

Yacimientos Minerales

BLOQUE III. EVALUACIÓN Y PROSPECCIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES

Prospección e investigación de yacimientos minerales



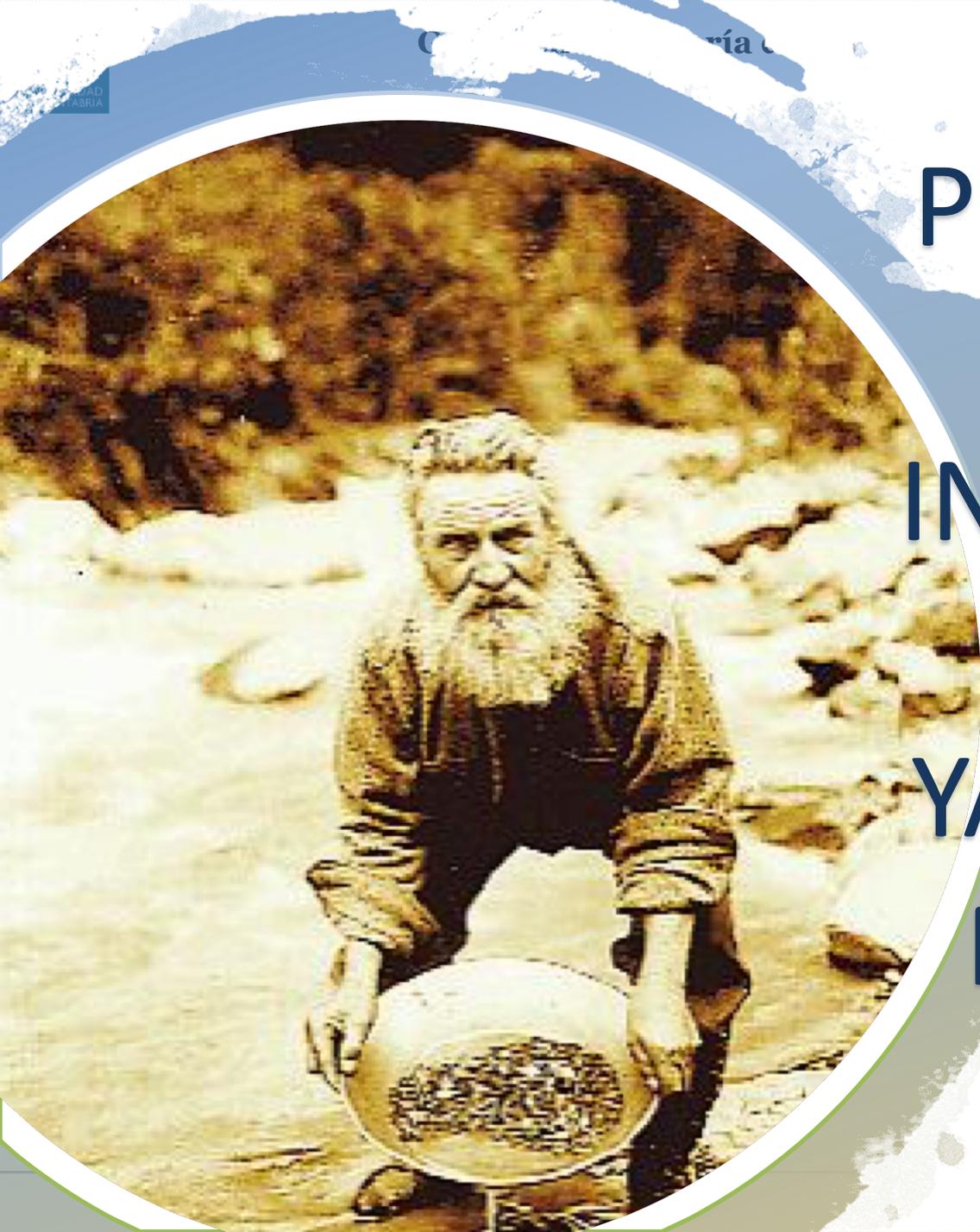
Gema Fernández Maroto

Departamento de Ciencias de la
Tierra Y Física de La Materia
Condensada

Este material se publica con licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





PROSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES



PROSPECCIÓN EXPLORACIÓN E INVESTIGACIÓN

- La exploración de nuevos yacimientos pretende la renovación de los recursos no renovables.
- Prospección: trabajos geológicos-descubrimiento de recursos
- Exploración: investigaciones para determinar la importancia industrial del depósito.
- En España:
 - Exploración = Investigación



Prospección minera: Criterios

- Indicadores para eliminar o seleccionar zonas a investigar en función de las características geológico-mineras conocidas.
- Cromita: rocas básicas o ultrabásicas
- Estratigráficos, litológicos, estructurales, paleogeográficos

CONCEPTOS GEOLÓGICOS - MINEROS

INDICIO MINERAL: concentración mineral de interés científico o técnico que puede indicar la presencia de una mineralización

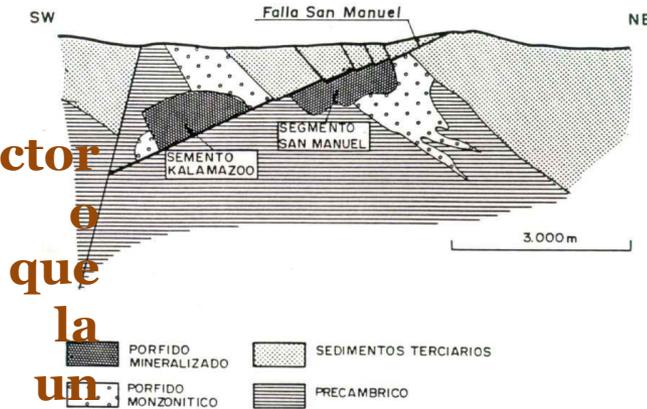


INDICIO DIRECTO: manifestación superficial de una mineralización, puesta al descubierto por la acción de los agentes geológicos externos



Los gossans son Indicios Directos

INDICIO INDIRECTO: manifestación externa de un factor genético o estructural que puede indicar la presencia de un yacimiento próximo.



Las fallas son indicios indirectos del mineral

CONCEPTOS GEOLÓGICOS - MINEROS

INDICIO MINERO: manifestaciones de mineral puestas al descubierto por trabajos mineros.

Indicio minero: Mina abandonada



MINERALIZACIÓN (Mineral deposit): indicio mineral con suficiente interés económico para que, bajo condiciones favorables, pueda convertirse en un yacimiento mineral.



La explotación de un yacimiento mineral, se denomina
"Mina"

EXPLORACIÓN
MINERA

“indicios” →

"mineralización"

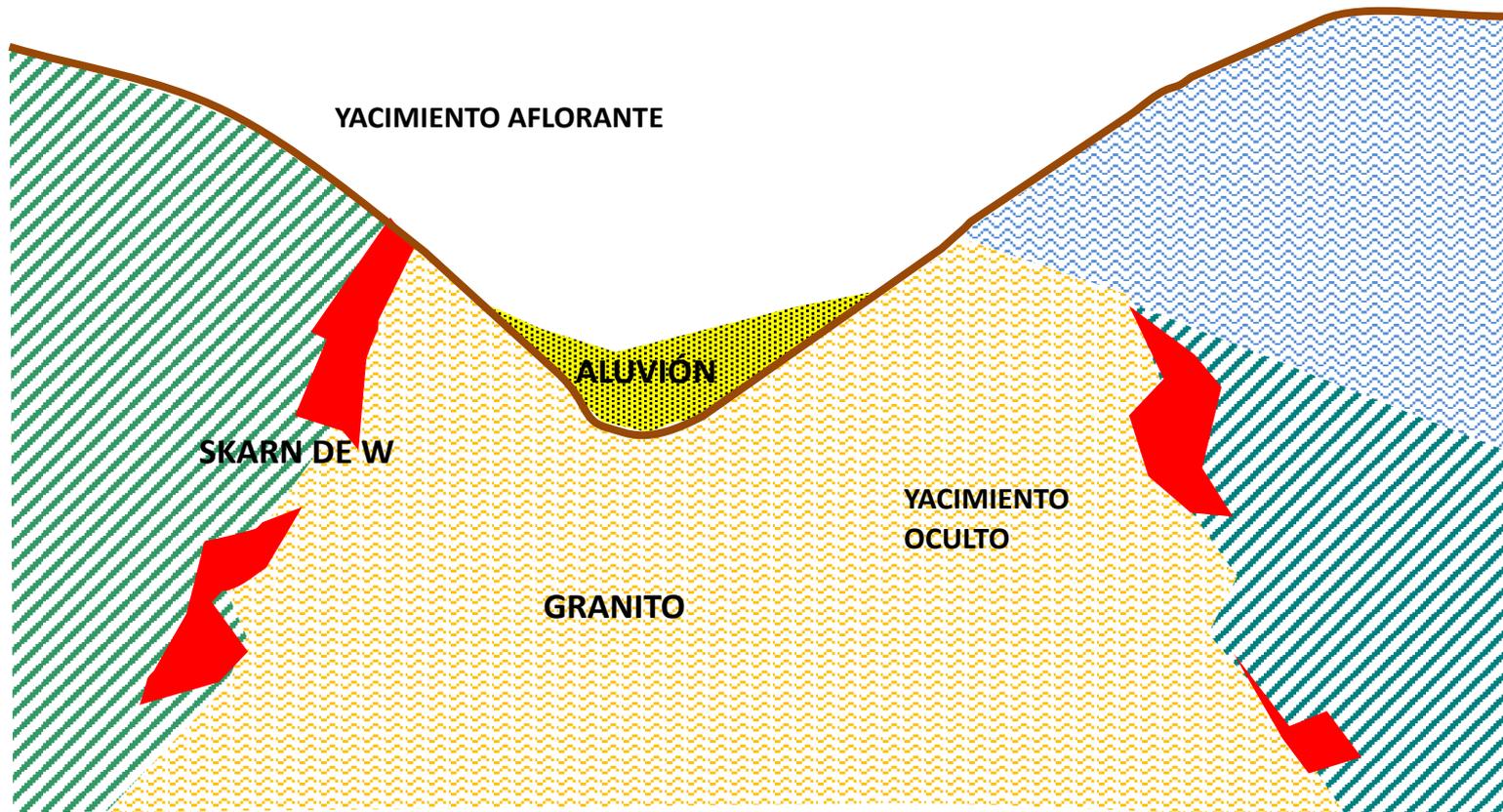
→ "yacimiento mineral".





METODOLOGÍA DE LA PROSPECCIÓN MINERA

Yacimiento Mineral: Aflorante y Oculto





Métodos de prospección minera

Métodos Indirectos

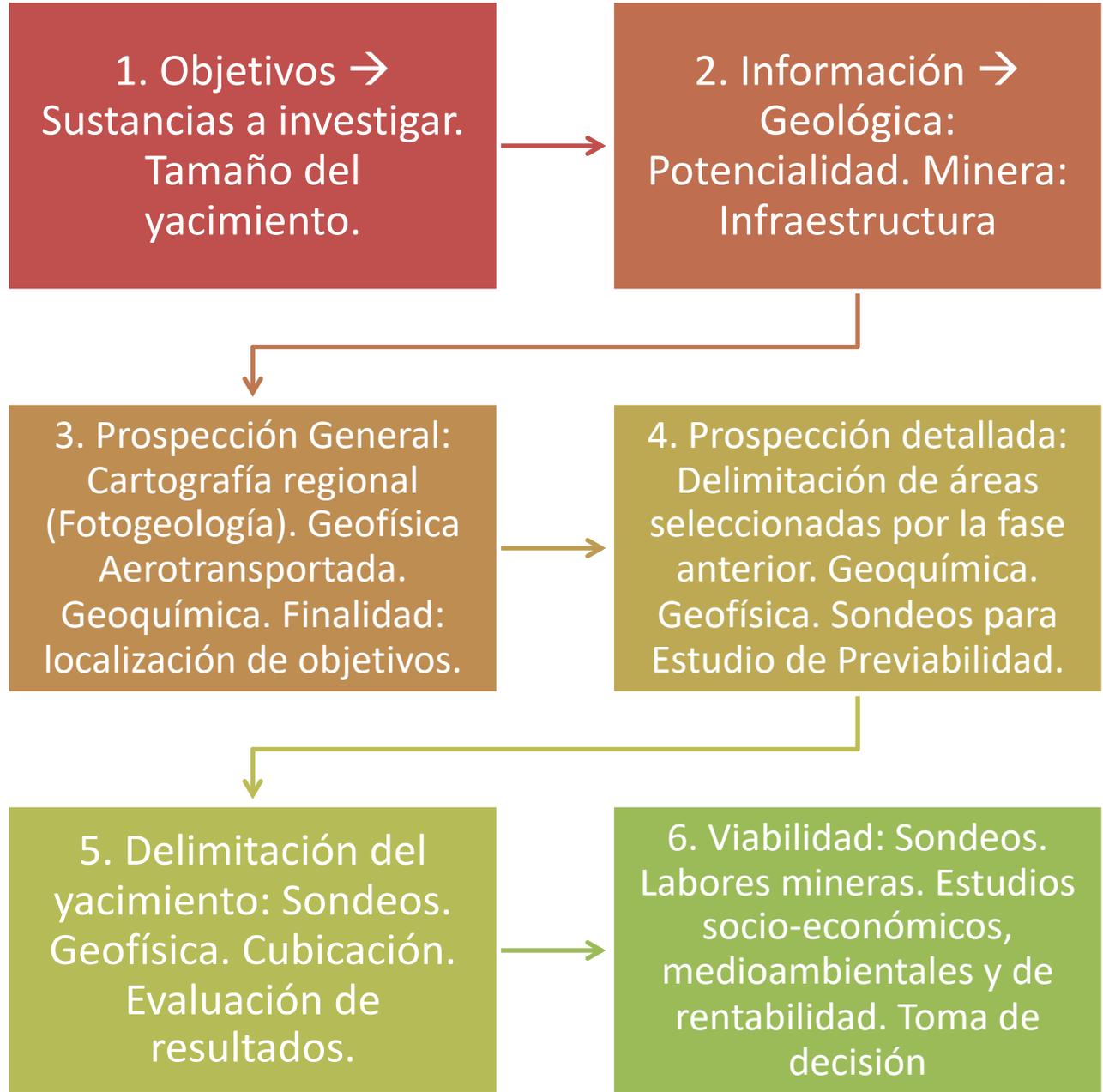
- Geoquímica
- Geofísica..

Métodos Directos

- Calicatas
- Sondeos
- Galerías etc...



Fases de la exploración





MÉTODOS INDIRECTOS



MÉTODOS INDIRECTOS:



Teledetección



Fotogeología



Cartografía geológica de exterior y de
minería de interior



Cortes geológicos mineros



Geoquímica

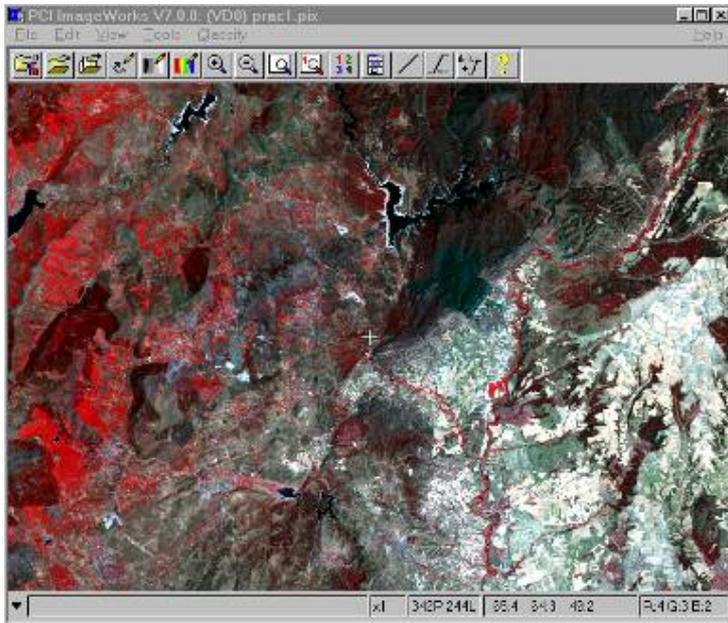


Geofísica

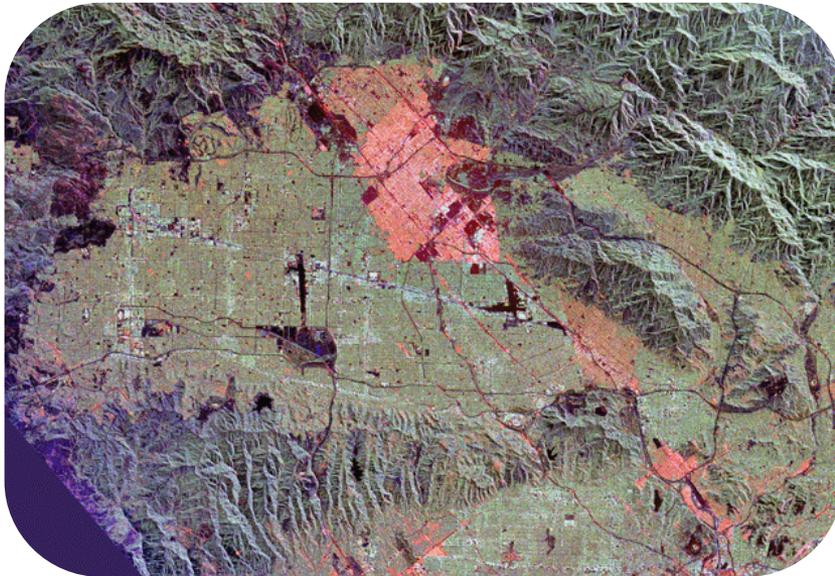


TELEDETECCIÓN

- Interpretación de las fotografías aéreas enviadas a la Tierra por los satélites artificiales científicos: Escala, Brillo, Contraste, Poder de resolución.
- Radiaciones electromagnéticas
- Posibilidad de confeccionar mapas a gran escala 1:200.000 → reconocimiento de grandes estructuras que pueden ser metalotectos generales de determinado tipo de yacimientos.



Teledetección



Variaciones litológicas del sustrato

Anomalías de la biomasa

Alteración litológica:
presencia de fallas.

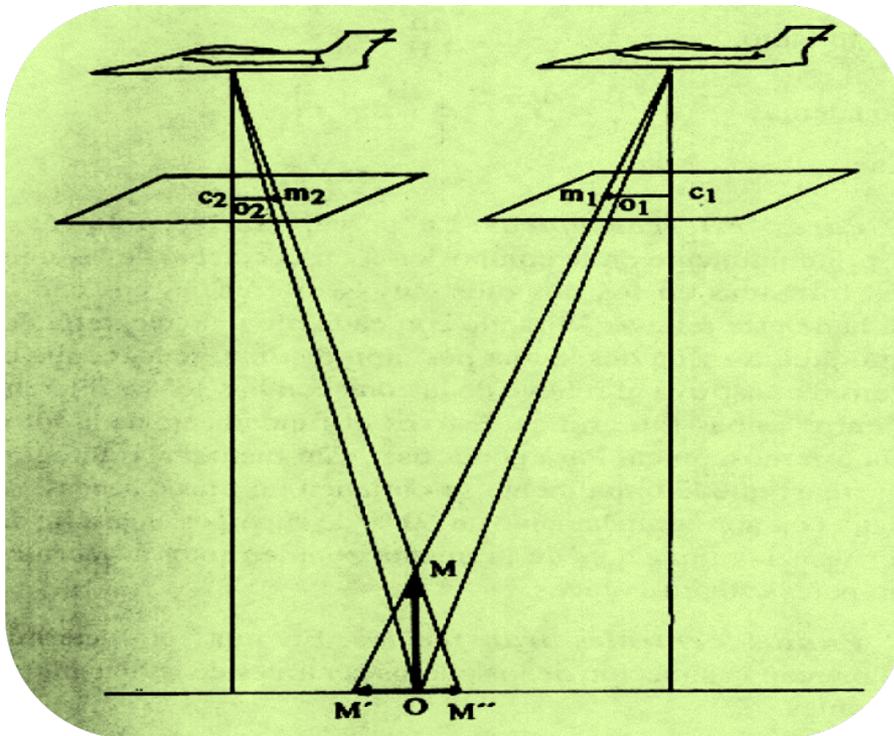
Imágenes de elementos
lineales

“shear zones”

Zonas de alteración extensas

FOTOGEOLOGÍA

- Técnica de interpretación geológica partiendo de fotografías tomadas desde avión.

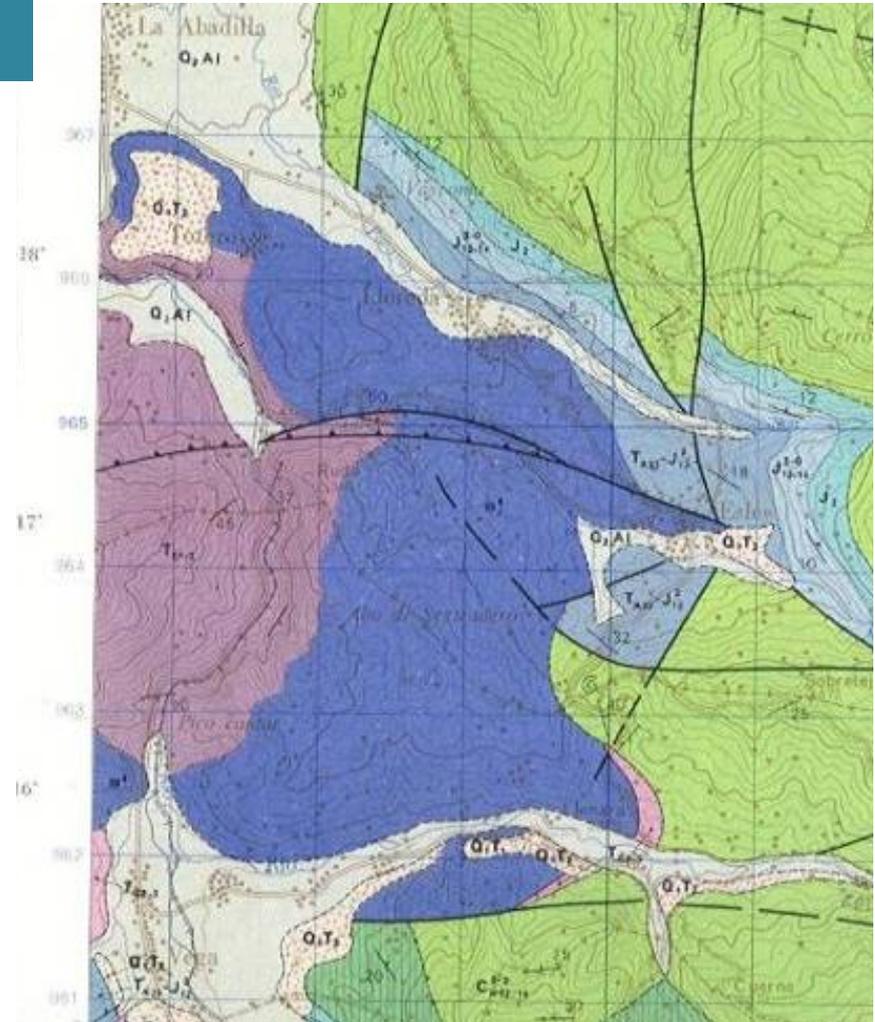


CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Representación de los caracteres geológicos de un área de la Tierra por medio de símbolos y colores determinados.

Geología de un área:

- relaciones genéticas
- estructuras tectónicas
- metalotecto
- indicio minero
- fallas, estratigrafía, litología...

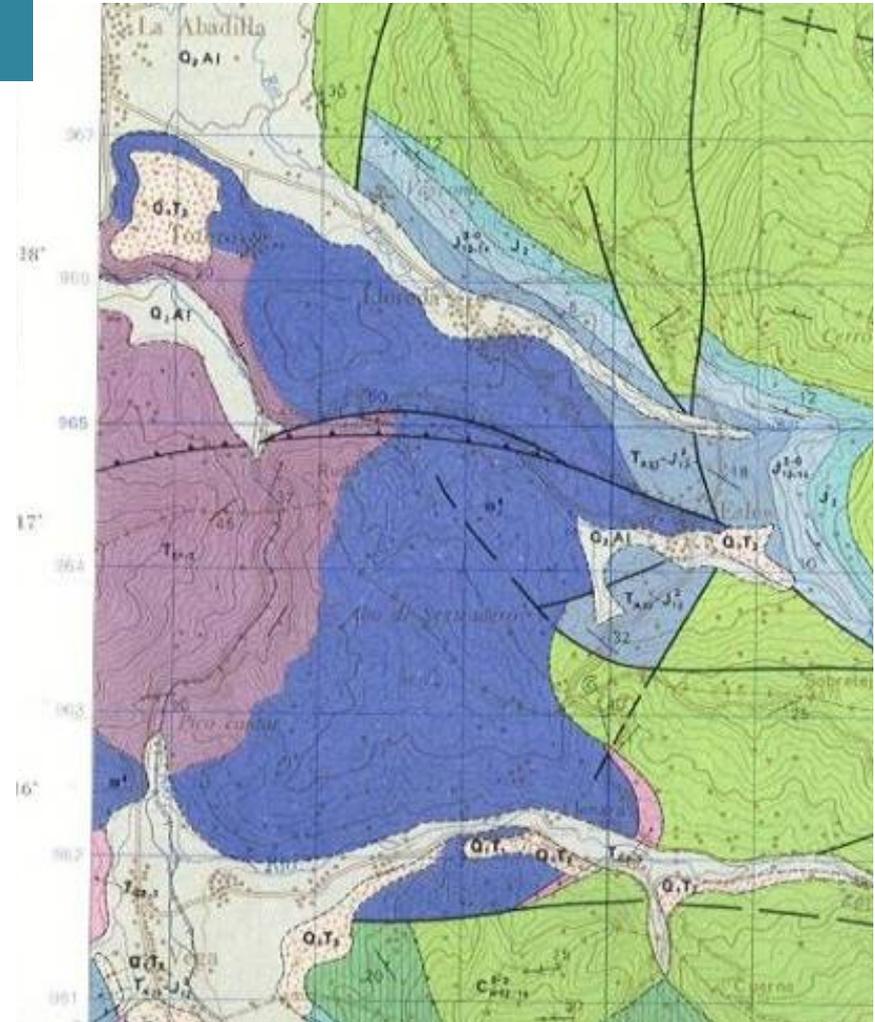


CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

Puede elaborarse:

- A partir de la observación directa en campo.
- Utilizando una serie de medios indirectos (foto aérea o los resultados de prospecciones geofísicas).
- Combinando los dos anteriores.

EL PLANO GEOLÓGICO ES EL DOCUMENTO BASE EN LA INVESTIGACIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES.



CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA- MINERA

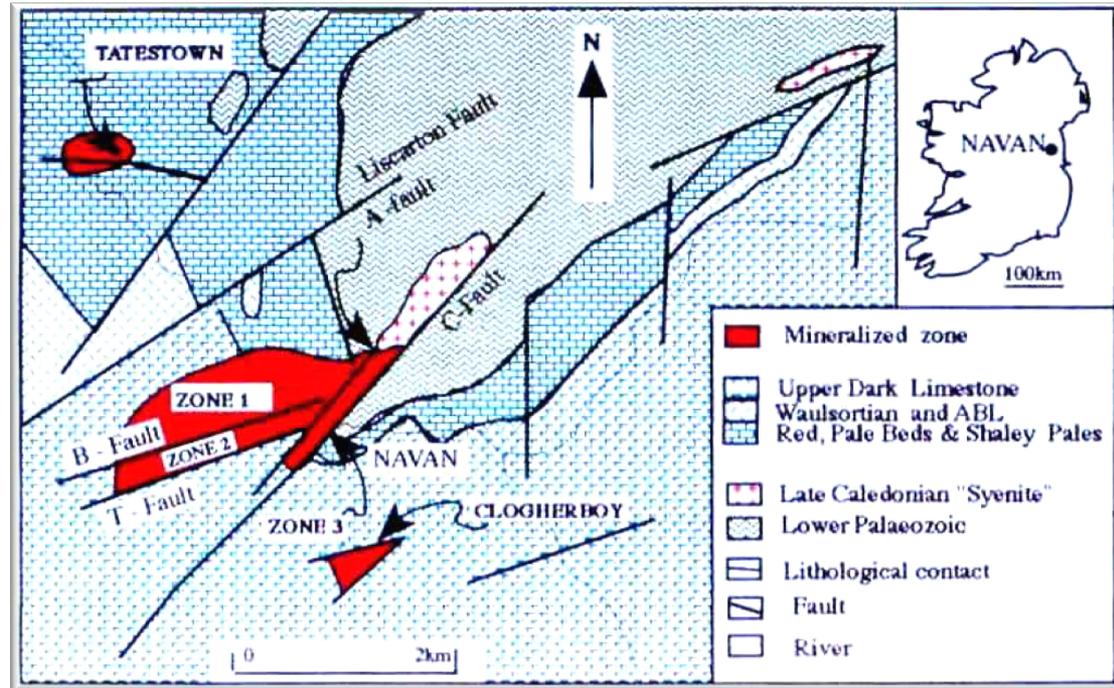
Cartografía de
grandes áreas

Cartografía de
detalle

INCLUIR: *“Todos los datos que puedan ser representativos de la mineralización”*

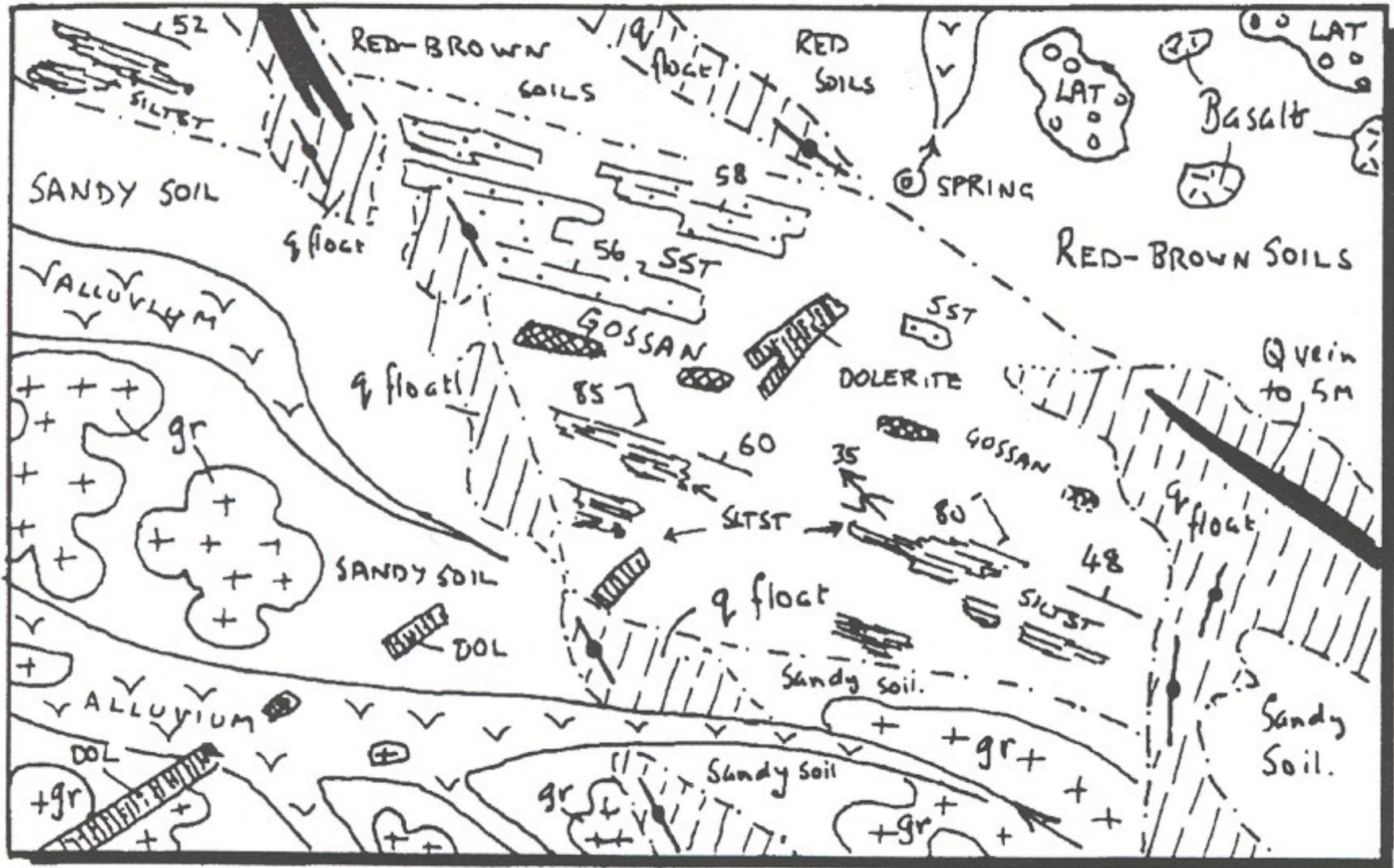
- Litología de la zona.
- Estudio afloramientos.
- Alteraciones hipog y epig.
- Gossans
- Rasgos estruc. y tectónicos.
- Otros rasgos.

Los datos que no se puedan representar en el mapa, se anotan en una libreta o ficha.



Cartografía del yacimiento de Tara (Irlanda)

Dead Horse Prospect: Geology map at 1 : 1000 scale



Escala minera de detalle a 1:1.000



Cartografía de Indicios Mineros

Afloramientos: Gossans, filones de cuarzo, etc.

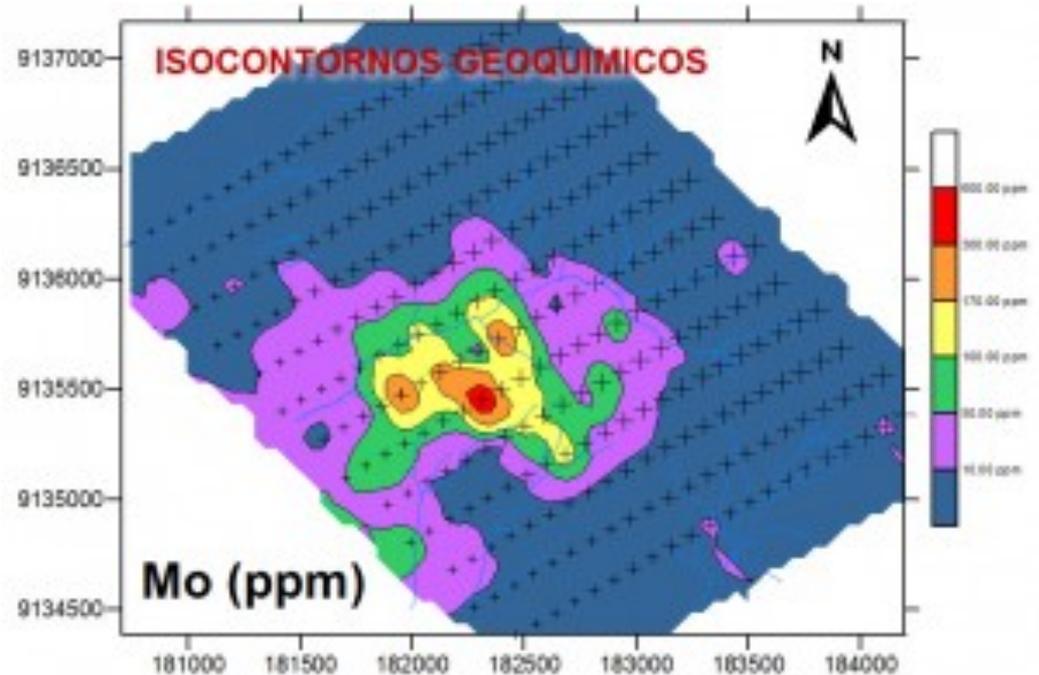
Calicatas: Poner al descubierto la mineralización sin oxidar.

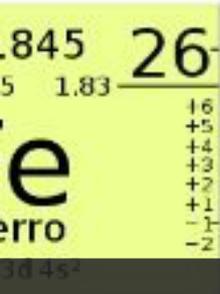
Labores mineras: Topografía de la galería, cartografía de la mineralización y de los hastiales, estructuras etc.

Escombreras: Contienen mucha información. Tamaño de la mina = tamaño de la escombrera. Tipo de mineralización, hastiales, óxidos, etc.



Métodos de Prospección GEOQUÍMICA



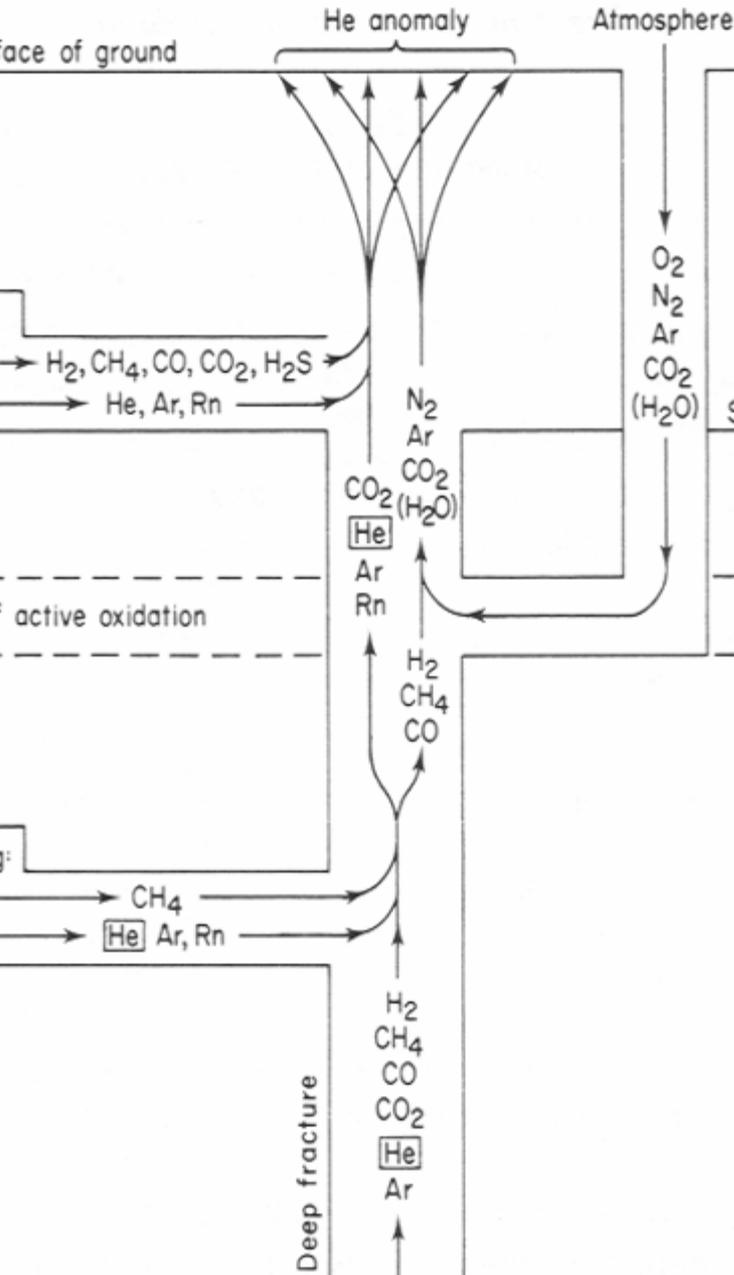


GEOQUÍMICA

- Ciencia que estudia la abundancia, distribución y migración de los elementos químicos en la Tierra.

51.9962 24 Cr Cromo [Ar] 3d ⁵ 4s ¹	54.9380 25 Mn Manganeso [Ar] 3d ⁵ 4s ²	55.845 26 Fe Hierro [Ar] 3d ⁶ 4s ²	58.9331 27 Co Cobalto [Ar] 3d ⁷ 4s ²	58.9331 27 Ni Níquel [Ar] 3d ⁸ 4s ²	63.546 29 Cu Cobre [Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	65.38 30 Zn Zinc [Ar] 3d ¹⁰ 4s ²	69.723 31 Ga Galio [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹				
95.94 42 Mo Molibdeno [Kr] 4d ⁵ 5s ¹	95.94 42 Mo Molibdeno [Kr] 4d ⁵ 5s ¹	98.906 43 Tc Technecio [Kr] 4d ⁵ 5s ²	101.07 44 Ru Rutenio [Kr] 4d ⁷ 5s ¹	101.07 44 Ru Rutenio [Kr] 4d ⁷ 5s ¹	106.42 46 Pd Paladio [Kr] 4d ¹⁰	112.411 48 Cd Cadmio [Kr] 4d ¹⁰ 5s ²	114.818 49 In Indio [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²				
183.84 74 W Wolframio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²	186.21 76 Os Osmio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²	195.08 78 Pt Platino [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	196.967 79 Au Oro [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	196.967 79 Au Oro [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	200.59 80 Hg Mercurio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	200.59 80 Hg Mercurio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	204.383 81 Tl Talio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹	204.383 81 Tl Talio [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹	208.980 82 Pb Plomo [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	208.980 82 Pb Plomo [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	
(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(266) 106 Sg Seaborgio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²
116.90459 58 Lr Lawrencio [Rf] 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² 7p ¹	140.90765 59 Pr Praseodimio [Xe] 4f ³ 6s ²	144.242 60 Nd Neodimio [Xe] 4f ⁴ 6s ²	(145) 61 Pm Prometio [Xe] 4f ⁵ 6s ²	150.36 62 Sm Samario [Xe] 4f ⁶ 6s ²	151.964 63 Eu Europio [Xe] 4f ⁷ 6s ²	157.25 64 Gd Gadolinio [Xe] 4f ⁷ 6s ²	158.9253 65 Tb Terbio [Xe] 4f ⁹ 6s ²	162.500 66 Dy Disprosmio [Xe] 4f ¹⁰ 6s ²	164.93032 67 Ho Holmio [Xe] 4f ¹¹ 6s ²		
231.03588 90 Pa Protactinio [Rn] 5f ² 6d ¹ 7s ²	231.03588 90 Pa Protactinio [Rn] 5f ² 6d ¹ 7s ²	238.02891 92 U Uranio [Rn] 5f ³ 6d ¹ 7s ²	(237) 93 Np Neptunio [Rn] 5f ⁴ 7s ²	(244) 94 Pu Plutonio [Rn] 5f ⁶ 7s ²	(243) 95 Am Americio [Rn] 5f ⁷ 7s ²	(247) 96 Cm Curio [Rn] 5f ⁷ 7s ²	(247) 97 Bk Berkelio [Rn] 5f ⁹ 7s ²	(251) 98 Cf Californio [Rn] 5f ¹⁰ 7s ²	(252) 99 Es Einsteinio [Rn] 5f ¹¹ 7s ²		





PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA - Utiliza los conceptos fundamentales de la ciencia Geoquímica, aplicándolos a problemas concretos relacionados con la búsqueda de recursos minerales.

La prospección geoquímica consiste en la medición sistemática y precisa de la composición química de los materiales naturales (rocas, suelos, sedimentos, aguas superficiales y subterráneas, vegetación etc...

LA DETERMINACIÓN DEL FONDO GEOQUÍMICO REGIONAL DE UN ELEMENTO DETERMINADO ES EL PRIMER PASO PARA EL INICIO DE UNA CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

CONCEPTOS



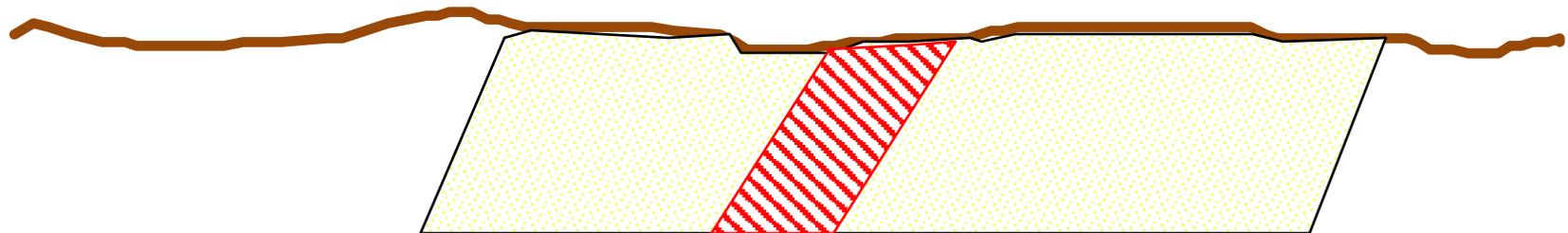
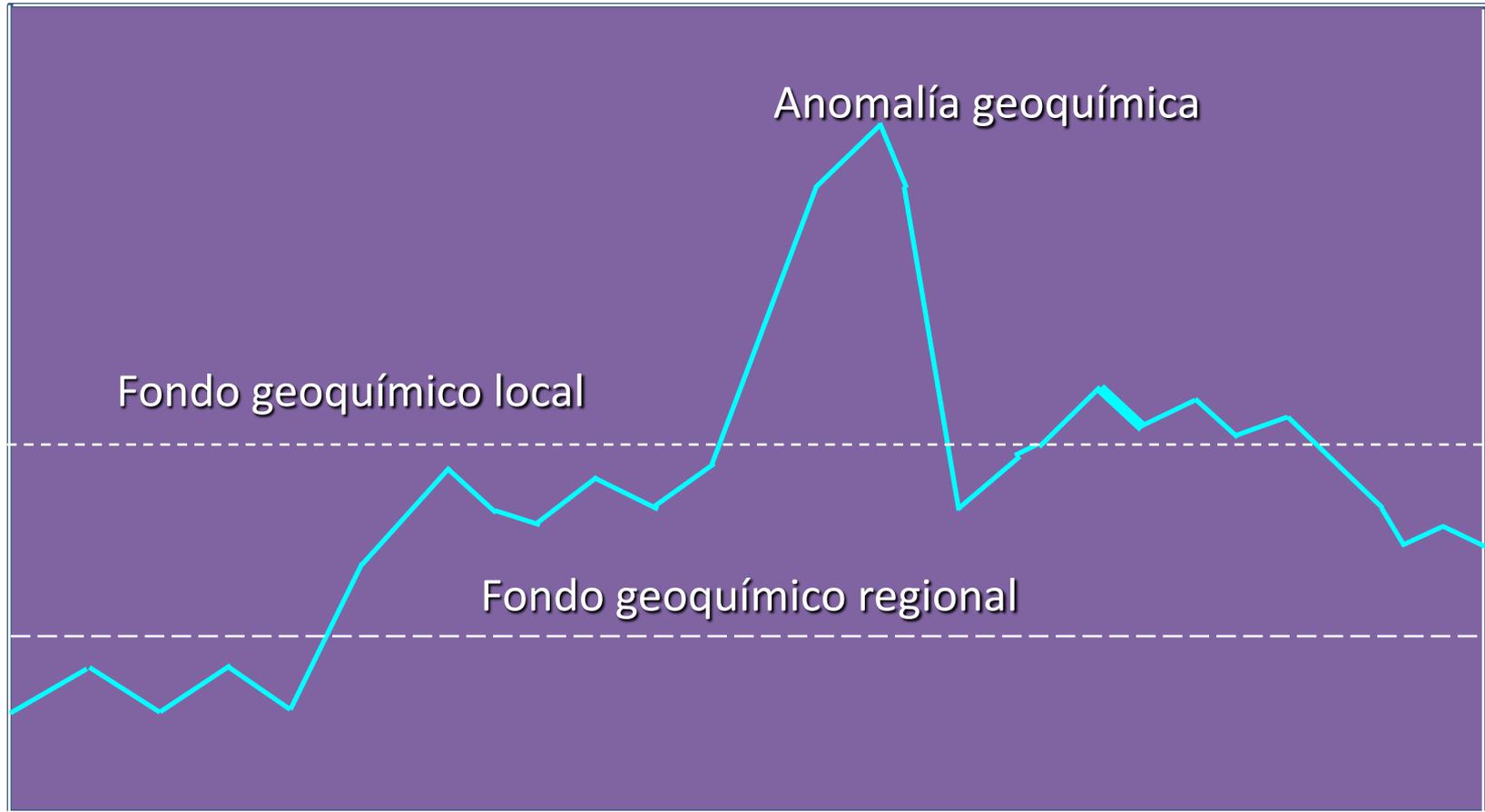
CLARKE



FONDO GEOQUÍMICO REGIONAL: contenido medio de un elemento en esa zona



ANOMALÍA GEOQUÍMICA: Mineralización
Contaminación



Fondo geoquímico regional y local, anomalía.

EXPLORACIÓN GEOQUÍMICA

Se basa en la medición sistemática del contenido de uno o más elementos químicos en las rocas, sedimentos o suelos de una zona, en búsqueda de una anomalía, producida por la presencia de una mineralización determinada.

Una anomalía geoquímica debe superar ampliamente (2-3 veces) el fondo regional de un elemento. Las anomalías pueden ser positivas (incremento de un metal dado) o negativas (disminución del elemento) con relación al fondo geoquímico.



EXPLORACIÓN GEOQUÍMICA

VERSATILIDAD Y FACILIDAD DE APLICACIÓN

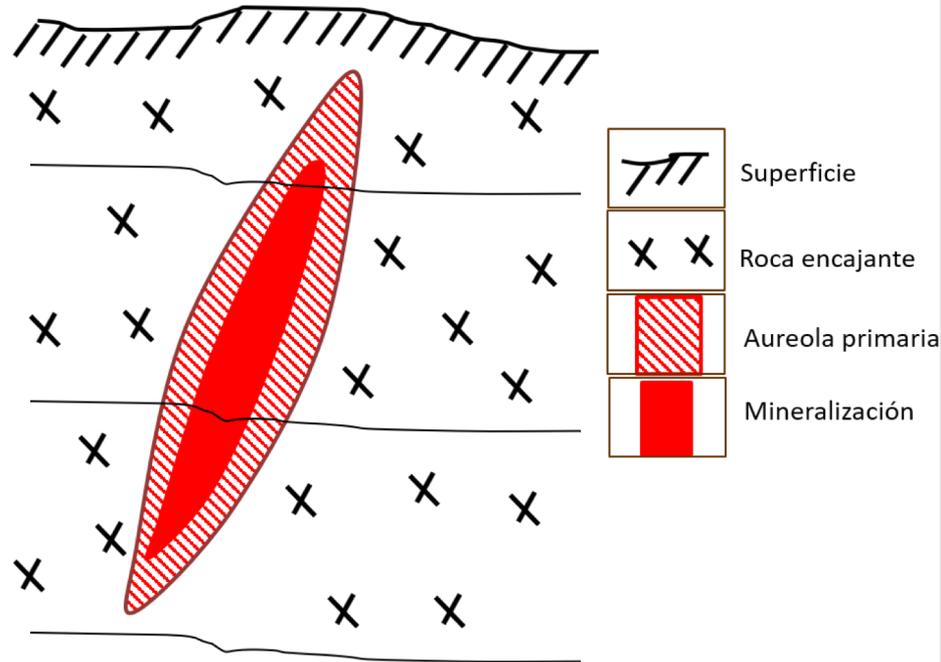
MÉTODO DE EXCLUSIÓN

SELECCIÓN DE ÁREAS DE INTERÉS

ELEMENTO INDICADOR: uno de los elementos principales del yacimiento.

ELEMENTO EXPLORADOR: elemento asociado de fácil identificación.

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS



Depósito mineral y aureola primaria

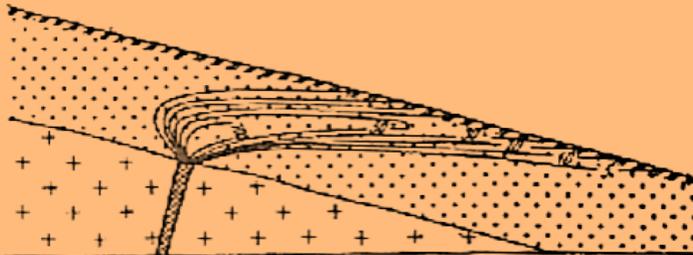
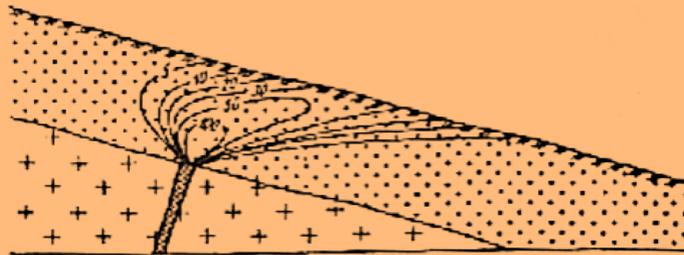
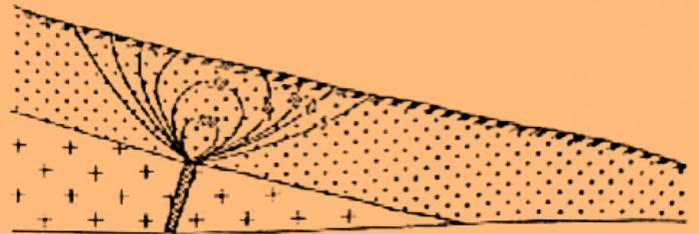
- Yacimiento mineral: concentración de elementos que supera notablemente el Clarke de los mismos.
- AUREOLA PRIMARIA: concentración de elementos de menor intensidad en las rocas encajantes del yacimiento mineral. Se ha formado simultáneamente y por los mismos procesos que la mineralización. Tienen leyes menores.
- El límite entre el yacimiento explotable y su aureola suele tener un significado económico más que geológico.

Aureolas de dispersión

Aureolas de dispersión en pendiente, con distintos tipos de desplazamientos (Solovov, 1987)

Aureolas secundarias

Anomalía residual



- ELUVIAL-DELUVIAL
- ROCA ENCAJANTE
- DEPÓSITO MINERAL
- ISOGRADAS DE CONCENTRACIÓN

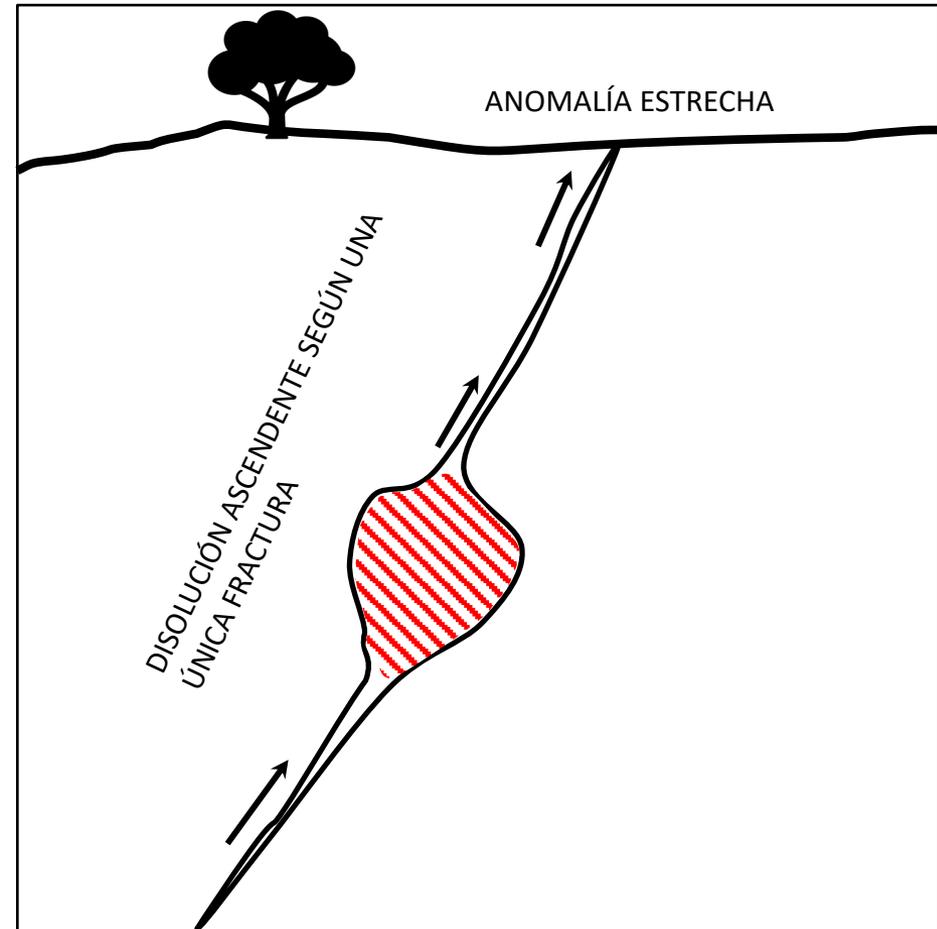
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS:

- Existencia de una acumulación de un elemento químico que puede ser producida por diversas causas:
- Mineralización próxima
- Mineralización lejana
- Contaminación

LA GEOQUÍMICA: no detecta directamente la existencia de una mineralización, indica las cantidades de elemento existente en el suelo, sin predeterminar la causa.

Aureolas geoquímicas

- Dependen de gran cantidad de circunstancias (tipo de roca involucrada, estado de meteorización, relieve, clima, movimiento del agua, posición de la mena respecto a la superficie, actividad de organismos, pH y Eh.....)



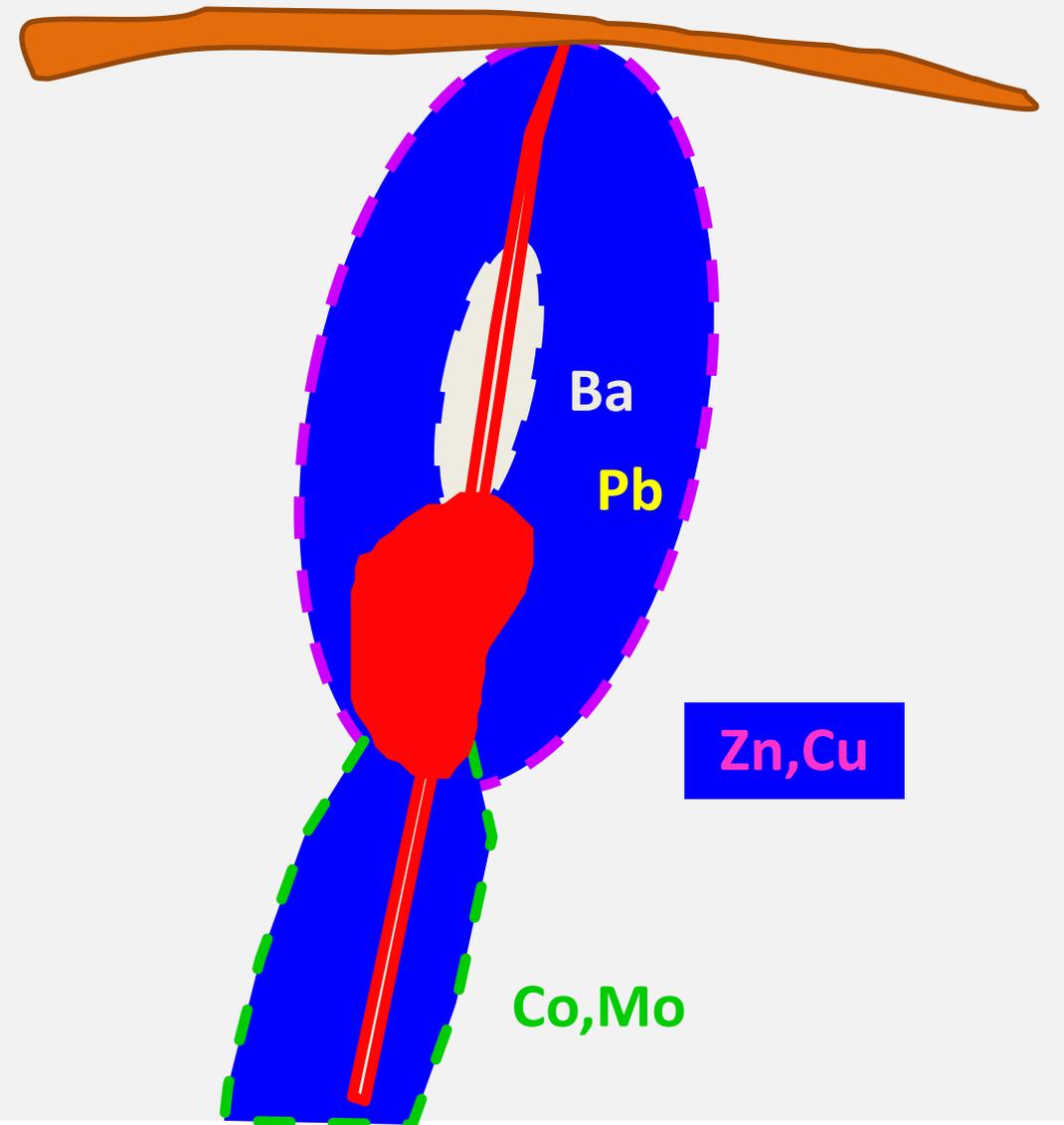


Origen de las aureolas:

Mecánico: cuando los minerales son resistentes y se dispersan mecánicamente (cromita, casiterita).

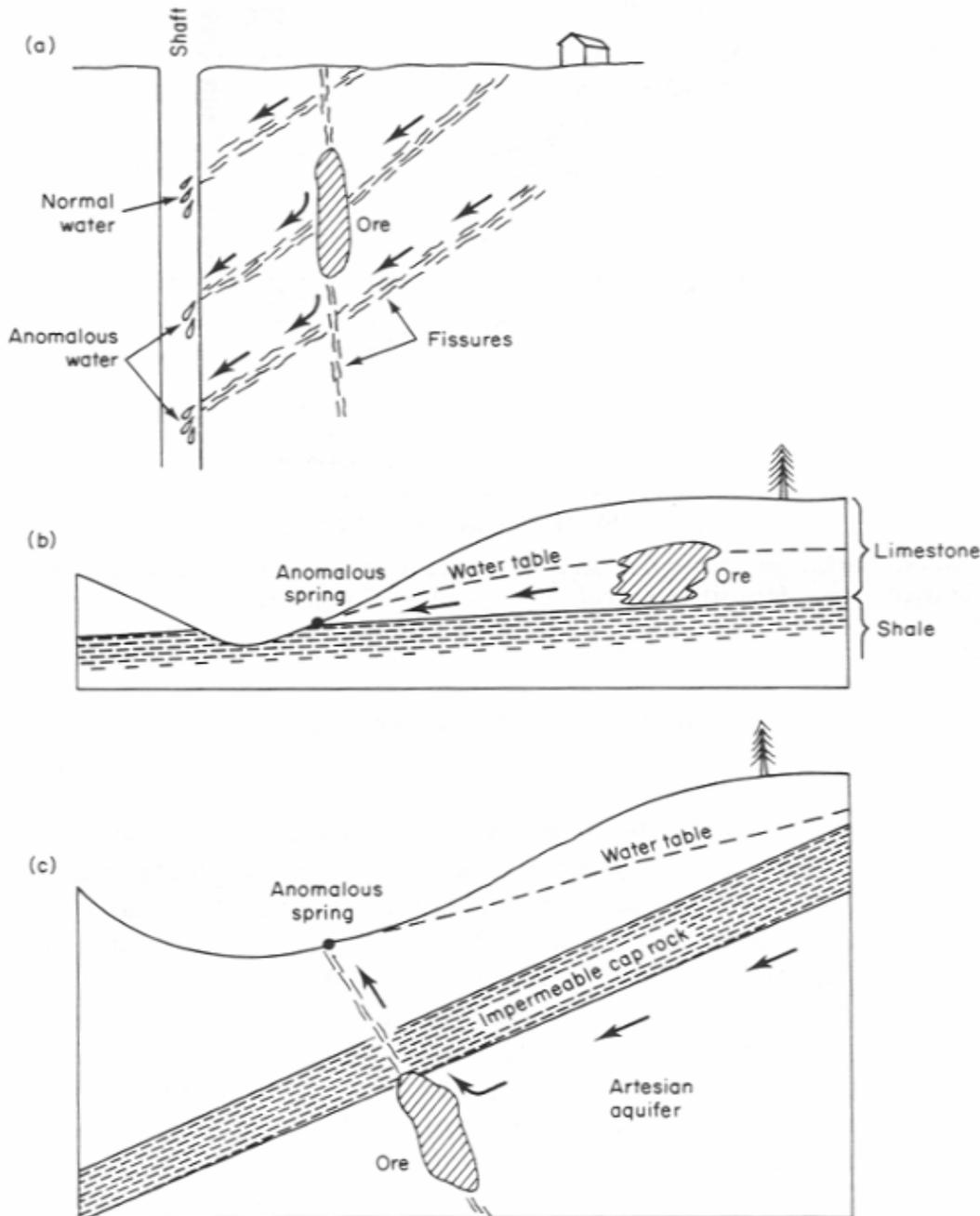
Por disoluciones acuosas: cuando el transporte tiene lugar por disolución en agua.

Gaseoso: cuando se originan por la evaporación de sustancias gaseosas en los suelos (Hg; hidrocarburos).



Los filones hidrotermales producen halos de alteración en las rocas encajantes que sirven para la localización de yacimientos.

Los halos de alteración son de mayor tamaño que la mineralización.



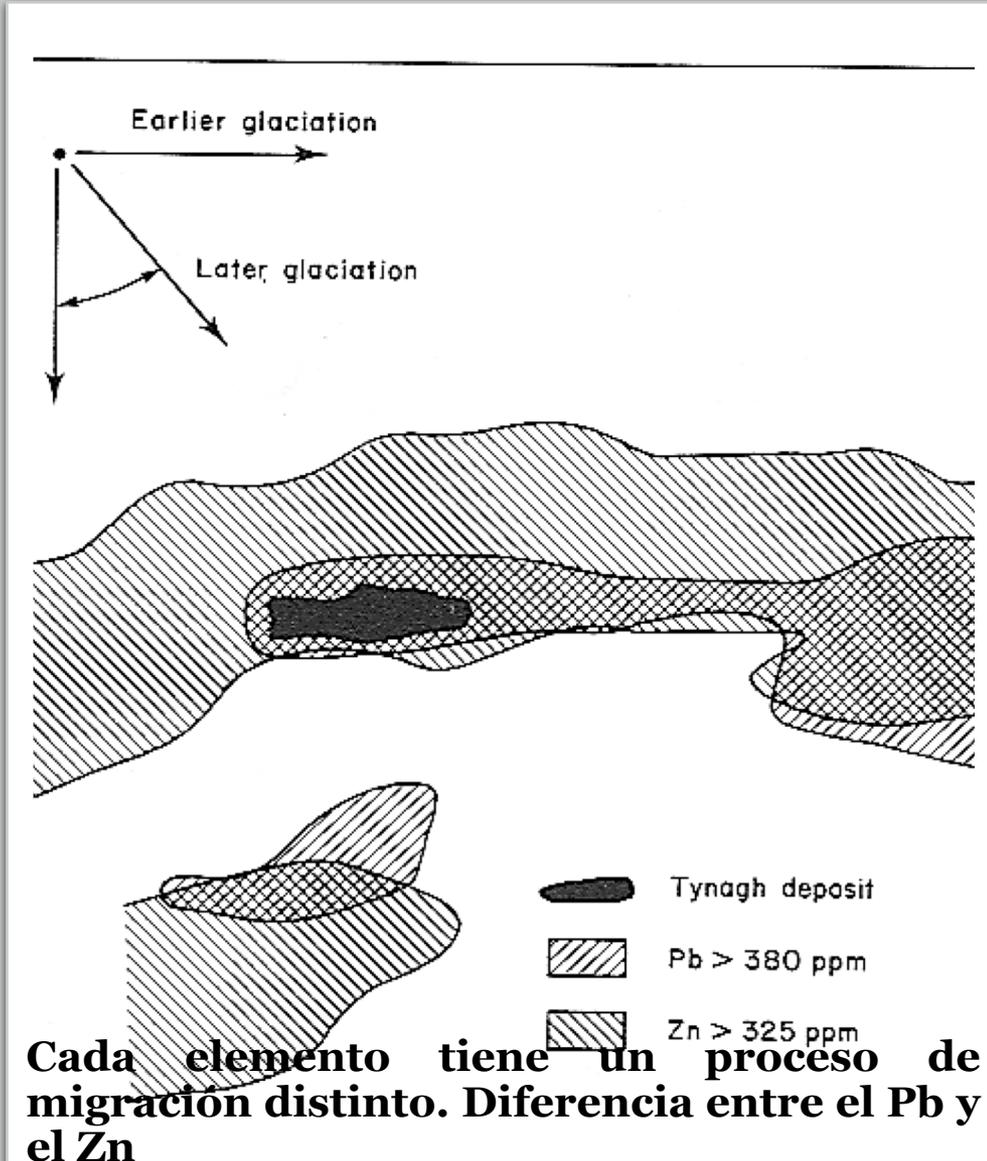
La circulación del agua provoca el arrastre de los iones metálicos, produciendo una anomalía que puede llevar a la localización de un yacimiento

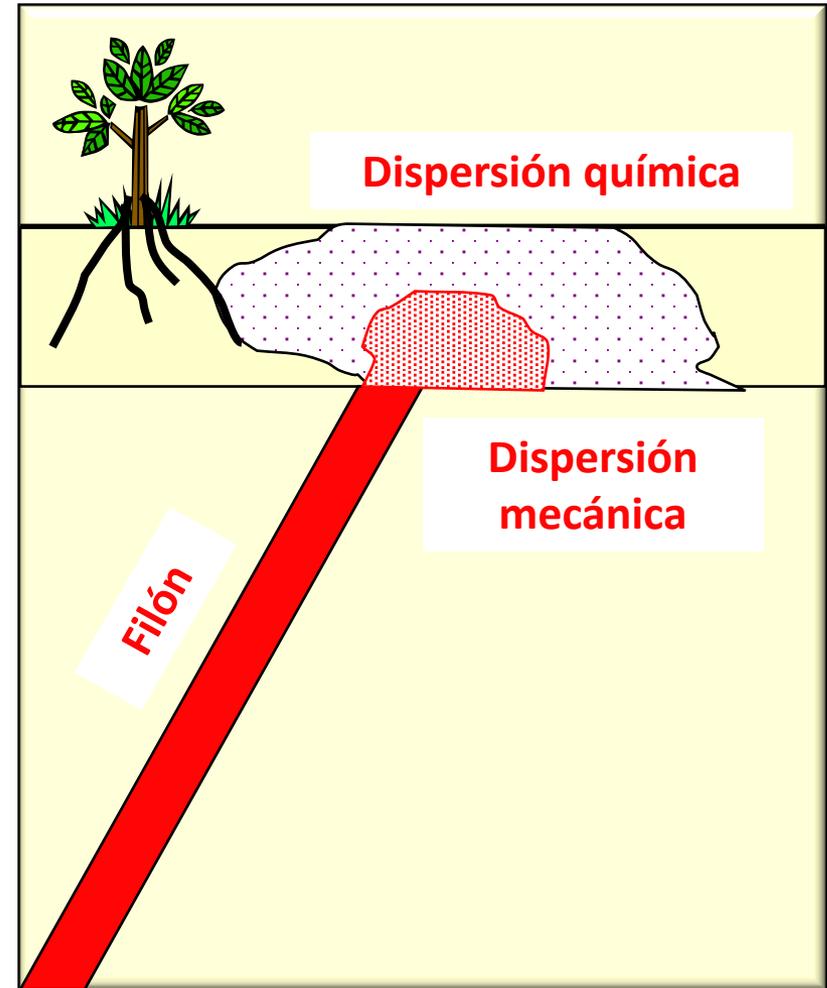
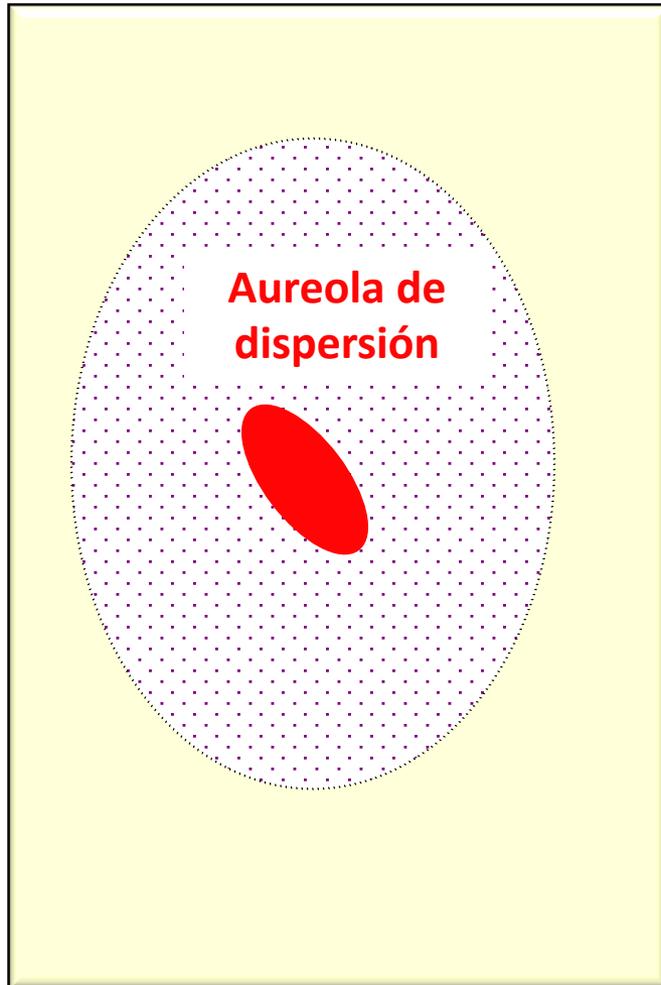


Son elementos solubles
(extensas anomalías): Zn,
Ni, Co, U y Mn..

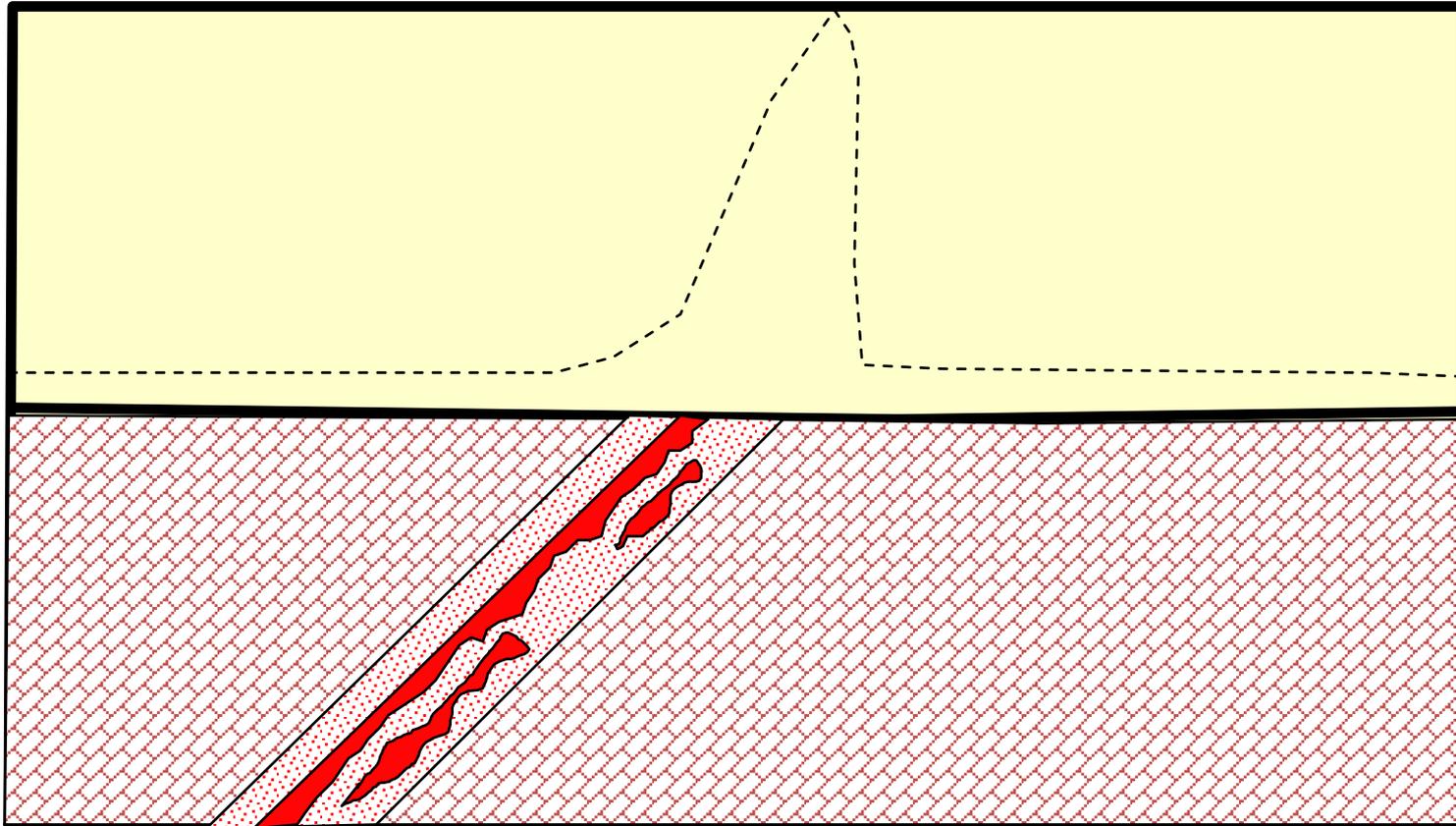
Son poco solubles
(estables): Pb, Sn, Au, Fe
y As.

Tienen un
comportamiento
intermedio: Cu, Mo; Ag,
y W

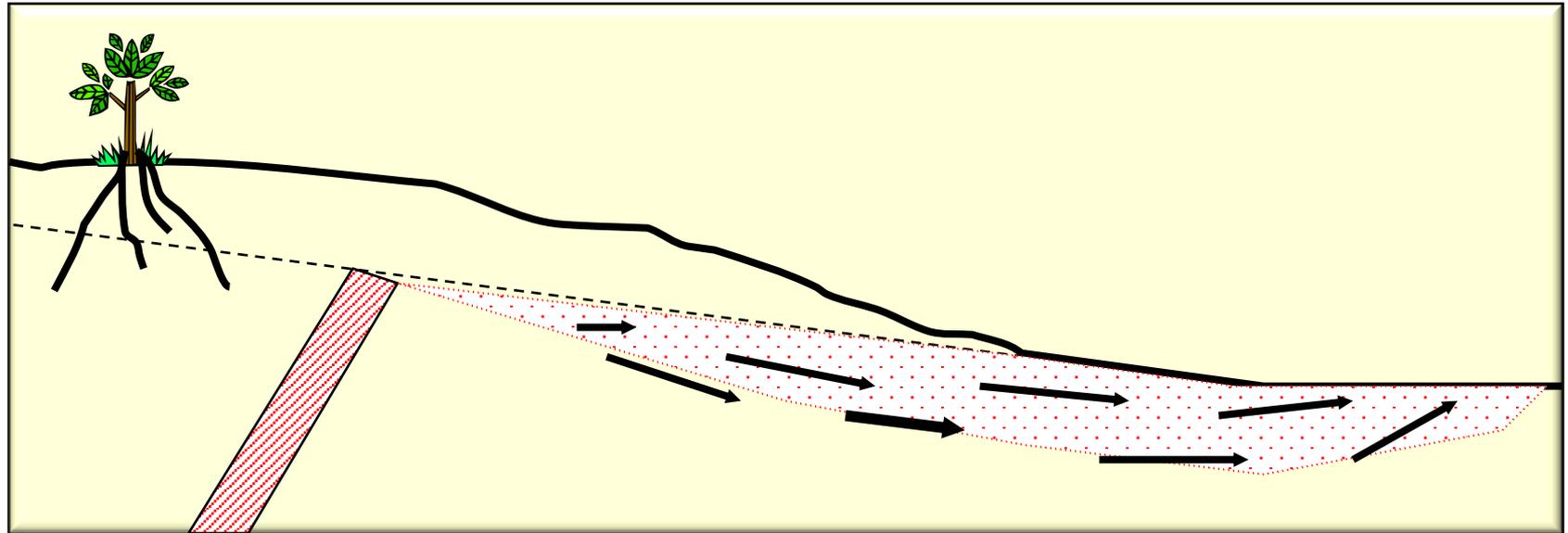
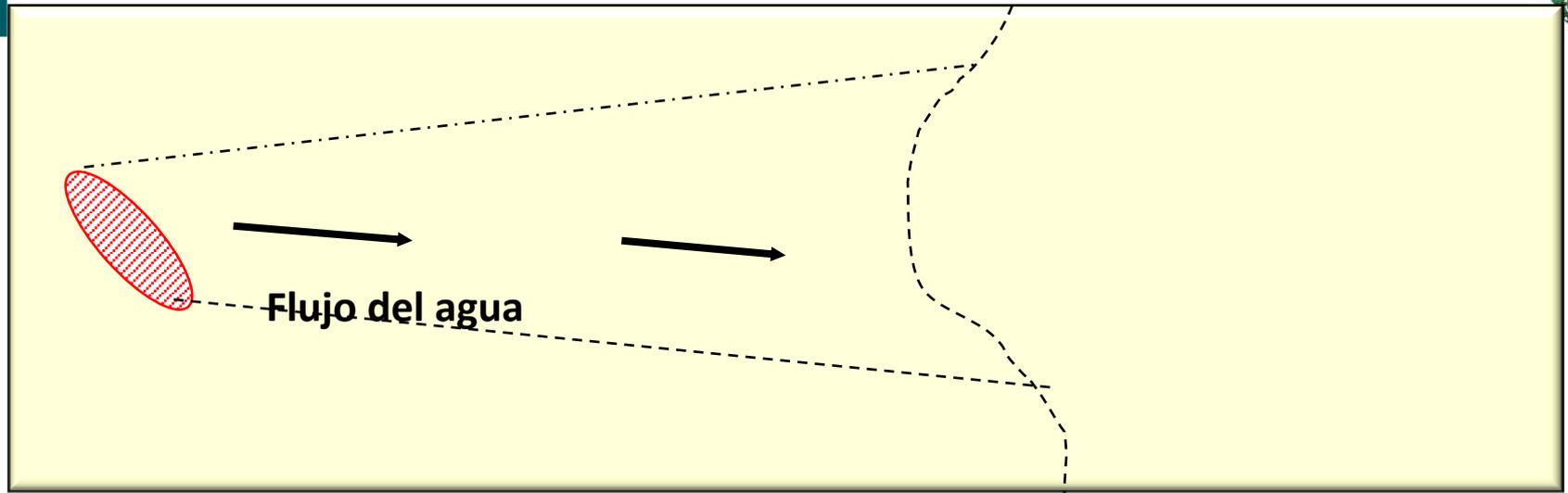




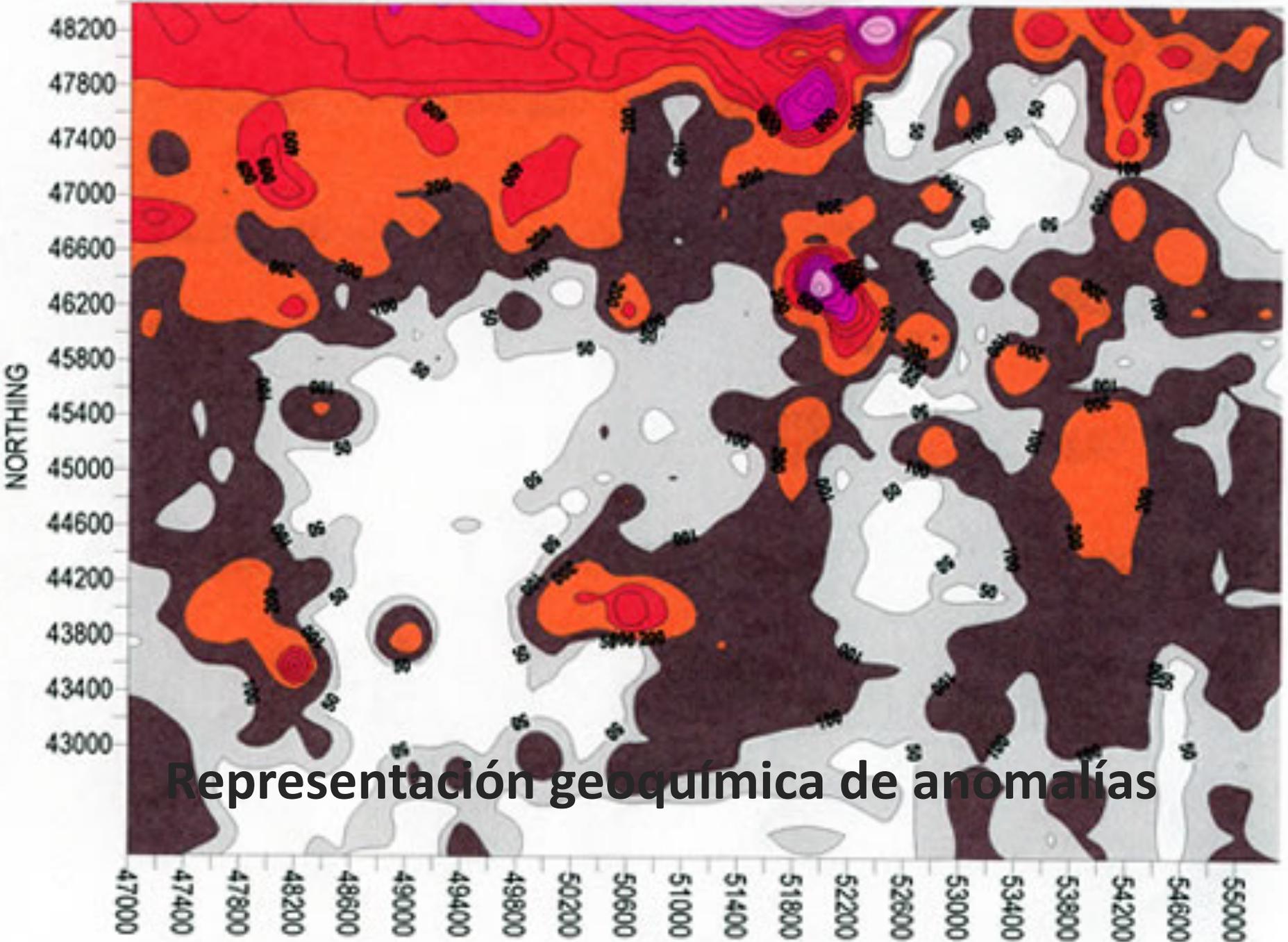
Desarrollo hacia arriba de un halo de dispersión



Anomalía producida por un yacimiento estratiforme en suelo horizontal (dispersión pequeña).



Halo de dispersión según el flujo del agua



Representación geoquímica de anomalías

Los métodos de prospección geoquímica:

- Son distintas formas de toma de muestras, para lo que se debe tener en cuenta:
 - Los resultados que se pretenden obtener.
 - El modelo genético del yacimiento a investigar.
 - Las rocas adyacentes y el entorno del área.



ETAPAS DE UNA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA:

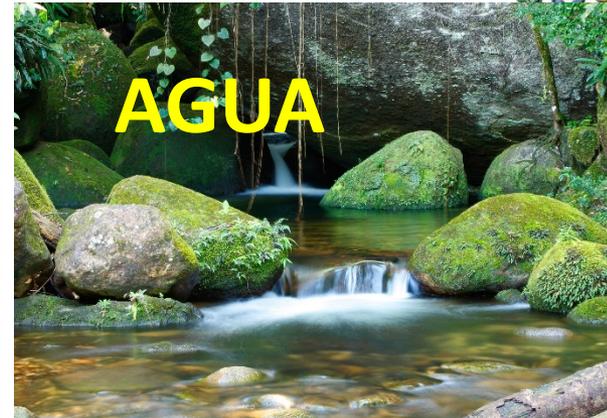
Selección del método a emplear

Toma de muestras preliminar

Toma de muestras en el campo

Tratamiento geoestadístico

Confirmación en el campo de las anomalías repitiendo las muestras y los análisis.



MÉTODOS DE PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA



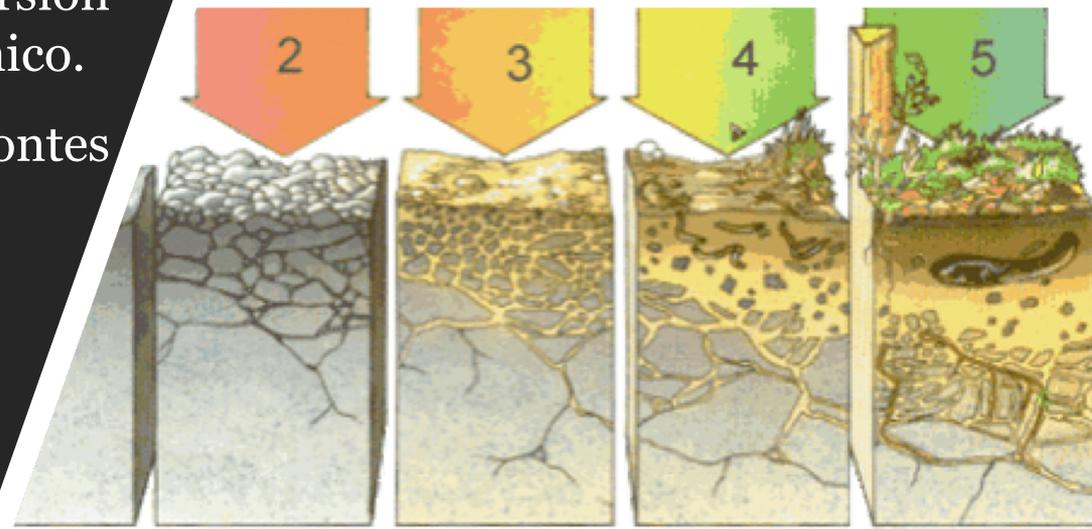
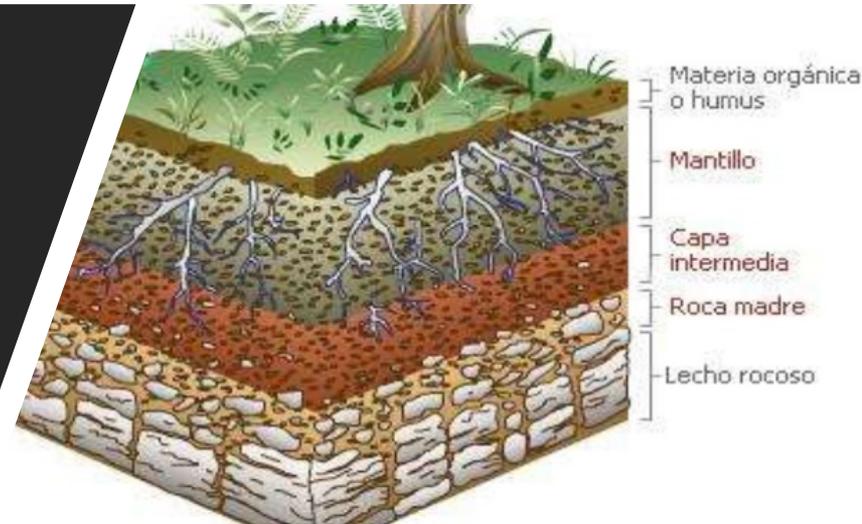
Prospección Geoquímica de Rocas

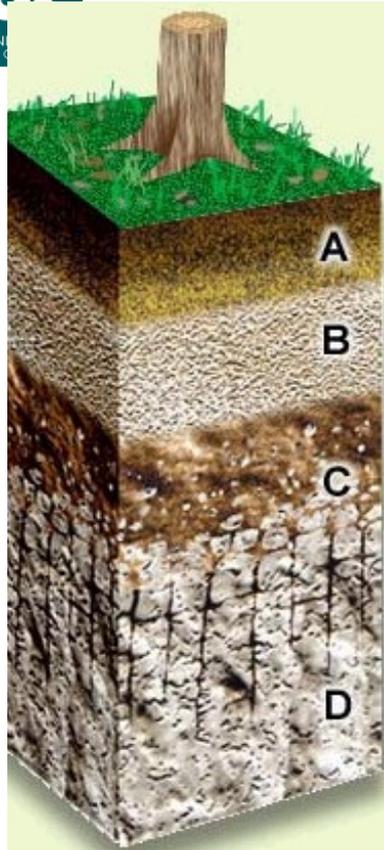
- Muestreo de rocas en afloramientos, pocillos o sondeos cortos.
- Información directa de las características geoquímicas de las rocas.
- Cantidad de muestra a tomar: tamaño de grano de la roca (500g a 2kg).
- Variaciones geoquímicas pequeñas para el mismo tipo de roca



Prospección geoquímica de suelos

- Aureola de dispersión secundaria
- La toma de muestras se realiza en perfiles perpendiculares a la dirección de la supuesta mineralización, de acuerdo con las observaciones geológicas previas.
- Trata de localizar la aureola producida por la dispersión superficial de un elemento químico.
- Muestras de uno de los horizontes del suelo.
- Zonas sin afloramientos.





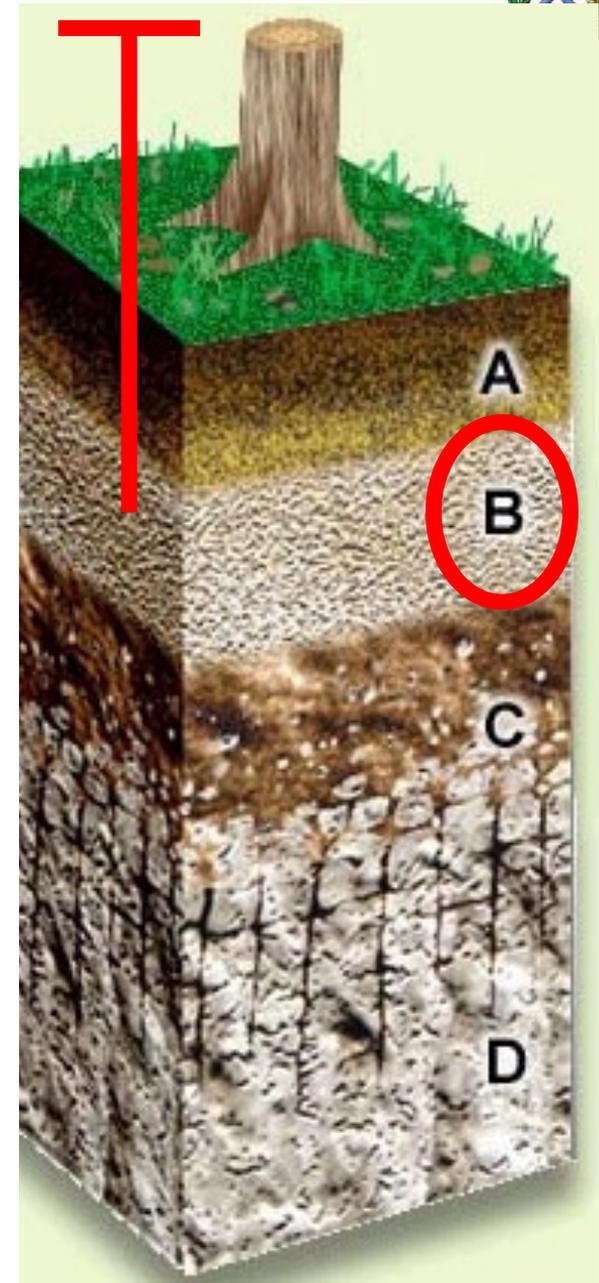
Horizontes del suelo

A	A00	Hojas y residuos orgánicos sin descomponer
	A0	Residuos parcialmente descompuestos
	A1	Color oscuro por presencia de materia orgánica
	A2	Color claro por efecto del lavado
A3-B1 Transición a A-B		
B	B2	Precipitación de sustancias lavadas de A
	B3	Transición B-C
C	C	Fragmentos y restos de meteorización de la roca
D	D	Roca madre sin alterar

- Se denomina **perfil del suelo** al corte transversal de un suelo en el que aparecen una serie de capas, llamadas horizontes. El número de horizontes y su grosor depende del grado de desenvolvimiento o madurez del suelo

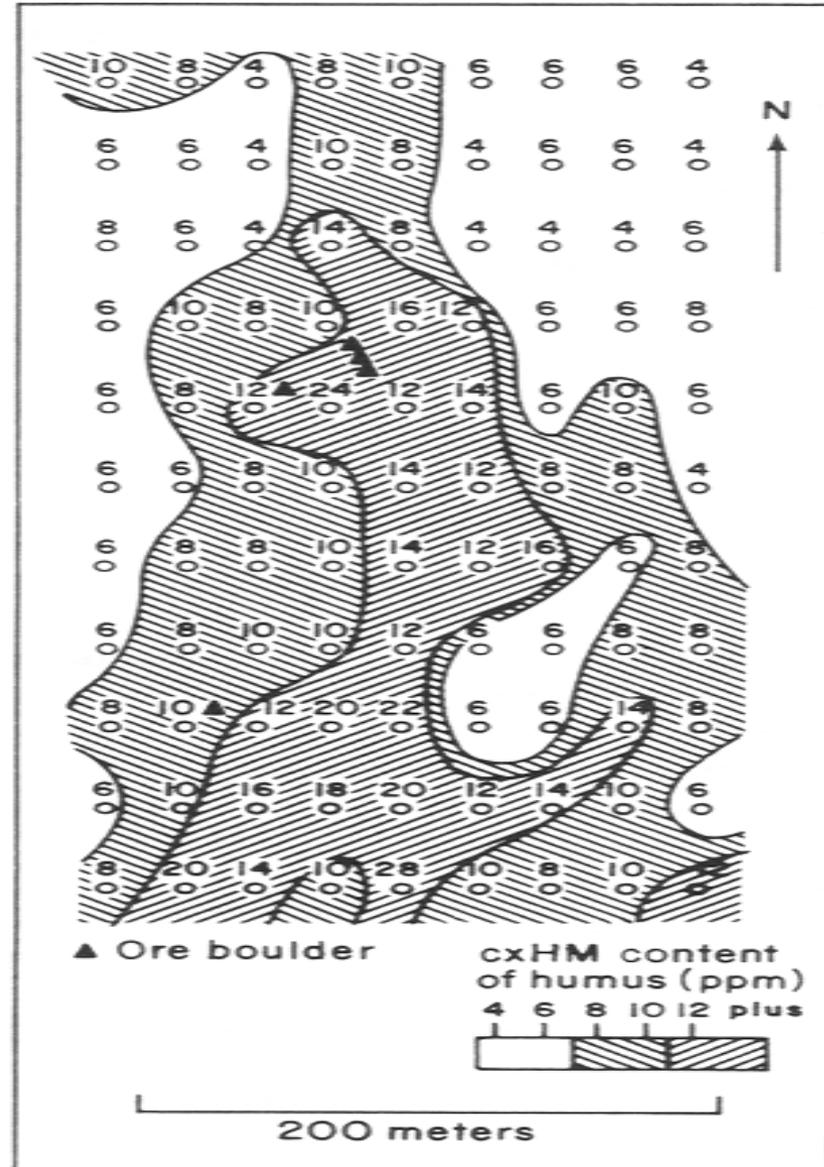
Formación de suelos

**Trabajo de
campo en
prospección
geoquímica
de suelos**

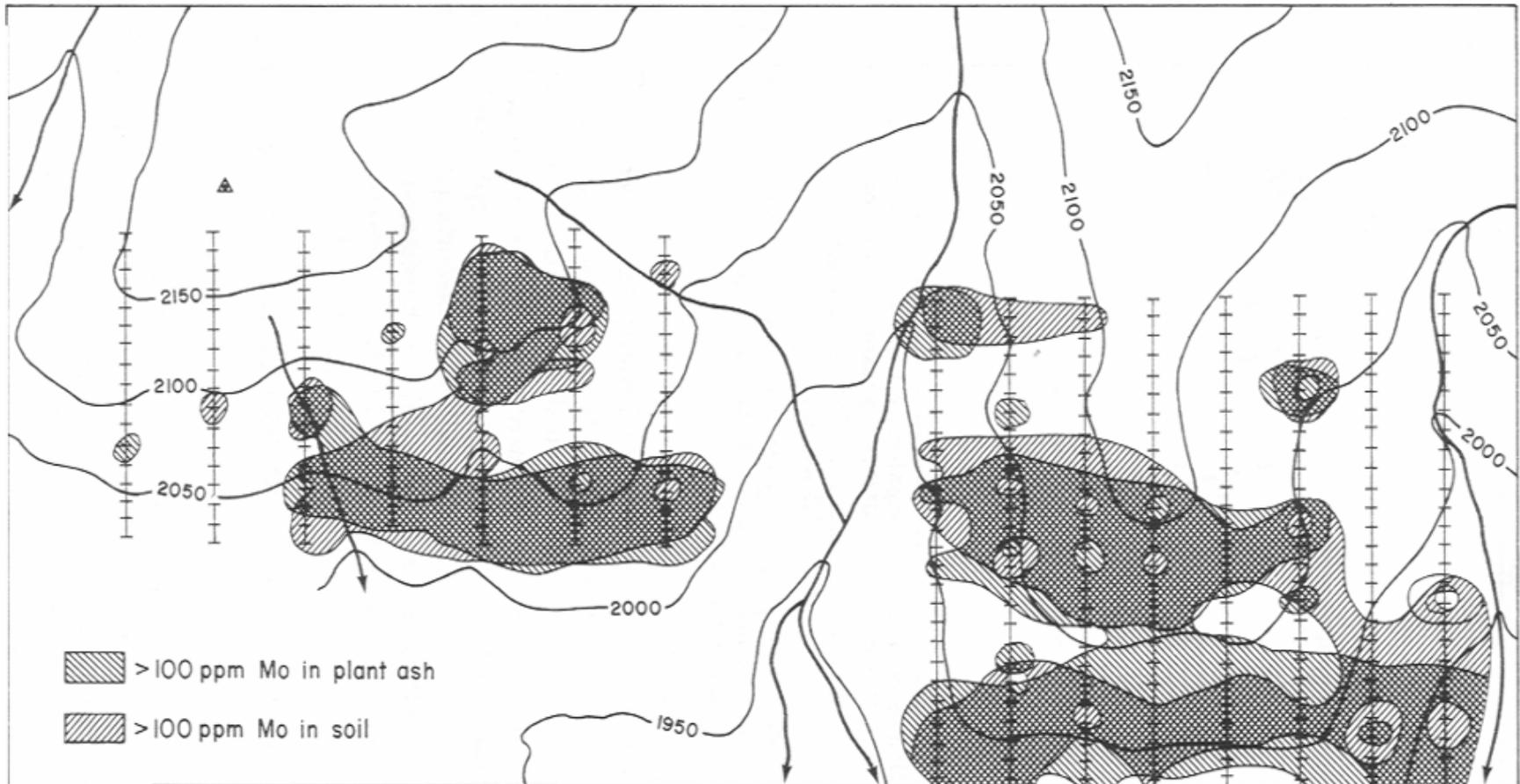


Prospección geoquímica de suelos

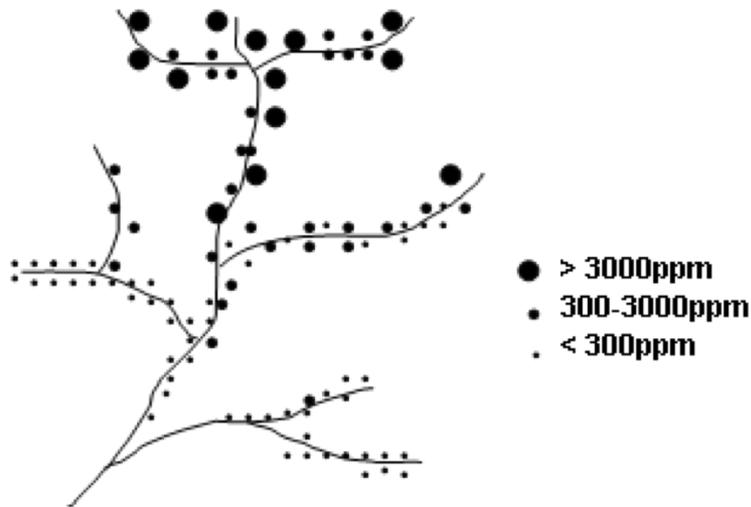
- Mapa de anomalías geoquímicas. Las distintas tramas indican los diferentes elementos que producen la anomalía. Para una mejor comprensión se suelen cambiar las tramas por diferentes colores cuya intensidad indica el valor de la anomalía.



Geoquímica de suelos: Líneas y estaciones de toma de muestras con las anomalías.



Prospección geoquímica de sedimentos



Las muestras se van tomando desde la parte inferior a la superior del río, tratando de localizar el arroyo portador de los elementos minerales. (Modificado de Rose et al. 1979)

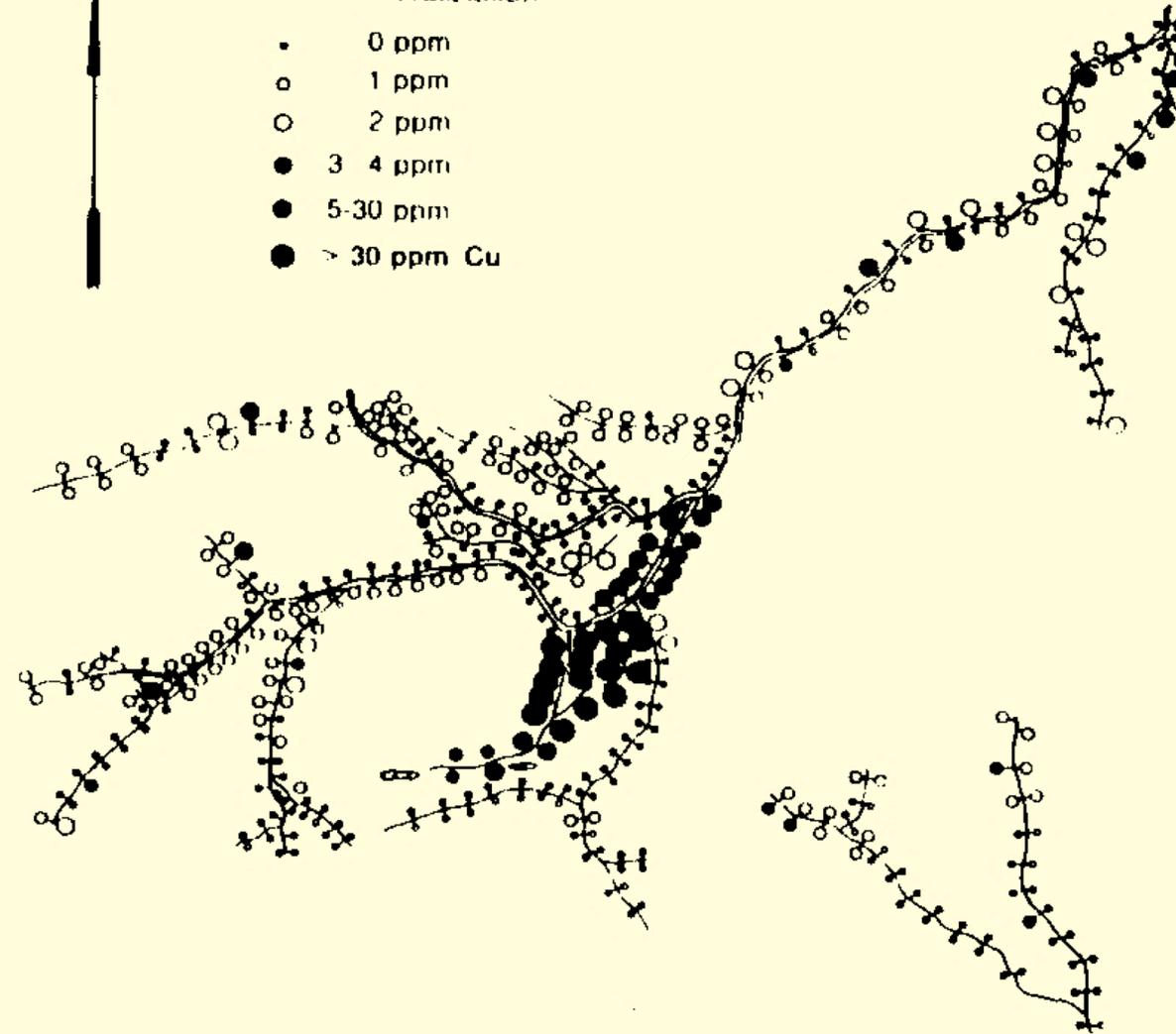
- Conocimiento de los materiales que forman la cuenca.
- Muestras del fondo: sedimentos anuales
- Muestras de aluviones antiguos
- 300-500gr de muestra.
- Aplicada principalmente para conocer la dispersión mecánica de minerales estables que son arrastrados por el río y depositados por gravedad junto con las arenas y demás cantos rodados del aluvión.



YACIMIENTOS MINERALES

↔ sub-alloreamiento de la mineralización

- 0 ppm
- 1 ppm
- 2 ppm
- 3-4 ppm
- 5-30 ppm
- > 30 ppm Cu

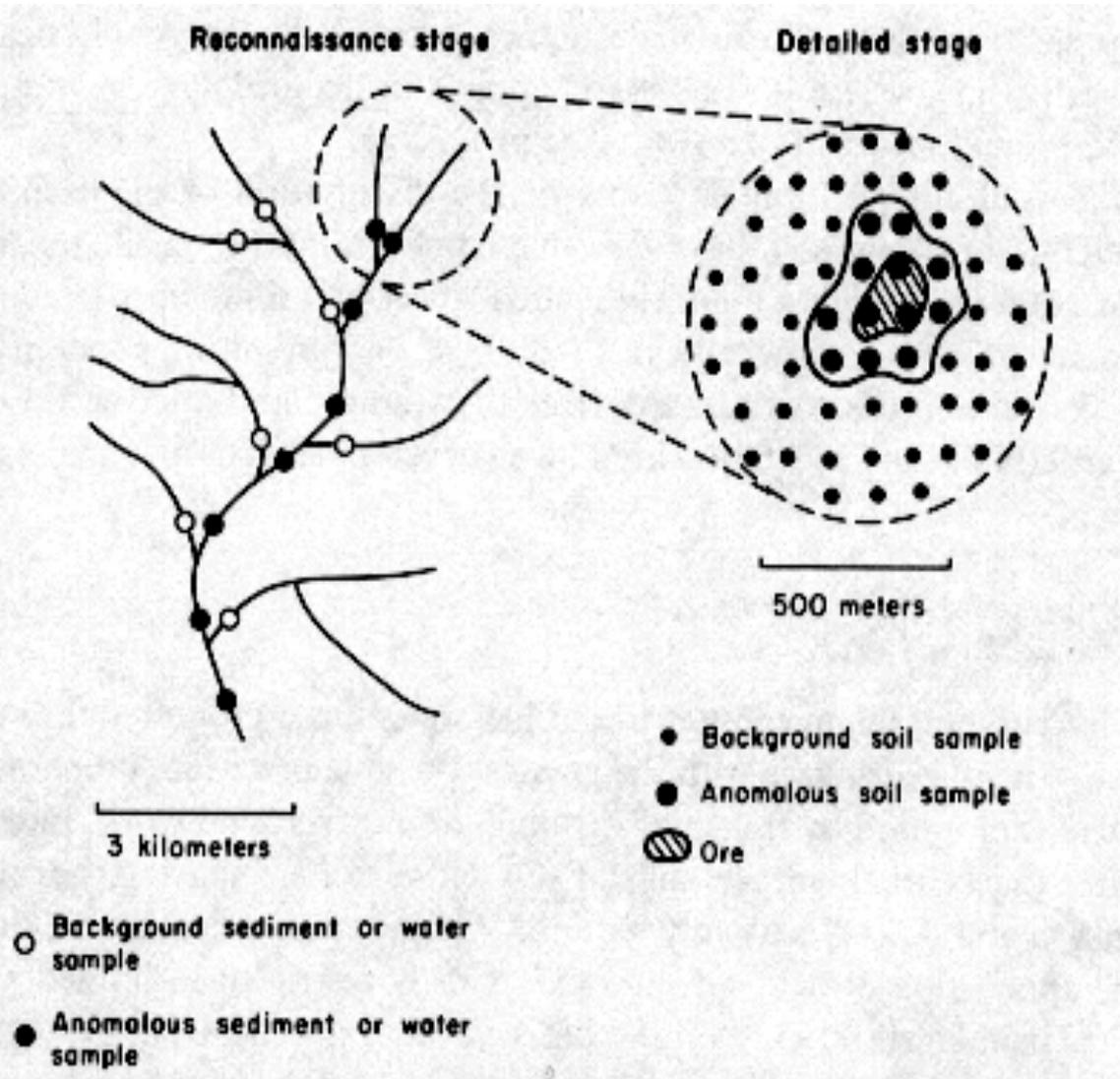


0 1 2 3 4 5 km

Prospección geoquímica de sedimentos

Desmuestre de
sedimentos en una
corriente fluvial

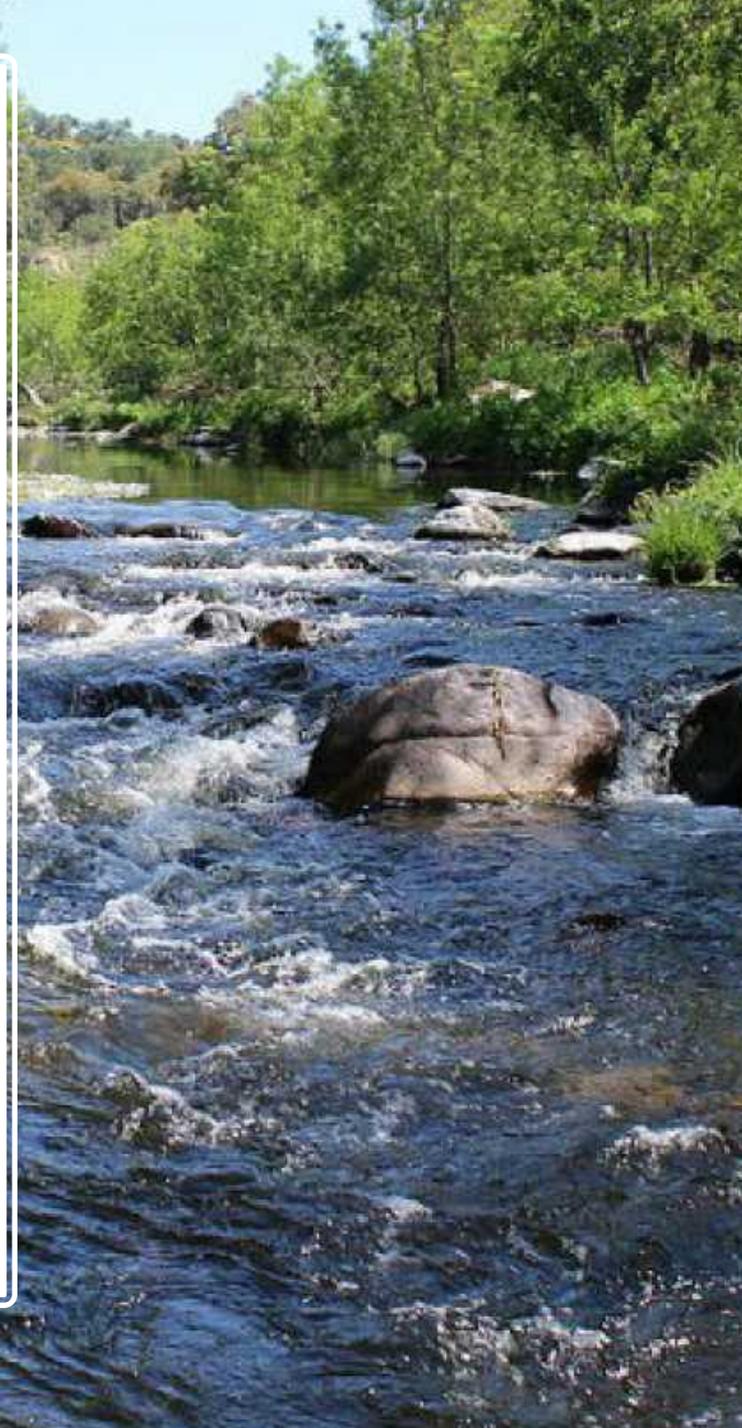
Prospección geoquímica de sedimentos



Cuando se localiza una anomalía de sedimento se toman muestras sistemáticas del área.

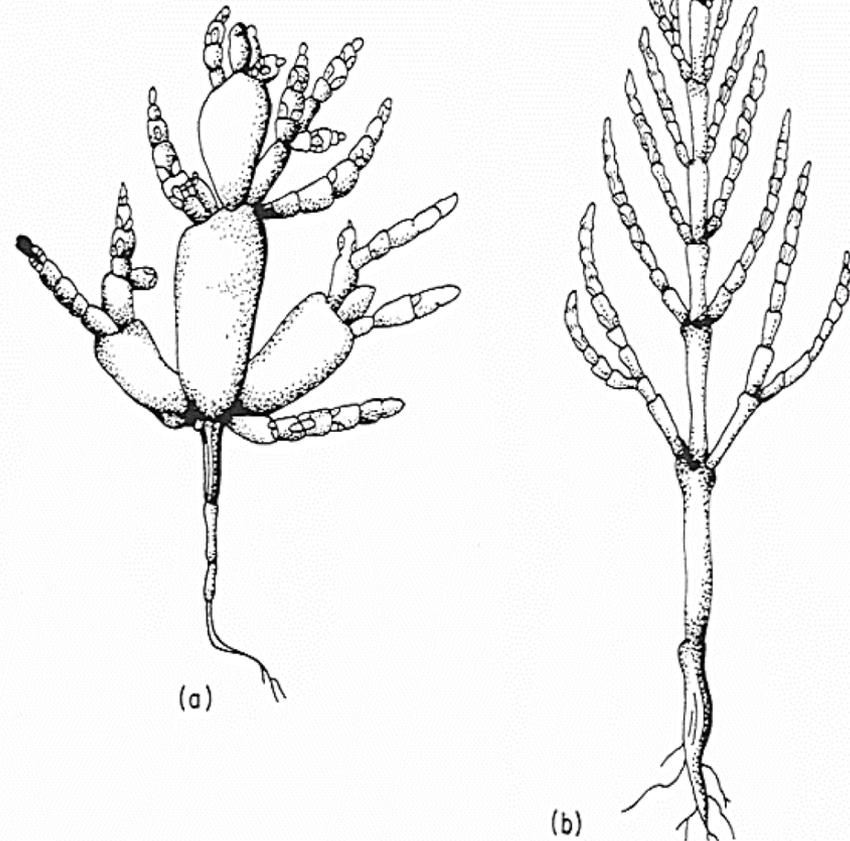
Prospección geoquímica de agua: HIDROGEOQUÍMICA

- Análisis de la composición química de las aguas superficiales y/o subterráneas.
- Se basa en el comportamiento del agua:
 - Su capacidad para disolver rocas
 - El papel activo que juega en las reacciones químicas entre compuestos.
 - Su aptitud como medio de transporte
- Permite reconocer áreas muy extensas.
- Se obtiene información sobre los elementos solubles que componen la cuenca de recepción.
- El muestreo del agua se realiza en botellas inalterables de polietileno, cerradas herméticamente.
- Hay que tomar datos de pH, Temperatura, profundidad de la toma de muestra...
- Depende de las fluctuaciones estacionales del nivel del agua, de las precipitaciones y del régimen de drenaje del río.



Prospección de vegetales: GEOBOTÁNICA

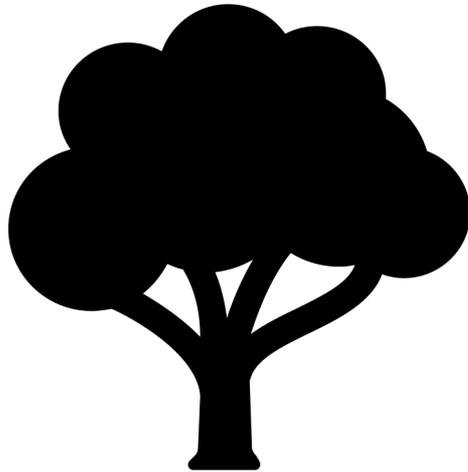
Estudia la acción que
ejercen ciertos
elementos sobre las
plantas.



Indicadores: La planta *Salicornia* se modifica en los
suelos conteniendo Boro.

- a) Planta en suelo con cantidades notables de Boro.
- b) Planta en suelo normal.

Prospección de vegetales: Biogeoquímica



- Absorción de elementos por parte de las raíces de los árboles y arbustos (hasta 50m).
- Suben a las ramas y hojas transportados por la savia.
- Recolección de 300-500g de las mismas, calcinación y análisis en laboratorio.
- Sólo algunas plantas son capaces de vivir en suelos con metales.

Prospección de vegetales: Biogeoquímica

Selección de especies a recolectar, distribución, contraste de anomalías, homogeneidad, etc.

Parte de la planta en la que se debe realizar el desmuestre.

Determinar el mejor indicador, elemento por elemento.

Observar el aspecto de la planta relacionado con su drenaje y efectos del entorno. En cada distrito los desmuestres se tomarán sobre la misma variedad de planta.

Deben de ser recogidas en la misma época del año.

Las muestras se incineran y analizan sus cenizas, deben tomarse cantidades de muestra teniendo en cuenta las cenizas necesarias.

Debe tenerse en cuenta las posibles fuentes de contaminación.

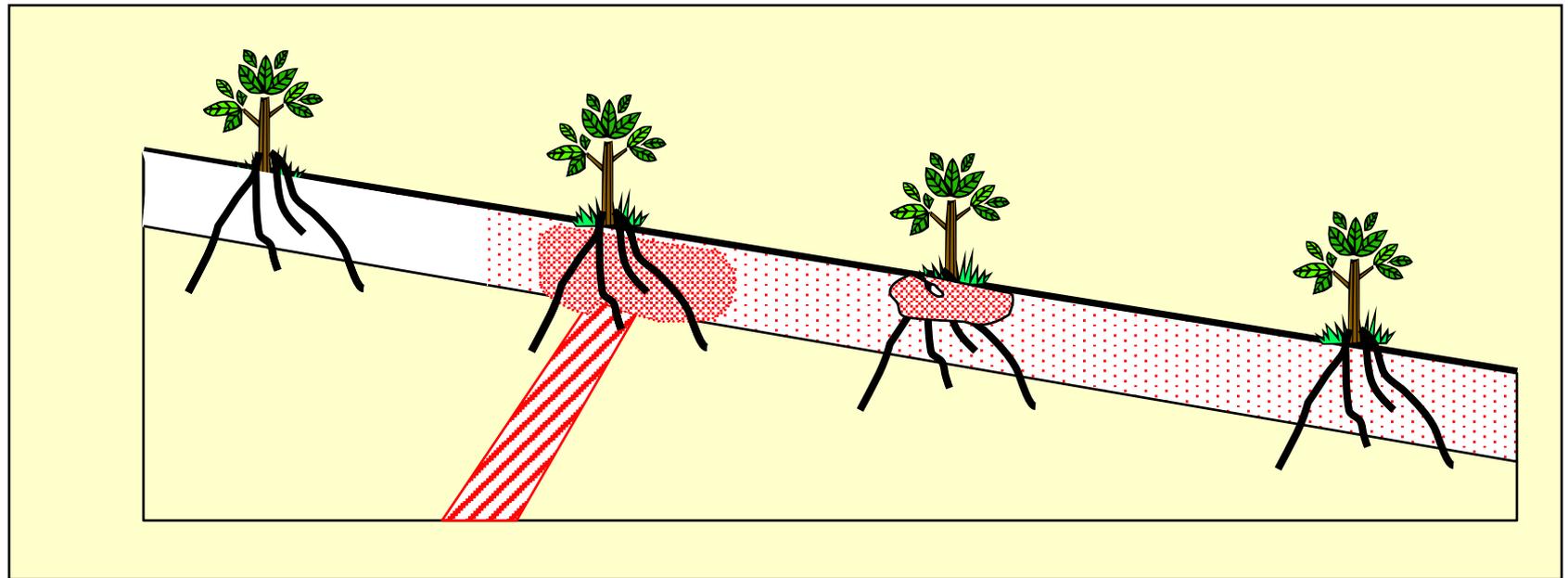
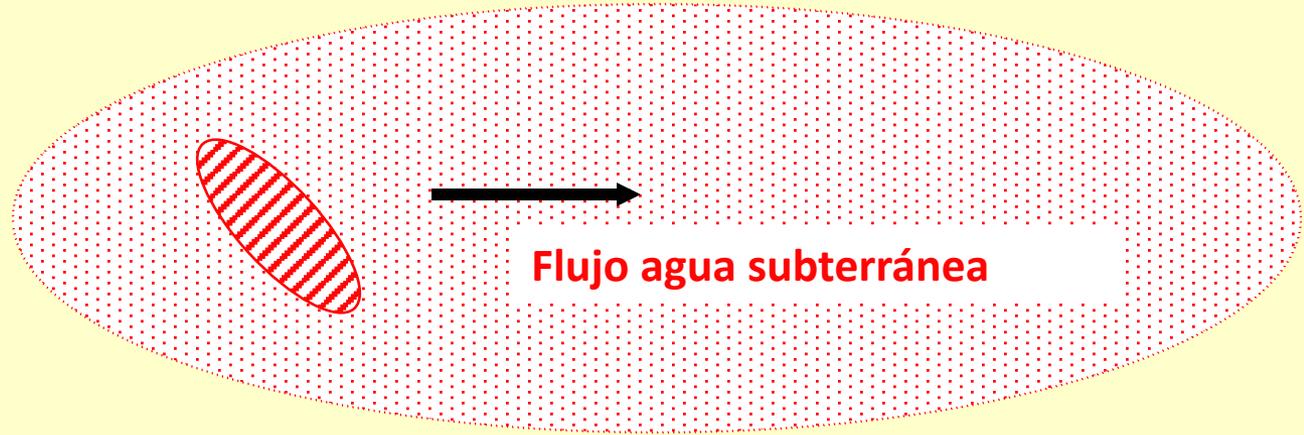
Los resultados se llevan a un plano de forma semejante a una geoquímica de suelos, para ello la toma de muestras se realizará con una malla determinada.



Prospección de vegetales

“Viola Calaminaria”

“*Flor de zinc*” crece únicamente en suelos que recubren criaderos de zinc, y florece en las escombreras de minas de zinc de Europa Central. Sus cenizas contienen varios tantos por ciento de ZnO.



Absorción de los metales por las plantas

Ventajas y Desventajas de la Geoquímica de vegetales:



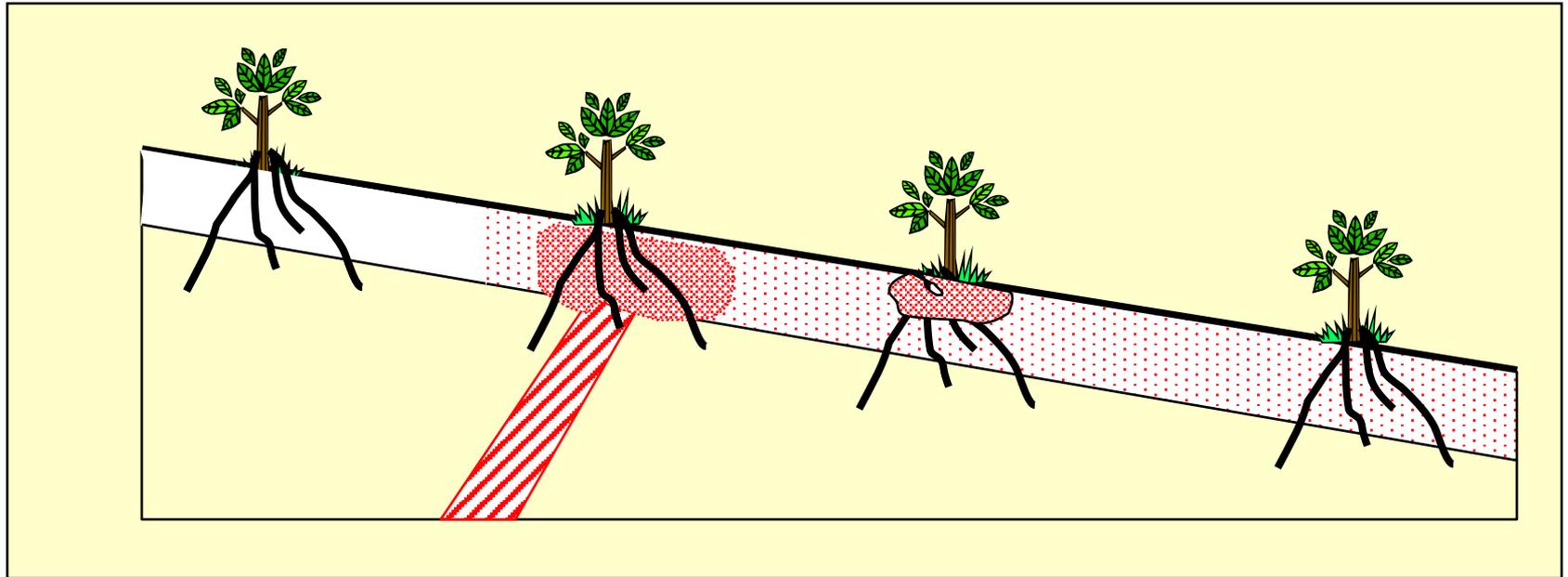
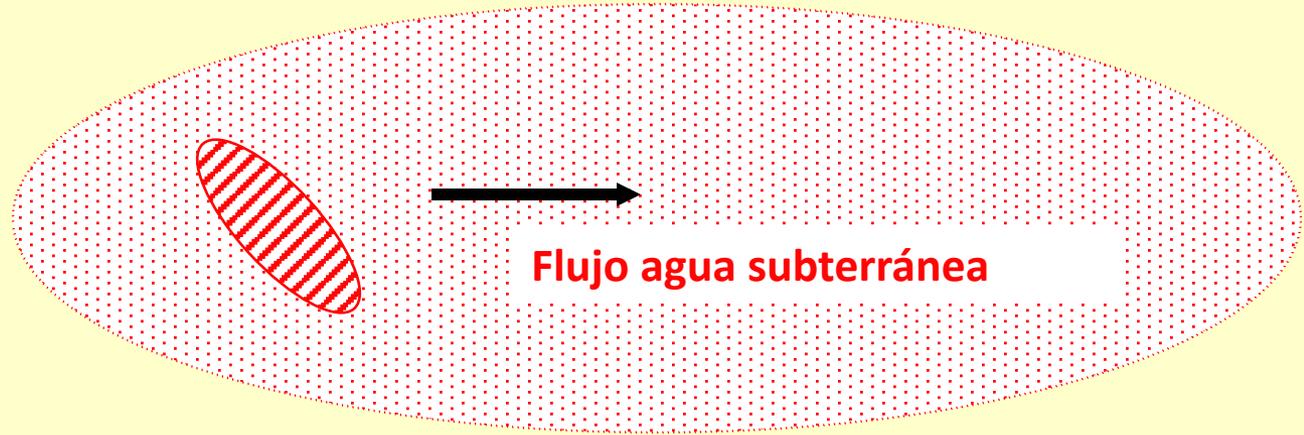
Ventajas:

Rapidez de la
prospección
Aplicación de
fotogeología al
reconocimiento
de anomalías



Desventajas:

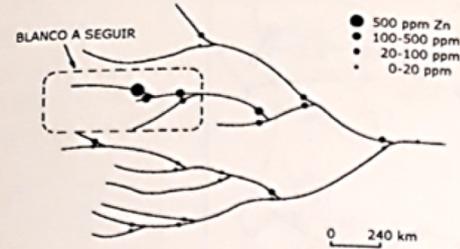
*Poco grado de
seguridad de los
resultados:*
muchas variables
(complicaciones
del pH, Eh,
drenaje, edad de
los órganos a
prospectar,
metabolismo de
las plantas,
variaciones de la
luz solar



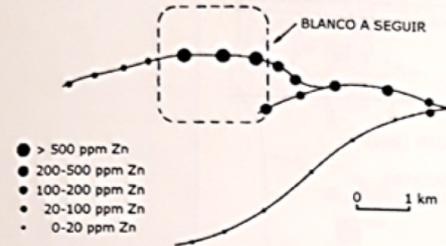
Absorción de los metales por las plantas

TRABAJO DE CAMPO

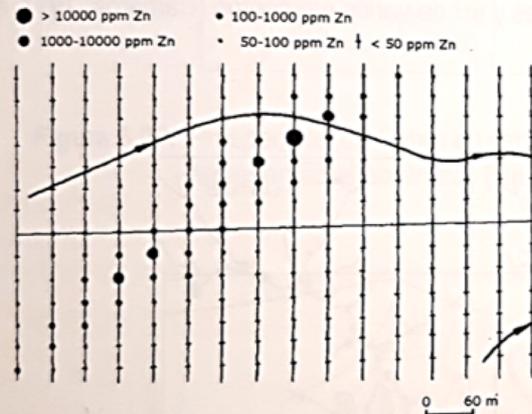
- Dos fases:
 - PROSPECCIÓN PRELIMINAR O DE RECONOCIMIENTO
 - PROSPECCIÓN DE DETALLE



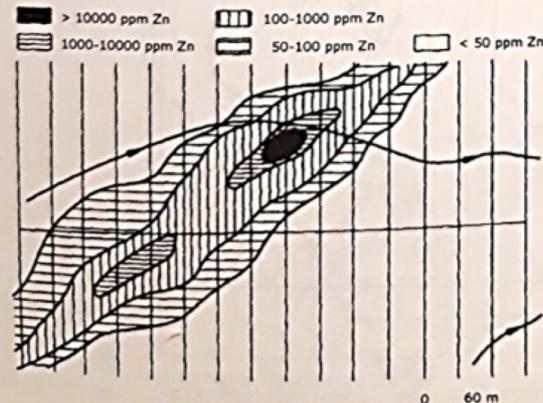
PROSPECCIÓN PRELIMINAR EN RED FLUVIAL
E 1/100000



PROSPECCIÓN PRELIMINAR EN RED FLUVIAL
E 1/24000



PROSPECCIÓN DE DETALLE POR CUADRÍCULAS
E 1/6000



RESULTADOS MEDIANTE ISOGRADAS

TOMA DE MUESTRAS EN GEOQUÍMICA



En roca: Esquirlas o rozas en afloramientos rocosos.



Sedimentos fluviales: Pueden ser sedimentos estacionales o aluvionares.



Prospección de suelos: Se toman muestras de los horizontes A2, B o C, de forma sistemática con alineaciones previas perpendiculares a la dirección de la estratificación.

CONTAMINACION GEOQUÍMICA:

La contaminación de las muestras geoquímicas es frecuente, las causas principales son:

Geográficas: Vertidos, escombreras, etc.

Desmuestre: Deficiente manipulación.
Tratamiento de las muestras: Más raro, mucha rigurosidad.

Análisis: Muy difícil, comprobaciones periódicas.

Tratamiento de los datos: Software

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE GASES

Algunos yacimientos (volcanogénicos Hg) y campos petrolíferos (Rn) emiten gases a la atmósfera que pueden medirse con aparatos especiales.

La medición de gases emanados de los yacimientos tiene problemas derivados de su escasa cantidad y de su reacción, al salir, con otros gases que interfieren el proceso de medida.

Los gases emanados de los yacimientos pueden medirse en atmósfera cerrada, en los poros de las rocas o del suelo, y en los gases disueltos en las aguas profundas.

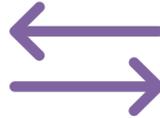
Las aplicaciones de la prospección geoquímica de gases son principalmente en yacimientos de sulfuros, CO_2 , Hg y He; Rn en la prospección del U, así como el Rn junto con el He, CH_4 y otros hidrocarburos en la prospección del petróleo.

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE GASES. Los movimientos de gases en el suelo pueden ser por:



DIFUSIÓN:

Migración de gases, favorecida por la porosidad.



TRANSPORTE ACUOSO:

Difusión a través del agua en movimiento en el suelo → Transferencia entre las fases líquido-vapor → la evaporación y condensación de gases genera una transferencia de estos entre fases.



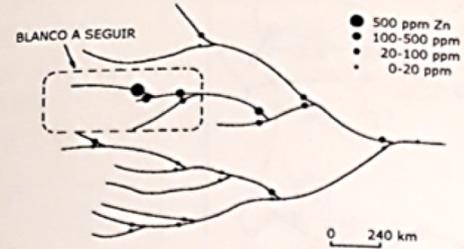
TRANSPORTE EN ESTADO VAPOR:
volcánicos

Las mediciones geoquímicas dependen del tipo de elemento y de su estado, líquido o gaseoso.

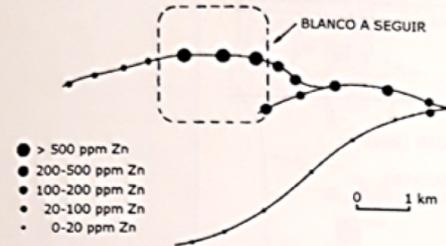
TRAZADOR	DEPÓSITOS PROSPECTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Hg • He • CO₂ • Rn • SO₂ • SH₂ • F,I • Compuestos organometálicos de Hg, Cu, Pb, Zn, Ag, Ni 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos de Hg, U, y sulfuros • Depósitos de U y sulfuros • Depósitos de U y sulfuros • Depósitos de U • Sulfuros • Sulfuros • Skarn, pórfidos cupríferos • Sulfuros

TRABAJO DE CAMPO

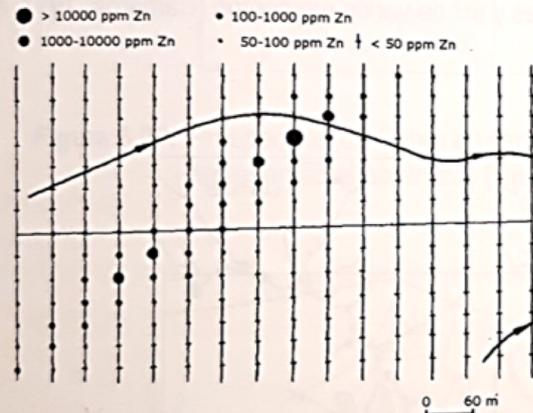
- Dos fases:
 - PROSPECCIÓN PRELIMINAR O DE RECONOCIMIENTO
 - PROSPECCIÓN DE DETALLE



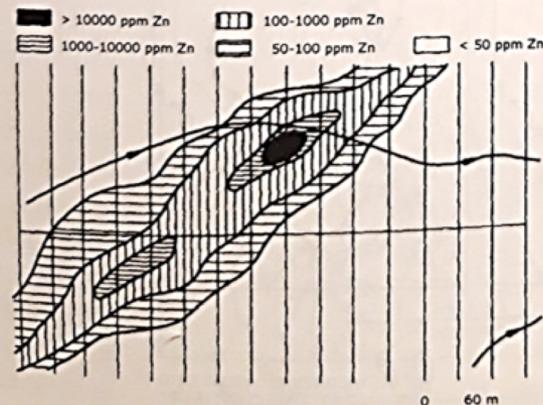
PROSPECCIÓN PRELIMINAR EN RED FLUVIAL E 1/100000



PROSPECCIÓN PRELIMINAR EN RED FLUVIAL E 1/24000



PROSPECCIÓN DE DETALLE POR CUADRÍCULAS E 1/6000



RESULTADOS MEDIANTE ISOGRADAS

TOMA DE MUESTRAS EN GEOQUÍMICA



En roca: Esquirlas o rozas en afloramientos rocosos.



Sedimentos fluviales:
Pueden ser sedimentos estacionales o aluvionares.



Prospección de suelos: Se toman muestras de los horizontes B, de forma sistemática con alineaciones previas perpendiculares a la dirección de la estratificación.



CONTAMINACION GEOQUÍMICA:

La contaminación de las muestras geoquímicas es frecuente, las causas principales son:

Geográficas: Vertidos, escombreras, etc.

Desmuestre: Deficiente manipulación.
Tratamiento de las muestras: Más raro, mucha rigurosidad.

Análisis: Muy difícil, comprobaciones periódicas.

Tratamiento de los datos: Software

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

Toma de muestras en roca, sedimentos fluviales, suelos



Cantidad de muestra a tomar:
Depende del tipo de geoquímica.
En suelos se suele tomar la fracción fina en unos 200-300 gr.



Análisis químicos:
Preparación de muestras
→ Ataque químico de la muestra → Análisis químico cualitativo (Colorimetría)
→ Análisis químico cuantitativo (Espectrografía, Absorción atómica,).



Perfiles geoquímicos



Perfiles Geoquímicos

Perfiles estaquillados perpendicularmente a la dirección de la estratificación, con estacas espaciadas a menor distancia ($1/5$ de la separación de los perfiles), también en hidrogeoquímica, en biogeoquímica y en la toma de gases.

Una buena situación de los perfiles a distancias adecuadas, con una toma de muestras correcta, facilita la interpretación posterior de los resultados.

848Mt @ 44.9% Fe, 0.12% Cu

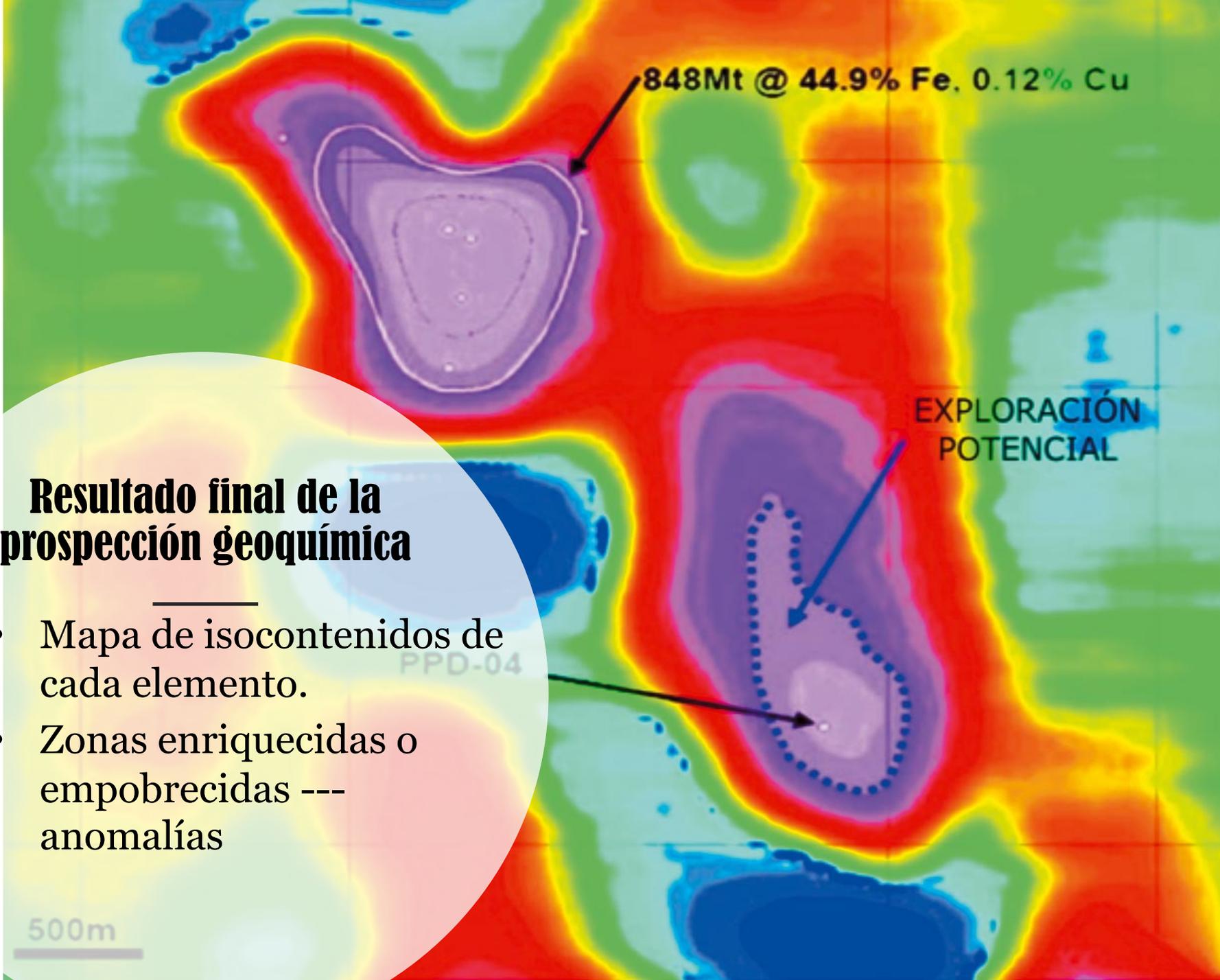
EXPLORACIÓN
POTENCIAL

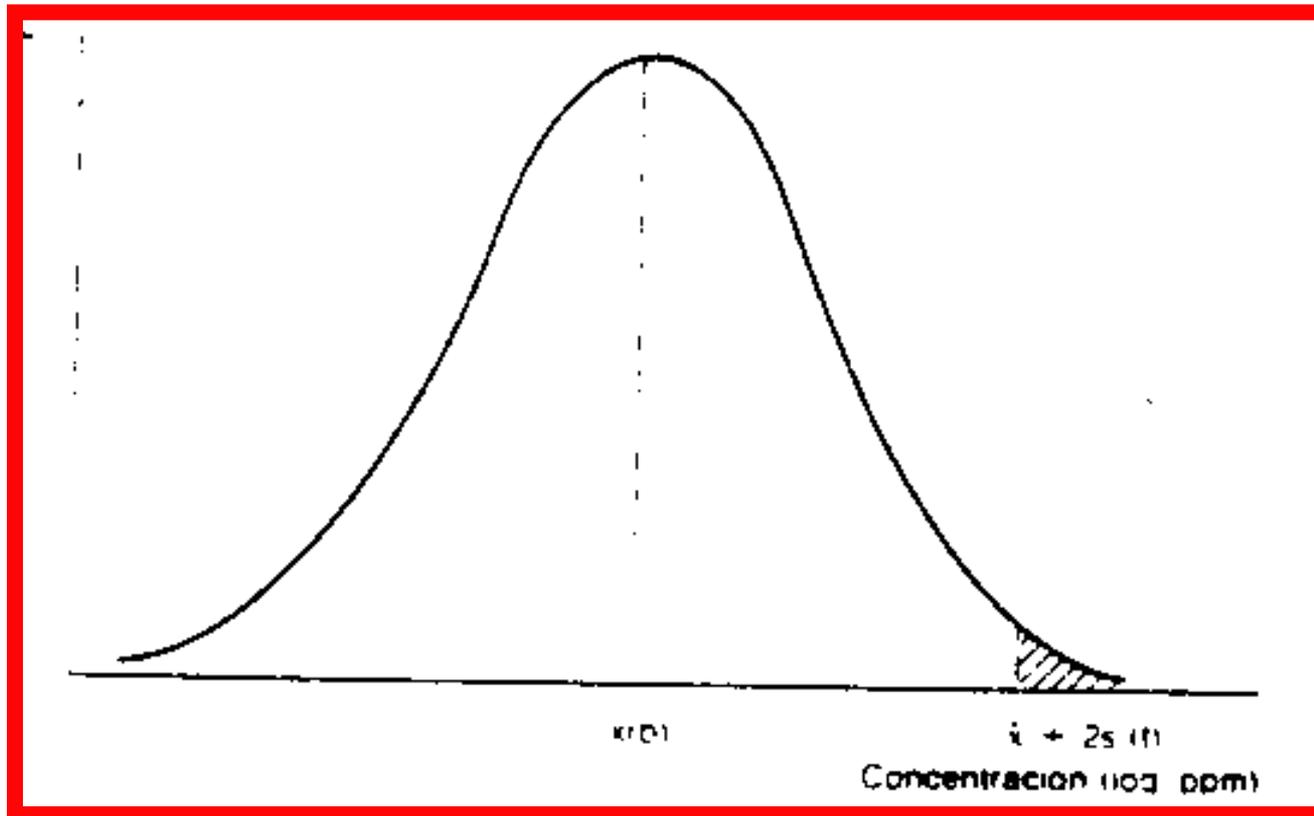
Resultado final de la prospección geoquímica

- Mapa de isocontenidos de cada elemento.
- Zonas enriquecidas o empobrecidas --- anomalías

500m

PPD-04



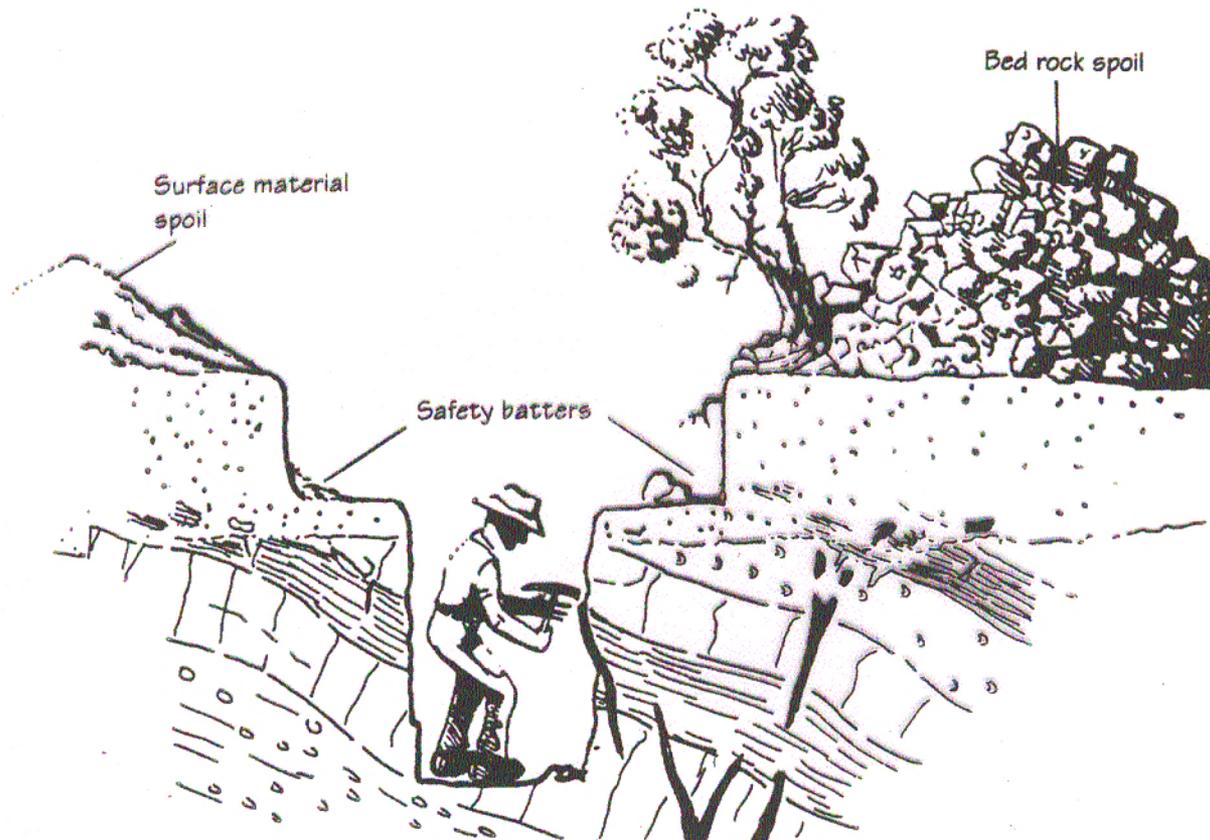


Anomalía geoquímica: Cuando los valores geoquímicos superan 2-3 veces el fondo local. → Anomalía simple



MÉTODOS DIRECTOS

MÉTODOS DIRECTOS. CALICATAS





Cartografía de una calicata profunda.

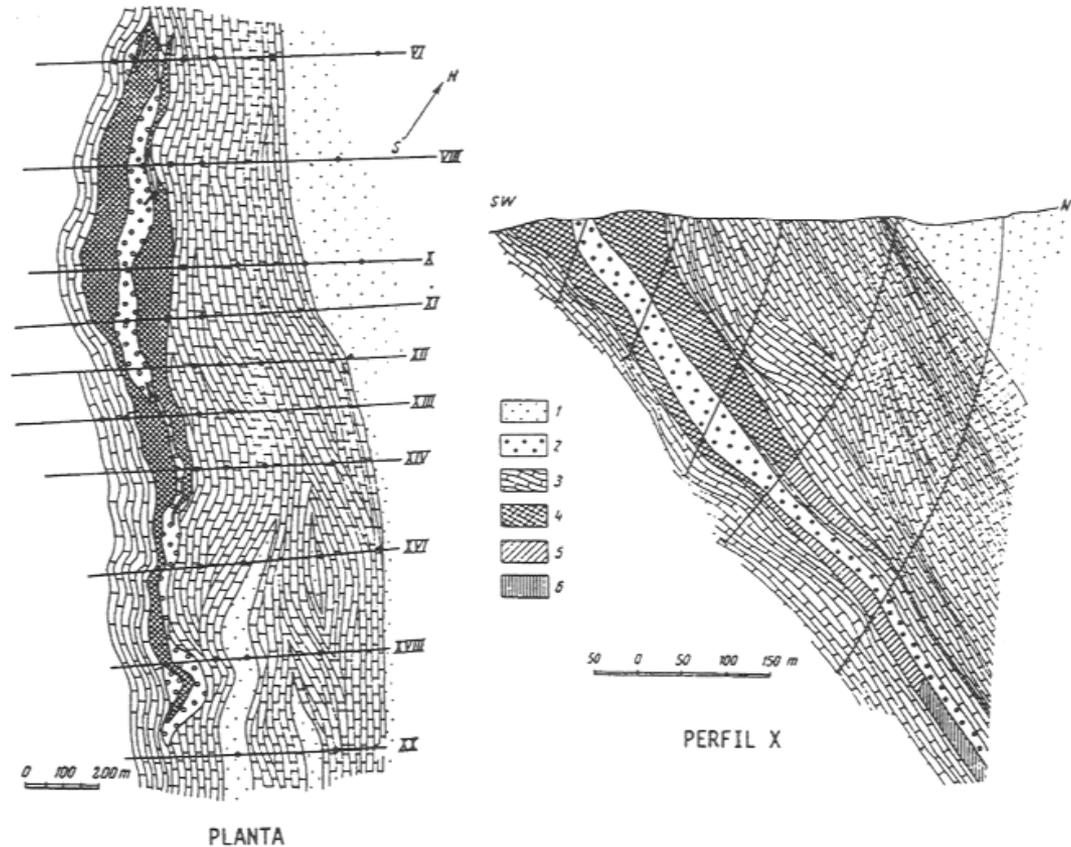




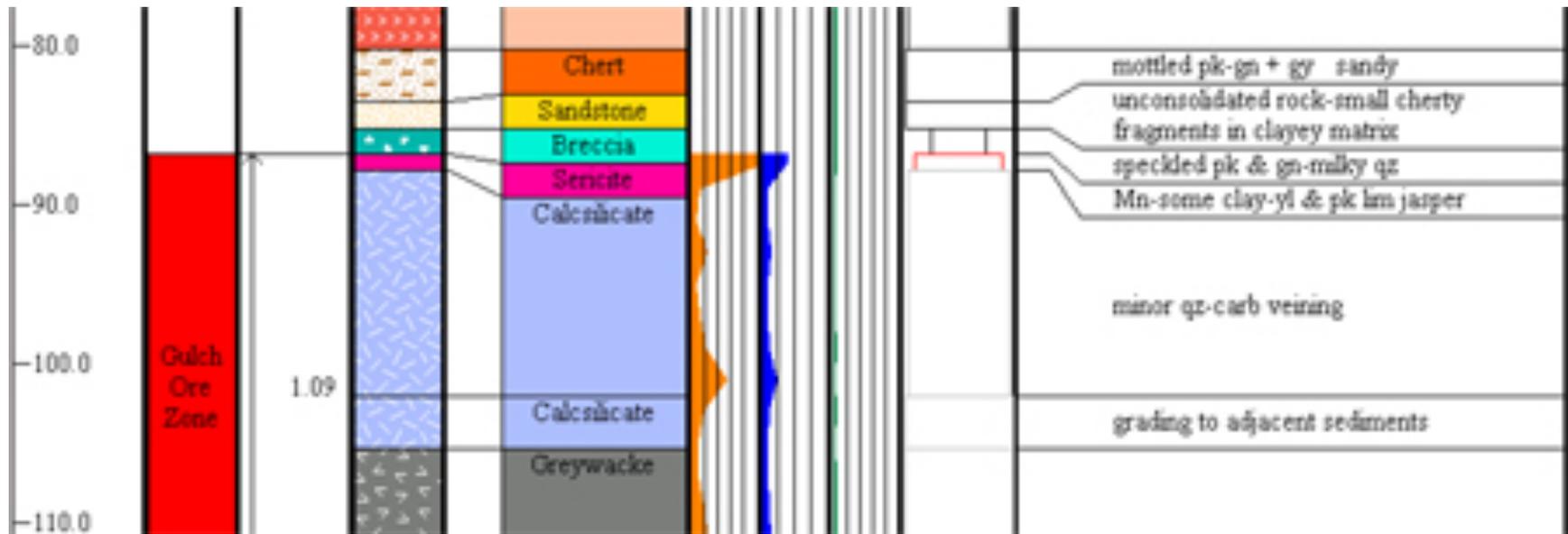
- *Investigación del yacimiento para estimación de reservas.*
- *Planificaciones mensuales y anuales:
Cubicaciones mineras y control de leyes.*
- *Investigación del yacimiento para estimación de reservas.*

CAMPAÑAS DE SONDEOS

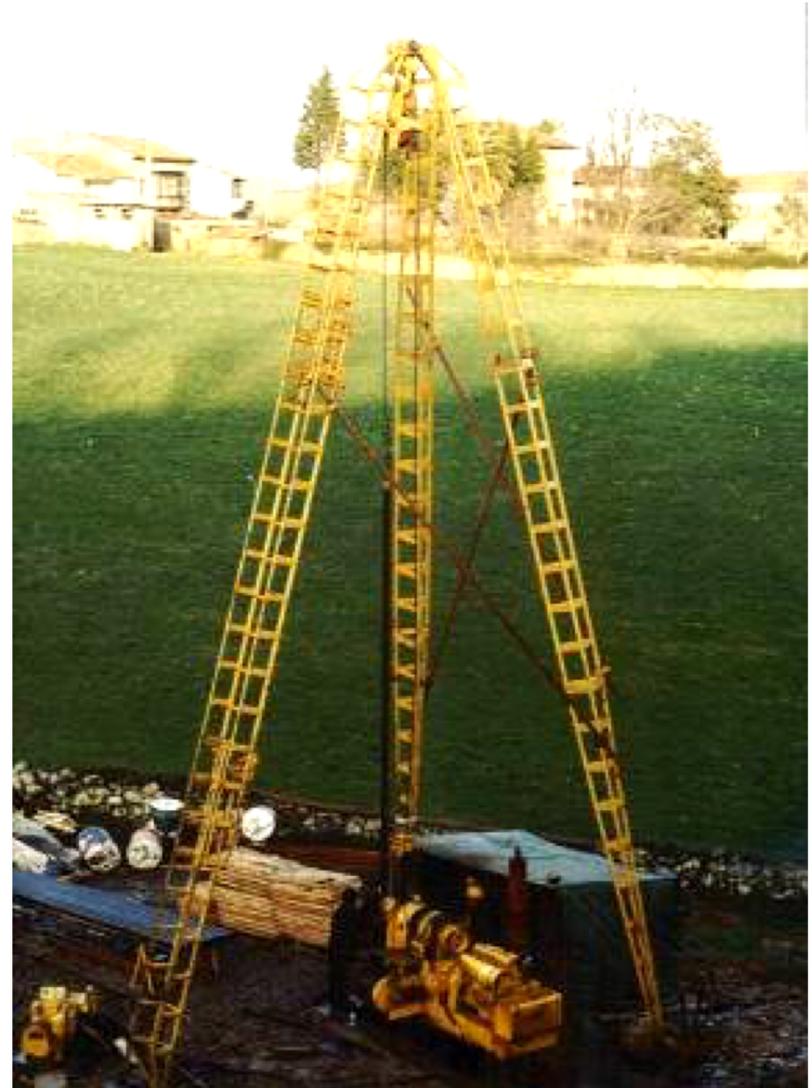
Investigación por métodos directos, sondeos



Exploración por medio de sondeos



SONDEO MECÁNICO



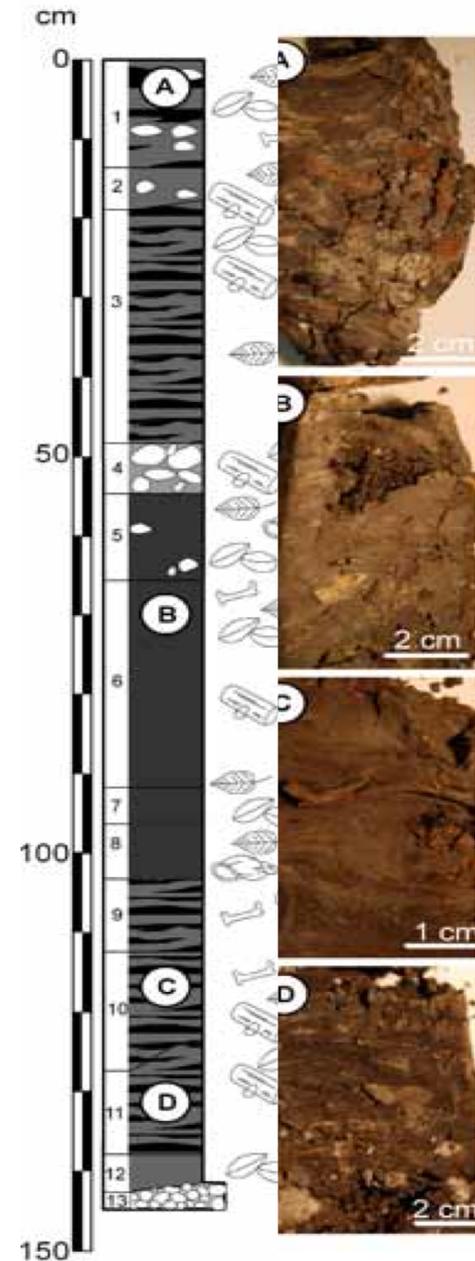


Escondida: Enriquecimiento Secundario



Testificación de sondeos

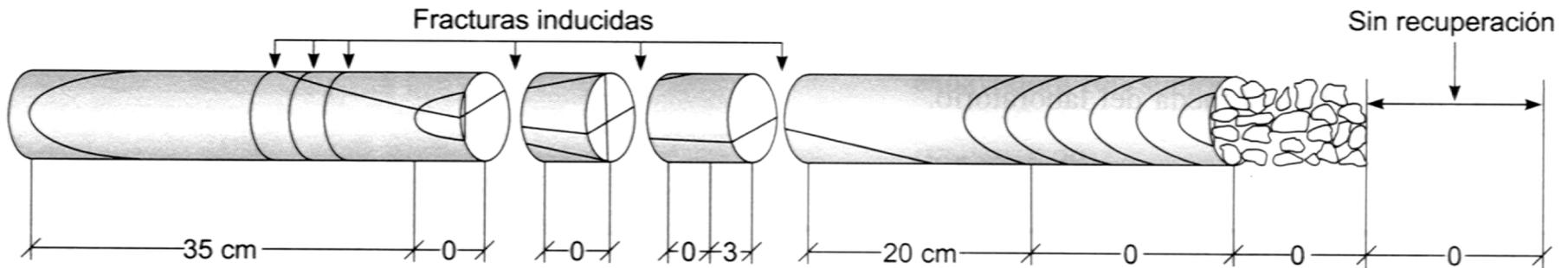
- Serie estratigráfica de una zona
- Comprobación de anomalías
- Evaluación de un yacimiento
- Elaboración de un proyecto minero



Testificación de sondeos

- Cálculo del Índice RQD (Rock Quality Designation)

$$\text{RQD} = \frac{\sum \text{longitud de los trozos de testigo} > 10\text{cm}}{\text{longitud total del tramo}} \times 100$$



$$\text{RQD} = \frac{35 + 3 + 20}{122} \times 100 \approx 48\%$$

Testificación de sondeos



$$RQD = \frac{\sum \text{longitud de los trozos de testigo} > 10\text{cm}}{\text{longitud total del tramo}} \times 100$$

Sondeos de polvo



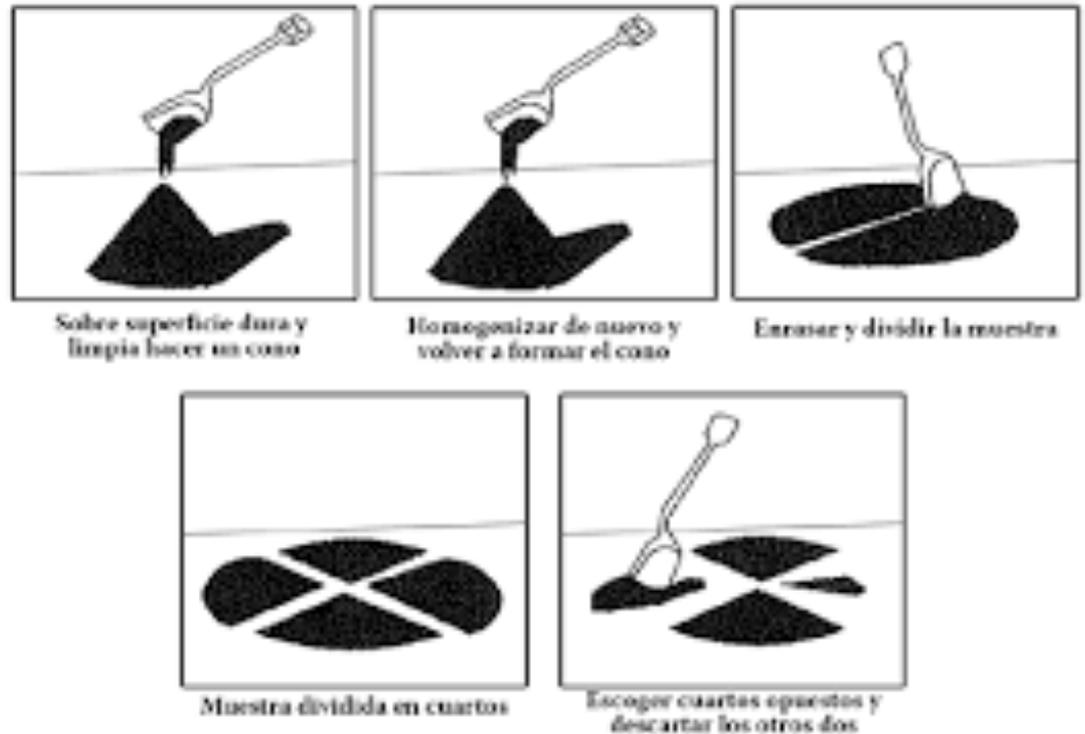
YACIMIENTOS MINERALES

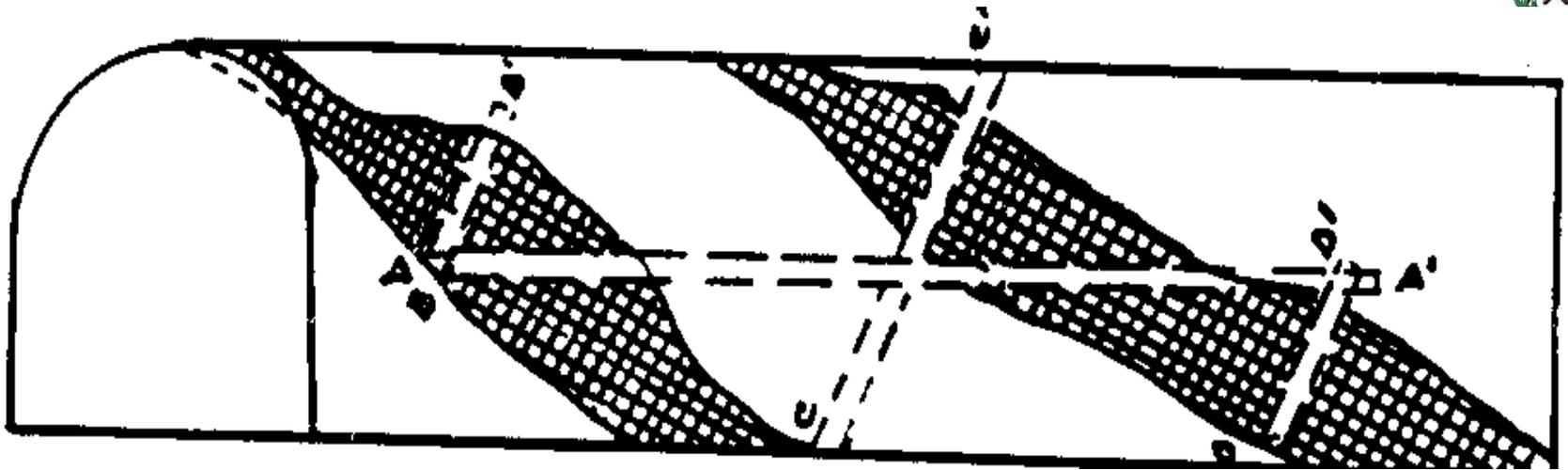


Gema Fernández Maroto

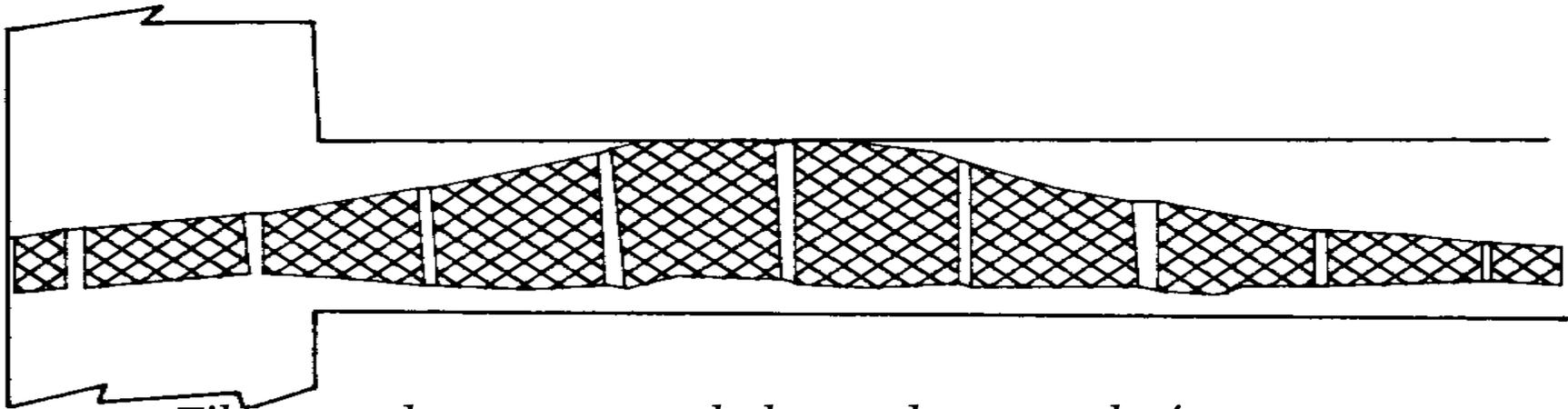
Control de leyes

- Desmuestra de un montón de mineral: se realiza mediante la formación de una “torta” que se cuartea como se indica en la figura.

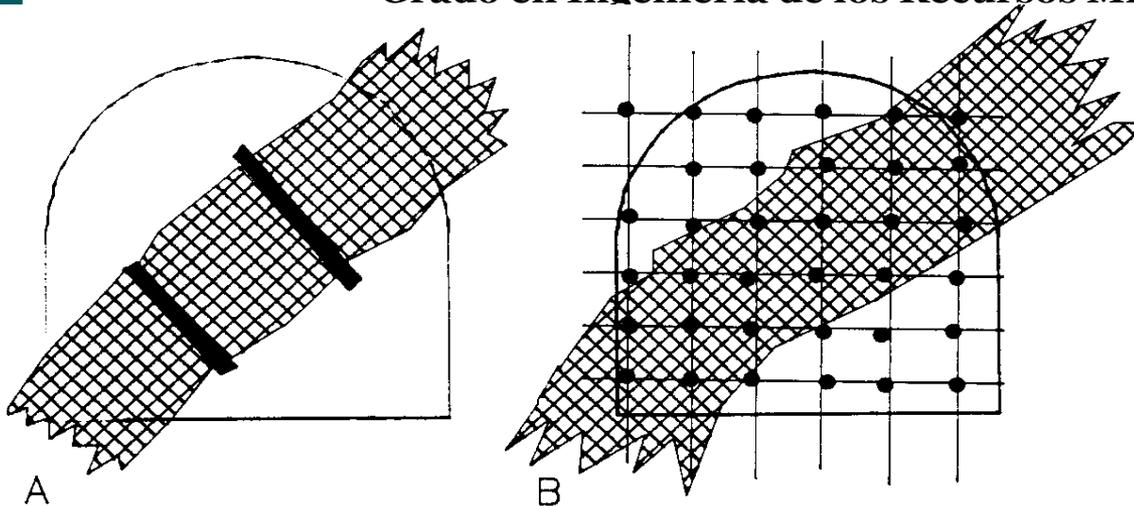




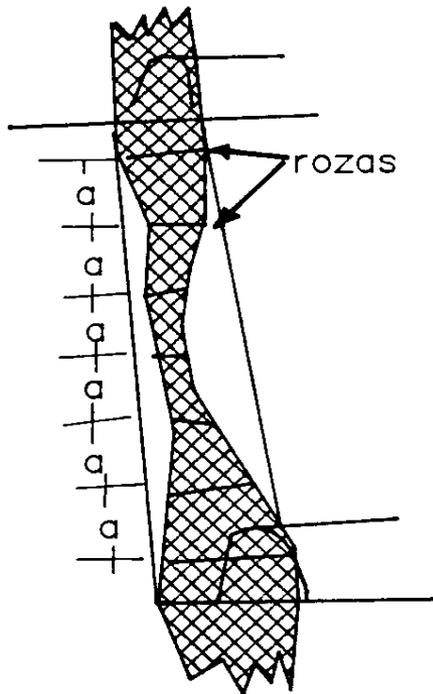
Transversal con dos mineralizaciones, se demuestra independientemente de cada una.



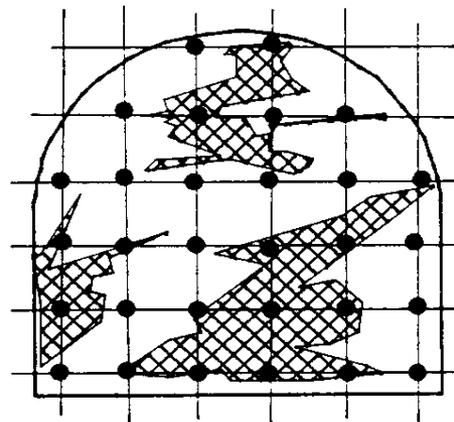
Filón con desmuestres a lo largo de una galería.



DESMUESTRE DE FRENTE DE GALERIA: A=ROZAS; B=FRAGMENTOS.



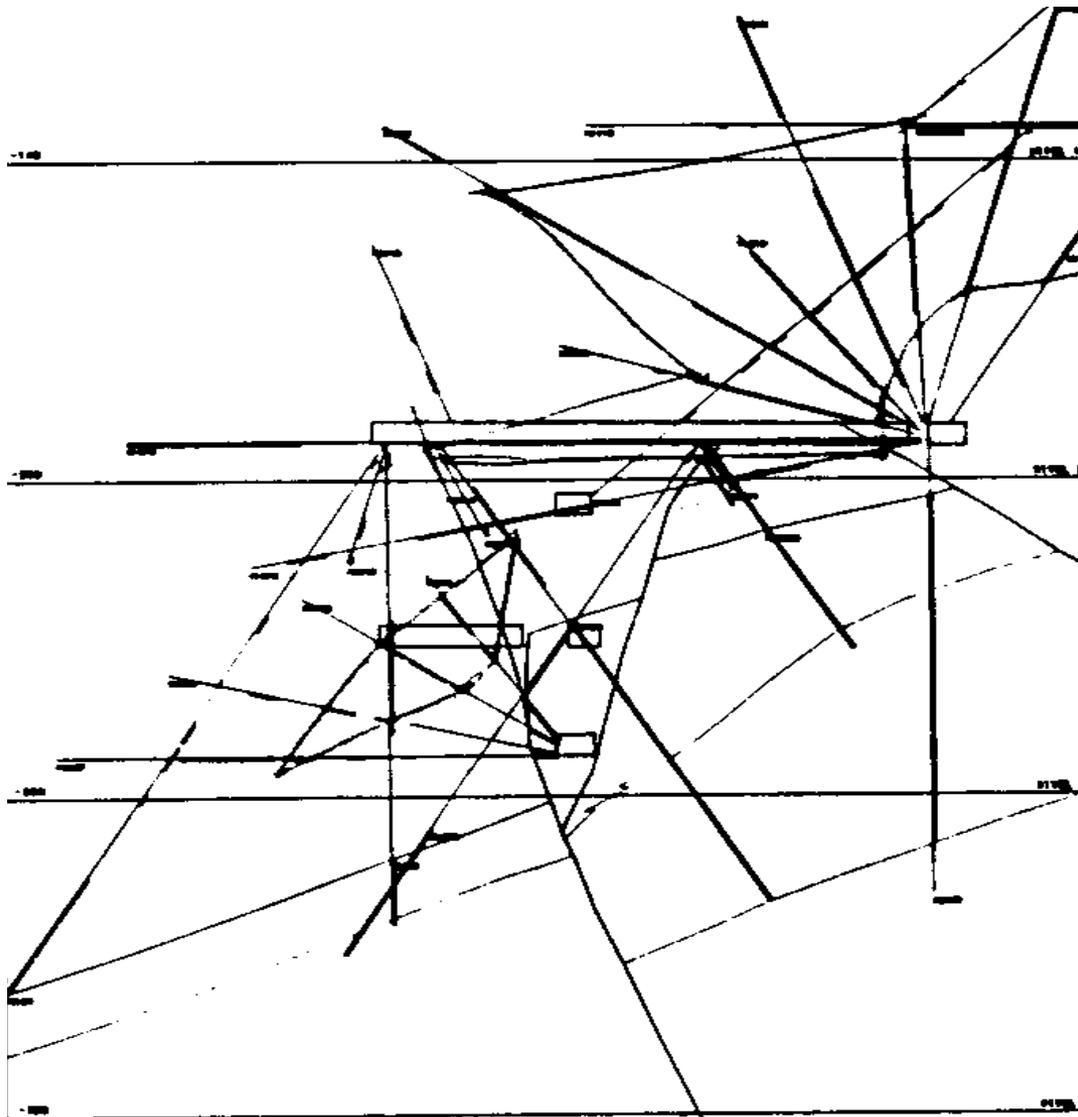
Sección vertical de un filón. Toma de muestras por rozas.



Frente con mineralización irregular.

La toma de muestras al zazar puede dar buen resultado.

Desmuestras de los frentes de acuerdo con la morfología de la mineralización. Rozas o "chips" que ocupan todo el frente.



Baterías de varios sondeos de interior situados en el mismo punto de las galerías.



Investigación minera

Consiste en una toma de datos continua que debe ser interpretada según se desarrollan los trabajos.

La investigación continuará o será interrumpida en función de los resultados obtenidos en cada etapa.

Cada etapa debe ir encaminada a comprobar los datos obtenidos y a incrementarlos



EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS

ETAPAS DE UNA EXPLORACIÓN

Definición del área a prospectar: parámetros físico-químicos de la mineralización y métodos a aplicar.

Localización, delimitación y reconocimiento de afloramientos.

Utilización de métodos indirectos.

Utilización de métodos directos.

YACIMIENTOS INTRAMAGMÁTICOS

Cartografía: áreas con rocas máficas y ultramáficas.

Fotogeología y Teledetección: cambios botánicos por tipo de rocas.

Geoquímica: De Suelo: conjuntos litológicos favorables.

Geofísica: métodos electromagnéticos en prospección de Ni.
Mét. Gravimétricos

Sondeos

PÓRFIDOS DE METALES BASE

Cartografía: tipos litológicos (intrusivos); tipos de alteración, interpretación de boxworks.

Geofísica: polarización inducida (yac. diseminados, buenos conductores)

Geoquímica: de carencia de ciertos minerales y exceso de otros: Mo, Sn, W, y Rb junto con Cu, Pb, Zn, V, y K.

Sondeos: numerosos, bajas leyes.

SULFUROS MASIVOS

Cartografía: gossans, alteración hidrotermal, foto aérea

Geoquímica: de arroyos y suelos para amplias áreas. De rocas sobre afloramientos para Cu, Zn, Pb, Cd ó Ag, Au, As y Hg.

Geofísica: métodos geoeléctricos y gravimétricos.
Magnetometría (Pirrotina)

Sondeos: profundidades variables.

YAC. TIPO SKARN

Cartografía: litologías calcáreas..

Geofísica: función del contenido en magnetita o pirrotina (Magnetometría), o mét. Geoeléctricos si existen minerales buenos conductores. Si Fe gravimetría

Geoquímica: de suelos: W, Sn, Zn o Cu.

Sondeos: malla separada (magnitud y continuidad) interpolación posterior.

YAC. SEDIMENTARIOS

PLACERES: método basado en la densidad: batea.

Geoquímica: de arroyos y suelos para amplias áreas. De rocas sobre afloramientos para Cu,Zn,Pb,Cd ó Ag, Au, As y Hg.

YAC. EVAPORÍTICOS: cartografía y gravimetría. Sondeos.

GOSSANS: teledetección o fotogeología, gravimetría, resistividades (min/r.e.).