

Seminario: Riesgos
hidrogeológicos en
la región capital

CONDICIONES GEOLOGICAS DEL SISTEMA ACUÍFERO EN EXPLOTACIÓN



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Juan Manuel
García

Santiago Perdomo

INTRODUCCIÓN

- El Acuífero Puelche constituye una unidad de gran importancia como fuente de agua subterránea en un clásico sistema geohidrológico situado en parte de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Córdoba.
- Sistema incluye a: Formación Puelches, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos.
- Es uno de los más importantes de nuestro país, dadas sus reservas, calidad, explotación actual y diversidad de usos (agua potable, riego e industrial).
- Objetivos principales:
 - Caracterizar geológica y geomorfológicamente el sistema geohidrológico.
 - Estudiar las propiedades físicas del medio utilizando mediante técnicas geofísicas.

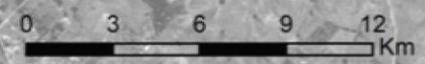
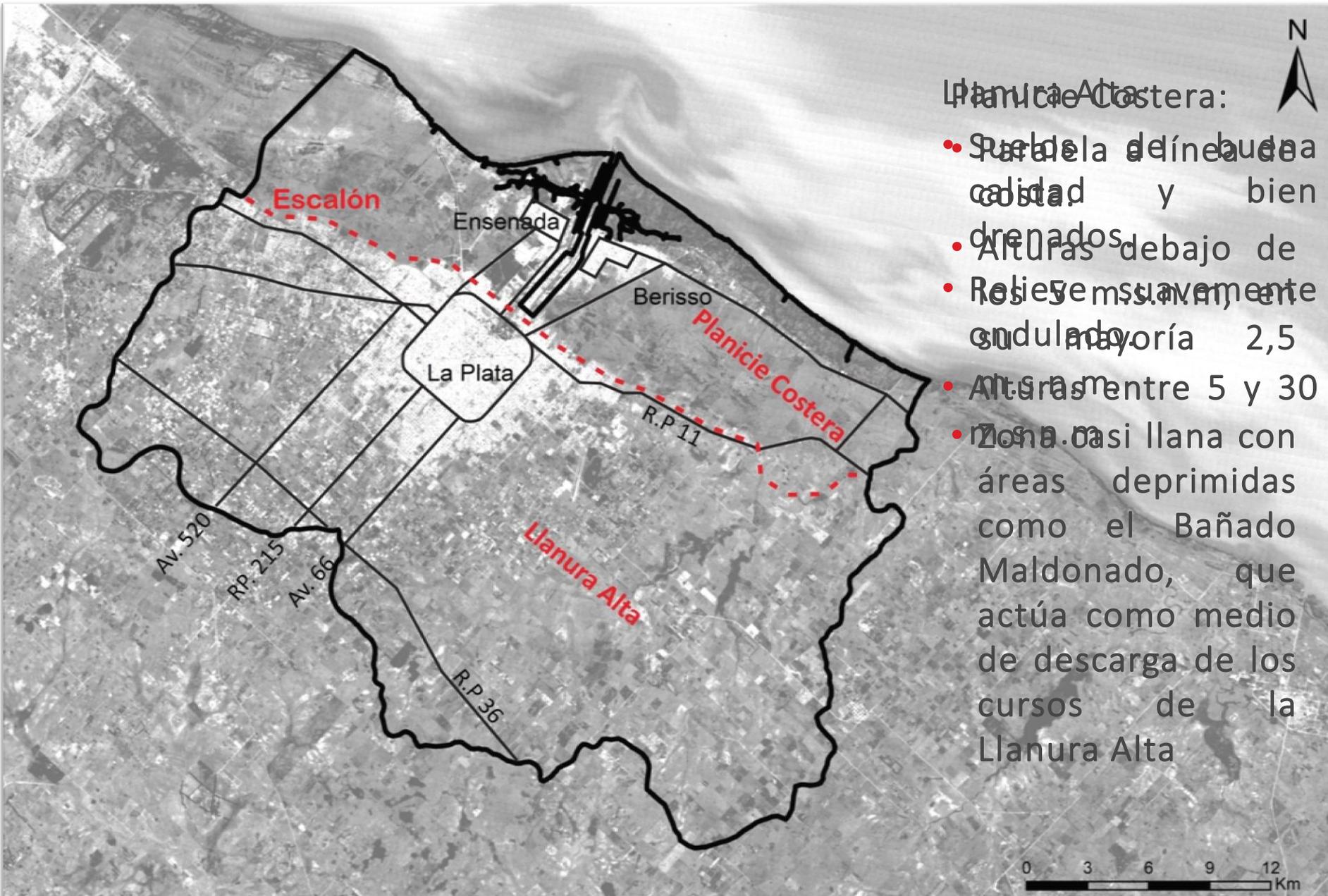
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO





Llanura Costera:

- Suerte de la línea de una calidad y bien drenados
- Alturas debajo de 2,5
- Riesgo moderadamente ondulado
- Mayoría 2,5
- Alturas entre 5 y 30
- Zona casi llana con áreas deprimidas como el Bañado Maldonado, que actúa como medio de descarga de los cursos de la Llanura Alta



GEOLOGÍA REGIONAL

- **Segunda mitad siglo XIX:** primera información de lo que actualmente se conoce como Formación Puelches. Autores: Burmeister, Ameghino, Doering, etc.
- **1928:** Castellanos describe al “Puelchense” como un piso relativamente desconocido, sin abundante fauna.
- **1945:** Groeber describe a las “Arenas Puelches” y las unidades que están por debajo y por encima. Estructuralmente los sedimentos carecen de plegamiento, en consecuencia, sólo se desarrollan fallas que dividen al subsuelo en bloques.
- **1950:** Frenguelli hace observaciones acerca de la extensión y descripciones macroscópicas de dos series geológicas, de las cuales la Entrerriana representaba las “Arenas Puelches”

- **1961:** Groeber estudia la estratigrafía del delta del Río Paraná. Describe unas “arenas claras ferruginosas del Puelchense”.
- **1970:** Santa Cruz describe las características texturales y mineralógicas de la Formación Puelches en un área de 20.000 km² del NNE de Buenos Aires. Origen: sistema de canales fluviales no muy profundos, que originaron un manto arenoso que se espesa en el sector oriental y toma forma de lente biconvexa.
- **1983:** Auge y Hernández realizan un aporte sobre las particularidades geohidrológicas del Acuífero en la llanura bonaerense.
- **1997:** Santa Cruz et al. sostienen que el origen de la Formación Puelches se debe al retiro del mar paraniano. Esto permitió la formación de un gran sistema fluvial sobre los depósitos dejado por este mar. A medida que se producía la regresión marina, iban avanzando extensos canales que depositaban sedimentos.

- **2000:** Según Herbst, al este de Santa Fe y oeste de Corrientes y Entre Ríos se desarrolla un abanico fluvial cuyo paleorío era de tipo entrelazado de composición arenosa con desarrollo de amplias barras transversales. Parte de estos sedimentos serían más jóvenes a medida que eran depositados hacia el sur, siendo la zona de la provincia de Buenos Aires el episodio terminal de este proceso sedimentario.
- **2005:** Auge sintetiza los principales aportes para la región de La Plata y alrededores.
- **2005:** Tofalo *et. al* sostienen que la Formación Puelches está integrada por tres grupos texturales.
 - Grupo I: niveles típicamente arenosos de la formación.
 - Grupo II: depósitos masivos de planicie de inundación, transicionales entre el Grupo I y III.
 - Grupo III: depósito netamente arcilloso de planicie de inundación.

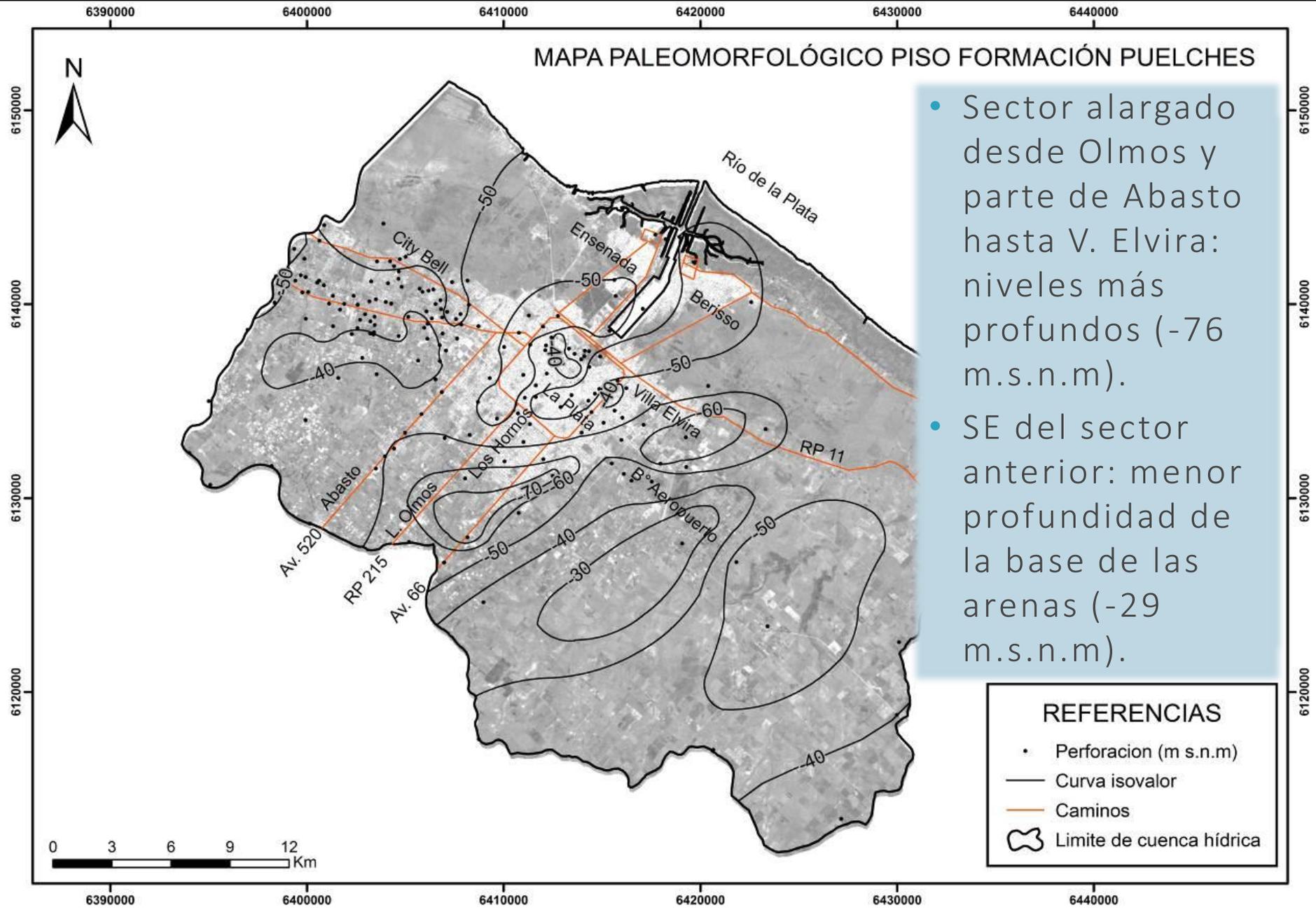
- Estos tres grupos corresponden a subambientes fluviales vinculados genéticamente.
- **2016:** García et. al muestran a través del análisis de mapas paleomorfológicos del Sistema Acuífero que se trata presencia de un sistema fluvial con características variables en su morfología y espesor.

Geología	Características	Edad	Profundidad	Espesor	Origen
POST-PAMPEANO	Limo arenoso-arcilloso, color verde grisáceo.	Pleistoceno Superior - Holoceno	Variable	Variable	Marino, fluvial y lacustre
PAMPEANO	Limo arenoso, pardo rojizo con intercalaciones calcáreas de nódulos o estratiformes (tosca).	Pleistoceno Medio - Superior	0 - 44 m	44 m	Eólico y fluvial
FORMACIÓN PUELCHES	Se tornan mas limosas a limo arcilloso hacia los niveles superiores, representando depósitos de planicie de inundación. Secuencia granodecreciente de arenas cuarzosas medianas pardo amarillentas, que intercalan niveles gravosos en la sección inferior	Plio - Pleistoceno	44 - 63 m	19 m	Fluvial
FORMACIÓN PARANÁ	Arcillas plásticas gris azuladas y verdosas. Niveles inferiores arenosos a conglomerádicos.	Mioceno Superior	63 - 277 m	214 m	Marino
FORMACIÓN OLIVOS	Arcillas limosas pardo rojizas y arena gruesa. Arcillas y limos con intercalaciones de yeso y carbonato de calcio.	Mioceno Inferior	277 - 497 m	220 m	Eólico y fluvial
BASAMENTO	Gneis graníticos.	Pre-Cámbrico	497 m	-	Metamórfico

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

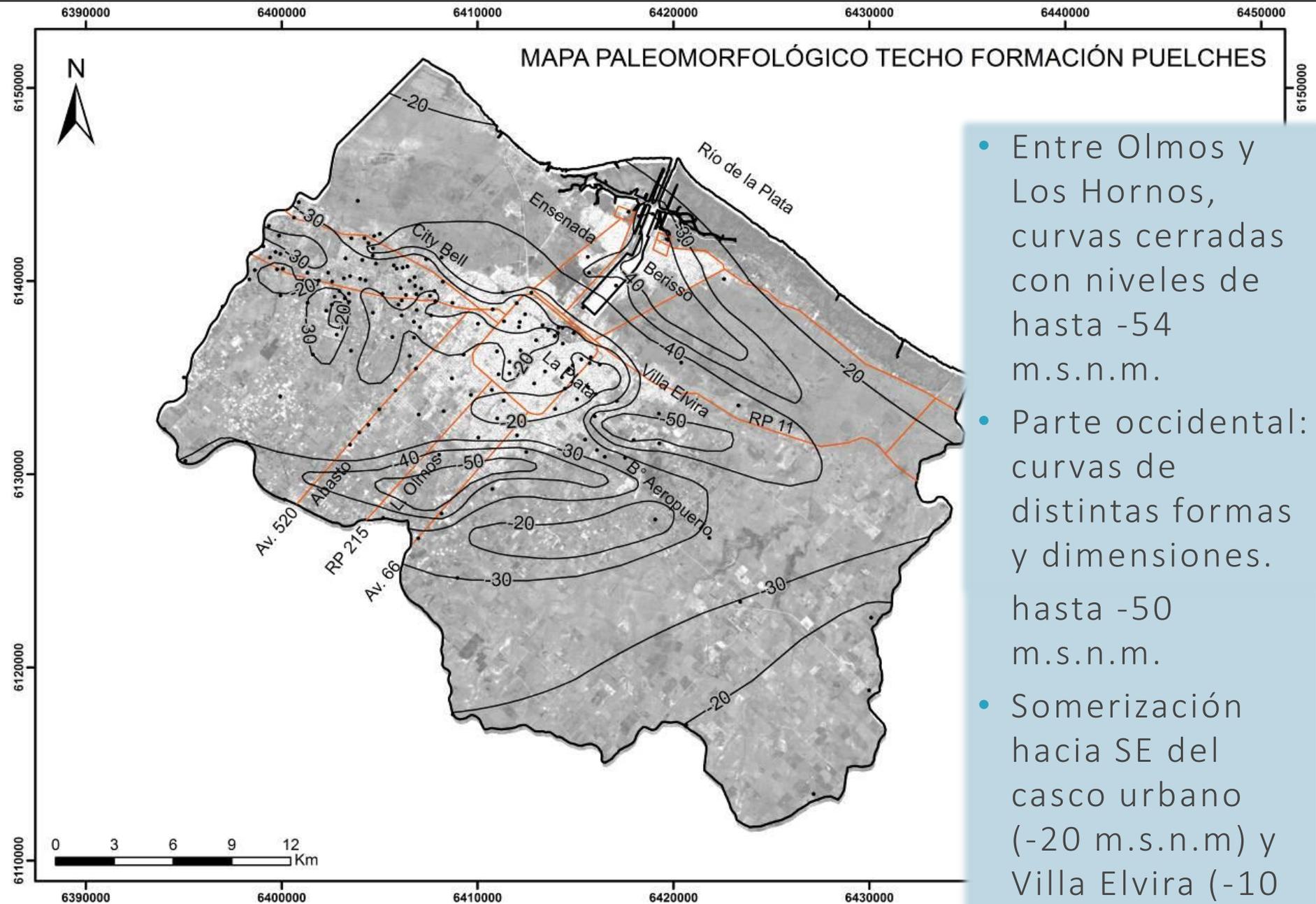
- Se realizó una recopilación de antecedentes de la Formación Puelches y su caracterización como unidad litoestratigráfica.
- Se analizaron datos de perforaciones suministrados tanto por la empresa actual de abastecimiento de agua potable, como perforaciones antiguas y pozos recientes efectuados por empresas privadas.
- Posteriormente se realizó una síntesis de la información con el fin de identificar a la Formación Puelches. Los datos obtenidos (espesor de las arcillas grisáceas, techo, piso y espesor de las arenas) fueron integrados en un SIG. De esta forma se pudo obtener la morfología del techo y piso de dicha formación.

MAPA PALEOMORFOLÓGICO PISO FORMACIÓN PUELCHES

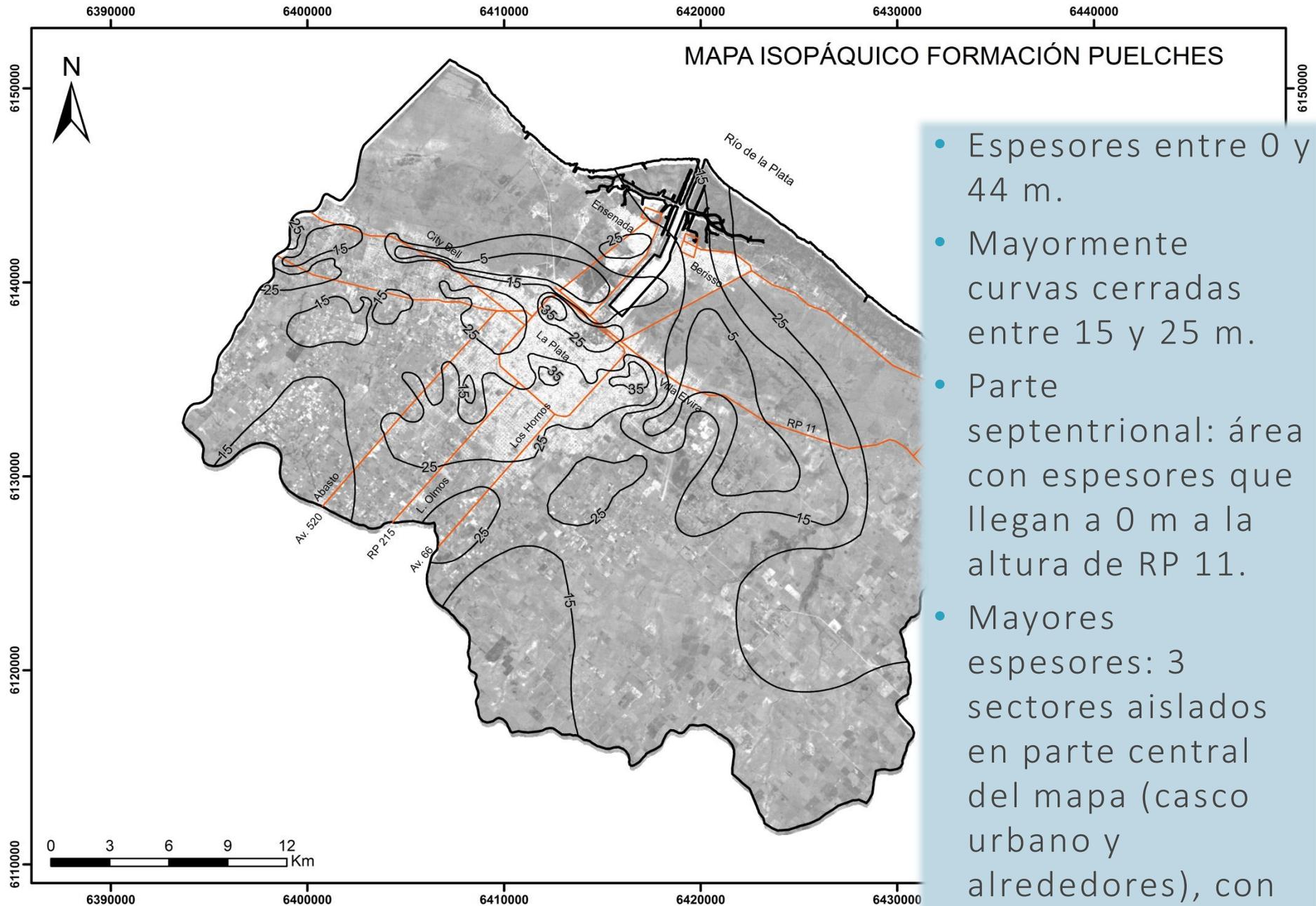


- Sector alargado desde Olmos y parte de Abasto hasta V. Elvira: niveles más profundos (-76 m.s.n.m).
- SE del sector anterior: menor profundidad de la base de las arenas (-29 m.s.n.m).

MAPA PALEOMORFOLÓGICO TECHO FORMACIÓN PUELCHES



- Entre Olmos y Los Hornos, curvas cerradas con niveles de hasta -54 m.s.n.m.
- Parte occidental: curvas de distintas formas y dimensiones. hasta -50 m.s.n.m.
- Somerización hacia SE del casco urbano (-20 m.s.n.m) y Villa Elvira (-10 m.s.n.m).



- Espesores entre 0 y 44 m.
- Mayormente curvas cerradas entre 15 y 25 m.
- Parte septentrional: área con espesores que llegan a 0 m a la altura de RP 11.
- Mayores espesores: 3 sectores aislados en parte central del mapa (casco urbano y alrededores), con curvas de 35 m.

CONCLUSIONES (DISCUSIONES??)

- Mapas paleomorfológicos del techo y piso del Acuífero Puelche facilitó la actualización de las características dimensionales del acuífero y fue útil en la interpretación del comportamiento estructural.
- Ambiente de sedimentación fluvial de las arenas es verificado y apoyado por el marco teórico propuesto por los antecedentes. Se reconocen características litológicas y morfológicas de los depósitos fluviales.
- La disposición perpendicular de la paleomorfofología del techo con respecto al piso de la formación, podría representar cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial.

- Ambiente de sedimentación y espesores de las distintas unidades condicionan el comportamiento hidrogeológico del acuífero. Además influyen en la recarga y descarga de esta unidad y en las variaciones de los parámetros hidráulicos.
- Contacto con formación suprayacente por sectores es neto, asociado a un nivel arcilloso, pero en otros sectores este nivel reduce su espesor o no es reconocido.

CONCLUSIONES (DISCUSIONES??)

- Mapas paleomorfológicos del techo y piso del Acuífero Puelche facilitó la actualización de las características dimensionales del acuífero y fue útil en la interpretación del comportamiento estructural.
- Ambiente de sedimentación fluvial de las arenas es verificado y apoyado por el marco teórico propuesto por los antecedentes. Se reconocen características litológicas y morfológicas de los depósitos fluviales.
- La disposición perpendicular de la paleomorfofología del techo con respecto al piso de la formación, podría representar cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial.

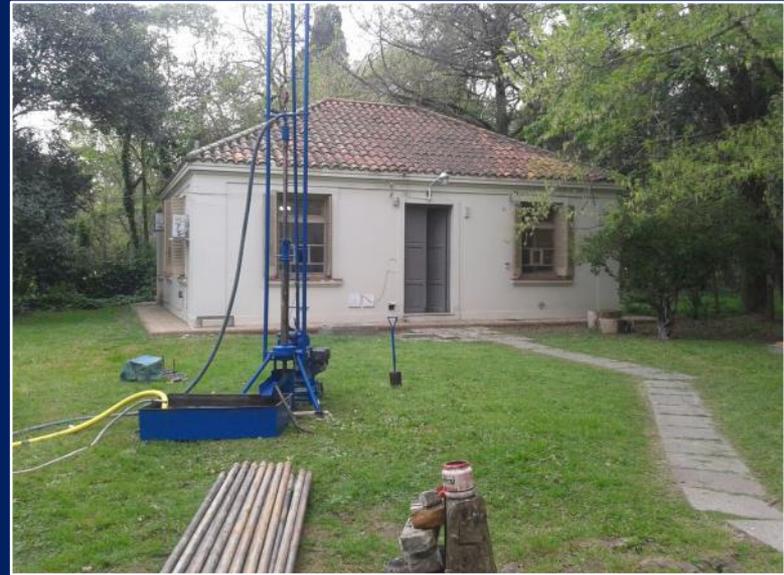
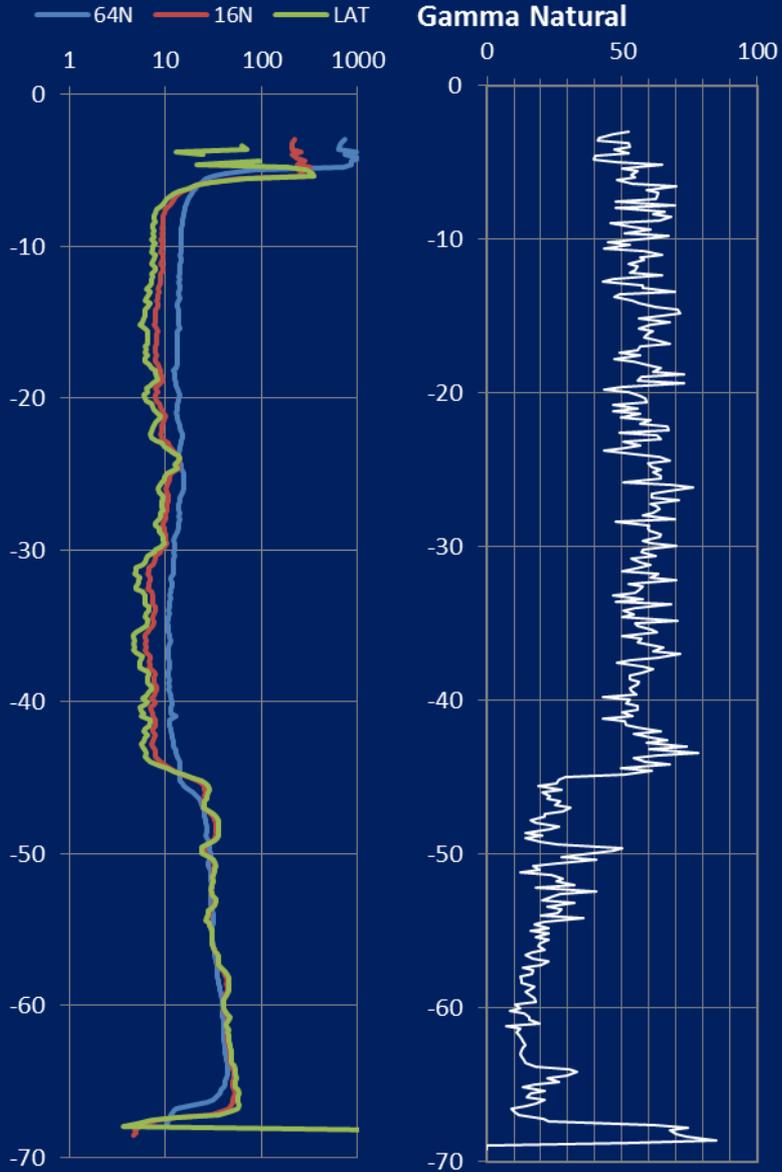
CONCLUSIONES (DISCUSIONES??)

- Mapas paleomorfológicos del techo y piso del Acuífero Puelche facilitó la actualización de las características dimensionales del acuífero y fue útil en la interpretación del comportamiento estructural.
- Ambiente de sedimentación fluvial de las arenas es verificado y apoyado por el marco teórico propuesto por los antecedentes. Se reconocen características litológicas y morfológicas de los depósitos fluviales.
- La disposición perpendicular de la paleomorfolología del techo con respecto al piso de la formación, podría representar cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial.

Métodos de prospección

- Registro gamma natural
 - Perfilaje de pozo
- Mediciones de la resistividad
 - Perfilaje eléctrico de pozo
 - Sondeo eléctrico vertical
 - Tomografía eléctrica

Well logging profile



Vertical electrical sounding (VES)

- Supone capas horizontales y homogéneas lateralmente.
- Para el procesamiento se utiliza el algoritmo de Zohdy y reducción de capas por medio de los parámetros de Dar Zarrouk.



$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I}$$

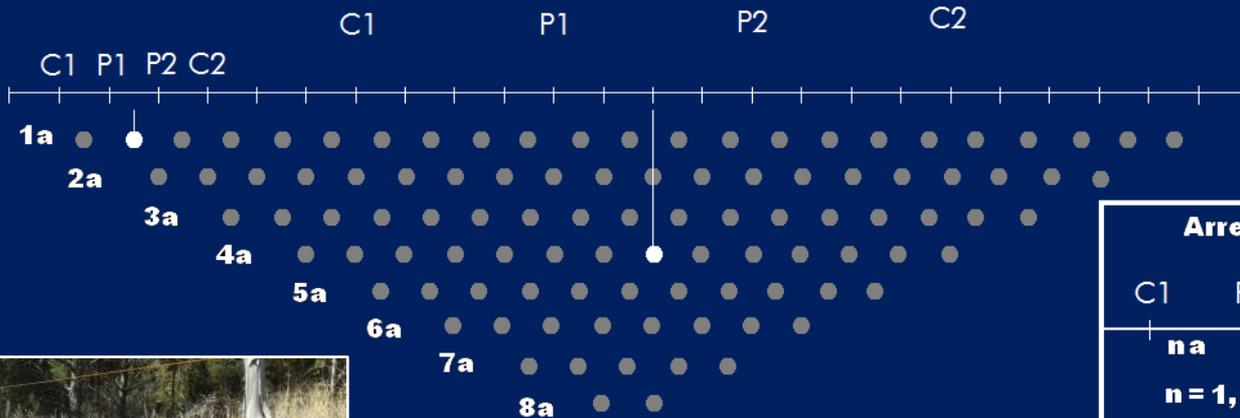


Schlumberger

Resistivímetro diseñado en FCAGLP
(Pincioli)

Tomografía de resistividad eléctrica (ERT)

- Permite resolver variaciones verticales y laterales de la resistividad.

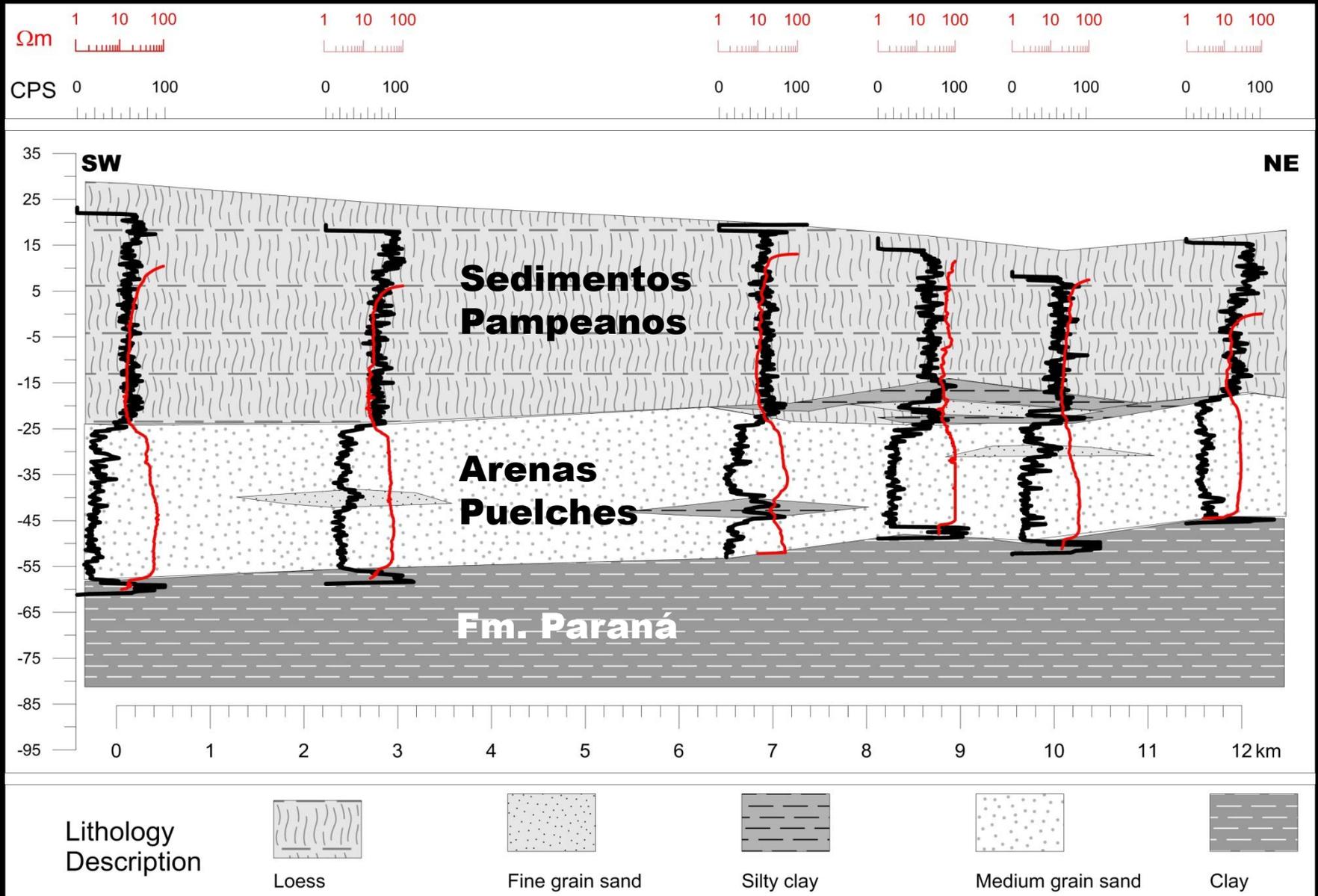


Arreglo Wenner			
C1	P1	P2	C2
na	na	na	
$n = 1, 2, 3, \dots$		$a = 5m$	

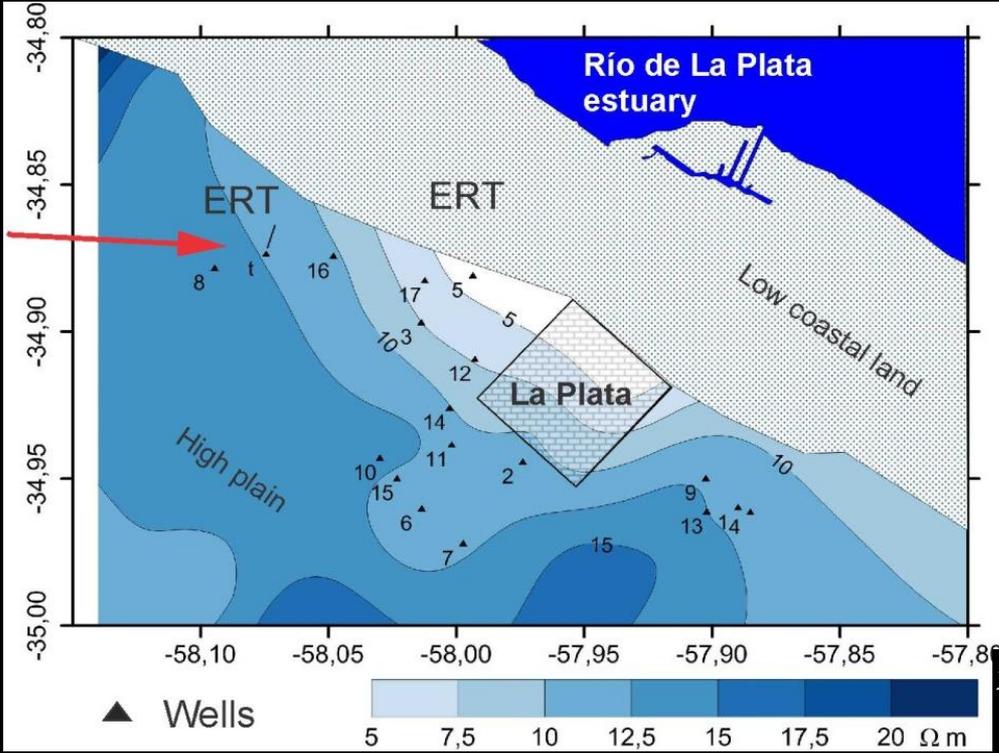


ARES II – GF Instruments

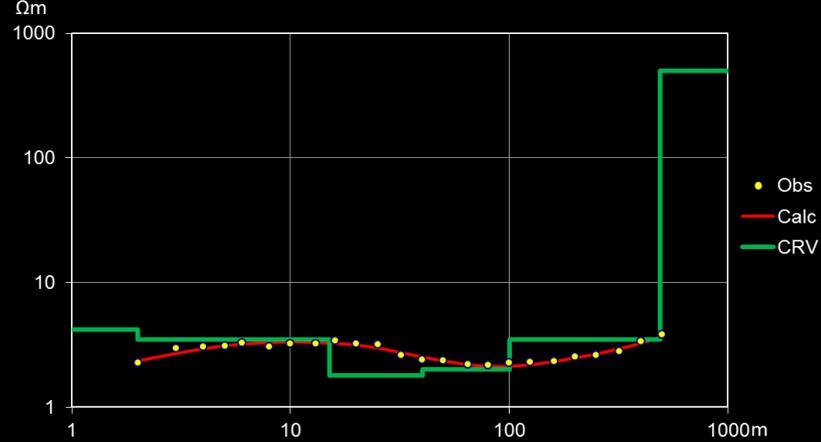
Perfilajes de pozo



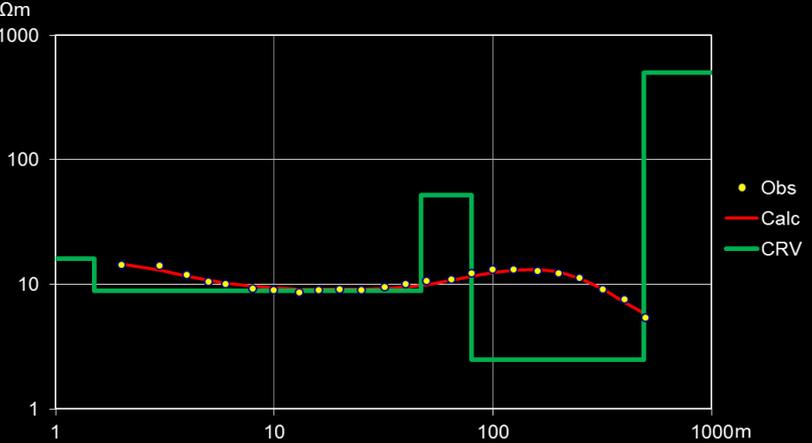
Caracterización geoelectrica



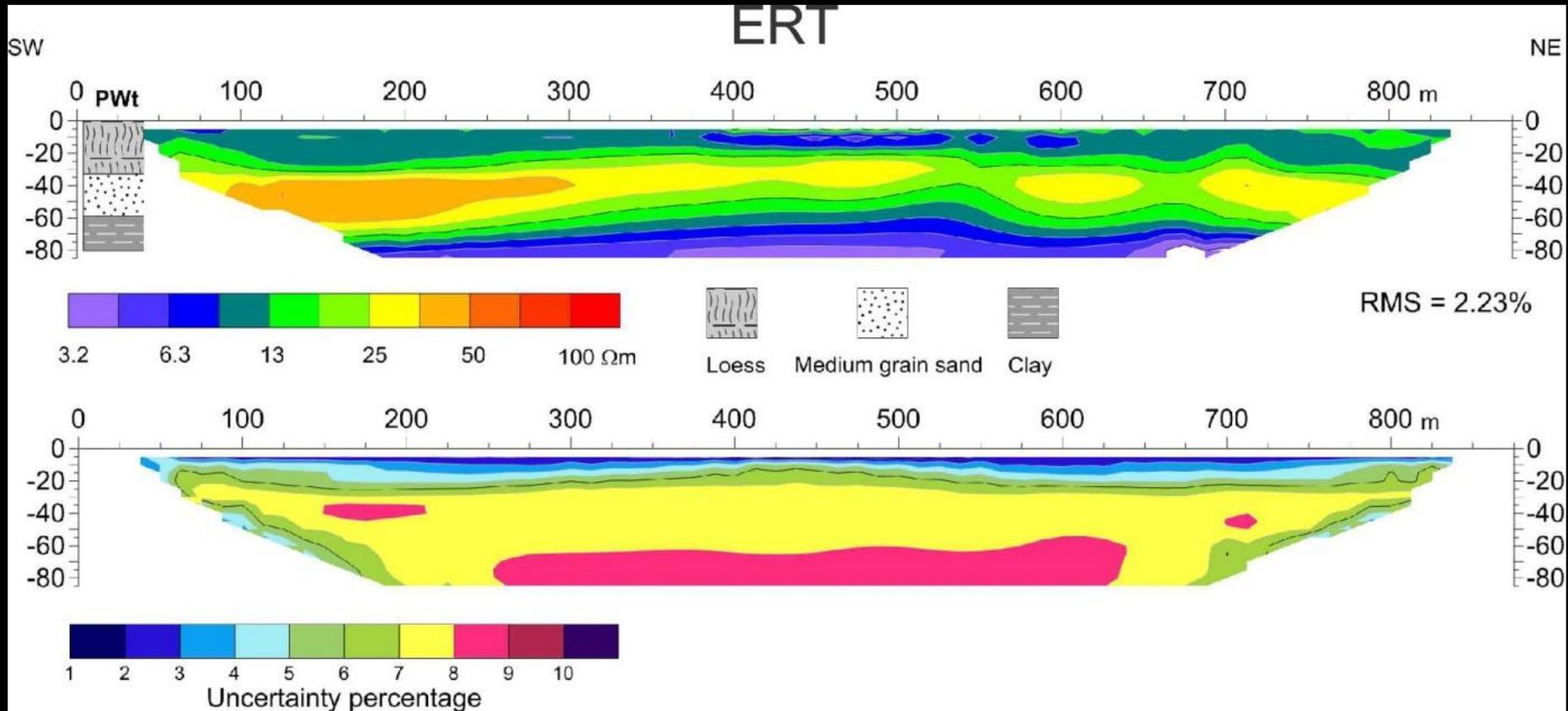
VES Low coastal land



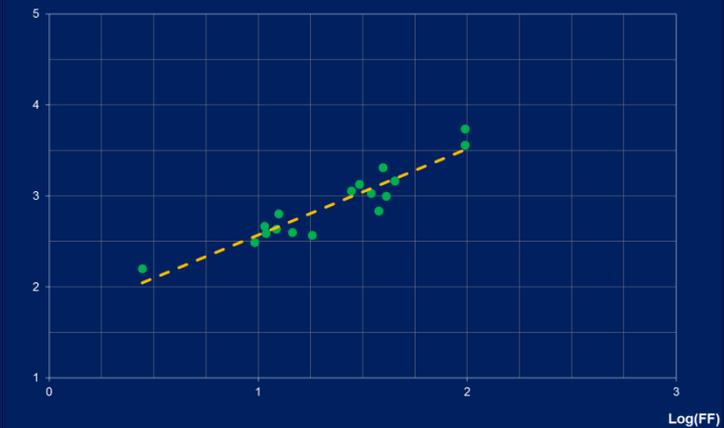
VES High plain



Tomografía de resistividad eléctrica

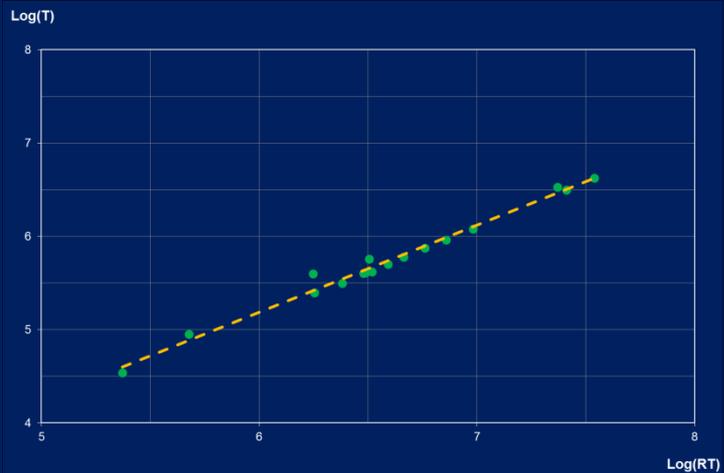


Relaciones empíricas. Parámetros hidráulicos y geoelectrónicos



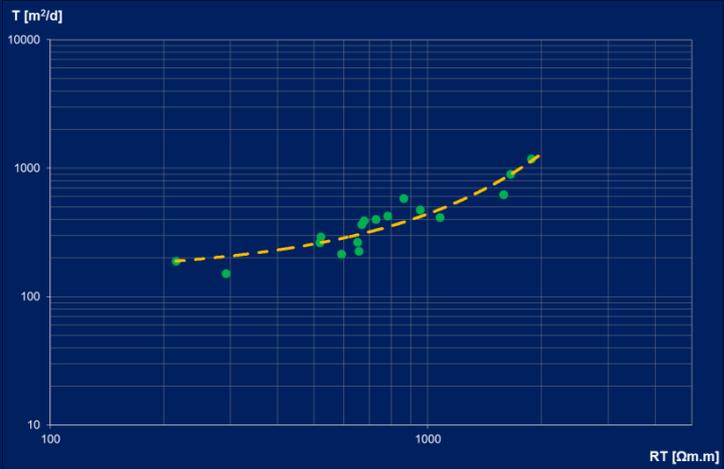
$$K = 5.05 FF^{0.948}$$

$$R^2 = 0.87$$



$$T = 0.655 RT^{0.9345}$$

$$R^2 = 0.99$$



$$T = 150 e^{0.00108 RT}$$

$$R^2 = 0.85$$

			Medidos		Estimados		
	Esp [m]	Res [Ωm]	T [m ² /d]	K [m/d]	K est	Test (exp)	Test (pot)
Promedio	19	45	432	20	19	457	367
Maximo	29	92	1180	42	36	1391	805
Minimo	6	15	151	9	7	190	99
Desv. est.	6	15	268	9	6	273	184

Estimación 2D de la transmisividad hidráulica

