

02 DE JULIO DE 2025



FOMENTO MINERO DEL COBRE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL P.I. "GRIO" N° 3583

MEMORIA

AUTOR:
FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.
Revisión 00

En el presente proyecto de investigación se redacta en virtud del artículo 47 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y con el contenido establecido en el artículo 66.1.c del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.

Revisión	Fecha	Motivo	Autor	Revisado	Aprobado
00	02/07/25	Redacción	Francisco Menéndez Simón	Gonzalo Mayoral Fernández	Francisco Menéndez Simón

Revisión	Cambios principales	Página
01		

Contenido

1. DATOS GENERALES	5
1.1. DATOS DEL SOLICITANTE	5
1.2. DATOS DEL PERMISO	5
2. INTRODUCCIÓN	5
3. SUSTANCIAS OBJETIVO DEL PROYECTO	6
4. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS	6
5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	8
6. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
6.1. ANTECEDENTES MINEROS.....	14
6.2. JUSTIFICACIÓN LEGAL Y ADMINISTRATIVA.....	17
6.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	21
7. AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL	24
7.1. CONTEXTO GEOLÓGICO	24
7.2. MINERALIZACIONES.....	29
7.3. CONCLUSIONES.....	29
8. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	30
9. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	30
9.1. INTRODUCCIÓN.....	30
9.2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	30
9.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	32
9.3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	32
9.3.2. RECONOCIMIENTO DE CAMPO	32
9.3.3. ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA.....	33
9.3.4. DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN. MODELO GEOLÓGICO-MINERO GLOBAL EN 3D	34
9.3.5. GEOQUÍMICA DE SUELOS	34
9.3.6. CAMPAÑAS DE GEOFÍSICA DE SUPERFICIE.....	35

9.3.7.	CALICATAS.....	36
9.3.8.	SONDEOS CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO.....	37
9.3.9.	RECUPERACIÓN EN LABORES MINERAS ANTIGUAS.....	40
9.3.10.	ANÁLISIS DE MUESTRAS DE LA MINERALIZACIÓN	40
9.4.	EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANTEADOS	42
9.5.	MEDIOS A EMPLEAR Y EQUIPO TÉCNICO.....	42
9.5.1.	MEDIOS PROPIOS.....	42
9.5.2.	GEOFÍSICA.	43
9.5.3.	PERFORACIÓN DE INVESTIGACIÓN.....	44
9.5.4.	ENSAYOS DE LABORATORIO.	44
9.5.5.	MODELIZACIÓN DEL YACIMIENTO Y CONSULTORÍA/ASESORÍA.	45
10.	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	47
10.1.	DESARROLLO Y LÓGICA DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN	47
10.2.	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL PRIMER AÑO	50
10.3.	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL SEGUNDO AÑO.	51
10.4.	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 3º AÑO	51
10.5.	PRÓRROGA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN.....	52
10.6.	CRONOGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS.....	52
10.6.1.	PRIMER AÑO DE PERMISO	52
10.6.2.	SEGUNDO AÑO DE PERMISO.	53
10.6.3.	TERCER AÑO DE PERMISO	53
11.	PRESUPUESTO	53
11.1.	PRESUPUESTO PRIMER AÑO.	53
11.2.	PRESUPUESTO SEGUNDO AÑO.	55
11.3.	PRESUPUESTO TERCER AÑO.....	57
11.4.	INVERSIÓN TOTAL PREVISTA.....	59
ANEXO I -	LEGISLACIÓN APLICABLE	61
ANEXO II –	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS	64
1.	TOMOGRFÍA ELÉCTRICA	64
2.	MÉTODO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA	65
3.	MÉTODO DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SEDТ).	65
4.	MÉTODO MAGNETO-TELÚRICO.	66
5.	SÍSMICA DE REFLEXIÓN.....	70
6.	SÍSMICA DE REFRACCIÓN.	71
7.	GEOFÍSICA “IN-HOLE” EN LAS PERFORACIONES DE INVESTIGACIÓN.	73
ANEXO III –	ANÁLISIS Y ENSAYOS DE MUESTRAS	76
1.	MUESTRAS PARA ANÁLISIS QUÍMICOS	76
2.	MUESTRAS PARA ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS, MINERALÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.....	79
ANEXO IV –	CURRÍCULUM PERSONAL INVESTIGADOR	81
ANEXO V –	SEGURIDAD Y SALUD	107
ANEXO VI –	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXO VII –	LEYENDA MAPA GEOLÓGICO	109

Índice de Figuras

Figura 1. Delimitación inicialmente solicitada del PI “GRIO” sobre el Mapa Topográfico Nacional a Escala 1:50.000 del IGN.	8
Figura 2. Situación del P.I. en el mapa comarcal de Aragón. <i>Fuente: Wikipedia</i>	9
Figura 3. Ubicación del permiso de investigación en relación con la Red Natura 2000. <i>Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.</i> ...	10
Figura 4. Proyecto general de Fomento Minero del Cobre. En rojo la delimitación de los permisos de investigación solicitados. En verde, los permisos de exploración. <i>Fuente: Elaboración propia sobre cartografía del IGN.</i>	13
Figura 5. Mapa de situación de los principales indicios, sobre los permisos solicitados. <i>Fuente: Elaboración propia</i>	14
Figura 6. Plano de los derechos mineros existentes. <i>Fuente: Elaboración propia.</i>	16
Figura 7: Materias primas utilizadas en tecnologías clave para las transición energética, y kg necesarios por tecnología. <i>Fuente: Agencia Internacional de la Energía.</i>	23
Figura 8: Materias primas necesarias y su importancia para tecnologías de energía limpia. <i>Fuente: Agencia Internacional de la Energía.</i>	23
Figura 9. Contexto geológico. <i>Fuente: Elaboración propia con datos del IGME</i>	29
Figura 10. Localización de los sondeos con recuperación de testigo planteados.	38
Figura 11. Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de resistividad aparente del terreno.	64
Figura 12. Configuración de campo de MT en forma tensorial.	68
Figura 13. Ejemplo de perfil obtenido.	69
Figura 14.	71
Figura 15. Esquema de la implantación sísmica que se utilizará para este estudio.	72
Figura 16. Ejemplo de sección resultante del procesado mediante inversión de datos de Sísmica de Refracción.	72

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas inicialmente solicitadas del perímetro del P.I. “GRIO”.	7
Tabla 2: Materias primas estratégicas en 2024. <i>Fuente: Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020</i> Texto pertinente a efectos del EEE. – Unión Europea.....	22
Tabla 3. Ubicación de los sondeos a realizar en el P.I. deducida de la documentación disponible (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N). Primera campaña.	37
Tabla 4. Ubicación de los sondeos a realizar en el P.I. deducida de la documentación disponible (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N). Segunda campaña.	38

1. DATOS GENERALES

1.1. DATOS DEL SOLICITANTE

FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.U.

CIF B75938134

Domicilio: Avda. Mirat, 20, 1º, CP 37005, Salamanca (Salamanca).

1.2. DATOS DEL PERMISO

Tipo derecho: PERMISO DE INVESTIGACIÓN

Nombre de derecho: GRIO

Número: 3583

Tipo de Recurso: Todos los de la Sección C, con especial interés en las mineralizaciones de cobre y metales asociados.

Extensión solicitada: 118 cuadrículas mineras.

Situación: El Frasno, Morata de Jalón, Santa Cruz de Grío, Alpartir y Tobed, en la provincia de Zaragoza.

Inversión Prevista: 897.688,39 €

2. INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Investigación se redacta en virtud de lo contenido en artículo 66 del Reglamento General para el Régimen de la Minería, aprobado el 25 de agosto mediante Real Decreto 2.857/1.978. En él se establecerá el plan general de investigación que se prevé realizar en el Proyecto de Investigación del P.I. GRIO, nº 3583, describiendo la información de la que se dispone, procedimiento y medios a emplear en la investigación, programa de investigación, plazos de ejecución, planos, presupuesto y en resumen todo lo especificado en el mencionado artículo 66, punto 1, apartado c. También se plasmará la información que a nuestro juicio consideremos útil para una mejor comprensión del proyecto.

3. SUSTANCIAS OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto de exploración pretende investigar todas las sustancias de la sección C) con especial atención al cobre y sus mineralizaciones, así como a cualquier otra mineralización metálica asociada. Es de señalar que **el cobre figura tanto como materia prima fundamental como materia prima estratégica** según el *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020*.

4. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El 07/04/2025 se solicita ante la Subdirección de Industria, Comercio, Energía y Minas de Zaragoza con nº de registro RT_3006633093/2025, el Permiso de Investigación "GRIO", de 118 cuadrículas mineras, sito en los términos municipales de El Frasno, Morata de Jalón, Santa Cruz de Grío, Alpartir y Tobed en la provincia de Zaragoza, para todas las sustancias de la Sección C (con especial atención al cobre y sus mineralizaciones, así como a cualquier otra mineralización metálica asociada, por un periodo de tres años, en virtud de lo recogido en el Capítulo Tercero de la *Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas* y en el artículo 66 del *R.D. 2857/1978 de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería*. Se realiza la diligencia oportuna y el P.I. queda inscrito con el nº 3583 del Libro de Registros Mineros.

El perímetro del Permiso de Investigación que se solicita inicialmente queda definido por las siguientes coordenadas geográficas referidas al Meridiano de Greenwich (ETRS89), y cuya representación cartográfica se presenta en la tabla siguiente.

VERTICE	Longitud OESTE	Latitud NORTE
PP1	1º 29' 20"	41º 24' 20"
2	1º 26' 40"	41º 24' 20"
3	1º 26' 40"	41º 24' 40"
4	1º 26' 20"	41º 24' 40"
5	1º 26' 20"	41º 24' 20"
6	1º 25' 20"	41º 24' 20"
7	1º 25' 20"	41º 24' 00"
8	1º 24' 00"	41º 24' 00"

9	1° 24' 00"	41° 23' 40"
10	1° 23' 40"	41° 23' 40"
11	1° 23' 40"	41° 23' 00"
12	1° 22' 20"	41° 23' 00"
13	1° 22' 20"	41° 22' 40"
14	1° 22' 00"	41° 22' 40"
15	1° 22' 00"	41° 22' 00"
16	1° 22' 20"	41° 22' 00"
17	1° 22' 20"	41° 21' 20"
18	1° 25' 40"	41° 21' 20"
19	1° 25' 40"	41° 21' 40"
20	1° 26' 00"	41° 21' 40"
21	1° 26' 00"	41° 22' 20"
22	1° 27' 00"	41° 22' 20"
23	1° 27' 00"	41° 23' 00"
24	1° 28' 00"	41° 23' 00"
25	1° 28' 00"	41° 23' 20"
26	1° 28' 20"	41° 23' 20"
27	1° 28' 20"	41° 23' 40"
28	1° 29' 20"	41° 23' 40"

Tabla 1. Coordenadas inicialmente solicitadas del perímetro del P.I. "GRIO".

La superficie definida por este perímetro se encuentra íntegramente dentro de la hoja nº 410 "La Almunia de Doña Godina", del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

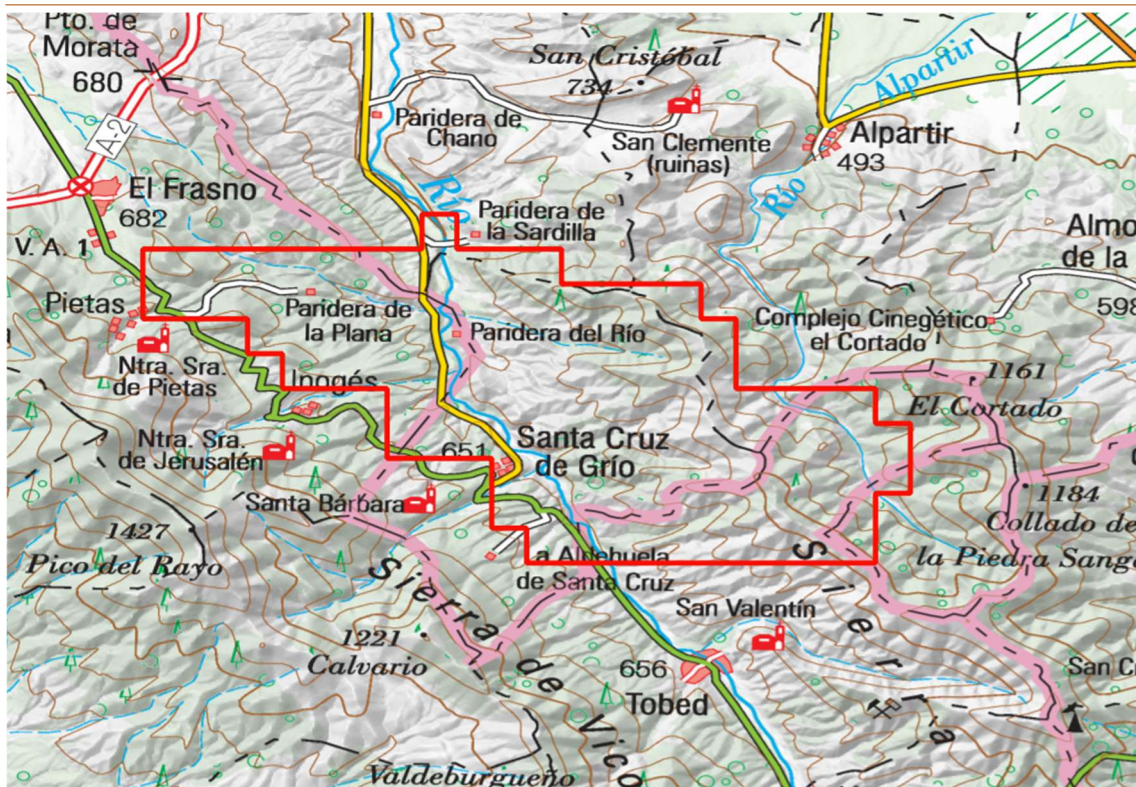


Figura 1. Delimitación inicialmente solicitada del PI "GRIO" sobre el Mapa Topográfico Nacional a Escala 1:50.000 del IGN.

5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Permiso de Investigación solicitado no tiene una forma poligonal clara y se distribuye en dirección NW – SE, repartiéndose entre los términos municipales de El Frasnó, Morata de Jalón, Santa Cruz de Grío, Alpartir y Tobed, en la provincia de Zaragoza. Comprende un territorio franco y registrable de unas 3.480 Ha. sin que quede delimitado claramente por elementos físicos.

Los accesos son buenos. A la zona se llega desde la A2, autovía situada al norte, desde la que parten múltiples carreteras hacia el sureste, a ambos lados de la Sierra de Algairén, como la A-2302 o la A-220. Además de estas carreteras hay una red de caminos públicos rurales que permite un acceso sencillo a prácticamente cualquier lugar del permiso.

Desde el punto de vista geográfico se encuentra en la provincia de Zaragoza, repartido entre las Comarcas de Calatayud, Daroca, Cariñena y Valdejalón.



Figura 2. Situación del P.I. en el mapa comarcal de Aragón. Fuente: Wikipedia.

No hay ningún Espacio Natural Protegido bajo las figuras recogidas en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y en el Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón.

Se ha realizado un estudio de la Red Natura 2000, observando que el Permiso de Investigación “GRIO” intercepta la siguiente figura de la Red Natura 2000:

- Sierra de Algairén (ES2430103)

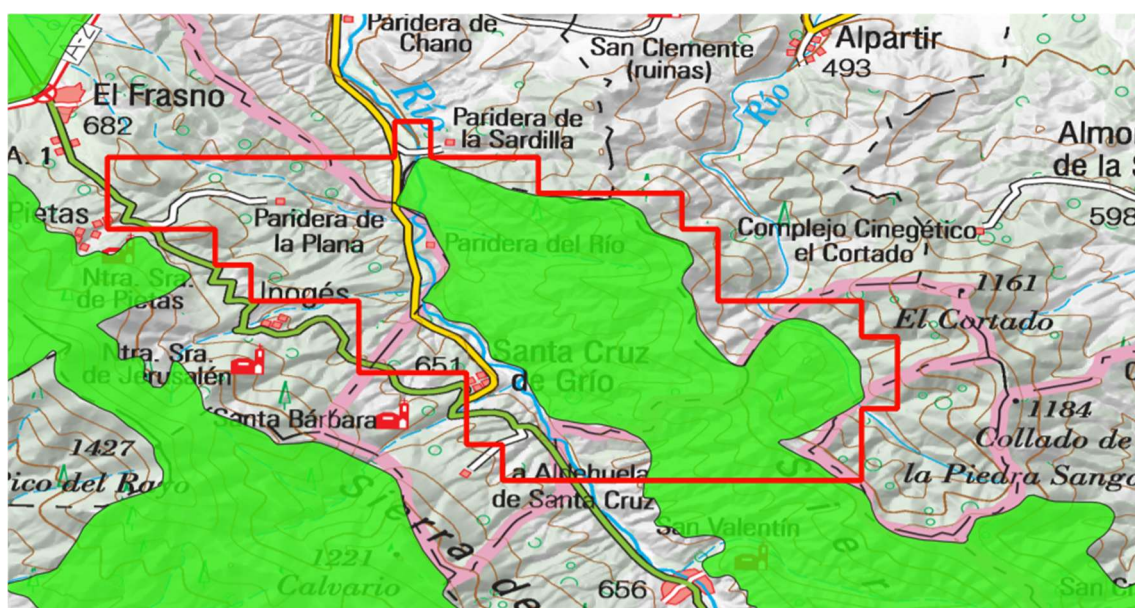


Figura 3. Ubicación del permiso de investigación en relación con la Red Natura 2000. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En el Plan de Restauración se analizan las posibles afecciones de las actividades de exploración e investigación y las medidas tomadas al respecto, resultando de dicho análisis que **no se infiere que haya posibilidad de afección tras la finalización de los trabajos y mucho menos con repercusión a zonas alejadas de la RN2000 fuera del permiso.**

No obstante conviene recordar que en el *Dictamen del Comité Económico y Social Europeo* sobre la "Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo – La iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa para generar crecimiento y empleo" (COM(2008) 699 final) del CCMI/060 - La iniciativa de las materias primas: necesidades en Europa para generar crecimiento y empleo se establece como uno de los pilares imprescindibles *potenciar un suministro sostenible de materias primas de fuentes europeas estableciendo*, teniendo en cuenta entre otros puntos los siguiente (punto 4.2.6):

*De acuerdo con el desarrollo de las directrices sobre la compatibilidad de Natura 2000 con la extracción de materias primas, los Estados miembros deberían revisar sus propias directrices nacionales y asegurarse de que sus propias autoridades competentes sean conscientes del hecho de que **Natura 2000 no prohíbe la extracción de materias primas** (el artículo 6 de la Directiva sobre hábitats proporciona una herramienta excelente para garantizar que las industrias extractivas respeten los principios del desarrollo sostenible).*

Si no prohíbe la extracción de materias primas, mucho menos la exploración e investigación, de prácticamente nula repercusión.

6. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Históricamente, son varias las explotaciones de cobre que han existido en la Sierra de Algairén, en la zona suroeste de la provincia de Zaragoza y noroeste de Teruel.

Estas explotaciones fueron originadas, sin duda, por la observación directa de la presencia de minerales secundarios de cobre, ya desde tiempos remotos, durante la dominación romana, y no por un trabajo de investigación sistemático.

No es hasta la segunda mitad del siglo XVIII cuando se empieza a estudiar las formaciones geológicas que albergan estas explotaciones romanas y se empiezan a poner en explotación varias concesiones, de pequeña magnitud, en el centro y sudeste de la formación montañosa. Todas estas explotaciones se paralizaron al inicio de la Primera Guerra Mundial.

Posteriormente, a finales de los años 60, se recupera el interés por la zona y es Asturiana de Zinc, Sociedad Anónima (AZSA) la que se encarga de las investigaciones, durante un período de tres años.

Sus trabajos se enfocaron, básicamente, en el estudio de los afloramientos y en el análisis de muestras recogidas de las escombreras, que ofrecieron importantes concentraciones de cobre y plata. Los trabajos no derivaron en una explotación por el bajo precio de los metales en los años 70, perdiéndose el interés por la zona.

Si bien AZSA realizó una labor encomiable de exploración sistemática, es también cierto que dichos trabajos en general no pasaron a una fase posterior de investigación. Las labores se quedaron en trabajos de prospección geoquímica principalmente, sin realizar una investigación más detallada apoyada en campañas de sondeos. Por otro lado, incluso, varias zonas quedaron sin cartografiar en detalle, habiéndose centrado dicho detalle en zonas de indicios mineros claros, como las sobradamente conocidas zonas ya explotadas.

Posteriormente han continuado los estudios en la zona, aunque de forma esporádica y desde un punto de vista puramente científico y no con fines de identificación de un posible yacimiento. La iniciativa privada también ha llevado a cabo algún intento de investigación, que no fructificó, y que en muchos casos no aportó conocimiento alguno nuevo, quedándose también en fases previas de revisión documental y alguna inspección de campo.

FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.U. pretende retomar los trabajos, completarlos con estudios posteriores y llevar a cabo una exploración regional de toda la formación geológica susceptible de contener mineralización de cobre para identificar los posibles yacimientos y zonas de mayor concentración mineral, de cara a plantear una

investigación más profunda. Por ello el presente Proyecto de Exploración forma parte de una campaña más amplia que abarca desde la zona de Alpartir, lindando con la Autovía A-2, hasta la zona de Loscos, ya en la provincia de Teruel, a lo largo de las unidades del Paleozoico, concretamente en el Ordovícico, en el que las multicapas de cuarcitas y pizarras se ha identificado como encajante favorable de la mineralización cuprífera. Para ello la estrategia investigadora es la siguiente:

- Recopilación e integración de toda la documentación científica existente y creación de un modelo metalogenético.
- Levantamiento de campo detallado con los siguientes objetivos:
 - Comprobar y validar la cartografía de los estudios precedentes. Esto persigue a su vez un doble objetivo:
 - Comprobar efectivamente la exactitud de los trabajos históricos y corregirlos o completarlos, en su caso.
 - Validar la información histórica a estándares actuales internacionalmente reconocidos (PERC, JORC, NI 43-101), de forma que sean aceptados por la comunidad geológico-minera internacional.
 - Completar las zonas dudosas, los huecos cartográficos o las zonas cartografiadas a escalas 1:50.000 o superiores, con una cartografía de detalle.
 - Tomar datos topográficos de campo con el fin de generar un modelo digital exacto.
- Toma de muestras.

Con estos trabajos se obtendrá:

- Ubicación y extensión exacta de las unidades del Ordovícico, incluidos los límites de las edades inferior, media y superior. También la identificación de las unidades supra e infrayacentes al Ordovícico.
- Establecimiento de la cartografía estructural.
- Identificación de las capas mineralizadas, tanto en la secuencia estratigráfica, como su dispersión geográfica (zonas mineralizadas y no mineralizadas).

El resultado de estos trabajos de investigación permitirá localizar posibles depósitos y zonas de interés donde solicitar permisos de investigación derivados, abandonando las extensiones sin interés, ya perfectamente identificadas.

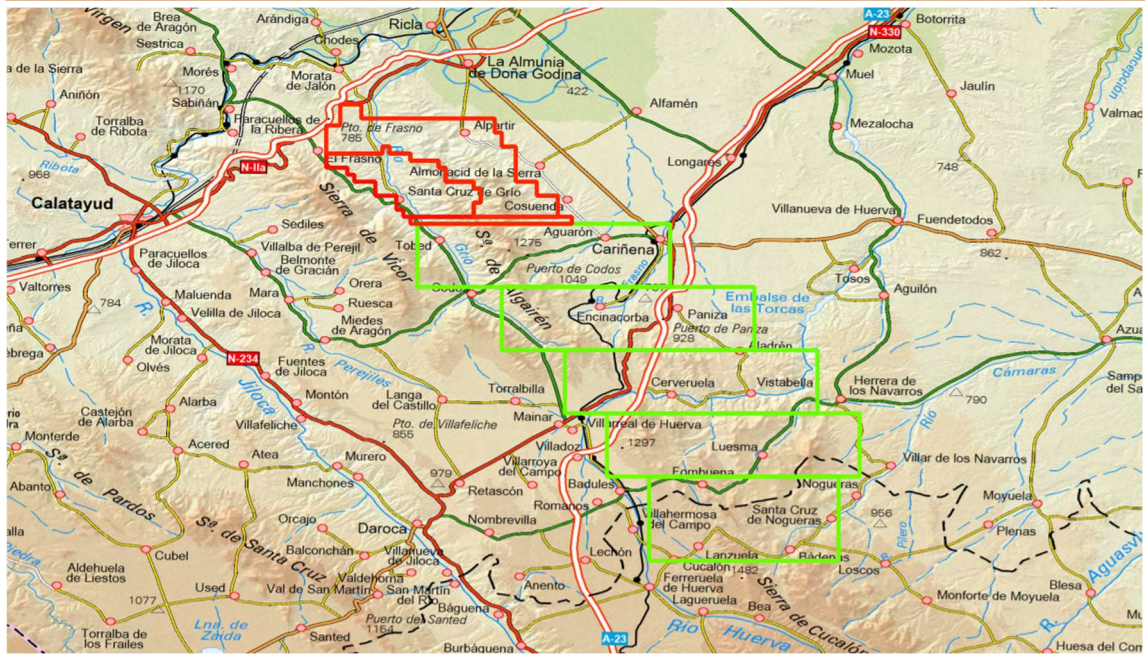


Figura 4. Proyecto general de Fomento Minero del Cobre. En rojo la delimitación de los permisos de investigación solicitados. En verde, los permisos de exploración. Fuente: *Elaboración propia sobre cartografía del IGN.*

En la figura siguiente pueden verse los indicios identificados en la zona del Ordovícico objetivo de los proyectos de Fomento Minero del Cobre. Como se puede observar, los permisos se ubican en la zona de los indicios.

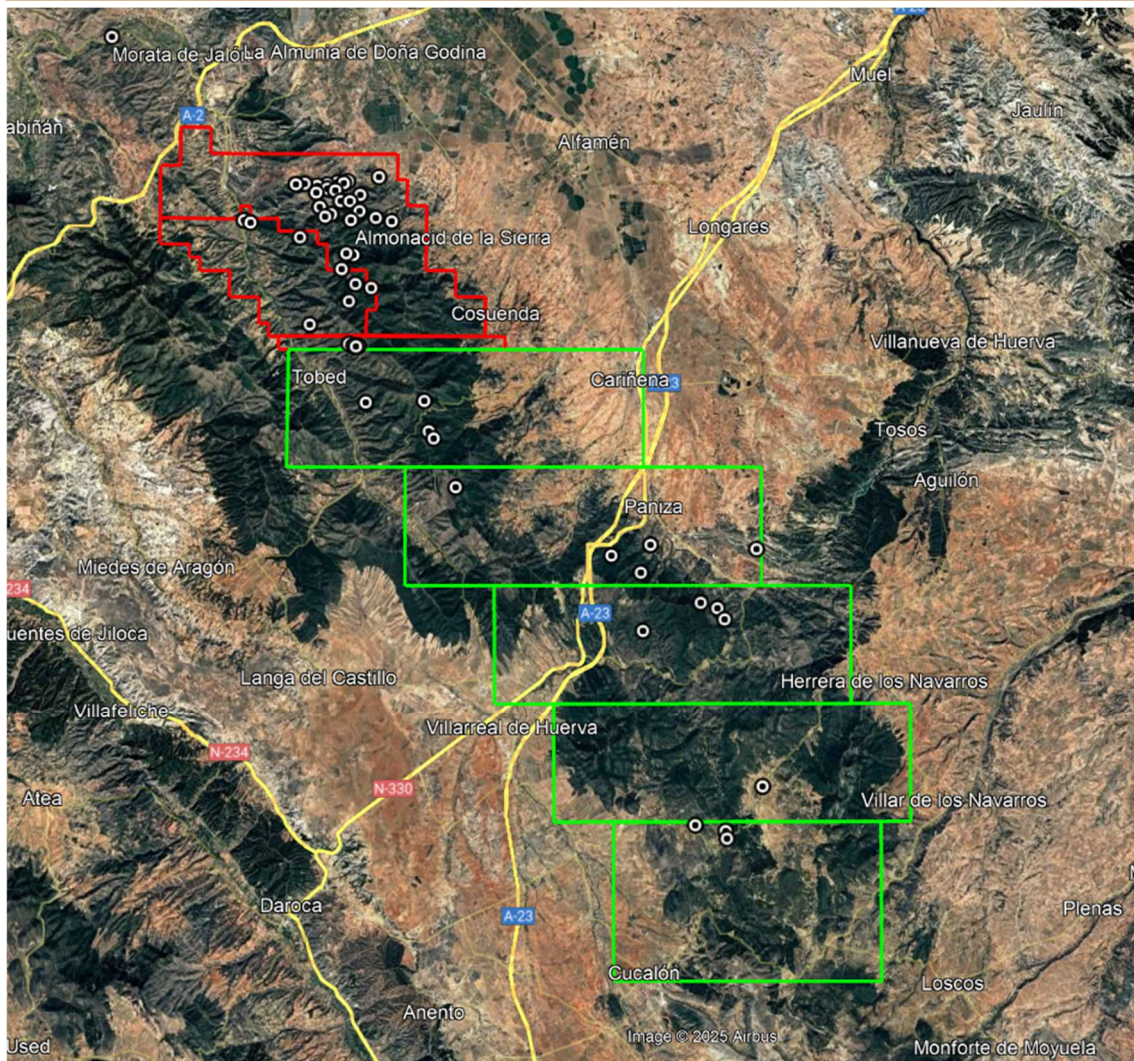


Figura 5. Mapa de situación de los principales indicios, sobre los permisos solicitados. *Fuente: Elaboración propia.*

FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.U. asume con este proyecto un esfuerzo técnico e inversor importante, poco habitual en la empresa privada, que redundará en un aumento del conocimiento geológico que, tanto en caso de resultado negativo como positivo, quedará a disposición del Estado sin gasto alguno para él, y colaborando así en lo exigido en el artículo 19 del *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales.*

En los siguientes apartados entraremos en más detalle en los distintos aspectos técnicos, administrativos y económicos.

6.1. ANTECEDENTES MINEROS

FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.U. es una empresa de investigación y desarrollo minero orientada principalmente a los yacimientos de cobre, materia indispensable en

la transición energética, en la industria 4.0 y las nuevas tecnologías, que encaja perfectamente en su filosofía empresarial. En la zona del proyecto se ha identificado la presencia de cobre en diversas formas minerales. El objetivo de la empresa es identificar en la zona del permiso uno o varios yacimientos susceptibles de su aprovechamiento en estos minerales identificados, evaluar sus reservas, su viabilidad técnica y económica y en caso de resultado positivo, proponer una explotación minera.

La Sierra de Algairén constituye una pequeña unidad bien individualizada del sistema Ibérico, extendiéndose desde Alpartir hasta Mainar, lindando con la depresión del Ebro. Se orienta de noroeste a sureste, de forma paralela al valle del Ebro. Alberga mineralizaciones de cobre que fueron aprovechadas desde antiguo, siendo las explotaciones más conocidas las de la zona de Alpartir.

En el término de Alpartir, MALLADA cita las minas Bilbilitanas, que, con una potencia media de 0,28 m. de hidróxidos de hierro con piritas de cobre, rendía hasta ocho onzas de plata por quintal. El mismo autor se refiere a otros ocho filones de cobres grises cerca de Alpartir y tres más en el cerro de Mosomero. Todos ellos armaban en los materiales del Tremadociense.

En las proximidades de Tobed fueron explotados varios filones de barita y cobre, siempre de escasa potencia y continuidad. En El Frasno se han trabajado pequeñas bolsadas de hidróxidos de hierro en las cuarcitas del Tremadociense. (Fuente: IGME_Hoja 410_La Almunia de Doña Godina)

Fueron estos antiguos indicios y pequeñas explotaciones históricas las que llamaron la atención y marcaron la necesidad de realizar un estudio más en profundidad de la formación geológica, encargándose de ello la compañía Asturiana de Zinc, SA (AZSA) a finales de los 60 y principios de los 70.

Dicho plan de exploración no fructificó en una posterior etapa de investigación de detalle, por los bajos precios de los metales en los años 70.

Desde el punto de vista minero, en los últimos tiempos, la actividad minera se ha centrado en la parte sur de la Sierra, ubicada principalmente en la provincia de Teruel, donde las investigaciones y explotaciones se han vinculado a las arcillas, pizarras y roca natural, así como a los óxidos de hierro, utilizados como pigmento.

Respecto a derechos mineros cercanos, conviene señalar lo siguiente:

- Al norte, se encuentran las siguientes concesiones de explotación y Permisos de Investigación:
 - Concesión de explotación “SAN FELICES”, vigente.
 - Concesión de explotación “SAN FELICES II”, en trámite de otorgamiento.
 - Concesión de explotación “LAS TORCAS”, vigente.
 - Concesión de explotación “JALÓN”, en trámite de otorgamiento.

- La reserva “ROMERAL”, en trámite de otorgamiento.
- Concesión de explotación “CARMEN”, vigente.
- Concesión de explotación “CEMENTOS MORATA”, vigente.
- Concesión de explotación “MULARROYA 3”, en trámite de otorgamiento.
- Concesión de explotación “TORRE ENCANTADA”, vigente.
- Concesión de explotación “LA TORIA”, vigente.
- Concesión de explotación “PAESA”, vigente
- Permiso de Investigación “ALPARTIR”, en trámite de otorgamiento.
- Al sur, los siguientes permisos, todos ellos solicitados por Fomento Minero del Cobre:
 - Permiso de Investigación “COSUENDA”, en trámite de otorgamiento.
 - Permiso de Exploración “TOBED”, en trámite de otorgamiento.

En la figura siguiente se muestra un plano con el dominio minero y se señalan los derechos mineros existentes más cercanos.

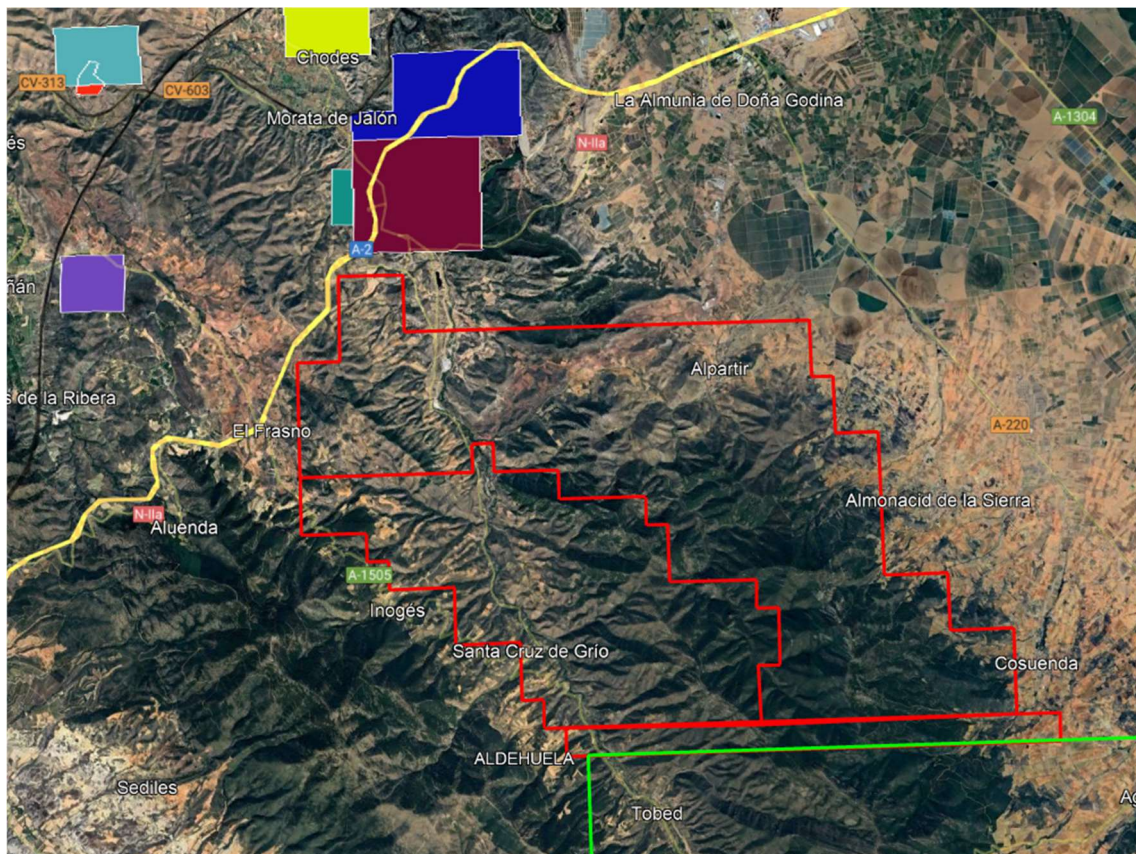


Figura 6. Plano de los derechos mineros existentes. Fuente: Elaboración propia.

En el supuesto de existir labores de explotación minera en ejecución o abandonadas en el perímetro del Permiso de Investigación, FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. no tiene responsabilidad alguna sobre ellas o sobre su estado y circunstancias, correspondiéndole a sus titulares o propietarios, actuales o pasados, la responsabilidad sobre su restauración.

El Permiso de Investigación solicitado comprende un área que cubre las formaciones geológicas de interés que se describen más adelante.

6.2. JUSTIFICACIÓN LEGAL Y ADMINISTRATIVA

A la hora de plantear un permiso de investigación minera, se debe tener en cuenta que se cumple con un mandato que deriva del artículo 128 de la Constitución que establece que *toda la riqueza del país en sus distintas formas y sea cual fuere su titularidad está subordinada al interés general*. Así, la Ley 22/1973 de Minas no lo contradice cuando establece en su Título I que *la presente Ley se reafirma la naturaleza jurídica de los yacimientos minerales de origen natural y demás recursos geológicos como bienes de dominio público y se mantiene la concesión administrativa como institución tradicional y principio básico de nuestro ordenamiento minero* con el fin de dar respuesta al mandato de *la ordenación de todos los recursos disponibles al servicio del hombre con especial atención a los recursos naturales*.

A mayor insistencia en este interés público por la puesta en valor de la riqueza minera como beneficio a la sociedad, se promulga la Ley 6/1977 de Fomento de la Minería que en su preámbulo deja claro que:

*La producción industrial, **factor determinante del desarrollo económico**, reclama para ser eficiente un suministro adecuado de materias primas que elimine los riesgos de estranquilamiento y garantice la utilización óptima de la capacidad productiva nacional.*

En continuidad con esta línea, el Real Decreto 647/2002, de 5 de julio, por el que se declaran las materias primas minerales y actividades con ellas relacionadas, calificadas como prioritarias a efectos de lo previsto en la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto sobre Sociedades declara, entre otras, al cobre como materia prima mineral prioritaria y su exploración, investigación, explotación, aprovechamiento, tratamiento y beneficio como actividades prioritarias. Pese al tiempo transcurrido desde esta redacción de la Ley 6/1977 y del R.D. 647/2002, la problemática indicada está más de actualidad que nunca, ya que la crisis que ha golpeado Europa y España en los últimos años, así como la actual crisis de suministro de materias primas minerales, ha dejado patente la necesidad de disponer de un sector industrial con mayor participación en la economía y más fuerte. Para ello son necesarias las materias primas y el 30/08/22 el Consejo de Ministros publicó la *Hoja de Ruta para la Gestión Sostenible de las Materias Primas Minerales* con el fin de tener un documento que sirva de base para un futuro plan nacional de materias primas. Esta Hoja de Ruta *refuerza la autonomía estratégica del país y la seguridad de abastecimiento de suministros clave para la transición energética y el desarrollo digital. La Hoja otorga prioridad a la eficiencia y la economía circular, incluye 46 medidas para que España aproveche sus recursos autóctonos de un*

modo más sostenible y maximice los beneficios económicos y sociales a lo largo de toda la cadena de valor industrial.

Para afrontar la nueva geopolítica de materias primas y para garantizar el éxito de la transición ecológica, la Hoja de Ruta se alinea con las políticas europeas sobre materias primas –como el Plan de Acción de Materias Primas Fundamentales o el reciente REPowerEU–, y con herramientas nacionales, como la Estrategia de Seguridad Nacional aprobada el pasado mes de febrero o la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.

Esta Hoja de Ruta reconoce la importancia de disponer de una minería autóctona ante el gran incremento de la demanda de materias primas por parte de la industria y la vulnerabilidad de las cadenas de suministro.

Entre sus retos están:

- *RETO n.º 2: Suministro de materias primas minerales. Seguridad de suministro de materias primas claves para la economía.*
- *RETO n.º 3: Industria de materias primas minerales 4.0, más eficiente y sostenible.*
- *RETO n.º 5: Contribución al crecimiento económico y al desarrollo local.*

Entre sus estrategias están:

- *Estrategia 2. Consolidar la gestión sostenible de las materias primas minerales autóctonas en la industria extractiva española.*
- *Estrategia 4. Fomentar la industria de materias primas minerales estratégicas para la transición energética y digital.*

En esta misma línea de aseguramiento del suministro de materias primas, la propia Unión Europea dictó la *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo sobre la Iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa **para generar crecimiento y empleo*** (04/11/2008) que dictaminaba que:

La garantía de un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas constituye un factor de importancia creciente para la competitividad de la UE que, por tanto, resulta fundamental a efectos del éxito de la asociación de Lisboa para el crecimiento y el empleo.

Y además establecía una estrategia uno de cuyos 3 pilares fundamentales era establecer las condiciones marco adecuadas en la UE para **potenciar un suministro sostenible de materias primas de fuentes europeas.**

A partir de esta Comunicación, la UE ha ido trabajando para garantizar el suministro de materias primas, publicando la *Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de noviembre de 2021, sobre una estrategia europea para las materias primas fundamentales (2021/2011(INI))* que considera que *las materias primas fundamentales están en el origen de la generación de valor económico en la industria y tienen, por lo tanto, un efecto significativo en los sectores transformadores; que reviste una importancia estratégica que la Unión reduzca su dependencia [...], que el crecimiento de la población y por tanto de la demanda asociada de minerales para la tecnología y la transición energética conducen según todas las hipótesis a una demanda significativamente superior de materias primas fundamentales*, y además plantea los siguientes puntos:

1. [...] centrarse únicamente en el reciclado no bastará para atender al incremento de la demanda de materias primas fundamentales [...]

2. Subraya que el abastecimiento de materias primas fundamentales está ligado a la ubicación geográfica, hasta la fecha ha sido muy dependiente de la energía fósil y plantea riesgos directos e indirectos de fuga de carbono y de sufrir competencia desleal [...] y **pide que se sigan explorando las posibilidades de abastecimiento en los Estados miembros ricos en materias primas fundamentales;**

3. Advierte de que en la transición de la Unión a la neutralidad climática no debe sustituir la dependencia de los combustibles fósiles por la dependencia de las materias primas; subraya que **esta transición debe reducir la dependencia de la Unión respecto de las materias primas fundamentales importadas [...];**

4. Observa que el desarrollo y el futuro despliegue a gran escala de tecnologías, incluidas las aplicaciones digitales emergentes, la generación de electricidad a partir de fuentes renovables y las baterías para vehículos eléctricos y medios de transporte ligeros, impulsarán la demanda de determinadas materias primas fundamentales y de otras materias primas; pide que se tenga en cuenta que el aumento de las ambiciones climáticas y digitales de los países acentúa la competencia en los mercados mundiales y ejerce una presión adicional sobre la seguridad de su suministro en Europa;

[...]

14. Considera que **es indispensable financiar las oportunidades de producción, transformación o reciclado de todas las materias primas fundamentales** consignadas en la Comunicación de la Comisión titulada «Resiliencia de las materias primas fundamentales»;

[...]

41. Señala que, si bien el diseño inteligente del producto, la reutilización de materiales, la sustitución por materiales reciclados y el fomento de la reducción de los materiales y las huellas de consumo pueden redundar en una notable disminución de la demanda

*primaria y su potencial debe aprovecharse plenamente, **hace falta un abastecimiento de materias primas fundamentales** [...];*

Recientemente se ha aprobado la conocida como *European Critical Raw Materials Act – Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar el suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020* que establece puntos de referencia claros para las capacidades nacionales a lo largo de la cadena de suministro de materias primas estratégicas y para diversificar el suministro de la UE de aquí a 2030:

- *que la **capacidad de extracción de la Unión permita extraer las menas, los minerales o los concentrados necesarios para producir al menos el 10 % del consumo anual de materias primas estratégicas de la Unión**, en la medida de lo posible habida cuenta de las reservas de la Unión,*
- *que la capacidad de procesamiento de la Unión, en todas sus fases intermedias, permita producir al menos el 40 % del consumo anual de materias primas estratégicas de la Unión,*
- *que la capacidad de reciclado de la Unión, inclusive para todas las fases de reciclado intermedios, permita producir al menos el 25 % del consumo agregado anual de materias primas estratégicas de la Unión y permita reciclar cantidades cada vez más significativas de cada materia prima estratégica contenida en los residuos.*

En este contexto la UE ha declarado como sustancia fundamental y crítica al cobre y además la UE depende en un 84 % de las importaciones de cobre para su consumo interno, cifrado en torno a los 5 millones de toneladas anuales. Bulgaria y Polonia son los principales productores de cobre en la Unión Europea, teniendo España explotaciones en funcionamiento en la Faja Pirítica de Huelva y una importante refinería (Atlantic Cooper) en Huelva.

Al nivel autonómico, Aragón es una tierra de larga tradición minera dada por su riqueza geológica, albergando una amplia variedad de minerales explotables en todas las áreas (energéticos, industriales, metales y áridos) con 249 explotaciones mineras activas que dan empleo directo a 2.285 trabajadores y en su conjunto producen unos 17,3 millones de toneladas anuales de mineral. El valor de la producción minera en 2023 fue de unos 200 millones de euros, lo que supone aproximadamente un 0,5% del valor añadido bruto del total de la economía de Aragón.

En el Estatuto de Autonomía de Aragón, reformado por la *Ley Orgánica 5/2007, de 20 de abril*, se dispone en su artículo 28, entre los principios rectores de las políticas públicas, que corresponde a los poderes públicos aragoneses fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación científica, tecnológica y técnica de calidad. A esto hay que añadir que en el artículo 28, apartado b) del *Decreto 92/2024, de 19 de junio, del*

*Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la estructura orgánica del Departamento de Economía, Empleo e Industria se establece que Servicio de Promoción y Desarrollo Minero, como instrumento del Gobierno de Aragón, tiene entre sus funciones “la **promoción de estudios relacionados con la geología y la minería orientados a incrementar el conocimiento de los recursos**, la mejora de la base documental geológico minera aragonesa [...]” y en su apartado c), la “promoción, difusión, información y asistencia técnica en el campo geológico y minero [...]”.*

Podemos, pues, concluir que la presentación del presente permiso de investigación cumple con un mandato público dentro de las estrategias y políticas europeas, españolas y plenamente con las de Aragón.

6.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El progreso desde la Revolución Industrial hasta nuestros días ha estado marcado por los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas. Las cuestiones medioambientales, ligadas a las emisiones de CO₂ principalmente, han hecho que se desarrollen políticas internacionales y nacionales de reducción del uso de los combustibles fósiles con su sustitución por otras tecnologías más “limpias” en lo que se ha dado en llamar la “Transición Energética”. Estas nuevas tecnologías energéticas están demandando importantes cantidades de metales necesarios para la fabricación de los equipos. El cobre objeto de este estudio por sus sobradamente conocidas características y aplicaciones eléctricas, es imprescindible para la electrificación de la industria, el transporte y la sociedad en general, aparte de ser esencial para la producción de una amplia gama de bienes y servicios utilizados en la vida cotidiana y para el desarrollo de innovaciones emergentes en la UE, especialmente necesarias para el desarrollo de tecnologías más “eco-eficientes” y competitivas a nivel mundial. La aceleración de los ciclos de innovación tecnológica y el rápido crecimiento de las economías emergentes han llevado a una creciente demanda mundial de metales y minerales específicos ampliamente demandados. Asegurar el acceso a un suministro estable de estas materias primas se ha convertido en un gran desafío para las economías nacionales y regionales con producción limitada, como es el caso de la economía de la UE, dependiente de las importaciones de muchos de estos minerales y metales, necesarios para el mantenimiento del desarrollo industrial y tecnológico. Además, la tecnificación de todos los sectores para ser más competitivos también requiere de elementos de especiales características que tradicionalmente no eran demandados y ahora se han convertido en críticos.

La Comisión Europea (CE) lanzó la Iniciativa Europea de Materias Primas en 2008, una estrategia integrada que establece medidas específicas para asegurar y mejorar el acceso a las materias primas para la UE, uno de cuyos pilares fundamentales es el aseguramiento de un **suministro justo y sostenible de materias primas** con fomento del

suministro sostenible **en la Unión Europea**. Una de las acciones prioritarias de la Iniciativa fue establecer una lista de materias primas no energéticas críticas a nivel de la UE. La primera lista se estableció en 2011 y se ha ido actualizando cada tres años.

Con el *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020* se ha establecido una lista de materias primas fundamentales, dentro de las cuales algunas también se han clasificado como estratégicas.

Bauxita/alúmina/aluminio	Bismuto	Boro (calidad de metalurgia)	Cobalto
Cobre	Galio	Germanio	Litio (calidad de batería)
Metal de magnesio	Manganeso (calidad de batería)	Grafito (calidad de batería)	Níquel (calidad de batería)
Metales del grupo del platino	Tierras raras para imanes permanentes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm y Ce)	Silicio metálico	Metal de titanio
Wolframio			

Tabla 2: Materias primas estratégicas en 2024. Fuente: *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020* Texto pertinente a efectos del EEE. – Unión Europea.

En rojo sustancias objeto de este proyecto.

La dependencia de estos elementos desde países de fuera de la Unión Europea es total, procediendo muchos de ellos de países políticamente inestables o con políticas de exportaciones restringidas. Esto pone en riesgo a la industria europea y a sectores clave para la lucha contra el cambio climático como baterías para el almacenamiento energético y electromovilidad, energías renovables, etc. En la figura siguiente puede verse la comparativa de cantidades (kg) necesarias para las distintas tecnologías, siendo notoria la importancia del cobre y la mayor demanda del mismo respecto a las tecnologías convencionales.

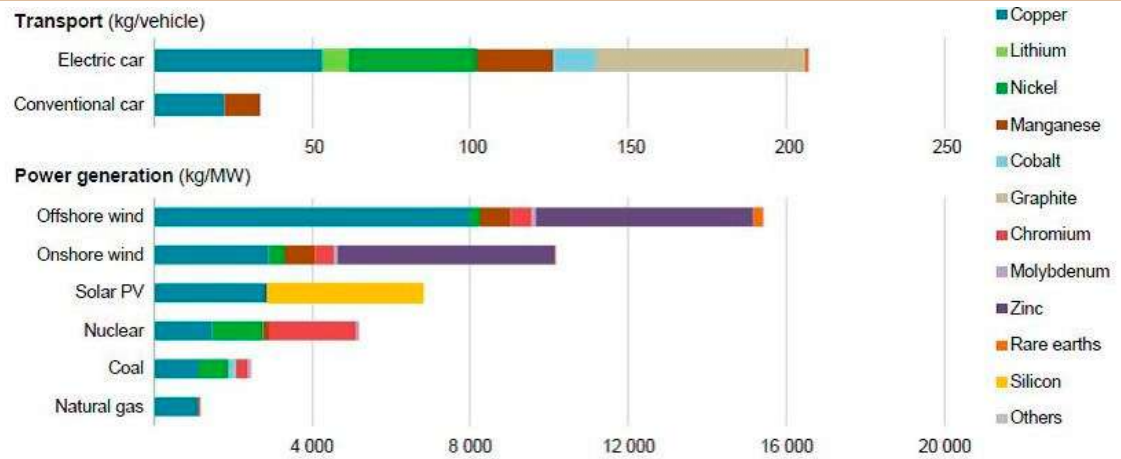


Figura 7: Materias primas utilizadas en tecnologías clave para las transición energética, y kg necesarios por tecnología. Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

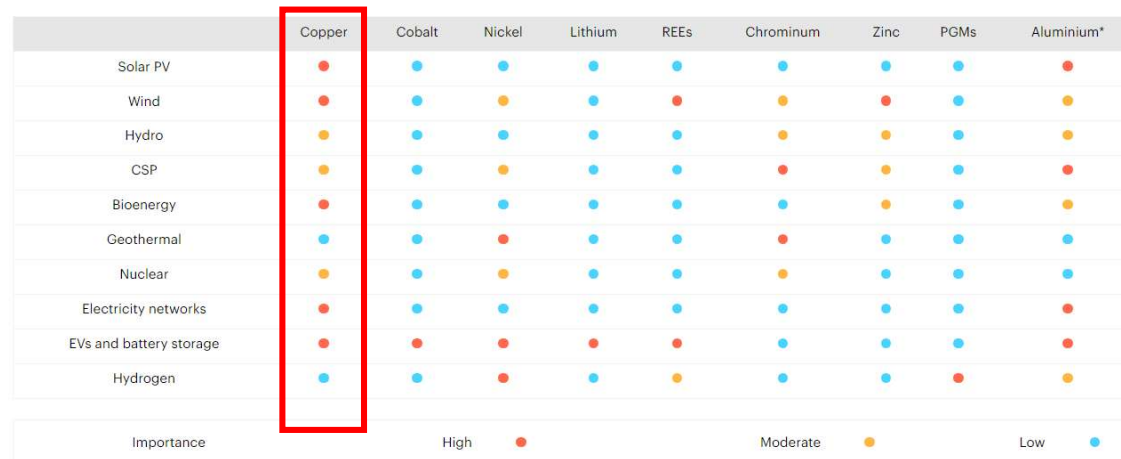


Figura 8: Materias primas necesarias y su importancia para tecnologías de energía limpia. Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

En la figura anterior puede constatarse la importancia clave del cobre en las tecnologías de descarbonización, incluso por encima de otros metales más afamados como el cobalto, el litio y las tierras raras.

Además el cobre está declarado materia prima prioritaria por el *Real Decreto 647/2002, de 5 de julio, por el que se declaran las materias primas minerales y actividades con ellas relacionadas, calificadas como prioritarias a efectos de lo previsto en la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto sobre Sociedades.*

En el escenario actual, el presente proyecto tiene interés ya que:

- Encaja perfectamente con los objetivos y estrategia de la Unión Europea recogidos en el *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020.*

- España tiene una alta dependencia exterior de los metales utilizados en las nuevas tecnologías energéticas, y en la industria 4.0, de telecomunicaciones y aeroespacial, incluyendo al cobre.
- En la zona del presente proyecto se ha detectado una importante presencia de cobre que nunca ha pasado a una fase posterior de una investigación más sistemática y exhaustiva.

Se trata por lo tanto de un proyecto que puede ser considerado de carácter estratégico por la naturaleza de los minerales a estudiar y que, además, puede ser importante para la economía local que puede ser revitalizada por la actividad minera y toda su actividad periférica relacionada. También a nivel autonómico puede suponer el primer eslabón de la cadena de suministro, la base para el desarrollo de la industria basada en el cobre y sus derivados en una primera etapa, y como foco de atracción de industria tecnológica y energética de forma similar a como la minería del litio ha sido atrayente de factorías de baterías.

El presente proyecto de investigación pretende explorar, evaluar y, en su caso, plantear la explotación de los recursos de minerales de cobre y sus posibles acompañantes, pues hay evidencias de la existencia de recursos por antiguas investigaciones, cuya cuantía y potencialidad para su posible explotación será el objetivo de la investigación que se propone desarrollar en este documento, con la intención final de poner a la luz un proyecto minero medioambientalmente y económicamente viable.

7. AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

7.1. CONTEXTO GEOLÓGICO

Los materiales atribuidos al Precámbrico son esquistos con intercalaciones limolíticas, representantes de una sedimentación de aportes detrítico-terrágenos finos, en un ambiente que, a pesar de la ausencia de restos de fósiles y huellas de actividad orgánica, puede interpretarse como marino nerítico de relativa profundidad (ausencia de estructuras de corriente y oleaje).

Los primeros niveles posteriores a esta formación son los de “Cuarcitas de Bámbola” del Cámbrico Inferior, situándose en aparente concordancia sobre el Precámbrico, patentizando la actividad de movimientos precámbricos, seguidos de actividad erosiva.

La sedimentación cámbrica se inicia con facies detríticas gruesas con estratificación cruzada (“Cuarcitas de Bámbola”), significando probablemente depósitos continentales o transicionales que evolucionan a depósitos más finos [areniscas y limos] con pistas orgánicas (“Capas de Embid”). En un momento determinado y sin cambios apreciables

de la constitución de los depósitos, aparecen rojizas, por incorporación de óxidos de hierro a los sedimentos (“Capas de Jalón”), presentando características sedimentológicas propias de plataformas mareales (estratificación lenticular, laminaciones cruzadas, “ripple-marks”, “load-cast”, “convolute-lamination” y pistas orgánicas).

Se inicia una sedimentación carbonatada (“Dolomías de Ribota”), de probable carácter biostromal y, por consiguiente, de significado marino litoral. En pizarras intercaladas en las dolomías (en áreas próximas) aparecen los primeros Trilobites, confirmando así el origen marino de los sedimentos. A continuación, se inicia una sedimentación detrítica fina (“Pizarras de Huérmeda” y “Capas inferiores de Murero”) con un episodio intermedio de depósitos relativamente más gruesos (“Cuarcitas de Daroca”), con escasos Trilobites, representando un ambiente de plataforma marina.

Hacia el techo, en los depósitos, comienza la formación de nódulos calcáreos, hasta llegar a constituir una facies de tipo “Griotte” indicando una intensa diagénesis de plataforma. La sedimentación prosigue con depósitos pelíticos (“Capas superiores de Murero”), con abundante fauna de Trilobites. Mediante un nivel arenoso se pasa a una sedimentación alternante de niveles arenosos y pizarrosos, a veces de carácter turbidítico, con marcas basales, laminación de «ripple», huellas de actividad orgánica y algunos Trilobites aun del Cámbrico Medio (“Capas de Acón”).

La transición al Ordovícico se efectúa por medio de una serie detrítica arenosa, con intercalaciones de pizarras verdes nodulosas, con restos de Orthida, y cruzianas (“Cuarcita de Barrera”).

El Tremadociense está representado por una potente sucesión alternante, con lingúlidos y cruzianas.

La “Cuarcita Armoricana”, con estratificación cruzada y Cruzianas, representa una sedimentación en ambiente marino somero. Durante el Ordovícico Medio la sedimentación es pelítica, con Trilobites y Braquiópodos, cambiando en el Ordovícico Superior a areniscas, con depósito de un nivel carbonatado con Crinoideos en el Ashgillense.

El Silúrico se inicia con un episodio arenoso para proseguir con las pizarras Llandoveryenses y las alternancias del Silúrico Superior. La transición al Devónico se efectúa mediante una formación detrítica poco fosilífera. El Devónico Inferior está representado por una sucesión pelítica y carbonatada de carácter paraarrecifal con abundante fauna de Braquiópodos, Coralarios, Tabulados, Briozoos, etc. No existen niveles paleozoicos superiores en la zona estudiada.

En conjunto, la sedimentación paleozoica tiene lugar en una extensa cuenca subsidente cuyas oscilaciones han condicionado el carácter cíclico que presenta el registro sedimentario.

La litología es predominantemente detrítica, con efímeros episodios ferruginosos y carbonatados en el Cámbrico Inferior, Ordovícico Superior y Devónico Inferior. El ambiente sedimentario es marino, en general somero, con etapas de sedimentación pelítica de plataforma.

En el Carbonífero Inferior tiene lugar el plegamiento hercínico, distinguiéndose dos fases compresivas seguidas por una fase de distensión.

El Triásico de la región se presenta, como en toda la Cordillera Ibérica, en facies Germánica. Los materiales de la facies Buntsandstein constituyen depósitos detríticos (tipo “red-beds”) atribuibles a una sedimentación continental debida a aportes fluviales, en ambiente de abanico y llanura aluvial. Estos materiales fosilizan un relieve, rellenando sus irregularidades. El clima debía ser cálido (como sugiere la presencia de huellas de Reptiles y abundantes restos de vegetación en niveles no oxidados), y con pluviosidad intensa, pero intermitente, a juzgar por el carácter de los depósitos.

El cese de los aportes detríticos e instalación de un régimen de sedimentación marino muy somero, origina los depósitos calcáreos del Muschelkalk.

Al comienzo de la facies Keuper se pasa de una sedimentación carbonatada marina, muy somera, a otra arcillosa y evaporítica, continuándose estas condiciones durante todo el Keuper, con episodios de actividad subvolcánica de tipo básico (ofitas). El Triásico termina con la sedimentación de dolomías vacuolares (“carniolas”), que significan el paso de las condiciones evaporíticas a un régimen marino, con el que se inicia la transgresión marina del Jurásico.

El régimen marino iniciado en el Rethiense-Hettangiense se continúa durante todo el Jurásico Inferior, Medio y parte del Superior (Oxfordiense-Kimmeridgiense), con sedimentación fundamentalmente carbonatada. En líneas generales la profundidad de la cuenca aumenta durante el Lías de forma progresiva hasta llegar a un máximo en el Toarciense, a partir del cual se produce una disminución que continúa hasta el Oxfordiense-Kimmeridgiense.

Los depósitos de brechas calcáreas asociados a calizas bandeadas de la base del Lías se han formado probablemente por inestabilidad del fondo de la Cuenca en relación con la iniciación de la transgresión Jurásica. Por encima se depositan micritas muy poco fosilíferas (Sinemuriense Inferior Medio) de facies marina nerítica a litoral, siguiéndose con sedimentación de calizas arcillosas y margas ricas en Braquiópodos y Ammonites de facies nerítica (Sinemuriense Superior, Pliensbachiense y Toarciense). Es en este

momento cuando las facies son más profundas, aun cuando no se sobrepasan condiciones neríticas, muy favorables al desarrollo de organismos.

Las biomicritas con microfilamentos del Aalenense-Bajocense, depositados a menor profundidad que las anteriores son, sin embargo, menos someras que las calizas oolíticas del Bathonense (zona de Aranda de Moncayo, en la Hoja de Illueca).

En el ámbito de esta Hoja, así como en la mayor parte de la Ibérica, existe un nivel rojo con oolitos ferruginosos ("hard-ground", que señala un hiato estratigráfico de la parte alta del Calloviano y de la baja del Oxfordiano. Se ha producido por la inestabilidad del fondo de la cuenca debido a los primeros movimientos neociméricos.

En el Oxfordiano el medio de sedimentación fue muy uniforme, depositándose sedimentos calcáreos (calizas y margas arenosas) de facies nerítico-litoral. Son niveles muy ricos en restos orgánicos (Esponjas, Ammonites, Belemnites, etc.) que en su parte inferior tienen un carácter algo arrecifal.

Estas facies litorales se continúan al comienzo del Kimmeridgiense, apareciendo hacia su parte media importantes aportes terrígenos en facies con desarrollo de ciclotemas, que comenzando por conglomerados terminan por términos de calizas arenosas marinas. Los últimos niveles del Kimmeridgiense tienen carácter continental (areniscas y arcillas varioladas) culminando con facies lacustres de calizas pisolíticas y dismicritas con Characeas y Ostrácos de este medio. En conjunto, los tramos altos del Kimmeridgiense representan el paso a las facies continentales del Purbeck, existiendo una serie de cuñas e interdigitaciones continentales y lacustres entre los tramos marinos, principalmente hacia la parte superior.

En general los sedimentos jurásicos se han depositado en un medio de bajo índice de energía (micritas), en presencia de abundante materia orgánica creadora de un medio reductor con formación de piritas.

La sedimentación terrígena del Jurásico terminal (Kimmeridgiense-Portlandiano) (Grupo "Tera") con depósitos de areniscas y microconglomerados con intercalaciones de arcillas y limolitas, rojas ("red beds"), puede interpretarse como producidos en ambiente continental fluvial. Regionalmente pueden encontrarse restos de reptiles, que junto a las estructuras sedimentarias (paleocanales con estratificación cruzada, "ripple-marks" y pistas de gusanos) apoyan esta interpretación.

A grandes rasgos, la sedimentación Mesozoica representa un gran ciclo sedimentario que se inicia por depósitos continentales (Buntsandstein), comprendiendo una secuencia sedimentaria positiva (transgresión marina hasta el Toarciense) y otra negativa (regresión marina a partir del Dogger) interrumpida por el hiato Calloviano-Oxfordiano, para finalizar con la formación de depósitos continentales de la facies Purbeck.

Al no estar comprendidos en el área estudiada los materiales desde el Portlandiense al Burdigaliense, no puede precisarse en la historia geológica de esta época. No obstante, en base a datos regionales puede indicarse que el plegamiento alpino debe corresponder principalmente a las fases Pirenaica y Sávica, sin que pueda hablarse de la importancia relativa de cada una de ellas.

Coincidiendo con las deformaciones de la fase Estaírica se produce la sedimentación continental de conglomerados, areniscas y limos de edad Burdigaliense-Vindoboniense en discordancia progresiva.

Los términos más altos del Mioceno aflorantes, corresponden a facies lacustres de calizas y margas con Ostrácodos y Gasterópodos (Vindoboniense), que están afectados por las últimas fases neoalpinas (probablemente fase Rodánica). Estos depósitos terciarios representan los términos marginales del relleno de la depresión del Ebro.

En la formación de los depósitos plioceno y cuaternario antiguo, han intervenido factores tectónicos y climáticos. Los primeros actuaron rejuveneciendo los relieves antiguos por hundimientos póstumos a lo largo de la dislocación principal. Los segundos imprimen a los distintos depósitos unos caracteres texturales que reflejan la alternancia de etapas de intensa pluviosidad con otras de sequía, ambas bajo un régimen térmico elevado. Estos depósitos, por otra parte, en íntima relación con las formaciones litológicas predominantes de los relieves paleozoicos próximos, recubren una penillanura sin nexo alguno con la red fluvial actual.

Posteriormente el encajamiento de la red fluvial con la formación de terrazas durante el Pleistoceno dio lugar a la morfología actual. (Fuente: IGME_Hoja 410_La Almunia de Doña Godina)

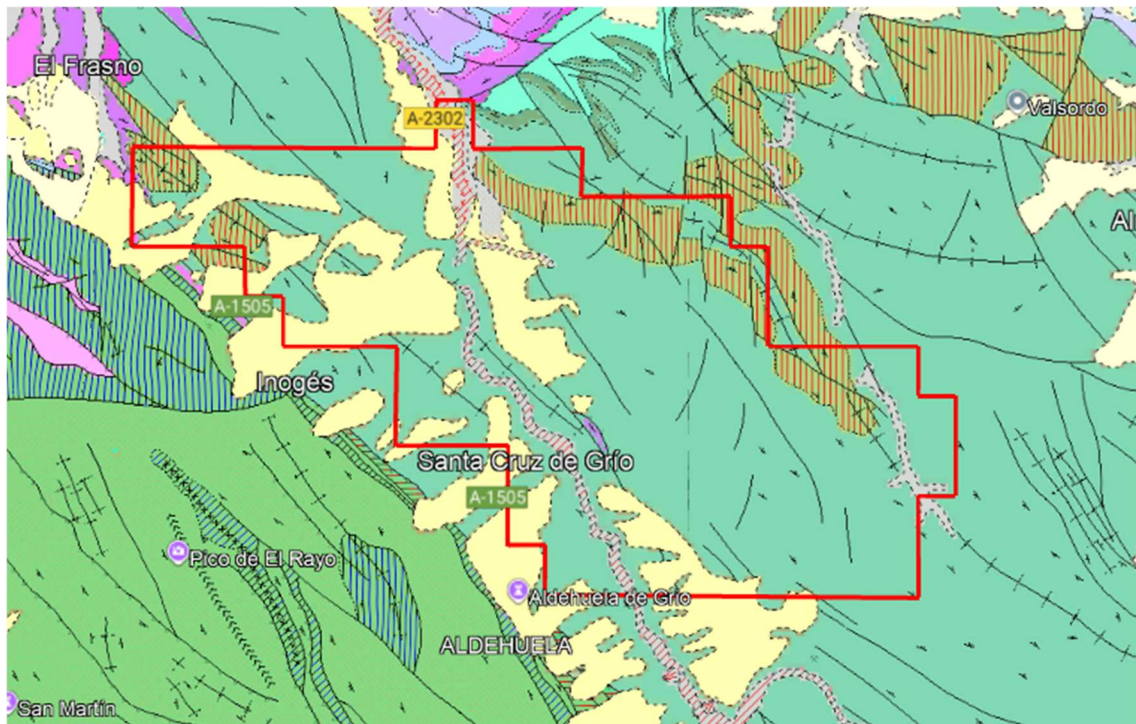


Figura 9. Contexto geológico. Fuente: Elaboración propia con datos del IGME.

7.2. MINERALIZACIONES.

Los yacimientos en los que se encuentra el mineral son vetas de cuarzo-carbonatado con menas polimetálicas, con el cobre como metal principal formados por la intrusión de fluidos hidrotermales durante la orogenia Hercínica.

Adicionalmente, las mineralizaciones, tienen un interesante contenido en sulfosales, de la que se puede extraer plata en concentraciones significativas.

La morfología de las zonas mineralizadas se corresponde con amplias extensiones laterales, con una profundidad de más de 100 m y una anchura desde unos pocos cm hasta 3 m.

La información histórica muestra que, a medida que aumenta la profundidad se produce un aumento de la anchura y de las leyes. El objetivo de la investigación es poner de manifiesto estas informaciones.

7.3. CONCLUSIONES.

Las conclusiones sobre los yacimientos de la zona en función de informaciones históricas son:

- Hay una unidad, correspondiente al Ordovícico, que presenta evidencias de hidro termalismo durante la fase Hercínica, manifestándolo en venas de cuarzo

con menas polimetálicas, en estructuras de gran longitud y profundidad, de anchura variable.

- Existen evidencias de explotación del cobre desde tiempos de los romanos, con pequeñas explotaciones en funcionamiento en la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX.
- Los estudios desarrollados a finales de los años 60 por AZSA pusieron de manifiesto interesantes concentraciones de cobre.

8. LEGISLACIÓN APLICABLE

La Legislación que es de obligada aplicación y otra consultada para la elaboración del Proyecto de Investigación se muestra en el Anexo I.

9. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

9.1. INTRODUCCIÓN

El Permiso de Investigación “GRIO”, nº 3583, se solicita para los recursos de la Sección C, con especial atención al cobre y sus mineralizaciones, así como a cualquier otra mineralización metálica asociada.

El programa de investigación a desarrollar será llevado a cabo por técnicos de la empresa FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L., con el apoyo de consultorías e ingenierías externas, así como contratas especializadas en la ejecución de las labores de campo tales como geofísica o perforación de sondeos de investigación, todas ellas de acreditada solvencia. FOMENTO MINERO DEL COBRE S.L. aplicará como operador las técnicas de investigación que en los últimos años se han confirmado como las más apropiadas en la búsqueda de yacimientos de este tipo.

Los resultados obtenidos durante la investigación, tanto en caso de conseguir identificar los suficientes recursos como lo contrario, pasarán a las bases de datos de la Administración Minera y de los organismos públicos que manejan este conocimiento, con todos los beneficios futuros para la sociedad que de ello se derivase.

9.2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Como se ha explicado anteriormente FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. investiga recursos minerales relacionados con el suministro a la industria, en particular de la transición energética, en la industria 4.0, energías renovables y almacenamiento

energético, nuevas tecnologías, etc. La zona del permiso contiene mineralizaciones interesantes de cobre con indicios de haber sido objeto de una explotación puntual y tal vez de forma artesanal, pero sin ser sistemática ni intensiva, por lo que podría aún albergar importantes recursos de estos minerales.

Como se ha adelantado en apartados anteriores, se pretende validar la información histórica y avanzar desde el punto en que se quedó la exploración sistemática con el fin de identificar posibles concentraciones de mineralizaciones y yacimientos de interés económico. Se establecen una serie de objetivos prioritarios de la exploración:

- 1) Límites exactos de las unidades del Ordovícico y posible continuidad en profundidad bajo cobertera de otros materiales.
- 2) Localización de zonas mineralizadas y de zonas estériles.
- 3) Definición de las capas con indicios de mineralización, su caracterización y continuidad.
- 4) Reconocimiento de las zonas mineralizadas en profundidad mediante sondeos con recuperación de testigo.
- 5) Objetivos secundarios:
 - a. Fuente origen de la mineralización y génesis.
 - b. Posible mineralización cuprífera en capas adyacentes al Ordovícico.
 - c. Otras mineralizaciones que apareciesen en el transcurso de la exploración y pudiesen presentar interés. Bien en el mismo Ordovícico o en las formaciones adyacentes.

Para conseguir identificar dichos objetivos, se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

- 1) Trabajo de gabinete, recopilación de la información histórica existente de diversas fuentes, especialmente intentar localizar los planos de labores de antiguas explotaciones, si existiesen.
- 2) Reconocimiento de campo con la elaboración de una cartografía geológica-minera con detalle estructural y labores mineras en superficie, de forma que se puedan establecer los afloramientos y la extensión de las formaciones mineralizadas.
- 3) Toma de muestras de mineralizaciones en los afloramientos.
- 4) Digitalización de la información histórica y construcción de un modelo geológico-minero global en 3D.
- 5) Campañas de geoquímica de suelos en las zonas con posibles capas mineralizadas o extensión lateral de capas conocidas.
- 6) Campañas de geofísica de superficie para reconocer la estructura del subsuelo en terrenos con recubrimientos potentes o como complemento en el reconocimiento de afloramientos.
- 7) Realización de sondeos con recuperación de testigo sobre anomalías geofísicas y sobre objetivos deducidos de posibles labores mineras antiguas y afloramientos localizados.
- 8) Análisis de muestras.
- 9) Integración de toda la información obtenida y ampliación del modelo 3-D con la finalidad de obtener una primera estimación de recursos.

Los resultados obtenidos durante la investigación, tanto en caso de conseguir identificar los suficientes recursos como lo contrario, pasarán a las bases de datos de la Administración Minera y de los organismos públicos que manejan este conocimiento, con todos los beneficios futuros para la sociedad que de ello se derivase.

9.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

9.3.1. Recopilación de información

Esta tarea es relativamente sencilla pues consiste en trabajo de gabinete, de búsqueda y consulta de información geológica, minera, tectónica, hidrogeológica, sísmica, mineralógica, petrográfica, etc. Las fuentes pueden ser amplias, siendo la principal el Instituto Geológico Minero de España (IGME) cuya labor investigadora por décadas ha hecho que el conocimiento e información acumulada por él, tanto desde el punto de vista descriptivo como desde el analítico y científico, sea muy amplio y abundante. Otra importante fuente de información es el Archivo Histórico del Gobierno de Aragón. También se consultarán en su caso las bases bibliográficas y las facultades de geología y escuelas de minas de universidades españolas, fondos documentales de los servicios provinciales de la Comunidad Autónoma, institutos de investigación, etc. Y por supuesto las actuales bases de datos georreferenciadas que la Administración pone a disposición vía web.

9.3.2. Reconocimiento de campo

La principal intención del reconocimiento de campo será la elaboración de una cartografía geológica-minera detallada considerándose una escala de trabajo adecuada la 1:10.000. Se atenderá con especial atención a la geología estructural y a las posibles labores mineras en superficie, de forma que se puedan establecer la extensión de las formaciones mineralizadas con detalle y fiabilidad. Este será el documento base de trabajo para la posterior planificación de los trabajos a realizar.

Sobre el terreno se trabajará con imágenes aéreas recientes que estarán ortogeorreferenciadas. Se acudirá para ello a las bases de datos del IDEA.

Como base topográfica se utilizará también la cartografía topográfica y los modelos digitales del terreno del IDEA. En su defecto se usará la cartografía oficial 1:25.000 del IGN.

El trabajo de campo se realizará con apoyo de GPS de bolsillo, con una precisión en X e Y de menos de 2 m, para el posicionamiento de las posibles labores mineras y de aquellas

estructuras geológicas relevantes. Este error se considera inapreciable a una escala de trabajo de 1:10.000. No obstante, no se descarta la realización de cartografías geológicas de mayor detalle en lugares que se considere conveniente. En este caso la toma de coordenadas de los elementos reseñables se hará con precisión centimétrica con un apoyo topográfico externo mediante GPS de precisión.

En este reconocimiento del terreno se podrán tomar muestras para análisis petrográficos, geoquímicos y mineralógicos, georreferenciando el punto de muestreo. Las muestras se tomarán manualmente, auxiliados por herramientas manuales tales como el martillo geológico, maza y puntero. Las cantidades serán pequeñas, de gramos hasta 1 ó 2 Kg, en función del interés de la muestra o de si se usará para un simple ensayo de geoquímica o para preparar muestras para más ensayos (petrográficos y mineralógicos). Las muestras destinadas a análisis químicos serán posteriormente trituradas en laboratorio hasta un tamaño de <5 mm que se considera adecuado como tamaño de homogenización. De la muestra triturada será cuarteada una pequeña cantidad para análisis químico, conservándose la mayor parte de ella para posteriores estudios mineralométricos y mineralúrgicos.

9.3.3. Elaboración de cartografía geológica

La compilación y tratamiento de la información bibliográfica recabada, combinada con técnicas GIS y los datos tomados en campo, permitirá la realización de una primera aproximación a zonas de indicios minerales y anomalías que servirán de punto de partida para los trabajos de Cartografía Geológica.

La cartografía geológica es indispensable en todo programa de investigación minera. La cartografía geológica existente (serie cartográfica MAGNA - 1:50.000) no presenta el detalle suficiente desde el punto de vista de investigación minera, por lo que se empleará como punto de partida para la ejecución de un mapa geológico de mayor resolución de la zona de trabajos, que incida en aspectos estratigráficos, estructurales y geomorfológicos que sean de interés para el conocimiento de la mineralización objeto de este estudio. En las zonas donde exista cartografía de detalle realizada en los estudios históricos, se cotejará ésta con la realidad en las salidas de campo, con el fin de validarla, completarla y prepararla para su digitalización e incorporación a la cartografía definitiva.

La cartografía se realizará a diferentes escalas, de acuerdo con las características del proyecto (1:10.000 se considera como más adecuada), tanto en gabinete empleando técnicas de fotointerpretación basadas en el uso de ortofotografías, imágenes de satélite y modelos digitales del terreno, como sobre el terreno.

La cartografía geológica la realizará personal técnico competente de FOMENTO MINERO DEL COBRE S.L. desplazándose a pie por el terreno, empleando herramientas propias de profesional como brújula, martillo geológico, lupa, etc.

9.3.4. Digitalización de la información. Modelo geológico-minero global en 3D

Toda la información recopilada y generada durante las actividades anteriores, se deberá digitalizar y será introducida en un sistema GIS o CAD georreferenciado, para su manejo y gestión.

Es de gran importancia la correcta digitalización de las posibles labores mineras, que unido a la cartografía geológico-minera realizada, permita la colocación precisa de los trabajos mineros antiguos. Con ello se tendrá un modelo 3D referido a la superficie actual, que permita realizar una correcta planificación de los trabajos de investigación.

9.3.5. Geoquímica de suelos

El cobre es un elemento que se oxida y se moviliza con facilidad en condiciones ambientales normales, por lo que sus mineralizaciones al quedar expuestas a los agentes atmosféricos producen halos de dispersión que pueden ser detectados mediante técnicas de exploración geoquímica. Dadas las dimensiones de los permisos de investigación y ya que las mineralizaciones aparecen ligadas a unos determinados niveles estratigráficos, una campaña de geoquímica de suelos se considera adecuada para detectar posibles mineralizaciones ocultas o semiocultas en las zonas de escasos afloramientos.

Los suelos desarrollados sobre las capas mineralizadas y su inmediato entorno, pueden verse afectados por un incremento del contenido en cobre que resalte sobre lo que sea el fondo geoquímico normal de la zona. Puesto los cuerpos mineralizados se pueden considerar como tabulares en posiciones variables orientados de E-W a NW-SE, de gran continuidad lateral y de espesor métrico, la realización del muestreo mediante perfiles orientados de forma perpendicular a la dirección de las capas de la zona, separados 500 m entre sí y una pauta de muestreo de 50 m a lo larga del perfil, se considera como un diseño adecuado para este tipo de mineralizaciones cupríferas.

Las zonas a cubrir mediante estas campañas serán aquellas que la cartografía geológica determine como favorable para que puedan estar las capas que contienen las mineralizaciones, por lo que la longitud y número de perfiles estará condicionada por la extensión de dichas áreas. No obstante se puede estimar que los perfiles de muestreo nunca tendrán menos de 500 m de largo y que al menos en las zonas a cubrir se realizarán al menos 3 perfiles para cubrir una extensión lateral de 1000 m, lo que supone un mínimo de 11 muestras por perfil y 33 muestras por zona. No es descartable que una vez realizada la campaña y detectadas las anomalías, se tenga que aumentar la extensión de la zona a muestrear al quedar abiertas algunas anomalías. De igual forma, si la correlación de anomalías entre perfiles no es clara, se tenga que intercalar alguno

para comprender la forma de los sectores anómalos. De esta forma el número de muestras a tomar y analizar se puede incrementar de forma notable.

Dado que la zona a investigar presenta escasa actividad antrópica que haya podido suponer una contaminación adicional a la dispersión natural de cobre, se considera adecuado realizar una geoquímica de suelos convencional. Para ello la toma de muestras se realizará con tomamuestras de suelos tipo auger, que supone limpiar con azadón unos centímetros cuadrados del horizonte A del suelo, hincar el auger en el suelo y tomar 25 cm de longitud de suelo, lo que supone una cantidad de muestra de unos 500 gramos, que se introduce en una bolsa de plástico convenientemente identificada, la cual será enviada al laboratorio para su análisis.

9.3.6. Campañas de geofísica de superficie.

Los horizontes mineralizados con cobre se presentan como venas de cuarzo con menas polimetálicas, en estructuras de gran longitud y profundidad, de anchura variable .

Es posible que estos horizontes mineralizado más gruesos y con mayor abundancia de cuarzo tenga una respuesta de conductividades diferentes respecto a los materiales que la rodean, ya que han de comportarse como cuerpos resistivo entre un material más conductor. Las zonas donde hay afloramientos con indicios de mineral también presentan zonas de buzamientos fuertes lo que requeriría más bien diseños de dispositivos para calicatas eléctricas. Una vez confeccionada la cartografía geológica se decidirá el dispositivo más adecuado en cada zona a investigar.

Otra técnica geofísica que puede tener respuesta es la polarización inducida, adecuada para mineralizaciones de sulfuros metálicos. La disposición dispersa de los elementos de mineralización, da idea que esta herramienta geofísica puede dar respuesta de cuerpos con cargabilidad alta indicativos de presencia de sulfuros.

Un hecho reseñable es que los equipos de geofísica eléctrica en estos días permiten realizar las mediciones de conductividades y de cargabilidad con el mismo dispositivo. Es de esperar que los cuerpos mineralizados den una respuesta combinada de resistividad alta y cargabilidad también alta.

Teniendo en cuenta que en estos primeros estadios de la investigación no interesa alcanzar grandes profundidades, se considera adecuado un dispositivo cerrado con poca separación entre electrodos, de forma que se tenga mayor resolución en respuesta eléctrica del subsuelo, aunque un menor alcance en profundidad. La separación entre perfiles se determinará en cuanto a la complejidad de la estructura a escala de afloramientos, pero no deberá ser mayor de 200 m.

La disposición final de los perfiles se decidirá en función de los resultados de los trabajos de campo realizados en la cartografía geológica.

En el Anexo II del presente proyecto se describen, no sólo los métodos aquí propuestos, si no otros diferentes métodos geofísicos que en función de la realidad geológica que el levantamiento de campo revele, se consideran también apropiados para este tipo de estructuras mineralizadas (tomografía eléctrica, polarización inducida, sondeos electromagnéticos en el dominio de tiempos (SEDT) y método magneto-telúrico). No se descarta la utilización de algún otro método recomendado por las empresas especializadas.

Las anomalías geofísicas determinan posibles cuerpos mineralizados en profundidad, por lo que normalmente el siguiente paso en la investigación es la ejecución de sondeos con recuperación de testigo.

Aunque no se considera necesario realizar geofísica en los sondeos (geofísica in-hole), dadas las características a priori de las mineralizaciones y su estructura, se describen en el Anexo II por si en el transcurso de la investigación se revelasen como necesarias.

En los correspondientes Planes de Labores anuales se incluirán en su caso los estudios geofísicos a realizar.

9.3.7. Calicatas

En zonas en las que la mineralización es sub-aflorante o está a muy poca profundidad oculta con un recubrimiento de suelos, se puede acceder directamente a la estructura mineralizada simplemente retirando el suelo que la cubre y excavando las rocas superficiales. Por ello es normal la ejecución de calicatas (o trincheras) mecánicas con pala retroexcavadora una vez detectada una anomalía de geoquímica de suelos, siguiendo la dirección de un determinado perfil de muestreo. Se profundiza lo que da de alcance el brazo de la pala o hasta que el sustrato es suficientemente resistente a la excavación por estar inalterado. Por seguridad, cuando se profundiza más de 1,2 o 1,5 m se ensancha para evitar el riesgo de colapso de las paredes. Se realiza un levantamiento detallado de las paredes y del piso de la calicata, y se toman muestras en canal de aquellos tramos que se consideran como el posible cuerpo mineralizado. Con todo ello se tiene una idea real de la estructura localizada y se pueden planificar los siguientes trabajos de investigación que normalmente serán o bien una calicata eléctrica, para reconocer la continuidad en profundidad de la estructura detectada, o directamente la realización de un sondeo con recuperación de testigo para conocer la realidad de la estructura en profundidad.

Una vez se ha realizado el levantamiento geológico y muestreo de la calicata, esta se vuelve a tapar inmediatamente quedando restaurada, por lo que no supone impacto alguno.

En el presente permiso, dada la tipología de formaciones filonianas subverticales aflorantes, en principio **esta actividad no se realizará**. En el caso de plantearse la

conveniencia de su realización, se propondría en los correspondientes Planes de Labores anuales las posibles calicatas a realizar y se llevarían a cabo los trámites pertinentes para su autorización.

9.3.8. Sondeos con recuperación de testigo

A raíz del modelo geológico-minero tridimensional deducido de los trabajos de campo, y en su caso de las investigaciones geoquímicas y geofísicas, seguramente se esté en condiciones de programar una primera campaña de sondeos sobre objetivos identificados.

La perforación con recuperación de testigo es la labor que más información da en cualquier investigación minera por mostrar la realidad geológica del subsuelo, pero también es la de mayor coste, por lo que la ubicación de los sondeos adecuados en los lugares apropiados es muy importante. Aunque normalmente a la hora de plantear una investigación la situación de los sondeos es imprecisa, pues su ubicación depende de múltiples factores y finalidad pretendida con él, en el caso actual, dado el conocimiento previo que disponemos podemos hacer un planteamiento de investigación para ciertas estructuras mineralizadas conocidas por la presencia de indicios de mineral de cobre, e incluso alguna labor minera antigua. En base a ello hemos planteado 3 sondeos sobre objetivos evidentes del permiso (sondeos Pajaranco-01, Concejo-01, Valtejedor-01, Mesomero-01 y La Mina-01). De los resultados de las investigaciones geofísicas y geoquímicas se podrá deducir otros objetivos a sondear en una segunda campaña que será convenientemente identificada en los planes de labores anuales.

Para la ubicación de estos primeros 5 sondeos se pueden anticipar unas coordenadas en función de la información disponible en este momento. **La implantación de cada sondeo ha sido decidida mediante observación fotogeológica, habiéndose tenido en cuenta también condicionantes de acceso y la menor o nula afección medioambiental posible.** Consecuentemente, los sondeos se han situado junto o próximos a los caminos ya existentes, o sobre cortafuegos. Estos sondeos serían los siguientes (Tabla 3):

SONDEOS	X	Y
Pajaranco-01	631486	4582109
Concejo-01	634202	4580831
Valtejedor-01	632766	4580458
Mesomero-01	635408	4582535
La Mina-01	632698	4583676

Tabla 3. Ubicación de los sondeos a realizar en el P.I. deducida de la documentación disponible (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N). Primera campaña.

Estos sondeos serán en todos inclinados, entre los 45 – 75° para interceptar lo más ortogonalmente posible a las capas de interés, ya que los cuerpos mineralizados a reconocer presentan cierta variabilidad de buzamientos.

En cuanto a los sondeos de la segunda campaña, al momento actual es difícil y atrevido dar una posible ubicación. No obstante, y bajo la hipótesis teórica de éxito de los 3 primeros sondeos y del resto de estudios a realizar, planteamos otros 4 sondeos (Graman-01, Tajubera-01, Carrillo-01 y Hoyuela-01) situados en los puntos donde se conseguiría estrechar la malla de sondeos para conocer la continuidad de la mineralización y facilitar la modelización de recursos, o en los puntos donde se extendería la investigación a las zonas de interés identificadas. Estos sondeos serían los siguientes.

SONDEOS	X	Y
Graman-01	632507	4581860
Tajubera-01	631184	4583225
Cerrillo-01	629478	4584412
Hoyuela-01	628680	4583432

Tabla 4. Ubicación de los sondeos a realizar en el P.I. deducida de la documentación disponible (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N). Segunda campaña.

En la figura siguiente se señala esta ubicación de estos sondeos.

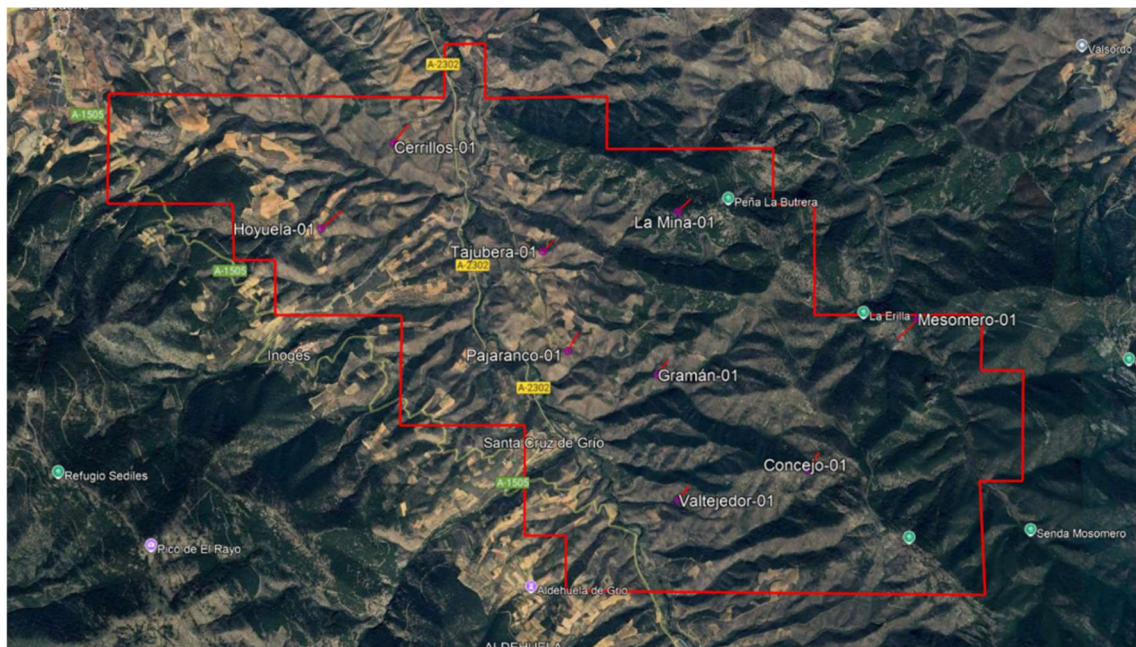


Figura 10. Localización de los sondeos con recuperación de testigo planteados.

De la realización de los sondeos se dará debida cuenta no sólo en los Planes de Labores Anuales, si no en informes realizados a tal fin con toda la información y documentación necesaria para el completo conocimiento y control por parte de la Sección de Minas.

La profundidad estimada de los sondeos estaría entre los 300 y 350 m de profundidad, sondeos que se clasifican como poco profundos (López Jimeno *et al.*, 2006).

El método de perforación será a rotación con recuperación de testigo con *wire-line* desde la superficie, para disponer una muestra completa de todo el macizo rocoso atravesado para, además del estudio de la mineralización, también poder realizar estudios geológicos y geotécnicos. Los testigos se colocarán en cajas de madera y serán enviados cada día a una nave/oficina de proyecto para su testificación, preparación de muestras y almacenaje.

El diámetro común de la perforación será el de HQ (96 mm), aunque se podrá utilizar el PQ (122,6 mm) para los primeros metros que garantice la estabilidad de las zonas meteorizadas superficiales una vez entubado, así como el NQ si fuera necesario reducir en diámetro por las circunstancias adversas de la perforación, aunque no sería lo deseable¹.

Toda perforación requiere un fluido de perforación que cumple una doble función: refrigeración de la boca de perforación, por un lado, y la extracción del ripio de perforación por otro. En las perforadoras de rotación con recuperación de testigo se utiliza agua con aditivos biodegradables. En caso de materiales fácilmente disgregables (arenas), podrá utilizarse lodo hidráulico con polímeros biodegradables o bentonitas. En todos los casos los aditivos, polímeros, etc. que se añadan al lodo para controlar sus propiedades de densidad, viscosidad, etc., serán completamente biodegradables y respetuosos con el medioambiente, por lo que han de disponer de las fichas de certificación correspondientes. Actualmente el mercado supe sin problemas dichos productos.

En cuanto al emplazamiento de la perforadora y elementos auxiliares, la superficie afectada será la mínima necesaria (en torno a 200 m²) y provisional, devolviendo dicha superficie a su estado original a la finalización de los sondeos. Con el fin de minimizar aún más la ya de por sí pequeña afección temporal de los sondeos, se buscan preferentemente zonas improductivas antrópicas y en su defecto zonas agrícolas antropizadas o de pastizal. Se busca también ubicaciones con la mayor facilidad posible de accesos, utilizando preferentemente los ya existentes. Consecuentemente, los sondeos se han situado junto o próximos a los caminos ya existentes.

Se podría plantear entubar con tubería de PVC ranurada algún sondeo para posteriores controles hidrogeológicos. En estos casos el emboquille quedará protegido con una pequeña arqueta metálica y cierre de seguridad, que permita la conservación del sondeo y la introducción de instrumentación (piezómetros, toma de muestras de agua, etc.). La elección de los sondeos que se convertirán en piezómetros será función de los levantamientos geológicos de campo y de los requerimientos de información

¹ Diámetro de NQ (75,7 mm).

hidrogeológica que se considere conveniente. Los sondeos que no se entuben serán cementados y quedarán tapados tras los trabajos de restauración.

Terminadas todas las operaciones en el sondeo se procederá a la restauración del terreno afectado. En primer lugar, se retirarán los ripios generados, que en este tipo de sondeos estarán en forma de lodos. Estos materiales son inocuos e inertes medioambientalmente hablando, ya que están formados por fragmentos finos de los materiales que forman las unidades rocosas del sustrato atravesado, por lo que pueden ser depositados en vertederos de inertes. Limpiado el emplazamiento, por medios mecánicos se hará una restauración morfológica del terreno a un estado lo más similar posible al original. Normalmente esta es la única labor de restauración como tal que será necesaria, ya que no se utilizan materiales contaminantes. No obstante, previo a la preparación del emplazamiento se valorará la necesidad de proceder posteriormente a realizar alguna labor de repoblación en el caso de tener que afectar a terrenos que así lo requirieran.

9.3.9. Recuperación en labores mineras antiguas

Aunque no se han localizado, la posible existencia de antiguas labores mineras en la zona sería una clara indicación de la existencia de mineralizaciones de interés. En estos lugares de clara exposición de las mineralizaciones, será posible obtener directamente muestras en cantidades de kilos para ensayos de todo tipo pero especialmente mineralúrgicos y metalúrgicos, que suelen necesitar de cantidades de muestra en principio superiores a las de otros ensayos de laboratorio (kilogramos en lugar de gramos).

La recolección de muestras de mineralización de varios kilos en las escombreras no supone mayor complicación técnica ni afección ambiental alguna.

En el caso de que pudiese realizarse una prueba semi-industrial en las instalaciones de algún centro de tratamiento minero o metalúrgico que necesitara de varias toneladas o metros cúbicos de muestra, se procedería a solicitar a la Sección de Minas la autorización pertinente, si bien la maquinaria y operativa no difiere mucho de la de ejecución de calcatas y de la normal de excavación mecánica y carga en un camión.

9.3.10. Análisis de muestras de la mineralización

Tanto los testigos obtenidos en los sondeos como las muestras de roca de reconocimientos sobre el terreno serán llevados a la nave/oficina de proyecto para su catalogación, manipulación y envío posterior a un laboratorio homologado para su análisis.

Las cajas con los testigos de sondeos serán colocadas y fotografiadas en primer lugar, para después proceder a la testificación, muestreo, preparación de muestras y almacenamiento.

Sobre la totalidad del testigo recuperado se realizará la testificación (*logging*) con el fin de obtener datos estructurales, estratigráficos, geotécnicos, etc. de la columna del sondeo. Los tramos detectados como mineralizados requerirán de una testificación más detallada y un replanteo de muestreo para proceder después, mediante corte en mesa de disco adiamantado, a la obtención de cuartos de testigo para análisis químicos

Se considera como adecuado el obtener muestras representativas de la mineralización en tramos de 0,5 m. Los testigos de cada tramo serán cortados longitudinalmente en 2 mitades, guardando una mitad en la caja de los testigos en la misma posición en la que estaba. Esta mitad quedará como prueba física de lo atravesado por el sondeo. La otra mitad será cortada en 2 trozos longitudinales, obteniéndose 2 cuartos de testigo, de los cuales uno será enviado al laboratorio de análisis y el otro será guardado para posteriormente ser utilizado para control como duplicado o para otro tipo de ensayos. Todo ello se hará siguiendo los estrictos estándares internacionales de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC). Las muestras, asegurando la cadena de custodia, se enviarán a laboratorios certificados para realizar los ensayos químicos. El otro cuarto quedara a disposición para ensayos físico-químicos, mineralógicos, o de cualquier otro tipo que se requiera. El proceso de este tipo de muestreo y los ensayos se describen en el Anexo III.

Sobre los testigos de los tramos no mineralizados se tomarán muestras representativas de cada una de las litologías para ensayos de tipo geotécnico o de cualquier otro tipo que sea necesario. De esta forma se conocerán de forma adecuada las características geotécnicas del macizo rocoso, lo que será necesario en posteriores estudios de viabilidad de una hipotética explotación.

Los resultados obtenidos se utilizarán para, a partir del modelo geológico-minero, realizar un modelo 3D del cuerpo mineralizado y un modelo de bloques por leyes y otros parámetros, para poder calcular los recursos. Los programas a utilizar para esta labor serán los más utilizados del mercado: Deswik, DataMine, Vulcan, etc. completados por programas tipo GIS y CAD.

Las muestras de roca tomadas en campo se enviarán completamente al laboratorio para proceder a su trituración. Triturada y homogeneizada la muestra se cuarteará la porción necesaria para el análisis, siendo devuelta el resto de la muestra para su almacenamiento. De ella se harán cuarteos en la nave/oficina para duplicados de control. El resto se mantendrá a disposición para cualquier otra necesidad que pudiera surgir.

9.4. EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANTEADOS

Un proyecto de investigación es un proyecto cuyo objetivo es la obtención de conocimiento desde una situación previa de desconocimiento. Por ello los trabajos planteados pueden variar en cuanto a tipología, alcance, metodología y ubicación física, tanto en sentido positivo (incremento de mediciones, nuevos trabajos) como en sentido negativo (disminución de mediciones, cancelación de trabajos). Cada ensayo, prueba y trabajo nos dará una información que nos condicionará los siguientes pasos a seguir en forma de nuevos/más trabajos, ensayos, etc. a realizar. De todos los cambios que se produzcan se dará debida información por escrito a la Administración Minera competente, aportando cuanta información sea necesaria para el completo conocimiento y control por parte de la administración.

No obstante en el presente proyecto hemos descrito los diferentes medios y tipos de trabajos a realizar con suficiente detalle para ser considerados en la tramitación en su posible ejecución, de forma que tras la aprobación del proyecto únicamente quedaría su concreción (en función del desarrollo de la investigación) en los correspondientes planes de labores y con su correspondiente aprobación por la Administración Minera tal y como establece en los artículos 44 y 59 de la Ley de Minas y los artículos 63 y 78 del Reglamento General para el Régimen de la Minería.

9.5. MEDIOS A EMPLEAR Y EQUIPO TÉCNICO

Dada la extensión de los trabajos, tanto en cuantía como en la cobertura de numerosas disciplinas, actividades y operaciones, FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. se plantea la contratación de terceras empresas, expertas y líderes en su actividad, para la realización de diversas actividades. No obstante lo anterior, FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. contará con un sólido equipo de profesionales en diversos campos tanto para el control y supervisión de las actividades contratadas como para la realización de muchas de las labores de investigación. A continuación se detallan los medios a utilizar en las diversas labores.

9.5.1. Medios propios.

Los medios propios de que constará FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. se pueden dividir en medios materiales y humanos. Los medios materiales son:

- Aparataje y maquinaria para la manipulación de cajas y testigos, preparación, etiquetado, envasado de muestras, etc.
- Furgoneta de transporte.
- Vehículos todo-terreno con capacidad de carga.
- Software minero (DataMine, Deswik), CAD, ArcGIS, etc.

El personal técnico propio de FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. está compuesto por:

- Fernando J. Palero Fernández (Dr. en Geología) como Director de Geología de Fomento Minero del Cobre SLU.
- Francisco J. Menéndez Simón (Ingeniero Técnico de Minas) como Director Facultativo y responsable de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Gonzalo Mayoral Fernández (Ingeniero de Minas) como Director de Proyecto.
- Javier Andrés Pontvianne (Grado en Minas) como Responsable de Mineralurgia, Metalurgia y Concentración Mineral.
- Pablo Luciano Perrone (Geólogo) y un geólogo junior como geólogos de campo para reconocimientos geológicos, control y testificación de sondeos y preparación de muestras.
- 1 operario de campo.
- Personal de empresa administrativo a tiempo parcial para labores accesorias.

Los currículos del personal de FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. se encuentran en el Anexo IV.

El trabajo a realizar por dicho personal son los trabajos de recopilación de información de todo tipo, elaboración de cartografía geológico-minera, diseño de campañas de sondeos, diseño y ejecución de campañas de geoquímica de suelos, muestreos de roca así como de sondeos, toda la testificación de sondeos, supervisión de las labores de geofísica, supervisión de la perforación con recuperación de testigo, supervisión de análisis, definición de los yacimientos, elaboración de informes y estudios, así como llevar el control, supervisión y coordinación de contratas.

9.5.2. Geofísica.

Dada la especialización requerida para la realización de los trabajos de geofísica, así como la necesidad de disponer de equipos adecuados y específicos, dichos trabajos se contratarán a una empresa exterior especialista en esta actividad.

La empresa que en principio realizará los trabajos será International Geophysical Technology, S.L. (I.G.T.) <http://www.igt-geofisica.com/default.html>.

El personal de I.G.T. adscrito que se les solicitaría sería:

- Director de los trabajos (Ingeniero de Minas o geólogo) de la prospección geofísica.
- Técnico Geofísico (Ingeniero de Minas o geólogo) como técnico de campo para la realización de los trabajos de toma de datos.
- Técnico Geofísico (Ingeniero de Minas o geólogo) como analista de gabinete de la información recopilada.
- 1 ayudante de campo.

Se informará cumplidamente de la contratación de la empresa para la aprobación por la Sección de Minas de Zaragoza.

Durante el periodo de desarrollo de la investigación del permiso de investigación, no se descarta la contratación de otras empresas similares en paralelo o en sustitución, en virtud de las condiciones técnicas y económicas del momento. Tampoco se descarta la colaboración con universidades y centros de investigación. En dicho supuesto, se informará debidamente a la Sección de Minas de Zaragoza de dicha contratación y se le suministrará la información y documentación correspondiente.

9.5.3. Perforación de investigación.

Dada la especialización requerida para la realización de los trabajos de perforación en la investigación geológico-minera, así como la necesidad de disponer de maquinaria y equipos adecuados y específicos, dichos trabajos se contratarán a una empresa exterior especialista en esta actividad.

Cada equipo de perforación consta de 2 ó 3 personas (perforista más uno o dos ayudantes) que trabajarán normalmente en 3 turnos al día. Se prevé en principio el uso de un solo equipo de perforación, por lo cual el número total de operarios será de 6 a 9 personas, más un encargado y, en su caso, un técnico a tiempo parcial, completando un total máximo de 11 personas. Todo el personal deberá tener la cualificación técnica necesaria para el desempeño de su labor.

Se informará cumplidamente de la contratación de la empresa para la aprobación por la Sección de Minas de Zaragoza.

FOMENTO MINERO DEL COBRE tiene actualmente 5 empresas identificadas que disponen de perforadoras capaces de realizar la perforación que se requiere. Estas empresas son:

- Sondeos y Perforaciones Industriales del Bierzo, S.L. (SPI).
- GEONOR, S.L.
- INSERSA.
- Igeotest.
- EDASU.

Todas ellas empresas de reconocido prestigio y trayectoria en el mundo de la minería.

9.5.4. Ensayos de laboratorio.

Los ensayos químicos, mineralógicos, geotécnicos, etc. se contratarán a laboratorios externos.

Los laboratorios capacitados para este tipo de muestras son:

- ALS-Global para los ensayos químicos. Es una empresa multinacional especialista en este tipo de trabajos y con una delegación en Sevilla. Más información sobre la empresa en (www.alsglobal.com.laboratorio)
- SGS como laboratorio de contraste. También con delegación en España, en el puerto de Huelva, tiene acreditada solvencia internacional. (www.sgs.es/es-es/)
- AGQ para los ensayos físicos y mineralógicos. Es una empresa especialista en caracterizaciones metalúrgicas de amplio prestigio y con instalaciones en Sevilla. Más información sobre la empresa en (www.agq.com.es/).

No se descarta la colaboración con otros laboratorios privados, centros de investigación y universidades como pueden ser:

- SRC (Saskatoon, Canadá).
- OMAC & Alex Stewart (Irlanda).
- Wardell-Armstrong (Reino Unido).
- Laboratorios del Instituto Geológico Minero de España.
- Facultad de Geología de Zaragoza.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

Las instalaciones de estos laboratorios se encuentran en áreas fuera de la zona del permiso de investigación y, por tanto, no entran dentro de la competencia de la Administración Minera competente. Su personal tampoco trabajará en el perímetro del permiso de investigación, por lo que no ha lugar a petición de autorización de la contratación o control de su personal.

9.5.5. Modelización del yacimiento y consultoría/asesoría.

La modelización del yacimiento, así como la consultoría y asesoría geológico-minera, se llevará a cabo por empresas externas:

- GEOTREX, S.L., empresa de investigación y modelización geológico-minera se subcontratará para el análisis y proceso de la información obtenida (sondeos, muestras, laboratorio, etc.) y la elaboración de un modelo 3D del yacimiento con dicha información, incluyendo la estimación de recursos y reservas. Es una empresa que cuenta con personal de larga trayectoria y experiencia en el sector. Dicha empresa trabaja en conjunto con el personal de FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. adscrito al proyecto.
- GESSAL, compañía consultora especializada en estudios geológicos y geofísicos del subsuelo que cuenta con un grupo de profesionales especialistas en geología del subsuelo y una trayectoria de más de 35 años en el sector de la consultoría geológica en especial con la investigación aplicada sobre la infraestructura Geológica del Subsuelo. Entre sus capacidades está el procesado de datos geofísicos, adquisición sísmica, ingeniería de yacimientos, etc.
- Consultores Independientes en Gestión de Recursos Naturales, S.A. (CRN) es empresa formada por un grupo de profesionales de amplia experiencia para

prestar un servicio independiente de hidrogeología, así como de ingeniería y consultoría en los campos relacionados con el cálculo de recursos y reservas según los códigos internacionales JORC y 43-101.

- CRS Ingeniería (CRS) es una empresa con amplia experiencia de trabajo, especializada en el estudio y gestión de los recursos del subsuelo y abarca todo el ciclo de vida del proyecto, desde la exploración hasta la clausura de minas, incluyendo valoración de activos mineros, planificación estratégica, proyectos de explotación a cielo abierto y en subterráneo, proyectos de restauración y direcciones de obra.
- Agapito Associates, Inc., empresa norteamericana de amplia experiencia en la consultoría e ingeniería geológico-minera que no sólo actúa como consultora sino también como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC y 43-101.
- SRK Consulting es un grupo de consultoría internacional independiente que brinda asesoramiento y soluciones enfocadas a la industria minera y de recursos hídricos. Ofreciendo servicios desde la exploración hasta el cierre de minas. También como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC y 43-101.
- CSA Global es una consultoría internacional independiente experta en todo lo relacionado con minería, con más de 7.500 proyectos realizados en 130 países en 12 idiomas. Cubre todos los aspectos de la minería desde la asesoría corporativa a la exploración, investigación, diseño, operación y clausura. También como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC, SAMREC y NI 43-101.

Todas ellas disponen de personal altamente cualificado con amplia experiencia y de las herramientas informáticas, de cálculo y modelización más avanzadas del mercado, incluyendo algunas desarrolladas en el seno de las propias empresas.

Las instalaciones de estas empresas se encuentran en áreas fuera de la zona del permiso de investigación y por tanto no entran dentro de la competencia de la Administración Minera competente. Su personal tampoco trabajará en el perímetro del permiso de investigación, por lo que no ha lugar a petición de autorización de la contratación o control de su personal. Excepción son las posibles visitas técnicas que realicen al área del permiso, en cuyo caso se adoptarán las medidas de seguridad y salud adecuadas al personal de visita.

10. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

10.1. DESARROLLO Y LÓGICA DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN

El permiso de investigación se solicita para tres años durante los cuales se deberán llevar a cabo las acciones descritas en el presente proyecto, así como aquellas nuevas operaciones o trabajos que surgiesen en consecuencia de los datos y resultados de las investigaciones llevadas a cabo. Como ya se ha comentado, es difícil hacer una previsión exacta de los trabajos a realizar con sus características específicas. A parte del progreso en el espacio de los trabajos de campo, está la secuenciación del trabajo científico propiamente dicho en sus distintas etapas lógicas, dada dicha secuencia por la necesidad de tener una información para tomar decisiones y plantear el siguiente paso en el estudio. Así la lógica investigadora científica (que hemos esbozado en apartados anteriores) nos dice que:

- 1) Se ha de empezar por una labor de gabinete, de recopilación de información existente y estudio de la misma y en función de ella plantear el conocimiento existente y el conocimiento a adquirir y decidir con qué métodos.
- 2) Un segundo paso sería el reconocimiento de campo por el territorio cubierto por el P.I. Igualmente se aplicarán técnicas de investigación en la superficie capaces de detectar la presencia de cuerpos mineralizados.
- 3) Para adquirir conocimiento en profundidad sobre las estructuras mineralizadas se realizan campañas de geofísica. Las zonas donde realizarlas y los métodos a utilizar dependerán del conocimiento adquirido en los dos pasos anteriores.
- 4) Dado que la geofísica es un método indirecto, se necesita de la adquisición de un conocimiento más seguro, para lo cual se efectúan sondeos con extracción de testigo. La ubicación de los sondeos se decide en función del resultado de los pasos anteriores.
- 5) Se analizan las muestras obtenidas y en función de los resultados de dichos análisis y de toda la información anteriormente recopilada, se plantean nuevos trabajos en la zona o se da por concluida la investigación.

Esta lógica contrasta gravemente con el establecimiento *a priori* de los lugares exactos donde situar perfiles geoquímicos, geofísicos y sondeos. Si la ubicación de sondeos necesita de la investigación previa y ésta, a su vez, del previo análisis de la información existente y resultados de la campaña de reconocimiento de campo, y todo esto no se ha realizado por no tener, precisamente, un Permiso de Investigación; presentar en el

presente proyecto de investigación dichas exactas ubicaciones tiene un alto riesgo de no corresponder con una zona de verdadero interés en la investigación, así como en otras zonas donde se revele la necesidad de realizar estos trabajos, no estén recogidas ubicaciones para los mismos en el proyecto de investigación.

Si a todo ello se le suman impedimentos técnicos para la realización física de los trabajos como puede ser una topografía inadecuada, una imposibilidad de acceso, u otros condicionantes del medio que sólo se mostrarán en el momento de visitar los emplazamientos, es fácil comprender la dificultad de una planificación exacta y *a priori* de los sondeos. Solo hay una cierta certidumbre con los 5 sondeos de la primera campaña planteada a partir de la información histórica de la que se dispone.

Respecto al aparente problema de la modificación del plan de investigación, que ha dado lugar a numerosas discusiones en ámbitos ajenos a la actividad minera pero con influencia en su gestión, no lo es tal en la propia legislación minera cuya intención es fomentar la investigación en conformidad con la necesidad reglada de poner de manifiesto y definir nuevos Recursos Mineros, en coherencia con los artículos 63 y 78 del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el régimen de la minería:

Art.63.- El permiso de investigación concede a su titular el derecho a realizar dentro del perímetro demarcado y durante el plazo de vigencia del mismo los estudios y trabajos encaminados a poner de manifiesto y definir uno o varios recursos de la Sección C)[...] y a que, una vez definidos por la investigación realizada y demostrado que son susceptibles de racional aprovechamiento, se le otorgue la correspondiente concesión de explotación de los mismos.

Art.78.- El titular de un permiso de investigación podrá realizar en el terreno que éste comprenda cuantas labores, debidamente autorizadas, se precisen para el mejor conocimiento de los posibles recursos [...].

Estos dos artículos dicen claramente que el titular del derecho podrá realizar cuantos estudios, trabajos y labores crea conveniente para el conocimiento y la definición del recurso, eso sí, informando a la Administración para su autorización.

Por otro lado, en el artículo 66 del Real Decreto 2857/1978 se establece que se deberá aportar, entre otra documentación, el *Proyecto de Investigación* (tal cual es el caso presente) que [...] *constará de una Memoria explicativa del plan general de investigación que se prevé realizar, indicando el mineral o minerales a que se refiere; procedimiento y medios a emplear, especificando el equipo técnico de que dispone el solicitante [...]; programa de investigación, presupuesto de las inversiones a efectuar, plazo de ejecución y planos de situación del permiso y de las labores que se proyectan.*

Como bien se lee se habla de plan general sin entrar a solicitar el detalle de la misma, medios y equipos técnicos para conocer si dispone de la capacidad y plano de las labores que se refiere a la descripción de las mismas. En ningún momento habla de la descripción exacta y ubicación de las mismas, cosa que se revela casi imposible a priori.

La cuestión queda definitivamente zanjada con las sentencias 404/2016 - STSJ NA 864/2016, 373/2016 - STSJ NA 912/2016 y 391/2016 - STSJ NA 919/2016 del Tribunal Superior de Justicia – Sala de lo Contencioso que sientan jurisprudencia al contemplar las tres que:

[...] en un proyecto de investigación de recursos mineros no se aprueba la realización de sondeos concretos en ubicaciones concretas pues es imposible que en el momento de presentar el proyecto de investigación la empresa conozca las ubicaciones precisas de los sondeos, extremo este que es corroborado por la pericial aportada por Geocali, sin que haya sido desvirtuada por la parte actora, sin perjuicio de que además, de exigirse tanta exactitud se alargarían los plazos en demasía. En todo caso, de la prueba practicada se colige que la variación en la ubicación de los sondeos no supone en modo alguno una modificación sustancial de los permisos de investigación en este apartado que genere inseguridad o indefensión desde el punto de vista medioambiental.

No obstante todo lo anteriormente expuesto, sí es cierto que en vista de los conocimientos disponibles del personal de FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. en la zona, se está en condiciones de determinar en el presente proyecto los trabajos que se consideran más adecuados y sus ubicaciones justificadas al presente momento, pero que se ha de ser consciente de su posible variación en función del progreso de la investigación y de los datos que se vayan de ella obteniendo.

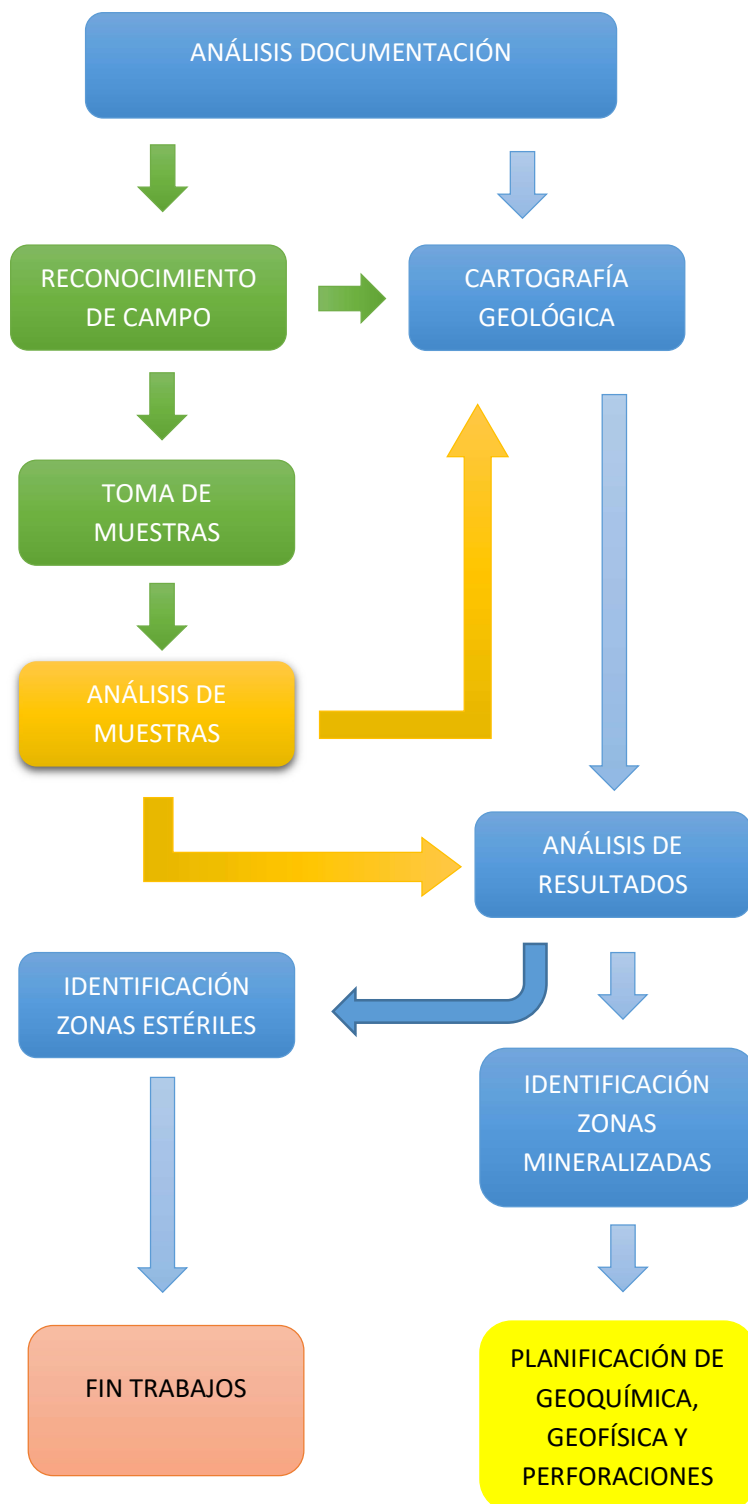
La conjugación entre esta variabilidad de los trabajos con el proceso de información y autorización de la Administración Minera se consigue mediante dos medios:

- a) El presente Proyecto de Investigación, donde se describen las actividades a realizar, su operativa y su magnitud, de forma que la Administración Minera tiene criterios para su autorización en cualquier ubicación dentro de la superficie del permiso o en su caso poner las restricciones o condicionantes que considere.
- b) El Plan de Labores inicial y sucesivos anuales, tal como describe el artículo 75 punto 2 y punto 3 del Real Decreto 2857/1978 que incluyen “informe completo de los estudios, reconocimientos y demás trabajos efectuados durante el año anterior y el plan de inversión para el año siguiente [...]”.

Obviamente todo cambio respecto a esta planificación se plasmará en los Planes de Labores Anuales así como en los anexos que correspondan y en comunicaciones e informes a la Sección de Minas de Zaragoza.

10.2. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL PRIMER AÑO

Como se ha comentado, el presente permiso de investigación forma parte de un proyecto exploratorio de mayor alcance. Por otro lado la información previa en la zona del permiso es aún escasa, a expensas de la consulta de los archivos históricos, y no hay explotaciones recientes que hubiesen dejado una información detallada. Por ello las labores de consulta de documentación y exploración de campo y cartografía geológica son cruciales para la toma de decisión de continuar con la investigación en actividades de mayor alcance. El siguiente diagrama muestra la relación existente y fases de aplicación de las actividades enmarcadas en el programa exploratorio presentado.



Siguiendo este esquema, durante el primer año se prevé realizar:

- Localización, recopilación y reinterpretación de la información proveniente de los trabajos desarrollados por empresas y administraciones públicas si existiesen.
- Digitalización de la información cartográfica, así como de sondeos de que se disponga y que se localizasen, así como de la información de campañas geofísicas y geoquímicas que hubieran sido realizadas anteriormente.
- Inicio de los reconocimientos de campo para generar un mapa geológico/minero detallado a escala 1:10.000.
- Elaboración de mapa geológico a escala 1:10.000.
- Análisis de roca de afloramientos y de mineralización reconocida en restos de posibles labores mineras.
- Integración de la información recopilada y la generada en ese primer año en un GIS. Estimación de potencial minero y generación de objetivos a investigar.

10.3. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL SEGUNDO AÑO.

Si los resultados del año anterior lo justificasen, se procedería a la realización de los siguientes trabajos:

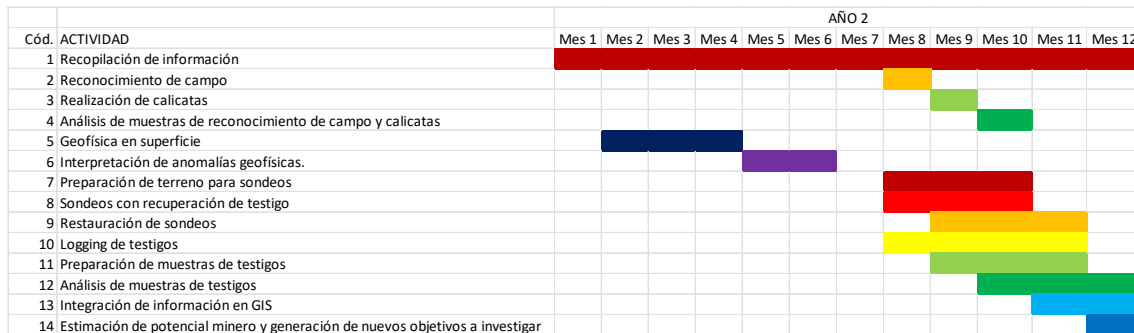
- Recopilación de información y digitalización de la misma.
- Realización de campaña/s de geoquímica de suelos.
- Realización de la geofísica eléctrica de superficie.
- Realización de los 5 sondeos de recuperación de testigo para reconocimiento de las posibles mineralizaciones.
- Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos.
- Integración de la información generada en el SIG, actualización del modelo 3D del P.I. y primera estimación del potencial de recursos de mineral.

10.4. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 3º AÑO

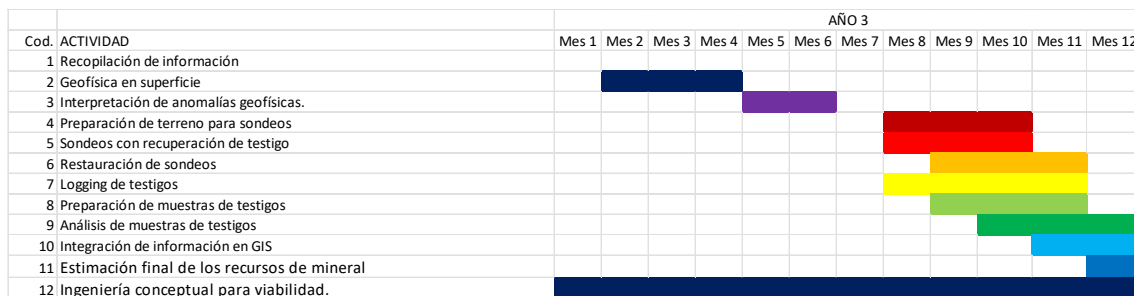
Finalmente se procedería a la realización en este tercer año, y en virtud de los resultados del segundo año e información conseguida hasta el momento, a la realización de los siguientes trabajos:

- Recopilación de información y digitalización de la misma.
- Campañas de geoquímica de suelos y geofísica para la investigación de mineralizaciones bajo la cobertura en otras áreas no reconocidas en las campañas anteriores.
- Reconocimiento de anomalías de suelos y de geofísica.

10.6.2. Segundo año de permiso.



10.6.3. Tercer año de permiso



11. PRESUPUESTO

Resulta difícil y prematuro anticipar un presupuesto económico en esta fase debido a las contingencias a considerar, la variabilidad a la que están sujetas las operaciones por su condicionamiento a las labores previas y el desconocimiento de las profundidades verdaderas que alcanzaran los sondeos a realizar, parte de lo cual ya se ha comentado en los puntos 9.2 y 9.3.5. Por ello para la elaboración del presupuesto, vamos a seguir lo expuesto en el capítulo 10.

En todo caso, presupuesto y actividades se irán determinando y fijando con mayor precisión en los Planes de Labores Anuales.

11.1. PRESUPUESTO PRIMER AÑO.

		AÑO 1		
Cód.	Descripción	Cuantí		Subtotal
		Ud.	€/ud.	
1	Recopilación de información	Mes	12,00	1.500,00
				18.000,00

Mes de recopilación de información en diversas fuentes, incluidos costes de visitas a instituciones, fotocopias, digitalizaciones, adquisiciones de libros/revistas/documentos, realizada por geólogo o titulado de minas, posterior indexado y archivo y análisis preliminar de la misma para obtención de información, incluidos gastos de desplazamiento, dietas, estancia y p.p. gastos auxiliares.					
2	Reconocimiento de campo	Ud	3,00	2.794,50	8.383,50
Unidad de salida de campo de equipo formado por 2-3 personas (geólogos o titulados de minas) para reconocimiento de estructuras y mineralizaciones aflorantes, establecimiento de límites de formaciones geológicas, levantamiento de estaciones geológicas, medición de buzamientos y direcciones, fotografía de estructuras, toma de muestras por elementos manuales, posicionamiento con GPS manual y demás actividades de toma de datos, equipados con vehículo todoterreno, herramientas manuales y elementos de envasado y etiquetado de muestras, GPS manual, lupa de geólogo, clinómetro, brújula y demás elementos auxiliares; incluido gastos de desplazamiento, dietas, estancia y p.p. gastos auxiliares.					
3	Realización de cartografía geológica	Ud	4,00	4.950,00	19.800,00
Realización de cartografía geológica por geólogo senior a partir de la información bibliográfica y con los datos de campo, mediante medios digitales, incluso software y p.p. de gastos auxiliares.					
5	Ensayos de laboratorio	PA	1,00	1.500,00	1.500,00
Partida Alzada para ensayos de laboratorio de muestras de reconocimiento de campo y calicatas, geoquímicos, petrográficos y mineralógicos, incluso codificación y preparación de muestras, empaquetado y envío a laboratorio, preparación de duplicados, ciegos y blancos, devolución de pulpas, embalaje, pesaje y p.p. de coste de almacenamiento, medios auxiliares y gastos indirectos.					
6	Modelo geológico-minero 3D. Integración información GIS	PA	1,00	15.000,00	15.000,00
Partida Alzada para digitalización de la información bibliográfica, datos de sondeos históricos, datos geofísicos y geoquímicos, mapas geológicos y demás información recopilada, a la que se añade la información recopilada en campo y los análisis de laboratorio de las muestras, llevada a cabo por geólogo o titulado de minas con asistencia de técnico informático.					
7	Geofísica aerotransportada	PA	1,00	22.500,00	22.500,00
P.A. para campaña de geofísica aerotransportada, realizada por empresa especialista, incluido p.p. de gastos auxiliares e indirectos.					
8	Geofísica en superficie	PA	1,00	40.000,00	40.000,00

P.A. para campaña de perfiles de geofísica de 500 m de longitud en diversas ubicaciones, realizada por empresa especialista, incluido p.p. de gastos auxiliares e indirectos.				
Estimación de potencial minero y generación de nuevos				
17	objetivos a investigar	PA	1,00	3.000,00 3.000,00
Partida Alzada para la estimación de potencial minero e identificación de nuevos objetivos, consistente en trabajo de gabinete de geólogo senior e ingeniero de minas senior, incluso p.p. de gastos indirectos y costes auxiliares.				
23	Gestión y gastos indirectos	PA	0,13	105.683,50 13.738,86
Partida Alzada para gastos de gestión, de estructura de la empresa, indirectos e imprevistos (13%).				
T	TOTAL			141.922,36

11.2. PRESUPUESTO SEGUNDO AÑO.

Cód.	Descripción	Cuantía	AÑO 2	
			€/ud.	Subtotal
1	Recopilación de información	12,00	1.500,00	18.000,00
Mes de recopilación de información en diversas fuentes, incluidos costes de visitas a instituciones, fotocopias, digitalizaciones, adquisiciones de libros/revistas/documentos, realizada por geólogo o titulado de minas, posterior indexado y archivo y análisis preliminar de la misma para obtención de información, incluidos gastos de desplazamiento, dietas, estancia y p.p. gastos auxiliares.				
2	Reconocimiento de campo	1,00	2.794,50	2.794,50
Unidad de salida de campo de equipo formado por 2-3 personas (geólogos o titulados de minas) para reconocimiento de estructuras y mineralizaciones aflorantes, establecimiento de límites de formaciones geológicas, levantamiento de estaciones geológicas, medición de buzamientos y direcciones, fotografía de estructuras, toma de muestras por elementos manuales, posicionamiento con GPS manual y demás actividades de toma de datos, equipados con vehículo todoterreno, herramientas manuales y elementos de envasado y etiquetado de muestras, GPS manual, lupa de geólogo, clinómetro, brújula y demás elementos auxiliares; incluido gastos de desplazamiento, dietas, estancia y p.p. gastos auxiliares.				
4	Calicatas	1,00	1.265,00	1.265,00
Unidad de realización de calicatas de 1,5 m de profundidad por 1,5 x 10 m mediante máquina excavadora, con reconocimiento por geólogo de estructura estratigráfica, fotografiado, medición de buzamientos y direcciones, toma de muestras y demás datos, incluida p.p. de medios auxiliares y gastos indirectos.				

5	Ensayos de laboratorio	1,00	700,00	700,00
	Partida Alzada para ensayos de laboratorio de muestras de reconocimiento de campo y calicatas, geoquímicos, petrográficos y mineralógicos, incluso codificación y preparación de muestras, empaquetado y envío a laboratorio, preparación de duplicados, ciegos y blancos, devolución de pulpas, embalaje, pesaje y p.p. de coste de almacenamiento, medios auxiliares y gastos indirectos.			
	Modelo geológico-minero 3D. Integración información			
6	GIS	1,00	30.000,00	30.000,00
	Partida Alzada para digitalización de la información bibliográfica, datos de sondeos históricos, datos geofísicos y geoquímicos, mapas geológicos y demás información recopilada, a la que se añade la información recopilada en campo y los análisis de laboratorio de las muestras, llevada a cabo por geólogo o titulado de minas con asistencia de técnico informático.			
8	Geofísica en superficie	1,00	40.000,00	40.000,00
	P.A. para campaña de perfiles de geofísica de 500 m de longitud en diversas ubicaciones, realizada por empresa especialista, incluido p.p. de gastos auxiliares e indirectos.			
9	Interpretación de anomalías geofísicas.	1,00	3.740,00	3.740,00
	Interpretación de las anomalías geofísicas.			
10	Sondeos con recuperación de testigo	1.500,00	120,00	180.000,00
	Metro de sondeo con recuperación de testigo entre 300 y 350 m de profundidad, realizado por empresa de sondeos, en diámetro PQ-HQ-NQ, con una recuperación superior al 80%, incluido transporte de maquinaria al punto de sondeo, montaje, operación, almacenaje de testigos en cajas de madera adecuadas con consignación de datos (profundidad inicial y final), retirada de lodos, suministro de agua, sellado de sondeos a la finalización de los mismos, desmontaje y retirada de equipos; incluido parte proporcional de gastos e indirectos.			
12	Preparación de terreno para sondeos	5,00	5.520,00	27.600,00
	Unidad de preparación de terreno para ejecución de sondeos consistente en retirada y acopio de tierra vegetal, nivelación de zona de asentamiento de la perforadora, excavación de balsas de lodos y actividades auxiliares, incluido parte proporcional de gastos e indirectos.			
13	Restauración de sondeos	5,00	1.840,00	9.200,00
	Unidad de labores de restauración de plataforma de sondeos consistente en retirada de lodos, residuos urbanos o industriales que pudiese haber a gestor autorizado, tapado de balsas con la propia tierra de su excavación, remodelación topográfica, extendido de tierra vegetal previamente acopiada, y siembra de especies autóctonas, incluida p.p. labores auxiliares y gastos indirectos.			
14	Logging de testigos	5,00	6.900,00	34.500,00

Unidad de logging de testigos de sondeos por geólogo consistente en codificación, limpieza, fotografía, dibujo y referenciación de mineralogías, texturas, estructuras, grietas y fracturas (naturales y operativas de la extracción del testigo), contactos entre capas estratigráficas, medida de inclinación de estructuras, y demás toma de datos sobre el testigo, incluida p.p. de nave de almacenamiento, elementos auxiliares y demás gastos indirectos.				
15	Preparación de muestras de testigos	30,00	30,00	900,00
Unidad de preparación de muestras de testigos consistente en corte transversal cada 30 cm del testigo mineralizado, corte longitudinal de cada muestra en una mitad y un cuarto, envasado al vacío de las mismas, codificación y almacenaje; incluida p.p. de nave de almacenamiento, elementos auxiliares y demás gastos indirectos.				
16	Análisis de muestras de testigos	30,00	30,00	900,00
Unidad de análisis por laboratorio homologado de muestras de testigos incluyendo análisis químico, mineralógico, geotécnico, etc.				
17	Estimación de potencial minero y generación de nuevos objetivos a investigar	1,00	3.000,00	3.000,00
Partida Alzada para la estimación de potencial minero e identificación de nuevos objetivos, consistente en trabajo de gabinete de geólogo senior e ingeniero de minas senior, incluso p.p. de gastos indirectos y costes auxiliares.				
23	Gestión y gastos indirectos	0,13	352.599,50	45.837,94
Partida Alzada para gastos de gestión, de estructura de la empresa, indirectos e imprevistos (13%).				
T	TOTAL			398.437,44

11.3. PRESUPUESTO TERCER AÑO.

Cód.	Descripción	AÑO 3		
		Cuantía	€/ud.	Subtotal
4	Calicatas	1,00	1.265,00	1.265,00
Unidad de realización de calicatas de 1,5 m de profundidad por 1,5 x 10 m mediante máquina excavadora, con reconocimiento por geólogo de estructura estratigráfica, fotografiado, medición de buzamientos y direcciones, toma de muestras y demás datos, incluida p.p. de medios auxiliares y gastos indirectos.				
6	Modelo geológico-minero 3D. Integración información GIS	1,00	30.000,00	30.000,00

Partida Alzada para digitalización de la información bibliográfica, datos de sondeos históricos, datos geofísicos y geoquímicos, mapas geológicos y demás información recopilada, a la que se añade la información recopilada en campo y los análisis de laboratorio de las muestras, llevada a cabo por geólogo o titulado de minas con asistencia de técnico informático.				
8	Geofísica en superficie	1,00	40.000,00	40.000,00
P.A. para campaña de perfiles de geofísica de 500 m de longitud en diversas ubicaciones, realizada por empresa especialista, incluido p.p. de gastos auxiliares e indirectos.				
9	Interpretación de anomalías geofísicas.	1,00	3.740,00	3.740,00
Interpretación de las anomalías geofísicas.				
10	Sondeos con recuperación de testigo	1.200,00	120,00	144.000,00
Metro de sondeo con recuperación de testigo entre 300 y 350 m de profundidad, realizado por empresa de sondeos, en diámetro PQ-HQ-NQ, con una recuperación superior al 80%, incluido transporte de maquinaria al punto de sondeo, montaje, operación, almacenaje de testigos en cajas de madera adecuadas con consignación de datos (profundidad inicial y final), retirada de lodos, suministro de agua, sellado de sondeos a la finalización de los mismos, desmontaje y retirada de equipos; incluido parte proporcional de gastos e indirectos.				
12	Preparación de terreno para sondeos	4,00	5.520,00	22.080,00
Unidad de preparación de terreno para ejecución de sondeos consistente en retirada y acopio de tierra vegetal, nivelación de zona de asentamiento de la perforadora, excavación de balsas de lodos y actividades auxiliares, incluido parte proporcional de gastos e indirectos.				
13	Restauración de sondeos	4,00	1.840,00	7.360,00
Unidad de labores de restauración de plataforma de sondeos consistente en retirada de lodos, residuos urbanos o industriales que pudiese haber a gestor autorizado, tapado de balsas con la propia tierra de su excavación, remodelación topográfica, extendido de tierra vegetal previamente acopiada, y siembra de especies autóctonas, incluida p.p. labores auxiliares y gastos indirectos.				
14	Logging de testigos	4,00	6.900,00	27.600,00
Unidad de logging de testigos de sondeos por geólogo consistente en codificación, limpieza, fotografía, dibujo y referenciación de mineralogías, texturas, estructuras, grietas y fracturas (naturales y operativas de la extracción del testigo), contactos entre capas estratigráficas, medida de inclinación de estructuras, y demás toma de datos sobre el testigo, incluida p.p. de nave de almacenamiento, elementos auxiliares y demás gastos indirectos.				
15	Preparación de muestras de testigos	24,00	30,00	720,00

	Unidad de preparación de muestras de testigos consistente en corte transversal cada 30 cm del testigo mineralizado, corte longitudinal de cada muestra en una mitad y un cuarto, envasado al vacío de las mismas, codificación y almacenaje; incluida p.p. de nave de almacenamiento, elementos auxiliares y demás gastos indirectos.			
16	Análisis de muestras de testigos	24,00	30,00	720,00
	Unidad de análisis por laboratorio homologado de muestras de testigos incluyendo análisis químico, mineralógico, geotécnico, etc.			
19	Estimación final de los recursos de mineral	1,00	5.000,00	5.000,00
	Partida Alzada para la estimación de final de recursos minerales, consistente en trabajo de gabinete de geólogo senior e ingeniero de minas senior, incluso p.p. de gastos indirectos y costes auxiliares.			
20	Ingeniería conceptual para viabilidad.	1,00	35.000,00	35.000,00
	Partida Alzada para Ingeniería conceptual para viabilidad, realizada por consultora externa bajo estándares internacionales JORC o NI-43-101, con versión final en español e inglés, incluidos todos los gastos auxiliares e indirectos.			
23	Gestión y gastos indirectos	0,13	316.220,00	41.108,60
	Partida Alzada para gastos de gestión, de estructura de la empresa, indirectos e imprevistos (13%).			
T	TOTAL			357.328,60

11.4. INVERSIÓN TOTAL PREVISTA.

Las inversiones a realizar en el Permiso de Investigación "GRIO" por FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L., ascienden a:

Presupuesto previsto año 1º.....	141.922,36 €
Presupuesto previsto año 2º.....	398.437,44 €
Presupuesto previsto año 3º.....	357.328,60 €
TOTAL INVERSION.....	897.688,39 €

El presente presupuesto asciende a la cantidad de **OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.**

En Salamanca a 02 de julio de 2025

Fdo.: Francisco J. Menéndez Simón

Ingeniero Técnico de Minas

Col. nº 1414 en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Madrid

ANEXO I - LEGISLACIÓN APLICABLE

La Legislación que es de obligada aplicación y otra consultada para la elaboración del Proyecto de Investigación es la siguiente:

- Ley 22/1973 de 21 de julio, de Minas, modificada por la Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos (BOE nº 280, de 21/11/1980).
- Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Real Decreto 863/1985 de 2 de abril (BOE 12.06.85), por el que se aprueba el Reglamento General de Normas básicas de Seguridad Minera, y sucesivas Órdenes Ministeriales por las que se aprueban diversas instrucciones Técnicas Complementarias que desarrollan el anterior Reglamento.
- Real Decreto 150/1996 por el que se modifica el artículo 109 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de Septiembre por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras. (BOE 07/10/1997)
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997 que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 975/2009, de 12 de Junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras. (BOE 143, 13/06/2009).
- Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de Marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE nº 60 de 11/3/2006).
- 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 (BOE nº 25 de 30/1/2006).
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE nº 265 de 5/11/2005).
- Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre por el que se aprueba el Estatuto del Minero (BOE nº 3 de 4/1/1984).
- Real Decreto 1167/1978, por el que se desarrolla el título III, capítulo II, de la Ley 6/1977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería (BOE nº 133 de 5/6/1978).
- Real Decreto 1481/2001 para el Desarrollo Técnico relativo a las instalaciones de vertido de residuos.

- Orden 5282/2002, de 25 de julio de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, sobre avales para responder de la restauración del espacio natural de explotaciones mineras y depósitos de lodos, así como los relativos a pólizas de seguro para los depósitos de lodos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 diciembre por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre de la calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley orgánica 16/2007, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (Ley IPPC).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 5/2013, de 11 de junio que modifica la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, sobre "Operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, que modifica los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- ORDEN de 18 de mayo de 1994, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se establecen normas en materia de garantías a exigir para asegurar la restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas.
- Resolución de 12 de noviembre de 2010 de la Dirección General de Energía y Minas, por la que se aprueba un nuevo modelo de plan de labores mineras y se determina su forma de presentación ante la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- Resolución de 29 de septiembre de 2015, de la Secretaría General de Coordinación Autonómica y Local, por la que se publica el Acuerdo de la Comisión Bilateral de Cooperación Aragón-Estado, en relación con la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de prevención y protección ambiental de Aragón.
- ORDEN DRS/234/2019, de 22 de febrero, por la que se da publicidad al Acuerdo de 12 de febrero de 2019, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030.
- ORDEN DRS/414/2019, de 1 de abril, por la que se da publicidad al Acuerdo de 12 de febrero de 2019, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la Estrategia Aragonesa de Biodiversidad y Red Natura 2000 Horizonte 2030.
- DECRETO 79/2019, de 21 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Consejo Aragonés del Clima.

-
- Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.
 - DECRETO 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón
 - Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón.

La legislación se consulta directamente en la web de los boletines, de forma que siempre se consulte la versión consolidada, que incluye todas las modificaciones posteriores a su publicación original.

Este listado es no exhaustivo, en la ejecución del proyecto se cumplirá con toda la legislación vigente aplicable.

ANEXO II – DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS

Los métodos geofísicos que pueden plantearse en la presente investigación son los siguientes:

1. Tomografía eléctrica

Es una técnica sencilla pero muy útil, consistente en la medida de la respuesta del terreno a una serie de estimulaciones eléctricas. Hay diversos diseños de dispositivo, considerándose como el más apropiado el de tipo polo-dipolo (ver figura) tramificado en función de la profundidad a investigar. Con esta tramificación se pretende conseguir la máxima resolución posible para cada rango de profundidad tomando como límite del orden 200 m. La resolución disminuirá al incrementar la profundidad de investigación. Este alcance se considera suficiente para detectar posibles contactos entre capas.

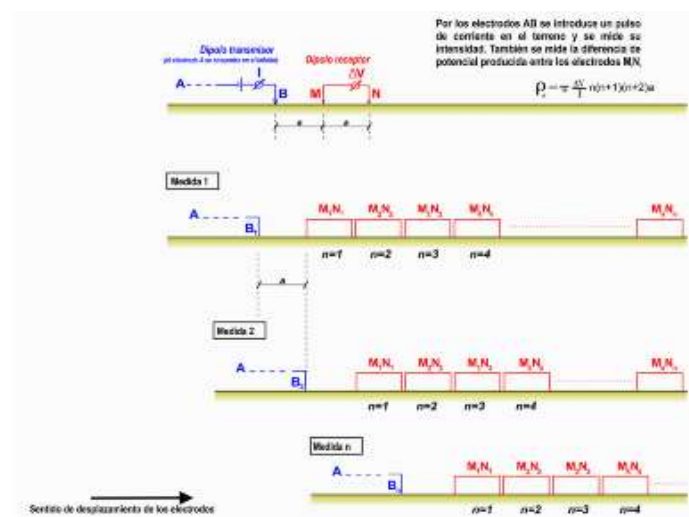


Figura 11. Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de resistividad aparente del terreno.

El empleo de dispositivos focalizados como el polo-dipolo con un elevado número de niveles de registro ($n > 10$), requiere el empleo de un transmisor potente alimentado por un motor-generador.

El equipo utilizado para las medidas de la resistividad aparente del terreno en esta fase de estudio, está compuesto por los siguientes elementos:

- Transmisor modelo VIP-3000 (s/n 14-9421) de la marca Iris Instruments. Este transmisor opera mediante pulsos de corriente que alternan su polaridad cada 2 segundos. La corriente se estabiliza automáticamente en cada pulso con un rango de variación máximo de $\pm 5\%$.

- Receptor modelo ELREC-10 (s/n 116) del mismo fabricante. Se trata de un receptor del tipo multidipolo controlado por un microprocesador que realiza un análisis estadístico de las múltiples repeticiones de las medidas efectuadas para cada dipolo. Este análisis permite evaluar la calidad de los datos durante las operaciones de campo.
- Cables especiales multiconductor con salidas múltiples, controlado por un interruptor del tipo roll-along.

Esta técnica se considera de utilidad para detectar estructuras bajo recubrimientos de no mucho espesor, como pueden ser las rañas y depósitos de pie de monte y cuaternarios en general.

2. Método de polarización inducida

El método de polarización inducida tiene su fundamento en la capacidad de carga eléctrica que tienen las rocas, siendo diferente en cada uno de los distintos materiales geológicos, destacando aquellos cuerpos que contienen minerales metálicos. En este caso, tras una corriente eléctrica de alto voltaje en el terreno y al cesar su emisión, se analiza cómo queda cargado el terreno, y cómo se produce el proceso de descarga eléctrica.

El método más simple de polarización inducida utiliza dispositivos semejantes a la tomografía, existiendo equipos capacitados para medir a partir del mismo dispositivo tanto las conductividades, como también las cargabilidades. Se propone por tanto la realización de ambas técnicas de forma simultánea y contrastar los resultados para poder seleccionar las anomalías que sean coincidentes.

3. Método de Sondeos Electromagnéticos de Dominio de Tiempos (SEDT).

Los sondeos electromagnéticos buscan conocer la información en profundidad y son utilizados generalmente para estratificaciones horizontales, basándose en el principio de que cada capa tiene una resistividad distinta. Consiste en determinar en modo 1D la distribución de la resistividad eléctrica del terreno en función de la profundidad. Al correlacionar los resultados de todos los SEDT situados en un mismo perfil, se obtiene una sección geoelectrica fácilmente interpretable en términos geológicos por su similitud con las secciones geológicas. Este método permite alcanzar una profundidad de investigación del orden de los 1.000 m y su eficacia depende lógicamente de que exista suficiente contraste de resistividad entre los diferentes niveles del subsuelo. En nuestro caso, esta técnica será útil para determinar la posición de las capas mineralizadas, ya que las capas con los elementos pesados son cuarcíticas y relativamente gruesas respecto a la alternancia normal de pizarras-areniscas-cuarcitas.

Seguramente destaquen como cuerpos resistivos entre la alternancia normal menos resistiva.

Con el objetivo de alcanzar una profundidad de investigación del orden de al menos 100 a 150 m para tratar de determinar la progresión en profundidad de las formaciones aflorantes, proponemos realizar esta fase de las medidas según las siguientes especificaciones:

- Medidas en perfil longitudinal en vez de en la modalidad “central-loop” con la bobina receptora en el centro del bucle transmisor.
- Sincronismo entre transmisor y receptor mediante cable de referencia.
- Tamaño del bucle transmisor 400x400 m. No obstante, al inicio de los trabajos se ensayarán bucles de menor tamaño por su mayor fiabilidad en las operaciones de campo.
- En cada punto de medida se harán tres registros independientes a lo largo de 20 ventanas de tiempo cada uno, para frecuencias de 25 Hz (HI), 6,25 Hz (MD) y 2,5 Hz (LI) de los pulsos de corriente en el bucle transmisor.

En virtud del desarrollo de los trabajos, podremos variar la distancia entre los puntos para ir a mayor profundidad si fuese necesario.

Consideramos que un espaciado razonable entre los SEDT a lo largo del perfil para esta fase del estudio puede ser entre 300 y 400 m. Su distribución final sobre el terreno habrá de determinarse en función de los obstáculos y limitaciones que puedan encontrarse para el tendido de los cables transmisores.

Los resultados de esa fase del estudio se presentarán en forma de modelos 1D (resistividad-profundidad) para cada punto de medida y en forma de secciones de resistividad, una para cada perfil.

4. Método magneto-telúrico.

Este método es indicado para las mismas finalidades del SEDT pero permite alcanzar profundidades mayores y una mejor definición de estructuras delgadas pero con gran continuidad. Como inconveniente presenta la alta sensibilidad a corrientes eléctricas antrópicas, como vallados metálicos, tendidos eléctricos, los cuales pueden limitar su uso en ciertos sectores del P.I.

El método magneto-telúrico pertenece al grupo de los métodos geofísicos electromagnéticos en el dominio de frecuencias (se mide a distintas frecuencias ya que dependiendo de la frecuencia medida la información recibida corresponde a diferente profundidad). La técnica de medidas es pasiva, lo que quiere decir que no se necesita ningún transmisor de corriente, ya que se usa el ruido aleatorio natural como fuente de señal, por lo que no se requieren electrodos de alto-voltaje y la logística de campo es relativamente sencilla.

Las fuentes en una campaña MT son corrientes eléctricas de la tierra que producen señales magneto-telúricas, la mayoría de estas señales son controladas por la actividad natural electromagnética sobre la superficie de la tierra. Las condiciones atmosféricas estacionales también crean señales electromagnéticas alrededor de la tierra. También son importantes las señales EM asociadas a la interacción entre la magnetosfera y los vientos solares. De ahí las interferencias causadas por las actuaciones antrópicas.

El objetivo de cualquier método electromagnético es conseguir información de resistividad de los distintos materiales a cada profundidad determinada para después, mediante la interpretación, intentar asignar las variaciones de resistividad a variaciones litológicas. En el caso del método magneto-telúrico (MT) la profundidad de investigación depende de la mínima frecuencia utilizada y la resistividad del medio, por lo tanto cuanto más profundo se quiera bajar más baja será la mínima frecuencia utilizada. Por experiencia, las muy altas frecuencias suelen ser muy ruidosas, en caso de que sea así se propone la utilización de las antenas ANT4, que pueden medir desde frecuencias mucho más bajas hasta 1024Hz. Se prevé el empleo de dipolos de 100 m para las medidas de campo.

En MT se puede medir en modo escalar (solo una componente de cada uno de los campos), vectorial (más de una componente de uno de los campos) o tensorial (las dos componentes horizontales del campo eléctrico y las dos o tres componentes del campo magnético, las dos horizontales y la vertical al mismo tiempo). Un estudio en el que la geología sea sencilla pero haya una fracturación repetitiva, se requerirá la toma de datos tensoriales.

La configuración de campo en modo tensorial, esto quiere decir que se medirán dos componentes del campo eléctrico (E_x y E_y) y dos componentes del campo magnético (H_y y H_x) al mismo tiempo, lo que ayudará al modelado en dos dimensiones de los datos de campo. Midiendo las dos componentes horizontales de ambos campos, lo que se consigue es medir de forma paralela y transversal a las directrices principales de las estructuras, aportando mucha más información sobre la direccionalidad de ellas.

Natural Source AMT/MT Arrays

Tensor MT Setup

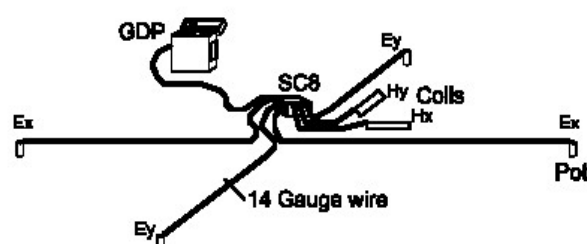


Figura 12. Configuración de campo de MT en forma tensorial.

La configuración de campo que se elija dependerá principalmente de los niveles de ruido de la zona de trabajo, proponiendo las tres siguientes:

- 1) Si la zona tiene muy poco ruido, la campaña se puede plantear tomando medidas independientes en forma tensorial.
- 2) Cuando la zona tiene ruido cultural, pero no mucho, se medirán datos tensoriales con Referencia Remota. Esto quiere decir que se medirán dos estaciones al mismo tiempo y cada una se utilizará como referencia de la otra para tratar de aislar y rechazar el máximo ruido posible.
- 3) Si la zona tiene mucho ruido, lo lógico es elegir una estación de Referencia Remota, lejos de las fuentes de ruido y utilizar esta para limpiar los datos dentro de la zona de estudio. Por supuesto los datos se medirán en forma tensorial.

Los datos de volcado del receptor son la resistividad de Cagniard y los valores de impedancia (calculados a partir de las componentes horizontales del campo eléctrico y magnético), que se presentan como imágenes de contornos en pseudosecciones dependientes de la frecuencia por estación en el eje horizontal. Las frecuencias más bajas están relacionadas con mayores profundidades en el eje vertical.

Los valores escalares de la resistividad aparente son el resultado del post-procesado del receptor de las series de datos de MT. Es durante este post-procesado cuando se retiran los datos con mucho ruido o valores con relaciones no coherentes entre el campo eléctrico y magnético.

El procesamiento de los datos MT es un proceso que lleva los siguientes pasos:

La Resistividad de Cagniard y la impedancia son calculadas en el receptor respecto a los campos eléctricos y magnéticos medidos en campo:

- 1) La resistividad de Cagniard ($RhoC$) es la resistividad aparente, por frecuencia y su cálculo se hace a partir de los datos brutos del campo eléctrico y magnético.
- 2) Mediante la diferencia entre las distintas componentes de los campos E y H se calcula la impedancia de Fase (I).

Ambos valores Rho e I son usados en los programas suavizado de inversión en 1 y 2 dimensiones de Zonge para calcular (modelar) los valores de resistividad asociados a cambios geológicos respecto a la profundidad.

El receptor puede exportar directamente la resistividad de Cagniard y la impedancia por bloques a los que se ha aplicado un análisis estadístico y tomada la media de todas las medidas desde el receptor o exportar todas las series de datos y mediante un post-procesado fuera del receptor analizar los datos según la relación señal/ruido y establecer como criterio de aceptación de los datos la coherencia entre la relación del

campo eléctrico y magnético. Se utilizará la segunda opción ya que se obtienen datos más precisos.

El MT mide series de tiempo como datos brutos, que mediante el “método de decimación por cascada” (Wight y Bostick, 1980) transforman estas series de tiempos al dominio de frecuencias.

El “procesado robusto” (Chave y Thompson, 1989) es un procedimiento complicado basado en un proceso iterativo. La coherencia entre los campos eléctrico y magnético evita el ruido coherente que provocan las fuentes que actúan como transmisores de campo cercano. El resultado de este proceso nos lleva a valores útiles para realizar las pseudos-secciones de resistividad e impedancia.

Con estos datos se pasa a los modelos de inversión en una y dos dimensiones de Zonge de los datos de MT que, usando como entrada de datos la resistividad de Cagniard y la impedancia, proporcionarán imágenes de la resistividad con la profundidad. En el caso de dos dimensiones se puede introducir la topografía de los perfiles medidos, corrigiendo los efectos que ésta tiene en los datos medidos en campo, obteniéndose así información de la contribución lateral de las estructuras de la zona de estudio (perpendiculares a la dirección de los perfiles de medidas).

Midiendo en modo tensorial se combinan los modos TM y TE (TM resulta de medir el campo eléctrico perpendicular a la geología y TE resulta de medir el campo eléctrico paralelo a la geología), por lo que los modelos en dos dimensiones realmente tienen en cuenta cambios perpendiculares y paralelos a la geología.

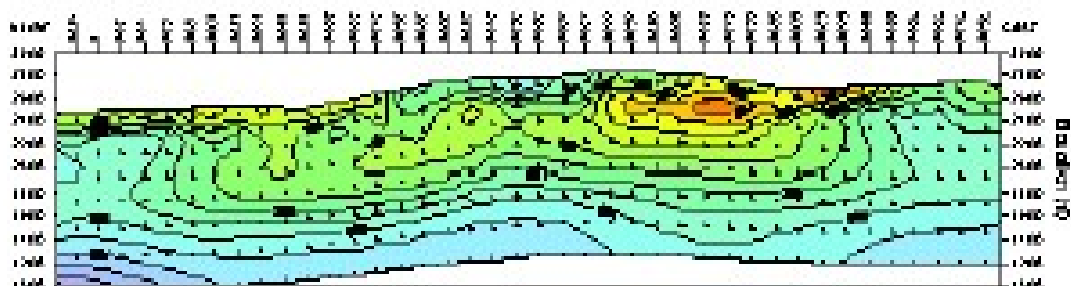


Figura 13. Ejemplo de perfil obtenido.

El equipo dispone de todos los receptores auxiliares necesarios, además de antenas adecuadas a las medidas del campo magneto-telúrico y electromagnético en el dominio de tiempos y frecuencias.

Este método geofísico se contempla apto para profundidades entre 150 y 1.500 m. El rango de frecuencias adecuado a la profundidad del estudio es desde 1 Hz hasta 1.024 Hz.

5. Sísmica de Reflexión.

En el caso que la exploración superficial u otros ensayos geofísicos lo recomienden, se realizarán perfiles de sísmica de reflexión de detalle en el área del permiso para definir las estructuras, localizando los límites entre distintas capas.

El método sísmico de reflexión se basa en las reflexiones del frente de ondas sísmico sobre las distintas interfases del subsuelo. Estas interfases (reflectores) responden, al igual que en la refracción, a contrastes de impedancia que posteriormente se relacionarán con las distintas capas geológicas. Las reflexiones son detectadas por los receptores (geófonos) que se ubican en superficie y que están alineados con la fuente emisora. Dado que las distancias entre la fuente y los geófonos son pequeñas respecto a la profundidad de penetración que se alcanza, el dispositivo experimental soporta que se esté operando en "corto ángulo"; asegurando así la obtención de reflexiones y, distinguiéndose de la sísmica de refracción o de "gran ángulo".

En este sistema, como resultado se obtiene un grupo de trazas sísmicas procedentes de todos los puntos de emisión (tiros) que se analizan, se procesan y luego se reordenan en conjuntos de "puntos reflectores comunes" (CMP), los cuales contienen la información de todas las reflexiones halladas (Figura 14). Una vez todas las trazas de un mismo CMP se han agrupado, se suman y se obtiene una traza CMP. El conjunto de todas las trazas CMP constituye la denominada "sección sísmica de reflexión" que es el resultado final de este método. Este método es una de las técnicas de prospección geofísica más utilizada debido a que su resultado es una imagen denominada sección sísmica en donde se aprecia la geometría de las estructuras geológicas. En esta imagen del subsuelo las reflexiones se ven en forma de lóbulos negros de mayor amplitud y definen las capas reflectoras que después se asociarán a las estructuras geológicas.

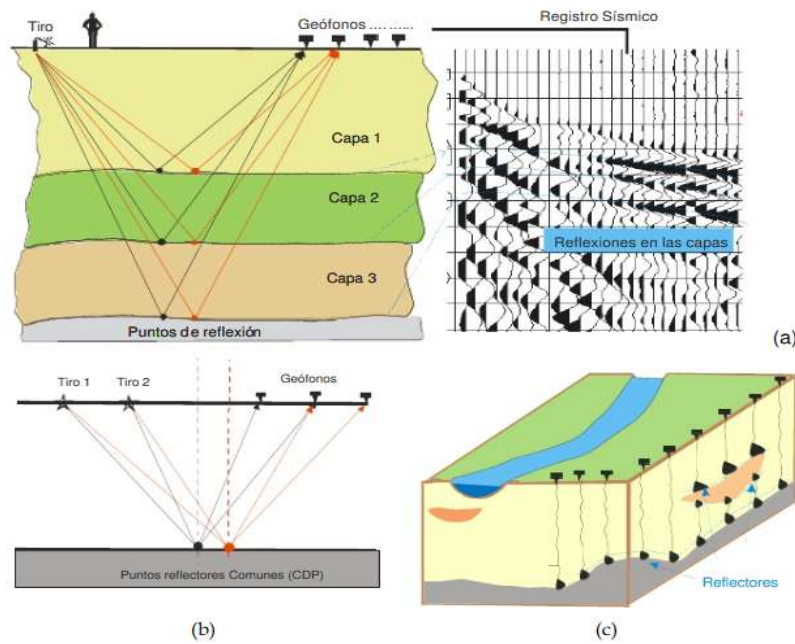


Figura 14.

(a) Esquema del recorrido de los rayos reflejados en tres capas para una posición de emisión y dos estaciones receptoras (geófonos). Debido a la ecuación de propagación, las reflexiones quedan marcadas en el registro sísmico como trayectorias hiperbólicas.

(b) Una vez todas las reflexiones de un mismo CDP se han agrupado, se suman y se obtiene una traza CDP.

(c) Las trazas CDP proporcionan la imagen sísmica del terreno, llamada sección sísmica.

La opción de geofísica sísmica que se está evaluando es la vibrosísmica consistente en un vehículo dotado de una plancha que transmite una vibración al suelo durante un periodo entre 1 y 5 segundos. Esta vibración genera una onda sísmica que una red de medidores sísmicos o geófonos reciben, grabando la información para su proceso. La ventaja de este método, frente a la tradicional línea de disparos con explosivos, es su menor impacto ya que no requiere de obra alguna y puede efectuarse en caminos y campos sin afectar a estos.

6. Sísmica de Refracción.

Es una técnica que permite identificar contactos superficiales, evaluar la excavabilidad y el grado de meteorización del terreno en las zonas más superficiales, extendiendo el estudio hasta una profundidad de 30 m como mínimo.

Mediante estas medidas se obtienen secciones sísmicas formadas por la distribución detallada de los valores de V_p del terreno. Estos valores de V_p dependen del grado de consolidación e integridad del terreno, y por lo tanto tienen un evidente significado geotécnico.

Para este estudio y con el objetivo de reconocer el terreno hasta unos 30 m de profundidad, se empleará para las medidas un dispositivo o implantación sísmica de 120 m formada por 24 geófonos verticales espaciados a intervalos de 5 m. Con este dispositivo se registrarán las señales sísmicas producidas mediante el impacto de un martillo metálico de 6-8 Kg sobre una placa metálica acoplada en el terreno. Los puntos de impacto serán 7 por implantación, distribuidos según la figura.

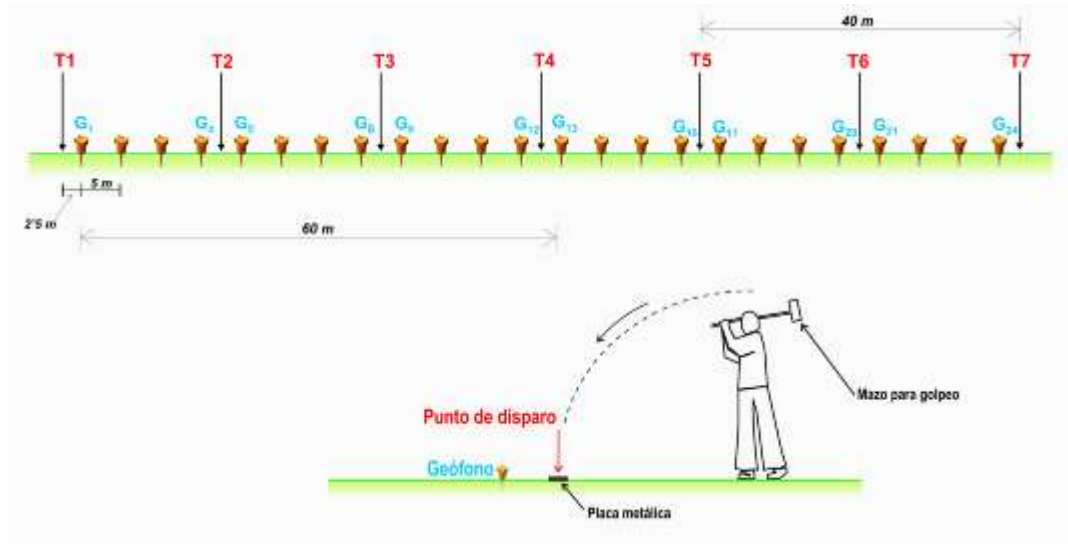


Figura 15. Esquema de la implantación sísmica que se utilizará para este estudio.

El procesamiento de los registros sísmicos mediante inversión dará como resultado final del estudio secciones sísmicas conformadas por la distribución detallada de los valores de V_p del terreno, fácilmente interpretables en términos de interés geotécnico. En la figura 17 se puede observar un ejemplo de este tipo de secciones.

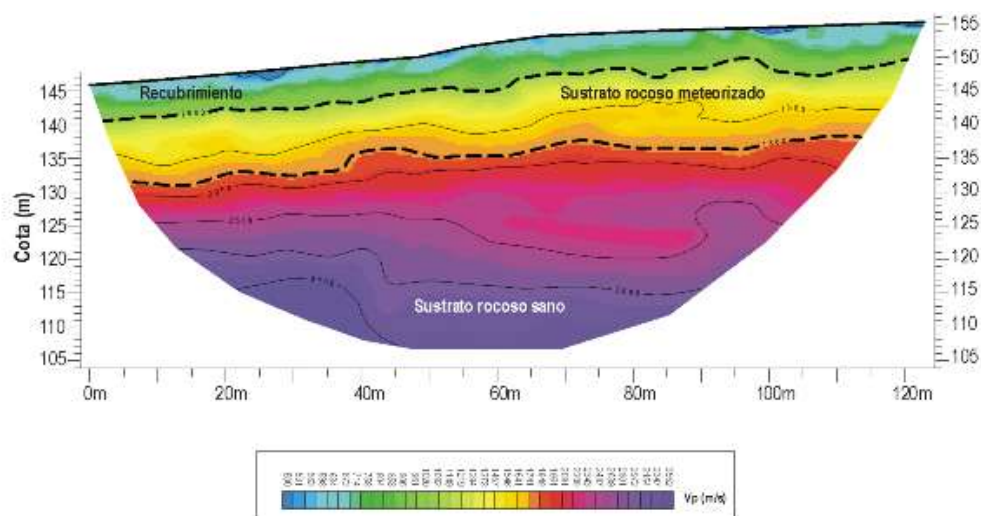


Figura 16. Ejemplo de sección resultante del procesamiento mediante inversión de datos de Sísmica de Refracción.

Para la ejecución de este reconocimiento se utilizará un equipo específico para medidas sísmicas de refracción compuesto por:

- Un sismógrafo digital de 24 canales modelo SUMMIT II Compact (s/n 10070027) fabricado por DMT.
- Geófonos verticales tipo SM-4U con una frecuencia natural de 10 hz, fabricados por Sensor Nederland.
- Programas Firstpix (Interpex) y Rayfract (Intelligent Ressources) para el procesado e interpretación de los registros sísmicos de Refracción.

7. Geofísica “in-hole” en las perforaciones de investigación.

Una vez terminados los sondeos de investigación, tras la extracción de testigo y previo al cementado de los pozos se procederá a la introducción de sondas de testificación geofísica con las que se obtendrán unas diagráfias cuya interpretación nos dará información importante sobre estructura, composición, etc. de los materiales atravesados. Los instrumentos de toma de datos en los diferentes niveles del sondeo, van instalados en un tubo o sonda suspendida de un cable autoportante de acero, que sirve tanto para mover la sonda por el interior del sondeo como de cable de transmisión de las señales recogidas a los equipos en el exterior. Los ensayos se describen a continuación.

Calibre de 3 brazos (3 arm caliper). Control del estado del sondeo (diámetro) e identificación de zonas de fractura o de zonas expansivas. Mide el diámetro del sondeo y permite conocer así las zonas expansivas (menor diámetro) o de peor características geotécnicas (mayor diámetro). Suele utilizarse para corregir las otras medidas geofísicas al permitir introducir una corrección en función de la distancia de las sondas a la pared del sondeo.

Radiación Gamma Natural. Consiste en medir la radiactividad natural del terreno. Es útil en el caso de presencia de mineralizaciones con presencia de isótopos naturales, ya que existe una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en estos isótopos.

Resistividad normal con doble espaciado (16"-64") + Resistencia monoelectródica. Los ensayos de resistividad consisten básicamente, en crear entre dos electrodos, un campo eléctrico por medio de una fuente energética de baja frecuencia o pulsatoria que produce una diferencia de potencial sobre las paredes del sondeo, medible con otros dos electrodos, dando valores proporcionales a la resistividad de las capas registradas. Permite distinguir la naturaleza litológica de las diferentes capas e identificar posibles niveles permeables.

Autopotencial (Elog). En las paredes de un sondeo lleno de fluido de perforación (lodo, agua, salmuera, etc.) se producen fenómenos eléctricos, dando lugar a fuerzas

electromotrices entre capas de arenas y de arcillas al formar una pila eléctrica cuando están en contacto con un electrolito como son el agua subterránea y el fluido de perforación. Esta diferencia de potencial se puede medir entre un electrodo que toca la pared del sondeo y otro situado en el exterior en contacto con el terreno próximo al sondeo. Esta sonda aporta información respecto a la naturaleza litológica de los materiales atravesados por el sondeo, definiendo la posición de los contactos entre niveles e identificando los posibles niveles permeables.

Resistividad por un sistema inductivo. Una bobina emisora es recorrida por una corriente alterna constante, creando un campo magnético variable en su entorno. Las corrientes que es campo induce en el terreno produce a su vez una fuerza electromagnética registrada en otra bobina receptora. Las señales mostradas por la diagráfia de inducción son proporcionales a la conductividad de los estratos atravesados.

Water Quality Probe. Mide Conductividad, Temperatura, pH y Oxígeno disuelto. Estos dos últimos válidos cuando hay agua natural en el sondeo.

Registro Sónico de Onda Completa (Full Wave Sonic). Mediante la emisión de ultrasonidos, permite determinar los valores de V_p y V_s para el cálculo de los módulos dinámicos y el Coeficiente de Poisson. También identifica zonas de fractura diferenciando las abiertas y las cerradas. Los registros deben hacerse a sondeo desnudo y lleno de agua.

Televisor Acústico (Acoustic Televiewer) para el análisis estructural del macizo rocoso a partir de la medida de la orientación e inclinación de todas las discontinuidades planas atravesadas por el sondeo. Los registros deben hacerse en sondeo desnudo y lleno de agua.

Flowmeter del tipo micromolinete. Para la identificación de puntos de entrada a salida de agua al sondeo (una pasada en descenso y otra en ascenso a la misma velocidad de desplazamiento de la sonda).

Registro Gamma-Gamma (Densidad). Es una sonda activa con una fuente radioactiva de Cs^{137} . Emite rayos gamma que tras atravesar los estratos a unos 15 cm de profundidad desde las paredes del sondeo, son recibidas por un sensor. Los rayos gamma, durante su recorrido por las rocas cortadas por el sondeo, pierden energía debido a los continuos choques con los electrones de sus átomos. Esta pérdida energética depende del número de electrones por unidad de volumen, es decir, prácticamente proporcional a la densidad del material rocoso.

Registro Neutrón-Neutrón (Porosidad). Esta sonda emplea una fuente radioactiva de Am-Be y se basa en la emisión de neutrones, los cuales pierden mucha energía al chocar con los núcleos de hidrógeno por su similar masa mientras que al chocar con elementos

más pesados no se desaceleran tanto siendo un choque más elástico. Estos neutrones desacelerados son captados por los átomos de hidrógeno emitiendo radiación gamma que es detectada. Como el hidrógeno se encuentra fundamentalmente en los átomos de agua llenando los poros de las rocas, sirve para conocer la porosidad.

Registro Gamma Espectral. El registro Gamma Natural consistía en medir la radiactividad natural del terreno. Esta radiación gamma estaba emitida principalmente la presencia de algunos isótopos naturales existiendo una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en dichos isótopos. El registro Gamma Espectral permite distinguir entre la radiación gamma la que es emitida debido a diferentes isótopos.

ANEXO III – ANÁLISIS Y ENSAYOS DE MUESTRAS

1. Muestras para análisis químicos

Muestras de roca.

Durante los recorridos de campo para la realización de la cartografía geológico-minera detallada es de esperar la recogida de muestras de afloramientos, así como en los restos de posibles escombreras de actividades anteriores donde se hallarán fragmentos de la mineralización. La toma de estas muestras ayudará a identificar cuerpos mineralizados aflorantes y caracterizar las mineralizaciones. Para ello se tomarán muestras en algunos lugares que serán destinadas básicamente a análisis químicos.

Estas muestras no tendrán un peso prefijado, ya que su cantidad estará en función de la representatividad que se considere de la estructura o mineralización muestreada. Por lo tanto, va a haber un amplio rasgo de tamaños que puede estar entre los 0,5 y los 10 kg. En el punto de toma se procederá al relleno de una ficha de muestreo que básicamente recoja información sobre su ubicación (lugar, paraje, coordenadas), tipo de muestra (roca de afloramiento, muestra aislada, de escombrera, etc.) y una breve descripción. Posteriormente en la nave/almacén del proyecto será pesada y registrada. Cuando haya almacenadas un cierto número de ellas se procederá a realizar un envío al laboratorio correspondiente para su análisis.

En el laboratorio se procederá al secado de las muestras (aunque es de esperar que lleguen con un grado de humedad muy bajo), para posteriormente ser trituradas en su totalidad a un tamaño inferior de 5 mm, tamaño que se considera adecuado para tener una suficiente homogenización de la muestra. El total de la muestra será cuarteado hasta obtener la cantidad necesaria por el laboratorio para efectuar su análisis. El rechazo será devuelto a FOMENTO MINERO DEL COBRE para su almacenamiento, del que se obtendrán por cuarteo cantidades menores para posteriores duplicados y cualquier otro requerimiento que se precise.

Es conveniente indicar al laboratorio que tipo de muestra se trata, pues no será el mismo protocolo de preparación el que deba realizarse a muestras de la mineralización con elevadas concentraciones de Ti, que a muestras de afloramientos cargadas de óxidos con menores concentraciones de metales. El análisis será multielemental, aunque se tendrá un especial interés en los metales que son el principal objetivo de la misma, como Ti, Zr, fosfatos, Hf, así como de aquellos otros que pueden valorizar o penalizar las menas.

Con el laboratorio se acordará la técnica de análisis más adecuada para este tipo de muestras, así como el procedimiento de preparación para conseguir unos resultados analíticos realmente fiables. Las pulpas sobrantes del análisis de cada muestra serán devueltas a FOMENTO MINERO DEL COBRE, quienes utilizarán algunas de ellas para

reanálisis en el mismo laboratorio y en otro de contraste para asegurar la calidad de los resultados obtenidos.

Muestras de catas y rozas en canal.

Los reconocimientos de anomalías geoquímicas o geofísicas se hacen intentando acceder al subsuelo más inmediato, bajo la cubierta de suelo que es la que está ocultando el cuerpo causante de la anomalía detectada. Para ello se excavan trincheras de reconocimiento mediante una pala retro-excavadora, intentando dejar a la vista las estructuras que pueden ser la causa de la anomalía. Un reconocimiento geológico detallado de las paredes y del suelo de la trinchera, permite definir cuáles son esas estructuras. Normalmente el alto grado de meteorización que tiene impide ver una mineralización primaria.

Detectada la estructura se muestrea para reconocer su potencial, para lo cual se hacen rozas en canal que se disponen de forma ortogonal a los límites que definen la estructura mineralizada. La roza es de unos 15 a 20 cm de anchura y unos 5 cm de profundidad. En el caso de estructuras muy potentes, (2 o más metros de espesor) la longitud se subdivide en tramos de 1 m, o si presenta una zonación bandeada en la estructura, la longitud será la de la anchura de cada banda. Con ello se suele obtener muestras voluminosas que puede oscilar entre los 10 y 50 kg.

Obtenidas las muestras en la trinchera se tratan como cualquier otra muestra de roca, con un secado y envío al laboratorio para su trituración del global de ella a tamaño inferior de 5 mm. Con ello se considera homogenizada y se puede hacer el cuarteo pertinente hasta obtener la cantidad necesaria para proceder a su análisis.

El análisis será como el de roca, multielemental aunque con especial interés en los metales que son el principal objeto de la investigación. El rechazo de las muestras, así como de las pulpas analizadas, serán retornadas a FOMENTO MINERO DEL COBRE.

Muestras de geoquímica de suelos

Las muestras de geoquímica de suelos se tomarán con auger manual. En el punto señalado por el topógrafo, se retirará mediante azadón unos cm² del horizonte A del suelo, procediendo después al hincado con giro realizado por el prospector de los primeros 25 cm de longitud en el suelo, despreciándose este primer tramo. Acto seguido se volverá a hincar en el agujero realizado con el anterior los siguientes 25 cm de longitud, que será extraído y depositado en una bolsa de plástico, siendo esta la muestra que será destinada al análisis en el laboratorio. La bolsa de plástico estará debidamente señalada con el número de muestra que corresponde según el diseño de la campaña.

Normalmente la longitud del tomamuestras del auger es de esos 25 cm señalados, por los que una vez introducido ese tramo del extremo del auger se extrae para proceder como se ha indicado en el párrafo anterior. El diámetro del tomamuestras es de unos 4

cm, por lo que la cantidad de material extraído para la muestra viene a ser de unos 300 cm³, que viene a equivaler a unos 500 gr de material. La razón de tomar los segundos 25 cm de la hincia es por alcanzar el horizonte B del suelo, que es donde se halla la fracción arcillosa con capacidad sorcitiva que retienen los metales movilizados por alteración meteórica.

Una vez tomada la muestra, con el azadón se tapa el pequeño agujero y se restituye la capa de horizonte A retirada en principio. Gracias a las precisas y ágiles técnicas de topografía que se utilizan hoy día, no es necesario dejar ningún tipo de señal sobre el terreno como estaquillas, tal y como se hacía en el pasado. Si se utiliza alguna de ellas como referencia para que el prospector sepa en todo momento por donde se halla, la cual es retirada en el momento de la recogida de la muestra.

Dado que el número de muestras a recoger no será muy grande, se enviará al laboratorio la muestra completa para todo el procedimiento de preparación previo a la separación de la fracción de <0,2 mm, que es la que se analiza. Solamente la preparación de duplicados para control de calidad analítica será realizada mediante cuarteo en la nave/oficina de aquellas muestras en las que se vea que hay una cantidad mayor de la habitual. Para un correcto control de QA/QC se debe preparar 1 duplicado por cada 10 muestras, por lo que en una campaña de 66 muestras como las previstas, se prepararán 6 o 7 duplicados.

Muestras de testigos de sondeos.

Los sondeos con recuperación de testigo permiten obtener muestras reales de las mineralizaciones que se intersecten, así como de las rocas encajantes de ellos. Todo ello es necesario para conocer la ley de mineral en la estructura atravesada, y también permite poder realizar ensayos físico-químicos de macizo rocoso encajante.

La preparación de estas muestras se realizará en las instalaciones que FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L. tenga destinadas a ese fin, con personal propio, desde donde se enviarán a los correspondientes laboratorios. El proceso de manipulación de las muestras de testigos es el siguiente:

- a) Recogida de las cajas con testigos en la perforación. La extracción del testigo de la testiguera y su colocación será supervisada por los técnicos de FOMENTO MINERO DEL COBRE, S.L.
- b) Fotografiado de las cajas y elaboración de la columna litológica, con anotación de toda la información relevante.
- c) Definición de los tramos mineralizados y marcado de muestras que será de forma normalizada en tramos de 50 cm, salvo que haya una tramificación natural que pueda ajustarse a un muestreo lógico y racional.
- d) Individualización mediante corte transversal de los testigos en cilindros de 50 cm de longitud o de los tramos definidos.

- e) Corte longitudinal de dichos cilindros en 2 mitades semejantes y luego una de las mitades en 2 cuartos iguales.
- f) Para el análisis químico se destinará uno de los $\frac{1}{4}$ de testigo.
- g) El otro $\frac{1}{4}$ de testigo se almacenara como muestra destinada a ensayos mineralógicos, mineralúrgicos, físico-químicos y a duplicados para control analítico.
- h) Envasado en bolsas de plástico de dichas muestras, etiquetado y elaboración de documentación de control.
- i) Envío por mensajería de las muestras a los laboratorios para realizar los ensayos correspondientes.

El procedimiento en el laboratorio será como el de roca normal, advirtiéndose de que se trata de muestras de mineralización por lo que los rangos de contenidos van a ser amplios y va a haber valores elevados de algunos elementos. Los rechazos y pulpas serán retornados a las instalaciones de FOMENTO MINERO DEL COBRE para posteriores controles de calidad de resultados analíticos.

2. Muestras para ensayos físico-químicos, mineralógicos y geotécnicos

A partir de los fragmentos de roca recogidos en los reconocimientos geológico-mineros y de los testigos de sondeos, se seleccionaran muestras destinadas a diferentes ensayos. En esta etapa de la investigación a realizar se contemplan los siguientes:

Ensayos de densidad.

Para un correcto cálculo del tonelaje de los recursos que se encuentren es necesario disponer de datos de densidad de los distintos tipos de materiales que componen la mineralización, desde fragmentos de rocas encajantes, a los minerales que componen la mena y la ganga en la capa mineralizada. Para ello se enviarán fragmentos de $\frac{1}{4}$ de testigos para poder correlacionar las leyes con las densidades. De igual forma se harán ensayos de densidad con las pulpas restantes (picnómetro), permitiendo establecer una relación directa entre resultado del análisis químico y densidad del material ensayado. Con ambos parámetros se establecerán las curvas de leyes-densidad, con las que se podrá establecer el tonelaje en la evaluación del recurso minero.

Mineralogía óptica.

Se realizará por un laboratorio externo e incluirá:

1. Descripción mineralógica. Identificación de minerales de la mena y la ganga.
2. Análisis modal.
3. Liberación/asociaciones de partículas.

4. Preparación de secciones delgadas, analizándose dos secciones por muestra (Microscopía de Luz Reflejada y XPL luz polarizada cruzada).

Estos estudios irán dirigidos a definir las relaciones texturales entre las distintas especies mineralógicas reconocidas.

Ensayos geotécnicos.

Como necesario complemento a los parámetros geotécnicos que se vayan estableciendo a partir de la testificación de los testigos de los sondeos, deberán hacerse también una serie de ensayos geotécnicos, no sólo del mineral a explotar, si no también de la roca encajante, tanto a muro como a techo, con el fin de obtener datos para el futuro diseño de una posible explotación.

Estos ensayos, a realizar sobre los testigos obtenidos de las perforaciones son:

- Ensayo a compresión simple.
- Ensayo de corte directo.
- Ensayo triaxial.
- Permeabilidad.

Muestras de los testigos, debidamente preparadas para los ensayos, serán enviados a un laboratorio especializado, quien remitirá un informe detallado los ensayos realizados y de los datos obtenidos a partir de ellos.

En los propios sondeos también se pueden hacer ensayos como los destinados para determinar el estado tensional; o el ensayo Lefranc, para conocer la posible circulación de agua, etc. No obstante, se ha de tener en cuenta que este tipo de ensayos geotécnicos están más orientados a conocer las características del material de cara a la futura explotación (elección de maquinaria, diseño de taludes o de sostenimiento, cimentaciones, etc.) que a la propia identificación del yacimiento desde el punto de vista de la identificación de las reservas.

ANEXO IV – CURRÍCULUM PERSONAL INVESTIGADOR

FERNANDO JOSÉ PALERO FERNÁNDEZ

FORMACIÓN ACADÉMICA

- **Doctorado en Ciencias Geológicas** por la Universidad de Salamanca. La calificación otorgada fue de apto "Cum laude". 1991.
- **Primer premio de Investigación y Ensayo**, área de Ciencias, en los IV Premios Castilla-La Mancha. Premio otorgado por la Consejería de Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 1992.
- **Licenciado en Ciencias Geológicas** por la Universidad de Salamanca (1982). Grado de Licenciado obtenido con la calificación de sobresaliente. Premio extraordinario de licenciatura de la Universidad de Salamanca (1985).
- **Diplomado en Gemología** por el Instituto Gemológico Español (1978).

EXPERIENCIA PROFESIONAL

18/02/25 – Actualidad. **Director de Geología** de Oroberia, S.L.U.

25/01/21 – Actualidad. **Director de Geología** de Omnis Minería, S.L.U.

25/01/18 – Actualidad. **Director de Geología** de Kerogen Energy, S.L.U.

01/03/17 – Actualidad. **Consultor de Geología** en diferentes proyectos de explotación e investigación en España (cobre, fosfatos, zinc), Sudamérica (plomo, plata, cobre) y proyectos en Kenia (trona) y Etiopía (oro).

01/05/13 – 01/03/17. **Director de Geología** en GEOALCALI, S.L.U. – Highfield Resources, Ltd. (Minería de Potasas). Geólogo Senior en los proyectos de investigación y evaluación de recursos, responsable de las campañas de perforación de investigación.

1982 – 01/05/13. Proyectos realizados:

- Estructura geológica del yacimiento de Fe-sulfuros polimetálicos de la Mina Rica (Pulpí, Almería). CSIC-LEC Granada. 2013
- Technical report on “La Palmichala” lode gold exploitation, Colombia. Report 43-101 for the Toronto Stock Exchange. CRN, S.A. 2013
- Technical report on “Mina 81” alluvial gold exploitation, Colombia. CRN, S.A. 2013
- Lode gold and poly-metallic deposits exploitation of Mina Santa María, Colombia. CRN, S.A. 2013

- Revisión de los testigos de los sondeos realizados para la investigación de la traza de la galería de Antzeri (Valle de Erro, Navarra). CRN, S.A. 2012
- Asesoramiento de proyectos mineros en la región de Huancavelica (Perú). Cía. de Minas de Buenaventura S.A.A. 2012.
- Revisión de proyectos de investigación de Sn-W en Galicia. Grupo CEIMA, 2012.
- Asesoramiento de proyectos mineros en la Unidad Minera Recuperada de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., en la región de Huancavelica (Perú) 2012
- Exploración de fosfatos sedimentarios en la Región de Thiès (Senegal). TOLSA, 2012.
- Proyecto de I+D sobre el crecimiento de megacrystales de yeso en el mundo: Pulpí y Segróbriga (España), El Teniente (Chile) y Naica (México). CSIC. 2010- 2012.
- Investigación geológica como apoyo de la campaña geofísica para la investigación de aguas subterráneas en la zona de Usagre, (Badajoz). CRN, S.A. 2011.
- Investigación y evaluación de un yacimiento de caliza para la fabricación de clíncker en Mauritania, CRN, S.A. 2008- 2011.
- Estimación del potencial y modelización de yacimientos de Mn en Burkina Faso, CRN, S.A. FERROATLANTICA, S.A. 2010-2012.
- Exploración de wolframio al sur de Salamanca, GEOTREX, S.L.U. Laytal, S.A. Heemskirk Group. 2009-2010.
- Mapa Metalogenético de Andalucía. Hojas 1:200.000 nos. 69, Pozoblanco, y 70, Linares. CRN, S.A. I.G.M.E. Junta de Andalucía. 2008-2010.
- Asesoramiento para estudio previo del trazado de la autovía Toledo-Córdoba, tramo Almadenejos-Espiel, GINPROSA, 2008.
- Exploración de metales base en Sierra Morena, GEOTREX, S.L.U. MINOTAUR, 2008.
- Estimación del potencial minero de los proyectos de Au-Cu Huayllarane (Caravelí) y de Au-Ag-polimetálicos de San Andrés (Nazca), Perú, LAYTARUMA, S.A.A. 2007.
- Asesoramiento para la museografía del Parque Minero de Almadén para la empresa E-cultura. 2007.
- Investigación de yacimientos de manganeso en la Península Ibérica. CRN, S.A. FERROATLANTICA, S.A. 2007.
- Catalogación y puesta en valor de la colección de minerales, rocas, gemas y fósiles de Avantis Diversificación. 2006.
- Proyecto de realización de un Museo de la Minería en la ciudad de Puertollano (Ciudad Real). Ayuntamiento de Puertollano, 2005.
- Proyecto del Parque Minero de Almadén. MAYASA. 2003-2005.

- Reconocimiento geológico-minero y levantamiento topográfico de las labores accesibles de la planta 1ª de la Mina de Almadén. MAYASA 2003.
- Inventario sobre el Patrimonio Minero del Distrito Minero del Valle de Alcudia (Ciudad Real). CRN, S.A. 2003.
- Estudio de la subsidencia de terrenos que afecta a las zonas de La Torrecica y del polígono industrial de Lo Tacón en el término municipal de La Unión (Murcia). MAYASA Dirección General de Minas. 2001-2002.
- Investigación de sales en Cuarte de Huerva (Zaragoza). MAYASA 2002.
- Investigación del subsuelo en Prado (Caravia, Asturias). MAYASA NORCONTROL Principado de Asturias 2001.
- Inventario de recursos minerales de Castilla-La Mancha, 3ª fase: minerales industriales. MAYASA Dirección General de Minas, Junta de Comunidades de CLM, 2001.
- Campaña de sondeos de investigación realizada desde las galerías de la Rama Sur en la planta 12ª de la Mina de Almadén (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 2000.
- Inventario de recursos minerales de Castilla-La Mancha, 2ª fase: minerales cerámicos. MAYASA Dirección General de Minas, Junta de Comunidades de CLM 2000.
- Plan de explotación en la Mina de Almadén del 3er Macizo, Rama Sur, entre el subnivel de 9ª y 12ª planta (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1999.
- Revisión de los Permisos de Investigación de Rocas Ornamentales de MAYASA en la Provincia de Cáceres. Almoharín, Trujillo y Zarza La Mayor. 1999.
- Investigación y cálculo de recursos del yacimiento de estroncio de El Saltador, Lorca (Murcia). MAYASA, Química del Estroncio, S.A. 1999.
- Estudio, diseño y montaje de la Sala de Geología del Museo Municipal de Puertollano. Ayuntamiento de Puertollano. 1999.
- Asesor de tectónica en la realización de la hoja geológica 1:50000 nº 810, Puertollano. Plan MAGNA. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1998.
- Investigación y cálculo de reservas de mineral de Hg en la Rama Sur de la Mina de Almadén entre las plantas 5ª y 7ª (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1998.
- Nuevo diseño y evaluación del mineral de Hg contenido en el 3er Macizo, Rama Sur, de la Mina de Almadén (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1998.
- Investigación de nuevas reservas de mineral de Hg en la Mina de Las Cuevas. MAYASA 1997.
- Estudio geológico-estructural del Túnel de Folgoso y de su entorno, La Cañiza (Pontevedra). MAYASA EPTISA 1997.

- Revisión de reservas y plan de explotación del Macizo de Poniente entre el subnivel -60 y la 1ª planta de la Mina de Las Cuevas (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1996.
- Evaluación de las reservas de mineral de Hg en el 3er Macizo, Rama Sur, entre el subnivel de 9ª y planta 12ª de la Mina de Almadén (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1996.
- Cartografía geológica y memoria de las hojas 1:50000 nº 835, Brazatortas; nº 836, Mestanza; y nº 861, Solana del Pino. Plan MAGNA. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1996.
- Revisión de la estructura, re-evaluación de reservas de mineral y plan de explotación del Macizo de Levante entre las plantas 1ª y 2ª de la Mina de Las Cuevas (Almadén, Ciudad Real). MAYASA 1995.
- Análisis estructural del yacimiento de sulfuros masivos de San Telmo (Faja Pirítica Ibérica). MAYASA OUTOKUMPU 1994.
- Estudio de la sucesión litoestratigráfica de las hojas geológicas 1:50.0000 nº 835, Brazatortas; nº 836, Mestanza; nº 837, Viso del Marqués; nº 861, Solana del Pino; y nº 862, Santa Elena. ITGE. 1994.
- Organización y coordinación de la reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (Almadén, Puertollano y Valle de Alcudia). 1993.
- Cartografía y análisis estructural del cuerpos intrusivos granitoides en el Oeste de España, para el almacenamiento de residuos nucleares Proyectos AFA y ZOA. MAYASA AURENSA ENRESA. 1992-1996.
- Cartografía estructural de la zona de Puebla de Guzmán-Valverde del Camino (Faja Pirítica Ibérica). MAYASA Dirección General de Minas. 1992.
- Mercurimetría y geoquímica de suelos sobre masas de sulfuros masivos no aflorantes (Faja Pirítica Ibérica). MAYASA Dirección General de Minas 1992.
- Integración y creación de una base de datos interactiva de los yacimientos de sulfuros masivos la Faja Pirítica Ibérica (Huelva y Sevilla). MAYASA Dirección General de Minas 1991-1992.
- Investigación de pizarras de techar en el valle de La Cabrera (El Bierzo, León). MAYASA EXMINESA. 1991.
- Investigación de nuevos recursos de carbón en Mina Emilio, valle de Tremor, cuenca carbonífera de El Bierzo (León). MAYASA MINA EMILIO S.A. 1990.
- Exploración de minerales de W-Sn en el área de Logrosán (Cáceres). MAYASA 1989-1990.
- Investigación de Pb-Zn-Ag-barita en la antigua mina Dolores (Anchuras, Ciudad Real). MAYASA 1988-1989.

- Cartografía geológica y memoria de la hoja 1:50000 nº 860, Fuencaliente. Plan MAGNA. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1989.
- Investigación de Sn-W-Au en relación con granitoides sub-aflorantes en la Sierra de las Villuercas (provincias de Cáceres y Badajoz). 1987-1988.
- Investigación estratégica de metales base (Pb-Zn-Ag-Cu) en la Reserva del Estado denominada "Alcudia" (provincias de Ciudad Real y Córdoba). MAYASA 1984-1987.
- Investigación de los yacimientos "estratoides" de Zn-Pb en la Alta Extremadura. IGME CGS 1984.
- Campaña de sondeos mecánicos y evaluación previa de la mina de Zn-Pb de San Roque (Extremadura). IGME 1984.
- Investigación del permiso de exploración Mortera, para minerales de Pb-Zn en el Oeste de Extremadura. Sociedad Minera San Albín, S.A. 1983.
- Revisión de anomalías radiométricas en el área de Ceclavín-Zarza La Mayor (Extremadura). Sociedad Minera San Albín, S.A. 1983.
- Proyecto de exploración de minerales de uranio en las provincias de Orense y Lugo (Galicia). BP Petroleum Development Ltd. 1982.

EXPERIENCIA DOCENTE

- **Profesor** en el Master Oficial Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales de la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA) y Universidad de Huelva. De 2008 a 2018.
- **Profesor Asociado** del Departamento de Ingeniería Geológica y Minera en la Escuela Universitaria Politécnica de Almadén, impartiendo las asignaturas de Técnicas de Investigación Minera, y Tecnología de Sondeos. De 2005 a 2011.
- **Profesor** del Curso de Exploración y Prospección Minera para el centro de estudios y asesoramiento INTERCADE (Lima, Perú). 2011.
- **Profesor invitado** al curso de doctorado "Metalogenia de los yacimientos minerales de España" organizado por la Universidad de Oviedo los años 1993, 1995 y 1997.

ARTÍCULOS Y PUBLICACIONES

PALERO, F. J.; GUMIEL, P. y FERNÁNDEZ CARRASCO, J. (1985). "Ensayo de tipología de los yacimientos B.P.G.C. de la Alta Extremadura". Boletín Geológico y Minero, vol. XCVI-IV., pp. 381-412. I.G.M.E., Madrid.

MARTÍN-IZARD, A. y PALERO, F. J. (1985). "El stocksheider de Castillejo de Dos Casas (Salamanca)". IX Reunión de Geol. Del W. Peninsular. Porto (Portugal).

PALERO, F. J. (1986). "El campo filoniano de El Hoyo de Mestanza (Ciudad Real). Sobre el origen de las mineralizaciones B.P.G.C. asociadas a zonas de cizalla". Stvdia Geológica Salmanticensia, t. XXIII, pp. 265-298. Universidad de Salamanca, Salamanca.

MARTÍN-IZARD, A.; PALERO, F. J.; REGUILLÓN, R. y VINDEL, E. (1986). "El skarn de Carracedo (San Salvador de Cantamuda, Palencia). Un ejemplo de mineralización pirometasomática en la cordillera Cantábrica". *Studia Geológica Salmanticensia*, t. XXIII, pp. 171-192. Universidad de Salamanca, Salamanca.

PALERO, F. J. y MARTÍN-IZARD, A. (1988). "Las mineralizaciones estratoides de Zn-Pb del paraje de Peña del Águila (Calzada de Calatrava, Ciudad Real). Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía, Vol. 11, parte 1., pp. 179-190. S.E.M., Madrid.

DELGADO, J. C.; MARTÍN-IZARD, A. y PALERO, F. J. (1988). "Litogeoquímica de la formación Estratos Pochico y su relación en la génesis de algunos yacimientos de Pb-Zn de Sierra Morena". *Geociencias*, Vol. 3, fasc. 1-2, pp. 333-350. Universidade d'Aveiro, Aveiro (Portugal)

AMOR, J. M.; ARTIEDA, J.; CIENFUEGOS, I.; ORTEGA, E. & PALERO, F. J. (1989). "Image processing and graphic integration: new tools to save time and costs in mineral exploration". *Mineral Explorations Programmes '89*. Madrid (Spain).

PALERO, F. J.; MANGAS, J.; BOTH, R. A. & ARRIBAS, A. (1991). "Geology, fluid inclusions and sulphur isotopes of sheared Zn-Pb veins deposits of Alcudia Valley, Ciudad Real, Spain". *XI European Current Research on Fluid Inclusions Symposium*. Firenze (Italy).

PALERO, F. J.; MANGAS, J.; BOTH, R. A. & ARRIBAS, A. (1991). "Metallogeny of sheared Zn-Pb vein deposits of Alcudia Valley, Ciudad Real, Spain". In PAGEL, M. & LEROY, J. L. ed.: "Source, transport and deposition of metals". *Proceedings of the 25 years SGA anniversary meeting*. Nancy (France). Pp. 213-217.

PALERO, F.J. (1992). "La serie paleozoica y estructura del sinclinal de Solana del Pino (Ciudad Real)". *Conferencia Internacional sobre el Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Mérida (Badajoz). Publicada en *Estudios Geológicos*, vol. 48 (5-6), pp. 209-381., C.S.I.C., Madrid.

PALERO, F. J. y MARTÍN-IZARD, A. (1992). "Contenido en plata de las mineralizaciones de Pb-Zn de la región del Valle de Alcudia (Ciudad Real). Implicaciones en la génesis de yacimientos hidrotermales de metales base". *III Congreso Geológico de España*. Actas, tomo 3, pp. 252-257. Salamanca

PALERO, F. J.; BOTH, R. A.; MANGAS, J.; MARTÍN-IZARD, A. y REGUILLÓN, R. (1992). "Metalogénesis de los yacimientos de Pb-Zn de la región del Valle de Alcudia (Sierra Morena Oriental)". En GARCÍA GUINEA, J. y MARTÍNEZ FRÍAS, J. coords. "Recursos Minerales de España", pp. 1027-1068. C.S.I.C., col. Textos Universitarios. Madrid.

MARTÍN-IZARD, A.; REGUILLÓN, R. y PALERO, F.J. (1992). "Las mineralizaciones litíferas del Oeste de Salamanca y Zamora". *Estudios Geológicos*, 48, pp. 19-30. C.S.I.C., Madrid.

PALERO, F.J. (1993). "Tectónica prehercínica de las series infraordovícicas del Anticlinal de Alcudia y la discordancia intraprecámbrica en su parte oriental". *Boletín Geológico y Minero*, vol. 104-3, pp. 227-242. I.T.G.E., Madrid.

BOTH, R. A.; PALERO, F. J.; ARRIBAS, A.; BOYCE, A. & MANGAS, J. (1999). "Metallogenesis of lead-zinc deposits of the Alcudia Valley, Spain". *Proceedings of the joint SGA-IGOD international meeting*. 6th session. London.

- PALERO, F.J. (1999). "Geología y metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica". Bocamina, vol. 4-1, pp 12-46, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- CARRASCO MILARA, J. y PALERO, F.J. (2000). "La mina de mercurio de Almadén". Rocas y Minerales, agosto 2000, pp. 42-61.
- PALERO, F.J.; GÓMEZ DÍAZ, F. y CUESTA, J.M. (2000). "Pilar de Jaravía. La geoda gigante de la Mina Rica". Bocamina, vol. 6, pp 54-67, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- AMOR, J.M. y PALERO, F.J. (2001) "Inventario de recursos minerales en Castilla-La Mancha. Rocas Industriales y materiales cerámicos". Ponencia en el III encuentro de la industria minera en Castilla-La Mancha, Cuenca.
- BUENO, A.; GARCÍA GARCÍA, G. y PALERO, F.J. (2002). "Santa Eufemia. Las Minas Viejas". Bocamina, vol. 9, pp 12-35, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- GARCÍA DE MEDINABEITIA, S.; SANTOS ZALDUEGUI, J.F.; PALERO, F.J.; GIL IBARGUCHI, J.I. & CARRACEDO, M. (2002). "Hercynian Pb-Zn mineralization types in the Alcudia Valley Mining District (Spain) and their reflect in the Pb isotopic signatures".
- PALERO, F.J. (2002). "La Mina de Almadén: las otras riquezas del venero inagotable". Bocamina, vol. 10, pp 4-20, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- PALERO, F. J.; BOTH, R. A.; ARRIBAS, A.; BOYCE, A.; MANGAS, J. & MARTIN-IZARD, A. (2003). "Geology an Metallogenic evolution of 87olymetallic Deposits of the Alcudia Valley Mineral Field, Eastern Sierra Morena, Spain". Economic Geology. Vol. 98-3, pp. 577-605.
- PALERO, F.J. (2003). "La Geología de Castilla-La Mancha". En NUCHE DEL RIBERO, R. Ed. "Patrimonio Geológico de Castilla-La Mancha", pp 34-59. Enresa. Madrid.
- PALERO, F.J. y SÁNCHEZ JIMÉNEZ, C. (2003). "Minerales de Castilla-La Mancha". En NUCHE DEL RIBERO, R. ed. "Patrimonio Geológico de Castilla-La Mancha", pp 534-580. Enresa. Madrid.
- SAINZ DE BARANDA, B.; PALERO, F.J. y GARCÍA GARCÍA, G. (2004). "El Horcajo: Las piromorfitas más famosas del mundo". Bocamina, vol. 13, pp 32-67, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.
- SANTOS ZALDUEGUI, J.F.; GARCÍA DE MEDINABEITIA, S.; GIL IBARGUCHI, J.I. & PALERO, F.J. (2004). "A lead isotope database: the Los Pedroches-Alcudia area (Spain); implications for archaeometallurgical connections across Southwestern and Southeartern Iberia". Archaeometry, vol. 46, pp 625-634.
- PALERO, F.J. & MARTÍN-IZARD, A. (2005). "Trace element contents in galena and sphalerite from ore deposits of the Alcudia Valley mineral field". Journal of Geochemical Exploration, vol. 86, pp 1-25.
- PALERO, F.J. (2006). "Visita al Campo Filoniano de El Hoyo de Mestanza (Ciudad Real)". Memoria de la excursión del congreso: VII Congreso Internacional Sobre Patrimonio Geológico y Minero, XI Sesión Científica de la SEDPGYM.
- PALERO, F.J. (2006). "El Yacimiento Minero de Almadén (Ciudad Real, España)". Congreso Internacional: El Patrimonio Minero e Industrial: Su Incidencia e Importancia en los Itinerarios

Culturales de Relevancia Universal. El Caso de Almadén y Otras Explotaciones Mineras Vinculadas al Camino Real Intercontinental a Través de la Ruta del Mercurio.

GARCÍA, G.; PALERO, F.J.; RABADÁN, J. y HEDROSA, M. (2007). “Las Mina de La Florida”. Bocamina, vol. 20, pp 14-79, Grupo Mineralogista de Madrid. Madrid.

ZARZALEJOS PRIETO, M.; GUIRAL PELEGRIN, C.; MANSILLA PLAZA, L.; PALERO FERNÁNDEZ, F.J.; & ESBRI VICTOR, J.M. (2010). “Caracterización de pigmentos rojos en las pinturas de Sisapo (Ciudad Real, España)”. Póster presentado en la Reunión de la AIPMA, Turquía.

GUMIEL, P.; ARIAS, M.; MARTÍN-IZARD, A.; PALERO, F.; BELLIDO, F.; SÁNCHEZ, T.; ORDOÑEZ, B.; & LOCUTURA, J. (2010). “Spatial analysis and multifractal clustering of mineral deposits at the Southern border of the Ossa Morena Zone, Variscan Massif (Spain)”. SGA Annual Meeting& Exposition. Denver, Colorado.

GUMIEL, P.; MARTÍN-IZARD, A.; PALERO, F.; & ARIAS, M. (2010). “3D Geológico modelling and isotopic characterization of a group of Pb-Zn-Cu-Ag mineralization related to extensional faults in the Southern border of the Ossa Morena Zone, Variscan Massif (Spain)”. SGA Annual Meeting& Exposition. Denver, Colorado.

PALERO, F.J. (2011). “El coto minero de el Hoyo de Mestanza (Sierra Morena): los restos de un ambicioso proyecto minero de principios del siglo XX”. XI Simposio Internacional del Legado Cultural Minero y de las Ciencias de la Tierra. Ciudad de México, Pachuca y Real del Monte (México).

PALERO, F.J. y GARCÍA GARCÍA, G. (2011). “Las minas de El Horcajo: un lugar del centro de España comparable a Real de Catorce”. XI Simposio Internacional del Legado Cultural Minero y de las Ciencias de la Tierra. Ciudad de México, Pachuca y Real del Monte (México).

PALERO, F.J. (2013) “Las singularidades geológicas de un patrimonio mundial: los yacimientos gigantes de mercurio de Almadén, Ciudad Real (España)”. X curso de verano sobre patrimonio geológico: Seminario conservación y uso del patrimonio mineralógico y petrológico.

PALERO-FERNÁNDEZ, F.J.; MARTIN-IZARD, A.; ZARZALEJOS PRIETO, M.; & MANSILLA-PLAZA, L. (2015) “Geological context and plumbotectonic evolution of the giant Almadén Mercury Deposit”. Ore Geology Reviews 64, pp. 71–88.

MAYORAL, G.R.; PALERO, F.J.; PÉREZ, F.J.; DEL RÍO, Z. “Proyecto de Investigación “Nuevo Linares” – Plomo histórico para el futuro renovable”. XV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales – León – 22-24 Noviembre 2023 – Asociación Nacional de Ingenieros de Minas - Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Centro.

CONGRESOS

1984.- Primer Congreso de Geología de España, celebrado en Segovia.

1992.- III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latino-Americano de Geología, celebrado en Salamanca.

1996.- IV Congreso Geológico de España, celebrado en Alcalá de Henares (Madrid).

2000.- V Congreso Geológico de España, celebrado en Alicante.

2006.- VII Congreso Internacional de Patrimonio Geológico y Minero y IX Sesión Científica de la SEDPGYM, realizado en Puertollano (Ciudad Real, España).

2006.- Congreso Internacional "El Patrimonio Minero e Industrial: Su Incidencia e Importancia en los Itinerarios Culturales de Relevancia Universal. El Caso de Almadén y Otras Explotaciones Mineras Vinculadas al Camino Real Intercontinental a Través de la Ruta del Mercurio". Celebrado en Almadén (Ciudad Real, España) .

2012.- VIII Congreso Geológico de España, celebrado en Oviedo.

2016.- IX Congreso Geológico de España, celebrado en Huelva.

CONFERENCIAS Y CHARLAS

- "La aplicación de la geología estructural en la exploración minera", expuesta en las universidades Central y Autónoma de Barcelona en Abril de 1990.
- "Exploración geoquímica" y "Metalogenia de los yacimientos de Pb Zn de Sierra Morena Oriental", ambas impartidas en la Universidad de Oviedo en Mayo de 1991.
- "Una visión actualizada de la geología y la metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica", impartida en la universidad de Oviedo en Mayo de 1993.
- "Los yacimientos de Hg de Almadén". Impartida en la Universidad Central de Barcelona en febrero de 2002.
- "La Mina de Almadén". Impartida en la Sociedad Geológica de Perú, Lima (Perú) en 2009.
- "El yacimiento Gigante de Almadén". Impartida en el Museo de Los Metales de Peñoles, S.A. de C.V. en la ciudad de Torreón (México), en 2011.
- "Planificación y ejecución de campañas de exploración minera", impartida en la Universidad Lasalle de la ciudad de Gómez Palacio (México), en 2012.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

1985.- IX Reunión de Geología del Oeste Peninsular, celebrado en Oporto (Portugal).

1985.- Visita profesional a las minas de Cerro de Pasco (Zn-Ag-Cu-Pb), Morococha (Zn-Ag-Cu-Pb), Casapalca (Zn-Ag-Cu-Pb) y Pasto Bueno (W-Cu-Ag), Perú.

1986.- Visita profesional a las minas de Chuquicamata (Cu-Mo), Mantos Blancos (Cu) y El Teniente (Cu); Chile.

1987.- Curso Internacional "The Geochemistry of Hydrothermal Ore-Forming Processes", celebrado en Salamanca.

1987.- I Reunión Ibérica de Geoquímica, celebrada en Aveiro (Portugal).

1992.- Conferencia Internacional sobre el Paleozoico Inferior de Ibero-América y Mesa Redonda Internacional: "Recursos Naturales del Paleozoico Inferior Perigondwánico", celebradas en Mérida y Cáceres.

1992.- Reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (AEGYM), "Yacimientos minerales de la provincia de Salamanca: Ciudad Rodrigo (U), Morille (W-Sn) y Golpejas (Sn-Nb-Ta)".

1993.- Seminario sobre procesos geoquímicos en el almacenamiento geológico profundo de residuos radiactivos de alta actividad, celebrado en Madrid.

1993.- "SPOT": Una nueva tecnología para el conocimiento del territorio, celebrado en Madrid.

1993.- Reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (AEGYM), "Yacimientos minerales del Sur de la provincia de Ciudad Real: Almadén (Hg), Puertollano (carbón) y Valle de Alcudia (Pb-Zn-Ag)".

1993.- Curso de ELS (English as Language Second) realizado en Philadelphia (U.S.A.).

1994.- Reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (AEGYM), "Yacimientos minerales del NE de la península: Pedraforca (carbón), Sallent (potasas) y Priorato (Zn, Pb, Cu, barita)".

1995.- Visita profesional a la mina de Neves-Corvo (Cu-Sn), Portugal.

1995.- Reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (AEGYM), "Yacimientos minerales de Polonia: Rudna (Cu), Tzbrionka (Zn-Pb), Olkusz-Pomorzany (Zn-Pb), Jeziorko (azufre elemental) y Machow (azufre elemental)".

1996.- Reunión anual de la Asociación Española de Geología Aplicada a los Yacimientos Minerales (AEGYM), "Yacimientos minerales de Sudáfrica: Western Platinum Mine (PGE-Cr), Western Deep Level (Au-U), Sishen (Fe), Mamatwan (Mn), Palabora (Cu, flogopita, fosfato), Tweefontein (Cr) y Barberton (Au)".

1996.- III Simposio sobre sulfuros polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica, celebrado en Huelva.

1997.- Visita profesional a las minas de Panasqueira (W-Cu-Sn) y Cercal (Mn-Fe), Portugal.

1998.- IV Simposio sobre sulfuros polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica, celebrado en Lisboa (Portugal).

1998.- International Meeting of gold exploration and mining in NW Spain, celebrado en Oviedo.

1999.- II encuentro de la industria minera de Castilla-La Mancha, celebrado en Almadén (Ciudad Real).

1999.- IV Jornadas sobre suelos contaminados, organizadas por la Fundación Gómez Pardo, Madrid.

1999.- Curso de Inglés impartido por Fondo Formación en las instalaciones de MAYASA en Almadén.

2000.- Visita profesional a la Mina de Kristineberg (Zn-Cu) y fábrica de Atlas-Copco en Estocolmo, Suecia.

2000.- Curso de ACCESS 97 impartido por Fondo Formación en las instalaciones de MAYASA en Almadén.

2001.- Visita profesional a las Minas de Panasqueira (W-Cu-Sn) y Aljustrel (sulfuros masivos polimetálicos), Portugal.

2001.- III encuentro de la industria minera de Castilla-La Mancha. Celebrado en Cuenca.

2004.- XXIV Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía, celebrado en Cuenca.

2005.- Visita profesional a las Minas de Corocoro (Cu), Colquiri (Sn-Zn), San José de Oruro (Ag-Pb-Zn), Huanuni (Sn), San Pablo de Napa (azufre), Colavi (Zn), Porco (Zn-Pb-Ag), Ánimas (Ag-Pb), Tasna (Bi-W-Sn-Zn-Ag) y Chorolque (Sn), Bolivia.

2006.- Seminario de Parques y Museos Mineros: Proyectos y Experiencias, celebrado en Almadén.

2008.- Visita profesional a la fábrica de equipamiento minero de Atlas Copco en Örebro y a las minas de Aitik (Cu) y Kiruna (Fe), Suecia.

2009.- I Seminario de técnicas constructivas de túneles, realizado en la Escuela Universitaria Politécnica de Almadén (España).

2010.- Curso de iniciación al Datamine, realizado en la Escuela Universitaria Politécnica de Almadén (España).

2011.- Visita profesional a las minas de Laguna del Rey (sulfato sódico), Naica (Pb-Zn-Ag), Francisco I. Madero (Pb-Zn-Ag), San José (Sb) y Peñasquito (Pb-Zn-Au-Ag) de México.

2011.- XI Simposio Internacional del Legado Cultural Minero y de las Ciencias de la Tierra. Celebrado en Ciudad de México, Pachuca y Real del Monte, Hidalgo (México).

2013.- X curso de verano sobre patrimonio geológico: Seminario conservación y uso del patrimonio mineralógico y petrológico. Incluido en los cursos de verano de la Universidad Internacional del Mar y en la XXXIII Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía.

ASOCIACIONES PROFESIONALES

- Miembro de la Society of Economic Geology (SEG).
- Miembro de la International Association on the Genesis of Ore Deposits (IAGOD).
- Miembro de la Sociedad Española de Mineralogía (SEM).

FRANCISCO JOSÉ MENÉNDEZ SIMÓN

FORMACIÓN ACADÉMICA

- **Ingeniero Técnico de Minas**, especialidad de Explotación de Minas (Nivel 6 EQF-MEC). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Técnico de Minas. Universidad de Cantabria. Abril de 2001.
- **Ingeniero de Ejecución de Minas**, Universidad de Chile. Mayo de 2014.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

11/02/25 – Actualidad. **Director Facultativo y responsable de permisos en Iberian Mining Enterprises, S.L.U.**

Mayo 2024 – Febrero 2025. **QENERGY EUROPE, GmbH.** – Energías Renovables (Madrid 85 personas). **Develope Project Manager** de los proyectos brownfield Fotovoltaicos FV Silverio I, de 28 MW de potencia instalada, ubicado en Córdoba y Greencar 1, 2 &3, de 103 MW, ubicado en Carmona (Sevilla). Responsable del proyecto greenfield híbrido Fuente del Maestre, de 140 MW fotovoltaicos, 30 MW eólicos y 7 MW de BESS.

Enero 2021 – Enero 2024. **IGNIS DESARROLLO S.L.U.** Energías Renovables (Madrid, 600 trabajadores). **Director de Desarrollo de Proyectos en Castilla-La Mancha.** Liderando un equipo de 12 personas, responsable sobre el desarrollo de un total de 26 proyectos y con una potencia instalada conjunta de 1.800 MW, para llevarlos desde el acceso a REE hasta "Ready to Build", obteniendo todos sus permisos, licencias y autorizaciones (PLA's).

Febrero 2020 – Enero 2021. **SOLARIA ENERGIA Y MEDIOAMBIENTE, S.A.** Energías Renovables (Madrid, 150 trabajadores). **Director de Desarrollo de Proyectos en Castilla y León.** Director de Desarrollo de Proyectos de 8 plantas fotovoltaicas ubicadas en Castilla y León, con una potencia instalada de 550 MW.

Enero 2018 – Marzo 2020. **COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS SA.** Empresa multinacional de Construcción y Servicios Industriales (Madrid, +40.000 trabajadores). **Técnico tramitador de permisos y licencias.** Responsable de obtención de todos los permisos y autorizaciones para la puesta en marcha 24 plantas fotovoltaicas y un parque eólico con 1600 MW de potencia instalada

Mayo 2015 – Enero 2018. **GEOALCALI, S.L.U. – Highfield Resources, Ltd.** Minería de Potasa. (Pamplona, 40 trabajadores). **Permitting. Director Facultativo.** Dentro del Departamento de Desarrollo de Proyecto, responsable de permisos y tramitaciones administrativas para el desarrollo del Proyecto Minero "Mina Muga". Director Facultativo de varios permisos de investigación de la sección C) ubicados en la Comunidad Foral de Navarra.

Enero 2015 – Mayo 2015. **PROACON, S.A., Grupo Aldesa** (Lubián, Zamora). Empresa de perforación y excavación de túneles (+ 1.000 trabajadores). **Jefe de relevo, Facultativo y vigilante minero** en la construcción de túneles del Tramo Lubián-La Canda del AVE Madrid-Galicia ejecutados por la UTE Lubián-La Canda mediante el método tradicional de perforación y voladura. Responsable de turno, encargado de supervisar la perforación, calculo y control del explosivo de la voladura, carga y transporte del material.

Julio 2013 – Diciembre 2014. **GEOVITA, S.A., Grupo Salfacorp** (Copiapó, Chile). Empresa de explotación minera (+ 1.000 trabajadores). **Responsable de mejora operacional.** Responsable, dentro del departamento de Ingeniería, del estudio y mejora de los procesos de perforación y voladura de producción en las minas subterráneas de cobre de Santos y Alcaparrosa, en Copiapó (Chile), explotadas mediante el sistema de Sublevel Stopping.

Octubre 2004 – Julio 2012. **GRUPO TERRATEST.** Empresa de Construcción y Trabajos Especiales (Madrid, 2.200 trabajadores). Actividades desarrolladas:

- Octubre 2009 – Julio 2012. **TERRATEST CIMENTACIONES, S.A.** Jefe del Departamento de Obras de Balsas y Vertederos.
- Agosto 2006 – Octubre 2009. **TERRATEST MEDIOAMBIENTE, S.L.** Jefe de Producción.
- Octubre 2004 – Agosto 2006. **TECNOLOGÍA DE IMPERMEABILIZACIÓN EN TÚNELES, S.L.** Jefe de Producción.

Enero 2002 – Octubre 2004. **MUROS E INGENIERÍA DE TALUDES, S.L.** (Cantabria). **Jefe de Grupo de Obras.** Realización de obras medioambientales.

CONOCIMIENTOS DE IDIOMAS

Español, lengua materna.

Inglés. Competencia profesional básica.

CONOCIMIENTOS INFORMÁTICOS

- Nivel usuario: Microsoft Office, AutoCAD, Microsoft Project, Presto, QGIS.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Cursos Profesionales.

- **Curso de “Nivel Básico de Prevención de Riesgos Laborales”.** Agosto 2006: 50 horas
- **Curso de “Prevención de riesgos laborales para mandos intermedios en el sector de la construcción”** Enero 2007: 30 horas.
- **Curso Instrucción Técnica Complementaria “Minería de exterior”.** Junio 2016: 24 h
- **Curso Instrucción Técnica Complementaria “Trabajo en Plantas de Beneficio para Técnicos Titulados y Dirección”.** Junio 2016
- **Curso Instrucción Técnica Complementaria “Trabajo en Labores de Investigación para Técnicos Titulados y Dirección”.** Junio 2016
- **Curso sobre “PROGRAMA PRESTO CONTROL”** impartido por la Fundación Laboral de la Construcción. Febrero 2011: 30 horas.
- **Curso “Excel avanzado”** Octubre 2017: 20 horas

OTROS DATOS DE INTERÉS

- Colegiado del **Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Madrid, nº 1414.**

GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNÁNDEZ

FORMACIÓN ACADÉMICA

- **Ingeniero Superior de Minas**, especialidad de Metalurgia y Mineralurgia (EQF 7 Level 7). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo. Mayo de 2000. **Premio Unión Fenosa** "Energía y Medio Ambiente" al mejor Proyecto Fin de Carrera. 2000.
- **Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales**, especialidad de Seguridad. Centro de Estudios Financieros (EQF 7 Level 7). Septiembre 2001.
- **Máster en Evaluación de Impacto Ambiental** (700 horas) (EQF 7 Level 7). Instituto de Investigaciones Ecológicas. Octubre 2001.
- **Máster MBA en Administración y Dirección de Empresas** (EQF 7 Level 7). Instituto Técnico de Estudios Aplicados. Mayo 2011.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

18/02/25 – Actualidad. **Director General Ejecutivo de Desarrollo de Proyectos** de Oroberia, S.L.U.

25/01/21 – Actualidad. **Director General Ejecutivo de Desarrollo de Proyectos** de Omnis Minería, S.L.U.

13/07/19 – Actualidad. **Director de Desarrollo de Proyectos** de Kerogen Energy, S.L.U.

11/02/13 – 12/07/19. **GEOALCALI, S.L.U. – Highfield Resources, Ltd.** Minería de Potasas (Pamplona, 40 trabajadores).

- 15/03/15 – 12/07/19. **Director General Ejecutivo de Desarrollo de Proyectos**, responsable de la estrategia de desarrollo de los diferentes proyectos, planificación y asignación de recursos.

- 11/02/13 – 12/07/19. **Director de Proyecto y Director Facultativo**, responsable técnico de los proyectos de investigación y evaluación de recursos, diseño de mina y explotación.

30/09/05 – 08/02/13. **GRUPO TERRATEST**. Empresa de Construcción y Trabajos Especiales (Madrid, 2.200 trabajadores). Actividades desarrolladas:

22/02/11 – 08/02/13. **TERRATEST CIMENTACIONES, S.L.U.** Dpto. de Obras y Proyectos – Área Medioambiente.

- 26/07/11 – 08/02/13. **Jefe de Obra** impermeabilización vertederos.
- 22/02/11 – 08/02/13. **Jefe de Grupo de Obras**.

30/09/07 – 08/02/13. **TERMOTERRA, S.L.U.** Geotermia.

- 01/07/10 – 08/02/13. **Jefe de Contratación**.
- 30/09/07 – 08/02/13. **Jefe de Grupo de Obras**.

31/01/08 – 31/05/09. **MT-ENERTERRA, S.L.U.** Plantas de Biogás. **Jefe de Grupo de Obras**.

30/09/05 – 31/07/09. **TERRATEST Medio Ambiente, S.L.U.** Obra medioambiental.

- 30/05/07– 31/07/09. **Jefe de Grupo de Obras** del Dpto. de Nuevas Tecnologías.

- 30/07/06 – 30/04/08. **Jefe de Grupo de Obras** del Dpto. de Licitación.
- 30/09/05 – 30/07/06. **Jefe de Obra** en el Dpto. de Licitación.

01/03/05 – 01/09/05. **VOLCONSA, Construcción y Desarrollo de Servicios, S.A.** (Madrid). Empresa de Construcción y Servicios Industriales (450 trabajadores). **Jefe de Obra** de obras de demolición.

21/04/02 – 01/03/05. **Construcciones y Desmontes Marco, S.A.** (Huesca). Empresa de Construcción (170 trabajadores). **Jefe de Obra** de obras de movimiento de tierras, abastecimiento, saneamiento, urbanización y edificación. Realización de diversos estudios de obras y proyectos técnicos.

22/10/01 – 01/03/02. **Pérez Canedo, S.A. (PERCASA)**. (León). Empresa de Movimiento de Tierras (300 trabajadores). Ayudante de Jefe de Obra, Jefe de Producción y Técnico de Voladuras.

01/08/00 – 16/10/01. **Construcciones y Desmontes Marco, S.A.** (Huesca). **Jefe de Explotación y Dirección Facultativa** de la Gravera Marco (340.000 m³), **Jefe de Producción** de plantas semi-móviles de tratamiento de árido, Responsable de implantación del sistema de calidad ISO 9001, **Director Facultativo de Voladuras** y elaboración de proyectos de voladuras.

BECAS Y PRÁCTICAS

01/06/00 - 31/07/00. **Laminados Oviedo-Córdoba, S.A. (LOCSA)**. Empresa de fundición de cobre y aleaciones. Becario en el Departamento de Ingeniería de Procesos.

01/07/98 - 31/07/98. **Asturiana de Zinc S.A.** Empresa de metalurgia del cinc y aleaciones. Prácticas en el Departamento de Desarrollo de Procesos.

CONOCIMIENTOS DE IDIOMAS

Español, lengua materna.

Inglés. Competencia profesional completa.

CONOCIMIENTOS INFORMÁTICOS

- Nivel experto: Microsoft Office, AutoCAD, MDT, Briscad, ZWCAD, EED.
- Nivel usuario: CLIP, Adobe Photoshop, Microsoft Project, Presto, Corel Draw, gvSIG, QGIS, NAVISION.

ARTÍCULOS Y PUBLICACIONES

MAYORAL, G.R. (diciembre 2001). *"Elaboración de Planes de Seguridad en Obra Civil"*. Revista de Trabajo y Seguridad Social - Recursos Humanos nº 225. Centro de Estudios Financieros.

CUESTA, M.A.; MAYORAL, G.R.; MUÑOZ, D. (2008). *"Organización y planificación de grandes proyectos de perforación geotérmica de muy baja temperatura"*. I Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.

CUESTA, M.A.; MAYORAL, G.R.; MUÑOZ, D. (junio 2008). *"Termoterra: Energía Geotérmica de baja entalpía en grandes proyectos"*. Obras Urbanas nº 9. Ropero Editores.

- MAYORAL, G.R.; CUESTA, M.A.; MATIENZO, C. (marzo-abril 2009). *“Experiencias de perforación geotérmica con la perforadora PRAKLA RB8R en Noceto (Italia)”*. Obras Urbanas nº 14. Ropero Editores.
- MAYORAL, G.R. (julio-agosto 2009). *“Perforación geotérmica en Madrid”*. Obras Urbanas nº 16. Ropero Editores.
- CUESTA, M.A.; MAYORAL, G.R. (4º trimestre 2009). *“Aplicación de la geotermia de baja entalpía en el nuevo hospital de Mollet del Vallès”*. Ingeniería Civil nº 156. CEDEX.
- CUESTA, M.A.; MAYORAL, G.R. (nov-dic 2009). *“Climatización Geotérmica: Nuevo Hospital Mollet del Vallès, centro pionero en geotermia hospitalaria”*. Obras Urbanas nº 18. Ropero Editores.
- MAYORAL, G.R. (4º trimestre 2009). *“Perforación Geotérmica en entornos urbanos”*. Perfohinca nº 13. Pastrana Publicaciones Técnicas.
- CUESTA, M.A.; MAYORAL, G.R. (2010). *“Climatización Geotérmica Nuevo Hospital de Mollet del Vallès. Centro pionero en Geotermia Hospitalaria”*. II Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.
- MAYORAL, G.R. (jul-ago 2010). *“Importancia de la perforación piloto para la ejecución de un ensayo TRT”*. Obras Urbanas nº 22. Ropero Editores.
- HENDRICKS, M.; MAYORAL, G.R.; TRULLAS, M. *“Nuevo Hospital de Mollet del Vallès: Ejemplo de Climatización con Geotermia”*. I Congreso de Climatización Eficiente – Clima +.
- MAYORAL, G.R. (abril 2011). *“El nuevo Hospital de Mollet del Vallès, ejemplo de geotermia de baja entalpía en funcionamiento”*. CV Energía nº 158. Grupo Yébenes Editores.
- TOIMIL, D.; MAYORAL, G.R.; TRULLAS, M. *“Gestión de un sistema geotérmico cerrado de gran escala. Hospital de Mollet”*. III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.
- MAYORAL, G.R. (abril 2013). *“Perforación geotérmica en Madrid”*. Ingeoter nº 14. Ingeopres.
- MARTÍN, L.; MUÑÍZ, D.; BELLIDO, S.; PALERO, F.J.; MAYORAL, G.R.; RODRÍGUEZ, P.; HALL, A.; CARTER, D.; PRADA, J.M.; HIDALGO, R. *“El yacimiento de sales potásicas de la cuenca de Javier-Undués (Navarra y Aragón). El proyecto Mina Muga*. IX Congreso Geológico de España – Huelva – 12-14 Septiembre 2016 – Sociedad Geológica de España.
- MAQUEDA, S.; MAYORAL, G.R.; HARO, L. *“Diseño minero del Proyecto Mina Muga con el programa DESWIK”*. XIV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales – Sevilla – 10-13 Abril 2018 – Asociación Nacional de Ingenieros de Minas - Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Sur.
- MAYORAL, G.R. *“Innovación en fertilizantes: clave para combatir el hambre en el mundo”*. Artículo divulgativo. 27/06/16. Especial Nueva Economía (pág. 20) - Diario de Noticias.
- MAYORAL, G.R.; PALERO, F.J.; PÉREZ, F.J.; DEL RÍO, Z. *“Proyecto de Investigación “Nuevo Linares” – Plomo histórico para el futuro renovable”*. XV Congreso Internacional de Energía y Recursos

CONGRESOS

- **I Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.** Madrid, 15-16 de octubre de 2008. Exposición de ponencia.
- **Congreso Energía y Medioambiente: Biomasa.** Madrid, 13-14 de octubre de 2009. Ponencia impartida: “Energía Geotérmica. Descripción técnica”.
- **II Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.** Madrid, 10-11 de marzo de 2010. Exposición de ponencia.
- **I Congreso de Xeotermia de Galicia.** Santiago de Compostela, 30/11/10. Asistente.
- **I Congreso de Climatización Eficiente – Clima +.** Madrid, 1 – 2 de marzo de 2011. Exposición de ponencia.
- **III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria.** Madrid, 25-26 de abril de 2012. Publicación de ponencia.
- **SMRI Spring Conference in Lafayette (Louisiana – USA).** Solution Mining Research Institute. 21-24 April 2013. Asistente.
- **XIII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales.** Santander, 3-4-5 de octubre de 2013. Asistente.
- **XIV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales.** Sevilla, 10-11-12-13 de abril de 2018. Exposición de ponencia.
- **XV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales.** León, 22-23--24 de noviembre 2023. Exposición de ponencia.

CONFERENCIAS Y CHARLAS

- “Perforación en grandes proyectos (>100 kW)” en “El Intercambio Geotérmico y la Industria de la Perforación”, organizado por el Ente Vasco de la Energía y Azterlan en Durango (San Sebastián). 29/05/08.
- Conferencia “Estado del mercado de la Geotermia y peculiaridades de la obra geotérmica” para el Máster en Energías Renovables de la Universidad Europea de Madrid. 21/05/09.
- Conferencia “Introduction to Termoterra and Mollet Project” in the IFTech Meeting Barcelona. 23/03/10.
- Ponencia “Integrando la Sostenibilidad en la Estrategia” en el II Foro Minero Metalúrgico de Desarrollo Sostenible, organizado por CONFEDM 12-13/05/15.
- Presentación Técnica del Proyecto Mina Muga dentro del Ciclo de Jornadas de la Nueva Minería Española organizadas por el Grupo Especializado en Recursos y Reservas Minerales. Madrid. 19/05/16.
- Profesor en el curso “Energía renovable geotérmica: de la teoría a la práctica” organizado por la Cátedra HUNOSA. Ponencia: Aplicaciones industriales de la geotermia – Perforaciones.
 - LXXXI Cursos de Verano de la Universidad de Oviedo. Mieres. 09/09/21.
 - LXXXII Cursos de Verano de la Universidad de Oviedo. Mieres. 13/07/22.
 - LXXXIII Cursos de Verano de la Universidad de Oviedo. Mieres. 17/07/23.
 - LXXXIV Cursos de Verano de la Universidad de Oviedo. Mieres. 18/07/24.
- Conferencias dentro de los actos por la festividad de Santa Bárbara organizado por el Ayuntamiento de Linares. Linares.
 - Presentación del Proyecto “Nuevo Linares”. 02/12/21.

- Proyecto “Nuevo Linares”. 01/12/22.
- El Proyecto “Nuevo Linares”: Pasos hacia adelante. 30/11/23.
- Conferencia “Investigación en curso. Actualización de resultados” (Proyecto Nuevo Linares) organizado por la Escuela Politécnica Superior de Linares. Linares. 01/12/22.
- Conferencia en la “Jornada Técnica sobre Energía Geotérmica” organizada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía de Linares, Granada, Jaén y Málaga y la Escuela Politécnica de Linares. Linares. 28/04/23.
- Profesor en el curso “Gestión sostenible de las materias primas minerales en Andalucía” organizado por la Cátedra Santa Bárbara en los Cursos de Verano de la Universidad Internacional de Andalucía. Ponencia: Proyecto Minero Linares. 19/07/23.
- Charlas de formación e información sobre seguridad a trabajadores.
- Charlas de formación e información sobre geotermia a clientes.
- Charlas de información sobre los proyectos de Geoalcali a corporaciones municipales, vecinos, asociaciones, etc.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Cursos de Extensión Universitaria (Universidad de Oviedo). Año 2000

- **Introducción al método de los elementos finitos: Programa ANSYS** (75 h).
- **Introducción al diseño y cálculo de uniones soldadas** (45 h).

Cursos Profesionales.

- **Tecnologías y Medioambiente** (25 h). Centro de Formación en Nuevas Tecnologías. 1999.
- **Los Sistemas de Información Geográfica (GIS)** (15 h). Instituto Universitario de Tecnología Industrial de Asturias (IUTA). 2000.
- **Gestionar la calidad total** (100 h). Confederación de Empresas Oscenses (CEOS). 2000.
- **Elaboración de Planes de Seguridad en Obra Civil** (35 h). Asociación de Empresas de la Construcción de Huesca. 2001.
- **Planificación y Coordinación de Proyectos** (60 h). Barcelona Centro de Tecnologías. Abril 2002.
- **Riesgos del sector de la Construcción y Formación para personal Directivo de la Empresa.** NOVOTEC Consultores. Junio 2008.
- **Formación Preventiva para el puesto de trabajo según ITC 02.1.02 del R.G.N.B.S.M.** Febrero 2014. Reciclaje 5h – Diciembre 2018.
- **Taller de gerenciamiento de proyecto.** Hatch. Pamplona. Agosto 2015.
- **GTD (Getting Things Done)** (16 h). Club de Marketing de Navarra. Abril 2016.
- **Cómo diseñar e implementar el modelo de negocio Canvas** (3 h). Club de Marketing de Navarra. 23/11/17.
- **Investigación de incidentes y accidentes en el ámbito laboral** (2 h). PREVENNA. 19/09/18.
- **XXII Curso “Ramón Querol” Exploración y Producción de Hidrocarburos** (50 h). Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de la Universidad de Oviedo. 30/09/19 al 05/10/19.

Software minero.

- **gvSIG desktop Básico en español internacional 7ª Edición.** Asociación para la Promoción de la Geomática Libre y el Desarrollo del gvSIG/Asociación de gvSIG (70 h). Pamplona. 14/01/14.
- **DataMine Studio 3.** CaeSoft. Pamplona. Julio 2014.

- **Software para investigación y explotación de recursos minerales. Programa RecMin Free y Profesional** (16 h). Zaragoza. 13-14/05/19.

Jornadas.

- **Fundiciones férreas.** Universidad de Oviedo. 1998.
- **Nuevas Técnicas de Perforación y Voladura.** Colegios profesionales de Ingenieros Técnicos y Superiores de Minas, U.E.E. y Atlas-Copco. Zaragoza, 29/07/01.
- **Introducción al GPS.** TOPCON. Zaragoza, 23/05/02.
- **Jornada Técnica de Análisis de Voladuras.** U.E.E. Teruel, 22/10/02.
- **Sensibilización Comercial.** TERRATEST. Madrid, 25/11/05.
- **Energía Geotérmica en la edificación.** Comunidad de Madrid, Madrid, 16/04/08.
- **Nuevas tecnologías en técnicas de perforación del terreno.** Asistemaq S.L.U. Madrid, 01/10/09.
- **Conferencia Sistemas de Alta Eficiencia Energética en viviendas e industria. Energía solar y geotérmica.** Colegio oficial de Ingenieros de Minas del Centro de España, 13/11/09.
- **Empresas de Servicios Energéticos.** Comunidad de Madrid, Madrid, 17/02/10.
- **Jornada Hispano Alemana sobre Geotermia.** Cámara de Comercio Alemana para España, Madrid. 15/06/10.
- **Sistemas invisibles de climatización.** Comunidad de Madrid, Madrid, 16/06/10.
- **Captura y Almacenamiento de CO₂.** E.T.S.I. Minas de Madrid, Grupo de Trabajo de Innovación Energética (GTIE) del Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas. Madrid. 23/06/10.
- **Heat Pumps of High Efficiency – Project GROUND-MED.** Ground-Med, Besel S.A. Madrid. 24/06/10.
- **Jornada sobre Gestión del agua en la Minería.** CONFEDDEM. Madrid 10/10/13.
- **III Foro Minero.** Universidad del País Vasco. Bilbao 10/11/13.
- **Cloud Computing: Innovación en las infraestructuras informáticas.** Club de Marketing de Navarra. 29/01/14.
- **Jornada "La gestión de la Seguridad en la Minería y Metalurgia".** CONFEDDEM. Madrid. 26/02/14.
- **Jornada sobre Energía Geotérmica y otros Recursos Energéticos Naturales.** Cámara de Comercio de Zaragoza. Zaragoza. 07/05/14
- **I Foro de Minería Sostenible.** CONFEDDEM. Madrid. 16-17/06/14.
- **I Encuentro de la Minería navarra. Actividades extractivas: integración y sostenibilidad en su entorno social y natural.** AEMINA. 15/04/15.
- **Gestión de la Minería Sostenible II.** AENOR. Marzo 2016.
- **II Foro Minero Metalúrgico de Desarrollo Sostenible.** CONFEDDEM. Madrid 12-13/05/15.
- **V Foro Minero.** Universidad del País Vasco. Bilbao 19/11/15.
- **Compatibilidad de la industria extractiva y la Red Natura 2000.** MAGES, AINDEX, ANEFA, AFA, COMINROC y CEMBUREAU. Pamplona. 24/06/16.
- **VI Foro Minero.** Universidad del País Vasco. Bilbao 23/11/16.
- **Encuentro Internacional sobre Minería y Metalurgia.** CONFEDDEM. Madrid. 9-10/05/17.
- **VII Foro Minero.** Universidad del País Vasco. Bilbao 22/11/17.
- **Nuevos Retos de la Minería en Navarra.** ANEFA. Pamplona 16/04/18.
- **IV Encuentro de la Minería Navarra – “Paseo por la minería del siglo XXI”.** CEN-AEMINA. Pamplona 27/09/18.
- **I Jornada de Economía Circular.** Foro LIDERA RSE. Pamplona 03/10/18.
- **Mesa de Seguridad y Salud Laboral – SSL Liebherr.** Fundación Industrial de Navarra. Liebherr Pamplona 18/10/18.

- **VIII Foro Minero.** Universidad del País Vasco. Bilbao 16/05/19. Moderador del coloquio final.
- **Transfer Almacenamiento de Energía.** Cámara Oficial de Comercio de Oviedo, CSIC, EDP, Hidritec y FAEN. Oviedo 05/03/20.

Webinars

- **Primer ENCuentros 5.0.** AMINER 30/10/20.
- **9ª Sesión Técnica – Hidrología minera e ingeniería minera.** AMINER. 17/11/20.
- **Ensuring reliable supplies of critical raw materials: prospects and opportunities for the EU and Australia.** EIT Raw Materials. 18/11/20.
- **Kick off meeting de ERMA (Alianza Europea para las Materias Primas - 1ª Acción del Plan Europeo de Materias Primas).** EIT Raw Materials. 23/11/20.
- **Gestión Minero – Mineralúrgica – Metalúrgica Sostenible en el sector de la minería metálica, la metalurgia y la potasa y en el sector de las rocas y minerales industriales.** PRIMIGEA. 01/12/20.
- **Jornada Horizonte Europa - Programa Marco de Investigación e Innovación de la UE para el período 2021-2027.** CDTI. 02/12/20 y 03/12/20.
- **Prometia 7th Scientific Seminar H2020 to Horizon Europe.** Prometia. 10/12/20.
- **The Right Stuff: Geochemical Orientation.** ALS. 21/01/21.
- **Funding of Heating and Cooling Infrastructures.** EGEC. 12/02/21.
- **Materias Primas Minerales para la Transición Energética.** CONFEDEM. 04/03/21.
- **La Industria Sostenible de las Materias Primas Minerales.** Club Español del Medio Ambiente. 15/03/21.
- **Spanish Info Day “MINE.THE.GAP”.** MINE.THE.GAP Consortium. 30/03/21.
- **Jornadas Técnicas 2021 para el desarrollo de Aspectos Avanzados en la Actividad Minera.** AMINER.
 - *La Minería verde y climática y el empleo del hidrógeno y energías limpias en Minería.* 22/04/21.
 - *Patrimonio Geológico-Minero.* 20/05/21.
 - *Caracterización y tratamiento de aguas en la Faja Pirítica.* 17/06/21.
 - *Nuevas técnicas de control aplicadas a Infraestructuras mineras: micro-sismicidad, control satelital e inteligencia artificial.* 18/11/21.
- **Materias Primas Estratégicas para la Transición Ecológica.** Instituto de Ingeniería de España.
 - *Mesa 1ª: Un Reto para la Industria.* 13/05/21.
 - *Mesa 3ª: Reactivación Económica y Desarrollo del Territorio.* 27/05/21.
- **Launch event of the OECD Mining Regions and Cities Case of Andalusia, Spain.** OECD Mining Regions and Cities Project. 11/06/21.
- **Pb online.** International Lead Association (ILA). 22-23-24 junio.
- **Reciclado de baterías.** AEPIBAL y BATTERYPLAT. 23/06/21.
- **Huella de Carbono. Cálculo y Reducción.** Deepki España. 23/06/21.
- **Hacia una minería responsable y sostenible.** Foro Potencia (TPI). 24/06/21.
- **Lithium extraction from geothermal brines.** Focus on Geothermal (International Geothermal Council). 02/07/21.
- **Conferencias Asamblea GEOPLAT 2021.** 12/07/21.
- **Jornadas Técnicas 2022 para el desarrollo de Aspectos Avanzados en la Actividad Minera.** AMINER.

- *Seguridad y Salud en el trabajo: Rescate minero de interior.* 24/02/22.
- *Valorización de los residuos industriales y mineros.* 26/05/22.
- **Las materias primas y la energía y su impacto en los modelos de gestión empresarial.** Instituto de la Ingeniería de España. 07/03/22.
- **La minería: motor de desarrollo, los minerales críticos y las nuevas tecnologías.** Cámara de Zaragoza. 24/03/22.
- **Raw Materials for the Green Transition.** Universidad Politécnica de Madrid/EIT - Raw Materials / ERMA - European Raw Materials Alliance. 05/04/22.
- **La Mina Rica de Pulpí (Almería): referente del Patrimonio Geológico y Minero en el SE de España.** D. Fernando Palero Fernández - Encuentros con el Patrimonio Geológico y Minero. 16/06/22.
- **Gestión de residuos, pérdida de la condición de residuo, el subproducto y la fiscalidad aplicable al sector minero en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.** II Seminario de la Cátedra Aminer con la Universidad de Sevilla. 27/06/22.
- **Jornada de geotermia: Potencial, ayudas y casos prácticos en rehabilitación.** Oficina Verde - Ayuntamiento de Madrid. 23/11/22.
- **Jornadas Técnicas 2023 para el desarrollo de Aspectos Avanzados en la Actividad Minera.** AMINER.
 - *Evolución hacia las energías verdes en actividades mineras.* 03/05/23.
 - *Programas De Cofinanciación Para Proyectos I+D e I+D+i en Minería.* 16/11/23.
- **Compliance en empresas mineras.** Cátedra de Estudios Mineros AMINER. 04/05/23.

OTROS DATOS DE INTERÉS

- Miembro del Colegio de Ingenieros de Minas del Nordeste de España.
- Miembro por Termoterra, S.L.U. del Grupo de Trabajo de Geotermia Somera de GEOPLAT. 2010 – 2012.
- Representante de Geoalcali, S.L.U. en CONFEDEM. 19/01/15 – 12/07/19.
- Representante de Geoalcali, S.L.U. en AEMA. 05/05/16 – 12/07/19.
- Representante de Geoalcali en AINDEX. 03/04/17 – 12/07/19.
- Participante en MIN-GUIDE Policy Laboratory 5 – IGME. 24/05/18.
- Participante en el proyecto europeo SCRRENN sobre critical raw materials. Bruselas, septiembre 2019. Octubre 2021. Marzo 2022. Septiembre 2022.
- Premio a la mejor instalación geotérmica en el sector industrial y de servicios de la Comunidad de Madrid 2009 por la obra “Instalación Geotérmica en la estación de Pacífico del Metro de Madrid” realizada por Termoterra, S.L.U. entre 2008 – 2009.

JAVIER PONTVIANNE ARRIBAS

FORMACIÓN ACADÉMICA

- **Grado en Ingeniería de Tecnología Minera**, especialidad de Metalurgia y Mineralurgia. Escuela de Minas de Madrid. 2015. **Premio Unión Fenosa** "Energía y Medio Ambiente" al mejor Proyecto Fin de Carrera. 2000.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

14/11/24 – Actualidad. **Director de Procesos** de OMNIS Minería, S.L.

15/09/19 – 11/11/24. **Metalúrgico Senior** en Geoalcali – Proyecto Mina Muga (España). Diseño de detalle y fase de preparación para operación. Silvinita, Carnalita, Halita).

- Software de simulación de procesos SysCAD. Implementación y desarrollo del modelo completo de la planta (Modelado de procesos, generación del balance de masas y del balance hídrico del proyecto).
- Apoyo con el desarrollo del plan de preparación para operación de la planta (desarrollar recursos para la formación del operador, instrucciones técnicas operativas preliminares para la puesta en marcha segura y plan de puesta en marcha).
- Revisión del diseño de ingeniería (P&IDs, especificaciones de equipos, talleres HAZOP).
- Soporte técnico en el proceso de auditoría para el levantamiento de capital, incluyendo presentaciones a la junta directiva y los inversores.
- Asistencia en el proceso de licitación y compra de equipos de planta principal.
- Generación de documentación para la obtención de permisos.
- Desarrollo y supervisión de planes de ensayos de laboratorio (eliminación de magnesio, diseño de relleno).

01/08/18 – 14/11/24. **Técnico Metalurgia** Mina Capricorn Copper – (Queensland – Australia). Planta Metalúrgica (Trituración, molienda, flotación, filtración. Calcosina, Calcopirita, Arsenopirita, Covellita).

- Comisionado y puesta en marcha del sistema de recuperación de Cu de la planta de tratamiento de aguas.
- Proyecto de puesta en marcha de un molino HIG.
- Proyectos de optimización de la planta de flotación (orientados a mejorar el rendimiento, el tiempo de actividad y la recuperación).
- Implementación de Pi Processbook y desarrollo de pantallas para toda la planta.

- Calibración del analizador en línea (OSA) y mejoras de confiabilidad (revisión del plan de repuestos, creación de programas de mantenimiento).
- Informes metalúrgicos diarios y conciliación de la producción mensual con minería/geología.
- Controles de desgaste de equipos en parada de planta (molinos SAG/de bolas, celdas de flotación, espesadores, hidrociclones, filtros prensa)
- Solución de problemas de operación de filtro prensa y mejoras en la secuencia de control.
- Coordinación con el equipo del laboratorio para mejorar el flujo de datos de analíticas diarias.
- Apoyo en la campaña de muestreo de toda la planta para generar un balance de masa.

01/03/15 – 31/07/18. **Departamento de Procesos** en Geoalcali – Proyecto Mina Muga (España).

- Elaboración, supervisión y análisis del plan de trabajo de ensayos.
 - Supervisión de ensayos metalúrgicos in situ en SRC (Saskatoon, 17/09 – 18/03).
 - Supervisión de ensayos de ingeniería básica y de detalle.
 - Supervisión de pruebas de relleno.
- Ingeniero de Diseño de Procesos (tritución, atrición, flotación, compactación).
 - Estudios de alternativas de cristalizadores.
 - Gestión del diseño y la optimización del diagrama de flujo con Hatch y otros consultores.
 - Análisis y definición del balance masa/agua.
 - Procesos de licitación de equipos de planta.
- Responsable de proyectos de relleno (relleno de pasta, gestión de residuos).
 - Desarrollo de diseño con P&C, BARR.
 - Estudio de prefactibilidad con K-UTEC.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- SysCAD - Curso de software de simulación de procesos 2021
- JKTech - Curso de estadística aplicada (Australia) 2019
- Bill Johnson - Curso de flotación (Australia) 2019
- Espacios confinados - Formación (Australia) 2019

-
- Paterson & Cooke - Curso de diseño e integración operativa de relleno de pasta 2014
 - CAE Mining Studio 3 - Curso de software 40h 2014

CONOCIMIENTOS DE IDIOMAS

- Español (Nativo)
- Inglés (Fluido)
- Francés (Nivel básico)

OTROS DATOS DE INTERÉS

- Servicio de Voluntariado en la ONG "Un Techo Para Mi País", Paraguay. 2012.

PABLO LUCIANO PERRONE

FORMACIÓN ACADÉMICA

- **Grado en Geología.** Universidad de Granada 2016.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

03/03/25 – Actualidad. **Geólogo de Iberian Mining Enterprises S.L.U.**

Abril 2023 – Septiembre 2024 24. **Geólogo en MINAS DE ALQUIFE S.L.U.** (Granada).

- **Trabajo de laboratorio:** Preparación de muestras, secado, cuarteo, triturado y molido para su posterior análisis geoquímico con Fluorescencia de Rayos X, Control de calidad
- **Trabajo en campo:** Muestreo de voladuras, cartografía geológica y mapeo, delimitación de zonas, supervisión del frente mineral. Apoyo de topografía. Supervisión y testificación de sondeos a circulación inversa
- **Trabajo de gabinete:** Reporte de producción, Control de stock y leyes, Evaluación de voladuras yacimiento y modelización, Perfiles de sondeos, interpretación de resultados, Informes.

Junio 2022 – Marzo 2023. **Geólogo en INACON** (Cuevas del Almanzora)

- **Trabajo de laboratorio:** Testificación de sondeos, Granulometría, Límites de Atterberg, compresión simple, Corte directo, Edómetro, Proctor normal y Proctor modificado, CBR, Químicos: Sulfatos, Sales solubles y Materia orgánica., Yesos, Análisis de Aguas: Valor de pH, CO₂ Agresivo, ION Amonio, ION Sulfato, ION Magnesio, Residuo Seco.
- **Trabajo en campo:** Toma de muestras. Pruebas de presión. Pruebas de estanqueidad. Presiómetro OYO, DPSH, Calicatas, Ensayo de achique y recuperación. Toma de medida de Densidad y Humedad del terreno.
- **Trabajo de gabinete:** Planificación y dirección de campañas. Redacción de informes. Cálculos de cimentación. Interpretación de ensayos de laboratorio, Interpretación de suelos y rocas. Elaboración de planos con Autocad.

Junio 2019 – Junio 2022. **Geólogo en Geotécnica del Sur S.A.** (Granada)

- **Trabajo de laboratorio:** Testificación de sondeos, Granulometría, Límites de Atterberg, Compresión simple, Corte directo, Edómetro, Proctor normal y Proctor modificado, CBR. *Químicos:* Ácidos Baumann Gully, Sulfatos, Sales solubles y Materia orgánica, Yesos, Análisis de Aguas: Valor de pH, CO₂ Agresivo, ION Amonio, ION Sulfato, ION Magnesio, Residuo Seco.
- **Trabajo en campo:** Toma de medidas con Inclínómetro, Presiómetro Menard, Presiómetro OYO, DPSH, Calicatas, Ensayo de achique y

recuperación. Toma de medida de Densidad y Humedad del terreno. Medida de nivel freático.

- **Trabajo de gabinete:** Interpretación de ensayos de laboratorio, Interpretación de suelos y rocas. Manejo de datos de Inclínómetro, Redacción de informes, Elaboración de planos con Autocad.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- **Prevención en Riesgos Laborales** (Curso de 20 horas)
- **Recurso preventivo** (Curso de 60 horas)
- **Capacitación de operador de instalaciones radioactivas** (Curso de 46 horas)
Manipulación de elementos radiactivos.

CONOCIMIENTOS DE IDIOMAS

- Español (Nativo)
- Inglés (Avanzado)

ANEXO V – SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera dispone en su Anexo, en el apartado 2 - Obligaciones del empresario:

1.ª Obligaciones generales.

[...]

b) El empresario se asegurará de que se elabore y mantenga al día un documento sobre seguridad y salud, denominado en adelante «documento sobre seguridad y salud», que abarque los requisitos pertinentes contemplados en la normativa vigente.

El documento sobre seguridad y salud deberá demostrar, en particular:

1.ª Que los riesgos a los que se exponen los trabajadores en el lugar de trabajo han sido determinados y evaluados.

2.ª Que se van a tomar las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos fijados en la presente disposición.

3.ª Que la concepción, la utilización y el mantenimiento del lugar de trabajo y de los equipos son seguros.

El documento sobre seguridad y salud deberá estar preparado antes del comienzo del trabajo y deberá ser revisado en caso de que se realicen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en los lugares de trabajo.

En cumplimiento de este mandato, antes de iniciar los trabajos de campo, se realizará el Documento de Seguridad y Salud, que será presentado a la Administración Minera.

Se adjunta en documento a parte el Documento de Seguridad y Salud.

ANEXO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IGME. *Mapa Geológico - Hoja 410 – La Almunia de Doña Godina*.

IGME. *Síntesis de las investigaciones geológico-mineras de cobre, bario y espato flúor*. 1981.

IGME. *Inventario Nacional de Recursos del Cobre 1981*. 1981

Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). «World Map of Köppen-Geiger Climate Classification updated». *Meteorol. Z.*, 15, 259-263.

López Jimeno, C.; López Jimeno, E.; Ramírez Ortega, A. Toledo Santos, J.M. (2006). «Manual de sondeos. Tecnología de perforación». U.D. Proyectos, E.T.S.I. de Minas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 699 p.

Vázquez Guzmán, F. (1983). «Depósitos Minerales de España». I.G.M.E. Madrid. 153 p.

Algairén. *Guía Natural de una sierra del Sistema Ibérico Zaragozano*. Roberto Del Val Tabernas y Eduardo Viñuales Cobo. Instituto Fernando el Católico. Colección Estudios.

ANEXO VII – LEYENDA MAPA GEOLÓGICO

Dado que la cartografía oficial en formato digital del IGME no permite realizar leyendas localizadas para zonas restringidas y las unidades están codificadas y no descritas, presentamos en este anexo la leyenda geológica para interpretación de figuras y mapas.

