



MODELIZACIÓN DE UN  
YACIMIENTO MINERAL  
POLIMETÁLICO  
MEDIANTE EL  
SOFTWARE RECMIN

*Proyecto de fin de grado*

*Grado en Ingeniería de recursos minerales y energías*

*Director: Jose Ignacio Manteca*

*Alejandro Sanz Serrano*



# INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. OBJETO.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	1
1.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	3
2. CONCEPTOS PREVIOS	
2.1. MINERAL (ORE) .....	5
2.2. DEPÓSITO Y YACIMIENTO MINERAL.....	5
2.3. LEY DE CORTE (CUT-OFF GRADE).....	5
2.4. RESERVAS Y RECURSOS MINERALES.....	6
2.5. DILUCIÓN.....	7
2.6. VARIABLE REGIONALIZADA.....	7
2.7. VARIOGRAMA.....	8
2.8. KRIGING.....	8
3. METODOLOGÍA.....	9
4. TRABAJOS REALIZADOS Y DATOS DE PARTIDA.....	11
5. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	17
5.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	17
5.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	18
5.2.1. Estratigrafía del depósito.....	19
5.2.2. Morfología del depósito.....	20
5.3. MODELO GEOMÉTRICO DEL DEPÓSITO.....	21
6. ESTIMACIÓN DE MINERAL GEOLÓGICO.....	23
6.1. CÁLCULO DE LA LEY MEDIA.....	23
6.2. CUBICACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO.....	26

7. REGULARIZACIÓN.....	29
7.1. ALTURA DE BANCO.....	30
7.2. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE SONDEOS Y COMPOSITES.....	33
8. ANÁLISIS ESPACIAL.....	39
9. MODELO DE BLOQUES.....	44
9.1. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS.....	46
9.2. CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE.....	47
9.3. CURVAS LEY DE CORTE VS TONELAJE Y LEY MEDIA VS LEY DE CORTE.....	51
10. CORTA ÓPTIMA.....	54
10.1. CÁLCULO DE LA LEY DE CORTE.....	54
10.2. DISEÑO DE LA CORTA ÓPTIMA.....	56
11. CONCLUSIONES.....	59
12. BIBLIOGRAFÍA.....	61

# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. OBJETO

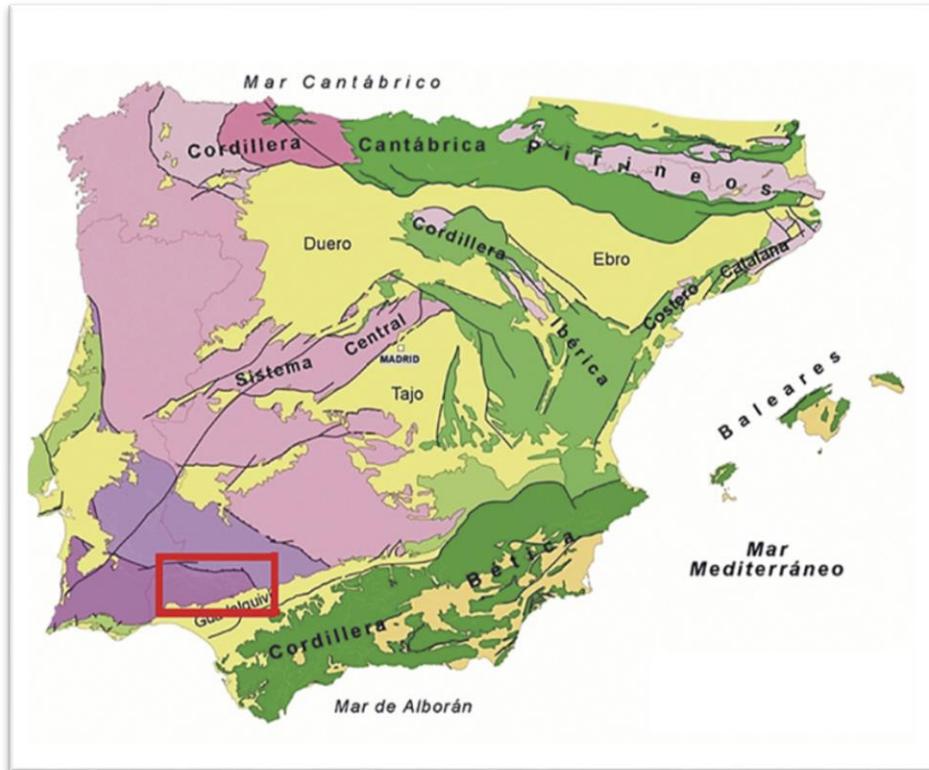
Este proyecto de fin de carrera, redactado por Alejandro Sanz Serrano, trata sobre la modelización y evaluación de un depósito mineral reconocido por sondeos mediante el software minero RecMin. Los datos que emplearemos son ficticios, no obstante y dada la necesidad de dar un contexto, para el desarrollo de este proyecto supondremos que la zona de estudio está situada en la Faja Pirítica Ibérica.

Por ello, el presente proyecto tiene como objetivos la modelización del depósito mineral, la estimación de recursos y reservas minerales disponibles; y por último, realizar una valoración de su viabilidad, calculando y obteniendo las cortas óptimas para distintas cotizaciones del mineral.

Se ha de tener en cuenta que se trata de un estudio preliminar, realizado en fase de exploración, pues la luz en la malla de sondeos empleada es demasiado grande como para obtener unos resultados con un grado de confianza suficiente a nivel local. No obstante si nos permitirá llevar a cabo una evaluación global del conjunto del yacimiento.

## 1.2. ANTECEDENTES

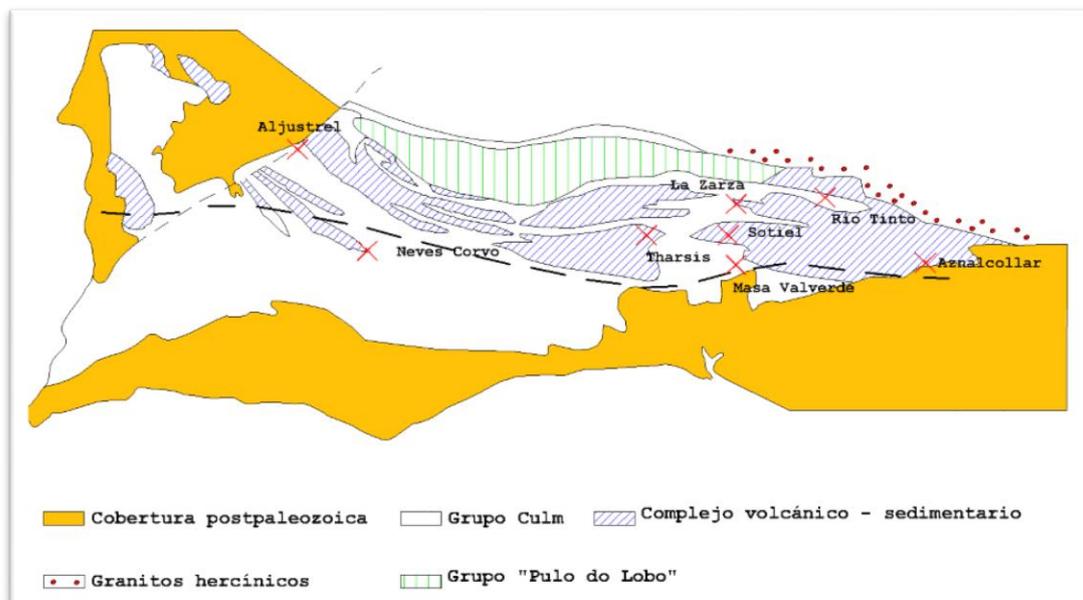
La zona objeto de estudio está situada en la Faja Pirítica Ibérica. Esta formación se encuentra en el suroeste de la Península Ibérica, formando parte de las provincias de Sevilla y Huelva y parte de Portugal. Forma un arco de aproximadamente 240 km de largo y 35 km de ancho, que se extiende desde Sevilla hasta la las proximidades de Granola en Portugal.



**Figura 1.1 Situación de la Faja Pirítica**

Los depósitos de mineral asociados a la Faja son de tipo exhalativo-sedimentario y están ligados al complejo vulcano-sedimentario del Carbonífero inferior. A lo largo de toda la faja, se sitúan aproximadamente 60 minas de sulfuros, así como unas 300 de Mn. Los recursos estimados son de unas 1000 millones de toneladas, con un contenido medio del 46% de S, 42% de Fe y del 2 al 4% de CU, Pb y Zn. Además, localmente otros metales cobran importancia, como por ejemplo el estaño o la plata.

La Faja Pirítica Ibérica es uno de los distritos de sulfuros masivos de origen volcánico más importantes del mundo y en el podemos encontrar ocho grandes zonas mineras: Aznalcollar-Los Frailes, Rio Tinto, Sotiel-Migollas, La Zarza, Tharsis, Masa Valverde; Neves Corvo y Aljustrel.



**Figura 1.2 Esquema geológico de la Faja Pirítica y situación de sus minas más importantes**

Parte de la faja Pirítica se encuentra oculta por sedimentos de la edad terciaria, por lo que cabe esperar descubrimientos de nuevos depósitos con el desarrollo de la geofísica, que permite explorar nuevas zonas.

Por todo esto se puede considerar a la faja pirítica ibérica como la primera provincia metalogénica a nivel mundial en reservas totales de sulfuros masivos, que aún se encuentra en desarrollo para alcanzar su máximo potencial.

### 1.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La zona objeto de estudio se encuentra en el término municipal de Gerena, al este de Sevilla, entre la corta de Los Frailes y Cobre Las Cruces.

En la *Figura 1.3* se representa su posición.



*Figura 1.3 Localización de la zona de estudio*

## 2. CONCEPTOS PREVIOS

---

Antes de comenzar es necesario definir algunos conceptos básicos que aparecerán en los capítulos sucesivos.

### 2.1. MINERAL (ORE)

Llamamos mineral (ore), en el sentido minero de la palabra, a aquella masa rocosa que contiene suficiente mineral con elementos importantes como para permitir su explotación de manera económica.

Atendiendo a esta definición, es la ley de corte el parámetro guía para establecer que es mineral y qué es estéril.

### 2.2. DEPÓSITO Y YACIMIENTO MINERAL

Un depósito mineral (*mineral deposit* en inglés) es simplemente una concentración mineral en el sentido geológico de la palabra. Si un depósito mineral constituye además un yacimiento mineral (ore deposit), depende de la rentabilidad de su explotación.

Por tanto, podemos definir un yacimiento mineral como todo depósito mineral cuya explotación industrial puede ser llevada a cabo de manera rentable.

### 2.3. LEY DE CORTE (CUT OFF GRADE)

Definimos ley de corte como aquella ley por debajo de la cual el contenido en metal o mineral en un volumen específico no permite un aprovechamiento económico de dicho metal.

La ley de corte se emplea para diferenciar el material que no se debe extraer de aquel que debe ser procesado. También es utilizada para decidir si un material debe ser almacenado para su posible procesamiento en un futuro, o si por el contrario se debe procesar inmediatamente.

## 2.4. RESERVAS Y RECURSOS MINERALES

Un recurso mineral es una concentración o acumulación de materia mineral (natural, sólida e inorgánica u orgánica fosilizada) que se encuentra dentro o sobre la corteza terrestre en forma, cantidad y concentración adecuada para su explotación económica actual o potencial. La localización, cantidad, ley y características geológicas y de continuidad de los recursos minerales son conocidas, estimadas o interpretadas a partir de información geológica específica. Según los últimos trabajos al respecto, publicados por el CIM (Canadian Institute of Mining) y CMMI (Council for Mining and Metallurgical Institutions) los recursos a su vez se subdividen, en orden creciente de confianza, en:

- Un *recurso mineral inferido* es la parte de un recurso mineral cuya cantidad y ley pueden ser estimados, pero la información disponible no permite comprobar la continuidad y distribución de leyes. La incertidumbre asociada a este tipo de recursos es tal que no podemos asumir que un aumento en la información del depósito convierte estos recursos inferidos en medidos o indicados.
- Un *recurso mineral indicado* es la parte de un recurso mineral cuya cantidad, ley, densidad, forma y características físicas, se pueden estimar con un nivel de certidumbre suficiente como para realizar la evaluación de la viabilidad económica del yacimiento y la planificación minera. La información empleada en la estimación ha sido obtenida a partir de trabajos de exploración tales como calicatas o sondeos, lo suficientemente cercanos como para que la continuidad geológica y la distribución de leyes pueda ser razonablemente asumida.
- Un *recurso mineral medido* es igual a un recurso mineral inferido, con la única diferencia de que la información disponible no solo permite un razonable nivel de confianza, sino también un alto nivel de certeza.

Una reserva mineral es la parte económicamente explotable de un recurso mineral, medido o indicado, siendo su rentabilidad probada por un estudio de viabilidad. Dicho estudio debe incluir información sobre la extracción, procesamiento, metalurgia y otros factores económicos, sociales y políticos, que demuestren que pueden ser explotadas económicamente. Una reserva mineral incluye la dilución de mineral y pérdidas previsibles que pueden ocurrir durante la extracción del mineral. Atendiendo a la clasificación que realiza el CIM, las reservas se subdividen en:

- Reservas probables. Una *reserva mineral probable* es la parte de un recurso mineral indicado, y en algunas circunstancias un recurso mineral medido, cuya explotación económica ha sido demostrado por un estudio de viabilidad.
- Reservas probadas. La definición de una *reserva mineral probada* es muy similar a la de una reserva mineral probable, con la diferencia de que el estudio de muestra de manera detallada la viabilidad económica de la extracción.

## 2.5. DILUCIÓN

La dilución es el resultado de mezclar mineral con estéril durante la producción, generalmente conduciendo a un incremento en las toneladas recuperadas y un descenso en la ley media con respecto a las expectativas originales.

## 2.6. VARIABLE REGIONALIZADA

Una variable regionalizada es aquella cuyo valor en un punto del yacimiento es función de su magnitud, volumen, forma y orientación. Es decir, los valores de dicha variable están distribuidos en el espacio de manera parcialmente estructurada, de manera que es posible establecer una correlación entre ellos. Este carácter estructurado se llama regionalización, y puede variar según la dirección.

Muchas variables mineras son variables regionalizadas, como por ejemplo el espesor, la ley, la porosidad, etc.

Esta regionalización se representa a partir de semivariogramas, de los cuales hablaremos más adelante.

## 2.7. VARIOGRAMA

El variograma o semivariograma es una función que describe el grado de dependencia espacial de una variable en un área definida. En otras palabras, analiza el comportamiento espacial de una variable en un área, obteniendo como resultado la influencia de los datos a diferentes distancias.

En la evaluación de yacimientos se emplean los variogramas para, por ejemplo, obtener una medida de cuánto variará la ley de dos muestras en función de la distancia entre ellas.

## 2.8. KRIGING

El *krigeaje* o *kriging* es una técnica de evaluación de yacimientos empleada para estimar el valor de una variable regionalizada. Dicha estimación se realiza a través de unos factores de ponderación, cuyo valor es *el mejor estimador lineal insesgado* de la variable (M.Bustillo y C.López, 1997). Eso es así porque la varianza de estimación es mínima, es una combinación lineal de la información inicial y el error promedio es nulo (mejor, lineal e insesgado respectivamente).

Por todo ello, el kriging se considera un método óptimo para la estimación de reservas, estando su uso desarrollado en todo tipo de yacimientos.

### 3. METODOLOGÍA

---

La evaluación de recursos de un depósito mineral es el proceso de estimación de tonelajes, leyes, tamaño, morfología y localización de un depósito mineral. La estimación de los recursos es seguida por la estimación de las reservas, y generalmente requiere un estudio preliminar para establecer la cantidad y ley de mineral que se puede extraer de manera rentable. Dicha estimación no solo se compone de la evaluación de tonelaje y ley del depósito, sino que también intervienen aspectos técnicos, legales y económicos relacionados con la venta del producto extraído.

El proceso de estimación de reservas minerales se basa en la predicción de las características físicas del depósito mineral a través de la recolección de datos, su análisis, y modelando la forma, tamaño y ley del depósito. Algunas características importantes que debemos estimar son la morfología, tamaño y continuidad de las zonas mineralizadas, la distribución de frecuencias de las leyes minerales y la variación espacial de las mismas. Todos estos parámetros del depósito mineral no pueden ser conocidos con seguridad, pero son estimados a partir de datos de muestras.

La evaluación del depósito reconocido por sondeos requiere el análisis y síntesis de estos datos. La metodología propuesta para este proyecto es:

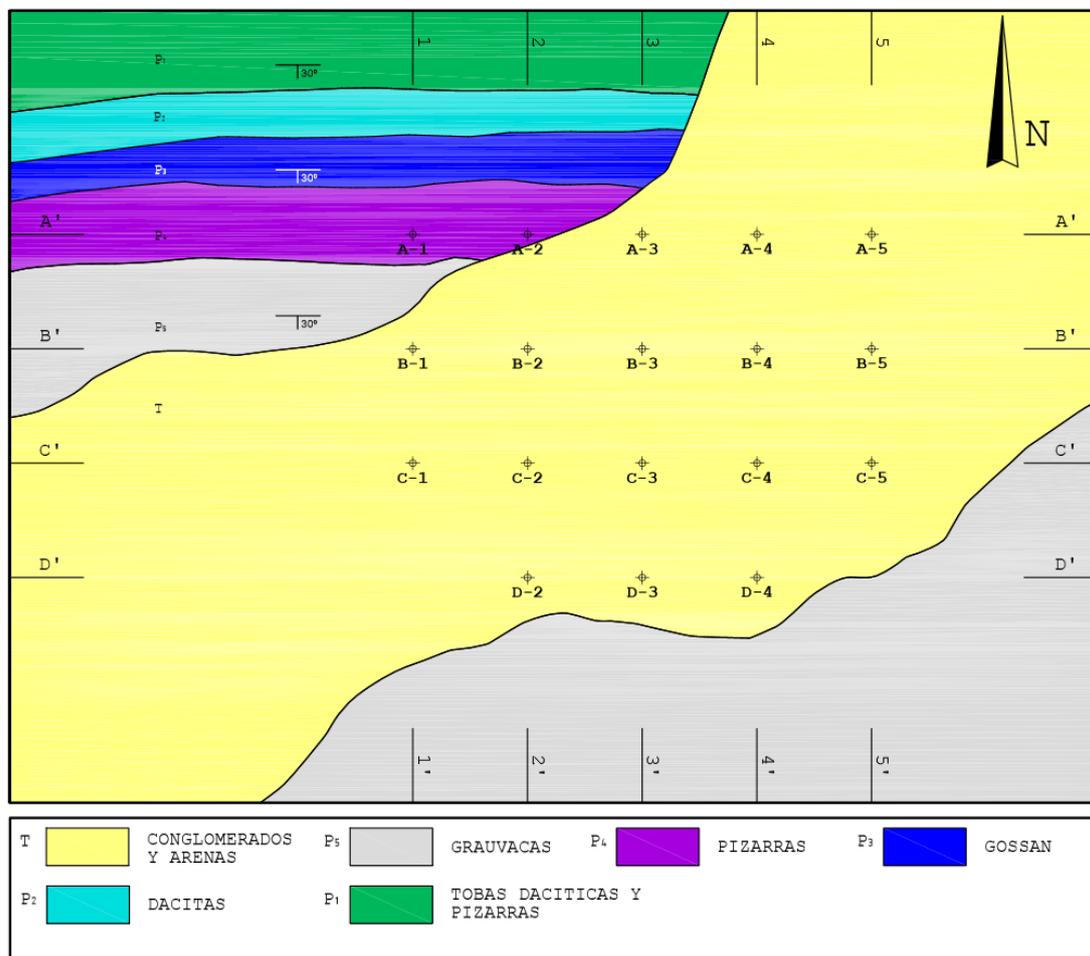
1. Recopilación, preparación y edición de los datos geológicos y geoquímicos disponibles.
2. Modelización del mineral a partir de la información geológica disponible. Construcción de perfiles y plantas geológicas.

3. Regularización o "compositing", por el cual asignaremos las leyes de los sondeos, referidas en los informes a maniobras de longitud variable, a tramos de mayor amplitud y longitud constante. Análisis de los resultados.
4. Construcción del modelo de bloques y estimación de éstos según la oportuna técnica de extensión.
5. Selección de un método de estimación de reservas, y estimación de la cantidad y ley de recursos. Diseño de la corta óptima.

Aunque para la realización del modelo no tendremos en cuenta el método de explotación y el diseño de la corta, incorporaremos algunos aspectos relacionados como la altura de banco o los costes de explotación y tratamiento. Aspectos que deberán ser revisados y actualizados en estudios posteriores.

## 4. TRABAJOS REALIZADOS Y DATOS DE PARTIDA

En la zona de estudio se detectó supuestamente un afloramiento de gossan, visible en el mapa geológico de la zona, indicio la posible existencia de sulfuros metálicos en profundidad.

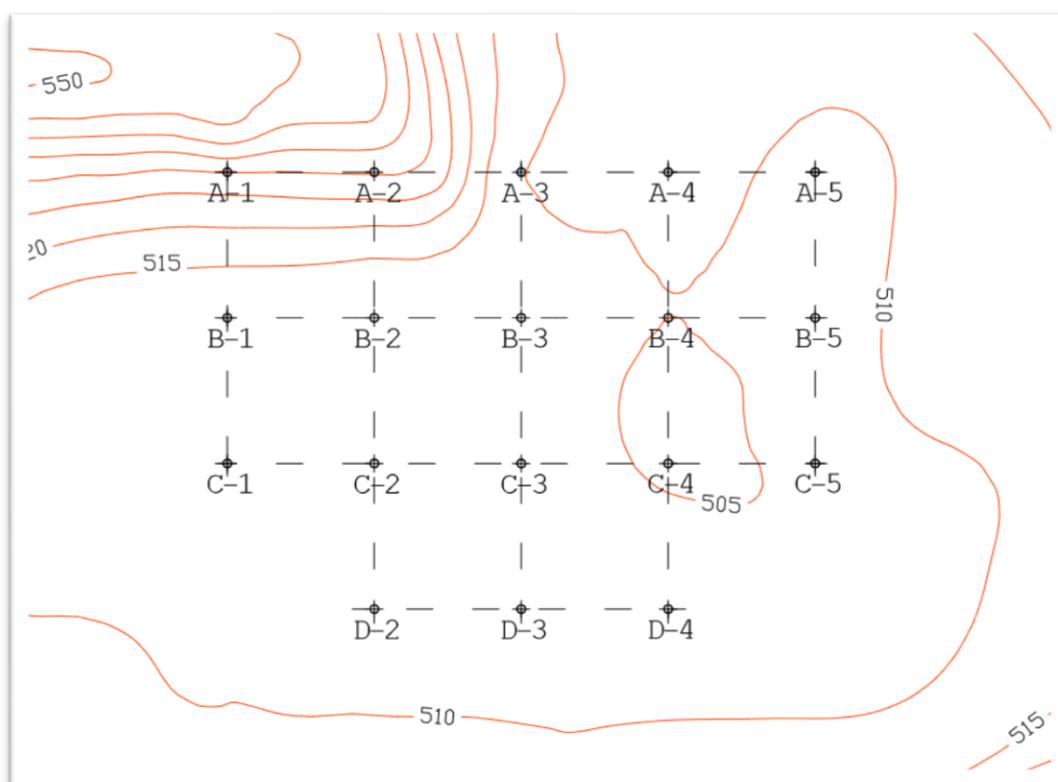


**Figura 4.1** Mapa geológico de la zona

El reconocimiento del depósito mineral se ha llevado a cabo mediante una campaña de exploración por sondeos con recuperación de testigo. Dada la fase en la que se encuentra el estudio del

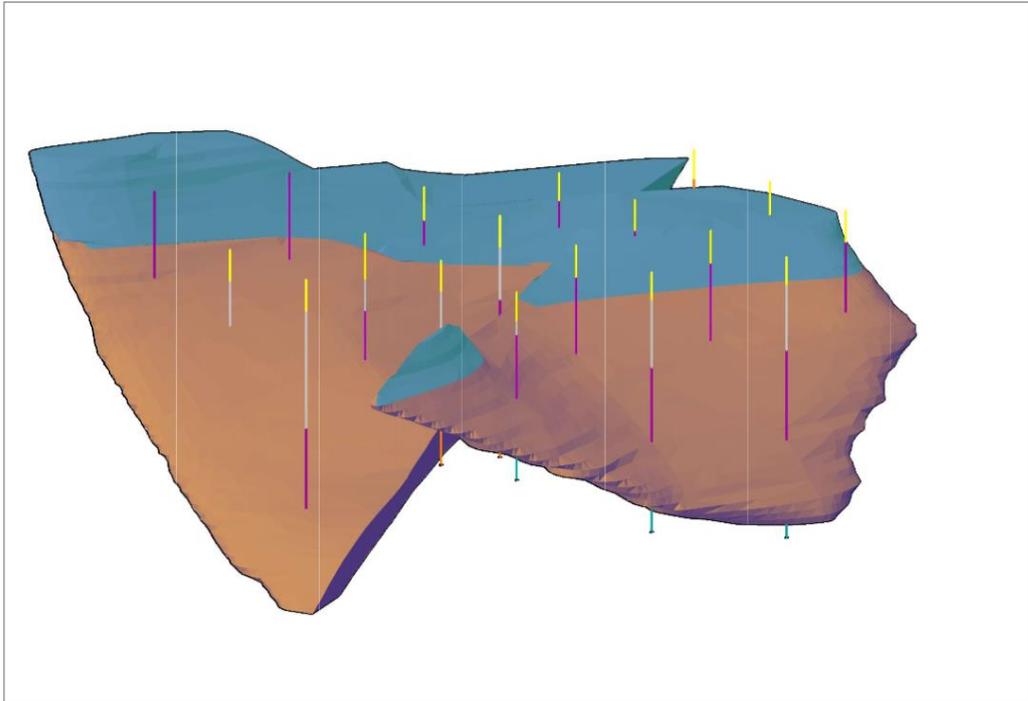
depósito, esta campaña ha tenido el objetivo de obtener una idea de la ley y las dimensiones de las zonas mineralizadas.

Por este motivo y atendiendo al principio de que *la malla de sondeos óptima es aquella que proporcione la mayor cantidad posible de información con el menor gasto posible en perforación* (M.Bustillo y C.López, 1997) se realizaron 18 sondeos configurados en una malla rectangular de cuatro filas y cinco columnas, separadas unas de otras a una distancia de 100 metros. En la figura 4.1 se representa la malla de sondeos sobre el mapa topográfico de la zona.



**Figura 4.2 Representación de la malla de sondeos**

Se llevaron a cabo ensayos químicos a los tramos mineralizados para conocer su contenido en cobre, plomo y zinc. Los resultados de dichos análisis, junto al informe de los sondeos, se encuentra disponible en el Anejo A del presente proyecto.



*Figura 4.3 Corte de los sondeos a la masa mineralizada*

A continuación adjuntamos los esquemas de distribución de leyes en cada sondeo.

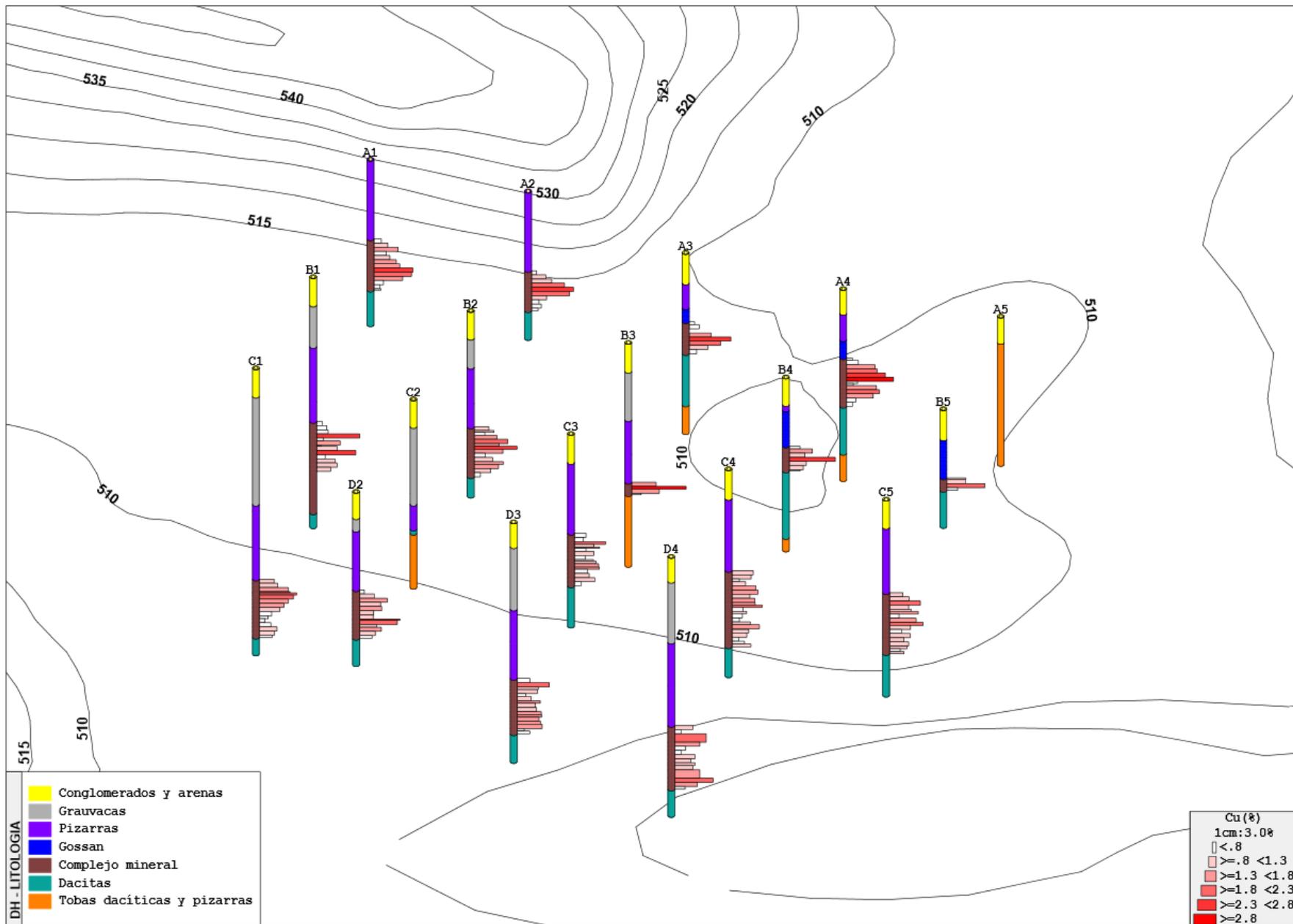


Figura 4.4. Representación gráfica de la distribución de la ley de cobre en los sondeos

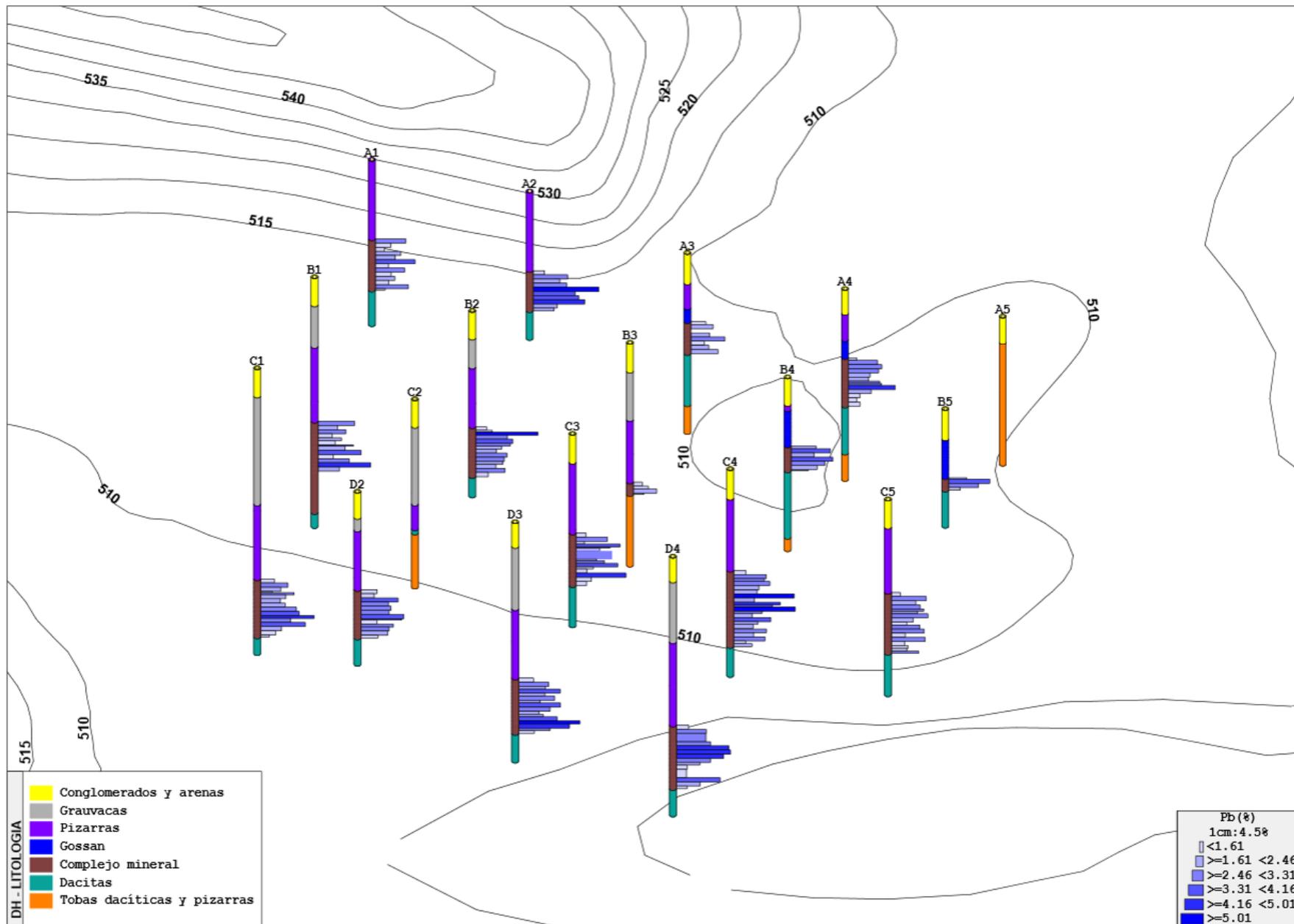


Figura 4.5. Representación gráfica de la distribución de la ley de plomo en los sondeos

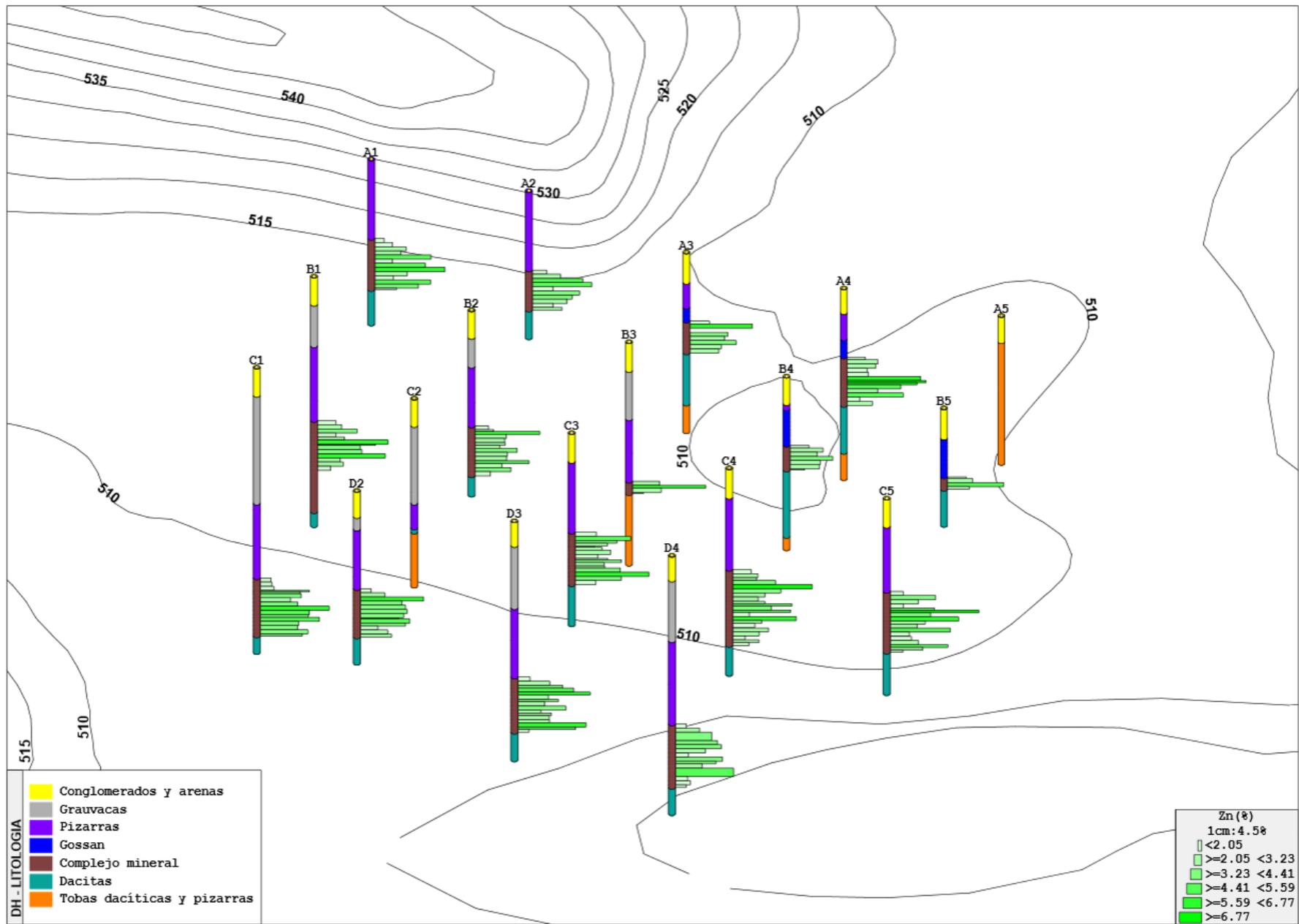
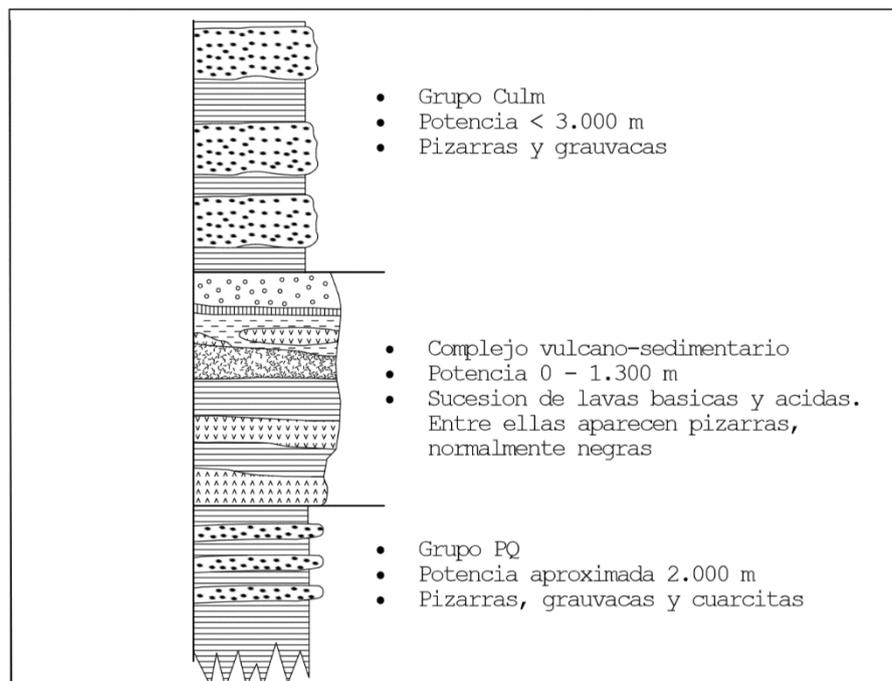


Figura 4.6. Representación gráfica de la distribución de la ley de zinc en los sondeos

# 5. CONTEXTO GEOLÓGICO

## 5.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La Faja Pirítica Ibérica está caracterizada por una secuencia estratigráfica relativamente sencilla (Figura 2.1). Esta está compuesta por rocas del Devónico y el Carbonífero, encontrándose los depósitos de mineral en los estratos volcánicos y sedimentarios del Carbonífero Inferior. La sucesión está compuesta por tres grupos: un grupo inferior de cuarcitas y pizarras (Grupo PQ), el complejo volcánico-sedimentario (CVS) suprayacente al grupo PQ, y por último un grupo superior pizarroso con facies del Culm. Todos estos materiales han sido plegados durante la orogenia hercínica, con eje E-O, lo que ha influido fuertemente en la forma y configuración de la Faja Pirítica Ibérica.



**Figura 5.1** Columna estratigráfica de la Faja Pirítica

El CVS se compone de una secuencia de rocas volcánicas ácidas y básicas, intercaladas con pizarras y rocas piroclásticas. Cada fase de esta sucesión corresponde a una etapa distinta de vulcanismo y se han observado tres: una primera etapa ácida, con predominancia de Riolitas y dacitas, una segunda etapa básica de espilitas y basaltos y una última etapa, de nuevo ácida, de cineritas y tobas. El CVS no muestra una exposición continua y está confinado a varias áreas independientes. A escala regional, parece haber solamente un solo nivel marcador, un nivel de la pizarra púrpura cerca de la parte más superior del CVS.

Los depósitos minerales aparecen exclusivamente en el complejo volcánico-sedimentario y presentan la estructura típica de los depósitos volcanogénicos de sulfuros masivos: cuerpos tabulares de sulfuros que pueden presentar o no, formaciones de stockwork a muro. Es común encontrar en los cuerpos de sulfuros masivos transiciones laterales o verticales a diseminaciones de sulfuros.

Hay dos tipos principales de mineralizaciones. En la zona sur predominan los depósitos ricos en pirita encajados en pizarra y están considerados como depósitos de origen exhalativo. El Segundo tipo de mineralización es muy común en la zona norte de la Faja Pirítica y se caracterizan por sulfuros masivos encajados en rocas piroclásticas. Este tipo de depósitos son más ricos en metales y se considera que se han formado por reemplazamiento de rocas volcánicas (Tornos, 2006).

La alteración de estos depósitos de sulfuros originó grandes capas de gossan, normalmente enriquecidas en Au y Ag, que cubren los depósitos de sulfuros.

## 5.2. GEOLOGÍA LOCAL

El depósito mineral se encuentra en la esquina inferior izquierda de la Faja Pirítica Ibérica y se trata de un depósito típico asociado a la primera capa del complejo vulcano-sedimentario.

### 5.2.1. Estratigrafía del depósito

Con respecto a la estratigrafía del depósito, podemos decir que se encuentra recubierto por una montera de gossan y que se encuentra comprendido entre una secuencia de pizarras y riolitas. La columna estratigráfica completa es la siguiente:

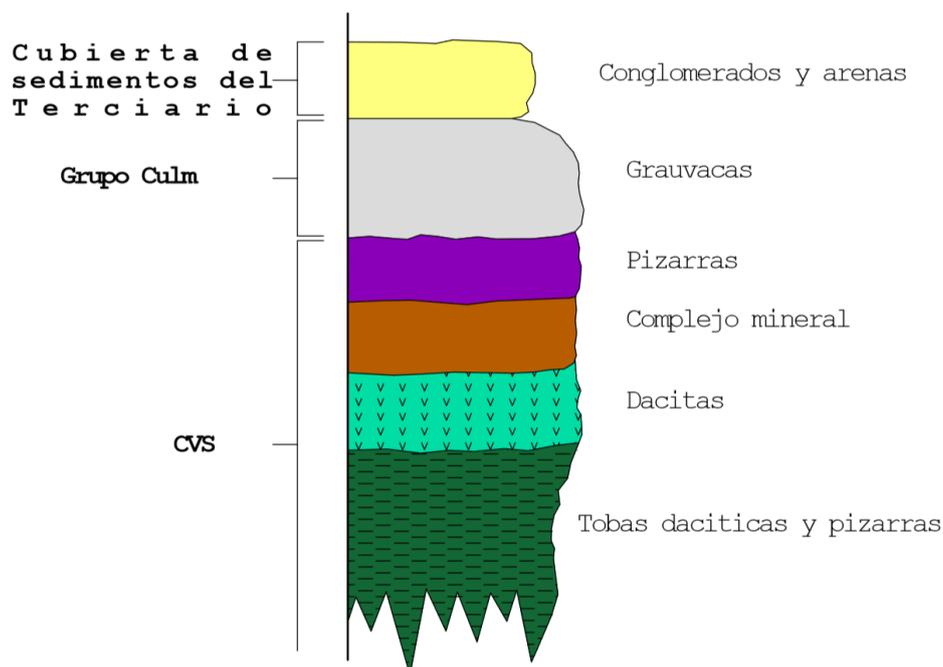


Figura 5.2. Columna estratigráfica del depósito

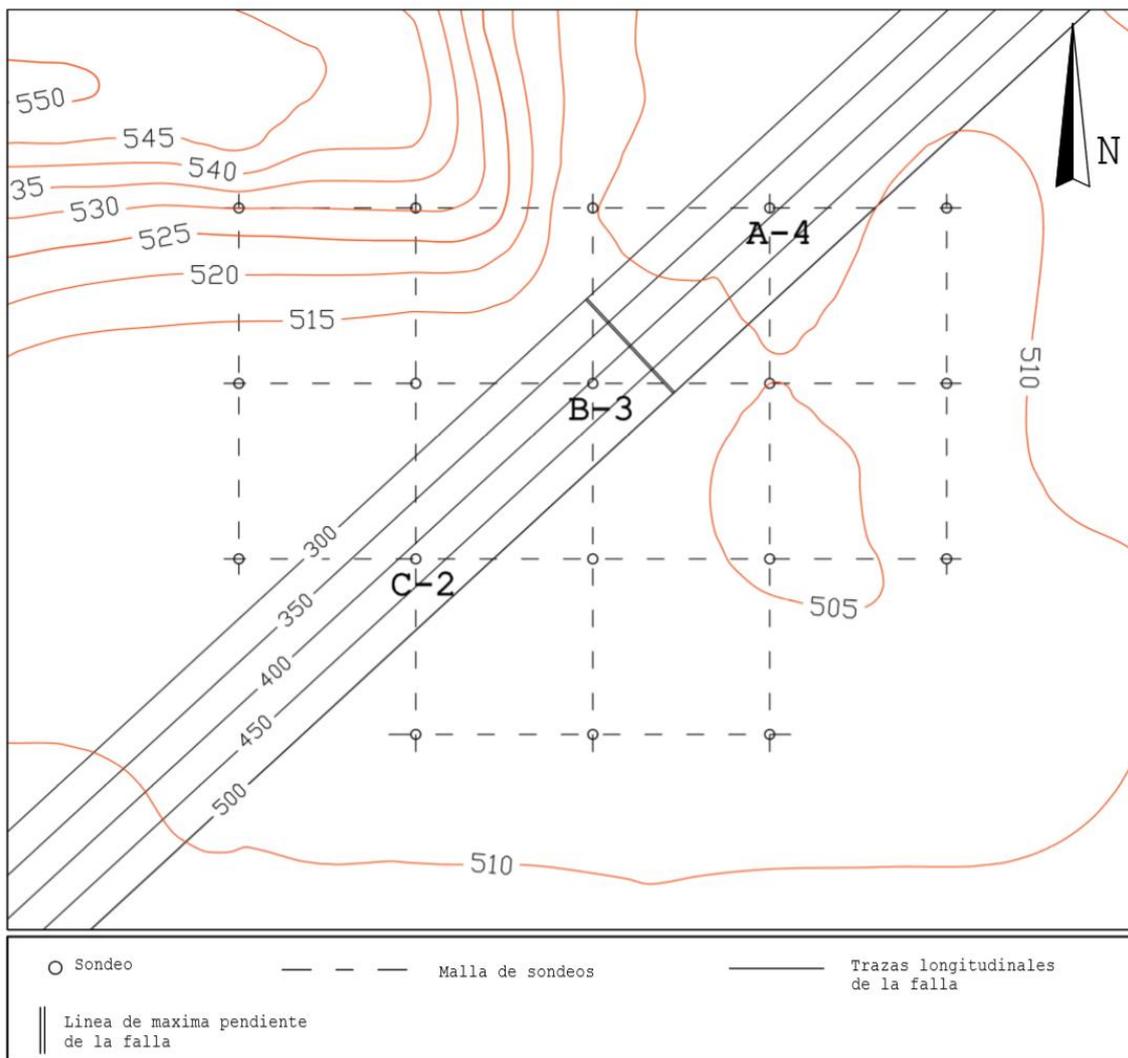
Como se puede observar, la secuencia litológica típica de la Faja Pirítica está cubierta por una capa de conglomerados y arenas del Terciario. El Culm está representado por un estrato de grauvacas y a continuación comienza el complejo vulcano-sedimentario. Los análisis químicos de los testigos recuperados revelan la presencia de calcopirita, galena y esfalerita en el estrato de sulfuros complejos.

### 5.2.2. Morfología del depósito

Dado el limitado número de sondeos la información disponible es escasa. No obstante, gracias a la información extraída de los

mismos y la ya disponible en mapas geológicos disponemos de la suficiente información como para realizar un modelo del depósito con un grado de confianza aceptable para este estudio preliminar.

Como hemos señalado anteriormente, se trata de un depósito de sulfuros complejos. Es de tipo tabular y estratiforme, su potencia media es de 30 m, alcanzando puntualmente los 55 m. Tiene un buzamiento de 30° hacia el sur y se encuentra atravesado por una falla normal de eje SW-NE y buzamiento 70° NW. Por ello el depósito mineral se encuentra dividido en dos secciones, una a cada lado de la falla.



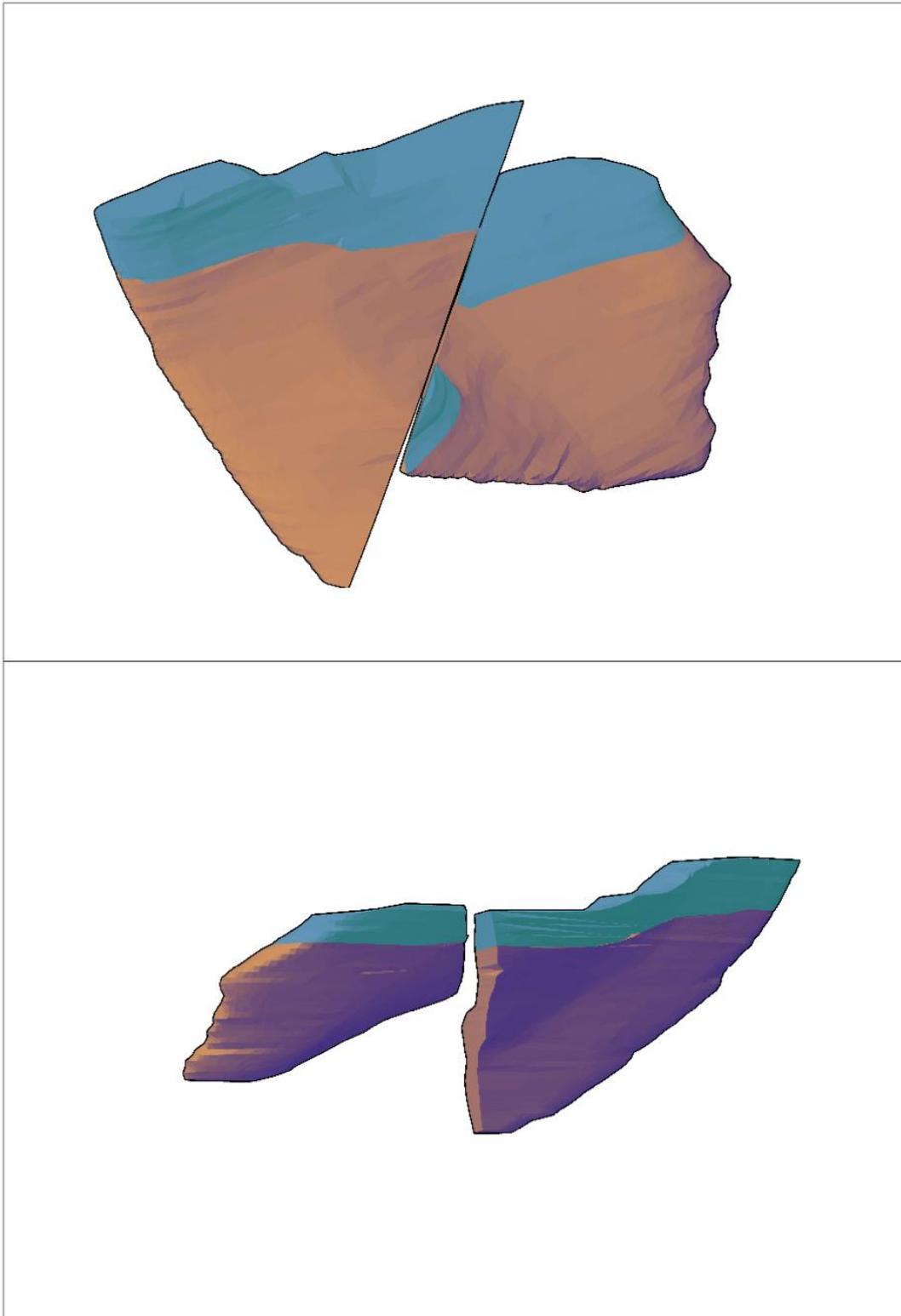
**Figura 5.3 Plano de situación de la falla**

Solo disponemos información del límite norte del depósito: la parte que se encuentra al este de la falla aflora en forma de gossan mientras que gran parte de la fracción al este se ha perdido por erosión con el paso del tiempo, de modo que el depósito se pierde hacia el norte. Los límites en el resto de direcciones se desconocen, pero para la realización del modelo hemos prolongado el depósito una longitud igual a la mitad de la luz de la malla de sondeos.

### 5.3. MODELO GEOMÉTRICO DEL DEPÓSITO

A partir de los datos de sondeos hemos construido los perfiles geológicos N-S y E-O. Con ellos, las plantas geológicas cada 5 metros, desde la cota 305 hasta 540 metros. Toda esta información se encuentra disponible en el Anejo B del presente proyecto.

Introduciendo esta información el RecMin se ha generado el modelo geométrico del depósito mineral y su montera de gossan. Dicho modelo se presenta en la *Figura 5.4*.



*Figura 5.4 Modelo geométrico del depósito desde distintos puntos de vista. En marrón la masa mineral, en azul la montera de gossan. Arriba vista isométrica desde el SO, abajo desde el NE*

## 6. ESTIMACIÓN DE MINERAL GEOLÓGICO

---

Definido ya el modelo del depósito mineral vamos a realizar una estimación previa de la ley media y del tonelaje, partiendo de perfiles y plantas geológicas y de los resultados de los análisis químicos respectivamente.

### *6.1. CÁLCULO DE LA LEY MEDIA*

El cálculo de la ley media del grupo de sondeos es fundamental para la evaluación de recursos y reservas de un depósito mineral. La importancia de este parámetro es doble puesto que además de condicionar, al menos en parte, la viabilidad económica de la explotación, su conocimiento tiene aplicación en varias técnicas de análisis como los modelos ley-tonelaje.

Antes de proceder al cálculo de la ley media es necesario saber si los datos que vamos a emplear siguen una distribución normal o lognormal. Los métodos a emplear, y por tanto, los resultados obtenidos no serán los mismos para ambos casos.

Para comprobar si los datos que vamos a tratar siguen una distribución normal emplearemos los gráficos de probabilidad normal. La idea básica consiste en representar, en un mismo gráfico, los datos empíricos observados, frente a los datos que se obtendrían en una distribución normal teórica. Si la distribución de la variable es normal, los puntos quedarán cerca de una línea recta. Es frecuente observar una mayor variabilidad (separación) en los extremos. Los gráficos obtenidos se representan a continuación.

Gráfico probabilidad normal (Cu)

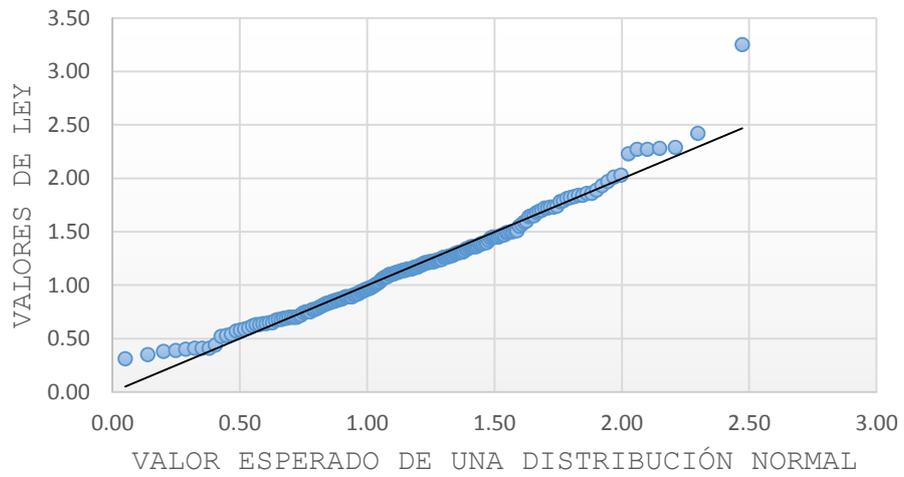


Gráfico probabilidad normal (Pb)

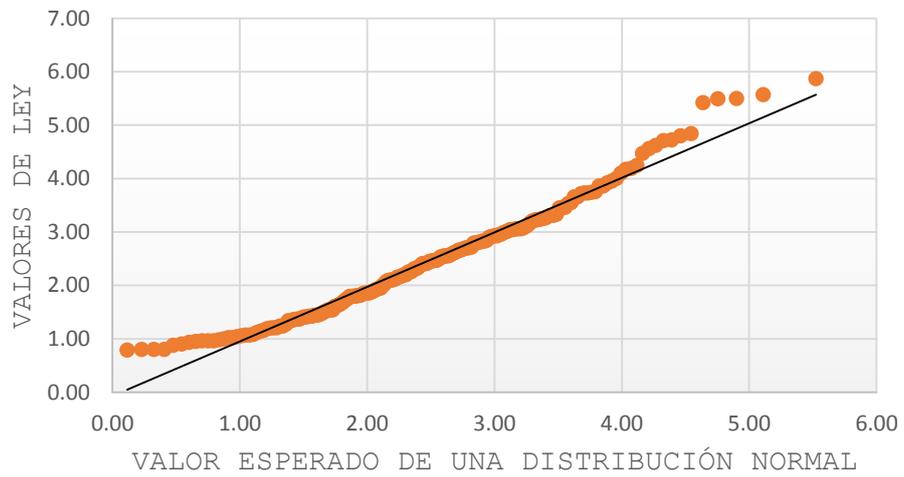
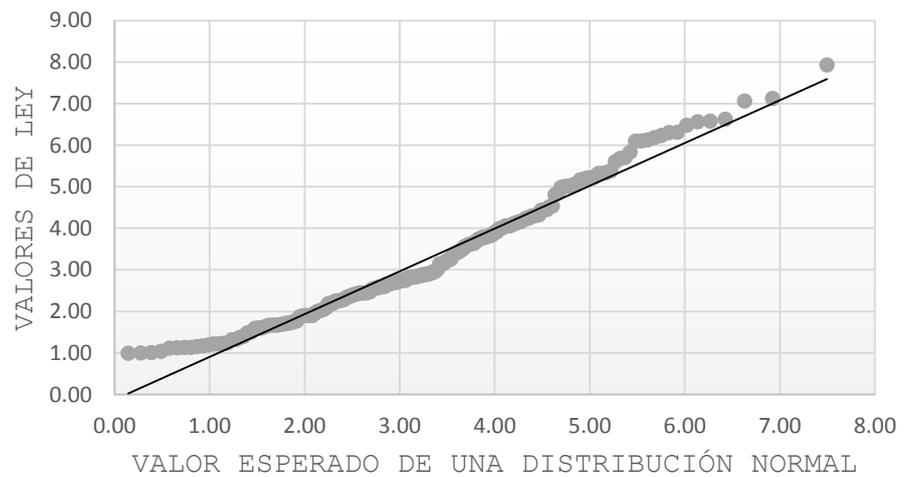


Gráfico probabilidad normal (Zn)



Como se puede comprobar, los datos de los tres elementos se ajustan bastante bien a una recta.

Una vez comprobado el carácter normal, procedemos al cálculo de la ley media. Al comprobar que el porcentaje de recuperación de testigo de los sondeos es relativamente bajo en muchos casos, lo cual genera una cierta indeterminación, hemos realizado el cálculo aplicando dos criterios: uno pesimista y otro optimista. En ambos casos la ley media se ha calculado como la media ponderada de las leyes según el tamaño del soporte al que están referidas. Es decir, la ley media será:

$$L_m = \frac{\sum(G_{i1} \cdot L_{ri} + G_{i2} \cdot L_{ni})}{\sum(L_{ri} + L_{ni})}$$

Donde:

$G_{i1}$  = Valor de ley para la longitud recuperada de cada maniobra (valor del análisis químico).

$L_{ri}$  = Longitud recuperada de cada maniobra.

$G_{i2}$  = Valor de ley para la longitud no recuperada de cada maniobra.

$L_{ni}$  = Longitud no recuperada de cada maniobra.

La diferencia entre ambos criterios es el valor que se le asigna a la ley en los tramos no recuperados:

- En el criterio pesimista supondremos ley 0 para estos tramos.
- En el criterio optimista le daremos el valor de la ley media de cada sondeo, calculada esta como la media ponderada sin tener en cuenta la recuperación.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

	Ley Cu (%)	Ley Pb (%)	Ley Zn (%)
<b>Criterio optimista</b>	1.16	2.43	3.13
<b>Criterio pesimista</b>	0.66	1.39	1.77

## 6.2. CUBICACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO

Para calcular el volumen y tonelaje de mineral del depósito vamos a realizar una cubicación. Este método es aplicable a cuerpos mineralizados que han sido investigados con sondeos cuyas direcciones permiten establecer cortes, perfiles o secciones. Es por tanto un método geométrico, en el que vamos a construir varias figuras geométricas entre las que se va a estimar que cantidad de mineralización existente.

La distancia entre cortes va a definir la exactitud del cálculo, pues cortes muy separados pueden generar importantes errores debido a la existencia de cambios en la mineralización no controlados por los sucesivos cortes. En nuestro caso, vamos a emplear las plantas geológicas que empleamos en la construcción del modelo del depósito, separadas entre sí 5 metros.

En resumen, el método lleva consigo el desarrollo de los siguientes pasos:

1. **Cálculo de la superficie mineralizada para cada sección.** En nuestro caso las áreas de los cortes se han obtenido a partir del software de dibujo técnico AutoCAD.
2. **Cálculo del volumen entre secciones.** Definiremos este volumen entre secciones como la semisuma de las dos áreas multiplicada por la distancia entre ellas. Para los tramos residuales constituidos por las últimas secciones consideraremos una sección extra de área nula.

$$V = \sum_{i=1}^{40} \left[ \frac{(S_i + S_{i+1})}{2} \cdot D \right]$$

Donde:

$V$  = volumen del yacimiento ( $m^3$ )

$S_i$  = área de la sección o corte ( $m^2$ )

$D$  = paso entre secciones (m)

3. **Estimación de los recursos.** Conocido el volumen del depósito y la densidad media de la mineralización, el producto entre ambos valores resultará en el número de toneladas de mineral existente en el yacimiento.

$$Q = V \cdot d_m$$

Donde:

$Q$  = reservas de mineral (t)

$d_m$  = densidad media de la mineralización ( $t/m^3$ ). Por analogía a otros yacimientos de la Faja Pirítica adoptamos el valor de 3,1  $t/m^3$ .

De un modo muy parecido, conocidas las leyes medias para cada componente del mineral, podemos calcular las reservas de cada metal aplicándola siguiente fórmula:

$$T = Q \cdot g$$

Donde:

$T$  = recursos de un componente (t)

$g$  = ley media de un componente (%)

Los resultados para la cubicación de las plantas son:

	<i>Al sureste de la falla</i>	<i>Al noroeste de la falla</i>	<i>Total</i>
<b>Volumen de mineral bruto (m<sup>3</sup>)</b>	2.939.521,01	2.265.246,00	5.205.167,01
<b>Masa de mineral bruto (t)</b>	9.112.515,13	7.023.502,60	16.136.017,73

Y una estimación previa de los recursos sería:

<i>Criterio</i>	<i>Contenido en Cu (t)</i>	<i>Contenido en Pb (t)</i>	<i>Contenido en Zn (t)</i>
<b>Optimista</b>	185.564,20	380.810,02	492.148,54
<b>Pesimista</b>	103.270,51	219.449,84	279.153,11

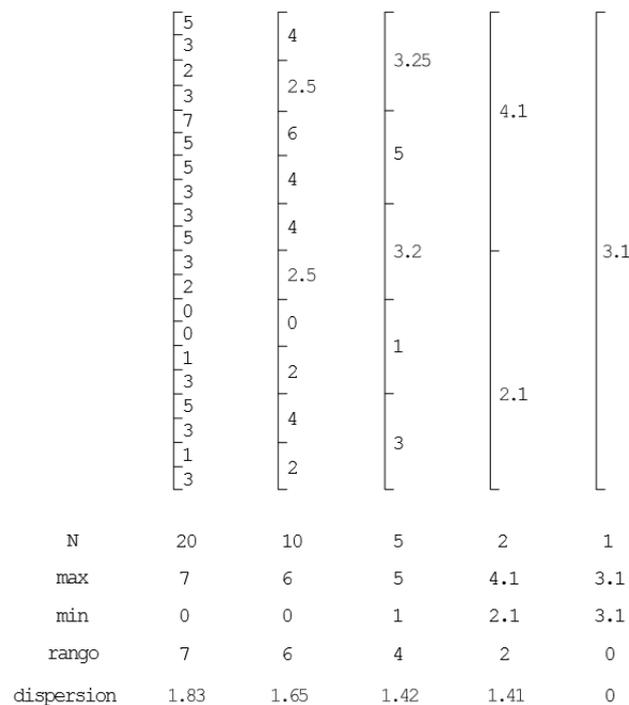
# 7. REGULARIZACIÓN

---

Los datos de leyes obtenidos a partir del análisis químico de los testigos recuperados en los sondeos vienen referidos a longitudes variables, correspondientes a cada maniobra de perforación. Para la estimación de recursos y reservas minerales es conveniente referir las leyes a tramos de mayor amplitud y longitud constante, por lo que vamos a aplicar una regularización o compositing.

J. Sinclair y Blackwell (2002) definen el compositing como un procedimiento numérico que incluye el cálculo de leyes medias ponderadas para volúmenes mayores a las muestras originales.

Como consecuencia de esta regularización, se produce un suavizado, que aparece ilustrado en la *Figura 7.1*.



**Figura 7.1 Suavizado en el compositing (Modificado de Applied Mineral Inventory Estimation)**

Como se puede observar, la dispersión de las leyes disminuye a medida que se aumenta la longitud del compositing.

Los objetivos que perseguimos al aplicar el compositing son:

1. Reducir el número de muestras para agilizar el manejo de datos y facilitar su tratamiento por parte del software empleado en el proceso de evaluación.
2. Referir toda la información a un mismo tamaño de soporte, a efectos de su tratamiento estadístico.
3. Reducir el efecto de muestras de alta ley y su efecto en el modelo de bloques.
4. Obtener composites del tamaño de banco.

Es esencial que el compositing sea efectivo y que los resultados sean representativos, pues los composites obtenidos sustituirán a los datos de sondeos como base para la estimación de los recursos y reservas.

A la hora de establecer la longitud de compositing, Rendu (1986) destaca la importancia del tipo de mineralización y la transición de mineral a estéril. Para un yacimiento en masa, como es nuestro caso, recomienda que la altura de compositing debe ser igual a la altura de banco o a la de la mínima unidad explotable. En el *SME Mining Engineering Handbook*, también se recomienda una altura de compositing igual a la altura de banco para un yacimiento de este tipo.

### 7.1. ALTURA DE BANCO

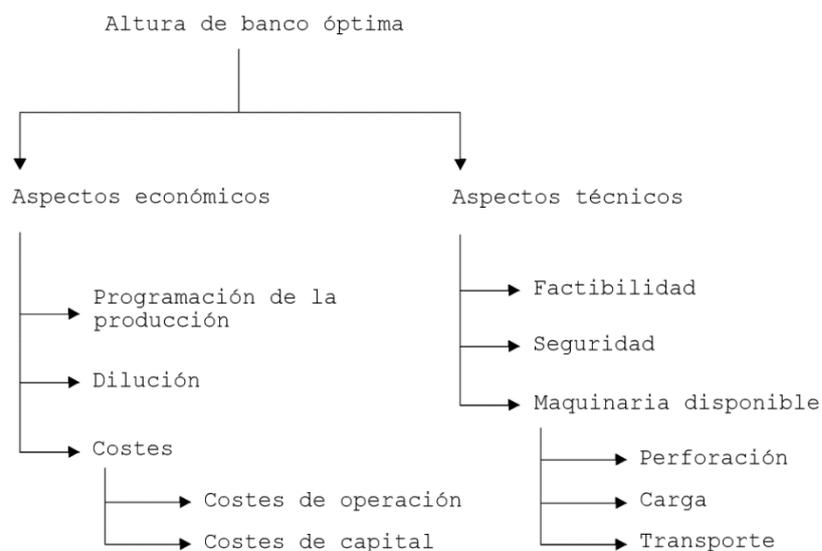
La determinación de altura de banco óptima es muy importante en la minería a cielo abierto. Depende de varios factores como las propiedades del macizo rocoso y la morfología de la mineralización, entre otras.

En general, las ventajas de una altura de banco grande son:

- Se empleará menos maquinaria, y esta será más grande y tendrá más capacidad. Esto se traduce en mayor productividad y eficiencia, así como menos volumen de tráfico.
- Mayor rendimiento en la perforación por la reducción de tiempos muertos de cambio de posición. Además, en cada voladura se arrancará más volumen de material, lo que se traduce en mayor producción.
- Ahorro en las infraestructuras de acceso por tener menos número de bancos.

Sin embargo, una altura de banco mayor conlleva una serie de desventajas:

- Se reduce la selectividad en la extracción.
- Se aumenta la dilución.
- La flexibilidad en la operación de la maquinaria se reduce, al tener menos espacio de trabajo.
- Condiciones de seguridad menores. Cuando se trabaja con bancos altos no siempre es posible llevar a cabo un correcto saneamiento y limpieza de los frentes.



**Figura 7.2 Aspectos que influyen en la elección de la altura de banco óptima**

En resumen, una altura de banco grande tiene la principal ventaja de un coste de producción menor mientras que una altura de banco más pequeña generalmente permitirá recuperar más mineral.

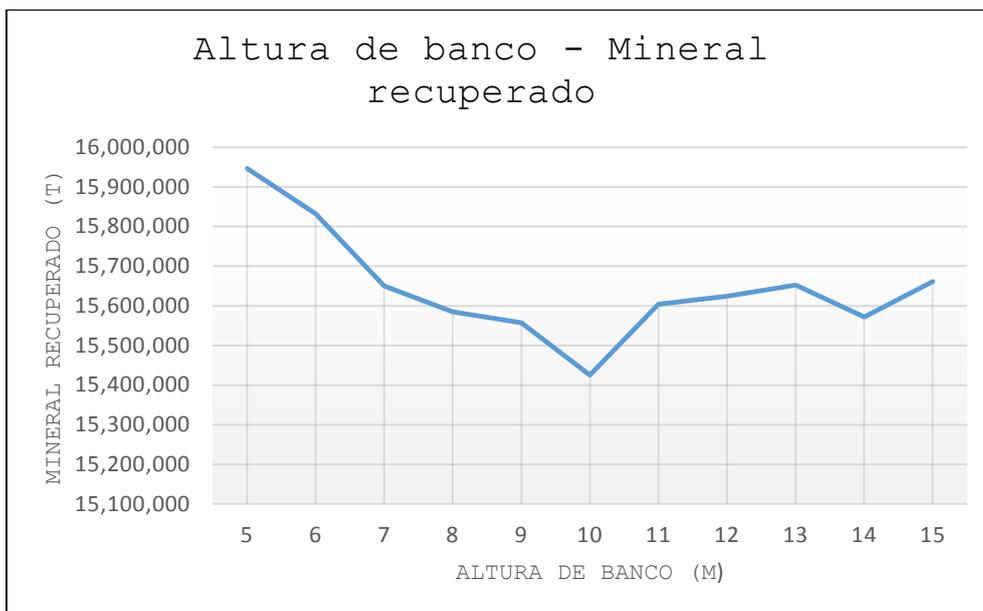
La elección de este parámetro es, por tanto, el resultado del estudio de diversos factores de índole económico y técnico. Dado el carácter preliminar de este estudio, siendo su objetivo la medición de reservas y recursos minerales, y entendiéndose que la elección final de la altura de banco se debe tomar en fases posteriores, elegiremos la altura de banco que más mineral nos permita recuperar. Esta decisión se justifica en el hecho de que dados los altos precios actuales, el aumento en los costes de extracción por la reducción de altura de banco se compensa fácilmente por el mineral extraído.

Hemos estudiado todas las alturas de banco entre 5 y 15 metros, creando para cada una de ellas un modelo de bloques de 20x20 metros con RecMin. Los datos obtenidos figuran en la tabla 7.1 y la figura 7.3.

<i>Altura banco (m)</i>	<i>Masa noroeste (t)</i>	<i>Masa sureste (t)</i>	<i>Total (t)</i>
5	6.869.600	9.076.800	15.946.400
6	6.837.360	8.994.960	15.832.320
7	6.857.200	8.792.840	15.650.040
8	6.755.520	8.828.800	15.584.320
9	6.930.360	8.626.680	15.557.040
10	6.906.800	8.518.800	15.425.600
11	6.751.800	8.852.360	15.604.160
12	6.993.600	8.630.400	15.624.000
13	6.883.240	8.769.280	15.652.520
14	6.822.480	8.749.440	15.571.920
15	6.993.600	8.667.600	15.661.200

**Tabla 7.1 Mineral recuperado para distintas alturas de banco**

Aunque en este caso las diferencias entre el mejor y el peor de los casos es tan solo de medio millón de toneladas, es necesario resaltar la importancia de este estudio, que en ocasiones puede resultar en grandes aumentos en la recuperación de mineral.



**Figura 7.3 Mineral recuperado para distintas alturas de banco**

Elegiremos como altura de banco para mineral, y por tanto como longitud de compositing, 5 metros.

De nuevo, hemos aplicado los criterios pesimista y optimista para la realización de los composites. Los datos resultantes se encuentran adjuntos en el Anejo A.

## 7.2. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE SONDEOS Y COMPOSITES

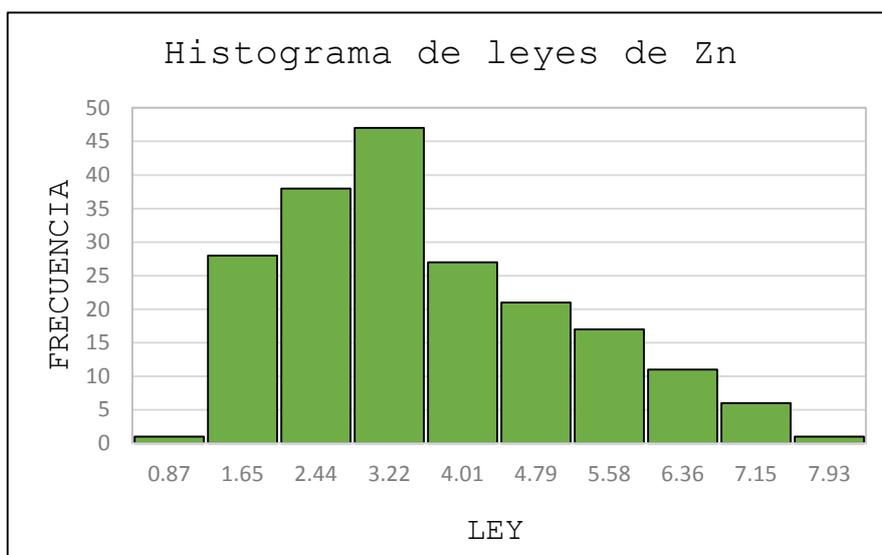
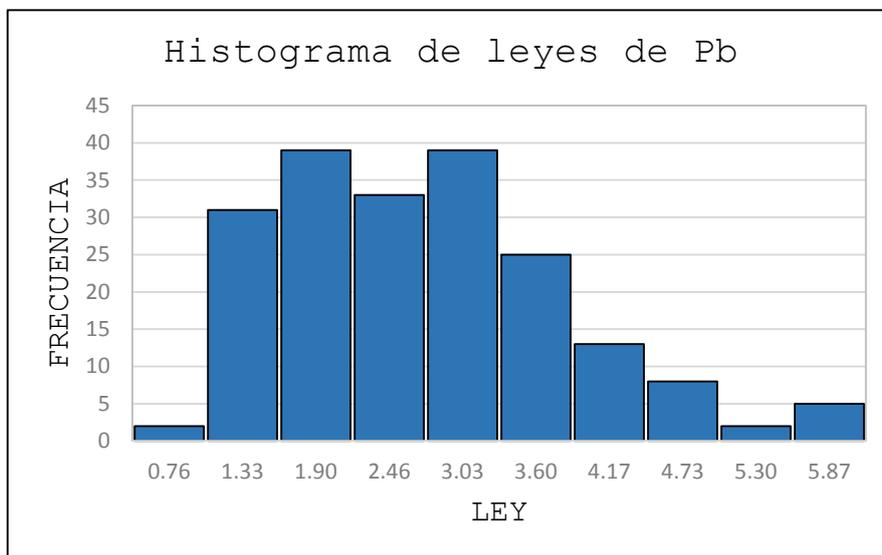
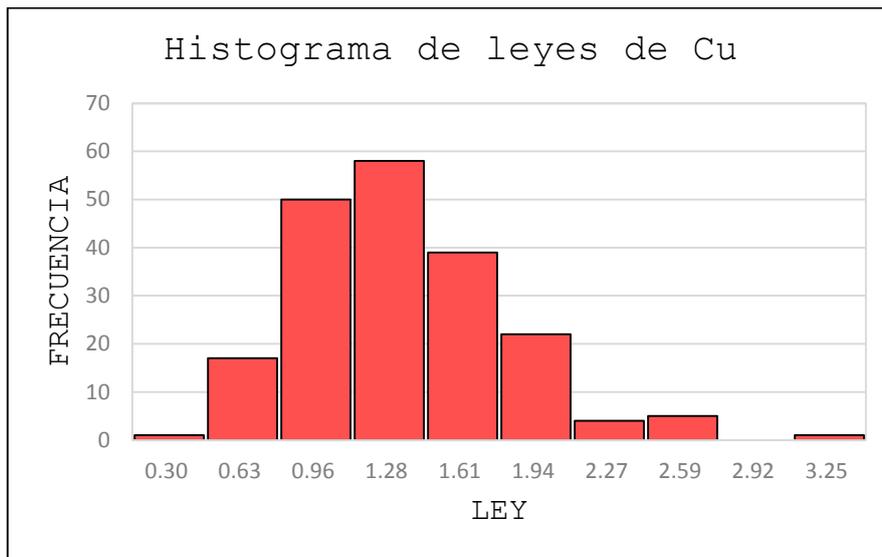
A continuación se muestra un pequeño resumen estadístico tanto de los datos de sondeos originales como de los obtenidos al realizar el compositing.

	DATOS DE SONDEOS					
	CRITERIO OPTIMISTA			CRITERIO PESIMISTA		
	N° de datos		197			
	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
Leyes medias estimadas (%)	1,16	2,43	3,13	0,66	1,39	1,77
Varianza	0,21	1,22	2,32	0,21	1,22	2,32
Coefficiente de variación	0,40	0,45	0,49	0,69	0,79	0,86
Mínimo	0,3	0,76	1,08	0,3	0,76	1,08
Máximo	3,25	°	5,97	3,25	7,93	5,97

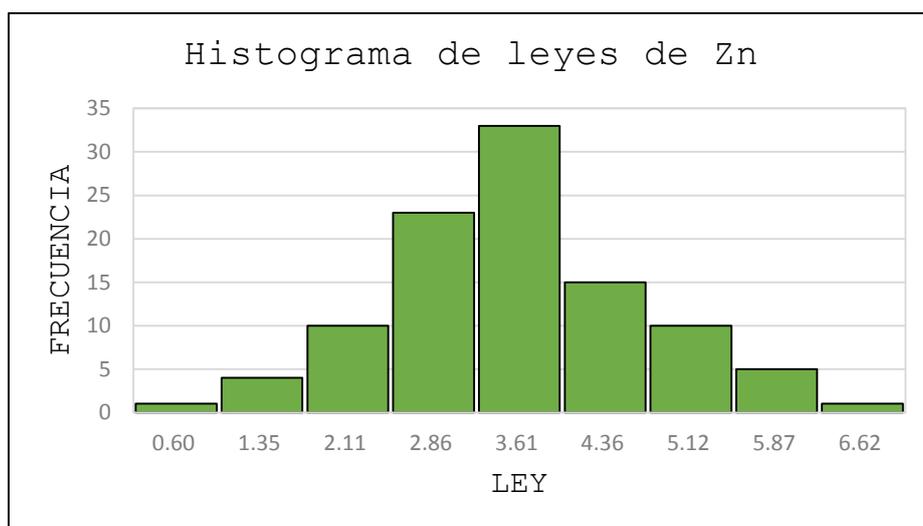
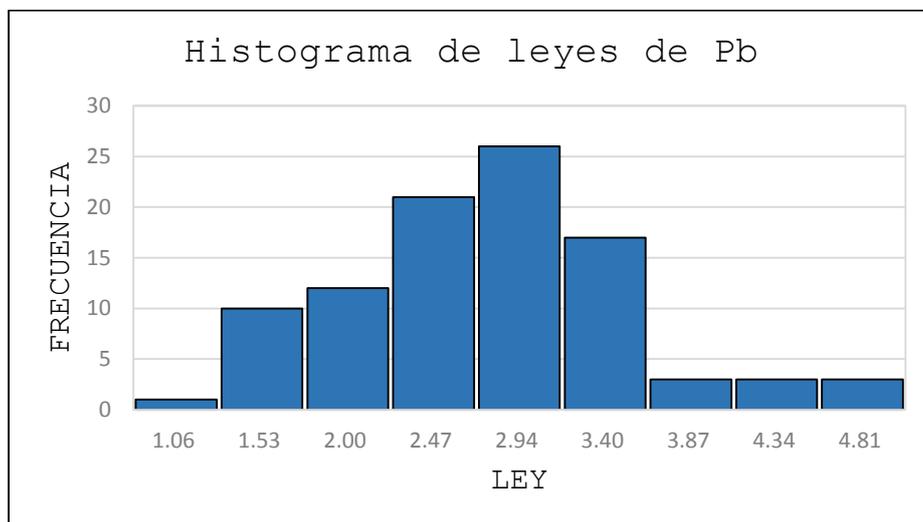
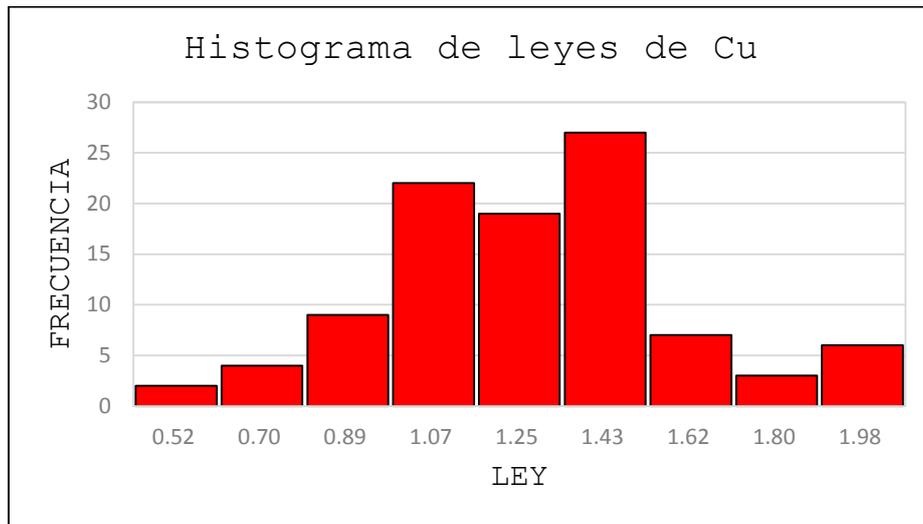
	DATOS DE COMPOSITES					
	CRITERIO OPTIMISTA			CRITERIO PESIMISTA		
	N° de datos		197			
	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
Leyes medias estimadas (%)	1,05	2,99	2,87	0,69	1,43	1,85
Varianza	0,14	0,83	1,42	0,10	0,59	0,91
Coefficiente de variación	0,36	0,30	0,42	0,46	0,54	0,52
Mínimo	0,04	0,19	0,12	0,04	0,10	0,14
Máximo	1,98	4,81	6,62	1,56	3,69	4,59

Tabla 7.2 Resumen estadístico

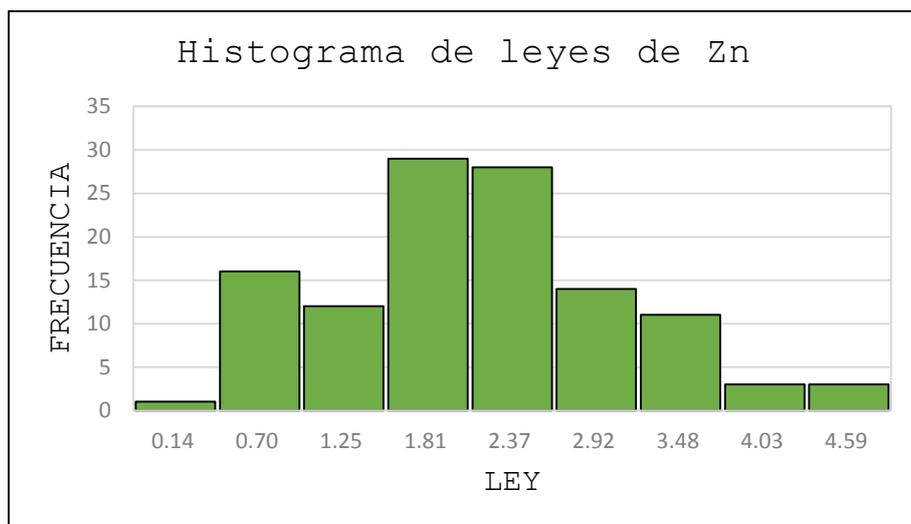
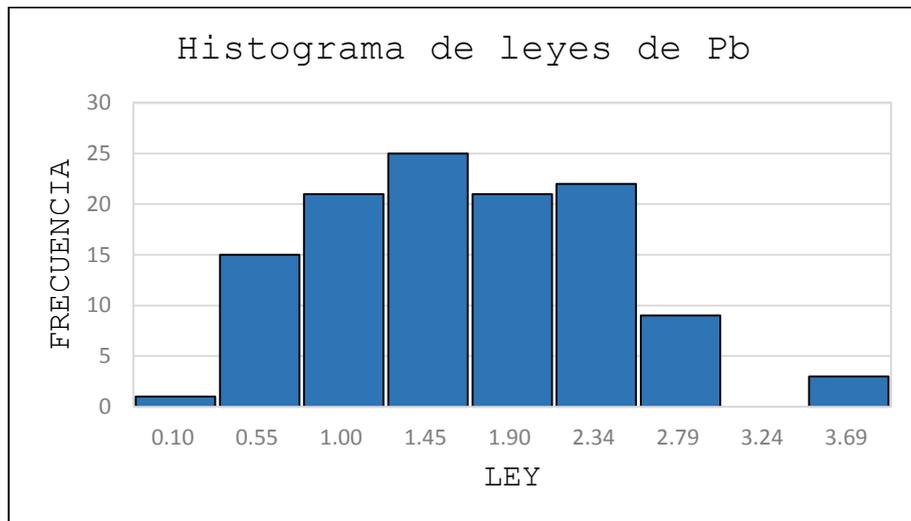
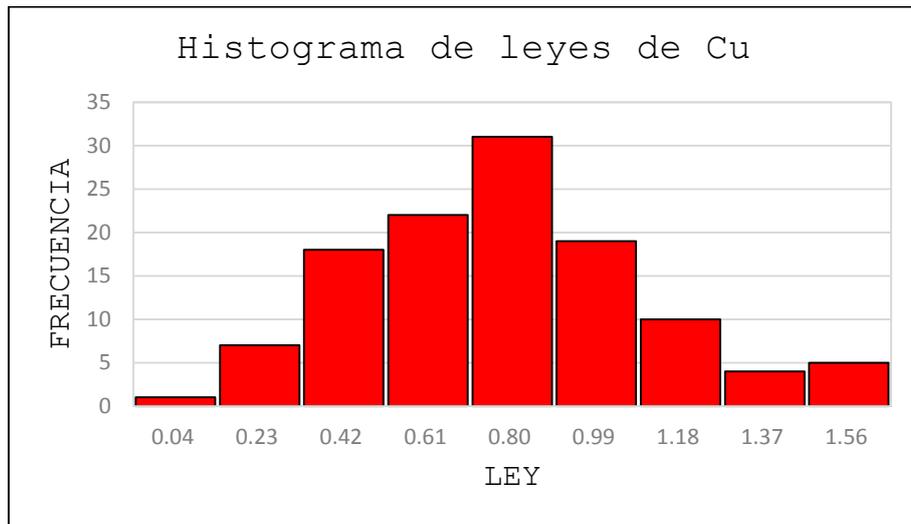
### Histogramas de leyes - Datos de sondeos



### Histogramas de leyes - Datos de composites (Optimista)



### Histogramas de leyes - Datos de composites (Pesimista)



En la *Tabla 7.2* se puede apreciar el efecto de suavizado, que se traduce en una disminución en el valor de la ley y una homogenización de los datos (disminución en el valor del coeficiente de variación).

Los valores obtenidos garantizan que el compositing aplicado se puede considerar adecuado, ya que según J. Sinclair y Blackwell (2002), la ley media calculada a partir de los composites debe estar centrada en el mismo valor que la ley media de los datos de sondeos a partir de los cuales se ha obtenido, teniendo siempre en cuenta que siempre existirán pequeñas diferencias debido al efecto de suavizado.

En vista de la gran diferencia entre ambos criterios, hemos decidido adoptar una posición conservadora para no realizar una sobreestimación de las reservas y vamos a emplear el criterio pesimista para la evaluación.

## 8. ANÁLISIS ESPACIAL

---

Una forma de expresar la correlación entre las muestras de una variable regionalizada, en nuestro caso la ley, es a través de una función denominada variograma o semivariograma. Esta función define la correlación espacial entre los valores muestreados. El semivariograma se obtiene calculando, para cada distancia de separación entre las muestras (lag o  $h$ ) en una determinada dirección, la diferencia al cuadrado de los valores de dichas muestras.

El semivariograma o variograma es una función de diferencia entre pares de puntos separados por una distancia, y por ello se convierte en una herramienta para determinar la estacionalidad o no estacionalidad. Además, el semivariograma puede emplearse para determinar la distancia máxima para la cual se puede asumir esta estacionalidad. En general, un conjunto de datos representa una muestra de una función aleatoria de la cual se puede calcular un semivariograma para varios valores de  $h$  con la siguiente expresión:

$$\gamma(h) = \left\{ \sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \right\} / 2n$$

Donde:

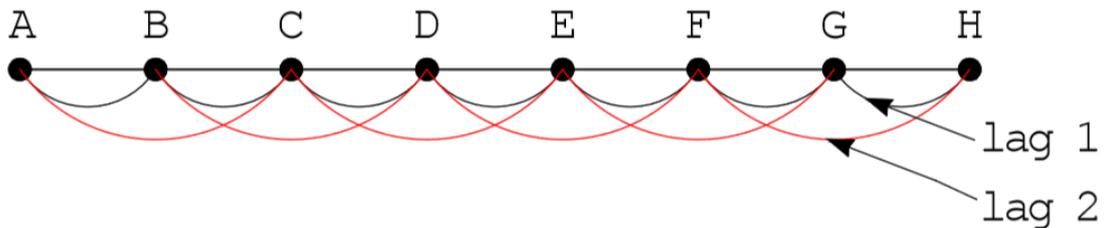
$Z(x_i)$  = el valor de la ley en el punto  $i$

$Z(x_{i+h})$  = el valor de la ley a una distancia  $h$  del punto  $i$

Los valores de  $\gamma(h)$  se representan frente a sus respectivos valores de  $h$ , el gráfico resultante es el semivariograma.

Supongamos una fila de medidas espaciadas a distancia constante, como la representada en la *Figura 9.1*. El lag 1 tomaría las parejas de puntos A y B, B y C, C y D, etc, mientras que el lag 2 tomaría muestras alternativas: A y C, B y D, etc. El lag mínimo que se

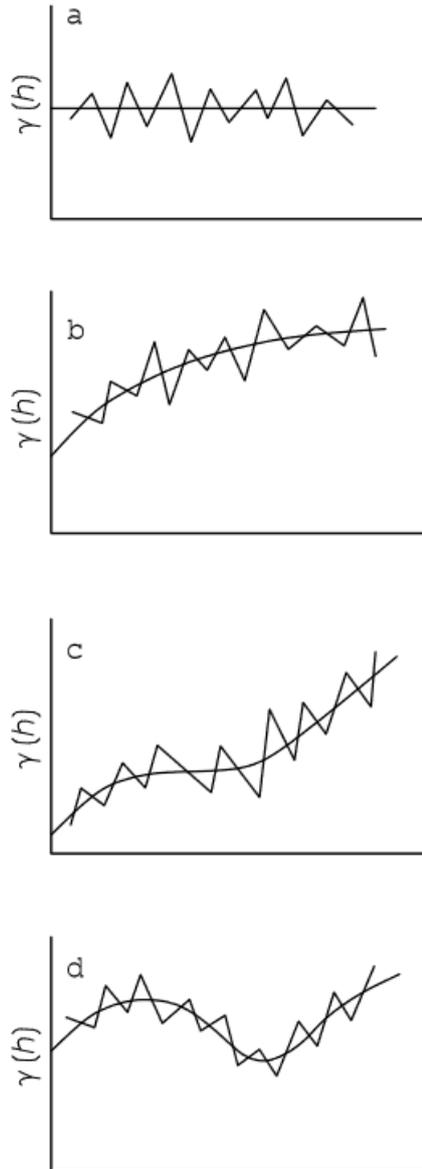
puede tomar es el intervalo mínimo de muestreo. Es fácil además observar que, siendo  $n$  el número de muestras, para el lag 1 el número de parejas de datos disponibles  $n-1$ , para el lag 2  $n-2$ , etc. reduciéndose progresivamente el número de parejas y con ello la calidad de las estimaciones.



**Figura 8.1 Esquema de lags para un semivariograma**

Cada valor de  $\gamma(h)$  es solo una estimación, por lo que siempre habrá cierto error. Por lo tanto, los semivariogramas tendrán un patrón en forma de diente de sierra, en especial cuando los datos son escasos. Estos patrones generalmente son sustituidos por aproximaciones matemáticas cuya representación es una curva suave. En la Figura 9.2 se representa este fenómeno, junto a varios patrones comunes que se encuentran en los variogramas.

La principal razón de por qué los semivariogramas son tan importantes es que gracias a ellos se puede cuantificar la continuidad media de la ley en las tres direcciones del espacio y así definir el carácter isótropo o anisótropo de la distribución de leyes, un concepto esencial para la estimación de recursos y reservas. Además, varios métodos geoestadísticos requieren el uso de semivariogramas, por ejemplo la estimación de recursos/reservas usando kriging.



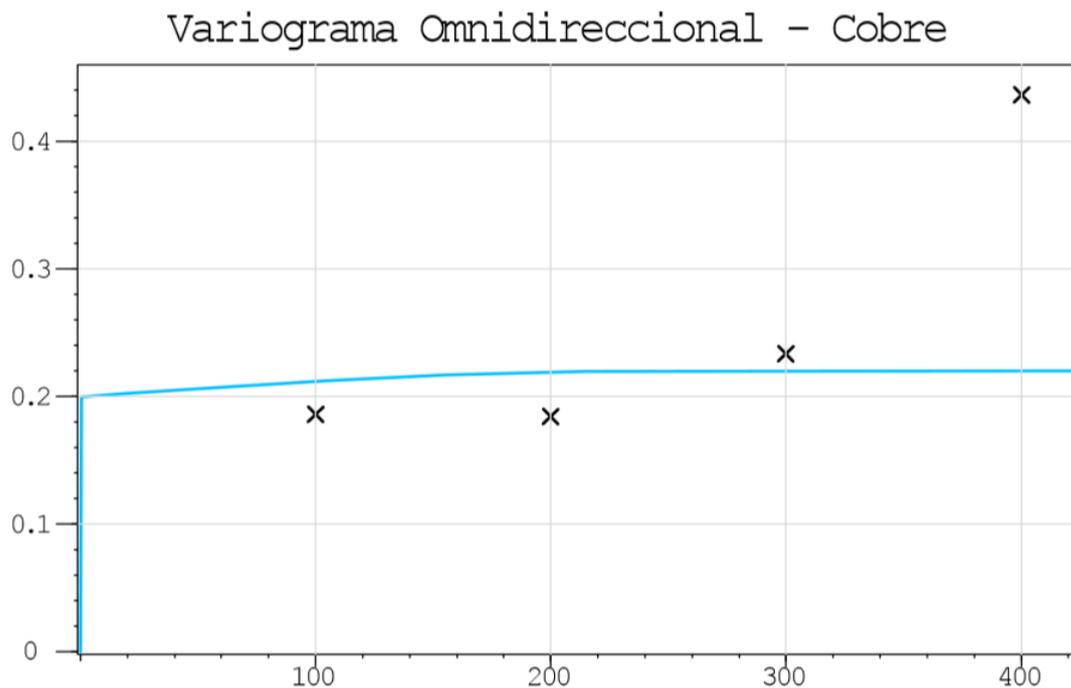
**Figura 8.2 Ejemplos de varios semivariogramas experimentales comunes. (a) Efecto pepita puro, indica que la variable es aleatoria. (b) Uno de los patrones más comunes en la práctica,  $\gamma(h)$  aumenta gradualmente hasta ser uniforme. (c) Similar al anterior, pero tras un periodo estable  $\gamma(h)$  vuelve a aumentar. El crecimiento parabólico puede interpretarse como una tendencia que puede considerarse estacionaria localmente. (d) "Hole effect", indica un caracter cíclico en la distribución especial de la variable.**

Como hemos mencionado anteriormente, un semivariograma obtenido a partir de datos experimentales suele tener forma de diente de sierra, y estos suelen sustituirse por aproximaciones matemáticas que se ajustan a ellos. Aunque hay varios modelos (lineal, exponencial, Gaussiano y esférico) el más empleado es el esférico.

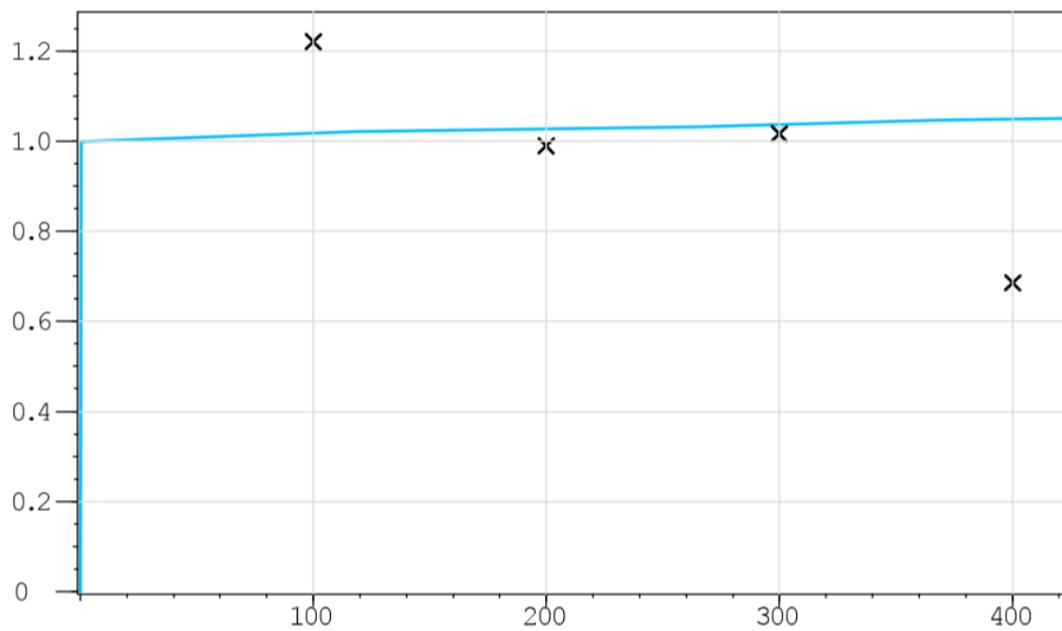
Para este estudio se han generado los variogramas omnidireccionales para los tres elementos mediante SGeMS, un software gratuito de modelado geoestadístico desarrollado por la universidad de Standford.

En nuestro caso la malla es muy abierta y hay pocos sondeos, por lo que los variogramas no permiten ver anisotropías, obteniendo en los semivariogramas planos, de efecto pepita puro. Sería recomendable para futuros estudios cerrar la malla o bien recurrir a cruces de sondeos que permitan realizar estimaciones representativas.

Si los variogramas mostraran una estructura clara se podría utilizar el método de kirging para la estimación de los bloques; pero al no ser el caso utilizaremos el método del inverso de las distancias, para el que no es necesario disponer de variogramas.



Variograma Omnidireccional - Plomo



Variograma Omnidireccional - Zinc

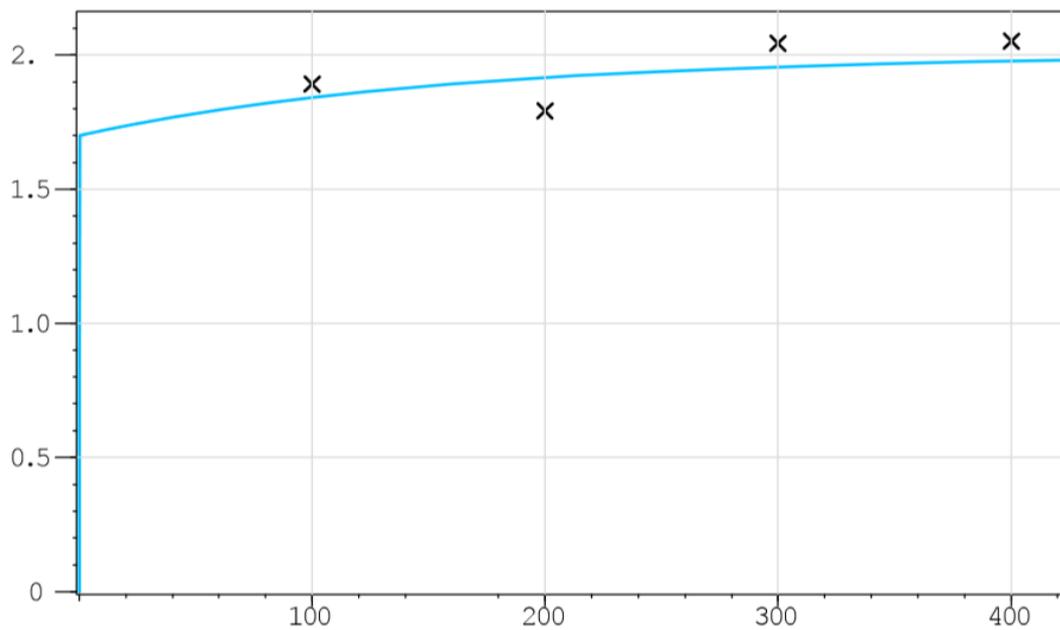


Figura 8.3 Variogramas omnidireccionales de los distintos elementos

## 9. MODELO DE BLOQUES

---

El siguiente paso es la construcción del modelo de bloques que representará el depósito y servirá como base para la estimación geoestadística de los recursos y reservas minerales. Dicho modelo se generará con el software RecMin.

El tamaño de bloque se debe elegir teniendo en cuenta varios factores, como las dimensiones del modelo final, el espaciado en la malla de sondeos o la morfología de la masa mineral.

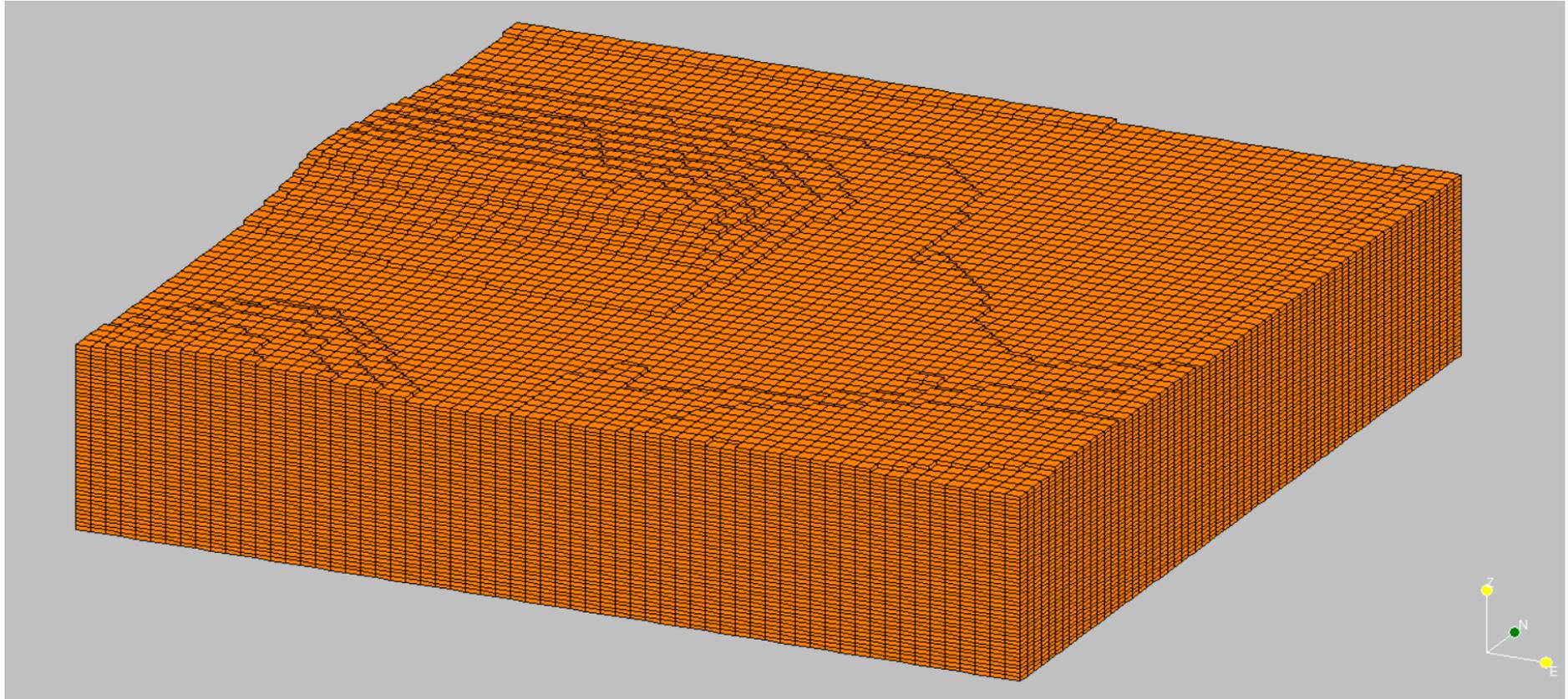
No se debe usar un tamaño de bloque excesivamente pequeño, ya que este tamaño producirá un modelo de bloques demasiado denso, ocasionando que el tiempo de cálculo y la probabilidad de obtener errores durante el proceso aumente.

Para el ancho y largo de bloque, diversos autores recomiendan unas dimensiones no inferiores a 1/5 del espaciado medio entre sondeos. Puesto que la malla de sondeos con la que trabajamos es bastante abierta, fijaremos tanto el ancho como el largo de bloque en 20 metros. Respecto a la altura del bloque, será igual a la altura de banco.

El modelo de bloques cubre toda el área de estudio, contando además con unos márgenes para poder plasmar en él la corta. Los parámetros y límites del modelo de bloques se resumen en la tabla 9.1.

<i>Dirección</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Tamaño de bloques</i>	<i>Nº de bloques</i>
<b>Este</b>	-200	1060	20	63
<b>Norte</b>	-200	1060	20	63
<b>Elevación</b>	280	550	5	58

*Tabla 9.1 Límites del modelo de bloques*



*Figura 9.1 Modelo de bloques*

## 9.1. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS

Ahora vamos a realizar una estimación de las leyes aplicando un método de extensión por el cual asignaremos un valor de ley a cada bloque, que permitirá el diseño de la corta óptima más adelante. Esta estimación se realiza solamente a aquellos bloques que contienen mineralización. Como ya explicamos en el capítulo anterior, dados los malos variogramas obtenidos, el método que vamos a emplear es el inverso de la distancia.

Este método estima los valores de la variable aplicando un factor de ponderación a cada muestra cuyo valor es el inverso de la distancia entre el centro de cada bloque elevado a una potencia  $n$ . Esta potencia  $n$  puede adoptar cualquier valor, aunque diversos autores señalan que el valor óptimo es 2.

El cálculo se ha realizado con el programa RecMin, a partir de los datos de composites elegidos (capítulo 7), multiplicando sus leyes por el inverso de la distancia al centro del bloque a calcular elevado al cuadrado. En nuestro caso, supondremos el depósito isótropo, por lo que en el elipsoide de búsqueda será en realidad una esfera. Además, dado que el depósito está dividido en dos masas, el cálculo se ha realizado en dos pasos, uno para cada lado de la falla. La distancia de influencia de las muestras se ha fijado en 100 metros, la misma longitud existente entre los sondeos. Los resultados se resumen en la siguiente tabla.

	MODELO DE BLOQUES		
	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
Ley media (%)	0,689	1,457	1,877
Contenido en metal (t)	111.305,87	232.339,05	299.313,93

**Tabla 9.2 Resumen de los recursos disponibles**

Los recursos de mineral bruto son de 15.946.400 toneladas.

## 9.2. CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE

Con el objetivo de incluir a todos los metales en el estudio económico, se hace necesario el cálculo de la ley equivalente de cada bloque. La ley equivalente no es más que referir la ley de cada subproducto (en nuestro caso el plomo y el zinc) a la ley del producto principal (el cobre) en función de la cotización de cada metal <sup>(1)</sup>. En nuestro caso hemos empleado la cotización de los tres metales el 1 de julio de 2015 según la web de *London Metal Exchange*:

- Cobre: 5.755,5 \$/t
- Plomo: 1.751,0 \$/t
- Zinc: 2.025,5 \$/t

La ley equivalente se ha calculado como:

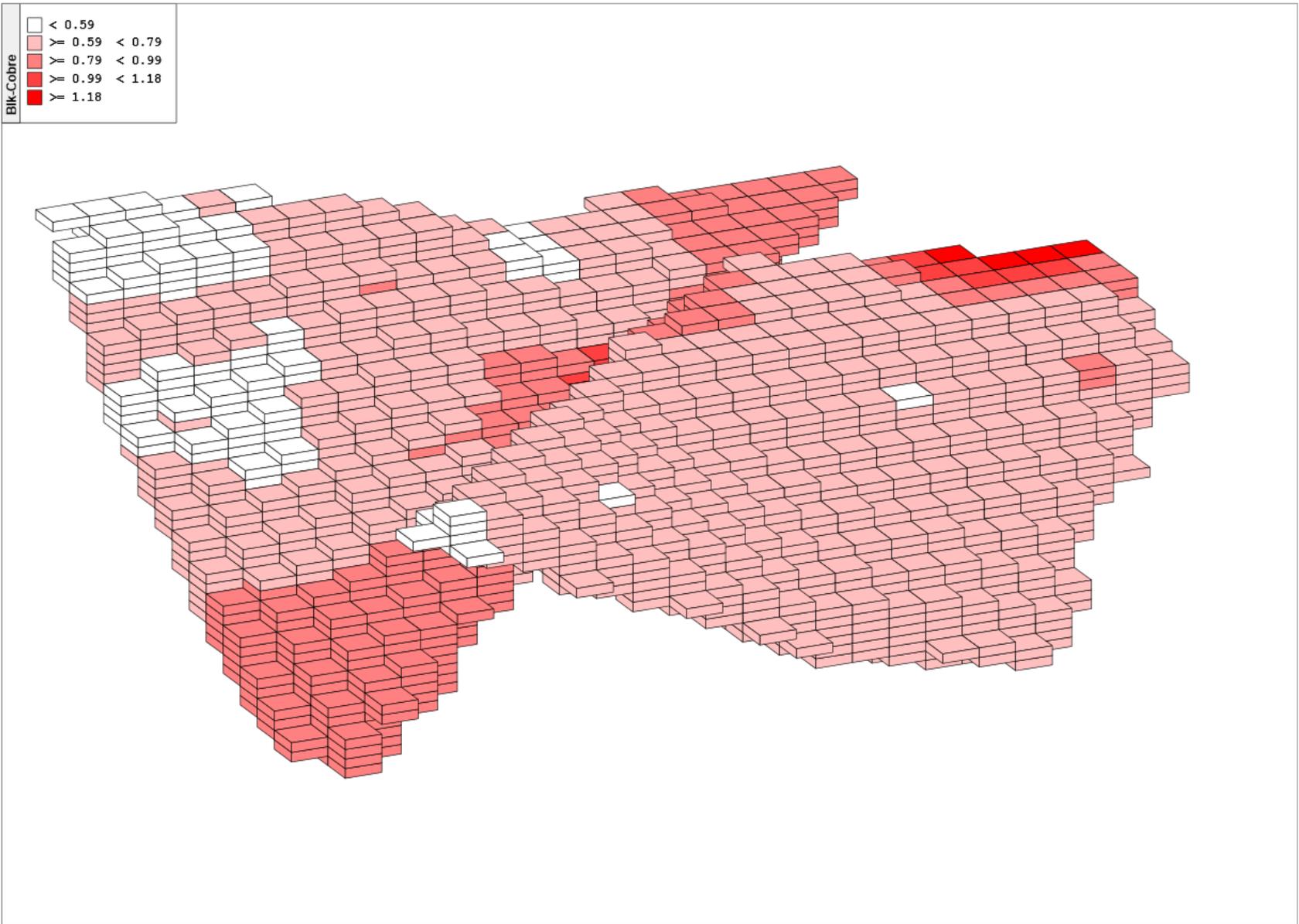
$$L.Eq. = L.Cu + L.Pb \cdot \frac{Cot.Pb}{Cot.Cu} + L.Zn \cdot \frac{Cot.Zn}{Cot.Cu}$$

Donde:

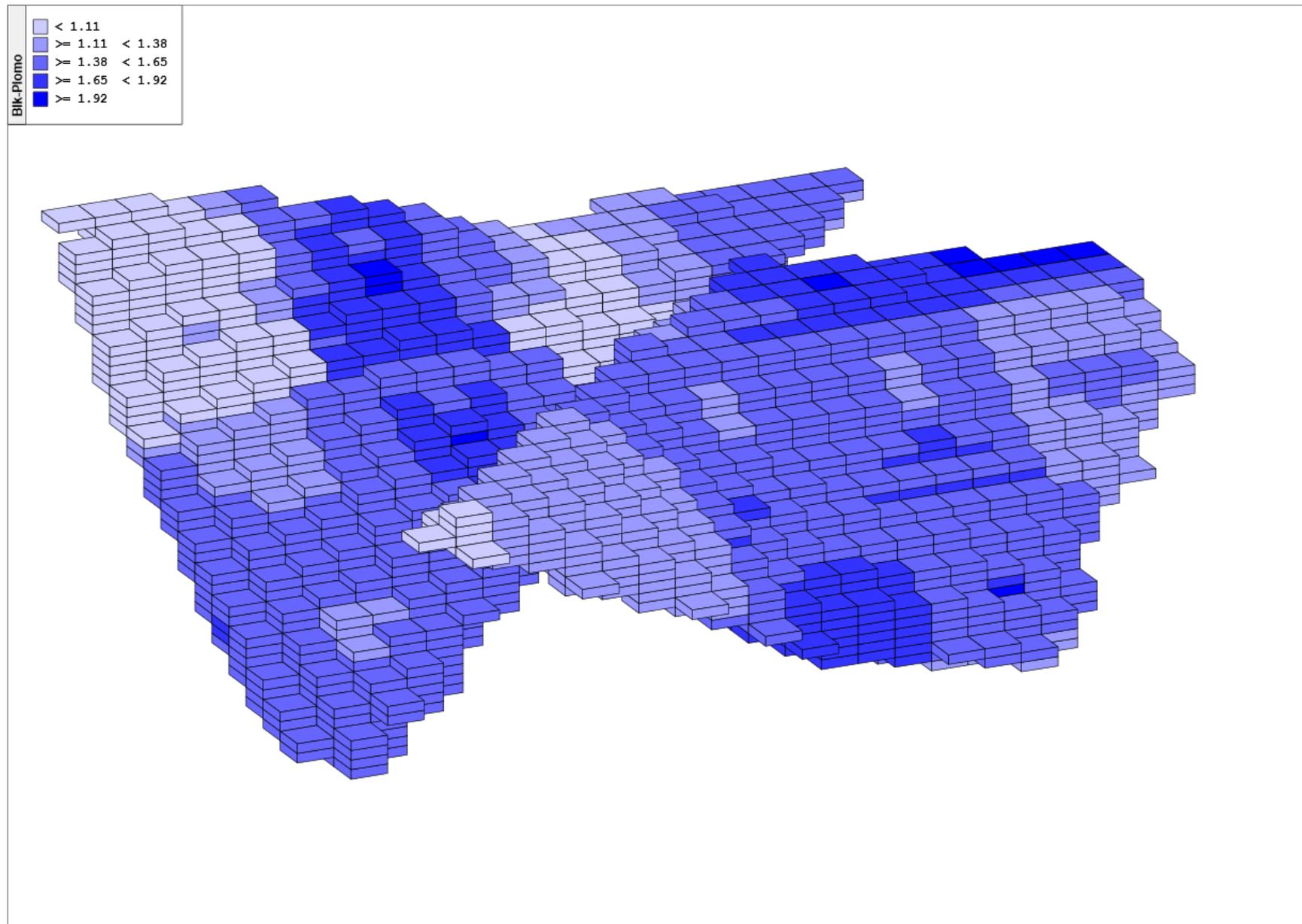
- L.Eq. = Ley equivalente
- L.N = Ley del metal "N"
- Cot.N = Cotización del metal "N"

Con las cotizaciones que vamos a emplear, los factores de ponderación para el plomo y el zinc son de 0,3042 y 0,3519 respectivamente.

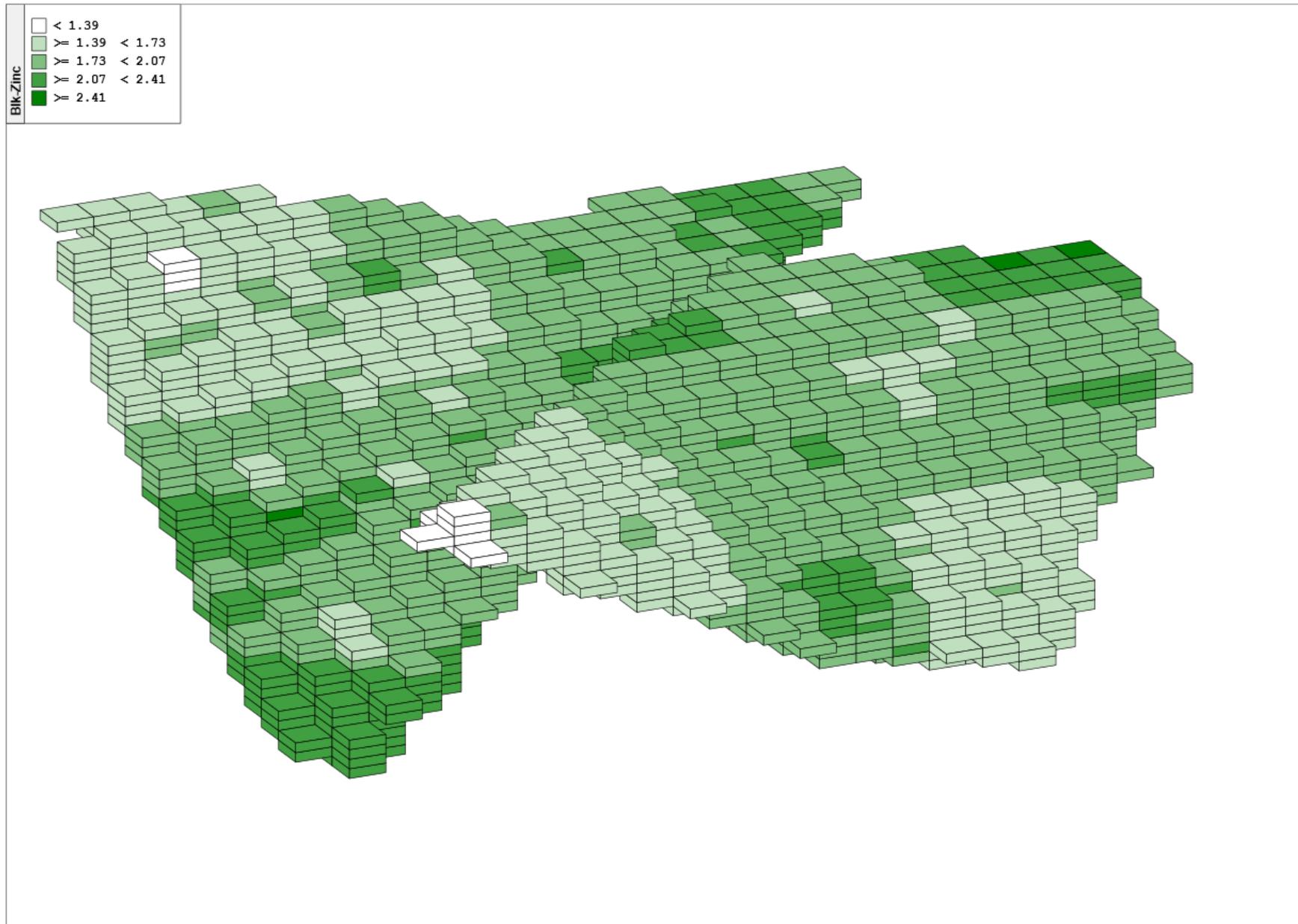
(1) Hemos supuesto que la recuperación en el lavado (rendimiento metal) es similar para las tres especies minerales (calcopirita, galena y esfalerita); por lo que la fórmula de ley equivalente no interviene el  $\rho_m$ .



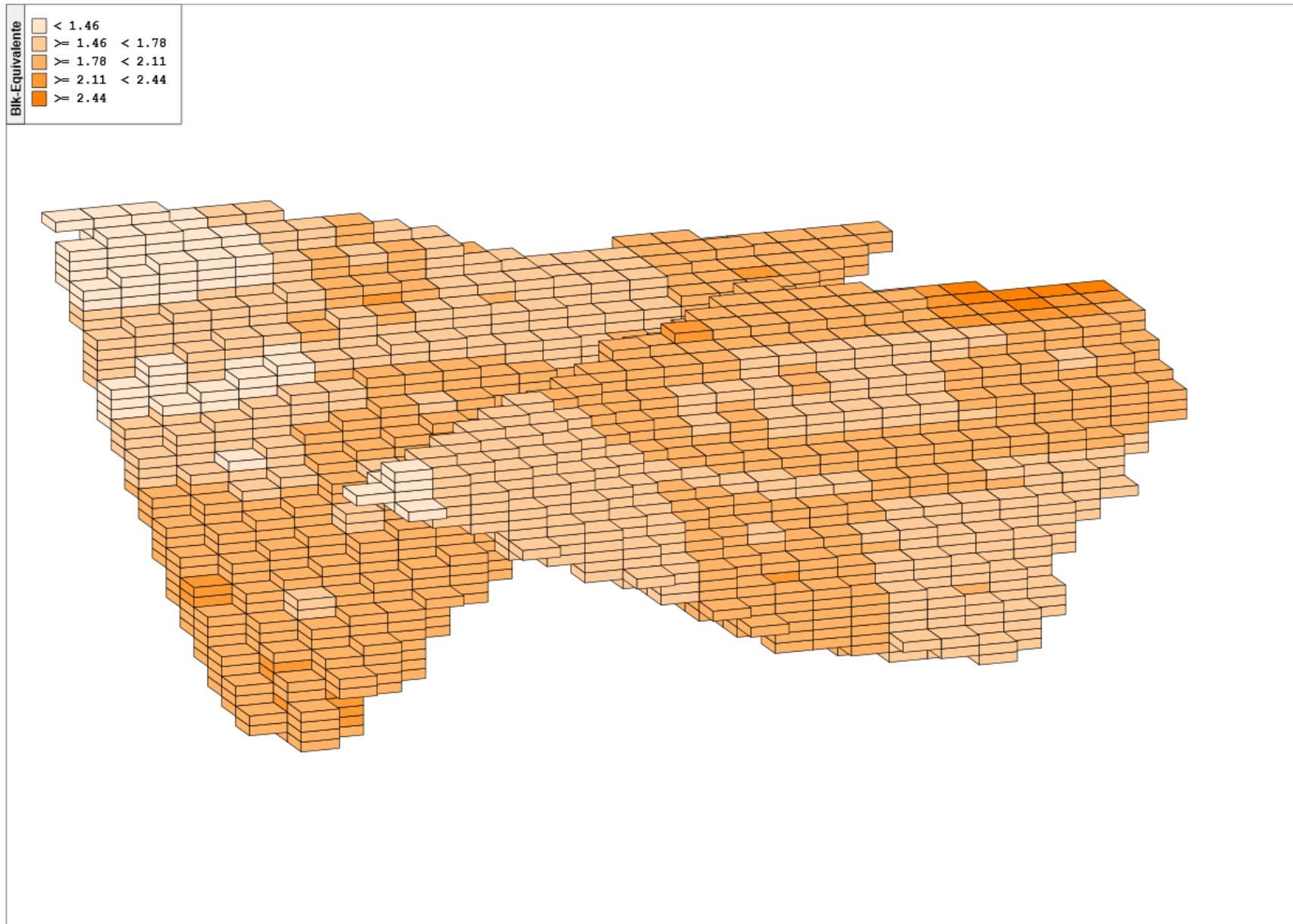
*Figura 9.2 Distribución de los intervalos de ley de cobre en el modelo de bloques*



*Figura 9.3 Distribución de los intervalos de ley de plomo en el modelo de bloques*



*Figura 9.4 Distribución de los intervalos de ley de zinc en el modelo de bloques*



*Figura 9.5 Distribución de los intervalos de ley equivalente en el modelo de bloques*

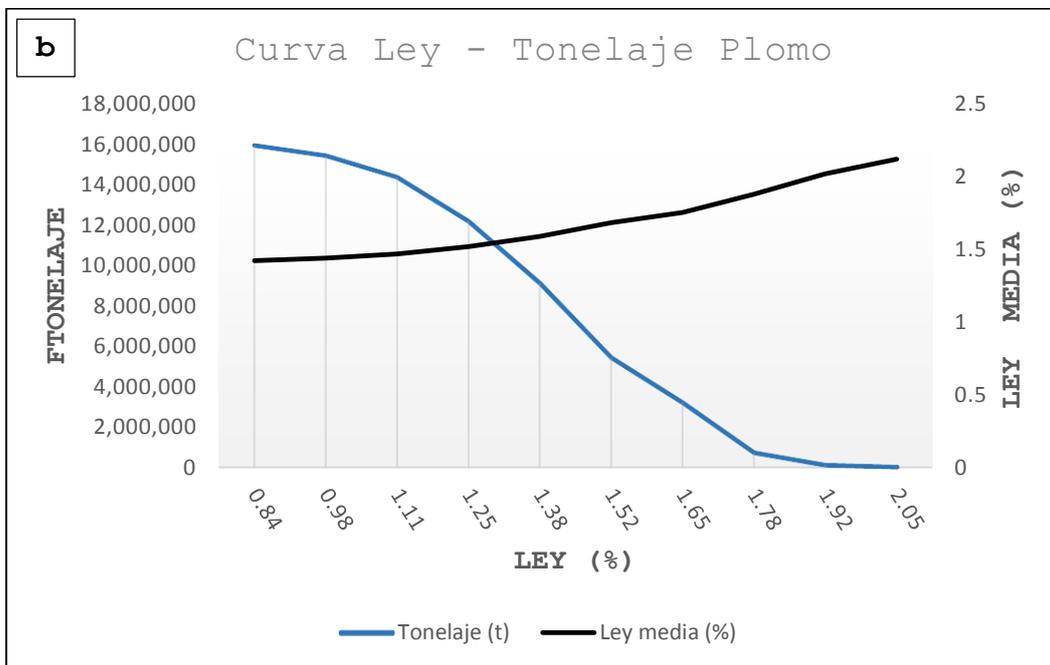
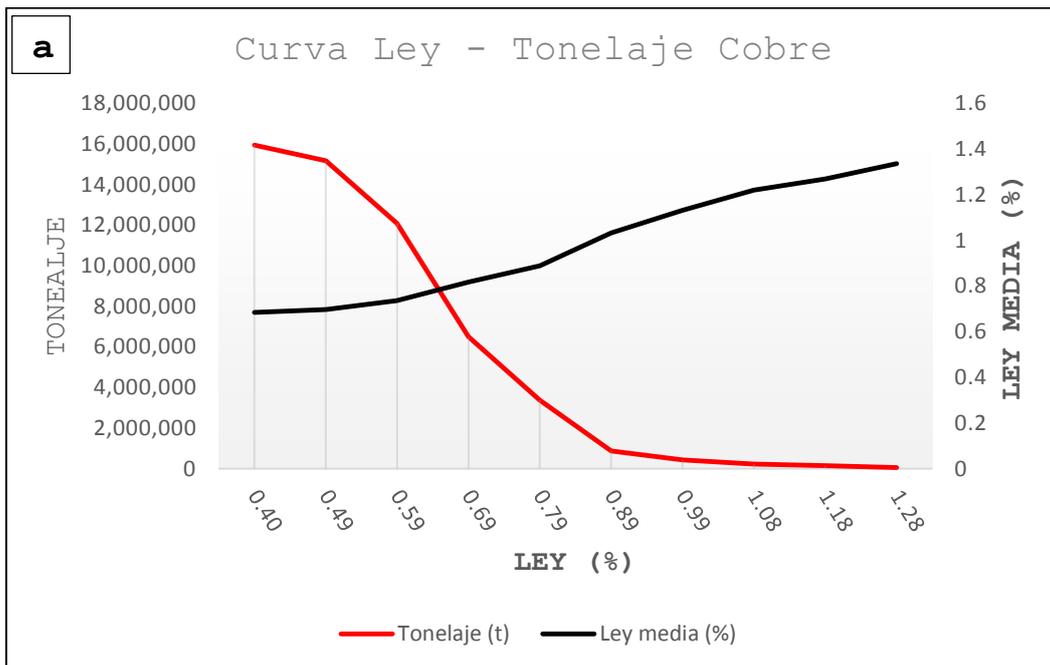
### 9.3. CURVAS LEY DE CORTE VERSUS TONELAJE Y LEY MEDIA VERSUS LEY DE CORTE

Las curvas ley de corte versus tonelaje y ley de corte versus ley media son muy importantes puesto que permiten conocer los tonelajes asociados a distintas leyes de corte, lo cual es de gran importancia a la hora de enfrentarse a oscilaciones en el precio del metal. El proceso seguido para obtener estas curvas se explica a continuación.

Conocidos los datos de los recursos del depósito, realizamos un inventariado del número de bloques y sus leyes, agrupándolos en intervalos. Es intuitivo reconocer que si consideramos que la ley del bloque más pobre es la ley de corte, obtendremos un tonelaje de mineral igual al total de los recursos disponibles. Del mismo modo, si vamos aumentando la ley de corte desde dicha ley hasta la del bloque más rico, el tonelaje de mineral disponible es cada vez menor. Este concepto es el que se presenta gráficamente en la curva ley de corte versus tonelaje.

Una vez trazada dicha curva, solo necesitamos calcular la ley media de todos los recursos cuya ley es superior o igual a la ley de corte. De la representación gráfica de estos dos variables podemos obtener para cada ley de corte, la ley media de las reservas.

El mismo procedimiento se suele realizar para las reservas, una vez se ha obtenido la corta óptima, y durante las fases de explotación, ya que teniendo los límites de cada una de dichas fases se pueden obtener las curvas correspondientes a las reservas mineras involucradas.



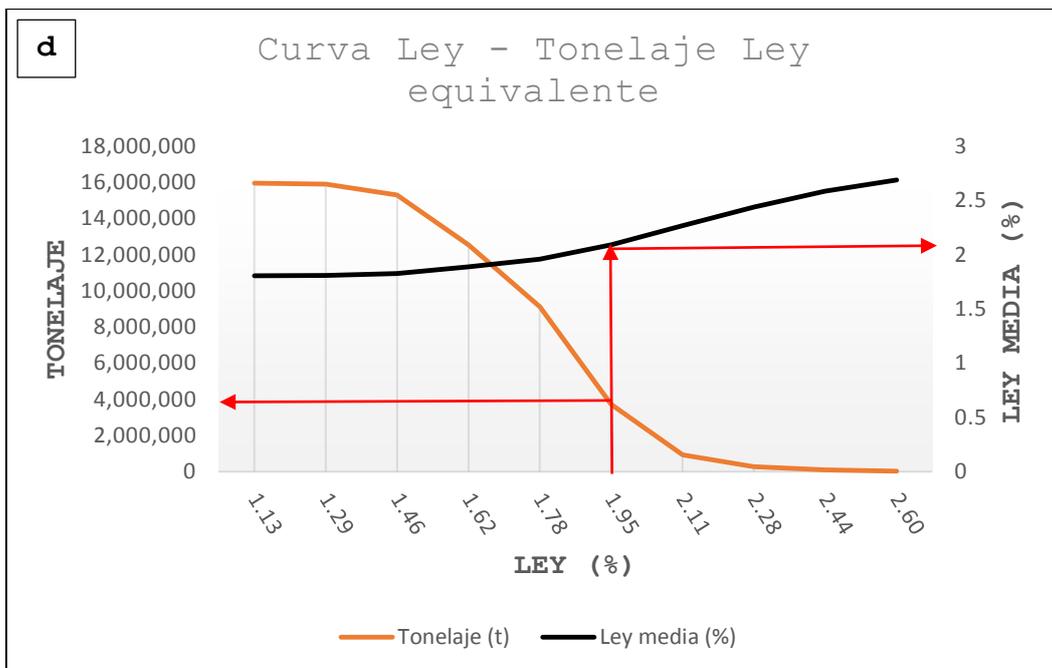
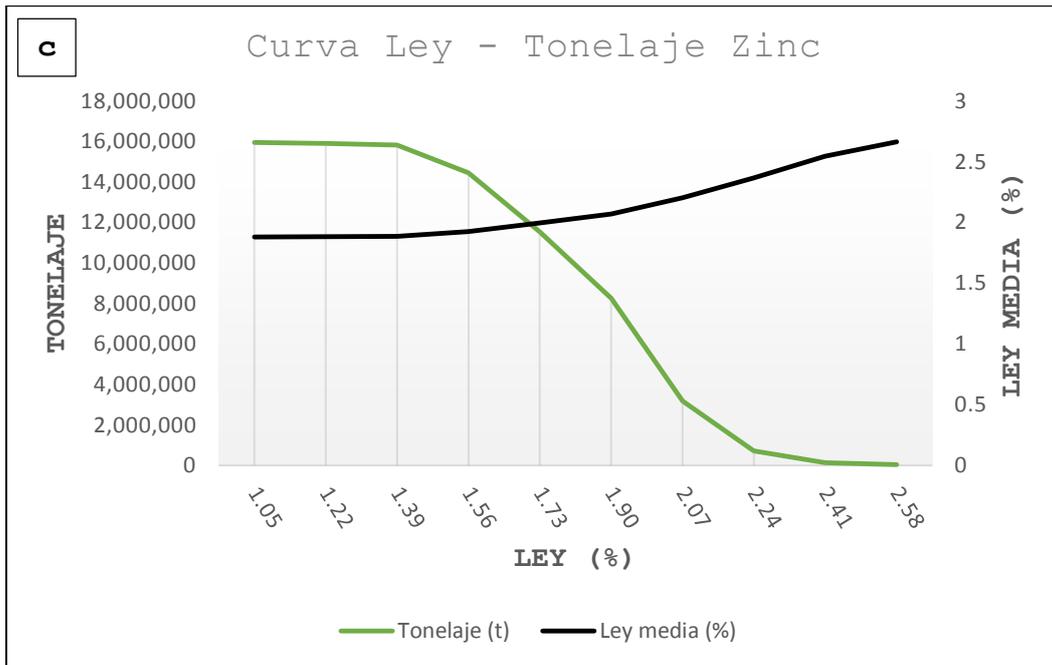


Figura 9.6 Curvas ley-tonelaje. a) Cobre b) Plomo c) Zinc d) Ley equivalente

En la Figura 9.6 d) aparece un ejemplo del uso de la curva ley de corte - tonelaje y ley de corte - ley media. Simplemente se traza una vertical desde la ley de corte elegida, en nuestro caso 1,95%, que corta ambas curvas. Trazando una horizontal hacia cada uno de sus respectivos ejes encontramos los valores buscados. En el ejemplo se muestra que tenemos 4 millones de toneladas con una

ley superior al 1,95%, y que dicha masa de minera tiene una ley media de aproximadamente 2,1%.

# 10. CORTA ÓPTIMA

---

Una vez preparado el modelo de bloques, vamos a aplicar sobre él una serie de criterios económicos y técnicos que nos permitirán conocer las reservas disponibles.

## *10.1. CALCULO DE LA LEY DE CORTE*

Como se explicó en el apartado 2, la definición de mineral (ore) está ligada al concepto de beneficio, es decir, a unos supuestos económicos. La distinción entre el mineral económico y el material que lo rodea, mineral marginal o material estéril, se hace en referencia a este parámetro.

Será mineral todo material cuya ley recuperable esté por encima de dicha ley de corte, y a su vez, será estéril, si está por debajo.

No obstante no debemos caer en la idea de que todo material cuya ley recuperable es mayor que la ley de corte debe ser extraído. En todo yacimiento habrá cierto mineral por encima de la ley de corte cuya explotación no sea rentable por diversos motivos.

Es necesario tener en cuenta que existe la posibilidad de que un depósito mineral presente zonas cuyos costes de explotación sean distintos a los previsibles. En este sentido, aquellas zonas netamente diferenciadas por sus costes, les corresponderían distintas leyes de corte.

Inversamente, otros materiales cuya ley sea menor a la ley de corte pueden quedar englobados en el diseño de la corta y por ello ofrecer un procesamiento rentable y ser considerados por tanto mineral pagable. Esto nos lleva a la consideración de que en minería a cielo abierto, la determinación de la ley de corte y el

proceso de diseño de corta, van íntimamente ligados y de una forma interactiva.

La definición clásica de la ley de corte la describe como la ley mínima que puede ser explotada y tratada, dando un beneficio; o bien aquella ley para la que se igualan los costes totales con el valor del metal recuperado. Esta acepción se ha ido ampliando y generalizando, introduciéndose nuevos criterios. La ley de corte óptima es aquella que maximiza los beneficios de la operación completa, a lo largo de toda la vida de la mina. Es decir, la ley de corte óptima es aquella que maximiza el V.A.N.

Todo ello nos hace comprender la complejidad de este parámetro, cuyo cálculo ha sido afrontado por muchos autores de diversas maneras. En nuestro caso, por el carácter preliminar de este estudio, no es posible realizar un cálculo económico detallado, en parte por la falta de información y también porque este variaría casi con total seguridad de manera sustancial en sucesivos estudios. Por ello y dada su sencillez, nosotros vamos a emplear el criterio de Lasky de la ley crítica o ley mínima explotable, es decir, aquella para la cual los costes igualan a los ingresos. En él, se propone la siguiente fórmula:

$$Lc = \frac{\sum C \cdot D}{Pu \cdot \rho_M \cdot FF}$$

Donde:

- $Lc$  = ley de corte
- $\sum C$  = suma de costes mineros y de procesamiento por unidad de tonelada
- $D$  = dilución
- $Pu$  = precio unitario del producto vendible
- $\rho_M$  = rendimiento metal
- $FF$  = factor fundición

Los datos de costes, rendimiento metal y factor fundición elegidos se han basado de los estudios realizados para la mina de Rio Tinto

(NI 43-101 Technical Report on EMED's Rio Tinto Copper Project Hueva Province, Spain) y han sido contrastados y ajustados consultando otras fuentes.

Los costes de explotación para mineral y estéril se han fijado en 3,5 \$/t. Los costes de molienda, procesamiento y concentrado de mineral en 30 \$/t mientras que la recuperación en el 85% y el factor de fundición, para unos costes de fundición de 100 \$/t, es del 98%. Respecto a la dilución, supondremos una contaminación del 10%, por lo que tendremos  $D = 1,1$ . Como precio del metal hemos tomado, tal y como indicamos en el apartado 9.2, una cotización del cobre de 5.755,5 \$/t

La ley de corte estimada, referida al cobre, es de 0,77.

## 10.2. DISEÑO DE LA CORTA ÓPTIMA

Para el cálculo de la corta óptima hemos empleado el software RecMin, que emplea el método del cono flotante. Este método no es más que un estudio económico de los bloques mineralizados y estériles que caen dentro de un cono invertido cuyo vértice va cambiando de posición.

Básicamente consiste en fijar una ley de corte y buscar desde la superficie del modelo hacia su interior, el primer bloque que la supere. Al encontrarlo, se comprueba si los beneficios netos obtenidos por explotar la mineralización que se encuentra dentro del cono superan los gastos de extraer el estéril que se encuentra también dentro del cono. Si el resultado es positivo, se eliminan todos los bloques implicados, si no, permanecen. Se continúa la búsqueda del siguiente bloque y se sigue el mismo procedimiento.

Por ello el método requiere la definición de una serie de parámetros como los costes de explotación de mineral y estéril, de procesamiento, ángulos de la corta, etc.

Dada la sencillez del algoritmo, su incorporación a un software resulta fácil y, pese a que puede presentar algunos problemas,

sus resultados son lo suficientemente seguros como para confiar en los resultados.

Los parámetros que se han definido para la optimización han sido:

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<b>Coste de explotación del estéril</b>	3,5 \$/t
<b>Coste de explotación del mineral</b>	3,5 \$/t
<b>Costes de tratamiento del mineral</b>	30 \$/t
<b>Recuperación</b>	85 %
<b>Cotización del cobre</b>	5.755,5 \$/t
<b>Talud</b>	Mitad norte: 30°
	Mitad sur: 55°

*Tabla 10.1 Parámetros empleados para el método del cono flotante*

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas.

	<i>Tonelaje</i>	<i>Ratio E:M</i>
<b>Estéril</b>	57.832.600	3,71
<b>Mineral bruto</b>	15.568.200	

*Tabla 10.2 Tonelajes de estéril y mineral*

A su vez, el contenido en metal del mineral bruto es:

	<b>CORTA ÓPTIMA</b>		
	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
<b>Ley media (%)</b>	0,699	1,461	1,880
<b>Contenido en metal (t)</b>	108.821,72	227.295,72	292.682,16

*Tabla 10.2 Resumen de las reservas estimadas*



**Figura 10.1 Mapa topográfico de la situación final de la corta calculada**

# 11. CONCLUSIONES

---

El depósito estudiado en este proyecto, situado en la Faja Pirítica Ibérica, es un depósito estratiforme de sulfuros masivos volcanogénicos recubierto por una montera de gossan.

La masa de mineral ha sido reconocida por una campaña de 18 sondeos distribuidos en 3 filas de 5 sondeos y una última fila de 3, siendo la separación de 100 metros tanto para filas como para columnas. En ella se ha detectado cobre, plomo y zinc en forma de calcopirita, galena y esfalerita.

A partir de la información obtenida a través del análisis de los testigos recuperados se ha realizado una modelización y evaluación de esta mineralización, para la cual se ha elaborado un modelo de bloques sobre el que se ha aplicado el método del inverso del cuadrado de las distancias. La siguiente tabla muestra los recursos y reservas estimados:

	Categoría	
	Recursos	Reservas
<b>Tonelaje</b>	15.946.400	15.568.200
<b>Ley de Cu</b>	0,689	0,699
<b>Ley de Pb</b>	1,457	1,461
<b>Ley de Zn</b>	1,877	1,880
<b>Contenido en Cu</b>	111.305,87	108.821,72
<b>Contenido en Pb</b>	232.339,05	227.295,72
<b>Contenido en Zn</b>	299.313,93	292.682,16

*Tabla 11.1 Resumen de recursos y reservas*

El alto interés económico del cobre y su alta cotización, se reflejan en el diseño de la corta realizado, que plantea la recuperación del 97,6% del mineral.

Por último se ha realizado el balance económico global bruto, es decir, no se ha tenido en cuenta la amortización de la inversión, impuestos, gastos financieros, etc.

<i>Ingresos</i>		
<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
Metal contenido (t)		
108.821,72	227.295,72	292.682,16
Metal pagable ( $Mc \cdot \rho_M \cdot FF$ ) (t)		
90.648,49	189.337,33	243.804,24
Valor producción (\$)		
521.727.400,08	331.529.673,16	493.825.486,66

<b>Total (\$):</b>	1.347.082.559,91
--------------------	------------------

<i>Costes</i>		
<b>Mineral</b>	<b>Esteril</b>	<b>M+E</b>
Tonelaje		
15.568.200,00	57.832.600,00	73.400.800,00
Costes de extracción (\$)		
54.488.700,00	202.414.100,00	256.902.800,00
Costes de tratamiento (\$)		
467.046.000,00	0,00	467.046.000,00

<b>Total (\$):</b>	723.948.800,00
--------------------	----------------

De la diferencia entre los ingresos y los costes obtenemos el margen bruto, que resulta en 623.133.759,91 \$.

En vista del margen bruto obtenido, que presumiblemente será suficiente para costear la construcción de las infraestructuras, compra de maquinaria y otros gastos económicos y administrativos, solo queda recordar que estos cálculos tan solo validan la estimación global del yacimiento. Se recomienda por tanto realizar una segunda campaña de sondeos, cerrando la malla actual, para

realizar una nueva estimación de bloques más fiable que permita una programación a corto y medio plazo.

# 12. BIBLIOGRAFÍA

---

Para la realización de este trabajo se han consultado las siguientes fuentes:

**Schermerhorn J. L. G.** *An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt*. Boletín Geológico y Minero Tomo 82 (1971).

**Fernando Tornos Arroyo.** *La Geología y Metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica*. Revista de la sociedad española de mineralogía, macla n°10 (2008)

**M. Bustillo Revuelta y C. López Jimeno.** Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Minerals (1997).

**Alastair J. Sinclair y Garston H. Blackwell.** Applied Mineral Inventory Estimation (2002).

**E. Orche.** Manual de evaluación de yacimientos (1999)

**J. Ignacio Manteca Martínez.** De la modelización del yacimiento a la producción minera diaria. Seguimiento y control geológico de una explotación minera (1993). Tesis Doctoral de la Universidad Complutense de Madrid.

**J. Ignacio Manteca Martínez.** Apuntes de la asignatura "Yacimientos Minerales" y "Evaluación de recursos minerales".

**EMED Mining Public Limited.** Technical Report on EMED's Río Tinto Copper Project Huelva Province, Spain (2013)

**Canadian Institute of mining, metallurgy and petroleum.** CIM Standards on mineral resources and reserves. **H. Soltanmohammadil.** Selection of practical bench height in open pit mining using a multi-criteria decision making solution. Journal of Geology and Mining Research Vol 2.

**J.M. Rendu.** An Introduction to cut-off grade estimation.

**SME.** Mining Engineering Handbook.

**Stantec Consulting.** Hard Rock Miner's Handbook.

**John C. Davis.** Statistics and Data Analysis in Geology.

**Dynamac Corporaiaon.** Cost estimating Handbook.

**Freeport-McMoRan Inc.** 2014 Annual Report. Value at our core.

Modelización y valoración de un depósito reconocido  
por sondeos

# ANEJO A

Datos de sondeos y composites



# EVALUACIÓN DE UN YACIMIENTO DE SULFUROS COMPLEJOS

## DATOS OBTENIDOS A PARTIR DE LOS SONDEOS Y ENSAYOS QUÍMICOS

Realizado por:

Miguel Muñoz Martínez

Kaoutar Nahli Yahloul

Miguel Ángel Jiménez Martínez

Asignatura: Evaluación de Recursos Minerales

Titulación: Ingeniería Técnica de Minas, Esp.: Explotación de Minas

Fecha de realización: Curso académico 2010 - 2011

Modificado por: Alejandro Sanz Serrano



**RESULTADOS DE LOS SONDEOS:**  
**Datos obtenidos por sondistas y geólogo,**

<b>SONDEO A-1</b>	<b>Cota = 529,50 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 57,50	5750	2588	Pizarras
57,50 - 60,50	300	1025	Complejo mineral
60,50 - 63,50	300	156	Ídem
63,50 - 66,50	300	183	Ídem
66,50 - 69,50	300	101	Ídem
69,50 - 72,50	300	273	Ídem
72,50 - 75,50	300	225	Ídem
75,50 - 78,50	300	264	Ídem
78,50 - 81,50	300	66	Ídem
81,50 - 84,50	300	188	Ídem
84,50 - 87,50	300	193	Ídem
87,50 - 90,50	300	79	Ídem
90,50 - 93,50	300	171	Ídem
93,50 - 94,50	100	53	Ídem
94,50 - 119,50	2500	2207	Dacitas

<b>SONDEO A-2</b>	<b>Cota = 530,5 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 57,50	5750	4567	Pizarras
57,50 - 60,50	300	247	Complejo mineral
60,50 - 63,50	300	231	Ídem
63,50 - 66,50	300	210	Ídem
66,50 - 69,50	300	277	Ídem
69,50 - 72,50	300	281	Ídem
72,50 - 75,50	300	88	Ídem
75,50 - 78,50	300	92	Ídem
78,50 - 81,50	300	166	Ídem
81,50 - 84,50	300	189	Ídem
84,50 - 86,50	200	77	Ídem
86,50 - 106,50	2000	1735	Dacitas



## Evaluación Yacimientos

<b>SONDEO A-3</b>	<b>Cota = 510,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 22,00	2200	1055	Conglomerados y arenas
22,00 - 40,00	1800	1634	Pizarras
40,00 - 43,00	300	195	Gossan
43,00 - 46,00	300	227	Ídem
46,00 - 49,00	300	199	Ídem
49,00 - 50,00	100	58	Ídem
50,00 - 52,00	300	167	Complejo mineral
52,00 - 55,00	300	267	Ídem
55,00 - 58,00	300	Sin recuperación	
58,00 - 61,00	300	95	Ídem
61,00 - 64,00	300	134	Ídem
64,00 - 67,00	300	215	Ídem
67,00 - 70,00	300	177	Ídem
70,00 - 73,00	300	289	Ídem
73,00 - 110,00	3700	2990	Dacitas
110,00 - 130,00	2000	1755	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO A-4</b>	<b>Cota = 508,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 18,00	1800	935	Conglomerados y arenas
18,00 - 37,00	1900	1653	Pizarras
37,00 - 40,00	300	246	Gossan
40,00 - 43,00	300	223	Ídem
43,00 - 46,00	300	193	Ídem
46,00 - 49,00	300	253	Ídem
49,00 - 50,00	100	74	Ídem
50,00 - 52,00	200	106	Complejo mineral
52,00 - 55,00	300	217	Ídem
55,00 - 58,00	300	170	Ídem
58,00 - 61,00	300	253	Ídem
61,00 - 64,00	300	285	Ídem
64,00 - 67,00	300	95	Ídem
67,00 - 68,50	150	128	Ídem
68,50 - 70,00	150	133	Ídem
70,00 - 73,00	300	165	Ídem
73,00 - 76,00	300	93	Ídem
76,00 - 79,00	300	152	Ídem
79,00 - 82,00	300	236	Ídem
82,00 - 85,00	300	264	Ídem
85,00 - 119,00	3400	2850	Dacitas. A la base paso de falla.



## Evaluación Yacimientos

119,00 - 138,00	1900	1810	Tobas dacíticas y pizarras
-----------------	------	------	----------------------------

<b>SONDEO A-5</b>	<b>Cota = 512,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 19,00	1900	1055	Conglomerados y arenas
19,00 - 107,00	8800	7615	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-1</b>	<b>Cota = 510,5 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,50	2050	1015	Conglomerados y arenas
20,50 - 50,50	3000	2575	Grauvacas
50,50 - 104,50	5400	4895	Pizarras
104,50 - 107,50	300	213	Complejo mineral
107,50 - 110,50	300	108	Ídem
110,50 - 113,50	300	166	Ídem
113,50 - 116,50	300	222	Ídem
116,50 - 118,50	200	105	Ídem
118,50 - 121,50	300	265	Ídem
121,50 - 122,50	100	83	Ídem
122,50 - 125,50	300	255	Ídem
125,50 - 128,50	300	135	Ídem
128,50 - 131,50	300	295	Ídem
131,50 - 134,50	300	246	Ídem
134,50 - 137,50	300	198	Ídem
137,50 - 140,50	300	152	Ídem
140,50 - 170,50	3000	2655	Dacitas
170,50 - 180,50	1000	695	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-2</b>	<b>Cota = 510,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,00	2000	830	Conglomerados y arenas
20,00 - 41,00	2100	1750	Grauvacas
41,00 - 84,00	4300	3595	Pizarras
84,00 - 86,50	250	156	Complejo mineral
86,50 - 88,00	150	125	Ídem



Evaluación Yacimientos

88,00 - 90,00	200	154	Ídem
90,00 - 93,00	300	255	Ídem
93,00 - 96,00	300	275	Ídem
96,00 - 98,00	200	177	Ídem
98,00 - 100,00	200	159	Ídem
100,00 - 103,00	300	201	Ídem
103,00 - 106,00	300	237	Ídem
106,00 - 109,00	300	213	Ídem
109,00 - 111,00	200	85	Ídem
111,00 - 114,00	300	155	Ídem
114,00 - 117,00	300	173	Ídem
117,00 - 120,00	300	293	Ídem
120,00 - 134,00	1400	1350	Dacitas

<b>SONDEO B-3</b>	<b>Cota = 511,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 21,00	2100	1140	Conglomerados y arenas
21,00 - 56,00	3500	3075	Grauvacas
56,00 - 101,00	4500	4195	Pizarras
101,00 - 104,00	300	271	Complejo mineral
104,00 - 106,00	200	176	Ídem
106,00 - 109,00	300	199	Ídem
109,00 - 110,00	100	91	Ídem. A la base, en el contacto paso de falla.
110,00 - 161,00	5100	3105	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-4</b>	<b>Cota = 510,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,00	2000	930	Conglomerados y arenas
20,00 - 24,00	400	305	Pizarras
24,00 - 27,00	300	1050	Gossan
27,00 - 30,00	300	111	Ídem
30,00 - 33,00	300	123	Ídem
33,00 - 36,00	300	77	Ídem
36,00 - 39,00	300	123	Ídem
39,00 - 41,00	200	176	Ídem
41,00 - 43,00	200	179	Ídem
43,00 - 46,00	300	254	Ídem
46,00 - 47,50	150	135	Ídem
47,50 - 50,00	250	201	Ídem
50,00 - 52,00	200	188	Complejo mineral



## Evaluación Yacimientos

52,00 - 55,00	300	205	Ídem
55,00 - 58,00	300	288	Ídem
58,00 - 61,00	300	76	Ídem
61,00 - 64,00	300	255	Ídem
64,00 - 67,00	300	535	Ídem
67,00 - 68,00	100	70	Ídem
68,00 - 116,00	4800	4070	Dacitas
116,00 - 125,00	900	775	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-5</b>	<b>Cota = 511,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 22,00	2200	1050	Conglomerados y arenas
22,00 - 25,00	300	277	Gossan
25,00 - 28,00	300	256	Ídem
28,00 - 31,00	300	238	Ídem
31,00 - 33,00	200	175	Ídem
33,00 - 35,00	200	65	Ídem
35,00 - 38,00	300	75	Ídem
38,00 - 41,00	300	2155	Ídem
41,00 - 44,00	300	259	Ídem
44,00 - 47,00	300	151	Ídem
47,00 - 50,00	300	289	Ídem
50,00 - 51,00	200	142	Complejo mineral
51,00 - 54,00	300	268	Ídem
54,00 - 57,00	300	257	Ídem
57,00 - 59,00	200	190	Ídem
59,00 - 85,00	2600	2395	Dacitas

<b>SONDEO C-1</b>	<b>Cota = 510,5 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,50	2050	1050	Conglomerados y arenas
20,50 - 98,50	7800	6355	Grauvacas
98,50 - 152,50	5400	5010	Pizarras
152,50 - 155,50	300	258	Complejo mineral
155,50 - 158,50	300	207	Ídem
158,50 - 161,50	300	154	Ídem
161,50 - 162,50	100	84	Ídem
162,50 - 164,00	200	164	Ídem
164,00 - 167,00	300	59	Ídem
167,00 - 170,00	300	275	Ídem



## Evaluación Yacimientos

170,00 - 173,00	300	285	Ídem
173,00 - 176,00	300	106	Ídem
176,00 - 179,00	300	191	Ídem
179,00 - 181,00	200	85	Ídem
181,00 - 184,00	300	145	Ídem
184,00 - 187,00	300	104	Ídem
187,00 - 190,00	300	289	Ídem
190,00 - 193,00	300	187	Ídem
193,00 - 194,50	150	114	Ídem
194,50 - 206,50	1200	825	Dacitas

<b>SONDEO C-2</b>	<b>Cota = 512,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,00	2000	835	Conglomerados y arenas
20,00 - 76,00	5600	3775	Grauvacas
76,00 - 94,00	1800	1295	Pizarras. A la base se ve un paso de falla
94,00 - 97,00	300	288	Dacitas
97,00 - 136,00	3900	3050	Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO C-3</b>	<b>Cota = 511,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 21,00	2100	835	Conglomerados y arenas
21,00 - 72,00	5100	4068	Pizarras
72,00 - 75,00	300	278	Complejo mineral
75,00 - 78,00	300	214	Ídem
78,00 - 80,00	200	131	Ídem
80,00 - 82,00	200	138	Ídem
82,00 - 83,00	100	77	Ídem
83,00 - 85,00	200	125	Ídem
85,00 - 88,00	300	215	Ídem
88,00 - 91,00	300	256	Ídem
91,00 - 92,00	100	92	Ídem
92,00 - 94,00	200	111	Ídem
94,00 - 96,50	250	201	Ídem
96,50 - 98,00	150	131	Ídem
98,00 - 101,00	300	102	Ídem



Evaluación Yacimientos

101,00 - 104,00	300	98	Ídem
104,00 - 107,00	300	216	Ídem
107,00 - 110,00	300	247	Ídem
110,00 - 139,00	2900	22,44	Dacitas

<b>SONDEO C-4</b>	<b>Cota = 509,50 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 21,50	2150	885	Conglomerados y arenas
21,50 - 73,50	5200	4776	Pizarras
73,50 - 76,50	300	281	Complejo mineral
76,50 - 79,50	300	137	Ídem
79,50 - 81,50	200	184	Ídem
81,50 - 84,50	300	175	Ídem
84,50 - 87,50	300	92	Ídem
87,50 - 90,50	300	129	Ídem
90,50 - 93,50	300	260	Ídem
93,50 - 96,50	300	235	Ídem
96,50 - 98,50	200	121	Ídem
98,50 - 100,00	150	81	Ídem
100,00 - 103,00	300	115	Ídem
103,00 - 104,50	150	89	Ídem
104,50 - 107,50	300	201	Ídem
107,50 - 110,50	300	255	Ídem
110,50 - 112,50	200	115	Ídem
112,50 - 115,50	300	33	Ídem
115,50 - 118,50	300	133	Ídem
118,50 - 121,50	300	290	Ídem
121,50 - 124,50	300	208	Ídem
124,50 - 126,50	200	73	Ídem
126,50 - 128,50	200	151	Ídem
128,50 - 149,50	2100	1344	Dacitas

<b>SONDEO C-5</b>	<b>Cota = 511,5 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 20,50	2050	886	Conglomerados y arenas
20,50 - 67,50	4700	3125	Pizarras
67,50 - 70,50	300	246	Complejo mineral



## Evaluación Yacimientos

70,50 - 73,50	300	214	Ídem
73,50 - 76,50	300	235	Ídem
76,50 - 79,50	300	163	Ídem
79,50 - 81,00	150	200	Ídem
81,50 - 83,00	150	171	Ídem
83,00 - 86,00	300	199	Ídem
86,00 - 89,00	300	77	Ídem
89,00 - 91,00	200	99	Ídem
91,00 - 94,00	300	283	Ídem
94,00 - 97,00	300	230	Ídem
97,00 - 100,00	300	157	Ídem
100,00 - 103,00	150	89	Ídem
103,00 - 106,00	300	248	Ídem
106,00 - 108,00	200	175	Ídem
108,00 - 110,00	200	184	Ídem
110,00 - 111,50	150	95	Ídem
111,50 - 141,50	3000	2365	Dacitas

<b>SONDEO D-2</b>	<b>Cota = 511,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 19,00	1900	873	Conglomerados y arenas
19,00 - 28,00	900	661	Grauvacas
28,00 - 71,00	4300	3197	Pizarras
71,00 - 74,00	300	267	Complejo mineral
74,00 - 77,00	300	275	Ídem
77,00 - 80,00	300	156	Ídem
80,00 - 83,00	300	103	Ídem
83,00 - 86,00	150	71	Ídem
86,00 - 89,00	150	91	Ídem
89,00 - 92,00	300	199	Ídem
92,00 - 93,00	100	99	Ídem
93,00 - 96,00	300	222	Ídem
96,00 - 98,00	200	81	Ídem
98,00 - 101,00	300	203	Ídem
101,00 - 104,00	300	403	Ídem
104,00 - 106,00	200	171	Ídem
106,00 - 125,00	1900	885	Dacitas

<b>SONDEO D-3</b>	<b>Cota = 513,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 18,00	1800	735	Conglomerados y arenas



## Evaluación Yacimientos

18,00 - 63,00	4500	3380	Grauvacas
63,00 - 113,00	5000	4075	Pizarras
113,00 - 116,00	300	155	Complejo mineral
116,00 - 119,00	300	188	Ídem
119,00 - 121,00	300	262	Ídem
121,00 - 124,00	300	244	Ídem
124,00 - 126,00	300	223	Ídem
126,00 - 129,00	300	172	Ídem
129,00 - 131,00	200	117	Ídem
131,00 - 134,00	300	208	Ídem
134,00 - 137,00	300	201	Ídem
137,00 - 139,00	200	99	Ídem
139,00 - 141,00	200	95	Ídem
141,00 - 144,00	300	212	Ídem
144,00 - 146,00	200	106	Ídem
146,00 - 149,00	300	220	Ídem
149,00 - 151,00	200	105	Ídem
151,00 - 153,00	200	170	Ídem
153,00 - 173,00	2000	1237	Dacitas

<b>SONDEO D-4</b>	<b>Cota = 512,0 m</b>	Longitud Recuperada (cm)	Terrenos atravesados
Tramo (m)	Longitud parcial (cm)		
0,00 - 18,00	1800	773	Conglomerados y arenas
18,00 - 62,00	4400	3321	Grauvacas
62,00 - 122,00	6000	3895	Pizarras
122,00 - 125,00	300	247	Complejo mineral
125,00 - 128,00	300	209	Ídem
131,00 - 134,00	300	265	Ídem
134,00 - 137,00	300	203	Ídem
137,00 - 140,00	300	172	Ídem
140,00 - 143,00	300	211	Ídem
143,00 - 146,00	300	195	Ídem
146,00 - 149,00	300	169	Ídem
149,00 - 151,00	300	137	Ídem
151,00 - 154,00	300	242	Ídem
157,00 - 160,00	300	226	Ídem
160,00 - 163,00	300	139	Ídem
163,00 - 166,00	300	133	Ídem
166,00 - 168,00	200	151	Ídem
168,00 - 187,00	1900	1231	Dacitas

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUÍMICOS REALIZADOS A LOS TRAMOS MINERALIZADOS



## Evaluación Yacimientos

<b>SONDEO A-1</b>				
Tramo (m)	Cu%	Pb%	Zn%	
0,00 - 57,50				Pizarras
57,50 - 60,50	0,45	2,72	0,87	Complejo mineral
60,50 - 63,50	0,83	1,39	1,60	Ídem
63,50 - 66,50	1,45	0,80	2,81	Ídem
66,50 - 69,50	0,75	2,30	2,35	Ídem
69,50 - 72,50	0,95	1,80	5,05	Ídem
72,50 - 75,50	1,34	3,55	1,60	Ídem
75,50 - 78,50	1,54	1,16	4,53	Ídem
78,50 - 81,50	2,33	2,62	6,30	Ídem
81,50 - 84,50	2,24	1,44	2,91	Ídem
84,50 - 87,50	1,72	1,73	1,67	Ídem
87,50 - 90,50	0,57	1,21	5,00	Ídem
90,50 - 93,50	0,36	2,95	3,91	Ídem
93,50 - 94,50	0,42	0,88	1,99	Ídem
94,50 - 119,50				Dacitas

<b>SONDEO A-2</b>				
Tramo (m)	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
0,00 - 57,50				Pizarras
57,50 - 60,50	0,31	1,04	1,31	Complejo mineral
60,50 - 63,50	0,85	3,10	2,54	Ídem
63,50 - 66,50	1,21	2,41	4,52	Ídem
66,50 - 69,50	1,97	3,02	5,34	Ídem
69,50 - 72,50	2,50	5,87	1,90	Ídem
72,50 - 75,50	2,28	3,75	4,24	Ídem
75,50 - 78,50	0,91	4,10	3,57	Ídem
78,50 - 81,50	0,45	4,62	3,14	Ídem
81,50 - 84,50	0,59	2,16	1,90	Ídem
84,50 - 86,50	0,40	1,89	2,68	Ídem
86,50 - 106,50				Dacitas



## Evaluación Yacimientos

<b>SONDEO A-3</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 22,00				Conglomerados y arenas
22,00 - 40,00				Pizarras
37,00 - 40,00				Gossan
40,00 - 43,00				Ídem
43,00 - 46,00				Ídem
46,00 - 49,00				Ídem
49,00 - 50,00				Ídem
50,00 - 52,00	0,34	1,36	1,76	Complejo mineral
52,00 - 55,00	0,60	2,00	5,60	Ídem
55,00 - 58,00				Sin recuperación
58,00 - 61,00	1,31	1,69	3,41	Ídem
61,00 - 64,00	2,50	3,06	3,14	Ídem
64,00 - 67,00	1,87	1,19	4,15	Ídem
67,00 - 68,50	1,12	1,62	2,81	Ídem
68,50 - 70,00	0,45	2,42	2,59	Ídem
70,00 - 73,00	0,34	1,36	1,76	Ídem
73,00 - 110,00				Dacitas
110,00 - 130,00				Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO A-4</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 18,00				Conglomerados y arenas
18,00 - 37,00				Pizarras
37,00 - 40,00				Gossan
40,00 - 43,00				Ídem
43,00 - 46,00				Ídem
46,00 - 49,00				Ídem
49,00 - 50,00				Ídem
50,00 - 52,00	0,35	0,76	1,63	Complejo mineral
52,00 - 55,00	0,70	2,60	2,75	Ídem
55,00 - 58,00	1,69	2,99	2,57	Ídem
58,00 - 61,00	1,82	2,69	1,77	Ídem
61,00 - 64,00	2,30	1,93	1,89	Ídem
64,00 - 67,00	2,80	1,81	6,58	Ídem
67,00 - 68,50	0,65	2,79	7,06	Ídem
68,50 - 70,00	0,40	2,96	6,23	Ídem
70,00 - 73,00	1,79	4,19	4,80	Ídem
73,00 - 76,00	1,95	2,02	2,74	Ídem
76,00 - 79,00	1,60	1,02	5,01	Ídem



Evaluación Yacimientos

79,00 - 82,00	0,54	0,77	1,13	Ídem
82,00 - 85,00	0,36	1,06	2,25	Ídem
85,00 - 119,00				Dacitas, A la base paso de falla.
119,00 - 138,00				Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO A-5</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 19,00				Conglomerados y arenas
19,00 - 107,00				Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-1</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 20,50				Conglomerados y arenas
20,50 - 50,50				Grauvacas
50,50 - 104,50				Pizarras
104,50 - 107,50	0,35	3,29	1,67	Complejo mineral
107,50 - 110,50	0,62	1,79	2,19	Ídem
110,50 - 113,50	0,69	2,49	3,56	Ídem
113,50 - 116,50	2,57	1,27	1,67	Ídem
116,50 - 118,50	0,41	2,10	2,44	Ídem
118,50 - 121,50	1,40	1,54	6,31	Ídem
121,50 - 122,50	0,28	3,18	5,21	Ídem
122,50 - 125,50	1,24	2,45	3,82	Ídem
125,50 - 128,50	2,35	3,86	4,00	Ídem
128,50 - 131,50	0,52	1,41	6,09	Ídem
131,50 - 134,50	1,10	2,79	2,05	Ídem
134,50 - 137,50	1,22	4,71	2,32	Ídem
137,50 - 140,50	0,84	1,91	1,21	Ídem
140,50 - 170,50				Dacitas
170,50 - 180,50				Micaesquistos

<b>SONDEO B-2</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 20,00				Conglomerados y arenas



Evaluación Yacimientos

20,00 - 41,00				Grauvacas
41,00 - 84,00				Pizarras
84,00 - 86,50	0,89	0,98	1,23	Complejo mineral
86,50 - 88,00	1,19	1,47	1,68	Ídem
88,00 - 90,00	0,64	5,57	5,83	Ídem
90,00 - 93,00	1,36	2,85	2,83	Ídem
93,00 - 96,00	2,02	3,33	2,68	Ídem
96,00 - 98,00	1,49	3,08	2,70	Ídem
98,00 - 100,00	2,56	2,34	2,25	Ídem
100,00 - 103,00	1,72	1,86	3,79	Ídem
103,00 - 106,00	0,68	2,80	2,89	Ídem
106,00 - 109,00	1,10	2,56	2,85	Ídem
109,00 -111,00	1,73	2,45	4,85	Ídem
111,00 - 114,00	1,45	1,82	2,44	Ídem
114,00 - 117,00	1,00	2,63	3,24	Ídem
117,00 - 120,00	0,38	1,14	1,40	Ídem
120,00 - 134,00				Dacitas

<b>SONDEO B-3</b>		Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)					
0,00 - 21,00					Conglomerados y arenas
21,00 - 56,00					Grauvacas
56,00 - 101,00					Pizarras
101,00 - 104,00		1,46	0,8	2,44	Complejo mineral
104,00 - 106,00		3,25	1,34	6,56	Ídem
106,00 - 109,00		1,65	2,09	2,59	Ídem
109,00 - 110,00		0,57	0,95	0,99	Ídem. A la base se ve un paso de falla.
110,00 - 161,00					Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-4</b>		Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)					
0,00 - 20,00					Conglomerados y arenas
20,00 - 24,00					Pizarras
24,00 - 27,00					Gossan
27,00 - 30,00					Ídem
30,00 - 33,00					Ídem
33,00 - 36,00					Ídem
36,00 - 39,00					Ídem



## Evaluación Yacimientos

39,00 - 41,00				Ídem
41,00 - 43,00				Ídem
43,00 - 46,00				Ídem
46,00 - 47,50				Ídem
47,50 - 50,00				Ídem
50,00 - 52,00	0,65	2,25	1,71	Complejo mineral
52,00 - 55,00	1,38	3,53	2,97	Ídem
55,00 - 58,00	0,94	2,07	2,46	Ídem
58,00 - 61,00	2,74	3,73	3,82	Ídem
61,00 - 64,00	1,01	3,05	2,73	Ídem
64,00 - 67,00	0,83	2,32	2,66	Ídem
67,00 - 68,00	0,64	1,54	1,32	Ídem
68,00 - 116,00				Dacitas
116,00 - 125,00				Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO B-5</b>				
Tramo (m)	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
0,00 - 22,00				Conglomerados y arenas
22,00 - 25,00				Gossan
25,00 - 28,00				Ídem
28,00 - 31,00				Ídem
31,00 - 33,00				Ídem
33,00 - 35,00				Ídem
35,00 - 38,00				Ídem
38,00 - 41,00				Ídem
41,00 - 44,00				Ídem
44,00 - 47,00				Ídem
47,00 - 50,00				Ídem
50,00 - 51,00	1,14	1,61	1,69	Complejo mineral
51,00 - 54,00	1,10	3,66	2,24	Ídem
54,00 - 57,00	2,27	2,66	5,05	Ídem
57,00 - 59,00	0,65	1,02	1,94	Ídem
59,00 - 85,00				Dacitas

<b>SONDEO C-1</b>				
Tramo (m)	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
0,00 - 20,50				Conglomerados y arenas
20,50 - 98,50				Grauvacas



## Evaluación Yacimientos

98,50 - 152,50				Pizarras
152,50 - 155,50	0,89	1,24	0,98	Complejo mineral
155,50 - 158,50	1,12	2,46	1,04	Ídem
158,50 - 161,50	1,74	1,81	1,24	Ídem
161,50 - 162,50	1,84	1,07	4,43	Ídem
162,50 - 164,00	2,23	3,00	3,60	Ídem
164,00 - 167,00	2,03	2,26	3,69	Ídem
167,00 - 170,00	1,73	1,79	2,74	Ídem
170,00 - 173,00	1,47	2,20	3,39	Ídem
173,00 - 176,00	1,23	3,21	6,18	Ídem
176,00 - 179,00	0,75	3,45	4,44	Ídem
179,00 - 181,00	0,54	4,8	4,31	Ídem
181,00 - 184,00	0,36	2,70	5,32	Ídem
184,00 - 187,00	0,70	4,00	3,47	Ídem
187,00 - 190,00	1,07	1,88	3,36	Ídem
190,00 - 193,00	0,91	1,37	4,29	Ídem
193,00 - 194,50	0,78	0,79	3,78	Ídem
194,50 - 206,50				Dacitas

<b>SONDEO C-2</b>		Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)					
0,00 - 20,00					Conglomerados y arenas
20,00 - 76,00					Grauvacas
76,00 - 94,00					Pizarras. A la base se ve un paso de falla
94,00 - 97,00					Dacitas
97,00 - 136,00					Tobas dacíticas y pizarras

<b>SONDEO C-3</b>		Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)					
0,00 - 21,00					Conglomerados y arenas
21,00 - 72,00					Pizarras
72,00 - 75,00		0,70	0,90	1,90	Complejo mineral
75,00 - 78,00		0,54	2,82	4,98	Ídem
78,00 - 80,00		1,86	0,76	3,74	Ídem
80,00 - 82,00		1,18	3,95	2,89	Ídem



## Evaluación Yacimientos

82,00 - 83,00	1,51	3,04	1,73	Ídem
83,00 - 85,00	0,70	2,12	2,40	Ídem
85,00 - 88,00	1,15	3,23	3,19	Ídem
88,00 - 91,00	0,65	3,24	2,03	Ídem
91,00 - 92,00	1,14	1,86	2,94	Ídem
92,00 - 94,00	1,28	2,55	4,16	Ídem
94,00 - 96,50	1,45	3,73	2,6	Ídem
96,50 - 98,00	1,49	1,54	2,66	Ídem
98,00 - 101,00	0,79	1,00	4,06	Ídem
101,00 - 104,00	0,89	4,47	6,62	Ídem
104,00 - 107,00	1,22	1,37	4,12	Ídem
107,00 - 110,00	0,41	0,96	1,87	Ídem
110,00 - 139,00				Dacitas

<b>SONDEO C-4</b>				
Tramo (m)	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
0,00 - 21,50				Conglomerados y arenas
21,50 - 73,50				Pizarras
73,50 - 76,50	1,27	1,08	1,66	Complejo mineral
76,50 - 79,50	1,15	2,91	2,27	Ídem
79,50 - 81,50	0,45	2,75	2,14	Ídem
81,50 - 84,50	0,81	3,25	3,85	Ídem
84,50 - 87,50	1,44	2,26	7,12	Ídem
87,50 - 90,50	1,55	2,10	4,30	Ídem
90,50 - 93,50	1,07	5,42	2,90	Ídem
93,50 - 96,50	1,36	1,85	2,28	Ídem
96,50 - 98,50	1,39	4,17	2,88	Ídem
98,50 - 100,00	1,81	3,46	5,32	Ídem
100,00 - 103,00	0,68	5,50	3,49	Ídem
103,00 - 104,50	0,88	2,55	5,21	Ídem
104,50 - 107,50	0,63	1,66	1,50	Ídem
107,50 - 110,50	0,45	3,31	5,70	Ídem
110,50 - 112,50	1,10	2,17	2,61	Ídem
112,50 - 115,50	1,64	1,75	2,01	Ídem
115,50 - 118,50	1,00	2,93	3,22	Ídem
118,50 - 121,50	0,89	1,8	2,39	Ídem
121,50 - 124,50	0,41	2,81	1,13	Ídem
124,50 - 126,50	0,75	1,07	2,36	Ídem
126,50 - 128,50	1,13	1,64	1,48	Ídem
128,50 - 149,50				Dacitas



Evaluación Yacimientos

<b>SONDEO C-5</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 20,50				Conglomerados y arenas
20,50 - 67,50				Pizarras
67,50 - 70,50	0,80	0,80	1,19	Complejo mineral
73,50 - 76,50	1,17	3,13	4,09	Ídem
76,50 - 79,50	1,84	2,20	2,53	Ídem
79,50 - 81,00	1,15	2,58	1,21	Ídem
81,50 - 83,00	1,28	2,90	3,98	Ídem
83,00 - 86,00	1,72	2,32	7,93	Ídem
86,00 - 89,00	0,57	3,26	3,62	Ídem
89,00 - 91,00	1,59	1,94	6,12	Ídem
91,00 - 94,00	2,01	1,41	3,15	Ídem
94,00 - 97,00	1,26	2,55	2,44	Ídem
97,00 - 100,00	0,72	2,93	5,38	Ídem
100,00 - 103,00	1,23	1,24	1,71	Ídem
103,00 - 106,00	0,87	3,04	1,90	Ídem
106,00 - 108,00	1,15	1,21	2,56	Ídem
108,00 - 110,00	1,05	1,50	5,16	Ídem
110,00 - 111,50	0,64	1,42	2,94	Ídem
111,50 - 141,50				Dacitas

<b>SONDEO D-2</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 19,00				Conglomerados y arenas
19,00 - 28,00				Grauvacas
28,00 - 71,00				Pizarras
71,00 - 74,00	0,30	1,45	0,97	Complejo mineral
74,00 - 77,00	0,89	1,20	2,19	Ídem
77,00 - 80,00	1,65	3,31	5,68	Ídem
80,00 - 83,00	1,26	2,47	3,73	Ídem
83,00 - 86,00	1,32	2,70	4,06	Ídem
86,00 - 89,00	0,86	2,53	4,20	Ídem
89,00 - 92,00	0,82	3,86	3,90	Ídem
92,00 - 93,00	2,42	3,66	3,43	Ídem
93,00 - 96,00	2,27	1,44	4,45	Ídem
96,00 - 98,00	1,03	2,92	4,06	Ídem
98,00 - 101,00	1,31	2,53	1,59	Ídem
101,00 - 104,00	0,94	2,41	2,47	Ídem
104,00 - 106,00	0,75	1,52	2,83	Ídem
106,00 - 125,00				Dacitas



## Evaluación Yacimientos

<b>SONDEO D-3</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 18,00				Conglomerados y arenas
18,00 - 63,00				Grauvacas
63,00 - 113,00				Pizarras
113,00 - 116,00	0,77	1,34	1,12	Complejo mineral
116,00 - 119,00	1,93	2,71	2,86	Ídem
119,00 - 121,00	1,27	2,41	4,02	Ídem
121,00 - 124,00	1,21	3,72	5,01	Ídem
124,00 - 126,00	0,53	2,37	6,48	Ídem
126,00 - 129,00	0,84	3,23	2,75	Ídem
129,00 - 131,00	1,39	1,95	3,63	Ídem
131,00 - 134,00	1,11	3,74	2,43	Ídem
134,00 - 137,00	1,17	2,83	4,32	Ídem
137,00 - 139,00	1,45	1,85	2,08	Ídem
139,00 - 141,00	1,47	2,19	3,02	Ídem
141,00 - 144,00	1,31	3,46	2,82	Ídem
144,00 - 146,00	1,42	5,49	2,84	Ídem
146,00 - 149,00	1,50	4,56	6,10	Ídem
149,00 - 151,00	0,44	2,83	5,18	Ídem
151,00 - 153,00	0,77	1,42	1,01	Ídem
153,00 - 173,00				Dacitas

<b>SONDEO D-4</b>	Cu%	Pb%	Zn%	Terrenos atravesados
Tramo (m)				
0,00 - 18,00				Conglomerados y arenas
18,00 - 62,00				Grauvacas
62,00 - 122,00				Pizarras
122,00 - 125,00	1,08	1,12	1,00	Complejo mineral
125,00 - 128,00	0,4	2,67	2,18	Ídem
131,00 - 134,00	1,89	2,66	3,26	Ídem
134,00 - 137,00	1,51	3,06	3,78	Ídem
137,00 - 140,00	0,65	4,72	4,13	Ídem
140,00 - 143,00	0,39	4,84	2,70	Ídem
143,00 - 146,00	1,22	4,24	1,17	Ídem
146,00 - 149,00	0,96	3,06	4,24	Ídem
149,00 - 151,00	1,22	2,11	3,63	Ídem
151,00 - 154,00	1,08	0,96	2,42	Ídem
157,00 - 160,00	1,50	0,93	5,23	Ídem
160,00 - 163,00	2,29	3,92	1,11	Ídem



## Evaluación Yacimientos

163,00 - 166,00	1,36	2,15	1,37	Ídem
166,00 - 168,00	0,63	0,96	0,98	Ídem
168,00 - 187,00				Dacitas

## DATOS DE COMPOSITES - CRITERIO OPTIMISTA

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A1</b>	0	55				Pizarras
	55	60	0.47	1.36	0.44	Pizarras
	60	65	1.03	1.35	1.89	Complejo mineral
	65	70	1.13	1.80	2.76	Complejo mineral
	70	75	1.24	2.68	3.33	Complejo mineral
	75	80	1.22	1.84	4.77	Complejo mineral
	80	85	1.04	1.82	3.80	Complejo mineral
	85	90	1.32	1.47	3.33	Complejo mineral
	90	95	0.93	2.07	3.25	Complejo mineral
	95	120				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A2</b>	0	55				Pizarras
	55	60	0.16	0.52	0.66	Pizarras
	60	65	0.90	2.69	3.01	Complejo mineral
	65	70	1.72	3.12	4.75	Complejo mineral
	70	75	1.98	4.81	3.07	Complejo mineral
	75	80	1.06	4.22	3.51	Complejo mineral
	80	85	0.73	2.87	2.35	Complejo mineral
	85	90	0.28	0.57	0.80	Dacitas
	90	105				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	45				Pizarras
	40	50				Gossan
	50	55	0.75	1.74	4.06	Complejo mineral
	55	60	0.52	0.68	1.36	Complejo mineral
	60	65	1.61	2.41	3.40	Complejo mineral
	65	70	1.27	1.45	3.35	Complejo mineral
	70	75	0.52	1.45	1.55	Complejo mineral
	75	110				Dacitas
	110	130				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	35				Pizarras
	35	50				Gossan
	50	55	0.96	1.86	2.30	Complejo mineral
	55	60	1.74	2.87	2.25	Complejo mineral
	60	65	1.32	2.06	2.80	Complejo mineral
	65	70	1.26	2.45	6.62	Complejo mineral
	70	75	1.41	3.32	3.98	Complejo mineral
	75	80	1.33	1.17	3.78	Complejo mineral
	80	85	0.80	0.94	1.80	Complejo mineral
	85	120				Dacitas
	120	135				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	105				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B1</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	50				Grauvacas
	50	100				Pizarras
	100	105	0.04	0.33	0.17	Pizarras
	105	110	0.49	2.54	1.93	Complejo mineral
	110	115	0.95	2.05	2.85	Complejo mineral
	115	120	1.06	1.68	3.37	Complejo mineral
	120	125	1.41	2.33	4.85	Complejo mineral
	125	130	1.17	2.99	4.61	Complejo mineral
	130	135	0.84	2.57	3.29	Complejo mineral
	135	140	1.10	3.31	1.77	Complejo mineral
	140	145	0.10	0.19	0.12	Complejo mineral
	145	170				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	40				Grauvacas
	40	80				Pizarras
	80	85	0.18	0.20	0.25	Pizarras
	85	90	0.88	2.97	3.21	Complejo mineral
	90	95	1.53	3.04	2.77	Complejo mineral
	95	100	1.24	2.83	2.51	Complejo mineral
	100	105	1.30	2.24	3.43	Complejo mineral
	105	110	1.15	2.59	3.26	Complejo mineral
	110	115	1.41	2.11	3.08	Complejo mineral
	115	120	0.61	1.74	2.14	Complejo mineral
	120	135				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	55				Grauvacas
	55	100				Pizarras
	100	105	1.53	0.75	2.78	Complejo mineral
	105	110	1.84	1.71	3.06	Complejo mineral
	110	160				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	25				Pizarras
	25	50				Gossan
	50	55	1.12	3.02	2.47	Complejo mineral
	55	60	1.19	2.73	3.00	Complejo mineral

<b>B4</b>	60	65	1.03	3.04	2.93	Complejo mineral
	65	70	0.45	1.24	1.33	Complejo mineral
	70	115				Dacitas
	115	125				Tobas dacíticas y pizarras

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido</i>			<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Cu(%)</i>	<i>Pb(%)</i>	<i>Zn(%)</i>	
<b>B5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	50				Gossan
	50	55	1.50	3.05	2.69	Complejo mineral
	55	60	1.41	1.47	2.80	Complejo mineral
	60	85				Dacitas

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido</i>			<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Cu(%)</i>	<i>Pb(%)</i>	<i>Zn(%)</i>	
<b>C1</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	100				Grauvacas
	100	150				Pizarras
	150	155	0.45	0.62	0.49	Pizarras
	155	160	1.29	2.15	1.09	Complejo mineral
	160	165	1.97	2.11	3.07	Complejo mineral
	165	170	1.85	1.98	3.12	Complejo mineral
	170	175	1.37	2.60	4.51	Complejo mineral
	175	180	0.93	3.67	4.77	Complejo mineral
	180	185	1.40	3.38	4.75	Complejo mineral
	185	190	0.98	2.73	3.40	Complejo mineral
	190	195	0.78	1.06	3.71	Complejo mineral
	195	205				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	95				Grauvacas
	95	135				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	70				Pizarras
	70	75	0.42	0.54	1.14	Complejo mineral
	75	80	1.07	2.00	4.48	Complejo mineral
	80	85	1.05	3.04	2.46	Complejo mineral
	85	90	0.95	3.23	2.73	Complejo mineral
	90	95	1.16	2.79	3.18	Complejo mineral
	95	100	1.20	1.98	3.20	Complejo mineral
	100	105	0.94	3.15	5.61	Complejo mineral
	105	110	0.73	1.12	2.77	Complejo mineral
	110	140				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	70				Pizarras
	70	75	0.38	0.32	0.50	Pizarras
	75	80	1.15	2.40	2.25	Complejo mineral
	80	85	1.26	2.54	5.86	Complejo mineral
	85	90	1.31	3.76	3.60	Complejo mineral
	90	95	1.34	2.90	2.52	Complejo mineral

<b>C4</b>	95	100	1.34	4.28	4.04	Complejo mineral
	100	105	0.86	2.36	4.14	Complejo mineral
	105	110	1.24	2.74	4.15	Complejo mineral
	110	115	1.27	2.38	2.68	Complejo mineral
	115	120	0.67	2.04	1.86	Complejo mineral
	120	125	0.69	1.65	1.90	Complejo mineral
	125	130	0.34	0.49	0.44	Complejo mineral
	130	150				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	65				Pizarras
	65	70	0.40	0.40	0.60	Pizarras
	70	75	1.34	2.62	3.34	Complejo mineral
	75	80	1.37	2.50	1.88	Complejo mineral
	80	85	1.17	2.81	5.41	Complejo mineral
	85	90	1.47	2.10	5.03	Complejo mineral
	90	95	1.30	2.39	3.17	Complejo mineral
	95	100	1.03	1.92	3.18	Complejo mineral
	100	105	0.98	2.31	2.16	Complejo mineral
	105	110	0.90	1.41	3.75	Complejo mineral
	110	115	0.26	0.74	0.34	Dacitas
	115	140				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>D2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	30				Grauvacas

<b>D2</b>	30	70				Pizarras
	70	75	0.36	1.11	1.02	Complejo mineral
	75	80	1.35	2.47	4.28	Complejo mineral
	80	85	1.28	2.56	3.86	Complejo mineral
	85	90	0.95	2.83	4.12	Complejo mineral
	90	95	1.72	2.85	4.02	Complejo mineral
	95	100	1.39	2.47	3.15	Complejo mineral
	100	105	0.97	2.26	2.37	Complejo mineral
	105	110	0.15	0.30	0.57	Dacitas
	110	125				Dacitas

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido</i>			<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Cu(%)</i>	<i>Pb(%)</i>	<i>Zn(%)</i>	
<b>D3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	65				Grauvacas
	65	110				Pizarras
	110	115	0.31	0.54	0.45	Pizarras
	115	120	1.57	2.38	2.75	Complejo mineral
	120	125	1.09	3.19	5.10	Complejo mineral
	125	130	0.89	2.81	3.67	Complejo mineral
	130	135	1.18	3.20	3.05	Complejo mineral
	135	140	1.34	2.31	3.16	Complejo mineral
	140	145	1.36	3.61	2.86	Complejo mineral
	145	150	1.27	4.40	5.27	Complejo mineral
	150	155	0.40	1.13	1.44	Dacitas
	155	170				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido	Contenido	Contenido	Litología
	Desde	Hasta	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	
<b>D4</b>	20	60				Grauvacas
	60	120				Pizarras
	120	125	0.65	0.67	0.60	Complejo mineral
	125	130	1.00	2.67	2.61	Complejo mineral
	130	135	1.81	2.74	3.36	Complejo mineral
	135	140	0.99	4.06	3.99	Complejo mineral
	140	145	0.72	4.60	2.09	Complejo mineral
	145	150	1.07	3.11	3.50	Complejo mineral
	150	155	1.20	1.19	3.22	Complejo mineral
	155	160	1.50	0.93	5.23	Complejo mineral
	160	165	1.92	3.21	1.21	Complejo mineral
	165	170	0.52	0.82	0.67	Dacitas
	170	185				Dacitas

**DATOS DE COMPOSITES - CRITERIO  
PESIMISTA**

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A1</b>	0	55				Pizarras
	55	60	0.19	0.56	0.18	Pizarras
	60	65	0.69	0.67	1.34	Complejo mineral
	65	70	0.40	0.69	1.17	Complejo mineral
	70	75	1.11	2.40	2.97	Complejo mineral
	75	80	0.80	0.97	3.23	Complejo mineral
	80	85	0.48	0.71	1.26	Complejo mineral
	85	90	0.59	0.68	1.27	Complejo mineral
	90	95	0.45	1.11	1.55	Complejo mineral
	95	120				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A2</b>	0	55				Pizarras
	55	60	0.15	0.52	0.65	Pizarras
	60	65	0.76	2.16	2.53	Complejo mineral
	65	70	1.41	2.55	3.69	Complejo mineral
	70	75	1.18	3.37	1.63	Complejo mineral
	75	80	0.46	2.14	1.60	Complejo mineral
	80	85	0.34	1.15	1.09	Complejo mineral
	85	90	0.05	0.10	0.14	Dacitas
	90	105				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	45				Pizarras
	40	50				Gossan
	50	55	0.64	1.52	3.58	Complejo mineral
	55	60	0.25	0.32	0.65	Complejo mineral
	60	65	0.74	1.05	1.67	Complejo mineral
	65	70	0.74	0.84	1.95	Complejo mineral
	70	75	0.50	1.40	1.50	Complejo mineral
	75	110				Dacitas
	110	130				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	35				Pizarras
	35	50				Gossan
	50	55	0.64	1.28	1.53	Complejo mineral
	55	60	1.30	2.09	1.58	Complejo mineral
	60	65	1.10	1.73	2.51	Complejo mineral
	65	70	0.66	1.50	3.47	Complejo mineral
	70	75	0.75	1.75	2.09	Complejo mineral
	75	80	0.69	0.47	1.75	Complejo mineral
	80	85	0.62	0.77	1.49	Complejo mineral
	85	120				Dacitas
	120	135				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>A5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	105				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B1</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	50				Grauvacas
	50	100				Pizarras
	100	105	0.04	0.33	0.17	Pizarras
	105	110	0.25	1.46	1.02	Complejo mineral
	110	115	0.70	1.21	1.68	Complejo mineral
	115	120	0.73	1.08	2.65	Complejo mineral
	120	125	1.25	2.11	4.23	Complejo mineral
	125	130	0.71	1.49	2.95	Complejo mineral
	130	135	0.77	2.25	3.00	Complejo mineral
	135	140	0.66	1.98	1.05	Complejo mineral
	140	145	0.10	0.19	0.12	Complejo mineral
	145	170				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	40				Grauvacas
	40	80				Pizarras
	80	85	0.18	0.20	0.25	Pizarras
	85	90	0.59	2.20	2.35	Complejo mineral
	90	95	1.41	2.78	2.52	Complejo mineral
	95	100	1.03	2.33	2.07	Complejo mineral
	100	105	0.96	1.87	2.68	Complejo mineral
	105	110	0.81	1.72	2.25	Complejo mineral
	110	115	0.64	1.09	1.40	Complejo mineral
	115	120	0.36	1.06	1.29	Complejo mineral
	120	135				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	55				Grauvacas
	55	100				Pizarras
	100	105	1.44	0.70	2.63	Complejo mineral
	105	110	1.34	1.21	2.20	Complejo mineral
	110	160				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>B4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	25				Pizarras
	25	50				Gossan
	50	55	0.84	2.29	1.86	Complejo mineral
	55	60	0.84	1.76	2.00	Complejo mineral

<b>B4</b>	60	65	0.69	2.02	1.92	Complejo mineral
	65	70	0.31	0.84	0.91	Complejo mineral
	70	115				Dacitas
	115	125				Tobas dacíticas y pizarras

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido Cu(%)</i>	<i>Contenido Pb(%)</i>	<i>Contenido Zn(%)</i>	<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>				
<b>B5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	50				Gossan
	50	55	1.40	2.79	2.52	Complejo mineral
	55	60	1.18	1.22	2.33	Complejo mineral
	60	85				Dacitas

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido Cu(%)</i>	<i>Contenido Pb(%)</i>	<i>Contenido Zn(%)</i>	<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>				
<b>C1</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	100				Grauvacas
	100	150				Pizarras
	150	155	0.45	0.62	0.49	Pizarras
	155	160	1.00	1.58	0.82	Complejo mineral
	160	165	1.21	1.32	2.23	Complejo mineral
	165	170	0.95	0.99	1.51	Complejo mineral
	170	175	1.10	1.93	3.24	Complejo mineral
	175	180	0.53	2.27	2.56	Complejo mineral
	180	185	1.00	2.22	3.38	Complejo mineral
	185	190	0.78	1.68	2.45	Complejo mineral
	190	195	0.52	0.68	2.47	Complejo mineral
	195	205				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	95				Grauvacas
	95	135				Tobas dacíticas y pizarras

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu (%)	Contenido Pb (%)	Contenido Zn (%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	70				Pizarras
	70	75	0.39	0.50	1.06	Complejo mineral
	75	80	0.72	1.41	3.11	Complejo mineral
	80	85	0.73	2.09	1.67	Complejo mineral
	85	90	0.75	2.68	2.19	Complejo mineral
	90	95	0.86	2.02	2.21	Complejo mineral
	95	100	0.84	1.36	2.05	Complejo mineral
	100	105	0.42	1.15	2.12	Complejo mineral
	105	110	0.48	0.79	1.88	Complejo mineral
	110	140				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido Cu(%)	Contenido Pb(%)	Contenido Zn(%)	Litología
	Desde	Hasta				
<b>C4</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	70				Pizarras
	70	75	0.38	0.32	0.50	Pizarras
	75	80	0.65	1.08	1.06	Complejo mineral
	80	85	0.43	1.36	2.06	Complejo mineral
	85	90	0.52	0.74	1.71	Complejo mineral
	90	95	0.97	3.38	2.19	Complejo mineral

<b>C4</b>	95	100	0.86	1.89	1.95	Complejo mineral
	100	105	0.38	1.88	1.89	Complejo mineral
	105	110	0.87	2.15	3.31	Complejo mineral
	110	115	0.37	0.65	0.79	Complejo mineral
	115	120	0.53	1.32	1.57	Complejo mineral
	120	125	0.50	1.78	1.37	Complejo mineral
	125	130	0.38	0.54	0.55	Complejo mineral
	130	150				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido			Litología
	Desde	Hasta	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	
<b>C5</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	65				Pizarras
	65	70	0.40	0.40	0.59	Pizarras
	70	75	1.06	2.00	2.51	Complejo mineral
	75	80	0.82	1.51	1.23	Complejo mineral
	80	85	0.95	2.41	4.59	Complejo mineral
	85	90	0.65	0.58	1.57	Complejo mineral
	90	95	0.87	2.04	2.48	Complejo mineral
	95	100	0.57	1.15	1.93	Complejo mineral
	100	105	0.62	1.02	1.36	Complejo mineral
	105	110	0.72	1.16	3.14	Complejo mineral
	110	115	0.17	0.47	0.22	Dacitas
	115	140				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido			Litología
	Desde	Hasta	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	
<b>D2</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	30				Grauvacas

<b>D2</b>	30	70				Pizarras
	70	75	0.34	1.01	0.96	Complejo mineral
	75	80	0.83	1.45	2.54	Complejo mineral
	80	85	0.45	0.89	1.34	Complejo mineral
	85	90	0.32	1.24	1.55	Complejo mineral
	90	95	1.56	2.06	3.23	Complejo mineral
	95	100	0.79	1.55	1.49	Complejo mineral
	100	105	0.53	1.30	1.58	Complejo mineral
	105	110	0.11	0.22	0.40	Dacitas
	110	125				Dacitas

<i>Sondeo</i>	<i>Tramo (m)</i>		<i>Contenido</i>			<i>Litología</i>
	<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Cu(%)</i>	<i>Pb(%)</i>	<i>Zn(%)</i>	
<b>D3</b>	0	20				Conglomerados y arenas
	20	65				Grauvacas
	65	110				Pizarras
	110	115	0.24	0.42	0.35	Pizarras
	115	120	0.98	1.50	1.88	Complejo mineral
	120	125	0.86	2.59	4.24	Complejo mineral
	125	130	0.59	1.61	1.97	Complejo mineral
	130	135	0.75	2.19	2.00	Complejo mineral
	135	140	0.80	1.36	1.86	Complejo mineral
	140	145	0.84	2.56	1.77	Complejo mineral
	145	150	0.77	2.64	3.76	Complejo mineral
	150	155	0.26	0.51	0.40	Dacitas
	155	170				Dacitas

Sondeo	Tramo (m)		Contenido	Contenido	Contenido	Litología
	Desde	Hasta	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	
<b>D4</b>	20	60				Grauvacas
	60	120				Pizarras
	120	125	0.54	0.55	0.49	Complejo mineral
	125	130	0.92	2.18	2.22	Complejo mineral
	130	135	0.55	0.96	1.18	Complejo mineral
	135	140	0.54	2.25	2.20	Complejo mineral
	140	145	0.63	3.69	1.59	Complejo mineral
	145	150	0.56	1.45	2.16	Complejo mineral
	150	155	0.92	0.81	2.49	Complejo mineral
	155	160	0.38	0.23	1.32	Complejo mineral
	160	165	1.00	1.66	0.67	Complejo mineral
	165	170	0.19	0.29	0.29	Dacitas
	170	185				Dacitas

Modelización y valoración de un depósito reconocido  
por sondeos

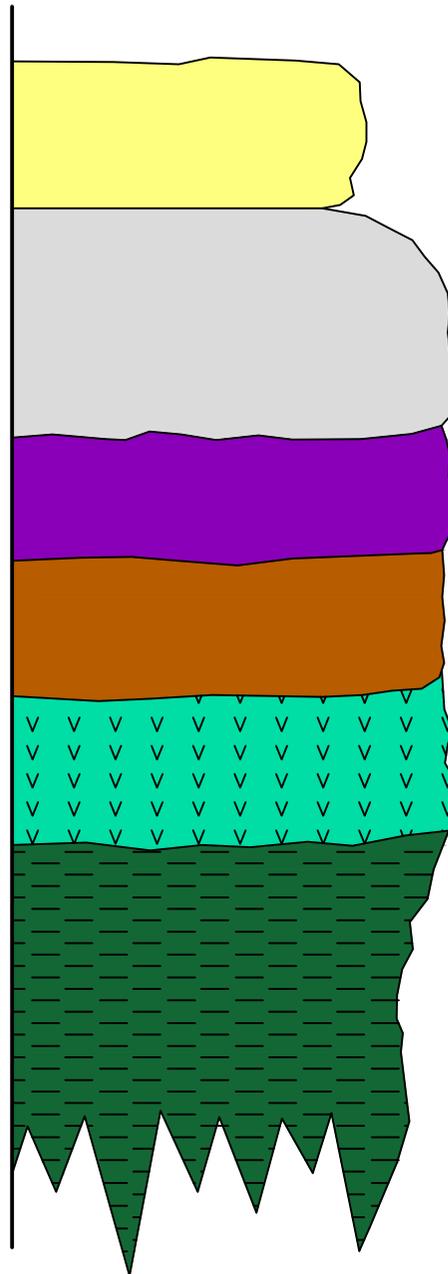
# ANEJO B

Columna estratigráfica, perfiles y plantas

Cubierta de  
sedimentos del  
Terciario

Grupo Culm

CVS



Conglomerados y arenas

Grauvacas

Pizarras

Complejo mineral

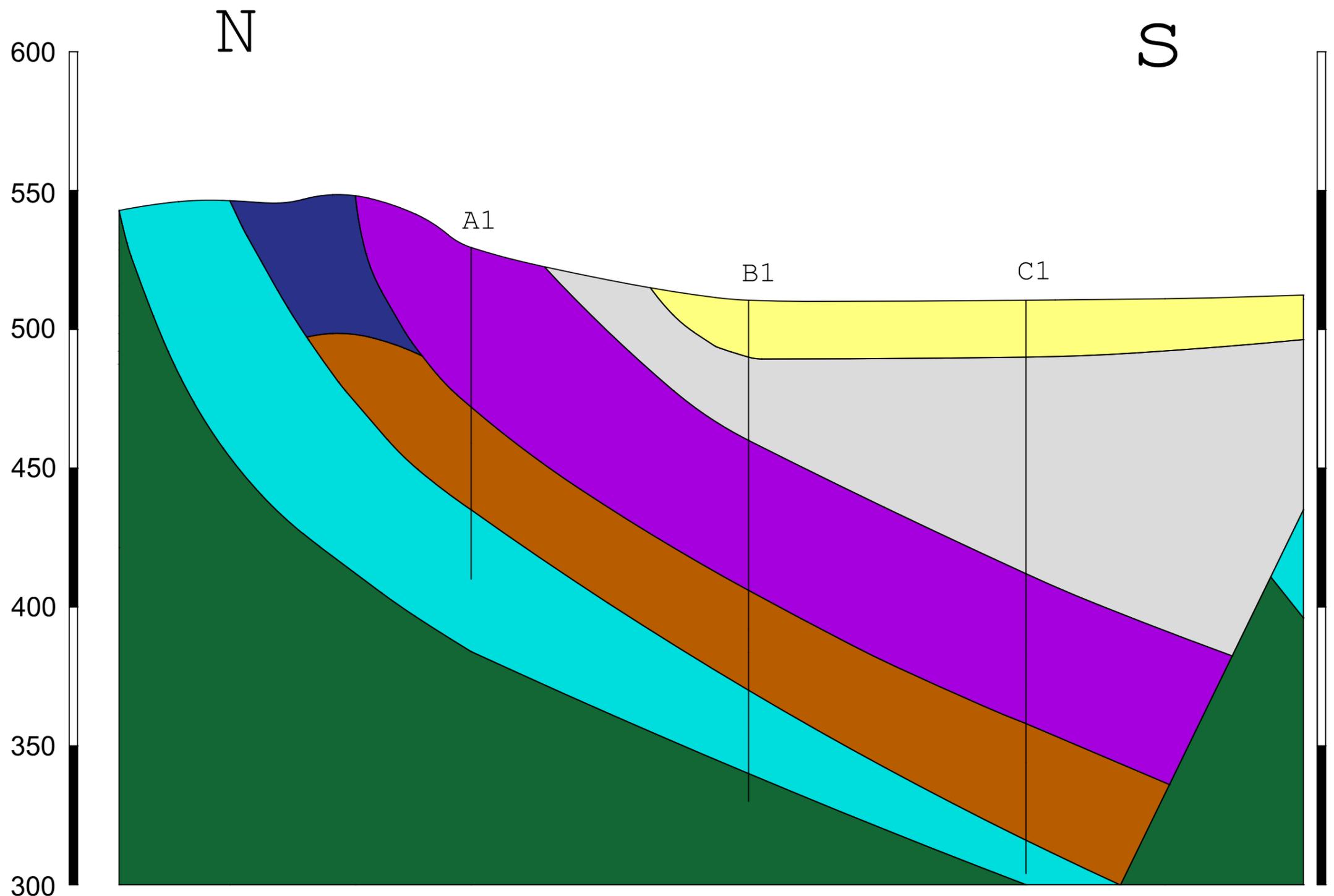
Dacitas

Tobas daciticas y pizarras

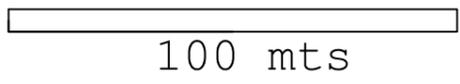
VALORACION DE  
UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO  
POR SONDEOS

Columna estratigrafica

ALEJANDRO SANZ SERRANO



E 1:2000

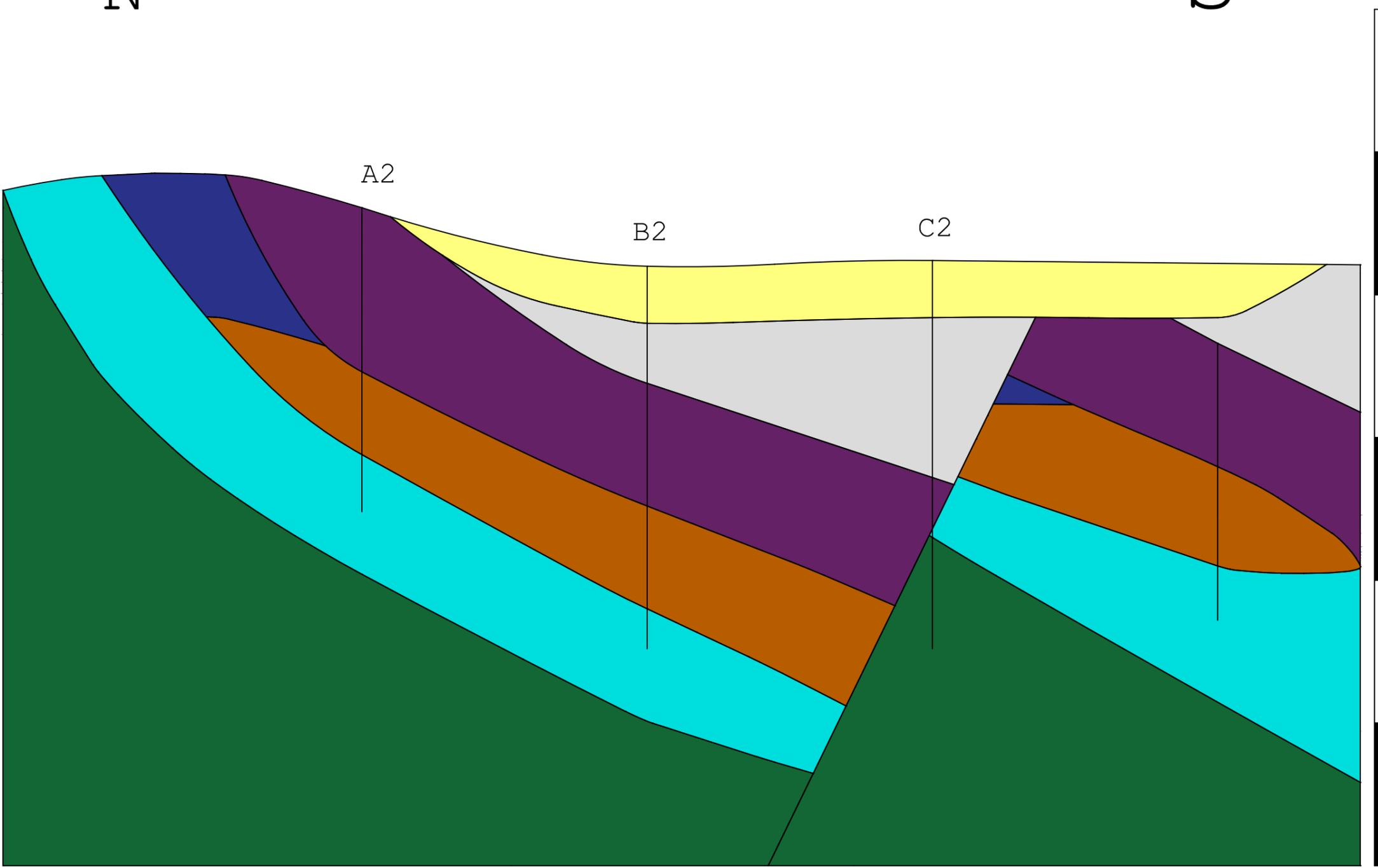


Perfil 1-1'

N

S

600  
550  
500  
450  
400  
350  
300



E 1:2000

100 mts

Perfil 2-2'

N

S

600  
550  
500  
450  
400  
350  
300

A3

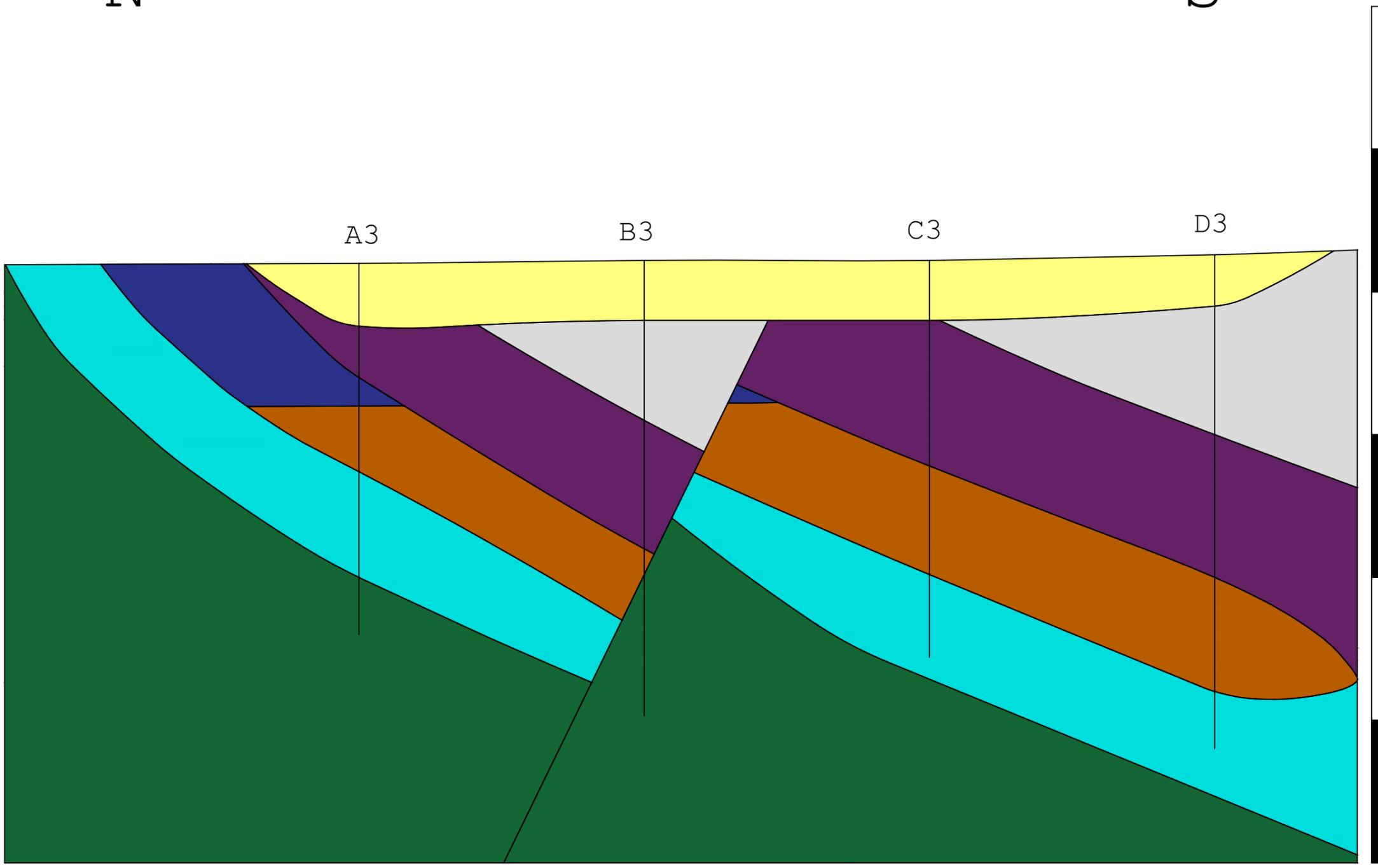
B3

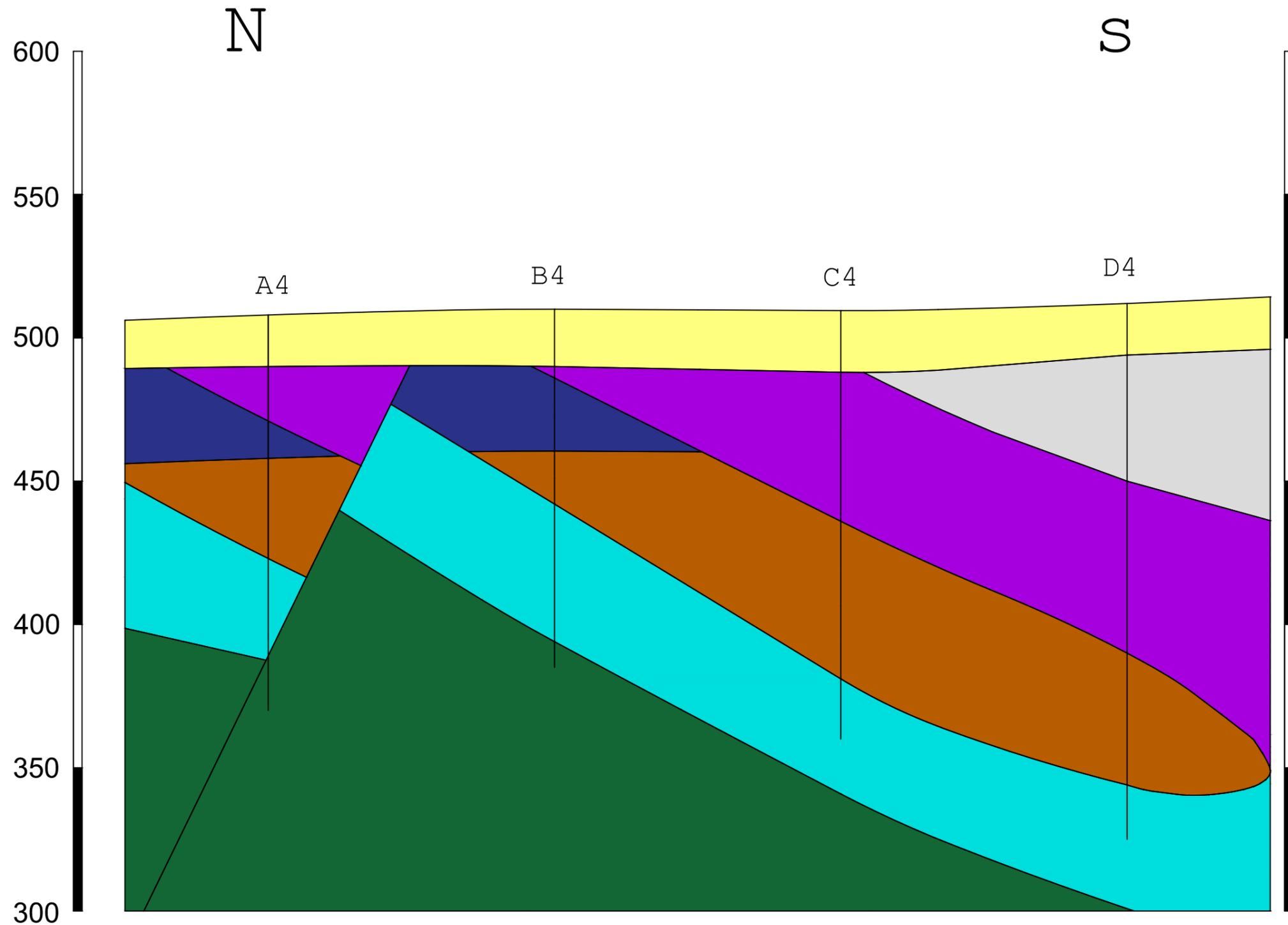
C3

D3

E 1:2000  
100 mts

Perfil 3-3'

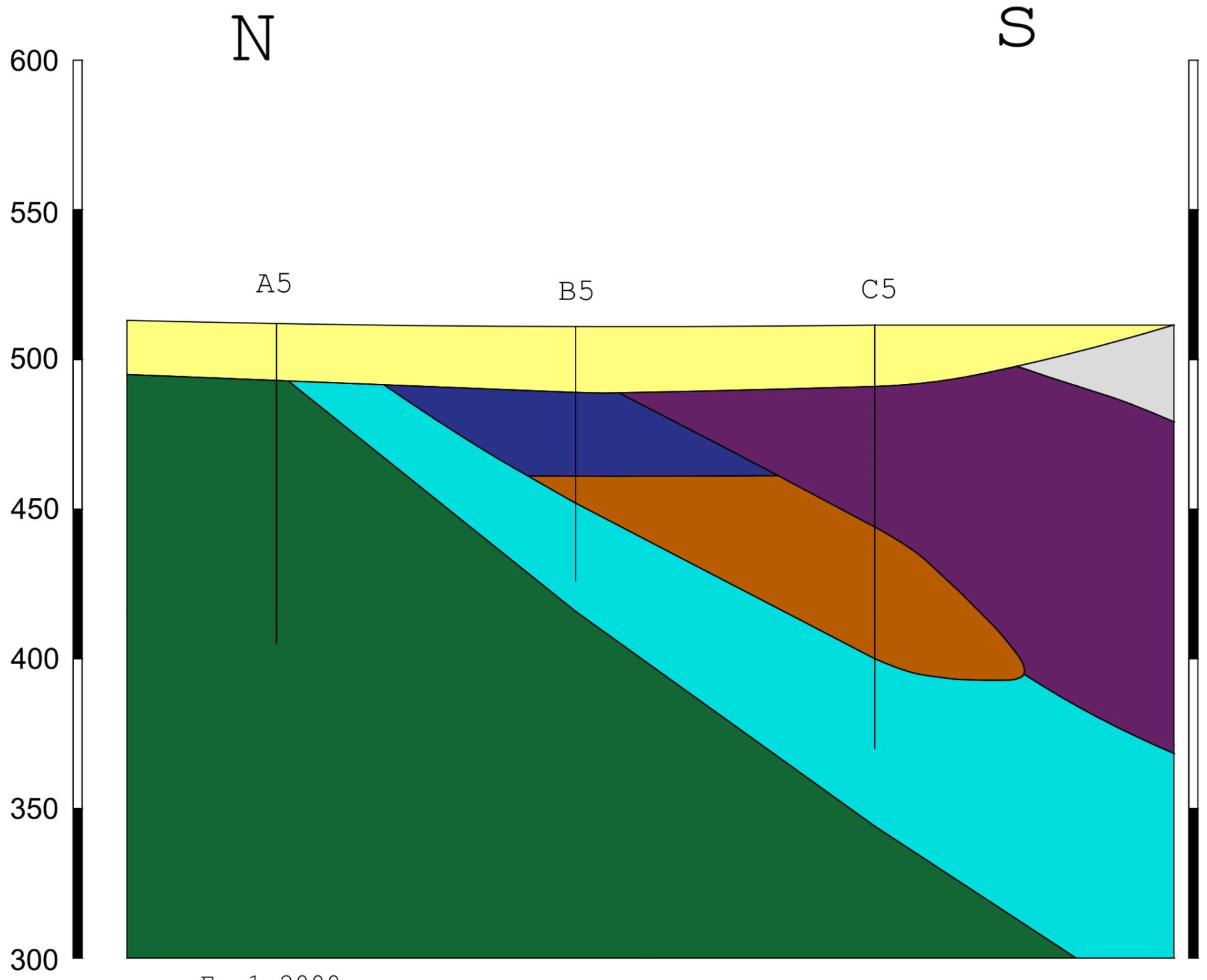




E 1:2000

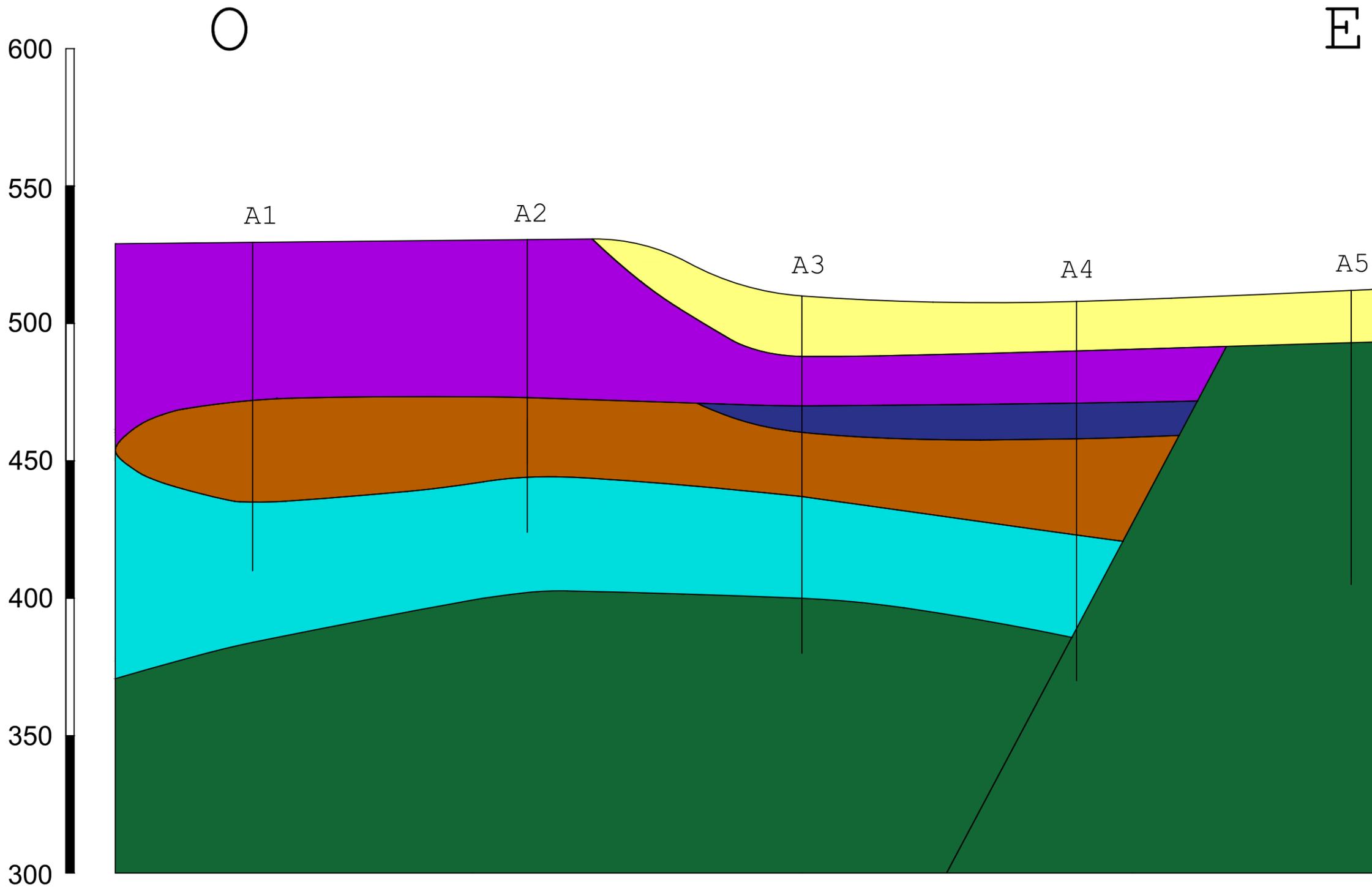
100 mts

Perfil 4-4'



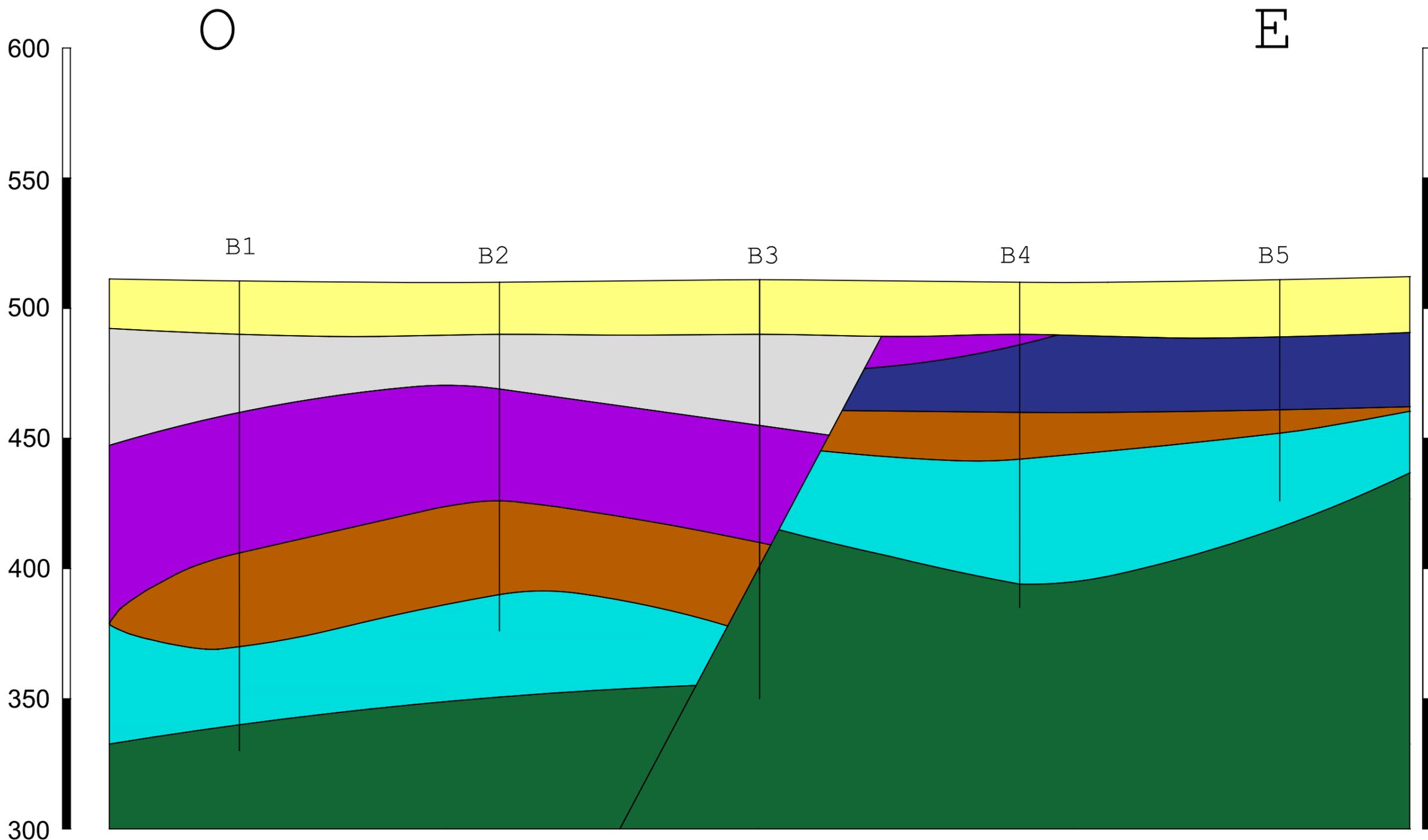
E 1:2000  
100 mts

Perfil 5-5'



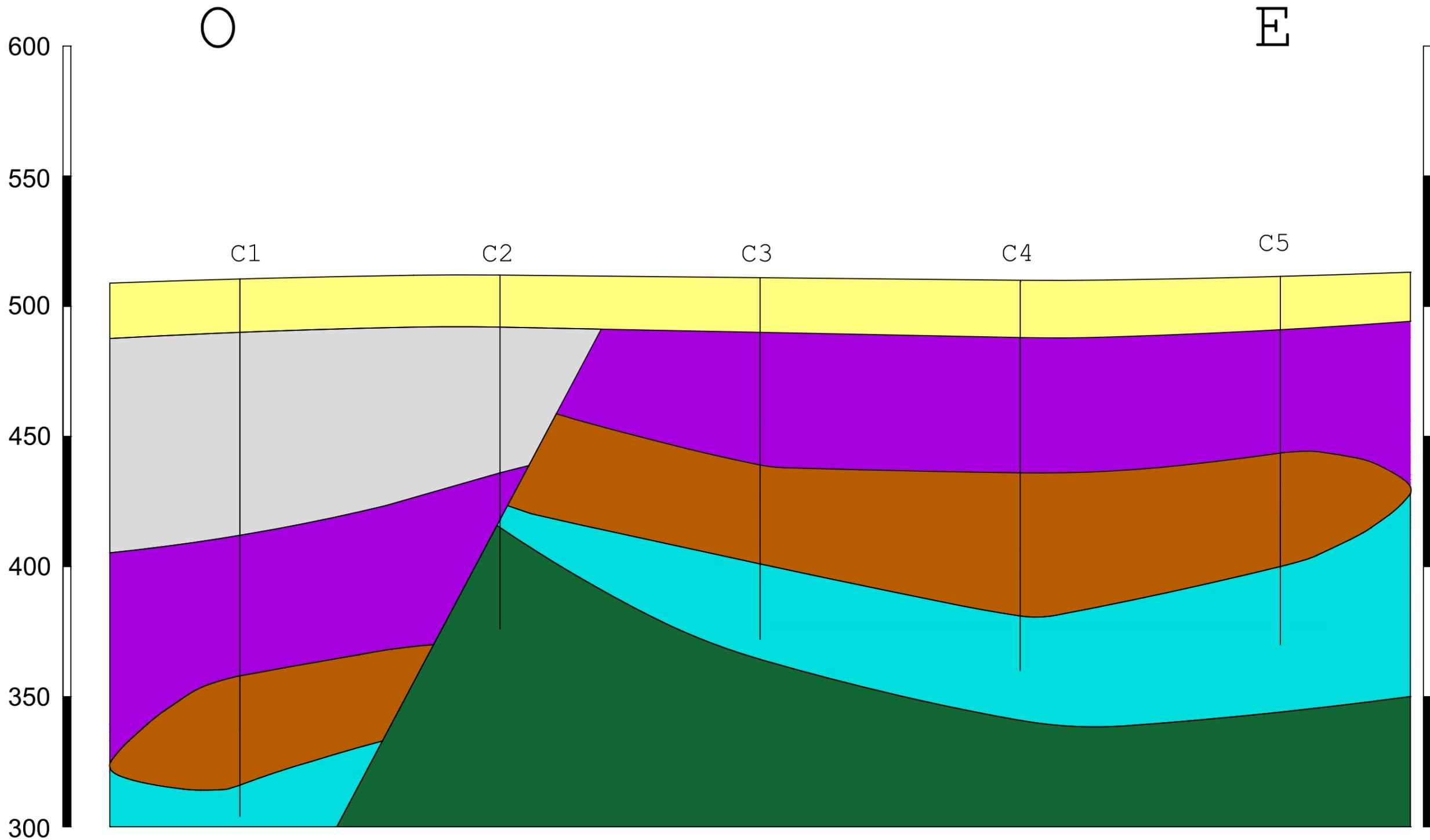
E 1:2000  
100 mts

Perfil A-A'



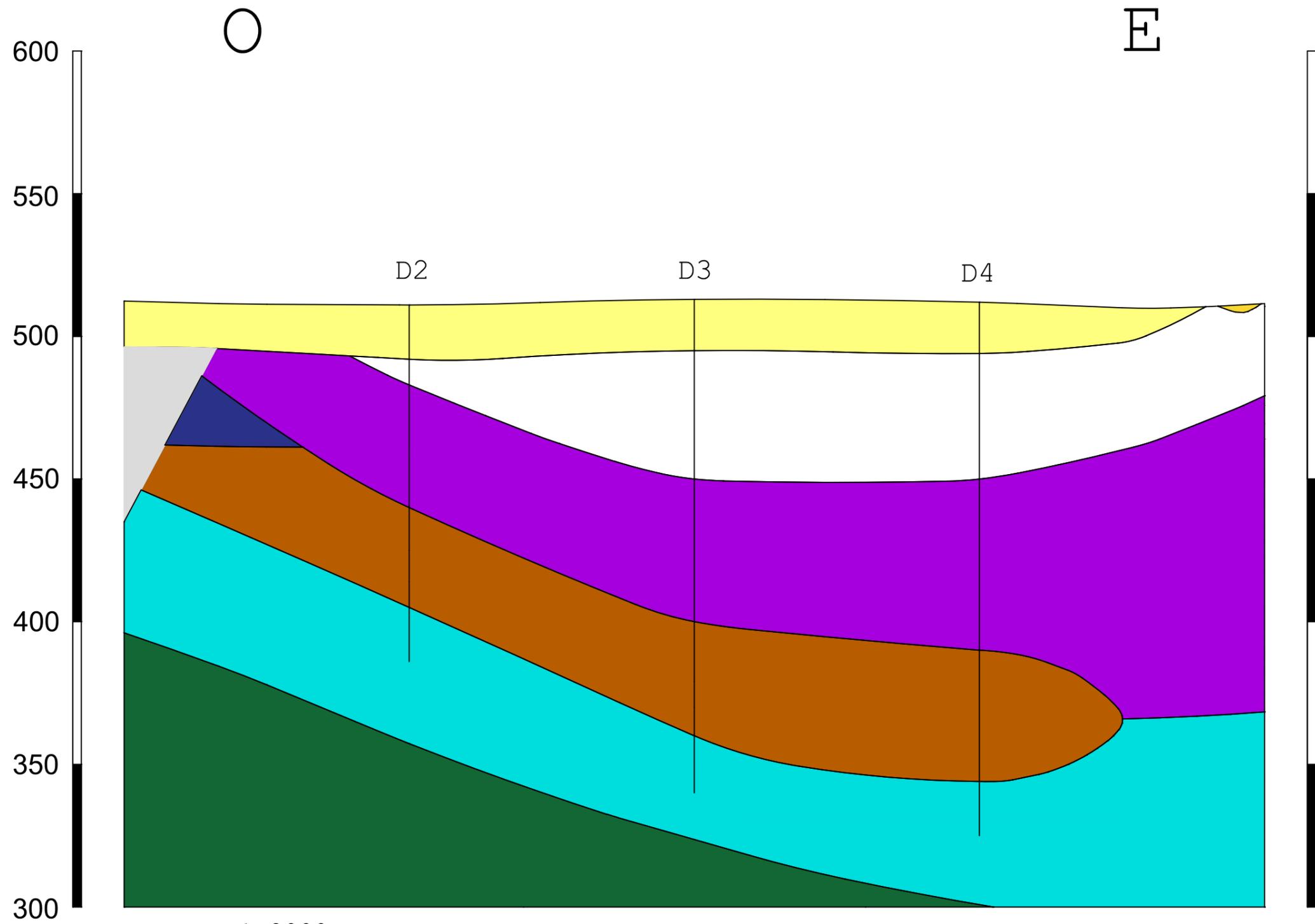
E 1:2000  
100 mts

Perfil B-B'



E 1:2000  
100 mts

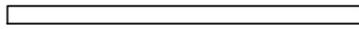
Perfil C-C'



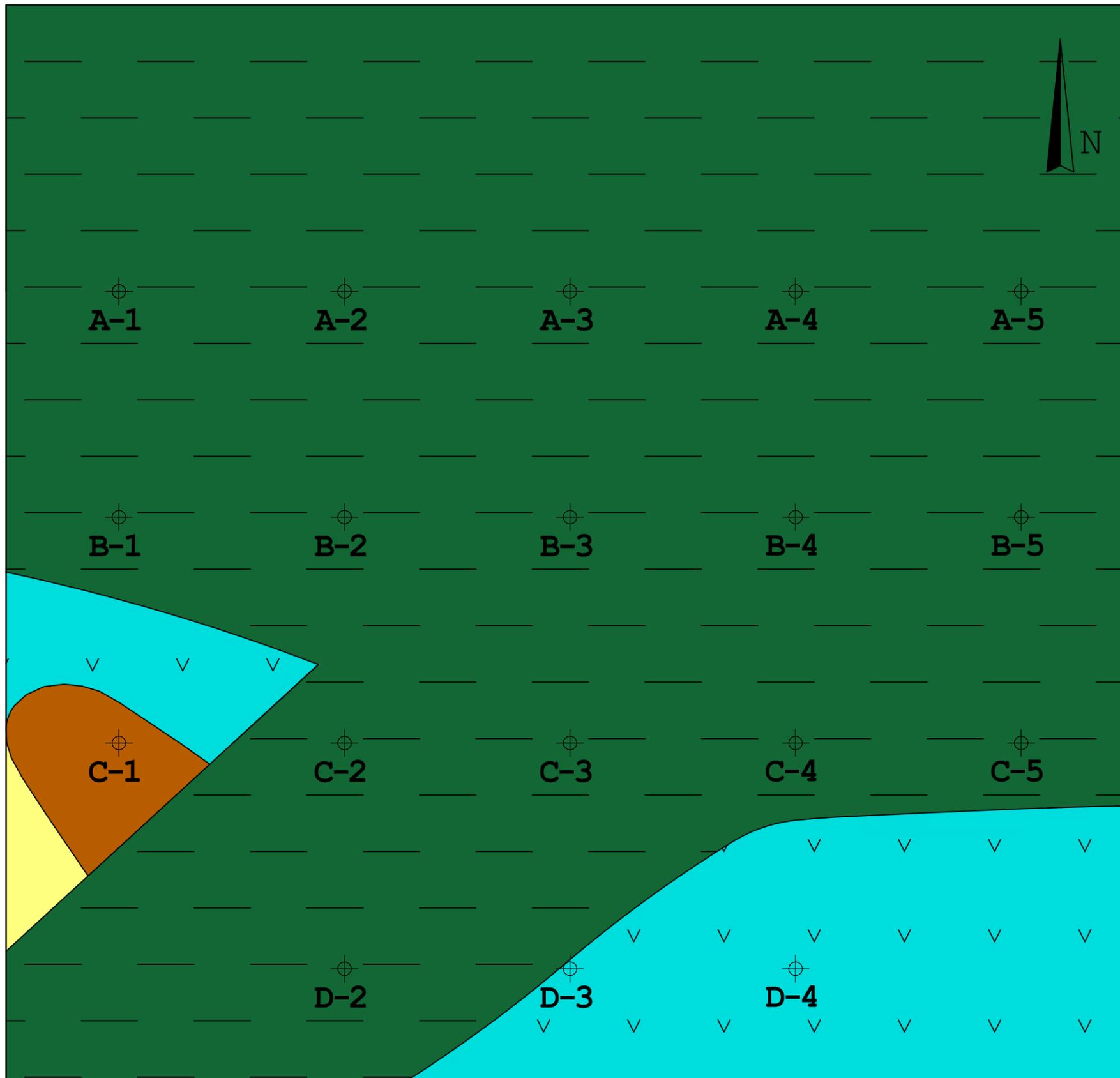
E 1:2000  
100 mts

Perfil D-D'

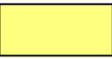
E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

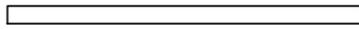


VALORACION DE  
UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO  
POR SONDEOS

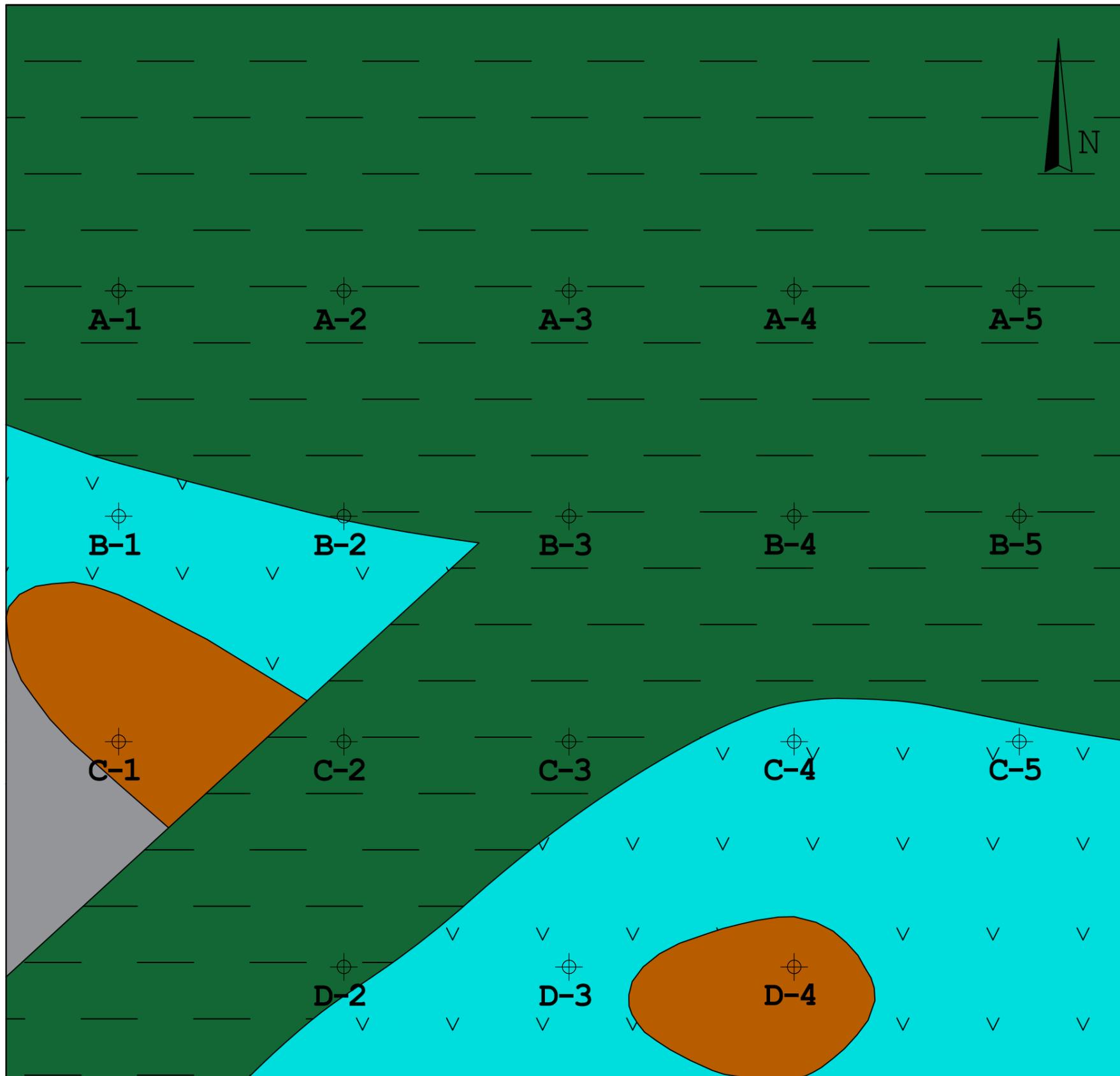
PLANTA GEOLOGICA - COTA 325 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

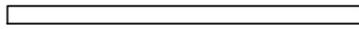


VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

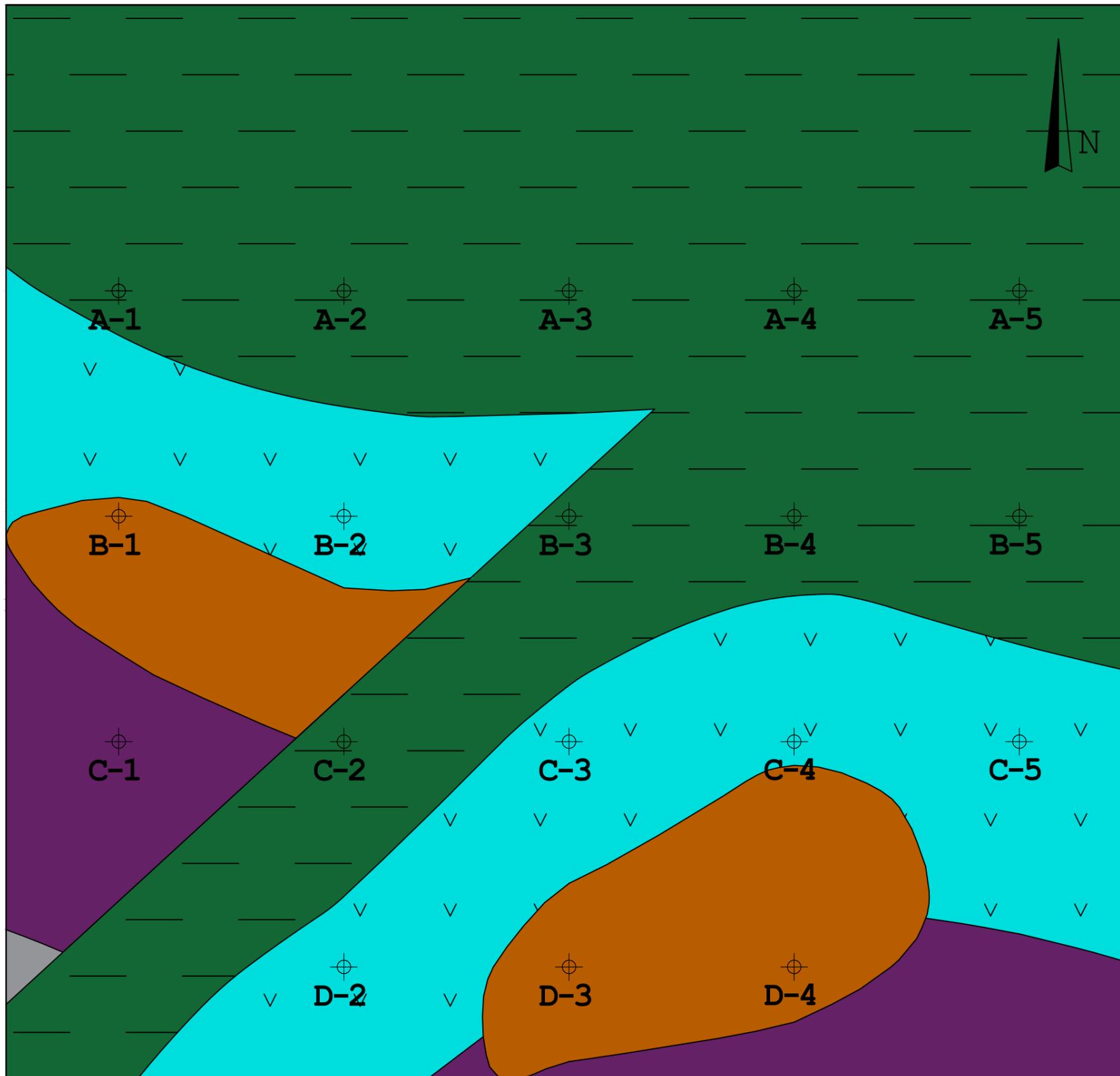
PLANTA GEOLOGICA - COTA 350 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

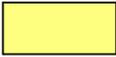
E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

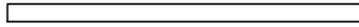


VALORACION DE  
UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO  
POR SONDEOS

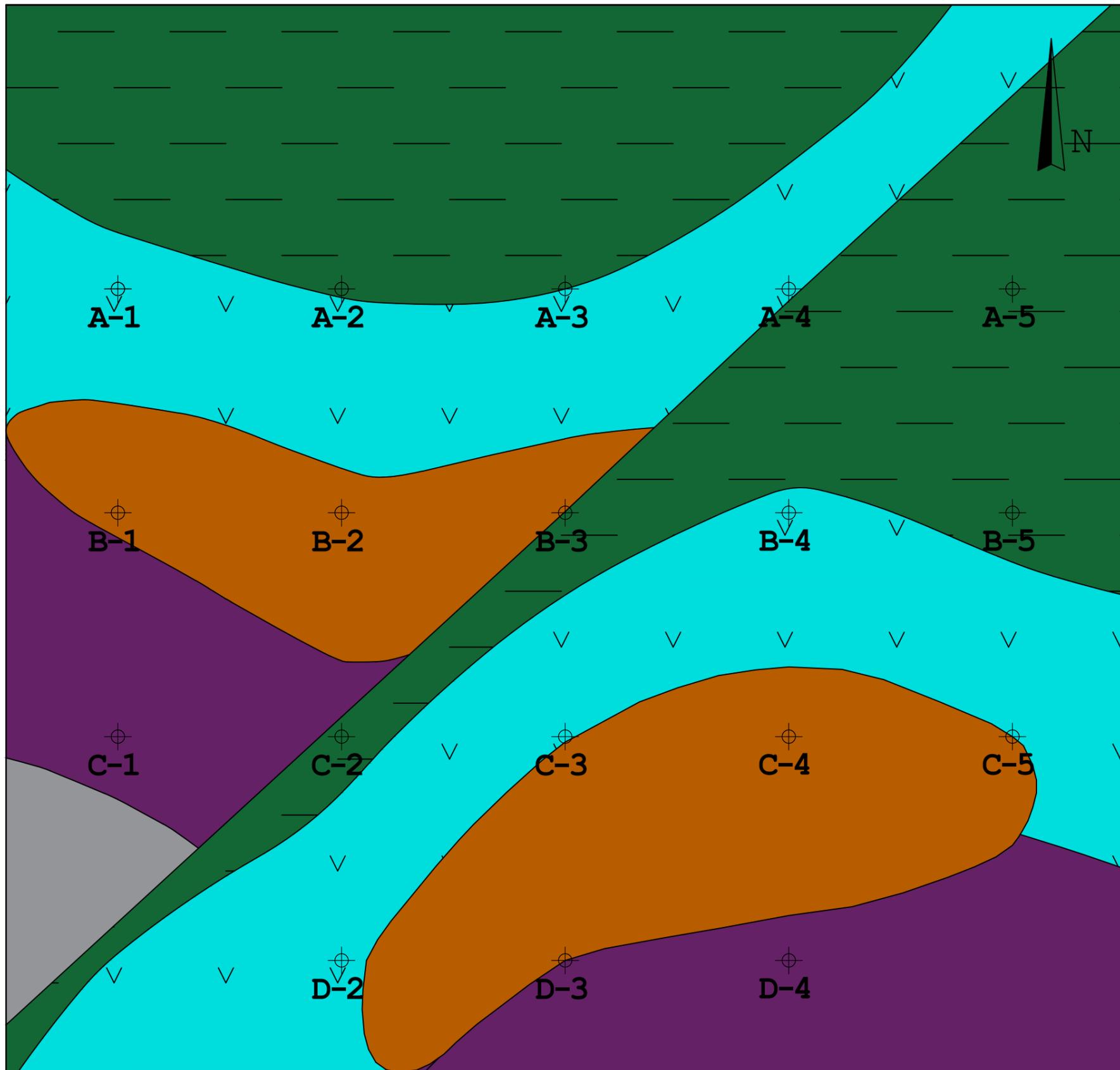
PLANTA GEOLOGICA - COTA 375 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



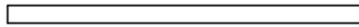
100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

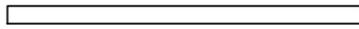


VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

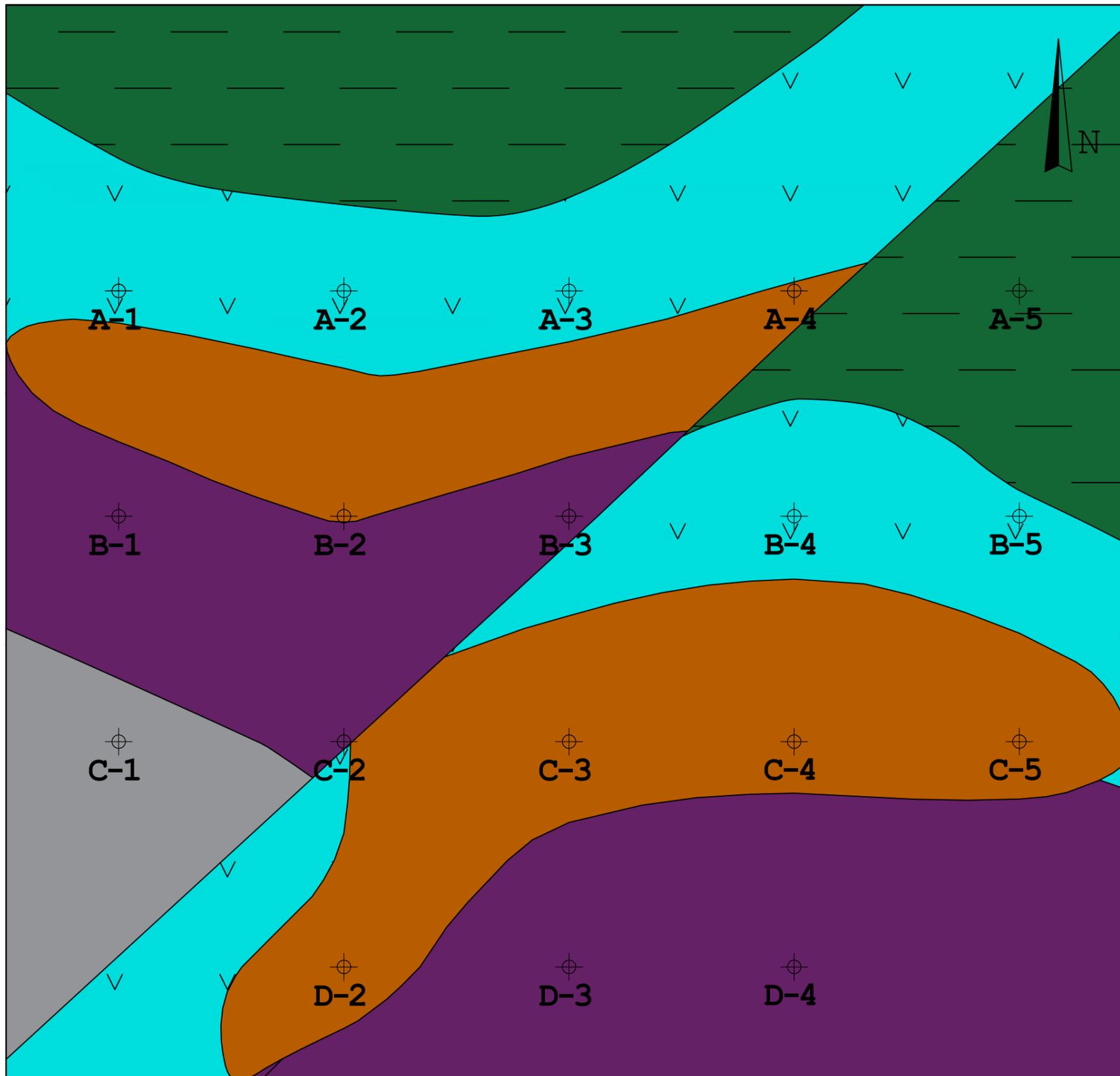
PLANTA GEOLOGICA - COTA 400 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



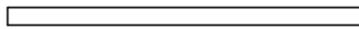
100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

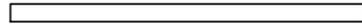


VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

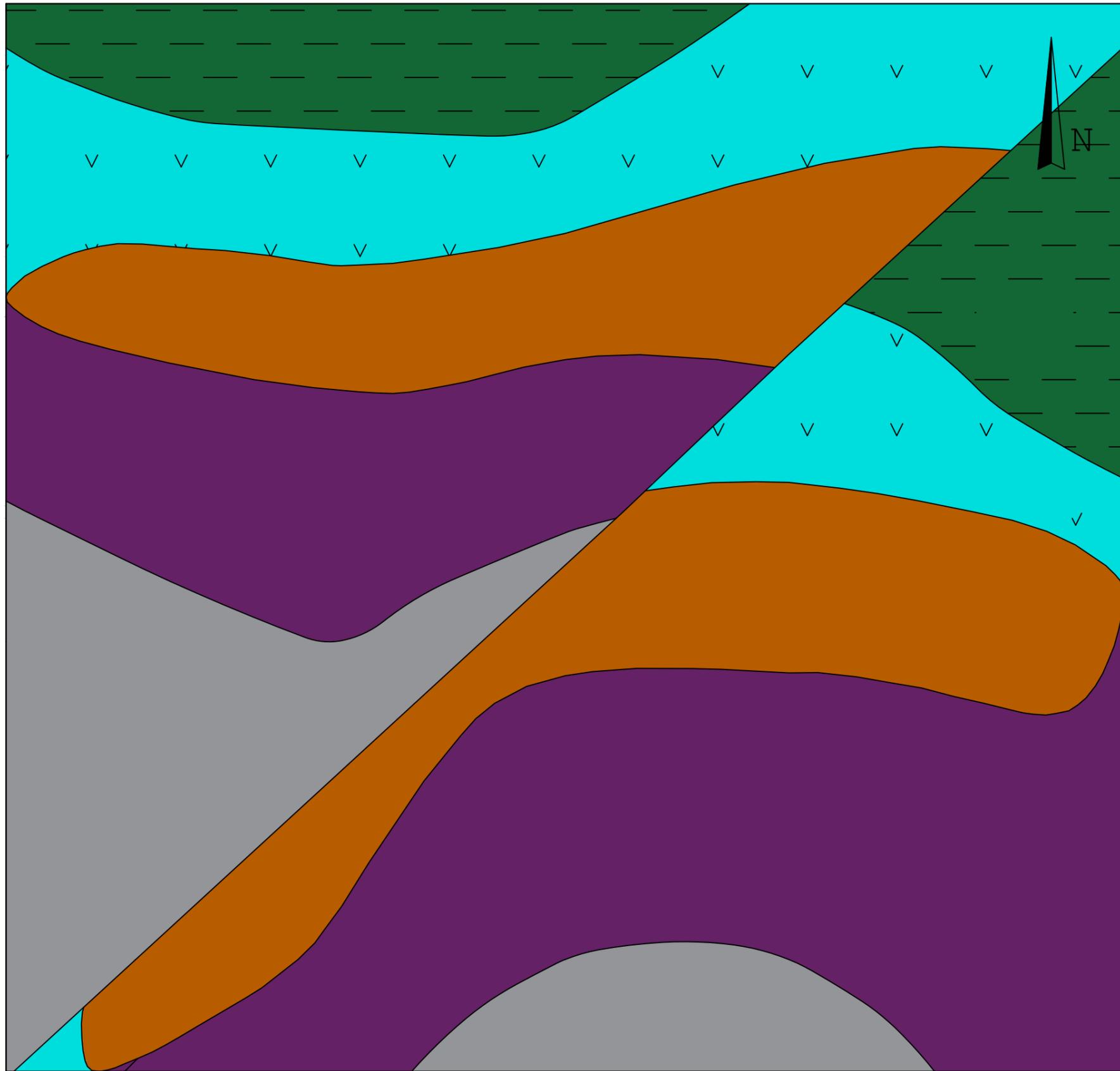
PLANTA GEOLOGICA - COTA 425 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts



VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

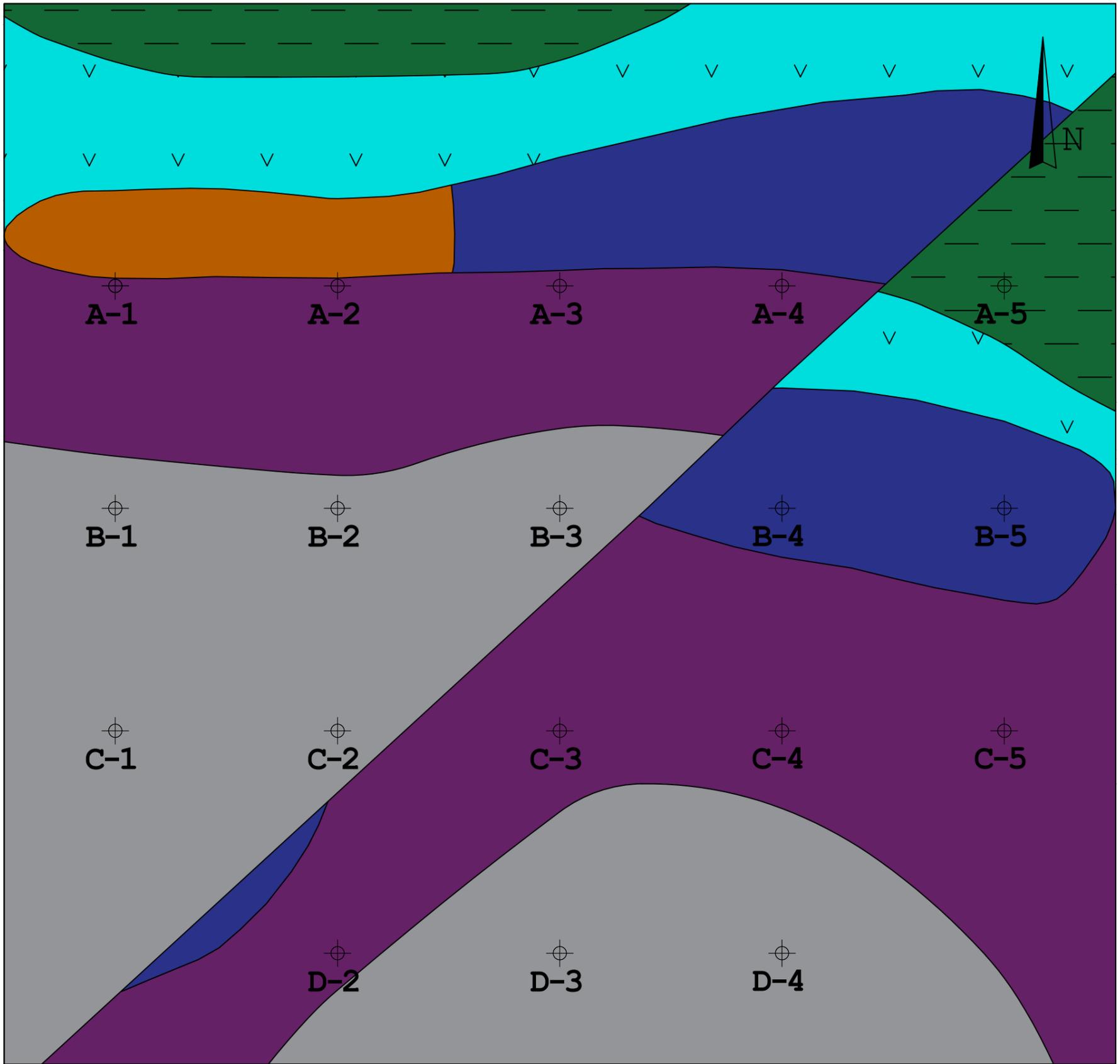
PLANTA GEOLOGICA - COTA 450 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000

100 mts

100 mts



**LEYENDA**

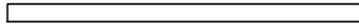
	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

VALORACION DE  
UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO  
POR SONDEOS

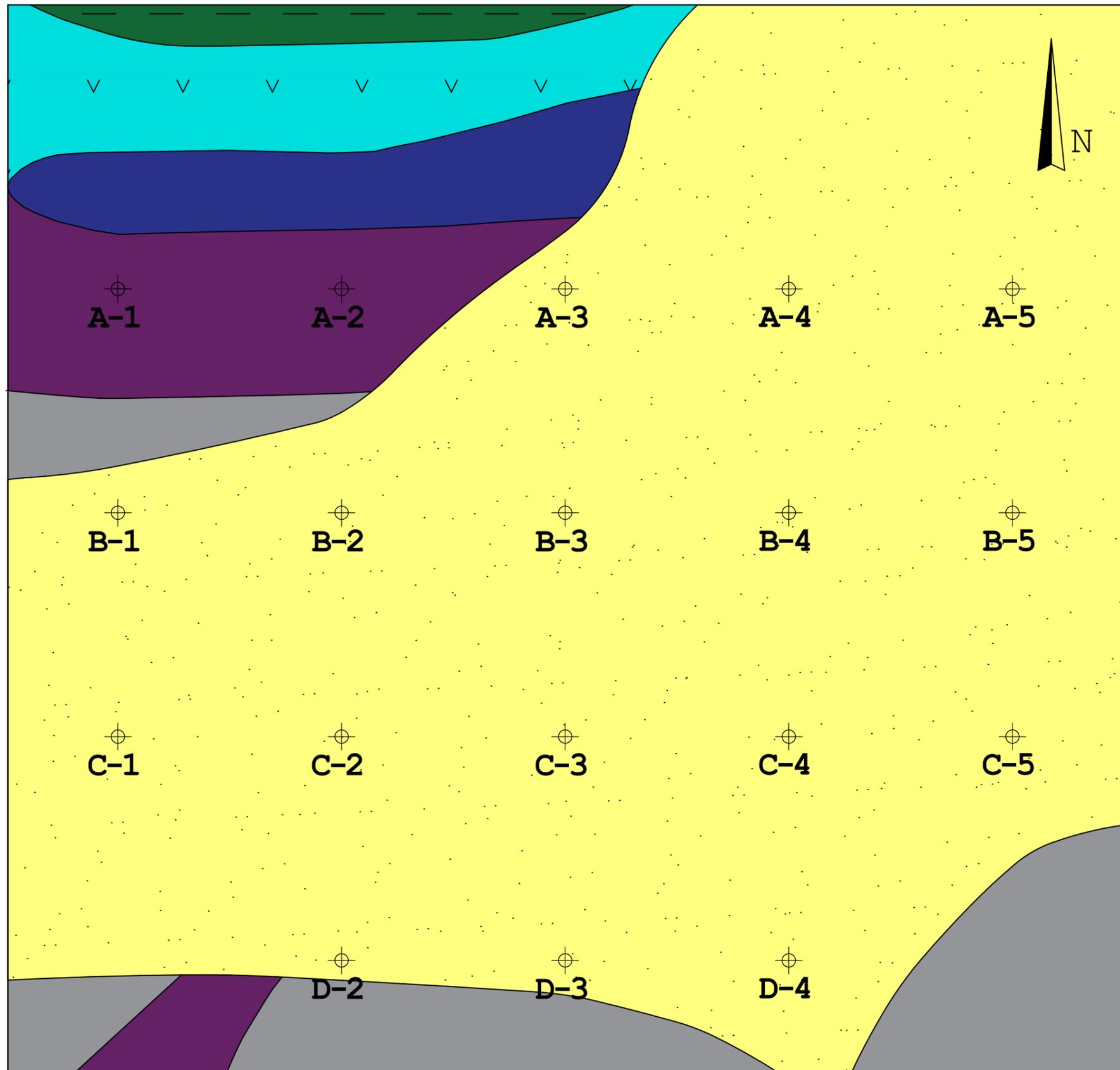
PLANTA GEOLOGICA - COTA 475 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts

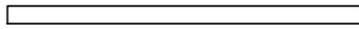


VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

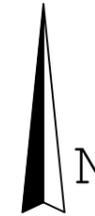
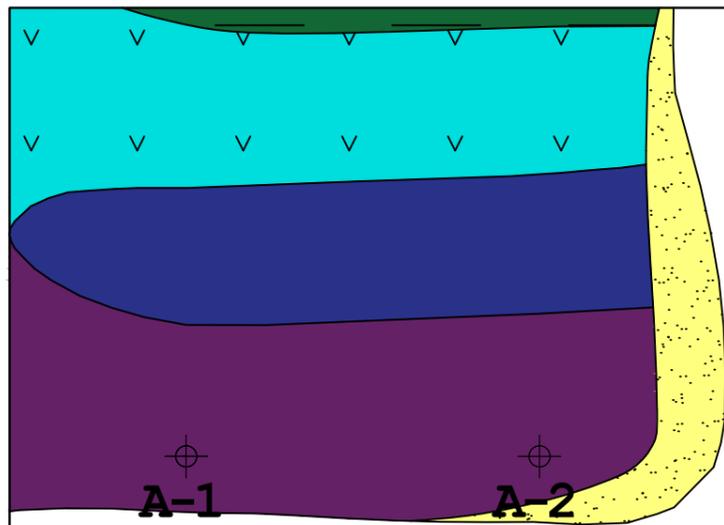
PLANTA GEOLOGICA - COTA 500 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

E = 1:2000



100 mts



**LEYENDA**

	CONGLOMERADOS Y ARENAS
	GRAUVACAS
	PIZARRAS
	GOSSAN
	COMPLEJO MINERAL
	DACITAS
	TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

100 mts



VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS

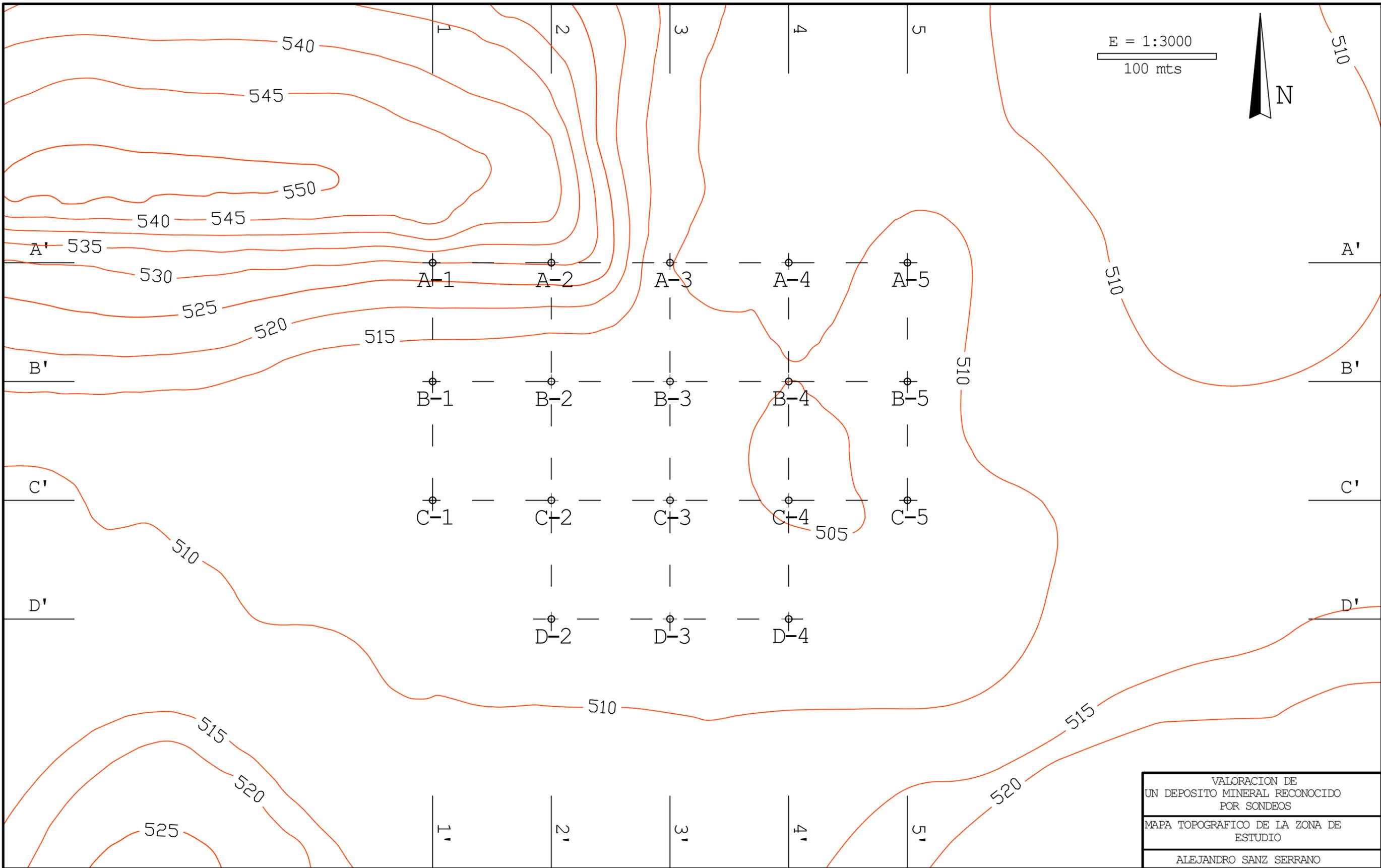
PLANTA GEOLOGICA - COTA 525 m

ALEJANDRO SANZ SERRANO

Modelización y valoración de un depósito reconocido  
por sondeos

# ANEJO C

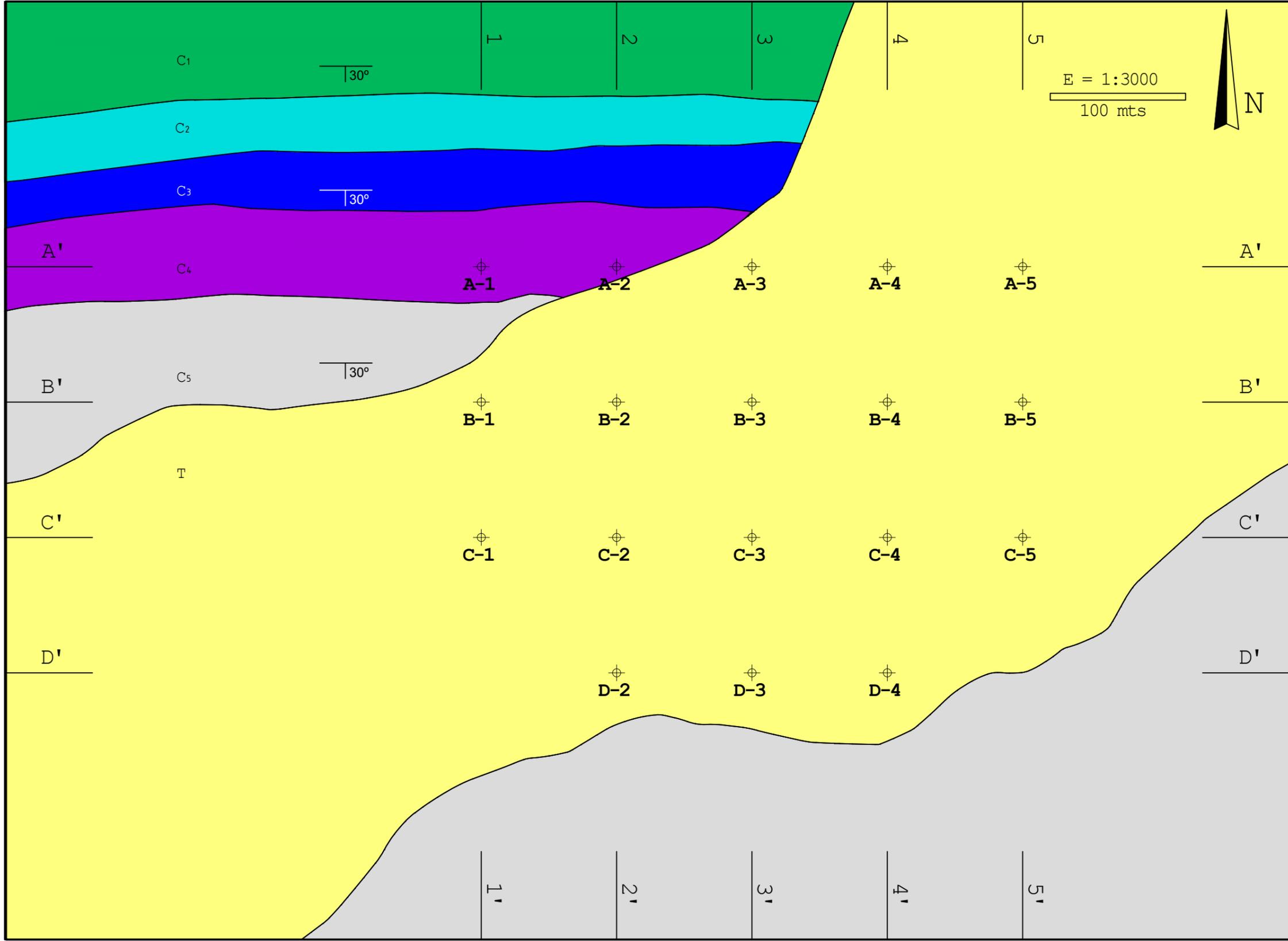
Mapas



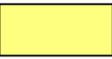
E = 1:3000  
100 mts



VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS
MAPA TOPOGRAFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO
ALEJANDRO SANZ SERRANO



**LEYENDA**

T		CONGLOMERADOS Y ARENAS
C5		GRAUVACAS
C4		PIZARRAS
C3		GOSSAN
C2		DACITAS
C1		TOBAS DACITICAS Y PIZARRAS

VALORACION DE  
UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO  
POR SONDEOS

MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE  
ESTUDIO

ALEJANDRO SANZ SERRANO



VALORACION DE UN DEPOSITO MINERAL RECONOCIDO POR SONDEOS
MAPA TOPOGRAFICO DE LA SITUACION FINAL DE LA CORTA
ALEJANDRO SANZ SERRANO