ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El equipo técnico que se encargará del desarrollo del Proyecto de Investigación, y de llevar a cabo el estudio geológico y estructural, además del personal de la Empresa **ERM**, es el de la contratista colaboradora **Consulting de Geología y Minería S. L.** (CGM).

14.2.- MONITORIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Para el estudio ambiental, creación de procedimientos y guías, así como el seguimiento ambiental del proyecto, se contará con los servicios de la empresa **MAGMA Soluciones Ambientales, S. L.** (MAGMA).

Igualmente, la monitorización ambiental de todas las actividades a desarrollar en el Proyecto de Investigación será llevada a cabo por empresas especialistas en esta materia, y preferentemente localizadas en Aragón.

14.3.- TRABAJOS DE GEOFÍSICA

Los trabajos de Geofísica se contratarán con compañías especializadas en esta materia, como **International Geophysical Technology, S. L.** (IGT).

14.4.- SONDEOS MECÁNICOS DE INVESTIGACIÓN

Los sondeos mecánicos serán subcontratados a compañías de sondeos de solvencia reconocida en este tipo de actividad como **Española de Aguas Subterráneas, S. L.** (EDASU).

14.5.- LABORATORIOS

Los laboratorios utilizados para las actividades descritas en este proyecto serán debidamente homologados y con experiencia probada para este tipo de actividad, como lo es **ALS Global**.

14.6.- COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Los estudios de las paragénesis y asociaciones minerales que se encuentren en los indicios de sulfuros polimetálicos (Cu-Pb-Zn-Sb) en la zona del P.I., junto con las



alteraciones hidrotermales son importantes para la prospección. Se requiere, además de los estudios petrológicos correspondientes, el uso de otras técnicas más sofisticadas de Difracción de R-X y Microsonda Electrónica.

Estos estudios serán realizados en los Laboratorios de la Universidad de Oviedo, que tienen la tecnología y equipamiento necesario, así como el personal cualificado en esta disciplina.

El Grupo de Investigación en Recursos y Yacimientos Minerales (REYACMIN) de la Universidad de Oviedo, evaluado positivamente por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) del MINECO, está liderado por el Prof. Dr. Agustín Martín-Izard, y participa en el Proyecto de Investigación.

También el grupo Minerals Raw Materials Processing Research liderado por el doctor Juan María Menéndez Aguado, tiene sobrada experiencia en ensayos y estudio metalúrgicos de menas minerales con instalaciones apropiadas en el campus de Mieres de la Universidad de Oviedo.



15-. FINANCIACIÓN Y GARANTÍAS ECONÓMICAS DE LA EMPRESA

En relación con el Programa y Fuentes de Financiación de la inversión prevista, la financiación del Permiso de Investigación “Alvón” procederá de los fondos propios de Berkeley Minera España, los cuales a su vez proceden de su empresa matriz, que es Berkeley Energía Limited (cotizada en los mercados bursátiles de Madrid, Australia y Londres). La financiación de todas las actividades de Berkeley Minera España, entre las que se encuentran los trabajos de investigación, se realiza mediante ampliaciones de capital por compensaciones de crédito entre la empresa matriz y su filial de manera regular.

Hasta la fecha y por este procedimiento la financiación recibida, Berkeley Minera España ha capitalizado a día de hoy 76.918.092,79 € a través de financiación procedente de su matriz.

A la fecha actual el activo en caja de Berkeley Energía (Socio Único de Berkeley Minera España) es de 79 MA\$ (millones de dólares australianos), lo que garantiza la financiación del programa de investigación propuesto.



16-. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL: MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS: PLAN DE RESTAURACIÓN.

La metodología de trabajo de campo que se desarrollará durante la realización de este Proyecto de Investigación conlleva las siguientes labores:

- Cartografías geológico-mineras y estructurales, a distintas escalas dependiendo de la fase del proyecto.
- Campañas de muestreos superficiales.
- Campañas de geoquímica de suelos.
- Campañas de geofísica.
- Campañas de sondeos mecánicos.

16.1-. ACTUACIONES A REALIZAR

Entre las actividades proyectadas, la realización de sondeos mecánicos es la potencialmente más impactante con el medio.

Se realizarán dos campañas de sondeos con unos **3.000** m planificados en total, con sondeos de RC y/o DDH, con un diámetro de 140mm para los de RC y entre 66 mm y 86 mm para los de DDH. El empleo de la técnica de DDH conlleva la inyección de agua a presión en las rocas encajantes.

En los sondeos RC se suele excavar una balsa para contener el agua que pudiera ser expulsada del terreno en la perforación. El material, cuando sale, se dirige a un ciclón de desaceleración para controlar la emisión de polvo al ambiente. Las máquinas también están provistas de un sistema de supresión de polvo mediante agua pulverizada que se inyecta en el circuito que recorre el material cuando es extraído.

En los sondeos DDH puede existir pérdida de agua por filtraciones debido a la existencia de fracturas, lo que provocaría una disminución de la presión de agua y pérdida de refrigeración de la corona diamantada de la máquina de perforación. Para solucionar esto se utilizarían aditivos cementantes disueltos de nulo impacto ambiental. También se precisarán dos balsas de decantación y un suministro de agua procedente de captación autorizada y/o de un proveedor de agua autorizado.

Se producirán residuos en la actividad de los sondistas (plásticos, cartones, materiales de limpieza de las máquinas o sus piezas, etc.) que se segregarán y se gestionarán adecuadamente.



Se realizará una vigilancia y seguimiento ambiental de las actividades para garantizar su compatibilidad con la conservación del patrimonio natural y cultural.

16.2-. MEDIDAS PROTECTORAS

Las medidas protectoras (preventivas, protectoras y, en su caso, compensatorias) se detallan en el Plan de Restauración del presente Proyecto de Investigación, conforme con el RD 975/2009, de 12 junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas; en el indicado Documento Ambiental.

Entre las medidas preventivas para procurar que el impacto causado no sea significativo se proyecta:

- Búsqueda de zona de ubicación de balsas sin perjuicio del entorno.
- Control de circulación de aguas.
- Control de la emisión de polvo en los sondeos de RC.
- Control de los residuos originados en los trabajos de reparación y mantenimiento de los equipos de sondeos, tales como aceite, valvulina, etc.

Como medidas correctoras se acometerá la restitución del entorno afectado por el emplazamiento de los equipos de sondeos, con tareas de limpieza y gestión de residuos, y revegetación.



17-. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

El Proyecto de investigación que aquí se presenta al ser un proyecto inicial de investigación no requiere de un plan de seguridad y salud laboral específico. No obstante, las campañas de sondeos que puedan realizarse se registrarán en todo momento a través del Documento de Seguridad y Salud por la normativa vigente. La Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva, determina que el Documento sobre seguridad y salud se entregará al mismo tiempo que se presenta el proyecto a que se refiere el artículo 8 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Este proyecto que se remite en este documento no refiere al Artículo 8 del RGNBSM y por tanto, será en un futuro, cuando se definan en detalle las actividades a realizar y se remita el Proyecto propio de actividades mineras a las que refiere el artículo 8 del RGNBSM cuando se remita el citado Documento de SYS requerido por la legislación.

No obstante, de lo anterior, se incluyen a continuación las directrices básicas que registrarán la Prevención de Riesgos laborales, y aspectos de Seguridad y Salud de las futuras actividades a realizar en el P.I. “Alvón”. Todas ellas en cuanto a prevención de riesgos laborales, seguridad y salud laboral para los trabajadores involucrados en el desarrollo de las mismas seguirán el estricto cumplimiento de:

- La Ley 31/1995 de 8 de noviembre por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- La Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- El R.D. 604/2005 de 19 de mayo por el que se modifica el R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera aprobado por el R.D. 863/1985 de 2 de abril. R.D. 150/1996 de 2 de febrero, por el que se modifica el artículo 109 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores de las industrias extractivas. Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, por la que se regula el contenido mínimo y estructura del Documento sobre Seguridad y Salud para la industria extractiva.
- Orden TED/252/2020, de 6 de marzo, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias 02.0.01 «Directores Facultativos» y 02.1.01 «Documento sobre Seguridad y Salud», y por la que se deroga la Instrucción



Técnica Complementaria 09.0.10 «personal de montaje, explotación y mantenimiento», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

- Modificación de la Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva.
- Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 “Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables”, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Todos los trabajos se llevarán a cabo con la máxima seguridad para el personal que lo ejecute, debiendo cumplirse escrupulosamente las Normas vigentes de Prevención de Riesgos Laborales, Seguridad e Higiene en el Trabajo, así como las concernientes al reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

El Documento sobre Seguridad y Salud se aplicará a todas las actividades desarrolladas por los trabajadores de la empresa titular, así como a contratistas, trabajadores autónomos, trabajadores de empresas suministradores y proveedoras que realicen cualquiera de las actividades necesarias para desarrollar el Programa de Exploración e Investigación del P.I. “Alvón”.

La coordinación entre la empresa titular y las empresas contratistas se realizará rigiéndose estrictamente por el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

El Titular del P.I. y responsable de las actividades, previamente al inicio de los trabajos y mediante personal competente, facilitará la información e instrucciones precisas a todo el personal, tanto propio como de las empresa contratistas, sobre los riesgos existentes derivados de la actividad a desarrollar, medidas de seguridad y protección correspondientes, evacuación de trabajadores, y procedimientos de actuación y medidas de emergencia a aplicar, viniendo los trabajadores de ésta obligados a su recepción y a la suscripción de los correspondientes documentos acreditativos de dicha recepción que se unirán al presente contrato.

Así mismo, se contará con procedimientos de seguridad y protección personal que garanticen las condiciones de seguridad y salud optimas en todas las actividades. Para ello se dotará a los trabajadores de los correspondientes equipos individuales de protección. Igual obligación se extenderá a la tenencia de las preceptivas



homologaciones e inspecciones técnicas favorables respecto de máquinas y equipos, así como a la adopción de medidas de seguridad en maquinaria, instrumentos, herramientas, etc. utilizados en el desarrollo de los trabajos y actividades.

Se garantiza que se empleará a trabajadores previamente informados y formados de todas las circunstancias relativas a la salud, seguridad, medio ambiente, tanto de equipos como personales que concurran en la concreta ejecución de los trabajos. A tal efecto, se adoptarán las medidas organizativas precisas para asegurar que los trabajadores reciben las instrucciones y charlas formativas e informativas en materia de prevención de riesgos laborales. No se emplearán trabajadores cuya contratación suponga una violación de las normas laborales, civiles o administrativas en vigor.

Así mismo, se garantiza que los materiales, equipos y bienes presentes en la ejecución de los trabajos estarán en perfecto uso y serán de adecuada calidad y aptos para el desarrollo de labores en las condiciones de seguridad requeridas.

Se garantizará, por tanto, de forma efectiva y a través de procedimientos:

- a) Que la prevención de riesgos laborales se ha integrado en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de ésta.
- b) Que han sido identificados los peligros y evaluados los riesgos a que se exponen los trabajadores en el lugar de trabajo, tanto en relación con los equipos de trabajo como con el entorno del puesto de trabajo.
- c) Que la concepción y utilización de los equipos y lugares de trabajo son seguros, de acuerdo con los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Que se ha previsto una adecuada gestión del mantenimiento de los equipos de trabajo al objeto de que la seguridad no resulte degradada.
- e) Que se han previsto medidas adecuadas para eliminar los peligros y minimizar los riesgos, para alcanzar los objetivos fijados por la legislación laboral.
- f) Que la estructura, dedicación de personal, los medios de los órganos de prevención y los medios económicos son adecuados y suficientes para la actividad preventiva.
- g) Que se han integrado en la actividad preventiva las medidas de emergencia y vigilancia de la salud, previstas en los artículos 20 y 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.



- h) Que se controlan periódicamente las condiciones, la organización, los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.
- i) Que se ha previsto y programado la formación, información, consulta y participación adecuada del personal, en materia de seguridad y salud.
- j) Que se han previsto las medidas necesarias para garantizar la coordinación de actividades empresariales en el centro de trabajo.



18-. COLABORACIÓN CON ADMINISTRACIONES

La Empresa ERM es muy sensible a las relaciones con las Administraciones y comunidades locales y se compromete, mientras dure el Permiso de Investigación, a lo siguiente:

18.1-. COLABORACIÓN CON MUNICIPIOS Y AYUNTAMIENTOS

Se compromete a colaborar con los diferentes municipios, ayuntamientos y juntas vecinales.

Se compromete con las diferentes administraciones y particulares con los que se puedan compartir pistas y accesos, a adecuarlas y mejorarlas.

18.2-. COMPROMISO CON EL EMPLEO

A contratar trabajadores con la capacitación adecuada en la comarca para las labores de investigación, dando preferencia a la generación de empleo local.

18.3-. MEJORAS AMBIENTALES

El compromiso es dejar las cosas como estaban o, si cabe, mejor que se encontraron.



La firma del presente Proyecto de Investigación se realiza:

En Retortillo a 30 de junio de 2025

BELLON DEL
ROSAL
FRANCISCO DE
PAULA -
11426883T

Firmado digitalmente
por BELLON DEL
ROSAL FRANCISCO DE
PAULA - 11426883T
Fecha: 2025.06.30
16:02:46 +02'00'

Fdo: Francisco Bellón del Rosal



19-. ANEXO 1: MAPAS

- **Mapa 1.** Situación geográfica del P.I. “Alvón” (nº 3.576), al sur de Ateca, con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb.
- **Mapa 2.** Situación del P.I. “Alvón”, con las minas de Cu-Pb-Zn-Sb, sobre la ortoimagen.
- **Mapa 3.** Modelo Digital del Terreno de la zona del P.I. “Alvón”.
- **Mapa 4.** Mapa geológico de la zona del P.I. “Alvón”, y localización de las principales minas de Cu-Pb-Zn-Sb.
- **Mapa 5.** Campañas de geoquímica de suelos entorno a las minas Leonor, El Fraile, La Albarda y Tablares.



20-. ANEXO 2: SOLVENCIA ECONÓMICA DE LA EMPRESA

Mining exploration entity or oil and gas exploration entity quarterly cash flow report

Name of entity

Berkeley Energia Limited

ABN

40 052 468 569

Quarter ended ("current quarter")

31 December 2024

Consolidated statement of cash flows	Current quarter \$A'000	Year to date (6 months) \$A'000
1. Cash flows from operating activities		
1.1 Receipts from customers	-	-
1.2 Payments for		
(a) exploration & evaluation	(1,004)	(1,623)
(b) development	-	-
(c) production	-	-
(d) staff costs	(442)	(737)
(e) administration and corporate costs	(346)	(599)
1.3 Dividends received (see note 3)	-	-
1.4 Interest received	794	1,642
1.5 Interest and other costs of finance paid	-	-
1.6 Income taxes paid	-	-
1.7 Government grants and tax incentives	-	-
1.8 Other (provide details if material)		
(a) Business Development	(28)	(113)
(b) Arbitration related expenses	-	(1,298)
1.9 Net cash from / (used in) operating activities	(1,026)	(2,728)
2. Cash flows from investing activities		
2.1 Payments to acquire or for:		
(a) entities	-	-
(b) tenements	-	-
(c) property, plant and equipment	-	-
(d) exploration & evaluation	-	-
(e) investments	-	-
(f) other non-current assets	-	-



Consolidated statement of cash flows		Current quarter \$A'000	Year to date (6 months) \$A'000
2.2	Proceeds from the disposal of:		
	(a) entities	-	-
	(b) tenements	-	-
	(c) property, plant and equipment	-	-
	(d) investments	-	-
	(e) other non-current assets	-	-
2.3	Cash flows from loans to other entities	-	-
2.4	Dividends received (see note 3)	-	-
2.5	Other (provide details if material)	-	-
2.6	Net cash from / (used in) investing activities	-	-
3.	Cash flows from financing activities		
3.1	Proceeds from issues of equity securities (excluding convertible debt securities)	-	-
3.2	Proceeds from issue of convertible debt securities	-	-
3.3	Proceeds from exercise of options	-	-
3.4	Transaction costs related to issues of equity securities or convertible debt securities	-	-
3.5	Proceeds from borrowings	-	-
3.6	Repayment of borrowings	-	-
3.7	Transaction costs related to loans and borrowings	-	-
3.8	Dividends paid	-	-
3.9	Other (provide details if material)	-	-
3.10	Net cash from / (used in) financing activities	-	-
4.	Net increase / (decrease) in cash and cash equivalents for the period		
4.1	Cash and cash equivalents at beginning of period	72,385	77,345
4.2	Net cash from / (used in) operating activities (item 1.9 above)	(1,026)	(2,728)
4.3	Net cash from / (used in) investing activities (item 2.6 above)	-	-
4.4	Net cash from / (used in) financing activities (item 3.10 above)	-	-



Consolidated statement of cash flows		Current quarter \$A'000	Year to date (6 months) \$A'000
4.5	Effect of movement in exchange rates on cash held	8,070	4,812
4.6	Cash and cash equivalents at end of period	79,429	79,429

5.	Reconciliation of cash and cash equivalents at the end of the quarter (as shown in the consolidated statement of cash flows) to the related items in the accounts	Current quarter \$A'000	Previous quarter \$A'000
5.1	Bank balances	79,379	72,335
5.2	Call deposits	50	50
5.3	Bank overdrafts	-	-
5.4	Other (provide details)	-	-
5.5	Cash and cash equivalents at end of quarter (should equal item 4.6 above)	79,429	72,385

6.	Payments to related parties of the entity and their associates	Current quarter \$A'000
6.1	Aggregate amount of payments to related parties and their associates included in item 1	(82)
6.2	Aggregate amount of payments to related parties and their associates included in item 2	-

Note: if any amounts are shown in items 6.1 or 6.2, your quarterly activity report must include a description of, and an explanation for, such payments.

7.	Financing facilities <i>Note: the term "facility" includes all forms of financing arrangements available to the entity. Add notes as necessary for an understanding of the sources of finance available to the entity.</i>	Total facility amount at quarter end \$A'000	Amount drawn at quarter end \$A'000
7.1	Loan facilities	-	-
7.2	Credit standby arrangements	-	-
7.3	Other (please specify)	-	-
7.4	Total financing facilities	-	-
7.5	Unused financing facilities available at quarter end		-
7.6	Include in the box below a description of each facility above, including the lender, interest rate, maturity date and whether it is secured or unsecured. If any additional financing facilities have been entered into or are proposed to be entered into after quarter end, include a note providing details of those facilities as well.		
	Not applicable		



8.	Estimated cash available for future operating activities	\$A'000
8.1	Net cash from / (used in) operating activities (item 1.9)	(1,026)
8.2	(Payments for exploration & evaluation classified as investing activities) (item 2.1(d))	-
8.3	Total relevant outgoings (item 8.1 + item 8.2)	(1,026)
8.4	Cash and cash equivalents at quarter end (item 4.6)	79,429
8.5	Unused finance facilities available at quarter end (item 7.5)	-
8.6	Total available funding (item 8.4 + item 8.5)	79,429
8.7	Estimated quarters of funding available (item 8.6 divided by item 8.3)	>10
<i>Note: if the entity has reported positive relevant outgoings (ie a net cash inflow) in item 8.3, answer item 8.7 as "N/A". Otherwise, a figure for the estimated quarters of funding available must be included in item 8.7.</i>		
8.8	If item 8.7 is less than 2 quarters, please provide answers to the following questions:	
8.8.1	Does the entity expect that it will continue to have the current level of net operating cash flows for the time being and, if not, why not?	
Answer: Not applicable		
8.8.2	Has the entity taken any steps, or does it propose to take any steps, to raise further cash to fund its operations and, if so, what are those steps and how likely does it believe that they will be successful?	
Answer: Not applicable		
8.8.3	Does the entity expect to be able to continue its operations and to meet its business objectives and, if so, on what basis?	
Answer: Not applicable		
<i>Note: where item 8.7 is less than 2 quarters, all of questions 8.8.1, 8.8.2 and 8.8.3 above must be answered.</i>		

Compliance statement

- 1 This statement has been prepared in accordance with accounting standards and policies which comply with Listing Rule 19.11A.
- 2 This statement gives a true and fair view of the matters disclosed.

Date: 31 January 2025

Authorised by: Company Secretary
(Name of body or officer authorising release – see note 4)

Notes

1. This quarterly cash flow report and the accompanying activity report provide a basis for informing the market about the entity's activities for the past quarter, how they have been financed and the effect this has had on its cash position. An entity that wishes to disclose additional information over and above the minimum required under the Listing Rules is encouraged to do so.
2. If this quarterly cash flow report has been prepared in accordance with Australian Accounting Standards, the definitions in, and provisions of, AASB 6: *Exploration for and Evaluation of Mineral Resources* and AASB 107: *Statement of Cash Flows* apply to this report. If this quarterly cash flow report has been prepared in accordance with other accounting standards agreed by ASX pursuant to Listing Rule 19.11A, the corresponding equivalent standards apply to this report.
3. Dividends received may be classified either as cash flows from operating activities or cash flows from investing activities, depending on the accounting policy of the entity.
4. If this report has been authorised for release to the market by your board of directors, you can insert here: "By the board". If it has been authorised for release to the market by a committee of your board of directors, you can insert here: "By the [name of board committee – eg Audit and Risk Committee]". If it has been authorised for release to the market by a disclosure committee, you can insert here: "By the Disclosure Committee".



5. If this report has been authorised for release to the market by your board of directors and you wish to hold yourself out as complying with recommendation 4.2 of the ASX Corporate Governance Council's *Corporate Governance Principles and Recommendations*, the board should have received a declaration from its CEO and CFO that, in their opinion, the financial records of the entity have been properly maintained, that this report complies with the appropriate accounting standards and gives a true and fair view of the cash flows of the entity, and that their opinion has been formed on the basis of a sound system of risk management and internal control which is operating effectively.