UNIDAD 5:
EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

5.A. Métodos de Exploración

Distintos métodos de exploración: métodos indirectos y métodos directos. Criterios de selección de cada uno.

5.B. Métodos Indirectos

Prospección Geoeléctrica. SEV (Sondeos Eléctricos Verticales). Objetivos y trabajos de campo. Curva de campo y curva teórica. Interpretación de resultados (Cortes geoeléctricos - Planos isopáquicos de espesores saturados. Planos estructurales del basamento de la cuenca. Planos de isoresistividad transversal).

5.C. Métodos Directos

Pozos de exploración, Perfil litológico. Perfilaje eléctrico, resistividad, Normales Cortas y Largas. (SP) Potencial Espontáneo. Rayos gamma natural. Perfiles de penetración. Perfiles Múltiples de Pozos. Relación e interpretación.

Exploración o Prospección

Términos similares

Significan búsqueda

En **HIDROGEOLOGÍA** se refieren a la **ubicación** de **reservorios** de **agua subterránea** con características **apropiadas** para una posterior **explotación** o **aprovechamiento** del recurso.

Métodos de Exploración

- Métodos
  - Indirectos
    - Mapas geológicos
    - Mapas hidrogeológicos
    - Métodos geofísicos
      - Superficiales
      - en pozos
  - Directos
    - Pozos de exploración

- Estudios geológicos
  - SUPERFICIE
    - Fotointerpretación
    - Imágenes satelitales
    - Recopilación información
    - Reconocimiento, campaña de ajuste
  - SUBSUELO
    - Cortes Geoeléctricos
    - Perforaciones
      - Perfil Litológico
      - Perfilajes

Método geológico de superficie

Plano Hidrogeológico

Es una **representación gráfica** en dos dimensiones de las **unidades hidrogeológicas** definidas para una región.

***Unidad hidrogeológica*:** corresponde a unidades litológicas interpretadas y definidas con un **criterio cualitativo** desde el punto de vista de su **capacidad** para **conducir y almacenar** agua subterránea.

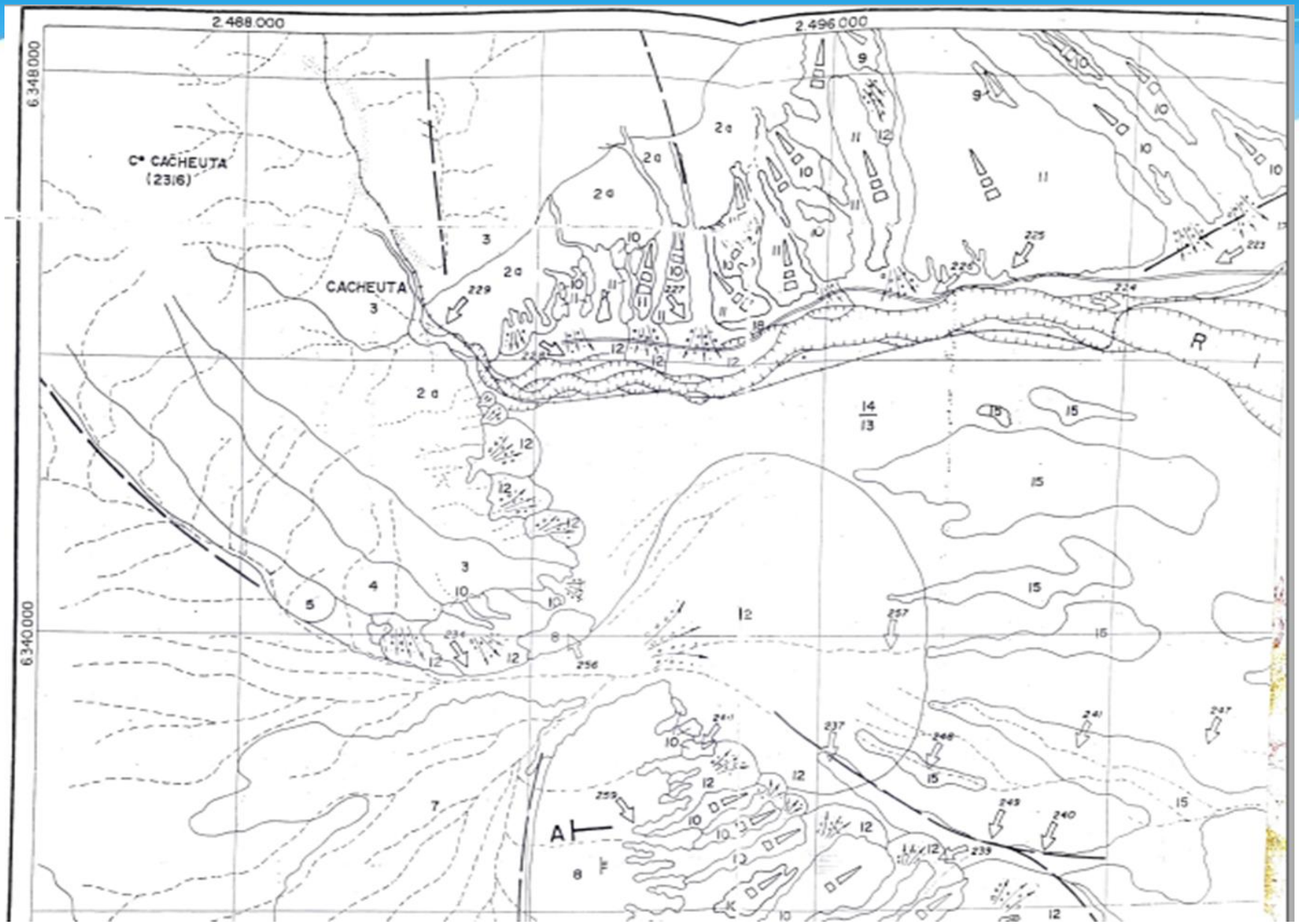
Se clasifican en base a:

- Diversidad de los materiales geológicos.
- Distribución de los mismos en la región.
- Propiedades relacionadas a la conducción del agua.

Imagen satelital zona apical Río Mendoza



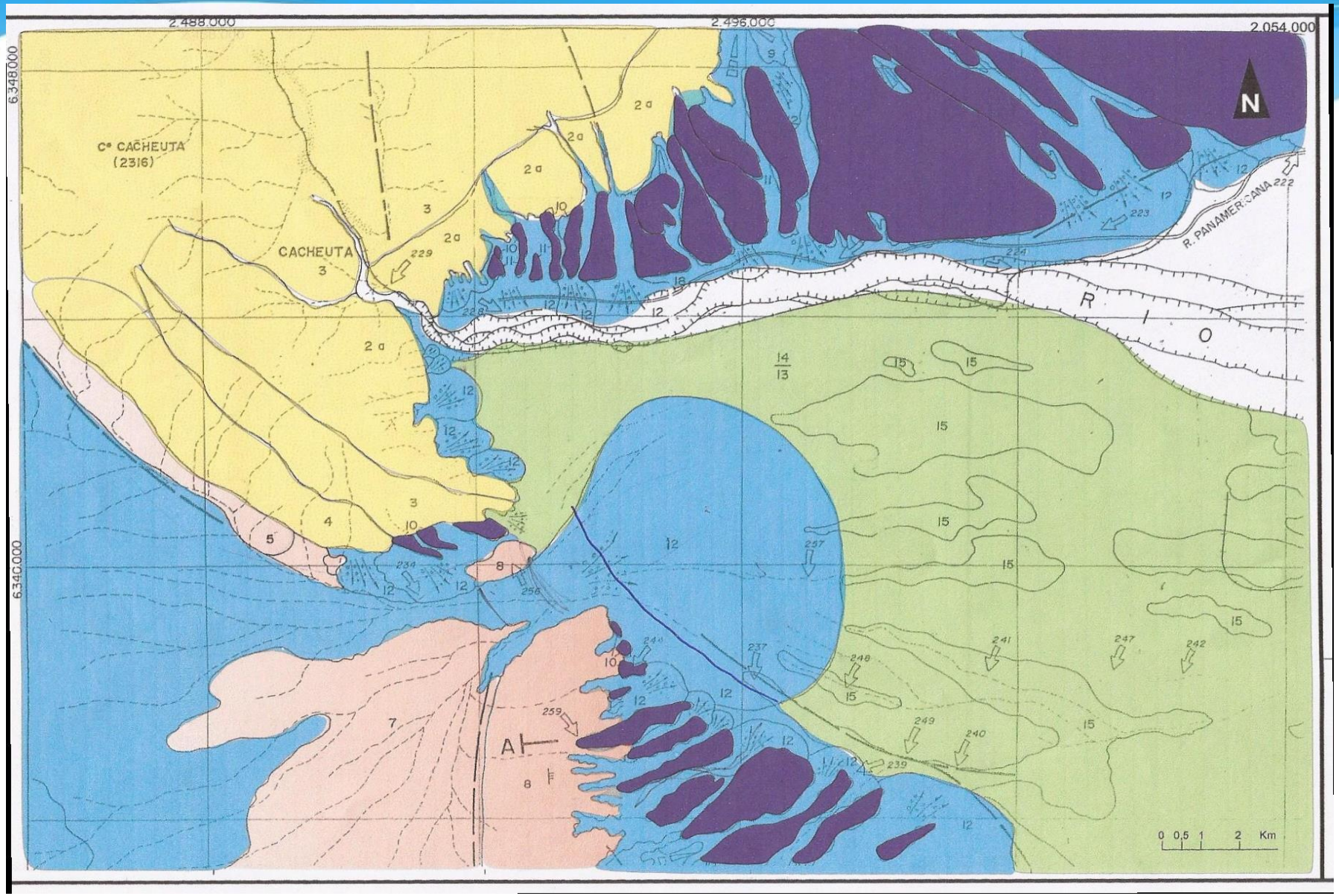
Mapa geológico zona apical Río Mendoza



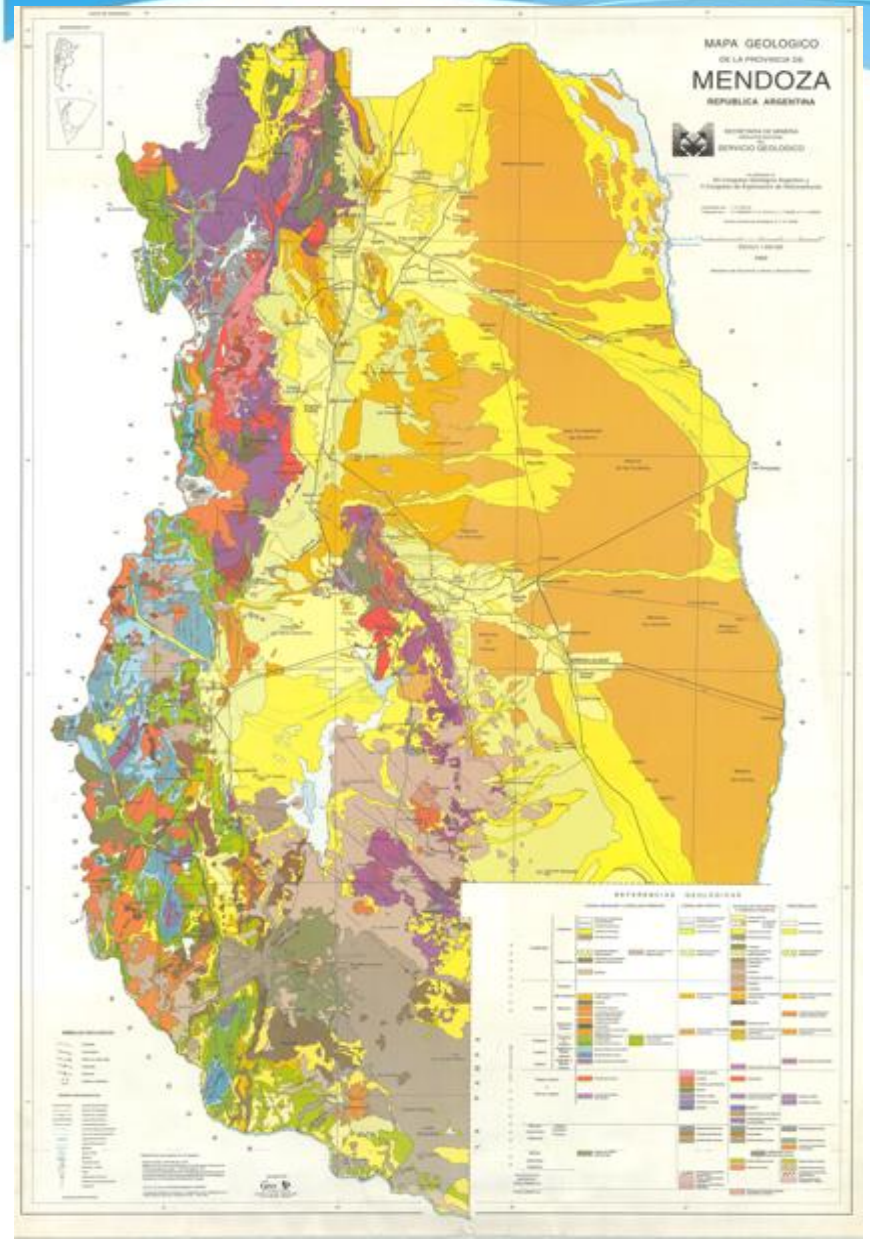
Mapa geológico zona apical Río Mendoza

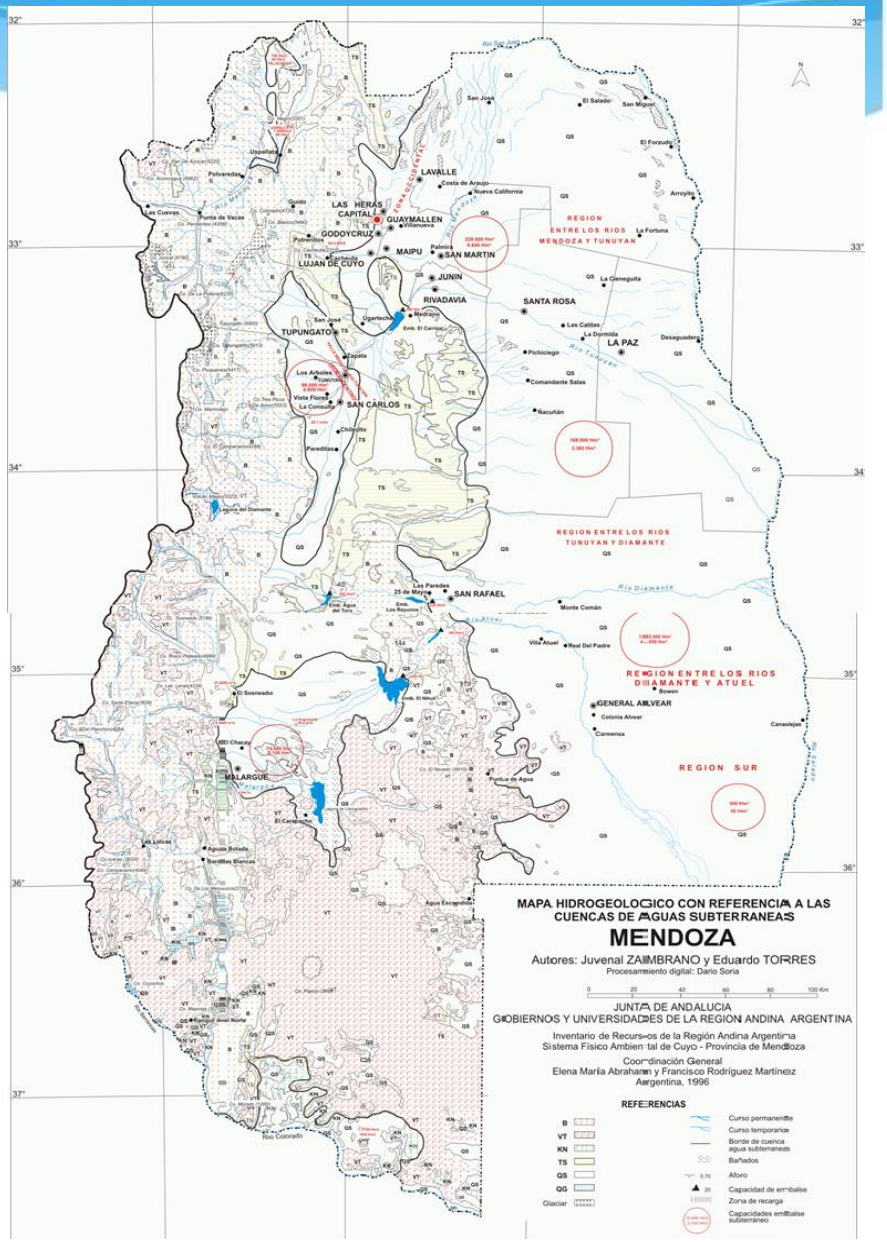
UNIDAD HIDRO–GEOLO–GICA	UNIDAD GEOLOGICA (UG)	APTITUD HIDROGEOLOGICA
V crema claro	15. Depositos lacustres 12. Depositos salinos 11. Depositos aluviales 13. Depositos eolicos 15, 12, 11 y 13 : Cuaternario (Q)	Areas de descarga de agua subterranea. Nivel de base temporal de la escorrentia superficial (UG 15). Areas de descarga de agua subterranea. (UG 12). Igual que UG 15; son geofisicamente conductivos Elevada permeabilidad primaria. Acuiferos principales de cuencas y planicies sedimentarias. (UG 11). Intercalados o sobrepuestos a los depositos aluviales. Elevada permeabilidad primaria. (UG 13). Los dos ultimos (11 y 13) pueden actuar geofisicamente como resistivos al paso de la corriente electrica.
IV amarillo	14 y 16. Depositos glaciarios 10. Depositos pedemontanos. (Q) 7. Sedimentitas continentales neoterciarias	Generalmente no acuiferos por posicion topografica elevada. Permeabilidad primaria. Transmiten agua a las cuencas y/o planicies sedimentarias adyacentes. (UG 14, 16 y 10). Acuiferos localmente importantes en posicion topografica favorable, tales como los terminos areniscoso–conglomeradicos y poco compactos de Fm. de Los Mogotes (UG 7).
III verde musgo	6. Sedimentitas continentales del Cretacico Superior 5. Sedimentitas marinas del Jurasico y Cretacico	Almacenamiento en porosidad primaria residual y fisuras. En condiciones topograficas y de recarga favorables puede explotarse como unico acuifero de envergadura regional y/o generar manantiales. (p.ej.: Grupo Neuquen) (UG 6). Se registra porosidad secundaria por fisuracion y disolucion. Potencialmente explotable. (UG 5).
II marron claro	4. Sedimentitas continentales eoterciarias Sedimentitas continentales del Triasico y Jurasico	Puede actuar como base hidrogeologica por sus terminos limolitico–arciliticos muy poco permeables. Secciones areniscosas y conglomeradicas podrian ser acuiferos pobres. Vinculada a la UG 7. Geofisicamente conductiva. (UG 4). Pobre almacenamiento en fisuras y poros residuales (o de disolucion en aquellas de origen quimico). Transferencia hacia las cuencas de agua subterranea. Manantiales pobres.(UG 4).
I rosado	9. Basaltos holocenos 8. Basaltos miocenos a pleistocenos 3. Sedimentitas marinas del Devonico, Carbonifero y Permico 2. Sedimentitas marinas de precipitacion organogeno–quimica del Cambrico y Ordovicico 1. Rocas igneas, metamorficas y piroclasticas del Precambico al Cuaternario	No acuifero. Poseen permeabilidad secundaria por elevada fisuracion receptora de precipitaciones transferida rapidamente a unidades con permeabilidad primaria subyacente (UG 9). Localmente puede contribuir a generar manantiales importantes; como en Punta de Agua (UG 8). En subsuelo pueden soportar y/o confinar unidades con permeabilidad primaria. No acuifero. Pobre almacenamiento en fisuras y poros residuales (o de disolucion en aquellas de origen quimico). Transfieren agua hacia las cuencas de agua subterranea adyacentes. Manantiales pobres. (UG 3). No acuifero en general por posicion topografica elevada. Pueden presentar, como en la Provincia de San Juan, importante permeabilidad por fisuracion y disolucion.(UG 2). No acuifero en general. Pobre almacenamiento en fisuras y transferencia hacia las cuencas de agua subterranea. Manantiales pobres. Terminos piroclasticos potencialmente acuiferos pobres en condiciones topograficas favorables.(UG 1).

Mapa hidrogeológico zona apical Río Mendoza



Mapa GEOLÓGICO ⇨ Mapa HIDROGEOLÓGICO





Método geológico de subsuelo

Métodos **GEOELÉCTRICOS** para Prospección HIDROGEOLÓGICA

- Inyección de corriente
  - Sondeos eléctricos verticales (SEV)
  - Calicatas eléctricas (CE)
  - Polarización inducida (PI)
- Corrientes naturales
  - Potencial espontáneo (SP)

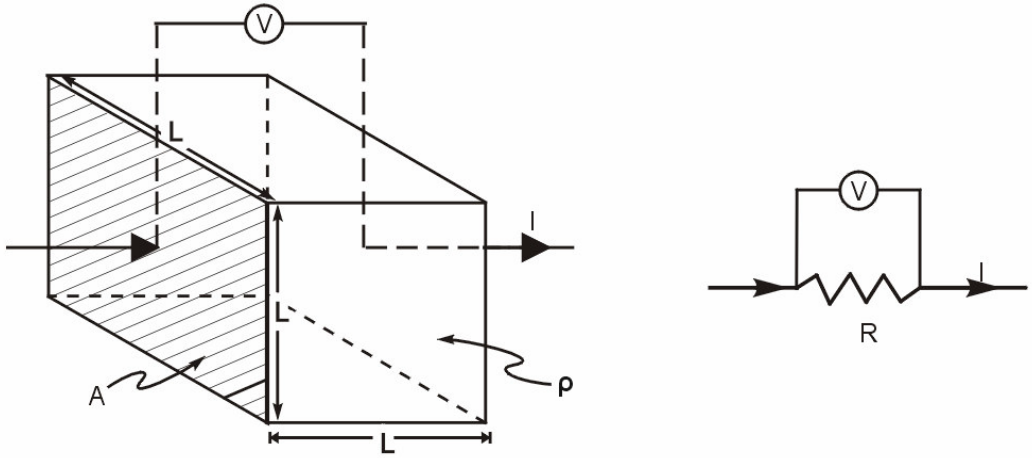
GEOELÉCTRICA

Rama de la Geofísica que trata sobre el **comportamiento** de **rocas y sedimentos** en relación a la **corriente eléctrica**.

El flujo de una corriente eléctrica a través de las rocas o los sedimentos, puede explicarse mediante la **Ley de Ohm.**

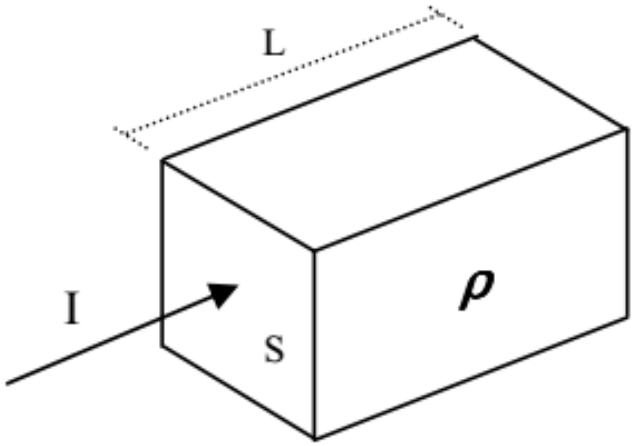
La caída de potencial **V** entre 2 puntos por los que circula una corriente eléctrica de intensidad **I**, es proporcional a ésta y a la resistencia **R** que ofrece el medio al pasaje de la corriente.

$$\Delta V = I \cdot R$$



La **resistencia** es función de la **naturaleza** y la **geometría** del conductor.

Si la geometría la asimilamos a un paralelepípedo de longitud **L** y sección **S**



$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

ρ representa la **naturaleza del conductor** y se denomina **resistividad**.

En **prospección geoeléctrica**, es la **resistividad de las rocas o sedimentos**.

$$\Delta V = I \cdot \frac{\rho \cdot L}{S} \quad \Rightarrow \quad \rho = R \cdot (S / L) \ [\Omega \cdot m]$$

Ejemplo:

Se tiene un bloque de **arenisca** cuya resistividad queremos medir. La **sección** es cuadrada de **20 cm x 20 cm**.

Se hace pasar una **corriente eléctrica** de **5 mA** que medimos con un amperímetro.

En dos puntos situados a una distancia de **50 cm** se mide una diferencia de potencial de **100 mV**.

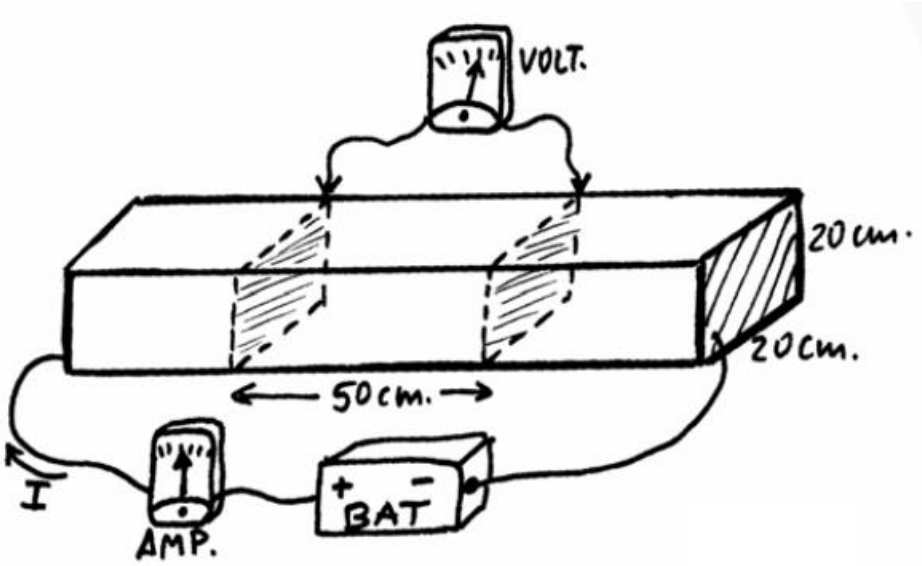
Calcular la resistividad (ρ) de esa arenisca.

$\Delta V = R.I$

$R = \Delta V / I$

$R = \rho \, . \, (L / S)$

$\Delta V / I = \rho \, . \, (L / S)$



$\rho = (\Delta V/I) / (L/S) = (\Delta V/I) \times (S/L) = (0,1/0,005) \times (0,04/0,5)$

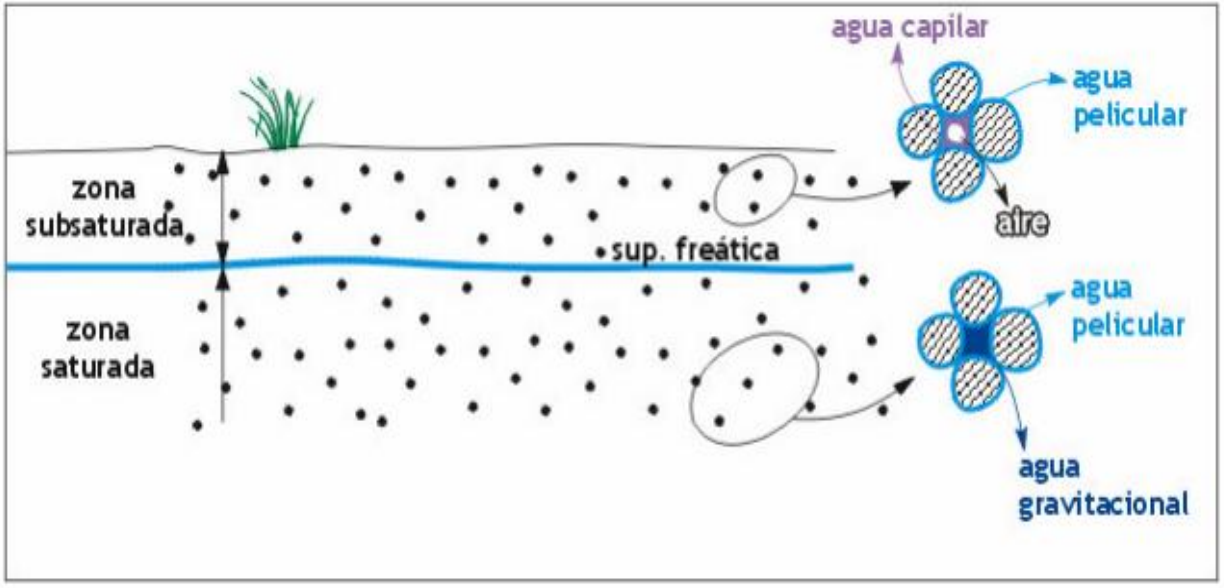
$\rho = (20) \times (0,08) = 1,6 \; \Omega \, . \, m$

La **resistividad** de la mayoría de las **rocas y sedimentos secos** es **elevada** (actúan como semiconductores).

Cuando las **fisuras** o los **poros** están **ocupados por agua**, aumenta la capacidad de conducción de la corriente eléctrica y se genera una **disminución** de la **resistividad**.

Además del grado de saturación también incide en la resistividad del medio, el **contenido salino del agua**:

A mayor salinidad, menor resistividad (y viceversa)



Sedimento	
Seco	**Saturado**
> ρ	< ρ

Salinidad agua	
> sal.	**< sal.**
< ρ	> ρ

Los **contrastes en las resistividades** son los que permiten aplicar exitosamente los métodos de prospección geoeléctrica mediante la inyección de corriente continua.

En materiales sedimentarios también influye en la resistividad el **tamaño del grano**:

A mayor tamaño de grano, mayor resistividad (y viceversa)

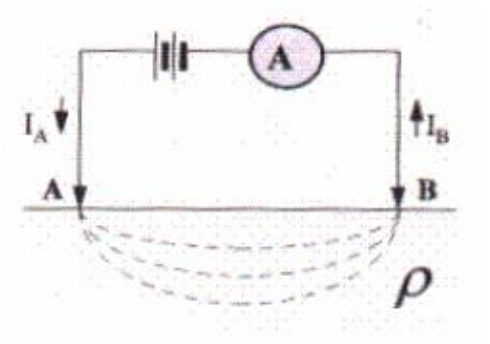
En general, los valores de resistividad en rocas y sedimentos presentan una gran variabilidad.

En el campo encontraremos valores de este **orden**:

- Rocas ígneas y metamórficas inalteradas: > 1000 Ω.m
- Rocas ígneas y metamórficas alteradas, o fuertemente diaclasadas: 100 a 1000 Ω.m
- Calizas y areniscas: 100 a más de 1000 Ω.m
- Arcillas: 1 a 10 Ω.m
- Limos: 10 a 100 Ω.m
- Arenas: 100 a 1000 Ω.m
- Gravas: 200 a más de 1000 Ω.m

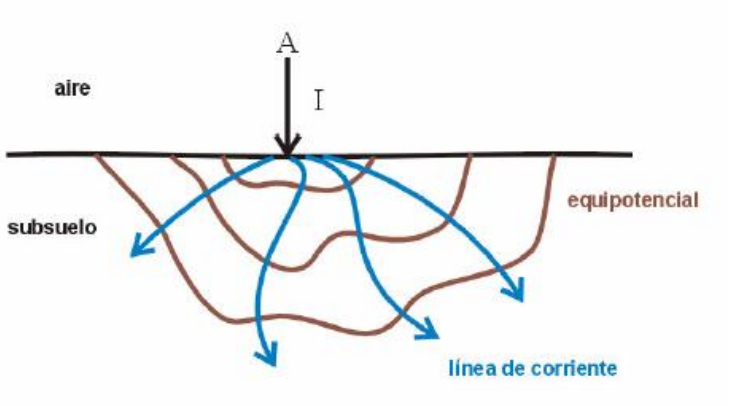
Flujo eléctrico en un medio ISÓTROPO y HOMOGÉNEO

Se inyecta al terreno una corriente continua (I_A) a través del punto A, la que circula por el medio isótropo y homogéneo de resistividad ρ y sale del mismo en el punto B (I_B).
En régimen estacionario: $I_A = I_B$



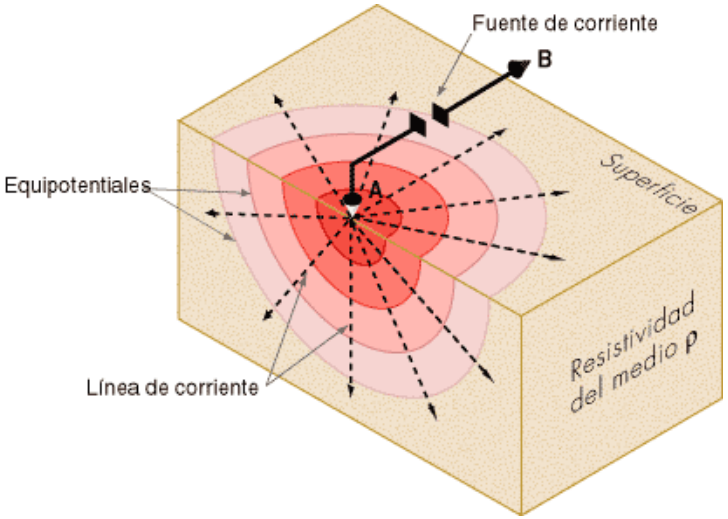
Flujo eléctrico en un medio REAL

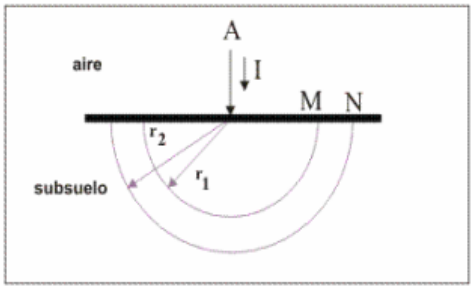
Un medio natural **no** es ni **isótropo** ni **homogéneo**, por lo que las **superficies equipotenciales** y las **líneas de corriente no son ni regulares y ni rectas**.
Se produce una **deformación** debido a la **anisotropía** y la **heterogeneidad** del terreno.



¿Cómo se distribuye la corriente en el suelo?

- 1 Electrodo puntual
- Suelo homogéneo e isótropo
- Igual flujo de corriente en todas las direcciones.
- Distribución radial de la corriente en subsuelo sin propagación en aire.



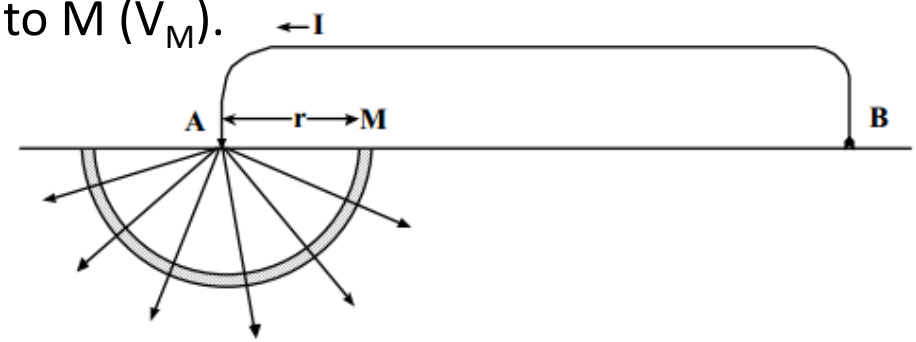


Área atravesada por las líneas de corriente será la de una semiesfera:

$$A = 4 \pi r^2 / 2 = 2 \pi r^2$$

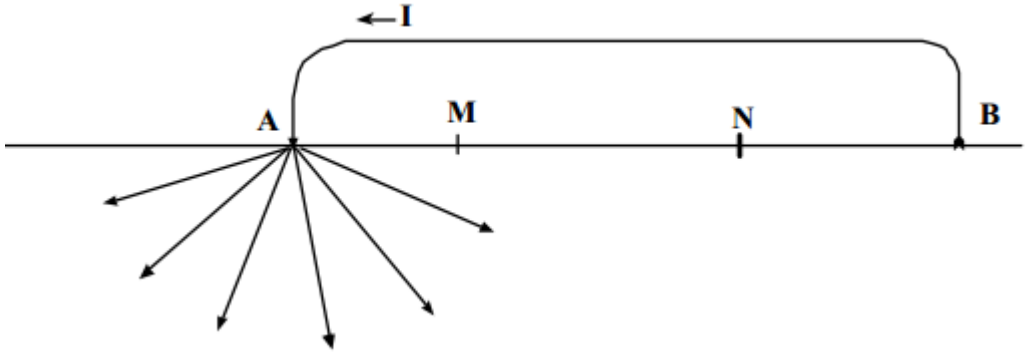
$$\left.\begin{aligned} V &= I.R \\ A &= 2\pi r^2 \\ R &= \rho.L/A = \rho.r/A \end{aligned}\right\} \quad V = I \,.\, (\rho/2\pi r)$$

Para que **circule la corriente**, debe existir **otro electrodo** (B), por lo cual el potencial generado en el punto M será igual al producido por A menos el producido por B. Aplicando dos veces la expresión, obtenemos el potencial en el punto M (V_M).



$$V_M = \frac{\rho I}{2\pi \overline{AM}} - \frac{\rho I}{2\pi \overline{BM}}$$

En la práctica no se mide el potencial en un punto sino que **medimos** la **diferencia de potencial entre dos puntos M y N**. Calculamos V_N como:



$$V_N = \frac{\rho I}{2\pi \overline{AN}} - \frac{\rho I}{2\pi \overline{BN}}$$

Por lo que la diferencia de potencial se expresará como V_M-V_N

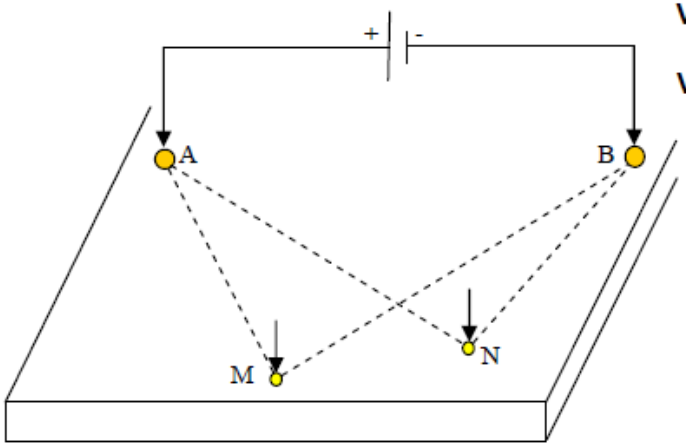
$$V_M - V_N = \frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{\overline{AM}} - \frac{1}{\overline{BM}} - \frac{1}{\overline{AN}} + \frac{1}{\overline{BN}}\right) \Rightarrow \rho = \frac{\Delta V}{I}\frac{2\pi}{\left(\frac{1}{\overline{AM}} - \frac{1}{\overline{BM}} - \frac{1}{\overline{AN}} + \frac{1}{\overline{BN}}\right)} \qquad \rho = \frac{\Delta V}{I}K$$

K coeficiente geométrico del dispositivo, depende solamente de las distancias entre los cuatro electrodos (geometría del dispositivo)

El valor de ρ obtenido sería la **resistividad real** si el terreno fuera homogéneo, pero es habitual que la ρ obtenida sea una **mezcla** de las resistividades de diversos materiales, por lo que se denomina **resistividad aparente** (ρ_a).

En el campo, los cuatro electrodos se colocan con una distribución determinada; es lo que se denomina "**DISPOSITIVO ELECTRÓDICO**".

Dispositivo con los cuatro electrodos no alineados.



$$V_M^A = I\rho / (2\pi AM) \quad y \quad V_M^B = I\rho / (2\pi BM)$$

$$V_N^A = I\rho / (2\pi AN) \quad y \quad V_N^B = I\rho / (2\pi BN)$$

$$V_M = V_M^A - V_M^B$$

$$V_N = V_N^A - V_N^B$$

$$V_M = I\rho / 2\pi(1/AM - 1/BM)$$

$$V_N = I\rho / 2\pi(1/AN - 1/BN)$$

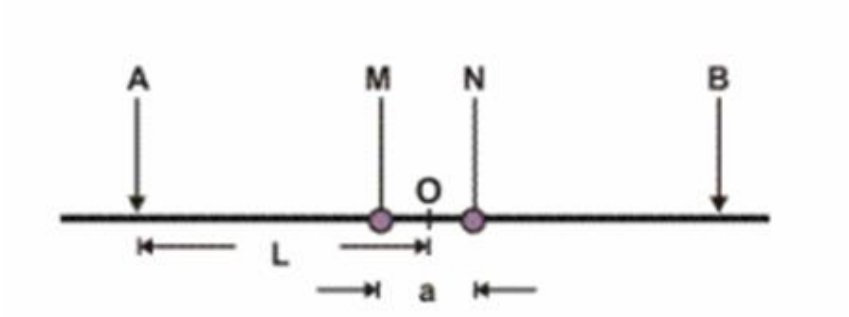
$$\Delta V = V_M - V_N = \frac{I\rho}{2\pi}\left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN}\right]$$

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K$$

Los **dispositivos más utilizados** → **cuatro electrodos alineados y simétricos (respecto del centro)**

DISPOSITIVO SCHLUMBERGER

En este dispositivo la distancia **MN** es **pequeña** respecto a **AB**, generalmente **AB/5>MN>AB/20**. En la práctica MN se mantiene tan pequeño como sea posible siempre que se puedan conseguir lecturas correctas del voltímetro.



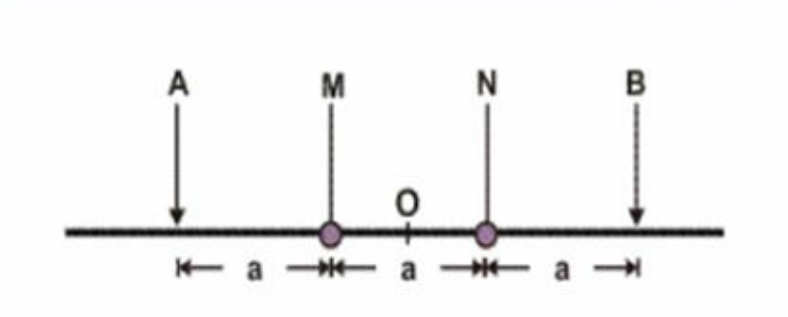
Es un dispositivo simétrico que debe cumplir con la condición de que la distancia que separa a **AB** debe ser mayor o igual que **5MN.**

Los valores de resistividad aparente se representan en función de **AB/2** y la constante geométrica es:

$$K = \frac{\pi}{4MN}(AB^2 - MN^2) \approx \frac{\pi \cdot L^2}{a}$$

DISPOSITIVO WENNER

El dispositivo **Wenner**, mantiene idénticos las tres distancias AM=MN=NB; si se mueve AB se deben mover MN.



Es un dispositivo simétrico pero los elementos se mantienen **equiespaciados**.

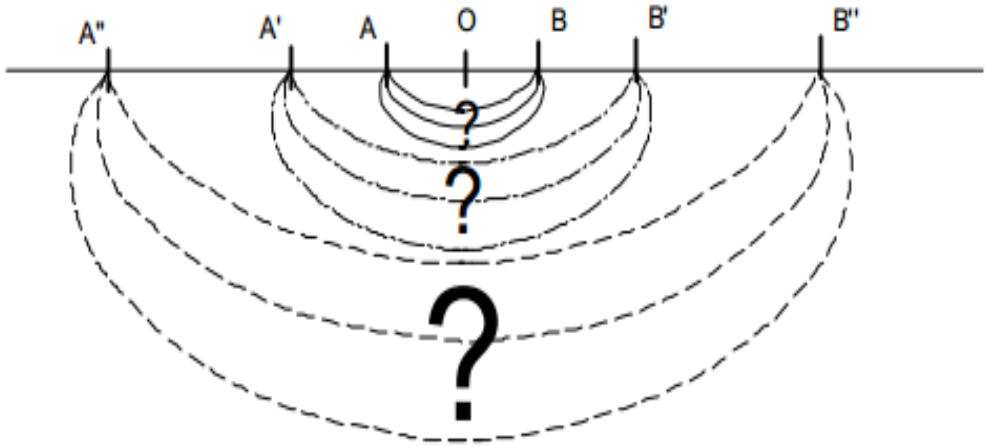
La constante geométrica es:

$$K = 2 \cdot \pi \cdot a$$

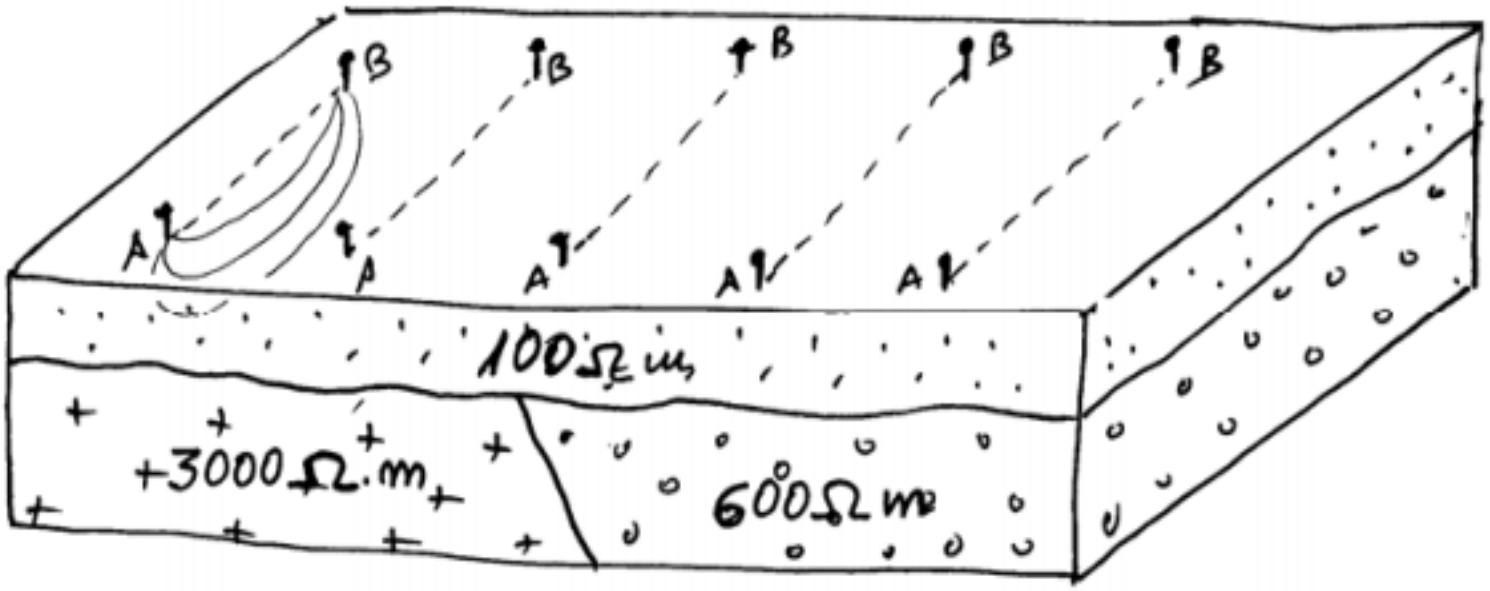
El **subsuelo** se compone de **formaciones** de **diferentes resistividades**; la medida de resistividad que se realiza no corresponde a ninguna de ellas, sino que tendrá un **valor intermedio**.

Existen **dos estrategias** para deducir la estructura del subsuelo con una serie de medidas sucesivas de ρ_a

1. **Manteniendo el punto central (O)** vamos abriendo sucesivamente la distancia AB.
   La corriente eléctrica circulará cada vez a mayor profundidad. Los sucesivos valores de ρ_a que vamos obteniendo corresponden a profundidades cada vez mayores, por eso son **Sondeos Eléctricos Verticales**.

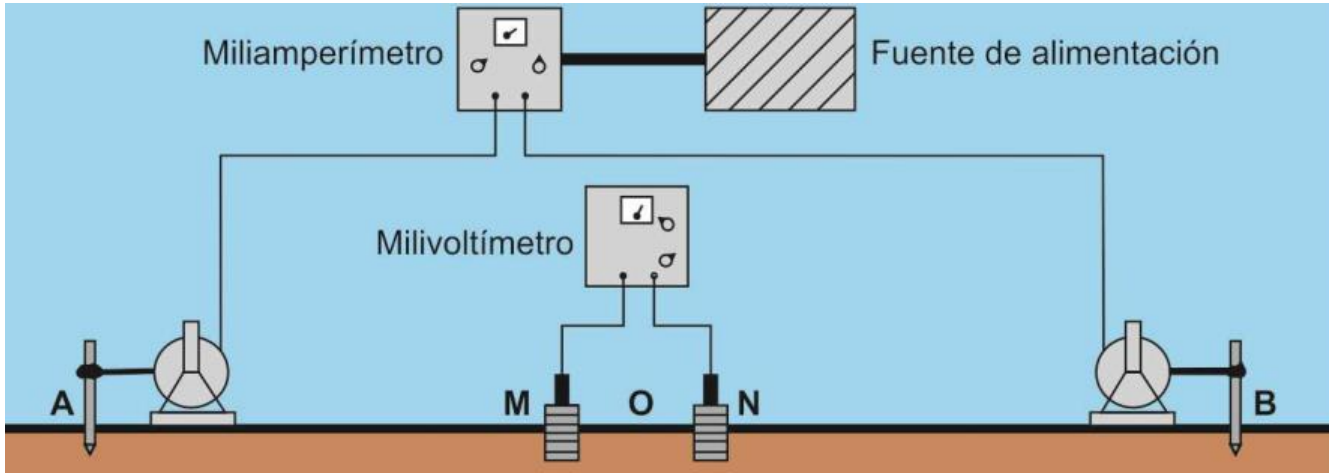


2. Manteniendo la apertura AB se **mueve** lateralmente todo el dispositivo, la profundidad se mantendrá constante y se observarán las variaciones laterales del terreno; esto es una **Calicata Eléctrica**.



Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)

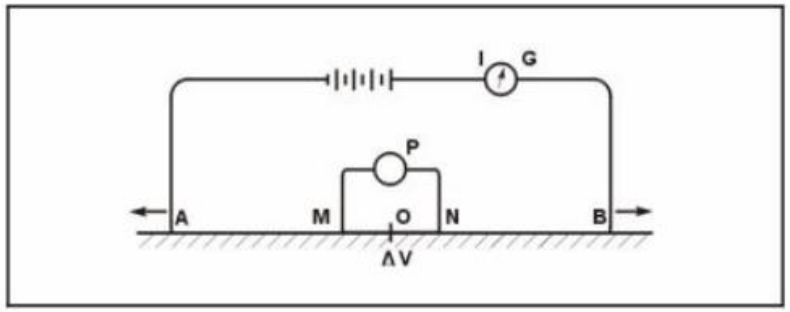
El **equipo de campo** más usado está diseñado para **corrientes continuas artificiales**.



Emisión: La corriente es generada por una **batería** y se transmite a través de **cables aislados (de 1mm^2 de área – carretes de 500m)** dispuestos sobre el suelo, y en sus extremos se conectan a **electrodos** (varillas de cobre o acero, de 0,5 m a 1 m de longitud y 20 mm^2 de área) que se clavan para cerrar el circuito eléctrico.

Recepción: Con otros dos electrodos independientes (vasos con fondo poroso que contienen una solución saturada de sulfato de cobre, en los que se sumerge una varilla de cobre que está conectada al cable de medición del circuito)**.** Se mide la tensión resultante a través de un voltímetro.

Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)



Considerando el dispositivo Schlumberger, los SEV se pueden clasificar en función de la separación final entre A y B de la siguiente manera:

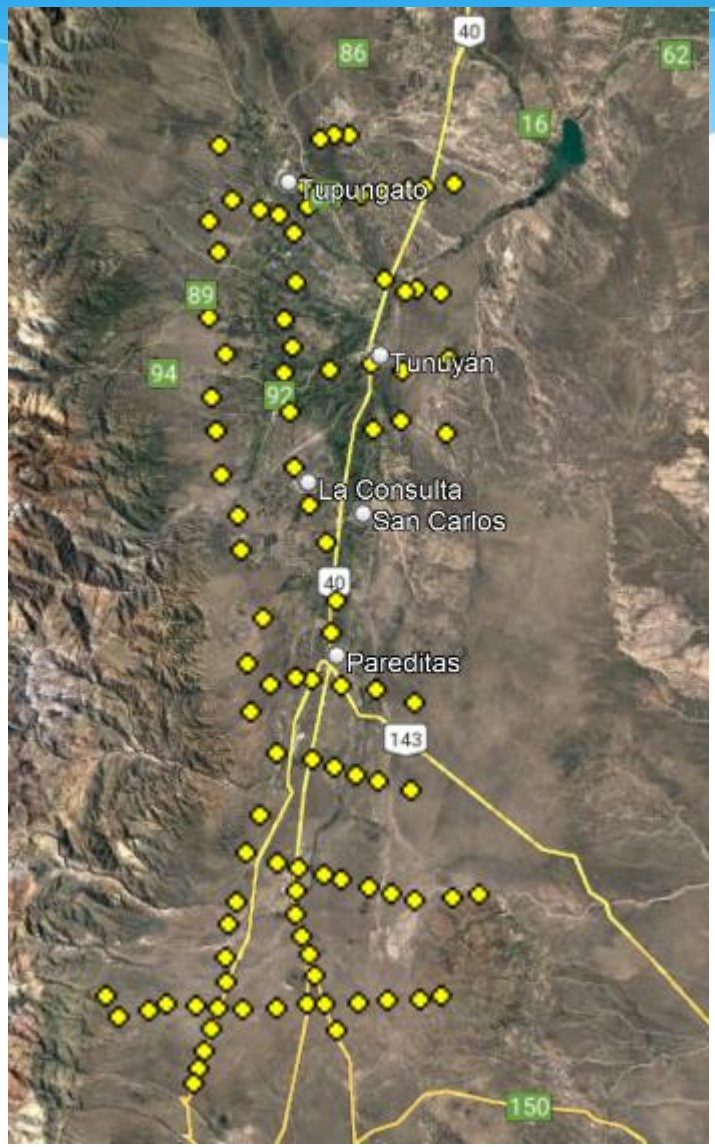
TIPO DE SEV	LONGITUD	PRINCIPAL APLICACIÓN
corto	AB hasta 250 m	Geotecnia y Arqueología
normal	250 m < AB < 2.500 m	Hidrogeología
largo	2.500 m < AB < 25.000 m	Prospección petrolera
muy largo	hasta 1.200 km	Investigación geofísica


Batería
Resistivímetro
Sistema de control
de los electrodos
Cables eléctricos


Electrodos alineados y conectados al
cable eléctrico





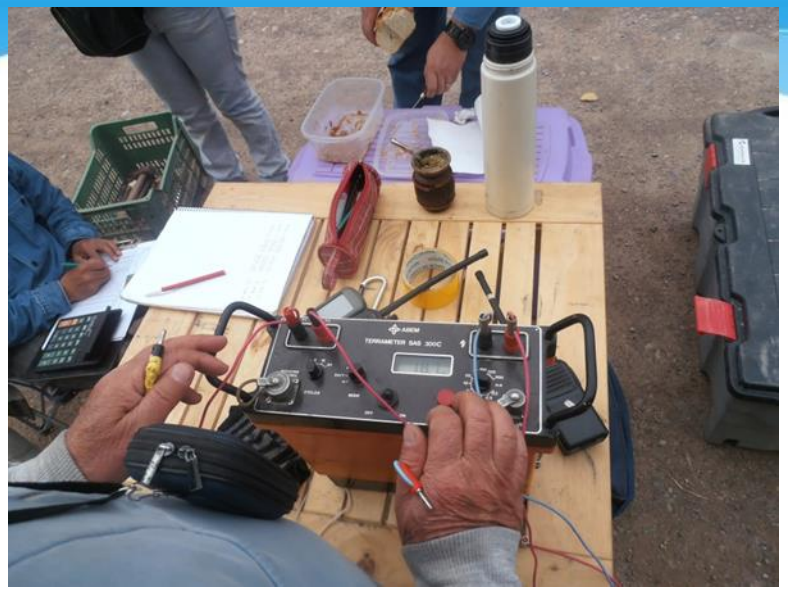

40
86
62
16
Tupungato
89
Tunuyán
94
92
La Consulta
San Carlos
40
Pareditas
143
150








ANSILTA




108.2 mΩ


P1
P2
C1
C2
ABEM
TERRAMETER SAS 300C
108.2
BOOSTER CONTROL
CYCLES
ON
MEASURE
mA

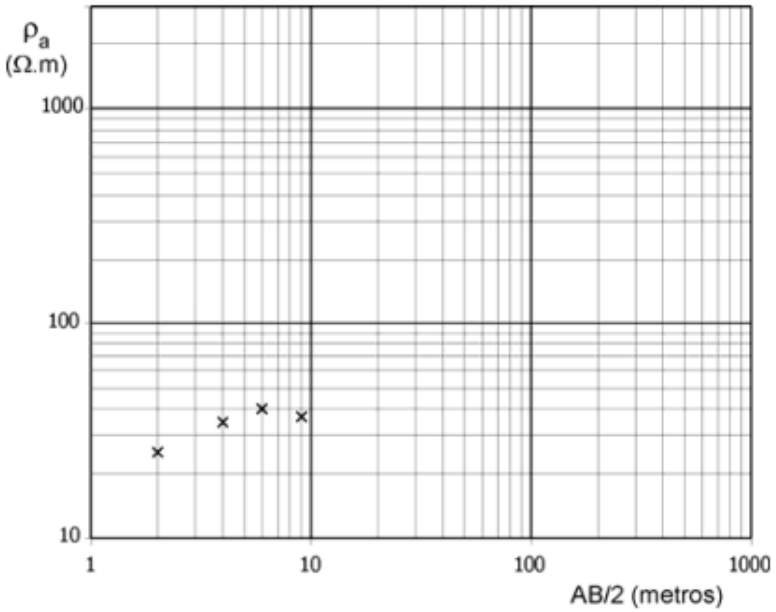
Medición en campo (SEV)

Consiste en un **conjunto** de **determinaciones** de la **resistividad aparente**, efectuadas con el mismo tipo de dispositivos lineal y separación creciente entre los electrodos de emisión y recepción.

OBJETIVO: obtener un **modelo** de **variación** de la **resistividad aparente** en función de la **profundidad**.

Considerando el dispositivo Schlumberger, la **distancia entre electrodos** depende de los **objetivos planteados:**

Si se quiere investigar hasta una profundidad de 150m, el SEV podría empezar con AB/2=2m y terminar en AB/2=300m, realizando de 15 a 25 medidas de resistividad aparente. Las distancias se van espaciando de modo que al representarse en escala logarítmica queden equidistantes.



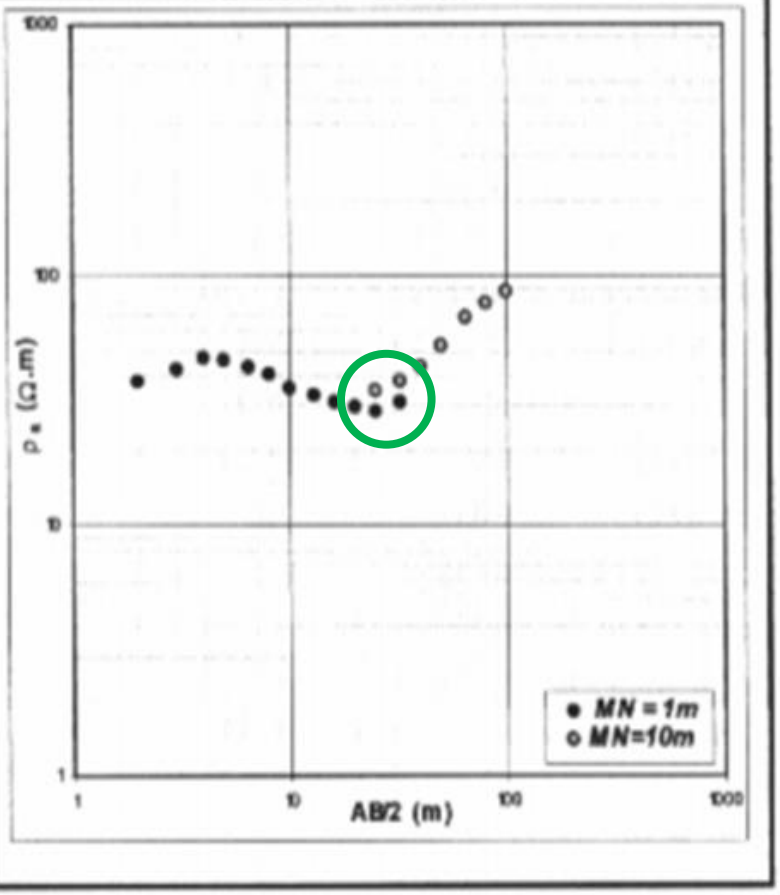
Los resultados se representan en gráfico logarítmico; en **abscisas** las distancias **AB/2** de cada medida, y en **ordenadas** la resistividad aparente ρ_a.

Esta **curva** es la que se **interpreta** para conocer los **espesores** y las **resistividades** de las formaciones geológicas de la zona de estudio.

Variables para el cálculo de ρ_a

Variación de ρ_a en función de AB/2

AB/2 (m)	MN (m)	I (mA)	Δv (mV)	ρ_a (Ω.m)
2	1	4,2	13,5	37,9
3	1	8,1	12,4	42,1
4	1	6,3	5,9	46,3
5	1	16,6	9,8	45,9
6,5	1	30,3	9,8	42,7
8	1	35,5	7,1	40,1
10	1	50,8	5,7	35,2
13	1	115	7,2	33,2
16	1	149	5,7	30,7
20	1	136	3,2	29,5
25	1/10	185/60	2,7/11	28,7/34,6
32	1/10	176/69	1,7/8,3	31,1/37,7
40	10	142	12,2	42,5
50	10	111	7,4	51,8
65	10	156	7,9	66,8
80	10	187	7,1	76,0
100	10	199	5,4	85,0



Cuando la tensión en el voltímetro es muy pequeña, por la distancia a los electrodos de corriente, se expanden los **MN** y se realizan dos mediciones con las dos últimas posiciones de los **AB**, para asegurar el ensamble de todos los tramos.

Planilla de campo

S.E.V — **IBERGESA** GEOFISICA

TRABAJO :

Referencia Nº	50-18	Observador	Bahiguier
Zona	Ciudad Rodrigo	Instrumento	Geotron - n°3
Rumbo	NÖE Cota	Sistema	Schlumberger

PERFIL 2 — S.E.V 23

OBSERVACIONES: Terreno removido y llano

Estación	O A m	M N	Esc Volt.	ΔV(mV)	I(mA)	Ρa	OBSERVACIONES
1	2	1 m.	300 mV	104	34	36.0	
2	2,5	"	300 mV	140	81,5	32,4	
3	3,16	"	100 mV	76	71	32,7	
4	4	"	100 mV	55.0	87,1	31,2	
5	5	"	100 mV	43,7	101	33,7	
6	6,3	"	100 mV	30	91,4	35,2	
7	8	"	30 mV	17,4	82.5	42.2	
8	10	"	30 mV	14,1	96,0	46,0	
9	12,5	"	30 mV	10,4	101.	52,9	dos clavos.
10	16	"	30 mV	13,0	166	62,9	
11	20	"	30 mV	17,5	221	78,7	
12	25	1 m / 16 m	30 mV / 300 mV	13,5 / 321	285 / 285	93,0 / 80,0	
13	31,6	1 m / 16 m	10 mV / 100 mV	8,42 / 27,5	237 / 240	117 / 92,7	
14	40	16 m	300 mV	30,5	184	115	
15	50	"	30 mV	22,8	129	137	Buena compensación.
16	63	"	30 mV	15	115	162	
17	80	"	30 mV	15,7	180	175	
18	100	"	30 mV	10,2	190	168	12,8 ; 240 ; (16) → Repetición.
19	125	"	30 mV	11,2	292,1	189	
20	160	"	10 mV	6,7	26	207	
21	200	"	3 mV	2,42	166	221	Compens. bien.
22	250	"	3 mV	2,58	203,1	252	
23	318	"	10 mV	4.00	42c	299	
24	400	"	3 mV	1,47	270	321	un ala no la veo
25	500	"	3 mV	1,21	265	358	
26	630						
27	800						
28	1000						
29	1250						
30	1600						

1 de Octubre de 19 80

Planilla de campo

SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL

AB/2	M N	I	ΔV	K	ρa
m	m	mA	mV	m	Ω m
3,7	3			12	
5	3			23,8	
7	3			49	
9.5	3			92,2	
13	3			174,1	
18	3			336,9	
24	3			600,8	
33	3			1138	
44	3			2025	
60	3			3367	
44	10			600,4	
60	10			1123	
80	10			2002,8	
110	10			3793	
150	10			7060	
200	10			12558	
150	36			1934	
200	36			3460	
250	36			5426	
320	36			8903	
400	36			13927	
500	36			21777	
400	120			4092.4	
500	120			6447,4	
650	120			10961	
750	120			14624	
820	120			17500	
960	120			24021	

LOCALIDAD

FECHA SEV Nº

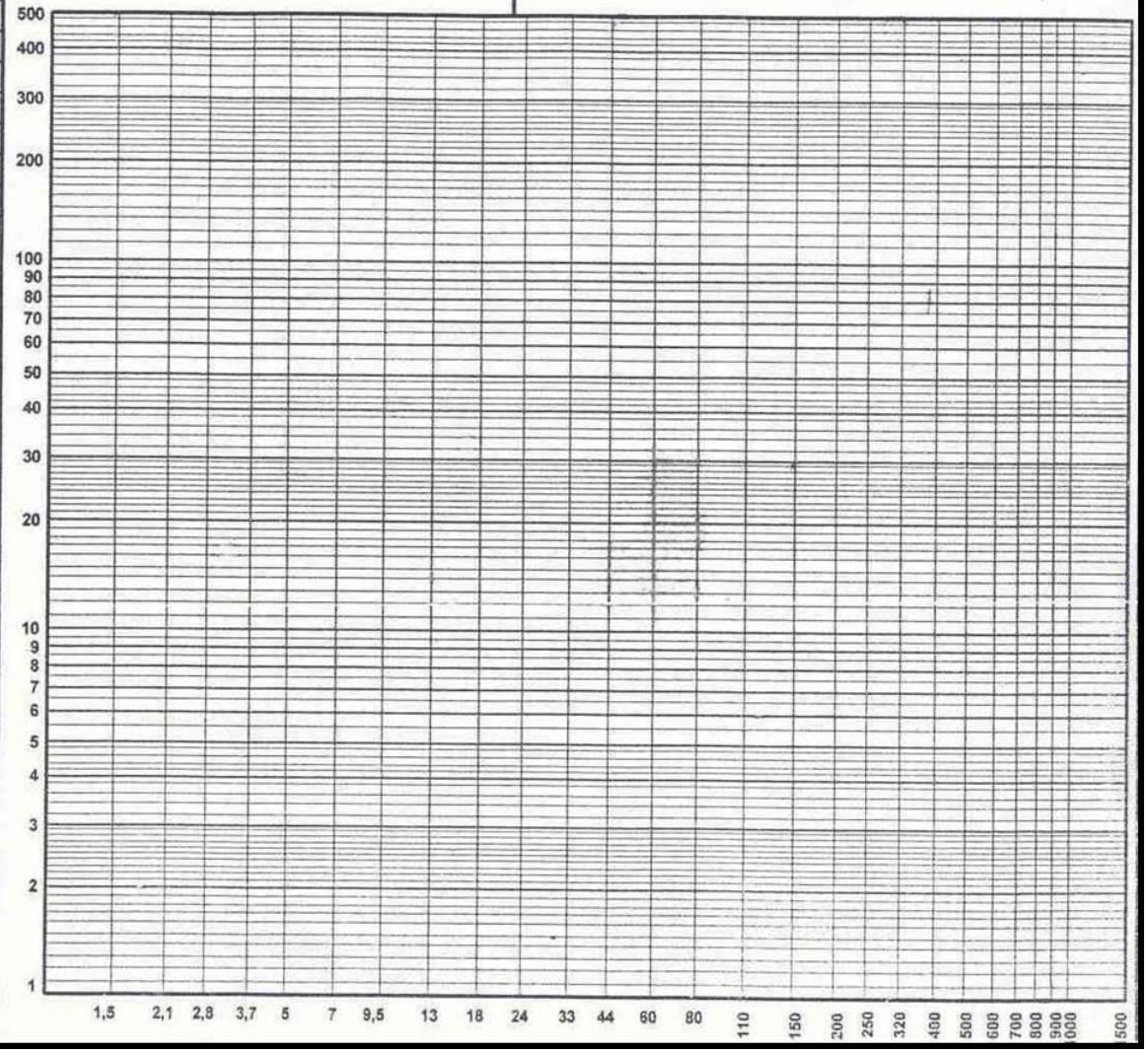
PERFIL

OPERADOR:

OBSERVACIONES

CORDENADAS:

ASNM:



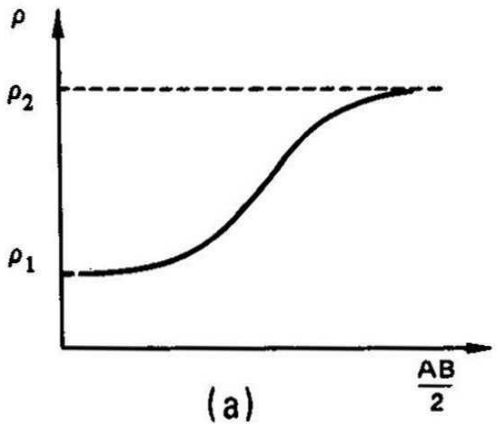
Cortes Geoeléctricos

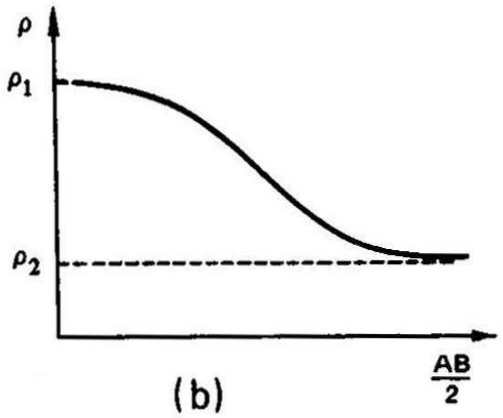
Un SEV puede realizarse sobre cualquier combinación de formaciones geológicas, pero para que la **curva de resistividad aparente** obtenida sea **interpretable**, el **subsuelo** debe estar formado por **capas horizontales** y **homogéneas**.

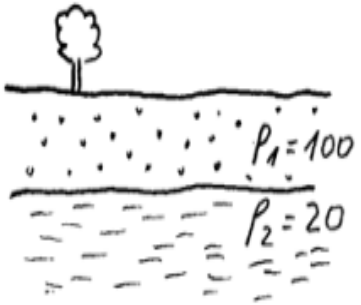
En muchos casos la realidad se acerca lo suficiente a este escenario.

Un corte geoeléctrico de **n capas** se compone de **n valores de resistividad** y **n-1 espesores** (no se conoce el espesor de la última capa).

Cortes de 2 capas ⟶ $\rho_1 < \rho_2$ o $\rho_1 > \rho_2$







ρ_1 = 100 (arenas)

ρ_2 = 20 (limos)

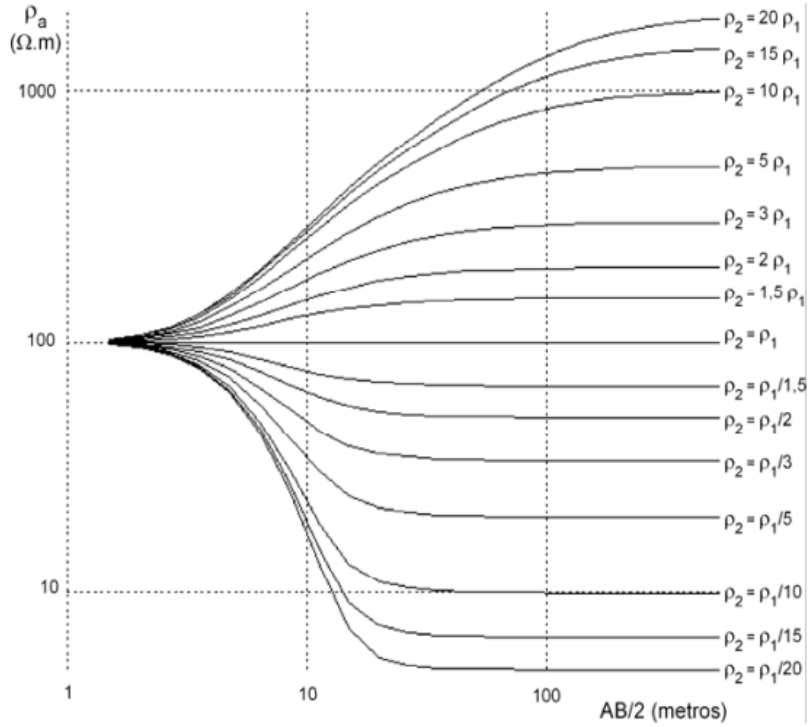
$\rho_2 = \rho_1/5$

Cualquier otro corte geoléctrico en que $\rho_2 = \rho_1/5$ (600;120), nos proporcionará exactamente la **misma curva**, simplemente **situada más arriba o más abajo**, pero la curva sería idéntica.

Para simplificar la interpretación se construyeron familias de **curvas patrones** que representan la relación entre ρ_a/ρ_1 y la separación electródica sobre la profundidad en una gráfica bilogarítmica, porque de este modo se logra que la forma y el tamaño de las curvas sea independiente de las unidades utilizadas.

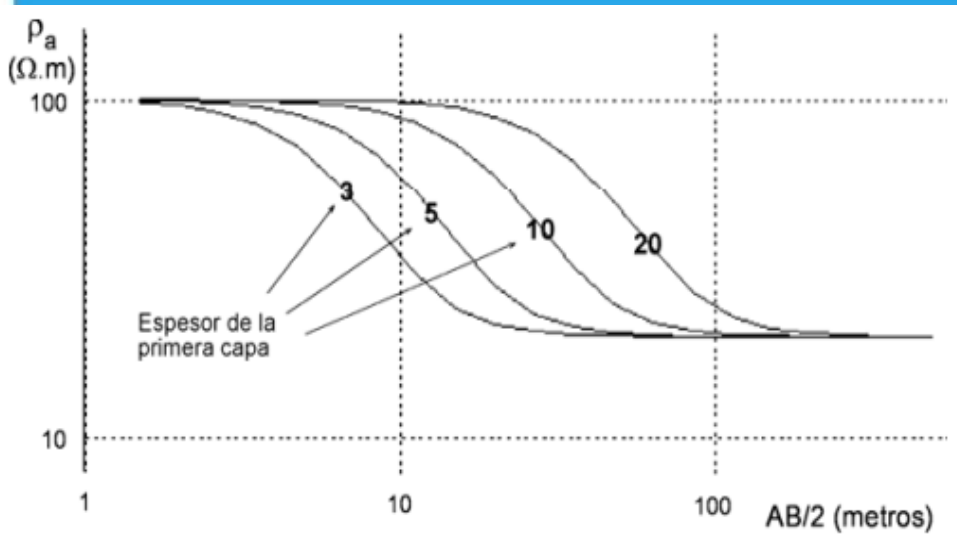
Curvas de resistividad aparente que se obtendrían sobre 2 capas siendo:

ρ_1= 100 Ω.m y AB/2 = 3m

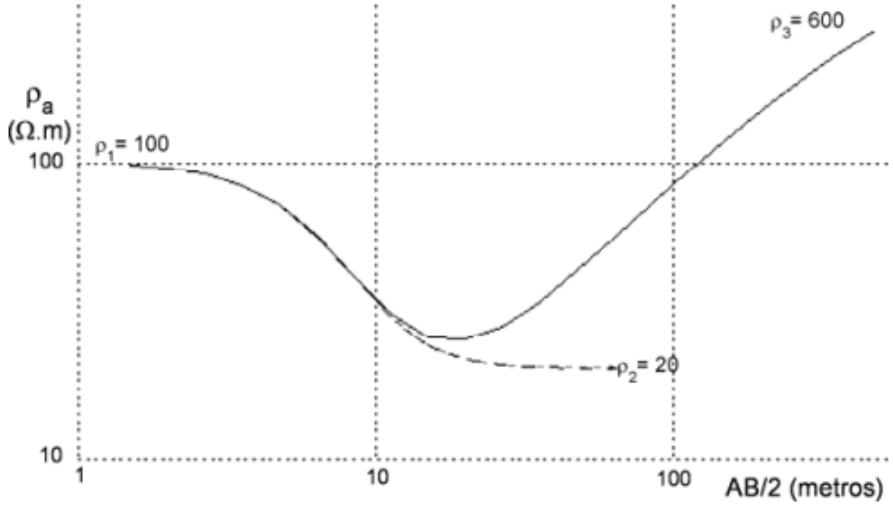


Si se mantiene el valor de ρ_1 y la resistividad de la segunda capa puede presentar cualquier valor; las distintas posibilidades se representan en estos ábacos.

Variación de la curva con el espesor de la primera capa



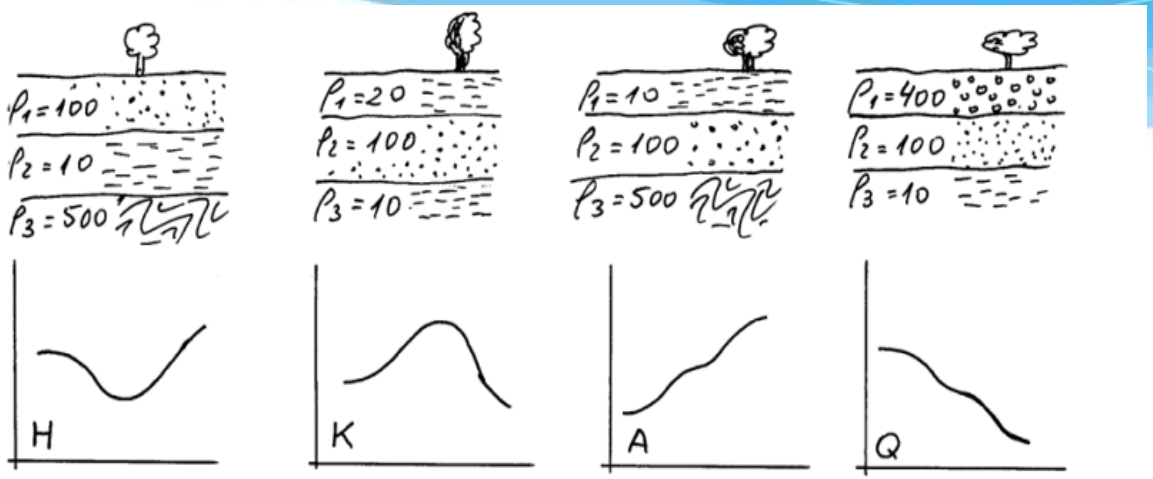
Cortes de 3 capas

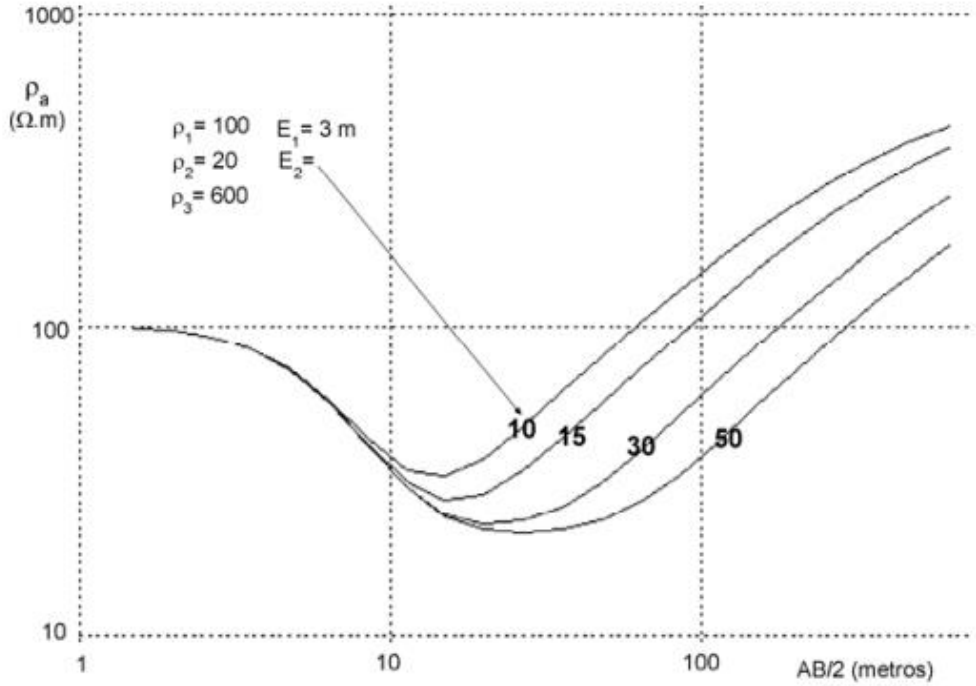


Se ve que todas las curvas van de 100 Ω.m a 20 Ω.m a medida que la corriente va circulando a mayor profundidad.
Si el espesor de la primera capa es mayor, la curva comenzará a bajar más tarde; será necesario abrir más los electrodos AB para que la corriente comience a circular por la capa inferior.

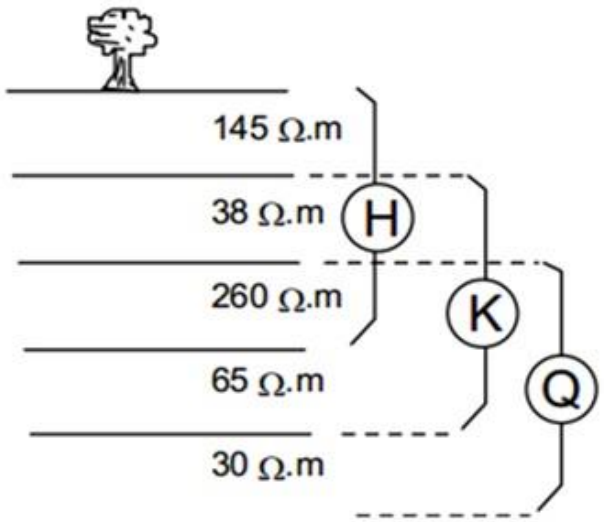
Supongamos que bajo las dos capas existe una tercera de mayor resistividad (600 Ω.m). Cuando la curva estuviera bajando de 100 a 20, en algún momento comenzará a subir hasta 600, puesto que cuando el flujo eléctrico circule a una mayor profundidad, una parte atravesará la capa de 600, y el valor medio registrando en superficie aumentará.

Cortes de 3 capas



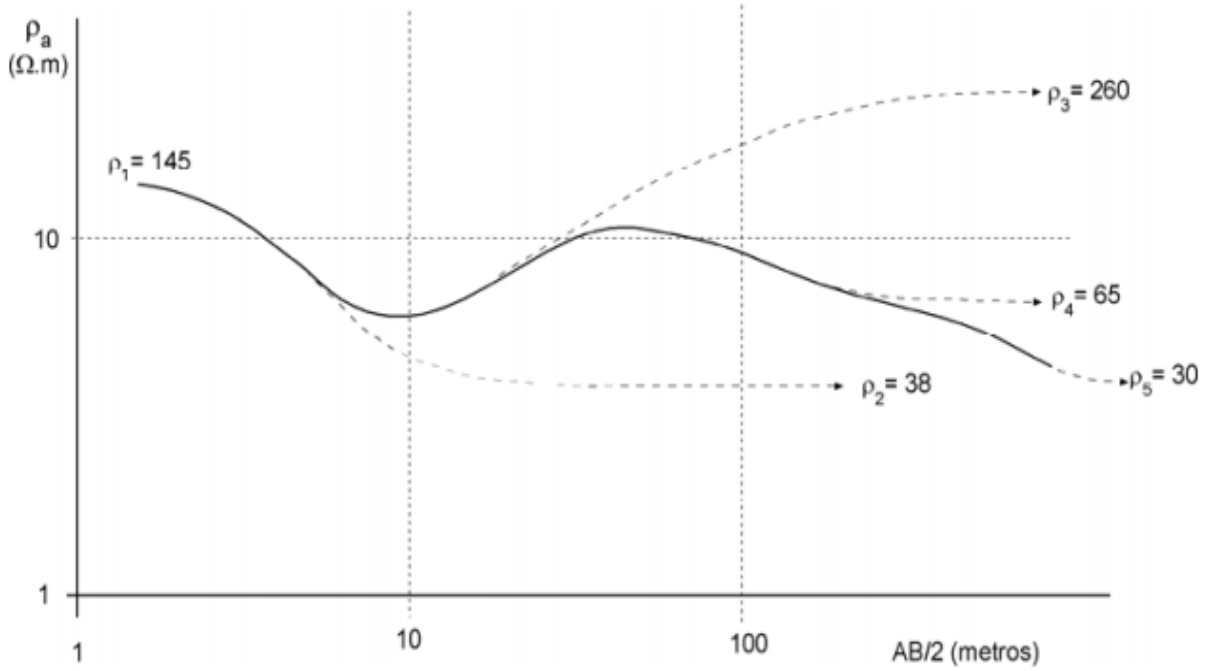


Cortes de 4 capas

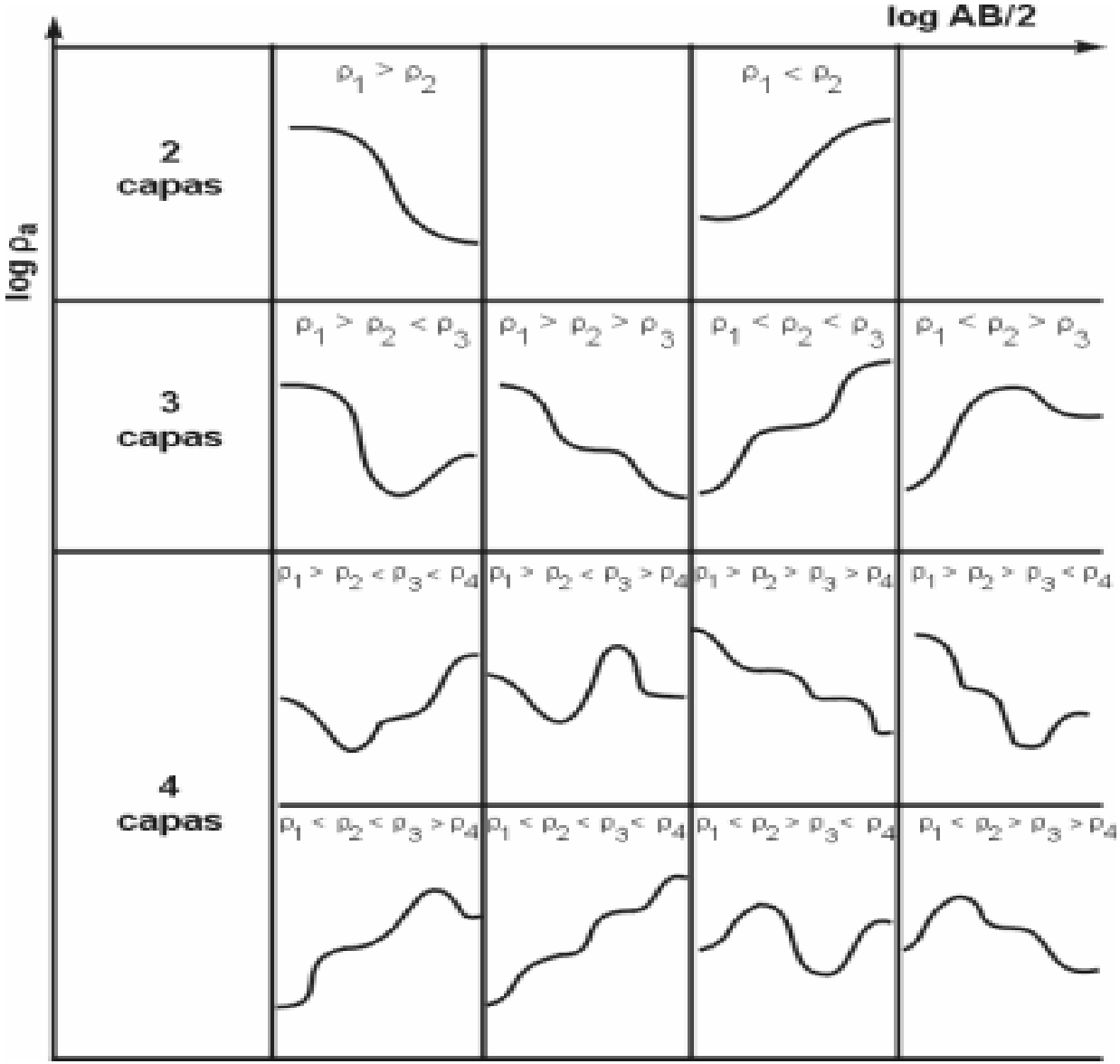


Un corte geoeléctrico de cuatro o más capas se descompone en intervalos de 3 en 3, dándole la nomenclatura correspondiente a cada tramo.

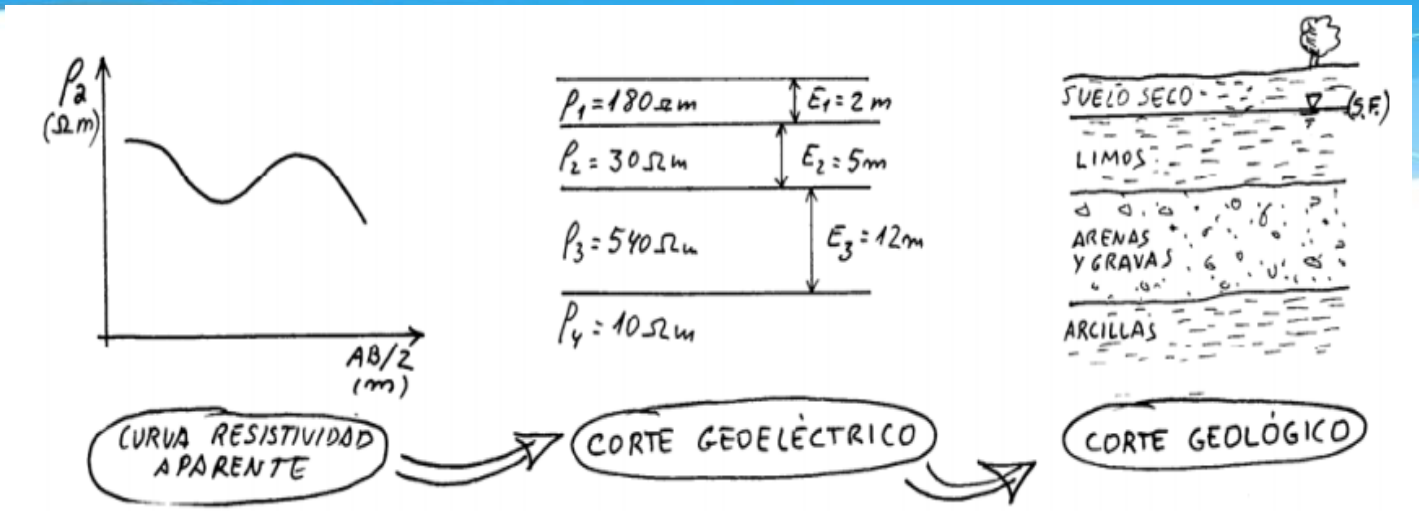
Y se puede interpretar el corte completo como HKQ



Curvas de resistividades aparentes para 2 – 3 – 4 capas



Interpretación de las curvas de resistividad aparente



La **resistividad** de los **materiales naturales** es muy **variable** varia desde **10^{-8}** hasta **10^{+15}**.

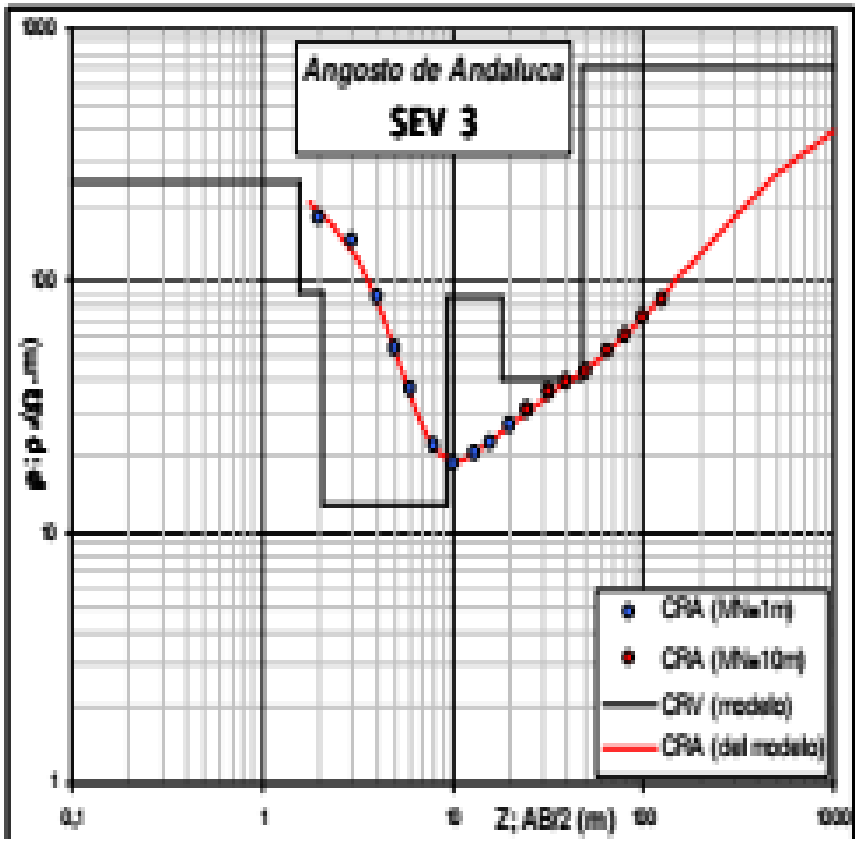
Los valores en una **roca** dependen de su **composición mineralógica**, de si **contienen agua** y de la **salinidad del agua**.

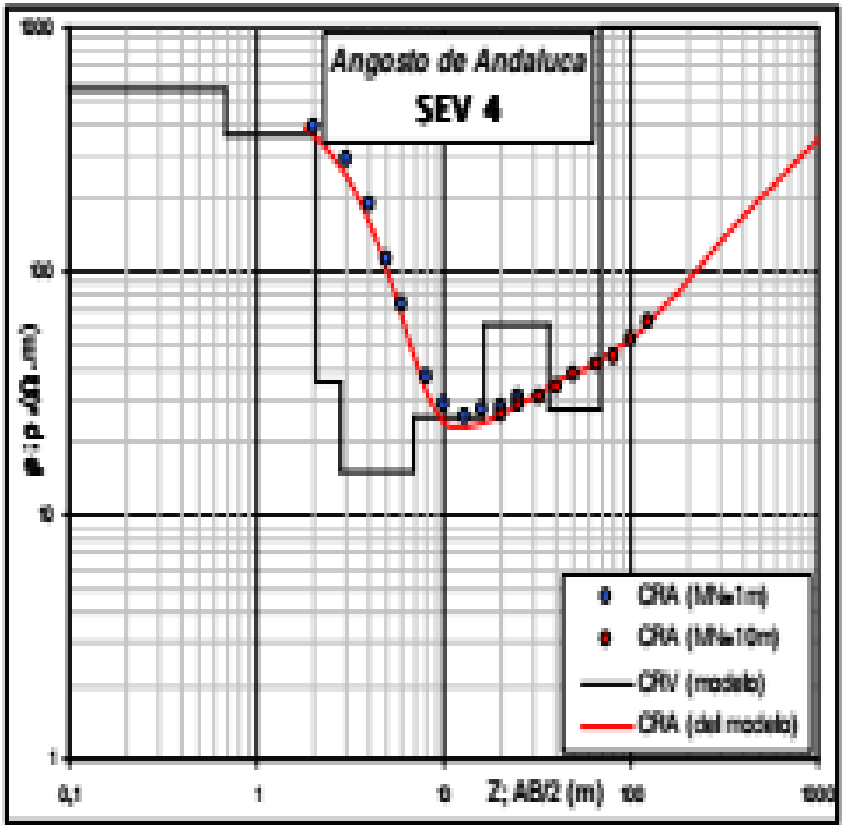
En **materiales detríticos** la resistividad **aumenta** por el **tamaño de grano**, por eso nos **interesan resistividades elevadas** que indiquen **materiales más gruesos** (mayor permeabilidad).

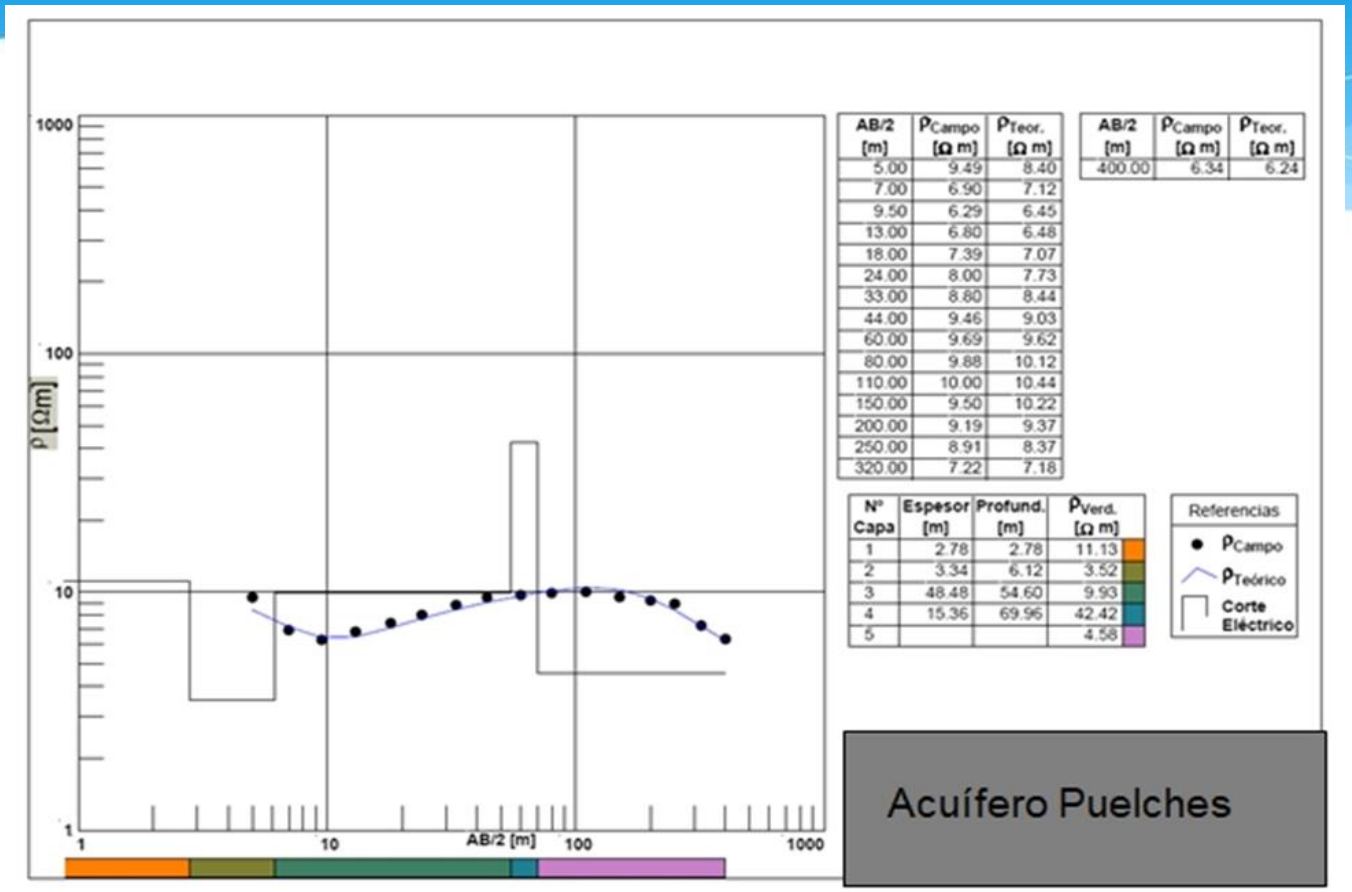
En **rocas compactas** de **porosidad secundaria** buscaremos **resistividades bajas**, que indican las zonas en que la formación presenta mayor fracturación o alteración.

SEV paramétricos

Para conocer a qué litología corresponde el subsuelo, deberemos hacer un SEV y un pozo para analizar el tipo de material y correlacionarlos.



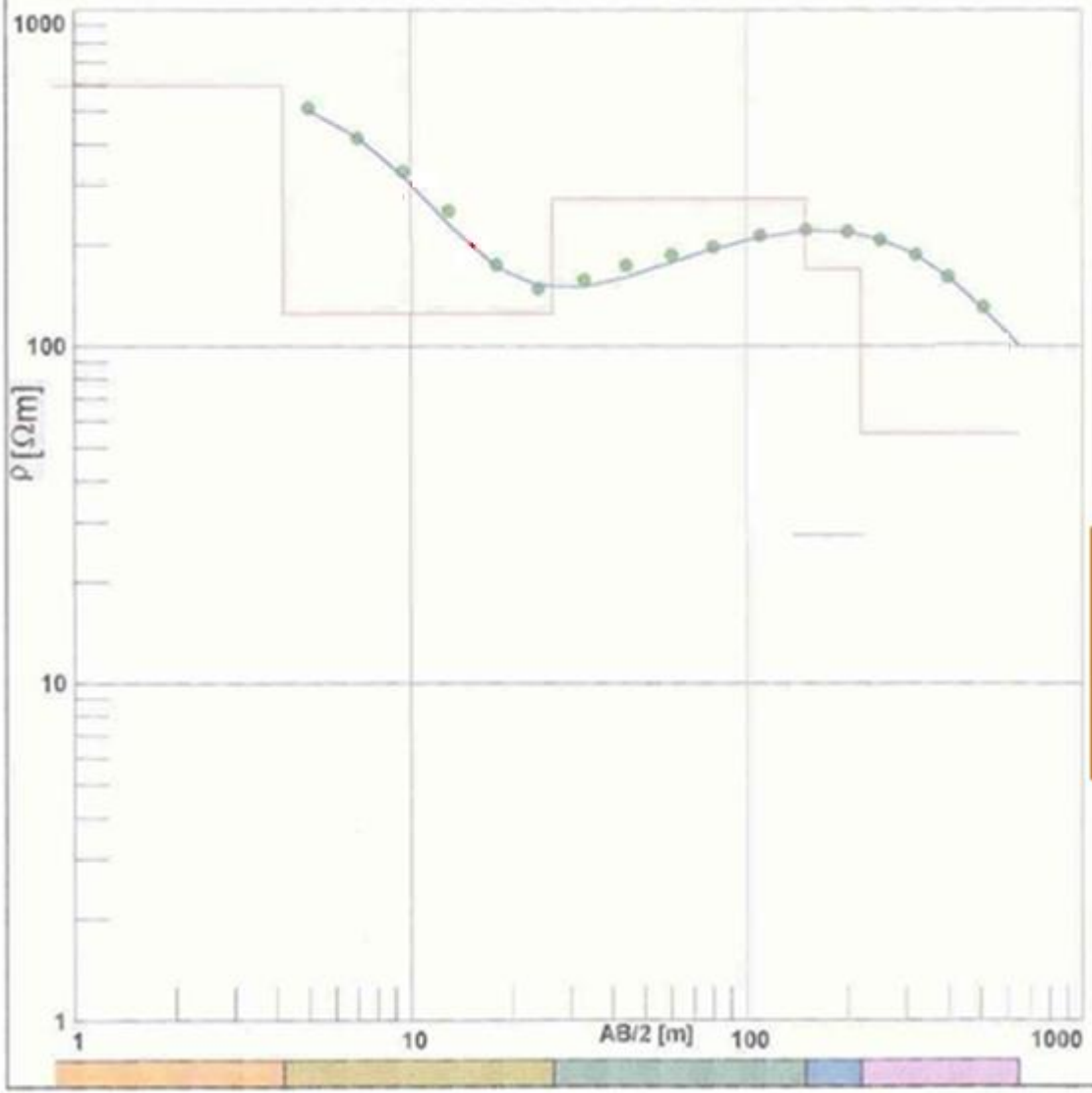




El acuífero Puelche es un yacimiento de **agua subterránea confinada por arenas**, ubicado en la región pampeana argentina. Almacena 300 billones de litros de agua dulce en una extensión de 230.000 km², bajo parte de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Córdoba.

El acuífero Puelche subyace a la napa freática y al acuífero Pampeano, y se ubica en una profundidad de entre los 40 y 70 metros. Por debajo del Puelche se extiende el acuífero Paraná, entre los 70 y 160 metros.

Lujan de Cuyo SEV N° 22



AB/2 [m]	ρ_{Campo} [Ω m]	$\rho_{Teor.}$ [Ω m]
5.00	510.00	502.73
7.00	415.00	417.92
9.50	330.00	321.06
13.00	252.00	230.43
18.00	174.00	172.05
24.00	148.00	151.79
33.00	157.00	150.90
44.00	174.00	160.86
60.00	187.00	177.81
80.00	197.00	195.21
110.00	213.00	211.76
150.00	221.00	220.77
200.00	219.00	218.89
250.00	207.00	208.50
320.00	186.30	187.29

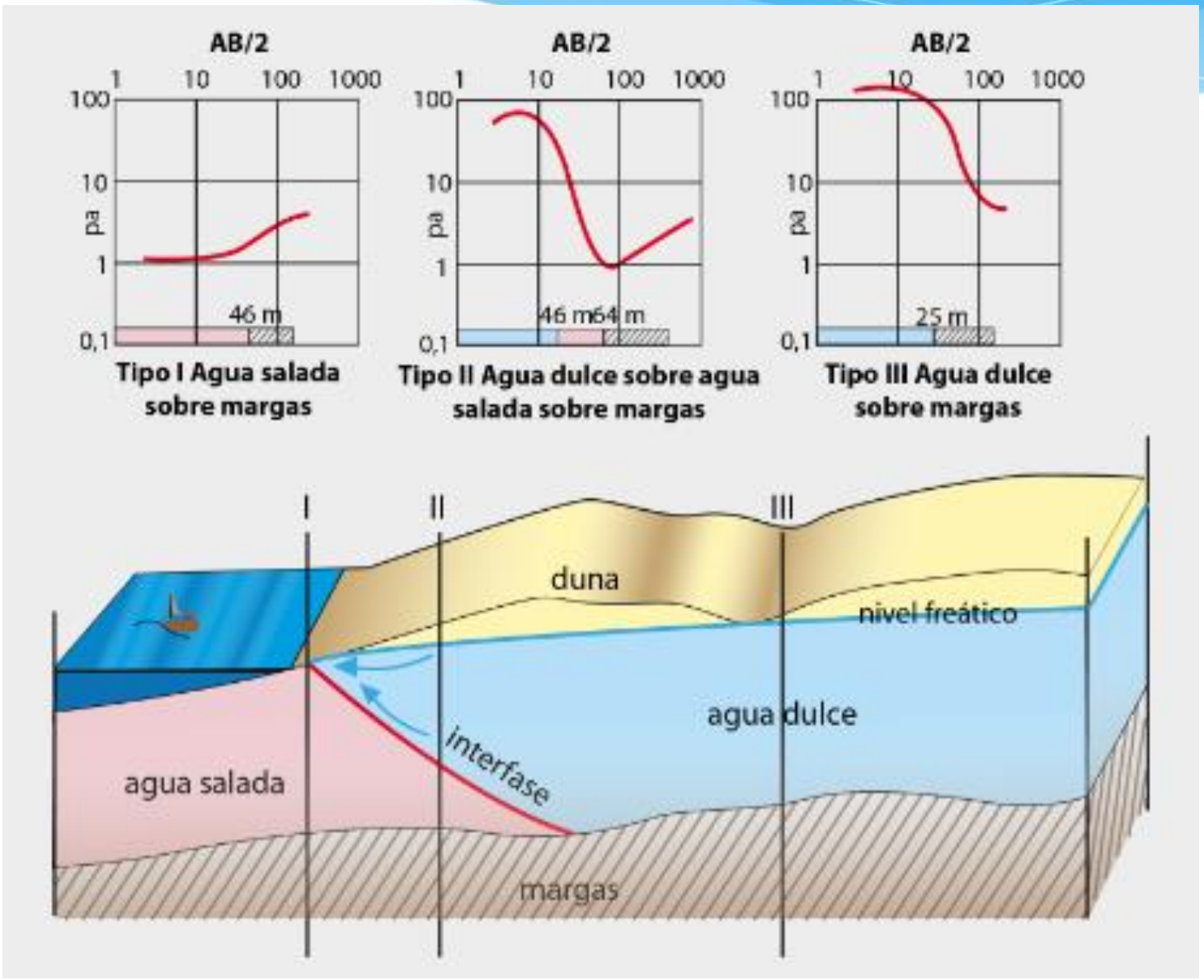
AB/2 [m]	ρ_{Campo} [Ω m]	$\rho_{Teor.}$ [Ω m]
400.00	161.00	161.02
510.00	131.00	129.36
650.00	9797.00	100.70

N° Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	$\rho_{Verd.}$ [Ω m]
1	4.20	4.20	595.00
2	22.30	26.50	125.00
3	123.00	149.50	275.00
4	70.00	219.50	169.00
5			55.00

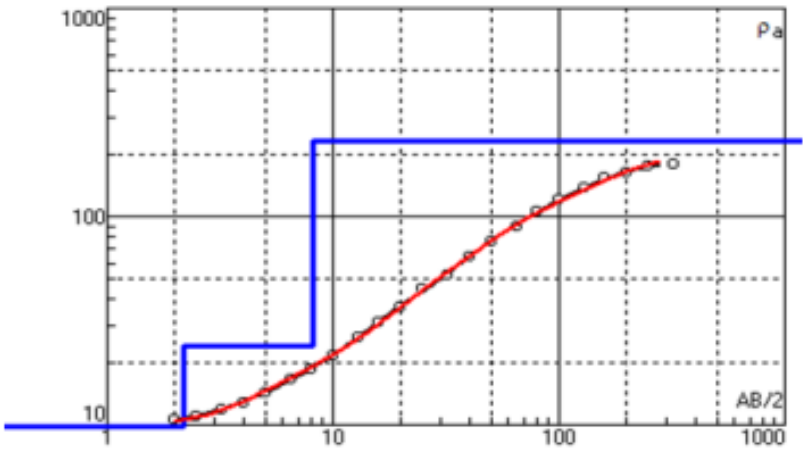
Referencias

- ρ_{Campo}
- $\rho_{Teórico}$
- Corte Eléctrico

Región Pedemontana


AB/2
1
10
100
1000
100
10
1
0,1
pa
46 m
Tipo I Agua salada sobre margas
AB/2
46 m
64 m
Tipo II Agua dulce sobre agua salada sobre margas
AB/2
25 m
Tipo III Agua dulce sobre margas
I
II
III
duna
nivel freático
agua dulce
interfase
agua salada
margas

CORTE GEOELÉCTRICO



Curva de resistividad aparente (puntos), curva interpretada (rojo) y profundidades y resistividades verdaderas que corresponden al modelo (azul).

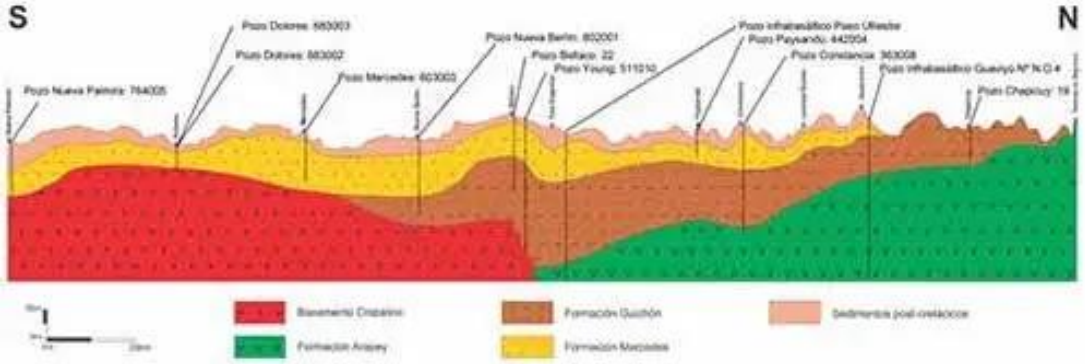
La **interpretación** de la curva de resistividades aparentes, con especificaciones de resistividades y espesores verdaderos de cada capa identificada en el subsuelo recibe el nombre de **corte geoeléctrico**.

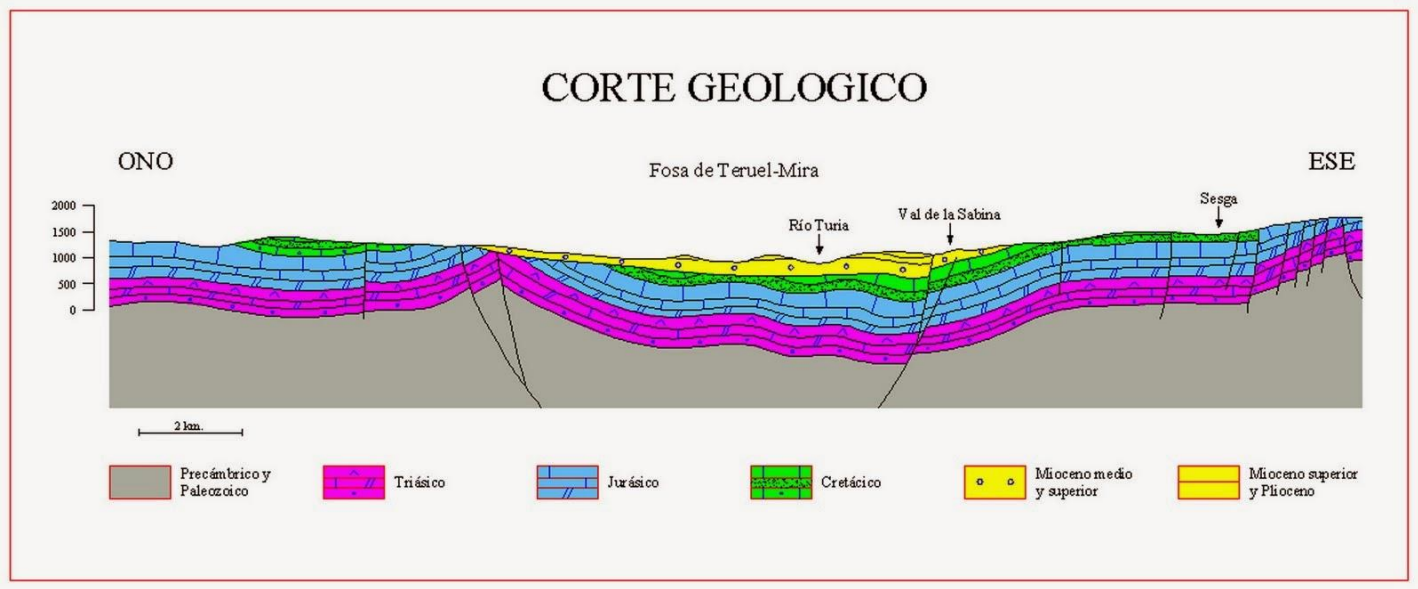
El **corte geoeléctrico** está conformado por una sucesión de **tres** (electro) **capas**:

- La primera es **conductiva** (10 Ohm.m) hasta una profundidad de 2,20 metros.
- La segunda es **semiresistiva** (24 Ohm.m) hasta los 8,20 metros.
- La tercera capa es **resistiva** (229 Ohm.m).

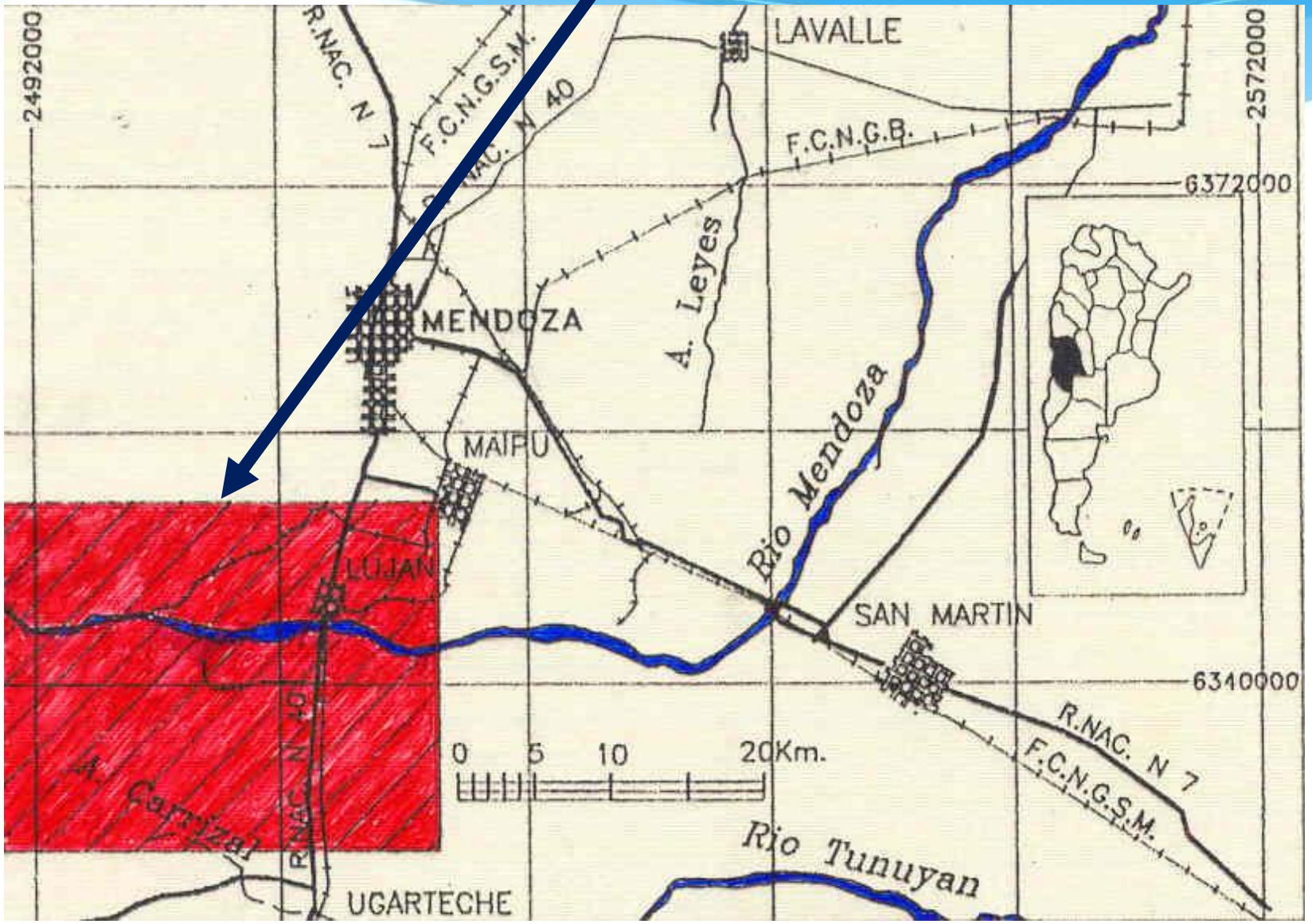
El **corte geológico** es la **interpretación y** la **asignación** de una **litología** a los valores de **resistividad verdadera** (en función del ambiente geológico en donde se realiza la prospección).

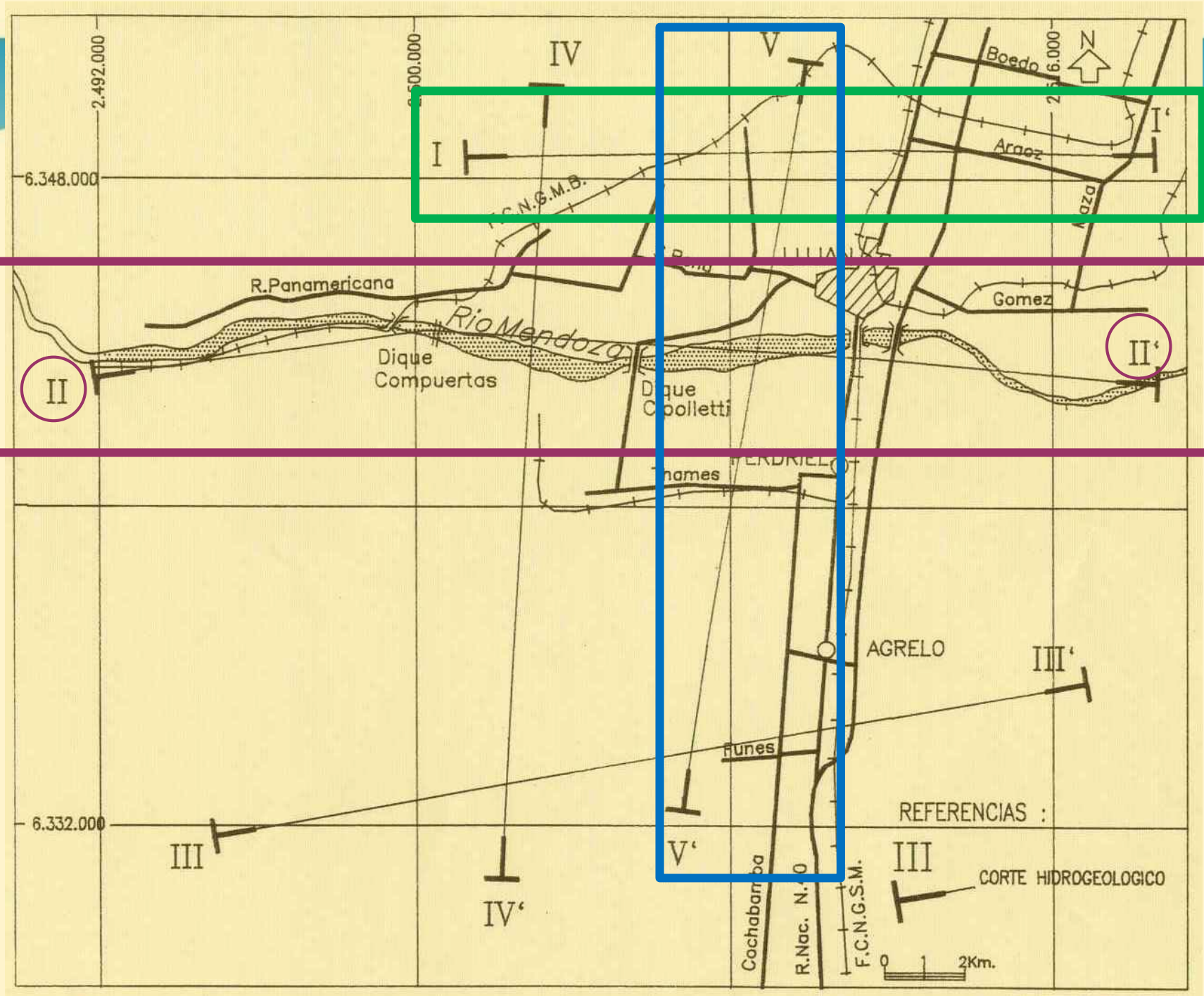
CORTE GEOLÓGICO

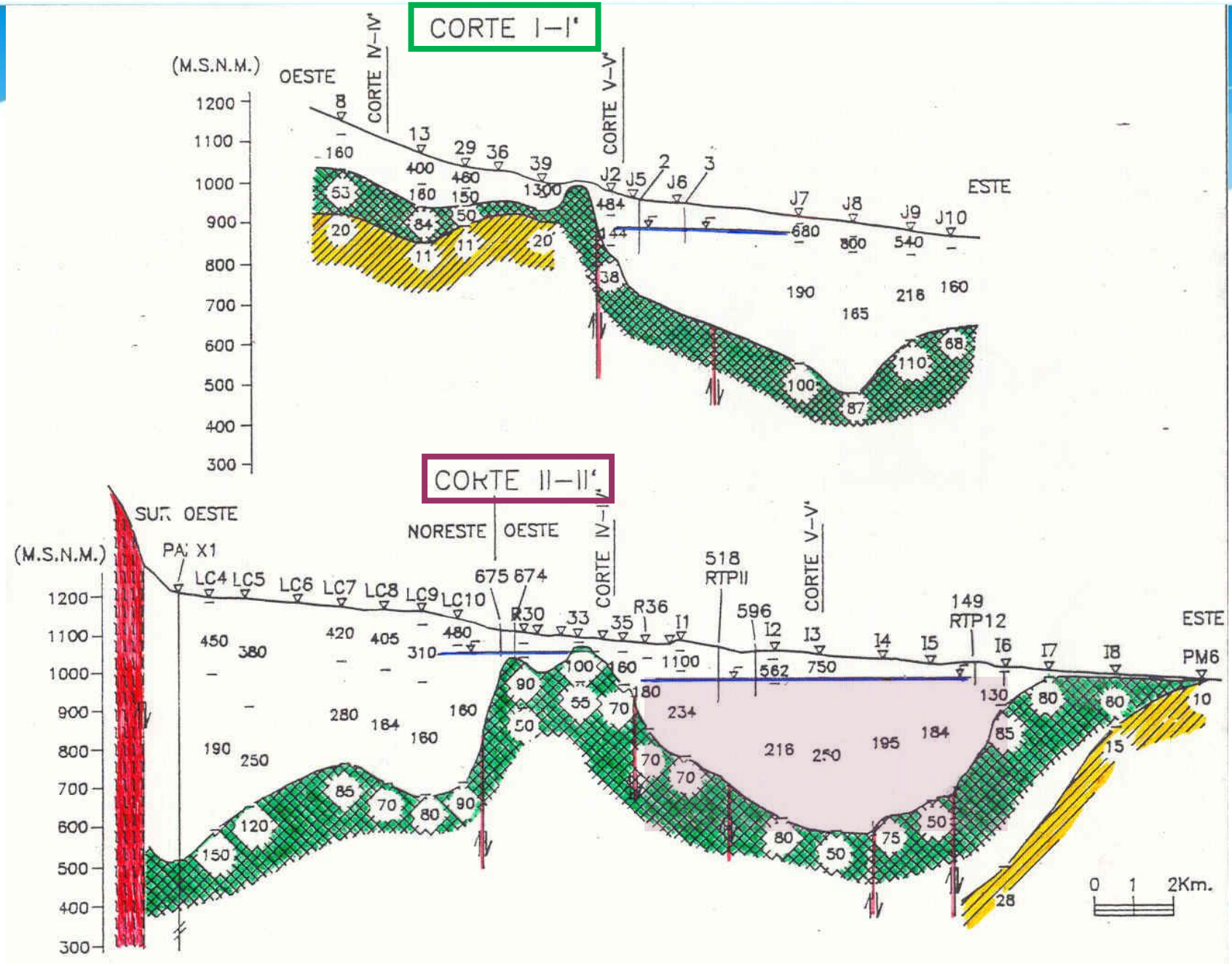


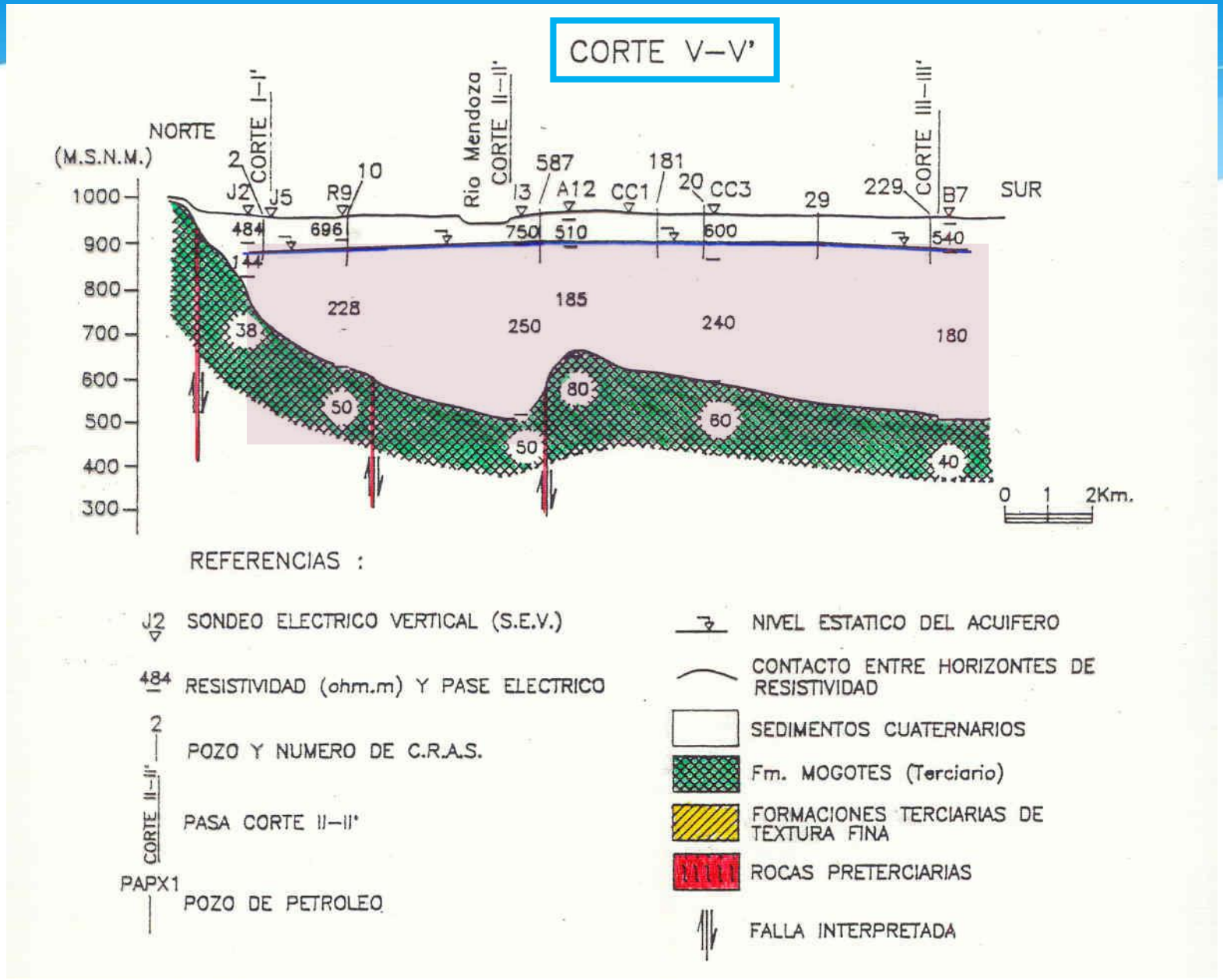


Área de estudio




2.492.000
6.348.000
6.332.000
N
I
I'
II
II'
III
III'
IV
IV'
V
V'
R.Panamericana
Rio Mendoza
Dique
Compuertas
Dique
Cipolletti
Boedo
Arroz
Gomez
AGRELO
Funes
F.C.N.G.S.M.
R.Nac. N.
Cochabamba
REFERENCIAS :
CORTE HIDROGEOLOGICO
0
1
2Km.


CORTE I–I'
(M.S.N.M.)
OESTE
ESTE
CORTE IV–IV'
CORTE V–V'
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
8
13
29
36
39
J2
J5
2
J6
3
J7
J8
J9
J10
160
400
460
1300
484
680
800
540
53
84
20
11
38
190
218
160
165
68
110
100
87
CORTE II–II'
SUR OESTE
NORESTE
OESTE
(M.S.N.M.)
PA X1
LC4
LC5
LC6
LC7
LC8
LC9
LC10
675
674
R30
33
35
R36
I1
518
RTPII
596
I2
I3
I4
I5
149
RTP12
I6
I7
I8
PM6
ESTE
450
380
420
405
480
310
1100
562
750
100
160
90
55
70
180
234
130
80
80
10
280
184
160
50
85
216
250
195
184
190
250
70
70
15
85
70
80
90
120
150
80
50
75
50
28
0
1
2Km.


CORTE V–V'
NORTE
(M.S.N.M.)
1000
900
800
700
600
500
400
300
CORTE I–I'
CORTE II–II'
CORTE III–III'
Rio Mendoza
2
J2
J5
R9
10
I3
587
A12
CC1
181
20
CC3
29
229
B7
SUR
484
696
750
510
600
540
144
228
185
250
240
180
38
50
80
60
50
40
0 1 2Km.
REFERENCIAS :
J2 SONDEO ELECTRICO VERTICAL (S.E.V.)
484 RESISTIVIDAD (ohm.m) Y PASE ELECTRICO
2 CORTE II–II' POZO Y NUMERO DE C.R.A.S.
PASA CORTE II–II'
PAPX1 POZO DE PETROLEO
NIVEL ESTATICO DEL ACUIFERO
CONTACTO ENTRE HORIZONTES DE RESISTIVIDAD
SEDIMENTOS CUATERNARIOS
Fm. MOGOTES (Terciario)
FORMACIONES TERCIARIAS DE TEXTURA FINA
ROCAS PRETERCIARIAS
FALLA INTERPRETADA

Resistencia transversal

Es el producto del **espesor** de una capa **por** su **resistividad**.

$$T_i = \rho_i \cdot E_i$$

Si en un área se han realizado muchos SEV, se puede calcular para cada uno de ellos, la Resistencia Transversal de todas las capas interpretadas.

Situando todos los valores de T de cada SEV sobre un mapa, se pueden trazar isolíneas de igual resistencia transversal.

Así como la transmisividad tiene en cuenta el producto de permeabilidad por espesor (k.b), la Resistencia Transversal considera conjuntamente la resistividad y el espesor de las capas.