

# **EL AGUA SUBTERRANEA EN EL ESTE DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**

**Lic. ANGEL DEL ROSARIO STORNILO**

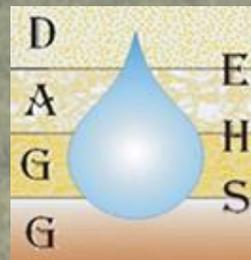
**Universidad Nacional de Santiago del Estero**

**Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías**

**Departamento Académico de Geología y Geotecnia**

**Escuela de Hidrología Subterránea**

**Instituto de Recursos Hídricos**



# PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

**Superficie: 136.351 Km<sup>2</sup>**

**Departamentos: 27**

**Población: 874.006 habitantes**

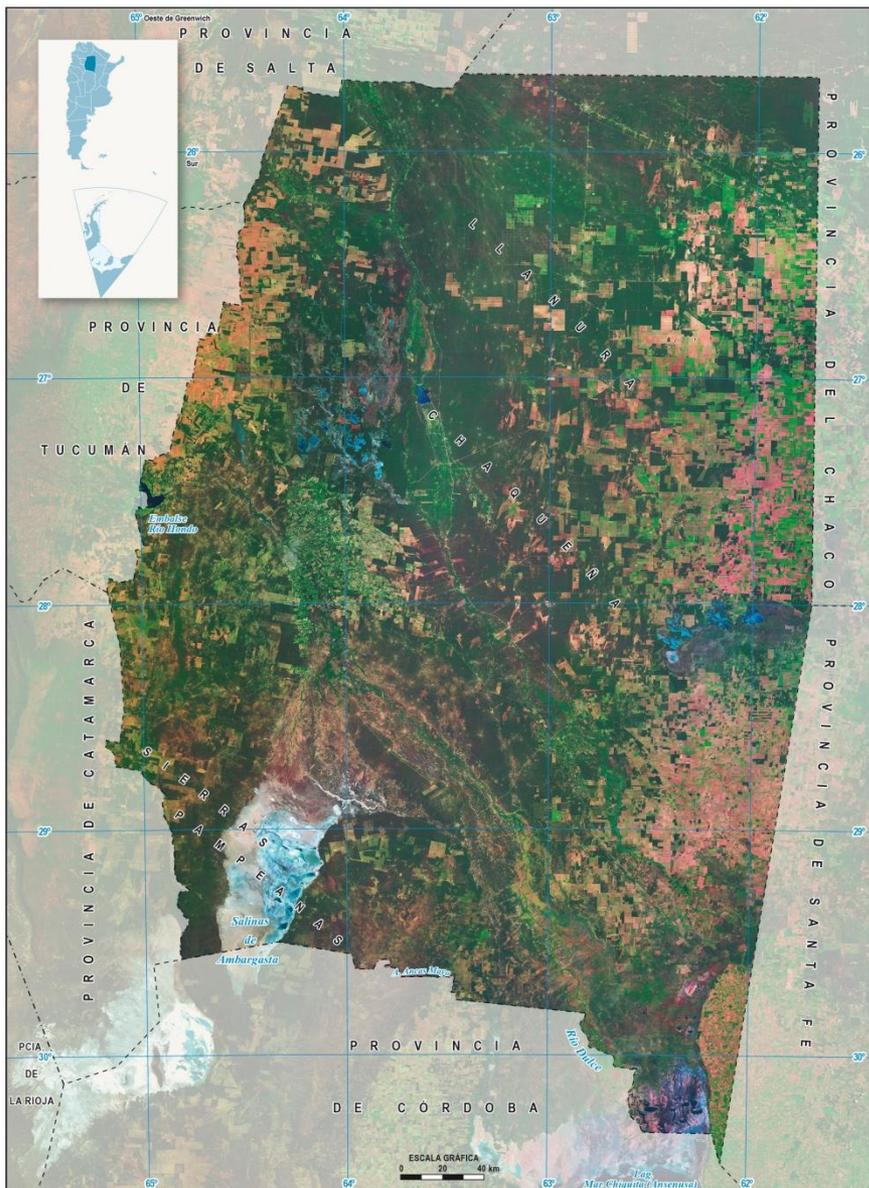
**Población: Urbana 60 %, Rural 40 %**

**Densidad: 6,4 hab/km<sup>2</sup>**

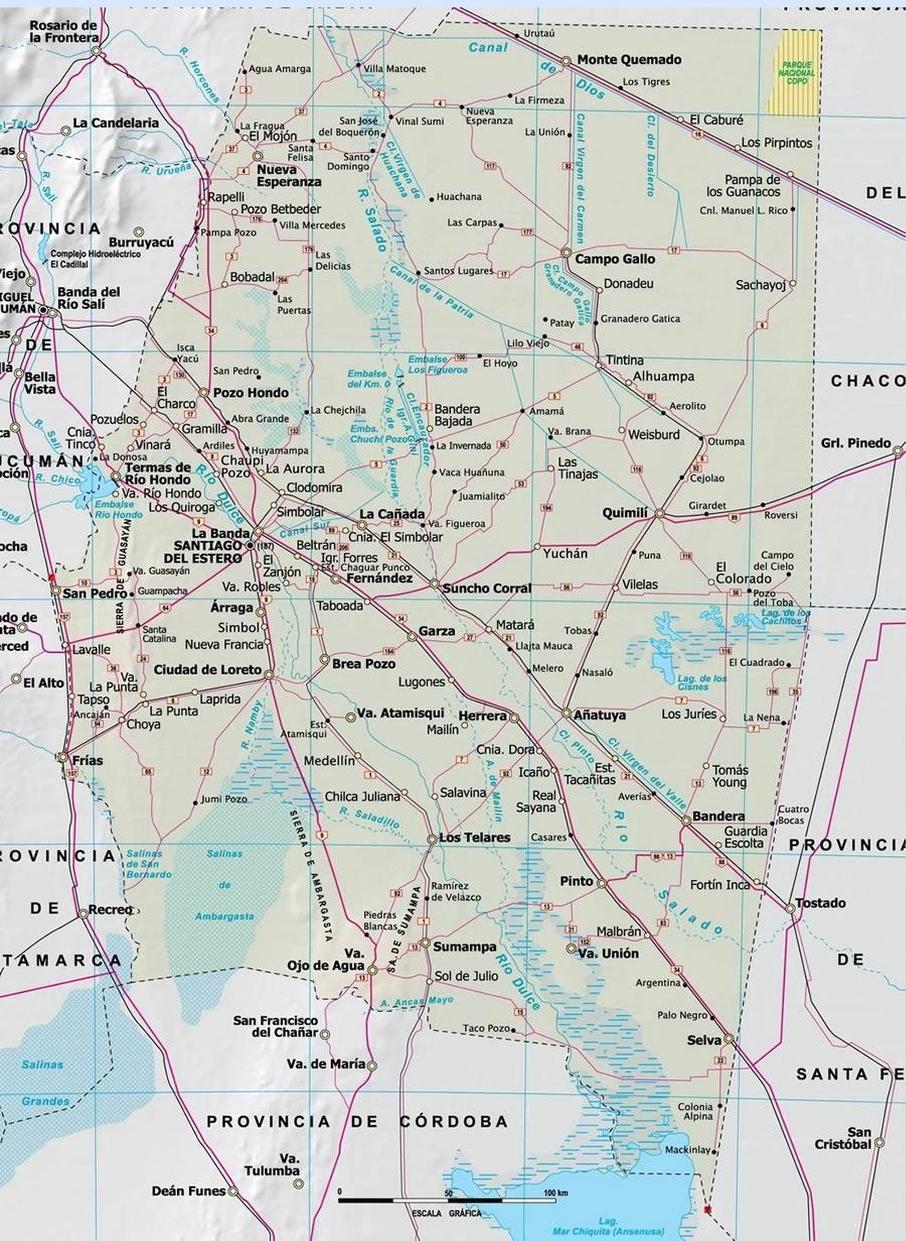
**•Geográficamente esta ubicada sobre la unidad denominada CHACO SEMIÁRIDO.**

**•Geológicamente pertenece a la LLANURA CHACO PAMPEANA y se trata de una planicie formada por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loéssicos, que apoyan sobre materiales aluviales finos, con leve inclinación Noroeste-Sureste.**

**•Posee dos formaciones serranas que son las Sierras de Guasayán y Sumampa - Ambargasta.**



# HIDROGRAFIA DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO



- Hidrográficamente presenta dos ríos principales el Dulce y el Salado y ríos estacionales menores como el Horcones, Urueña, Albigasta, Saladillo, Saladillo del Rosario y Utis, entre otros.

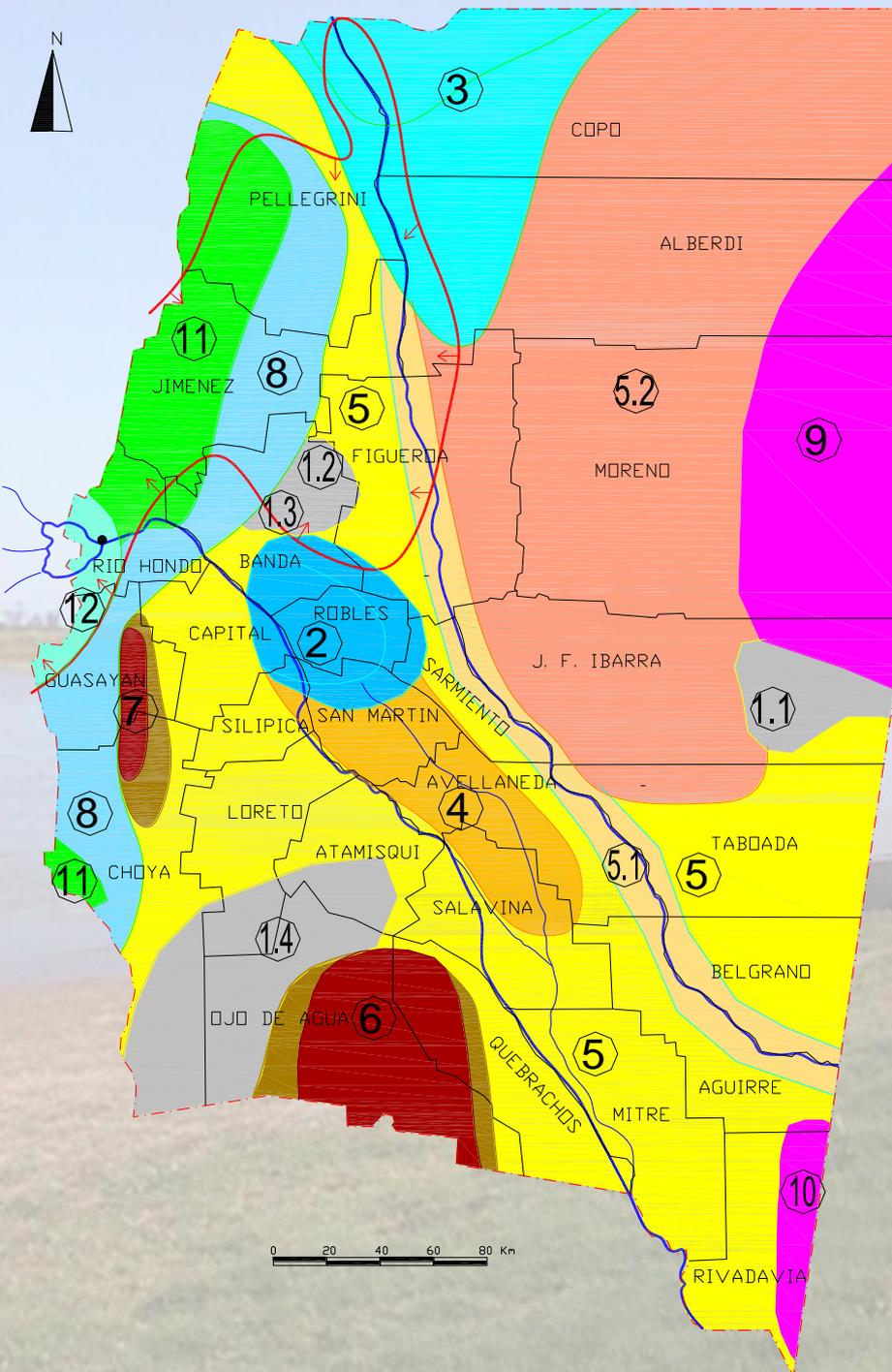
| Río       | Transporte<br>m <sup>3</sup> /s | Derrame<br>Hm <sup>3</sup> /año |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Dulce     | 103                             | 3500                            |
| Salado    | 30                              | 1100                            |
| Horcones  | 4.1                             | 125                             |
| Urueña    | 1.5                             | 50                              |
| Albigasta | 1.7                             | 70                              |



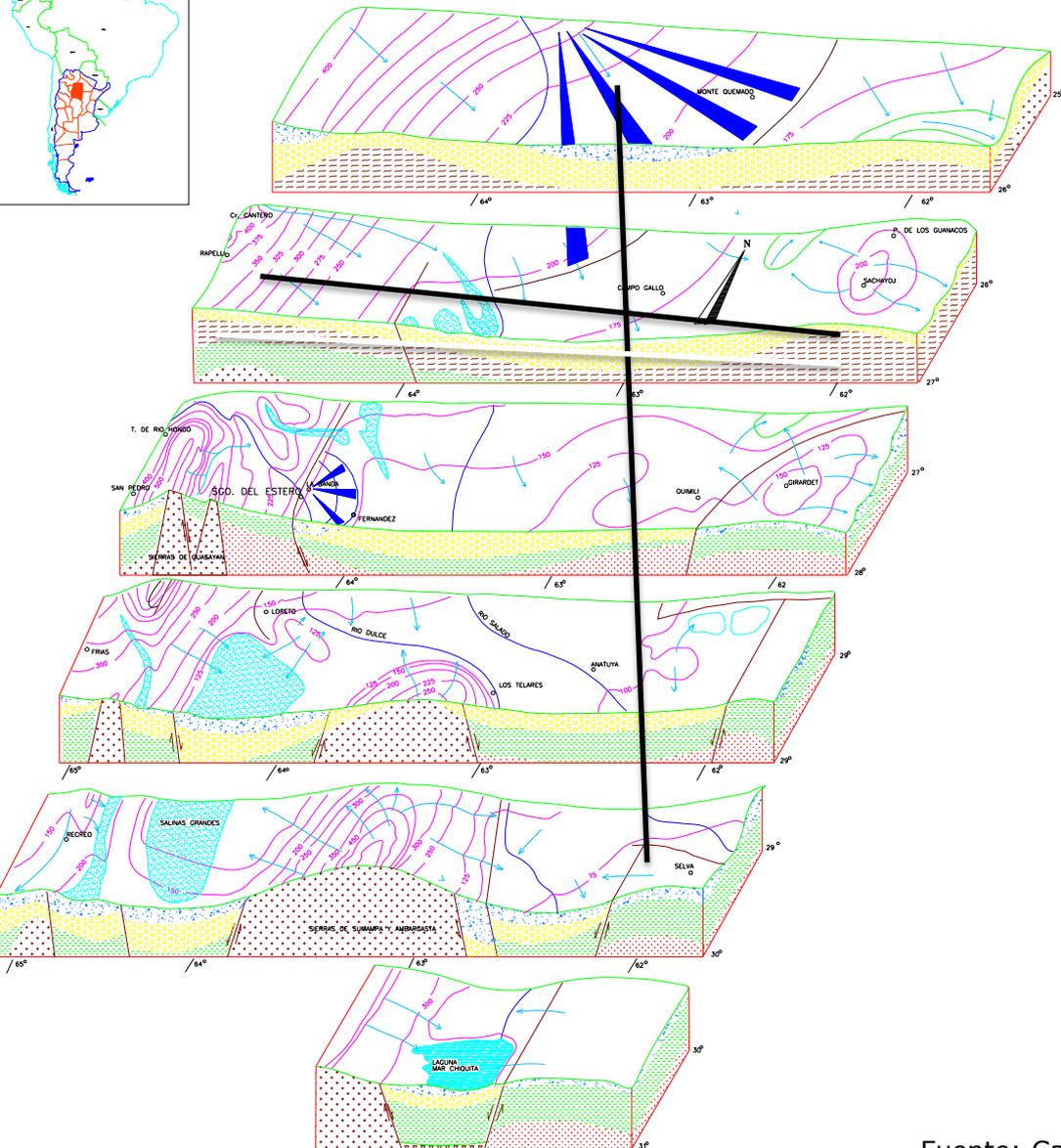
# ZONIFICACION DEL AGUA SUBTERRANEA EN SANTIAGO DEL ESTERO

## REFERENCIAS

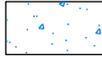
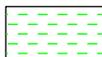
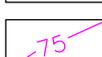
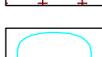
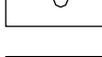
1. Zonas Deprimidas de Concentración Salina
    - 1.1 Lagunas Saladas
    - 1.2 Saladillo de Huyamampa
    - 1.3 Saladillo de Pozo Hondo
    - 1.4 Salinas de Ambargasta
  2. Cono Aluvial del Río Dulce
  3. Cono Aluvial del Río Salado
  4. Zona de Paleocauces Río Dulce
  5. Planicie Loésica
    - 5.1 Llanura Aluvial y Derrames del Río Salado
    - 5.2 Zona de Paleocauces Río Salado
  6. Zona Serrana de Sumampa y Ambargasta
  7. Zona Serrana de Guasayán
  8. Zona de Pie de Sierra
  9. Chaco Ondulado
  10. Dorsal Occidental Santafesina
  11. Zona Distal Sierra Subandina
  12. Zona Geotermal de Río Hondo
- Zona de Surgencia



# BLOCK DIAGRAMA ESQUEMA CONCEPTUAL DEL SUBSUELO EN SANTIAGO DEL ESTERO

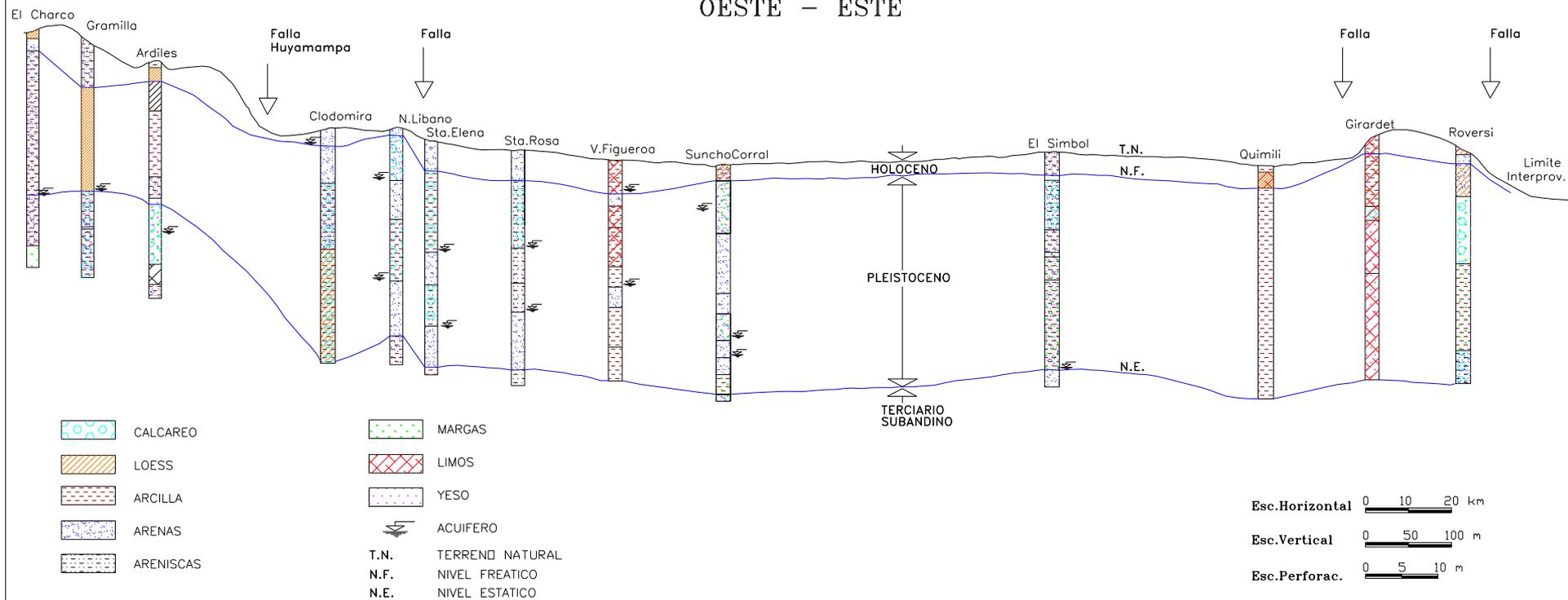


## REFERENCIAS

-  CUATERNARIO (Fm. Pampa)
-  PLIOCENO SUPERIOR (Fm. Entre Rios)
-  TERCIARIO SUBANDINO (Mioceno Sup. Plioceno Inferior)
-  MIOCENO MEDIO ARCILLAS VERDES (Fm. Parana)
-  OLIGOCENO (Fm. Chaco)
-  FALLA GEOLOGICA
-  LINEA DE FLUJO SUPERFICIAL
-  CURVAS DE NIVEL
-  BASAMENTO CRISTALINO
-  LAGUNAS SALADAS
-  SALINAS
-  POBLACION
-  ABANICO ALUVIAL

# PERFIL CONCEPTUAL DEL SUBSUELO OESTE-ESTE

PERFIL TOPOGRAFICO ESTRATIGRAFICO OESTE - ESTE



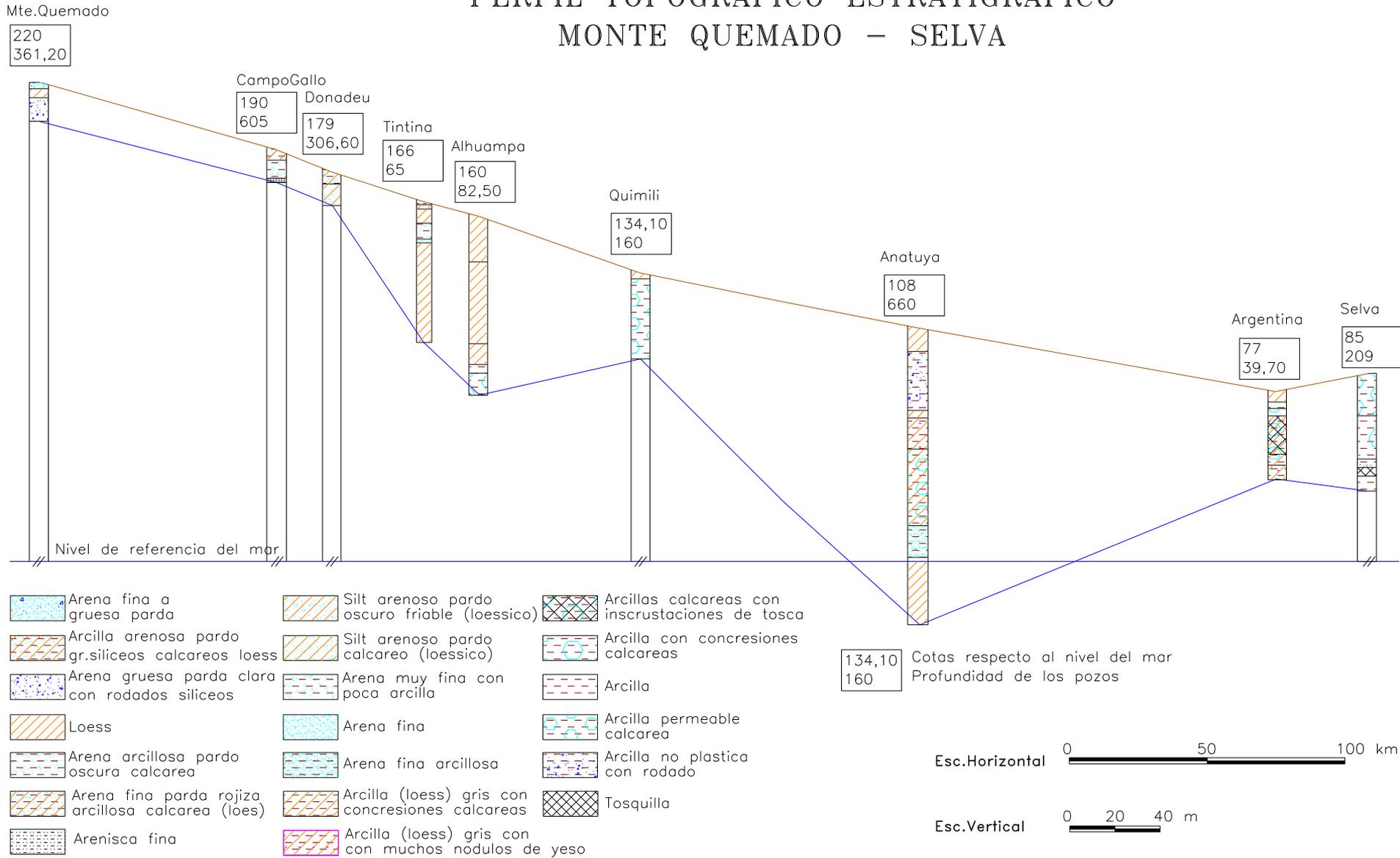
- CALCAREO
- LOESS
- ARCILLA
- ARENAS
- ARENISCAS

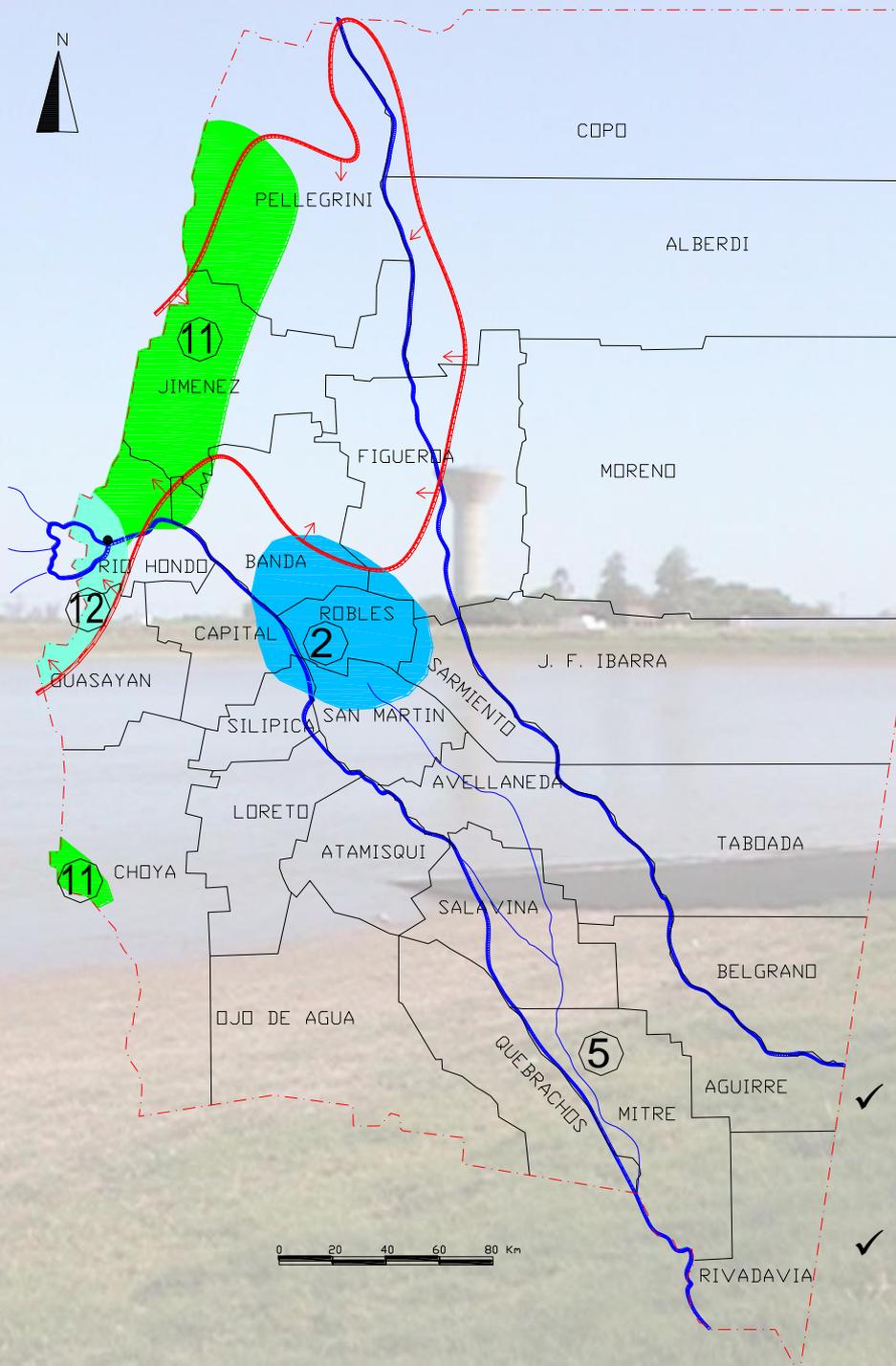
- MARGAS
- LIMOS
- YESO
- ACUIFERO
- T.N. TERRENO NATURAL
- N.F. NIVEL FREATICO
- N.E. NIVEL ESTATICO

Esc.Horizontal 0 10 20 km  
 Esc.Vertical 0 50 100 m  
 Esc.Perforac. 0 5 10 m

# PERFIL CONCEPTUAL DEL SUBSUELO NORTE-SUR

## PERFIL TOPOGRAFICO ESTRATIGRAFICO MONTE QUEMADO - SELVA





## 2.- CONO ALUVIAL DEL RIO DULCE

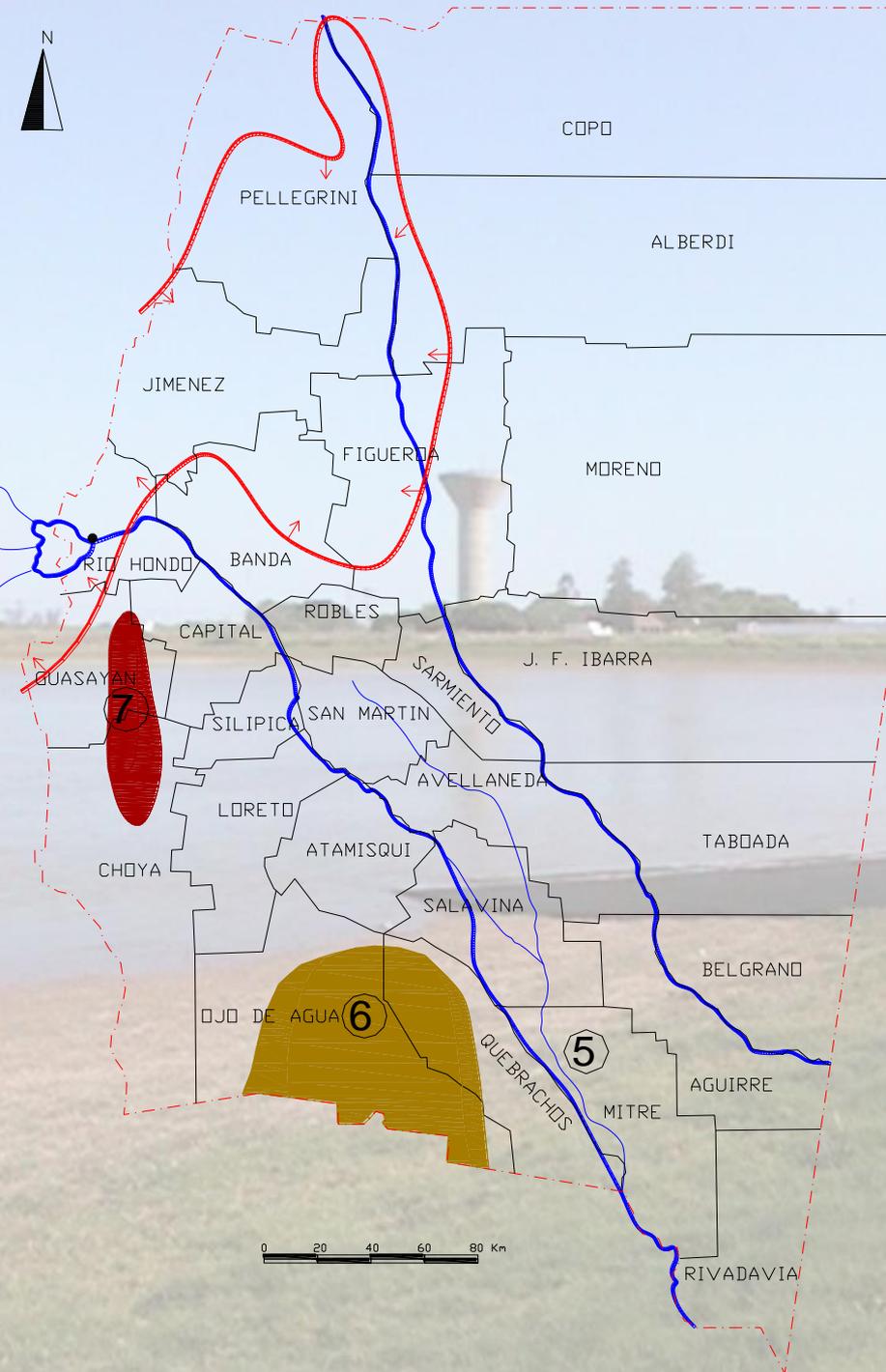
- Se trata de un paquete sedimentario de + 200 m de potencia que forma un sistema multiacuífero.
- Se explotan acuíferos hasta los -150 m, con caudales 100 a 150 m<sup>3</sup>/h.
- R.S. entre los 0,5 y 1,5 g/L.

## 11.- ZONA DISTAL DE LAS SIERRAS SUBANDINAS

- Los acuíferos entre los -100 y -200 m, presentan valores de R.S. de hasta 8 g/L.
- Los acuíferos entre los -200 y -300 con R.S. < 2 g/L y caudales de hasta 200 m<sup>3</sup>/h, surgencia de hasta 24 m y 40°C.

## 12.- ZONA GEOTERMAL DE RIO HONDO

- ✓ Acuíferos < a los -300 m, caudales de hasta 100 m<sup>3</sup>/h y R.S. < 2 g/L y temperatura hasta los 43° C.
- ✓ Los acuíferos mas profundos poseen aguas salobres con R.S. > a los 3 g/L, temperaturas de 43° y 57° C y exceso de F.



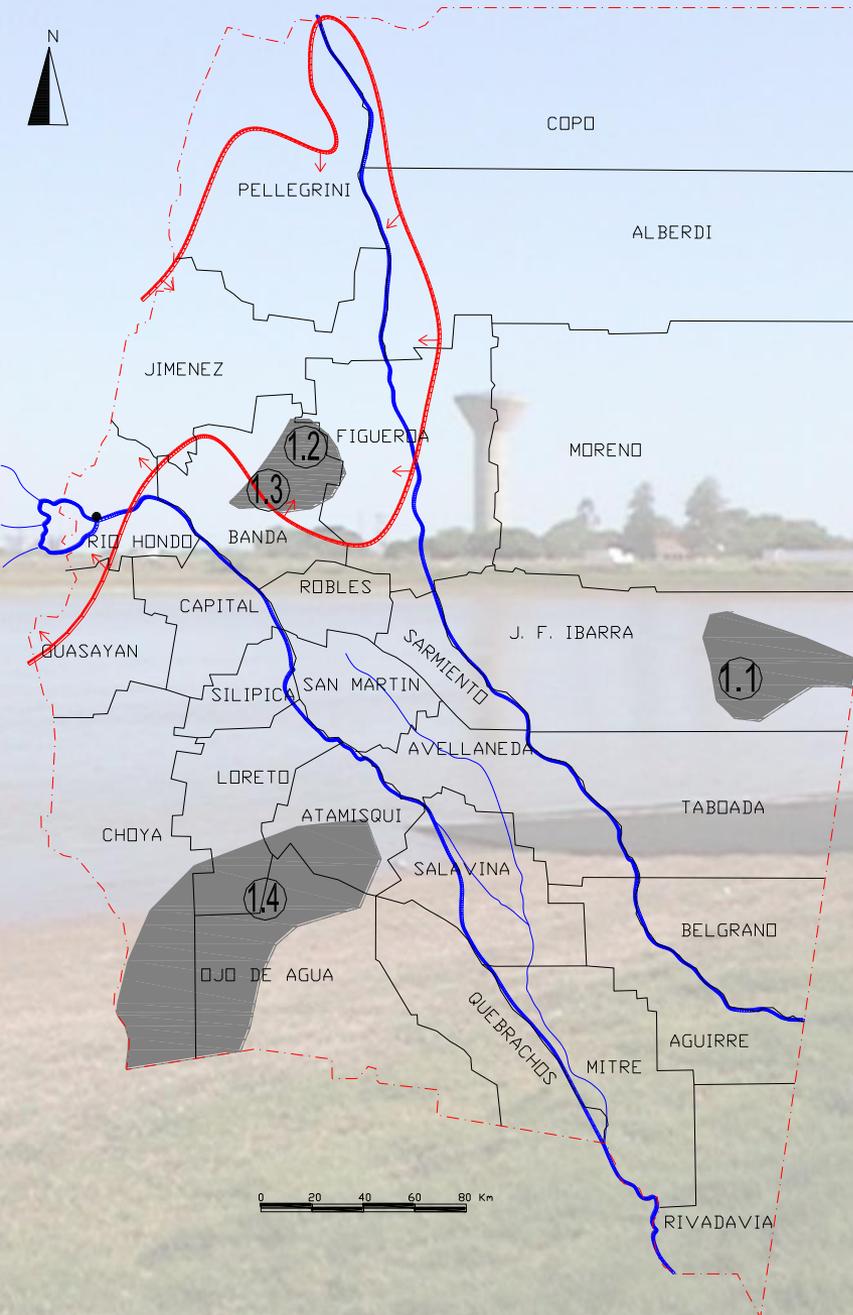
## 6.- ZONA SERRANA DE SUMAMPA Y AMBARGASTA

- Se explotan acuíferos en los valles intermontano del tipo mixtos compuestos por sedimentos gruesos que se ubican sobre la roca fracturada con permeabilidad secundaria.
- El nivel freático oscila entre -5 y -20 m.
- Los caudales de explotación son de 4 m<sup>3</sup>/h y en algunos casos < 100 l/h, con abatimiento total.
- Agua de buena calidad R.S. < 1 g/L en algunos casos con exceso de Flúor.

## 7.- ZONA SERRANA DE GUASAYAN

- ❖ La captaciones de aguas subterráneas se realiza mediante galerías filtrantes, pozos de gran diámetro de -10 a -15 m y perforaciones entre -100 y -150 m.
- ❖ Caudales superiores a los 15 m<sup>3</sup>/h.
- ❖ Aguas de buena calidad R.S. < 1 g/L.

# 1.- ZONA DEPRIMIDA DE CONCENTRACION SALINA



## 1.2 SALADILLO DE HUYAMAMPA:

- El nivel freático varía de -5 a superficie en época de máxima precipitación.
- Con aguas predominantes del tipo Cloruradas Sódicas y valores de R. S. de 0.6 a 60 g/l.

## 1.3 SALADILLO DE POZO HONDO:

- Perforaciones por debajo de los 150 m que aprovechan acuíferos en arenas grisáceas.
- Explotan aguas con calidad química variable, al Oeste 1.5 a 3.6 g/l, Este de 7 g/l y el centro de 30 g/l. El nivel freático ronda en -1 y -2 m.

## 1.4 SALINAS DE AMBARGASTA:

- Cuenca Tectónica de hundimiento rellena por sedimentos marinos modernos.
- Los valores máximos de R. S. de 80 a 250 g/l.
- Son aguas donde las concentraciones de Cloro y Sodio son 10 veces mayores que las del Sulfato, Calcio y Magnesio.



# EL AGUA SUBTERRÁNEA AL ESTE DE LA PROVINCIA

## REFERENCIAS

1.1 LAGUNAS SALADAS

3 CONO ALUVIAL DEL RIO SALADO

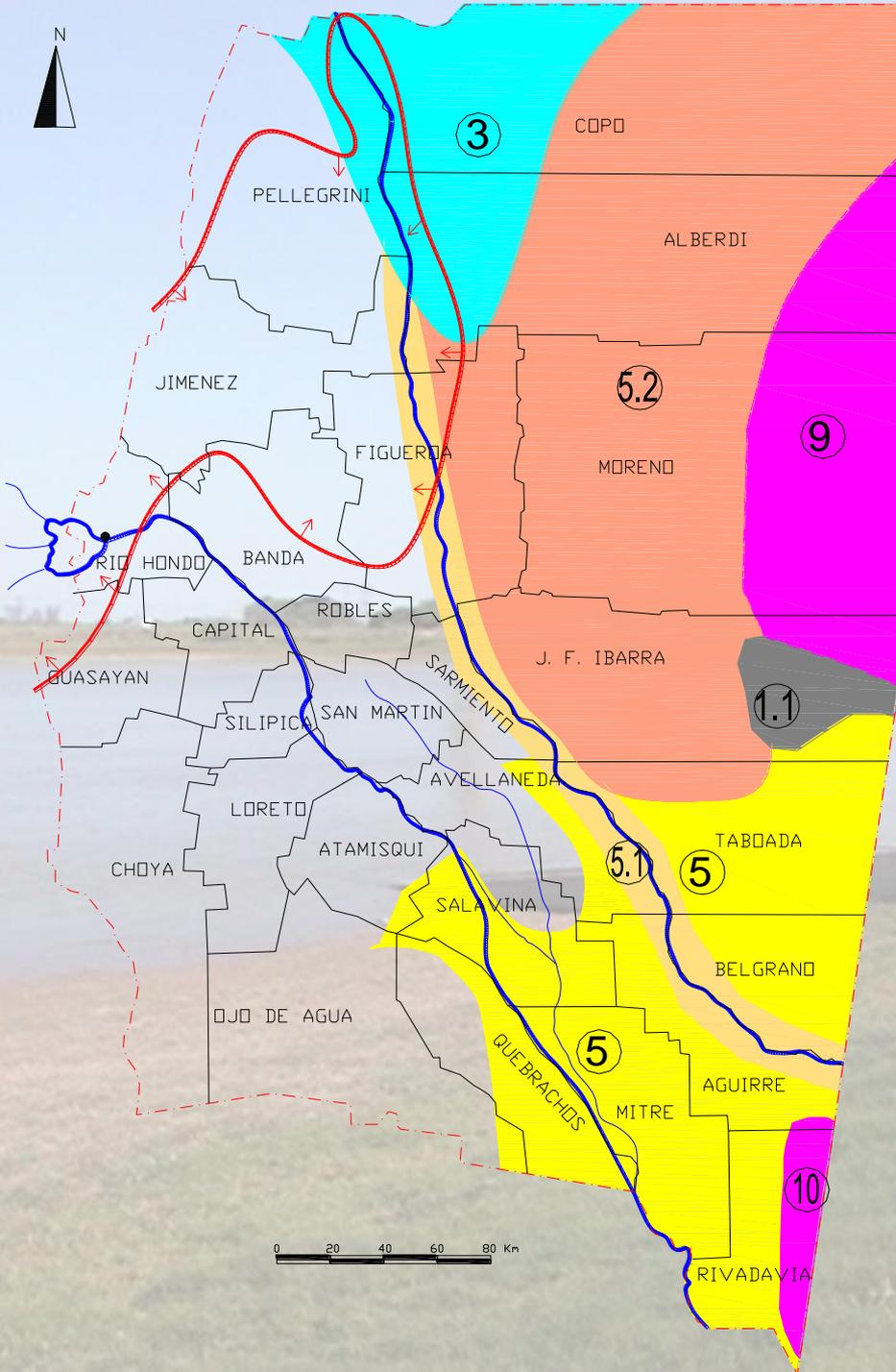
5 PLANICIE LOESSICA

5.1 LLANURA ALUVIAL Y DERRAMES  
DEL RIO SALADO

5.2 ZONA DE PALEOCAUCES DEL RIO  
SALADO

9 CHACO ONDULADO

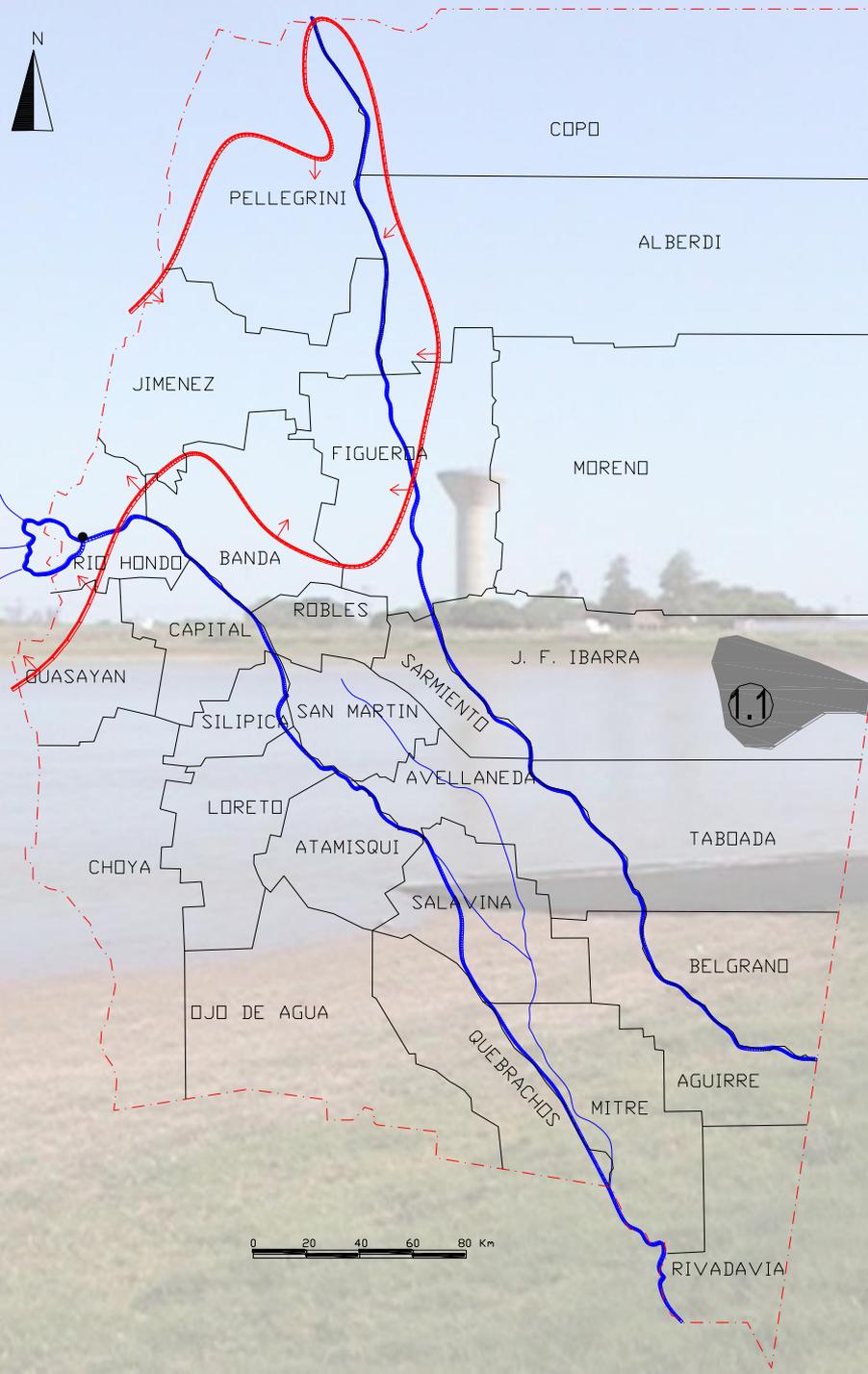
10 DORSAL OCCIDENTAL SANTAFESINA



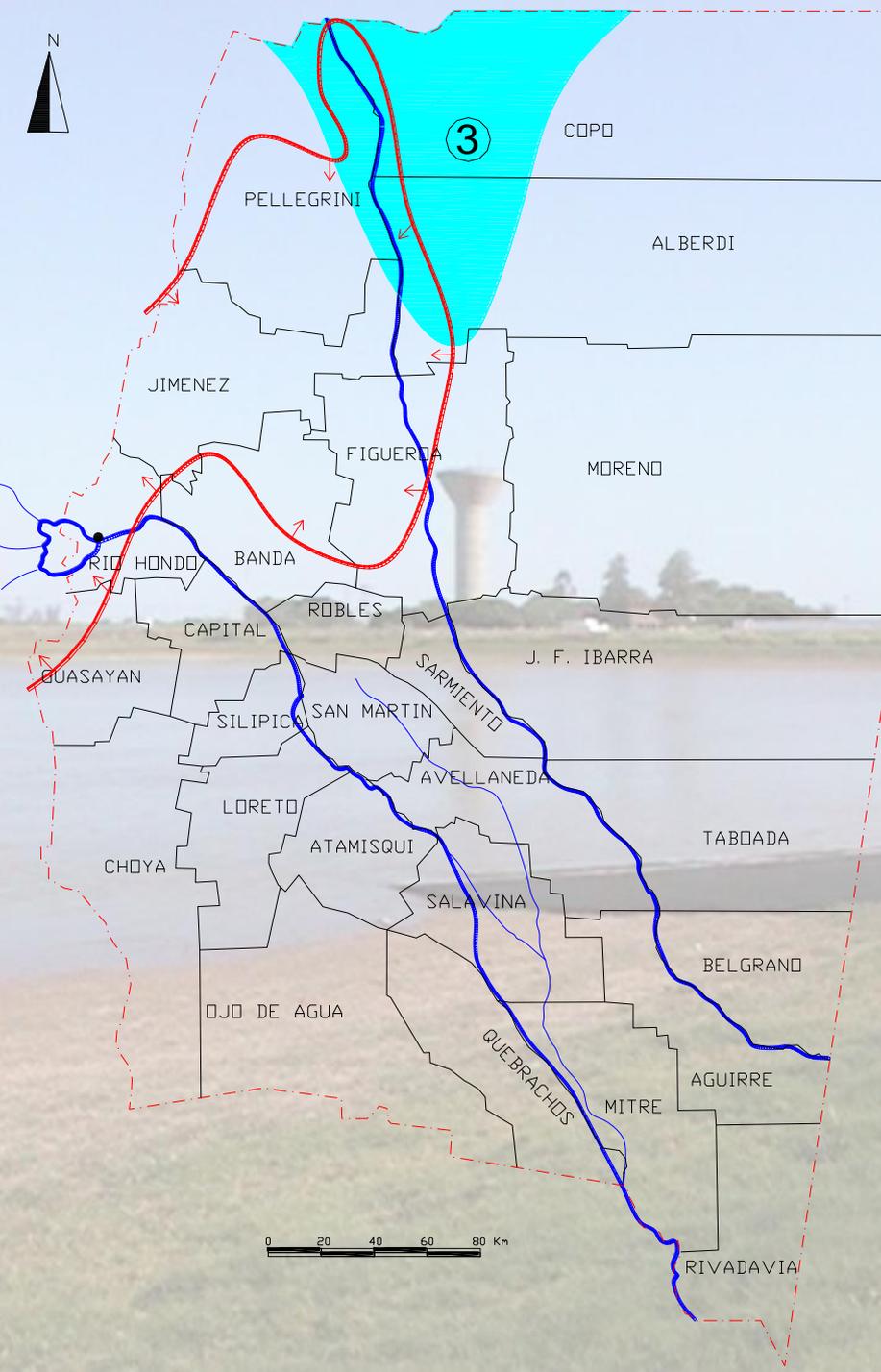
# 1.- ZONA DEPRIMIDA DE CONCENTRACIÓN SALINA

## 1.1 LAGUNAS SALADAS:

- El aporte hídrico se produce desde el Norte, Oeste y Sur.
- La descarga es por el Este y se trata de aguas Cloruradas Sódicas con alto contenido salino.
- El N.F. a centímetros bajo la superficie.
- Caudal de explotación < 20 m<sup>3</sup>/h
- R.S. > 20 g/L.



### 3.- CONO ALUVIAL DEL RIO SALADO



✓ Parte media y distal del abanico aluvial río Juramento–Salado.

✓ La zona media tiene mejores condiciones hidrogeológica que la distal.

✓ R.S. desde 0,75 g/L en Taco Pozo a 5 g/L en Los Tigres.

✓ Los caudales específicos, desde los 4m<sup>3</sup>/h/m en Taco Pozo, a 0.57 m<sup>3</sup>/h/m en Los Tigres.

✓ Concentraciones As > 0,5 mg/L.

## 5.- PLANICIE LOESSICA

- Es parte del gran cono de deyección del Río Salado y Dulce.

- Se trata de una serie de antiguos cauces secos y colmatados con sedimentos finos donde se deposita un lentejón de agua dulce por encima de la freática regional fuertemente salinizada.

- La freática se encuentra en una formación loésica limo-arcillosa con intercalaciones calcáreas.

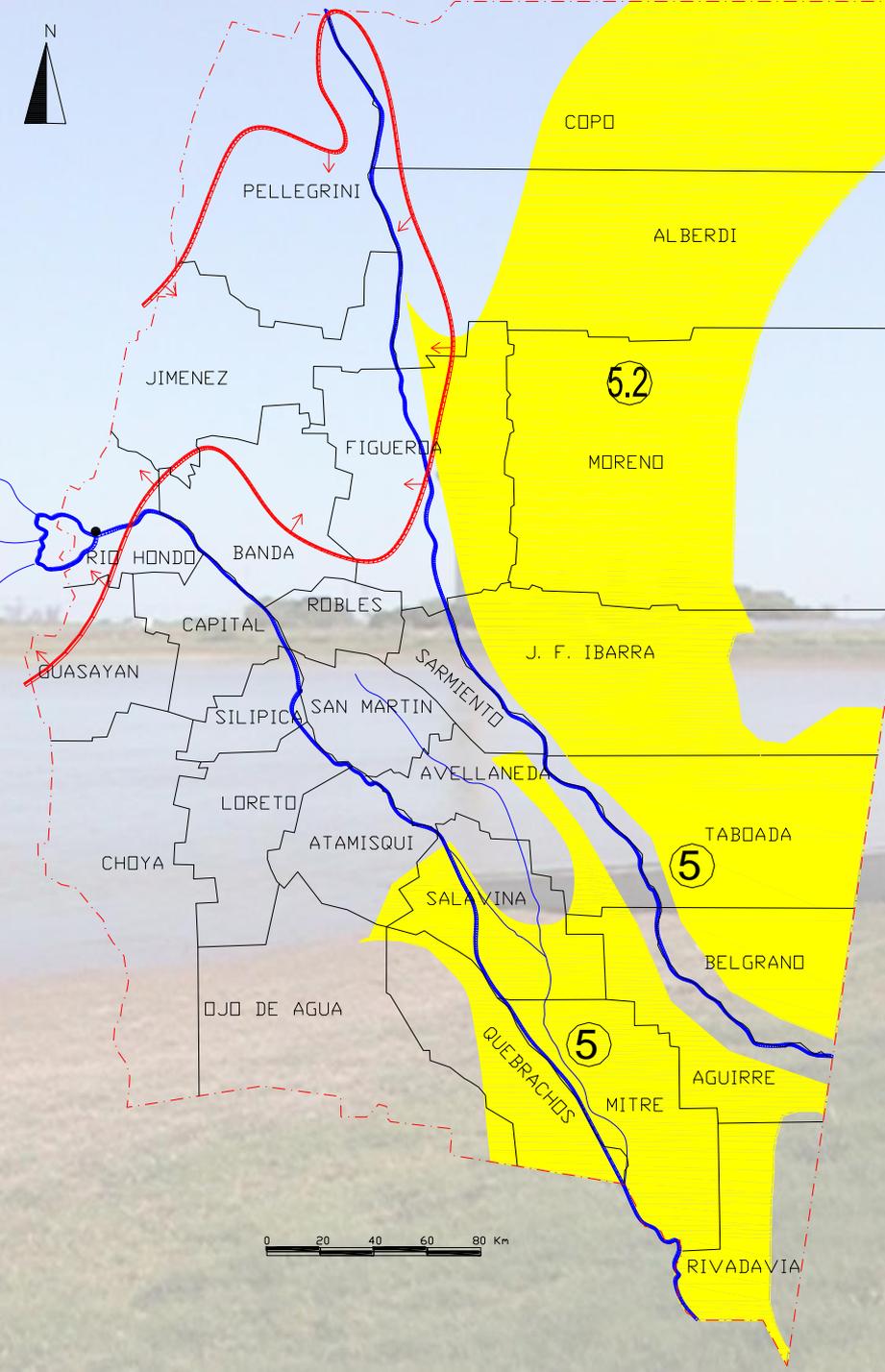
- El N.F. en el Norte oscila entre los -8 y -65 m, en el Este y Sur entre -1,5 y -14 m.

- El R.S. en los primeros metros es  $< 3$  g/L, llegando a 20 g/L en los acuíferos por debajo de los 12 m.

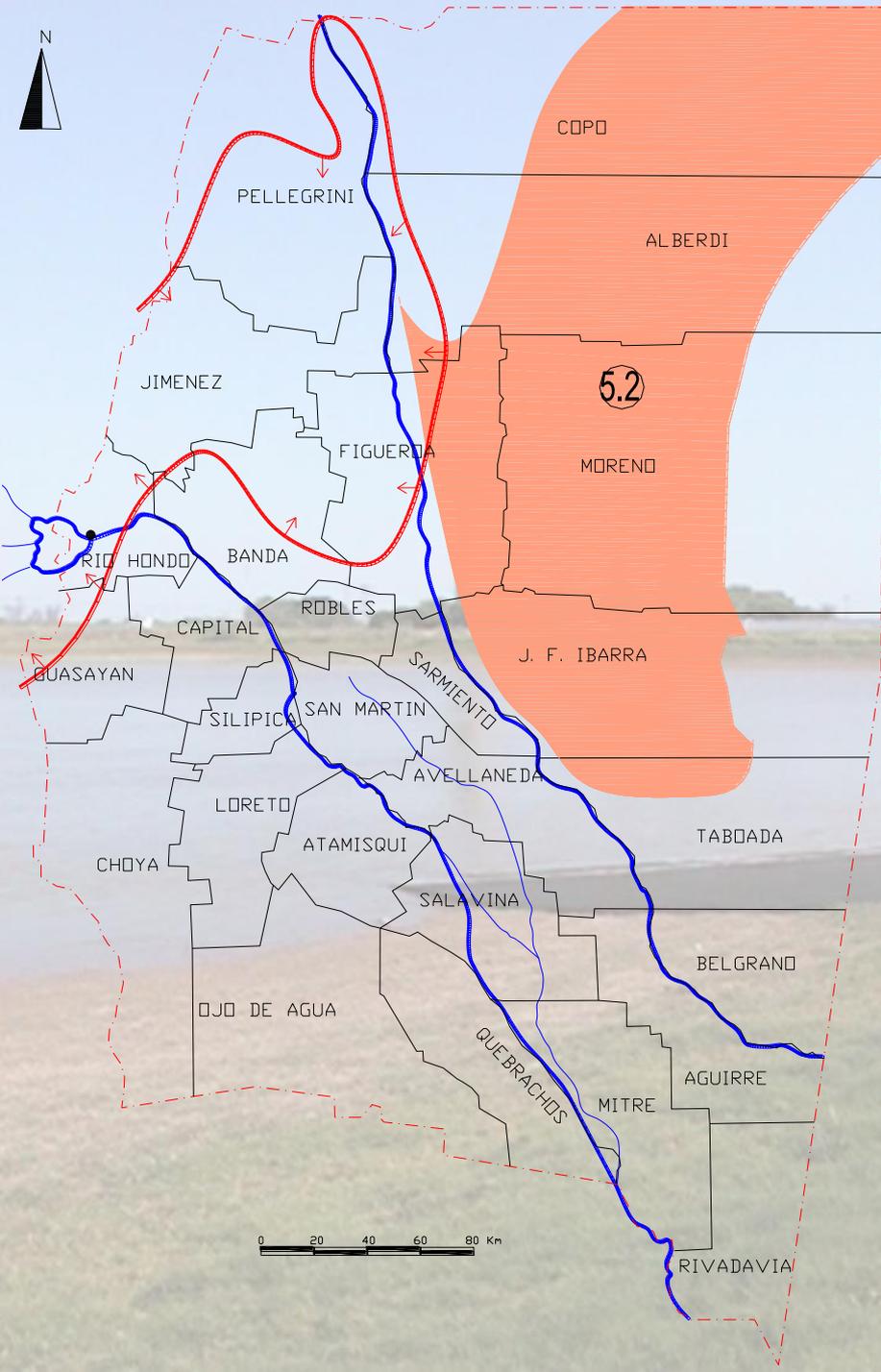
- Arsénico con valores medios de 0,5 mg/L.

- Flúor con valores medios de 1,5 mg/L.

- Los caudales de explotación  $< 5$  m<sup>3</sup>/h.



# 5.- PLANICIE LOESSICA



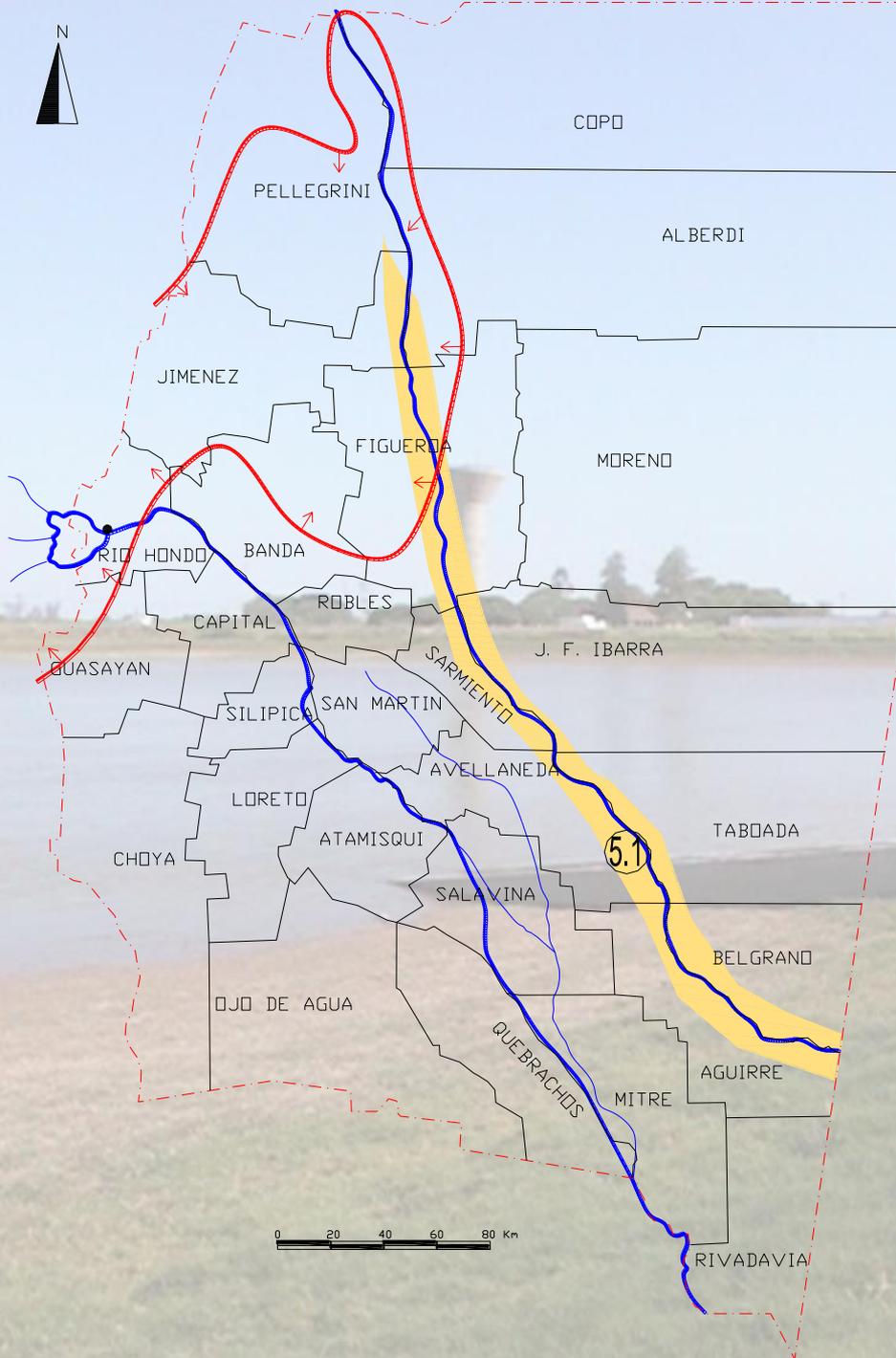
## 5.2 Zona De Paleocauces Del Rio Salado

- ✓ Geformas producto de la divagación del Río Salado con dirección NW-SE.
- ✓ Se trata de antiguos cauces abandonados con orientación NW-SE rellenos por arenas finas a medianas que apoyan sobre la llanura loésica.
- ✓ En estos ambiente, por general, el agua dulce flota sobre el agua salada.
- ✓ Los N.F. están en el orden de los -2 m.
- ✓ Lo caudales de explotación de 1 a 5 m<sup>3</sup>/h, con sistemas de explotación controlados.
- ✓ En algunos caso exceso de As y F.

# 5.- PLANICIE LOÉSSICA

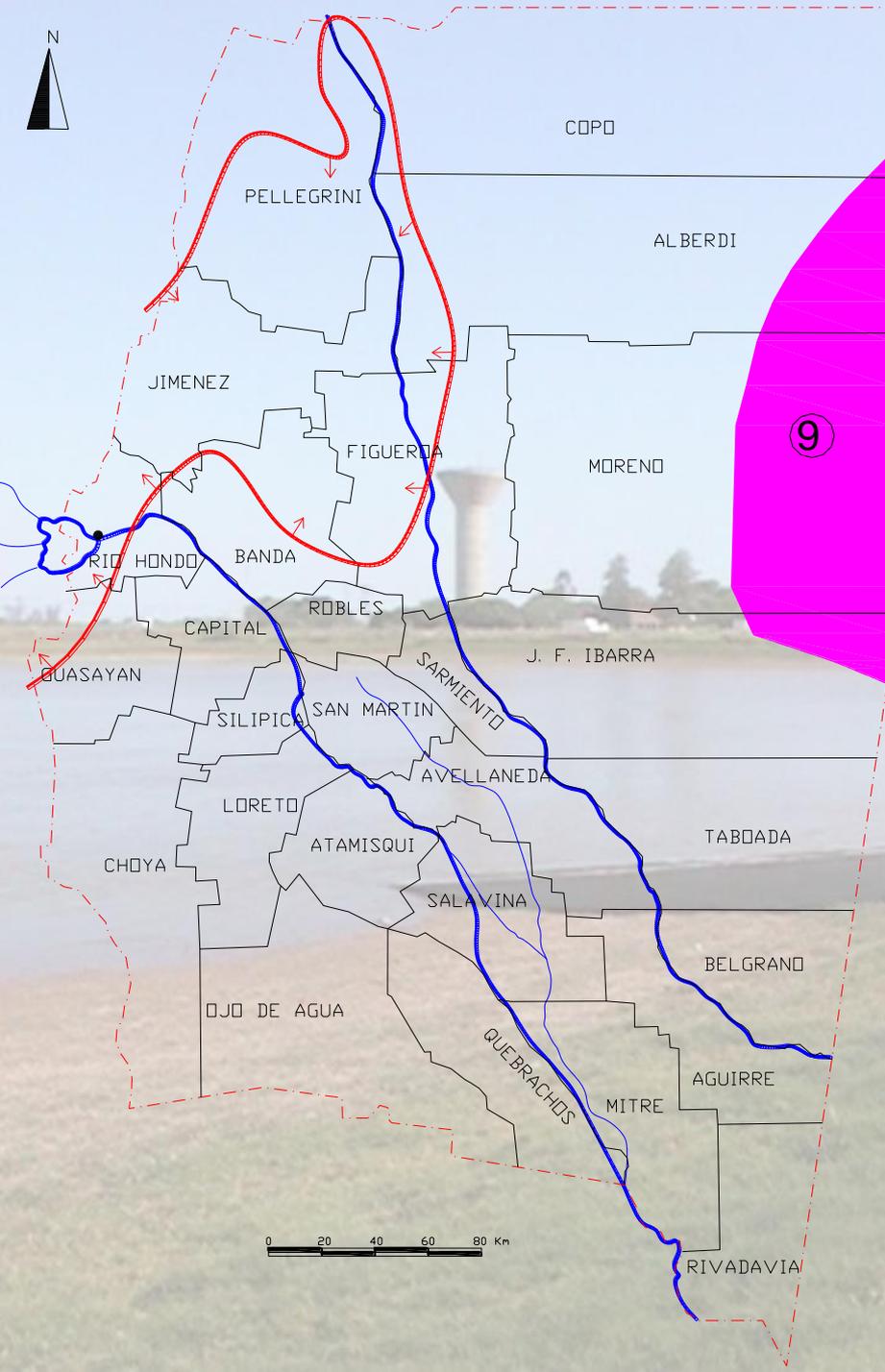
## 5.1 Llanura Aluvial y Derrame Del Río Salado

- Zona de bañados y lagunas aledañas al Río Salado producto de la baja pendiente y desniveles de los terrenos.
- El N.F. entre -0.5 y -4.5 m.
- Los caudales de explotación de los acuíferos libres son  $<1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Las aguas subterráneas son del tipo Cloruradas y Sulfatadas sódicas.
- En algunos pozos el Flúor y Arsénico sobrepasan los límites sugeridos.

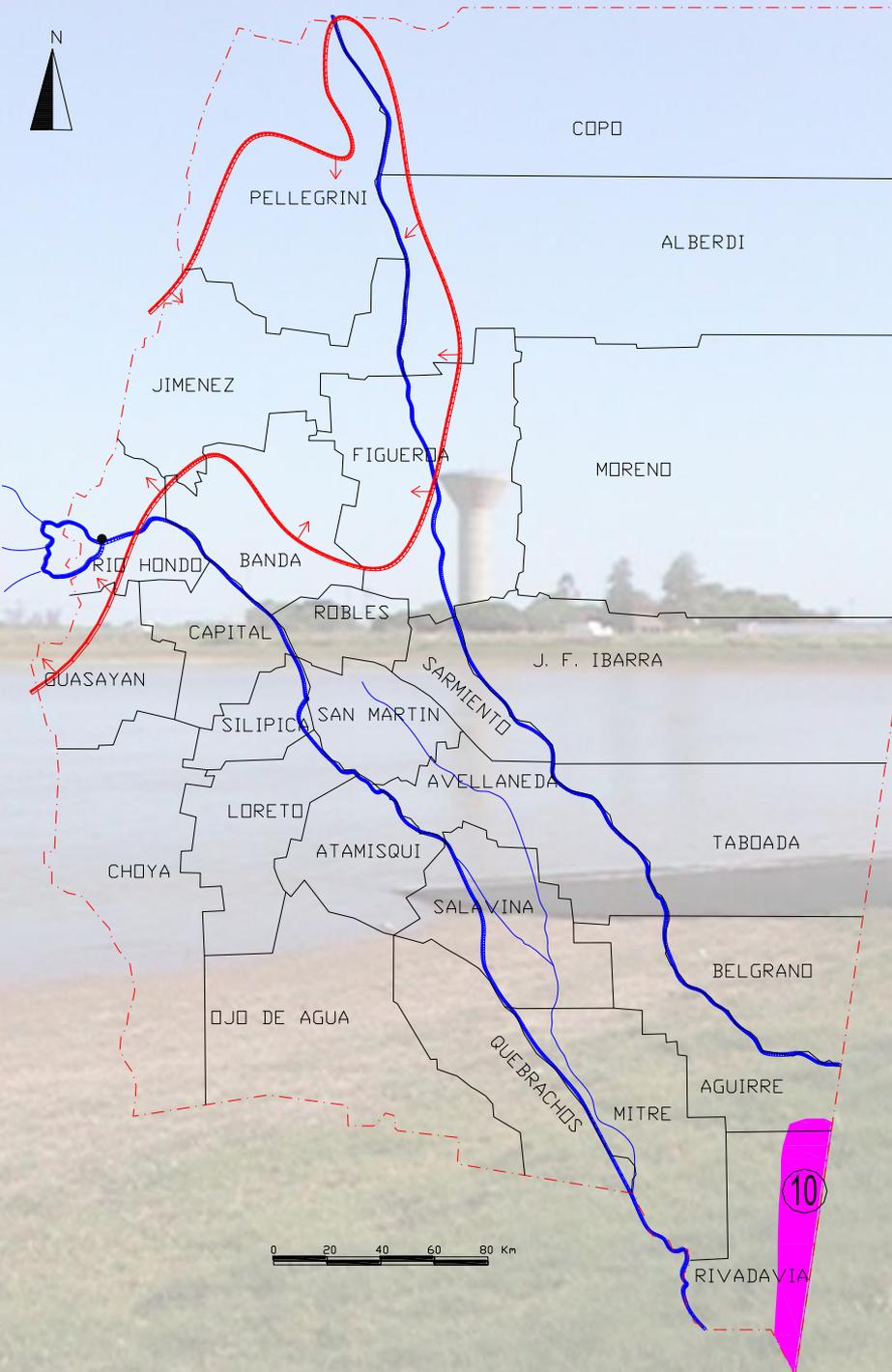


## 9.- CHACO ONDULADO

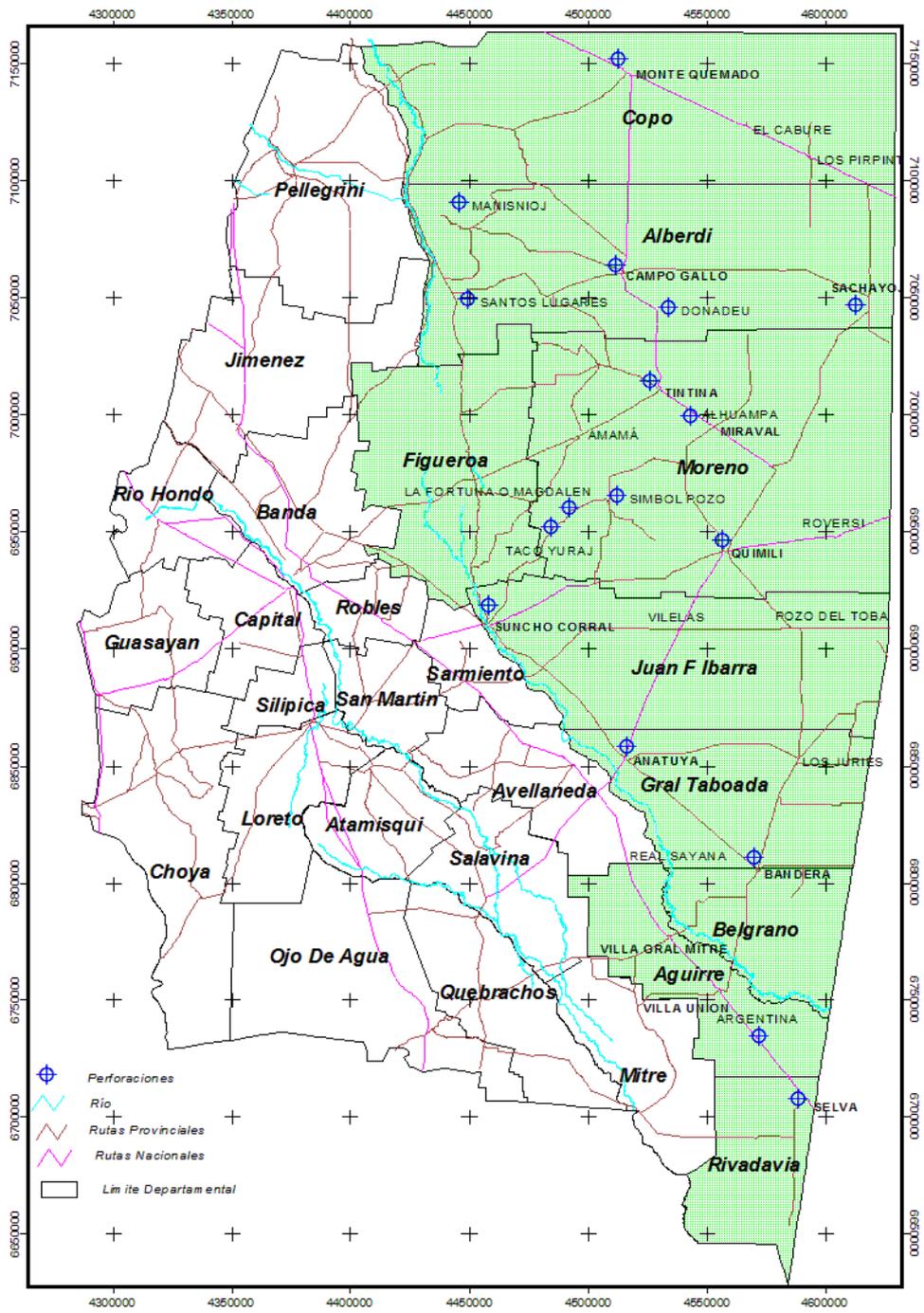
- Es una región de cañadones con orientación N-S y NE-SE formados por materiales finos donde se aloja el agua subterránea.
- Los N.F. oscilan entre -70 m en el Norte y -4 m en el Sur y Noreste de la Unidad.
- Los caudales varían de 1 a 3 m<sup>3</sup>/h.
- R. S. entre 1 y 10 g/L, en algunos casos con exceso de F y As.
- Se destaca la Dorsal de Girardet formada por limos arcillosos con intercalaciones de nódulos calcáreos o yesíferos.
- En esta el acuífero se comporta como libre a semiconfinado con un N.F. >70 m.
- Los caudales de explotación < 3 m<sup>3</sup>/h.
- R.S. de 4,2 a 14 g/L, con abundantes Cloruros, Sulfatos, Arsénico y Flúor.



# 10.- DORSAL OCCIDENTAL SANTAFESINA



- Es una región elevada que se hunde hacia el NNE.
- El acuífero freático está formado por horizontes Cuaternarios.
- El N.F. de -0,5 a -5 m.
- Caudales de explotación de 1 a 2,5 m<sup>3</sup>/h.
- El R.S. de 2,8 a 4,3 g/L predominado las aguas Cloruradas y Bicarbonatadas Sódicas.
- En algunos casos el Flúor y Arsénico exceden los límites recomendados.
- En la localidad de Selva se realizaron varias perforaciones que atraviesan varios acuíferos de mala calidad con Residuo Seco entre 9 y 96 g/L.



| DEPARTAMENTO     | LOCALIDAD              | POZO      | FECHA      | PROFUNDIDAD | ACUIFEROS | DEPRESION | CAUDALES /h | UBICACIÓN GEOGRAFICA   | OBSERVACIONES | FUENTE DE INF   |
|------------------|------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------------------|---------------|---|
|                  |                        |           |            |             |           |           |             | LATITUD                | LONGITUD      |   |
| ALBERDI          | SACHAYOJ               | POZO Nº 3 |            | 99,5        | 1         | 10,5      | 1200        |                        |               |   |
| ALBERDI          | MANISNIOJ              |           |            | 260         | 1         | SURGENTE  | 3000        |                        |               | DAGG  |
| ALBERDI          | SANTOS LUGARES         | POZO Nº 1 |            | 294         | 10        | SURGENTE  | 2700        |                        |               |   |
| BELGRANO         | BANDERA                | POZO Nº 3 |            | 563,45      |           |           |             |                        |               |   |
| MORENO           | QUIMILI                | POZO Nº 2 | 30/05/1909 | 445         | 13        | SIN DATO  | SIN DATO    | 27°38'55,08"S          | 62°24'7,64"O  | SALOBRES tenores salinos entre 14 y 33 g/l. CAPA 5 3g/l. CAPAS 11 Y 12 con 1,1 y 1,6g/l de sales. |
| MORENO           | SELVA                  | POZO Nº 1 | 15/03/1907 | 210         | 7         | SIN DATO  | SIN DATO    | 29°45'57,64"S          | 62° 3'15,05"O | SALOBRES tenores salinos entre 9 y 94 g/l.  |
| MORENO           | ALHUAMPA               | POZO Nº 1 | 03/05/1908 | 82,5        | 2         | SIN DATO  | SIN DATO    | 27° 7'52,67"S          | 62°32'54,53"O | SALOBRES tenores salinos entre 16 y 28 g/l.   |
| MORENO           | TINTINA                | POZO Nº 1 | 30/09/1908 | 65          | 1         | SIN DATO  | SIN DATO    | 27° 1'27,95"S          | 62°42'45,66"O | SALOBRE tenor salino 15 g/l.  |
| MORENO           | TACO YURAJ O MAGDALENA | POZO Nº 1 | 28/10/1942 | 432,4       | 6         | SIN DATO  | SIN DATO    | 27°34'32,49"S          | 63° 9'39,61"O | SALOBRES tenores salinos entre 23 y 61 g/l.   |
| MORENO           | LA FORTUNA             | POZO Nº 1 | 09/08/1943 | 320         | 5         | TOTAL     | 1260        | 27°30'1,02"S           | 63° 5'2,64"O  | Caudal y Depresion 1er acuífero a los 22,80m. El resto tenores salinos entre 30 y 64 g/l.         |
| MORENO           | SIMBOL POZO            | POZO Nº 1 | 12/07/1944 | 199         | 4         | SIN DATO  | SIN DATO    | 27°26'39,62"S          | 62°52'31,47"O | SALOBRES tenores salinos entre 20 y 48 g/l.   |
| ALBERDI          | DONADEU                | POZO Nº 1 | 02/08/1955 | 305         | 2         | SIN DATO  | 2500        | 26°43'39,78"S          | 62°43'23,88"O | SALOBRES tenores salinos entre 30 y 32 g/l.   |
| ALBERDI          | CAMPO GALLO            | POZO Nº 1 | 09/10/1936 | 587         | 7         | SIN DATO  | SIN DATO    | 26°35'3,27"S           | 62°50'47,33"O | SALOBRES tenores salinos entre 10 y 42 g/l.   |
| COPO             | MONTE QUEMADO          | POZO Nº 7 | 30/10/1953 | 364         | 4         | SIN DATO  | SIN DATO    | 25°48'1,24"S           | 62°49'47,75"O | SALOBRES tenores salinos entre 3,5 y 21 g/l.  |
| JUAN FELIPE IBAR | SUNCHO CORRAL          | POZO Nº 1 | 16/06/1921 | 306         | 7         | SIN DATO  | SIN DATO    | 27°56'11,32"S          | 63°25'32,60"O | SALOBRES tenores salinos entre 71 y 133 g/l.  |
| GRAL TABOADA     | ANATUYA                | POZO Nº 1 | SIN DATO   | 660         | 9         | SIN DATO  | SIN DATO    | ESTACION DE TRENES     |               | SALOBRES  |
| AGUIRRE          | ARGENTINA              | POZO Nº 1 | SIN DATO   | 39,7        | 2         | SIN DATO  | SIN DATO    | 350 m al NE de la Este |               | salobres e inaptas para consumo   |



# PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO RAPIDO QUIMILI



# PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO RAPIDO TINTINA



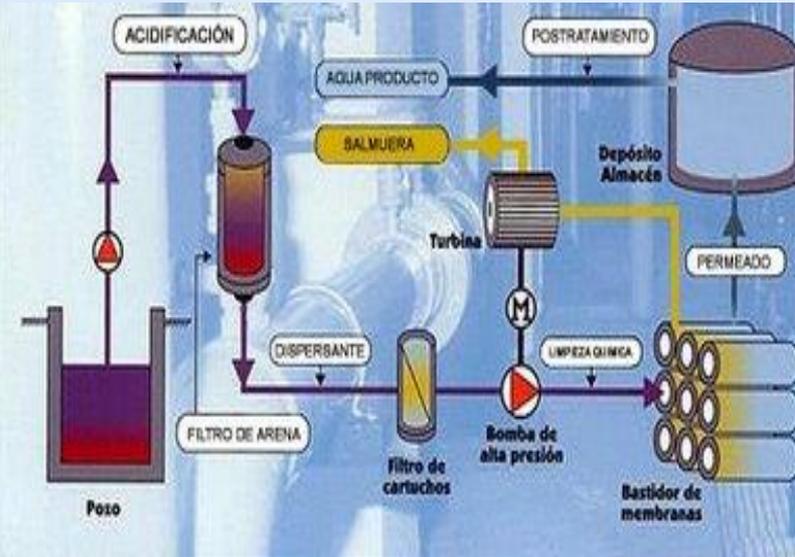
# COSECHA DE AGUA DE LLUVIA



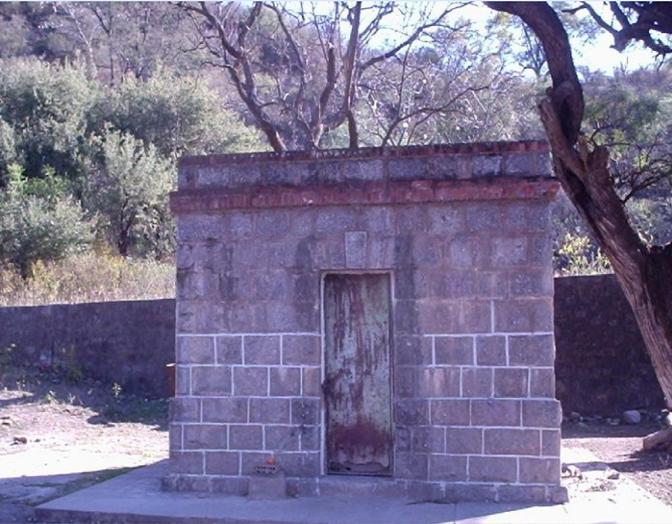
# PERFORACION PROFUNDA CON DISTRIBUCION DOMICILIARIA O GRIFO PUBLICO



# PERFORACION Y PLANTA DE OSMOSIS INVERSA



# GALERIAS FILTRANTES



# RESERVORIOS DE AGUA



# POZOS Y PERFORACIONES PARTICULARES



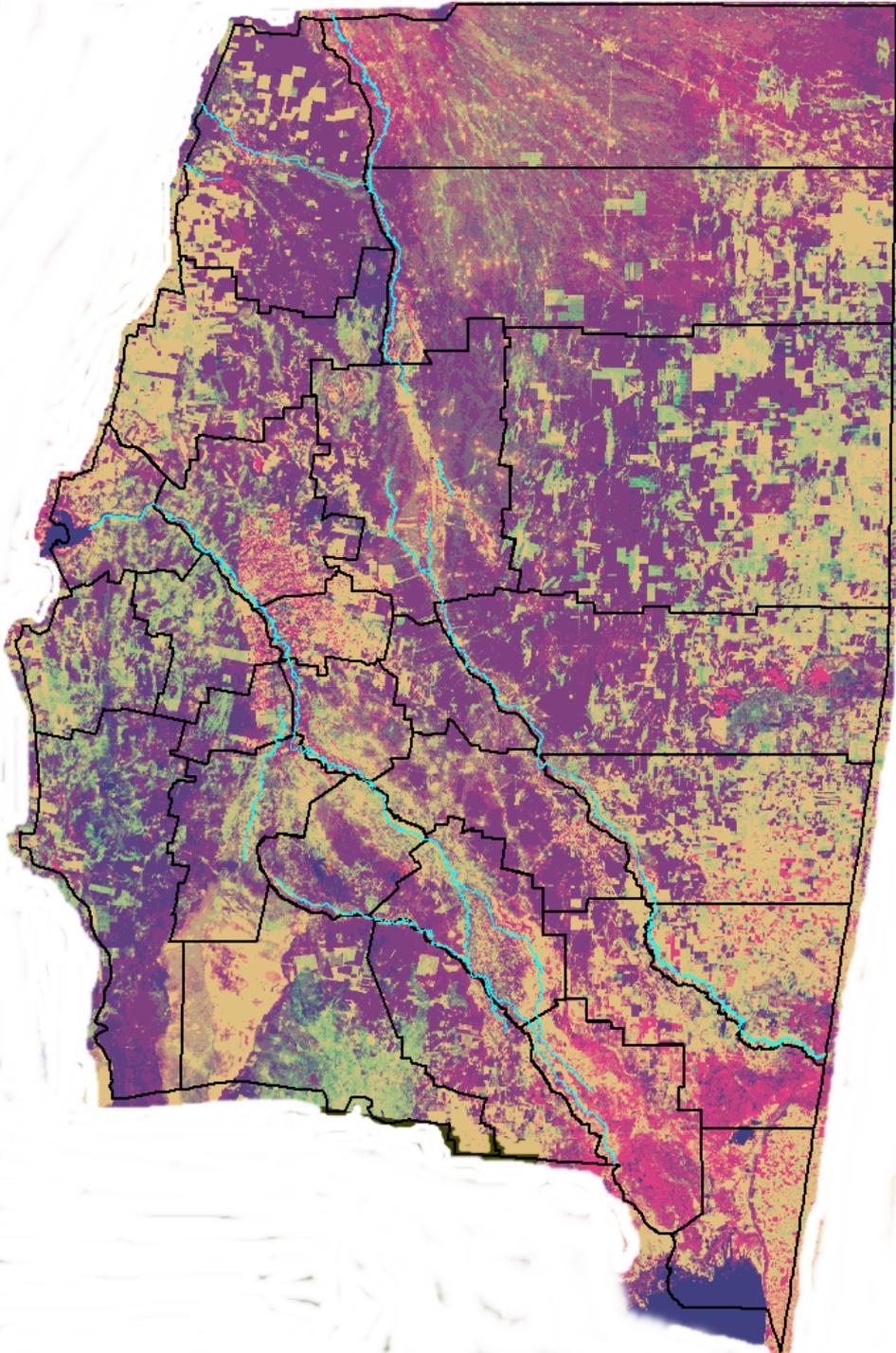
# ALGUNAS CONCLUSIONES

- **No se puede hablar de escases de agua en una Provincia que tiene una mesopotamia formada por dos Ríos permanentes que la cruzan.**
- **Desde mi opinión lo que faltan son obras civiles que aprovechen y deriven las aguas superficiales.**
- **Esas obras se deben pensar para la provisión de agua segura y el desarrollo socio económico de los pobladores.**
- **Como si fuera poco, también tiene agua subterránea, en cantidad y calidad variada pero que puede ser captada y distribuida y/o captada, tratada y distribuida.**
- **En estos casos se deben realizar estudios para identificar el acuífero más adecuado para el uso que se pretenda.**
- **Los sistemas seleccionados para su explotación deben ser los adecuados para un uso sustentable que asegure la cantidad y calidad del recurso.**

# ALGUNAS RECOMENDACIONES

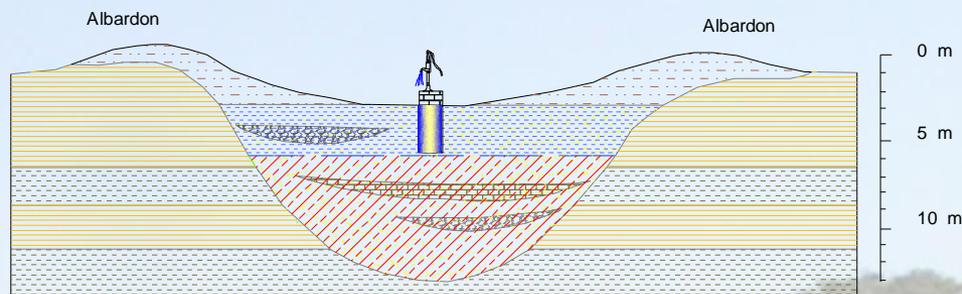




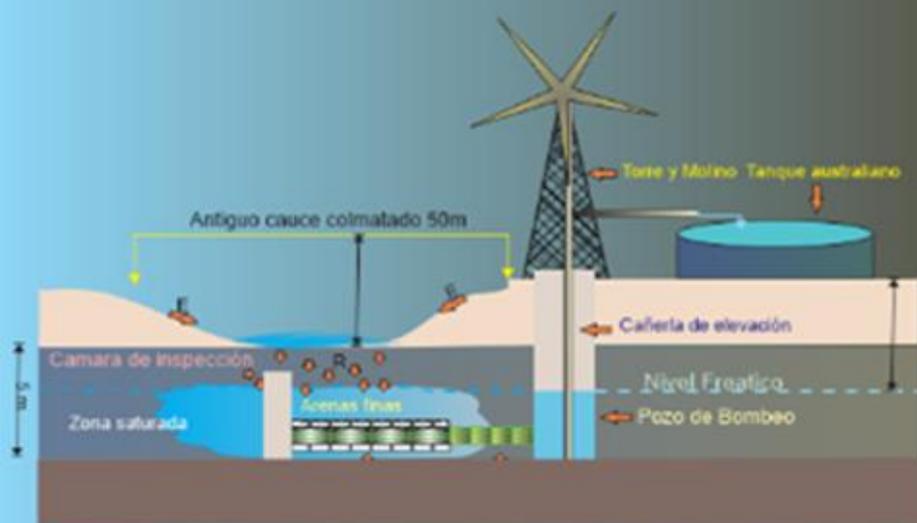


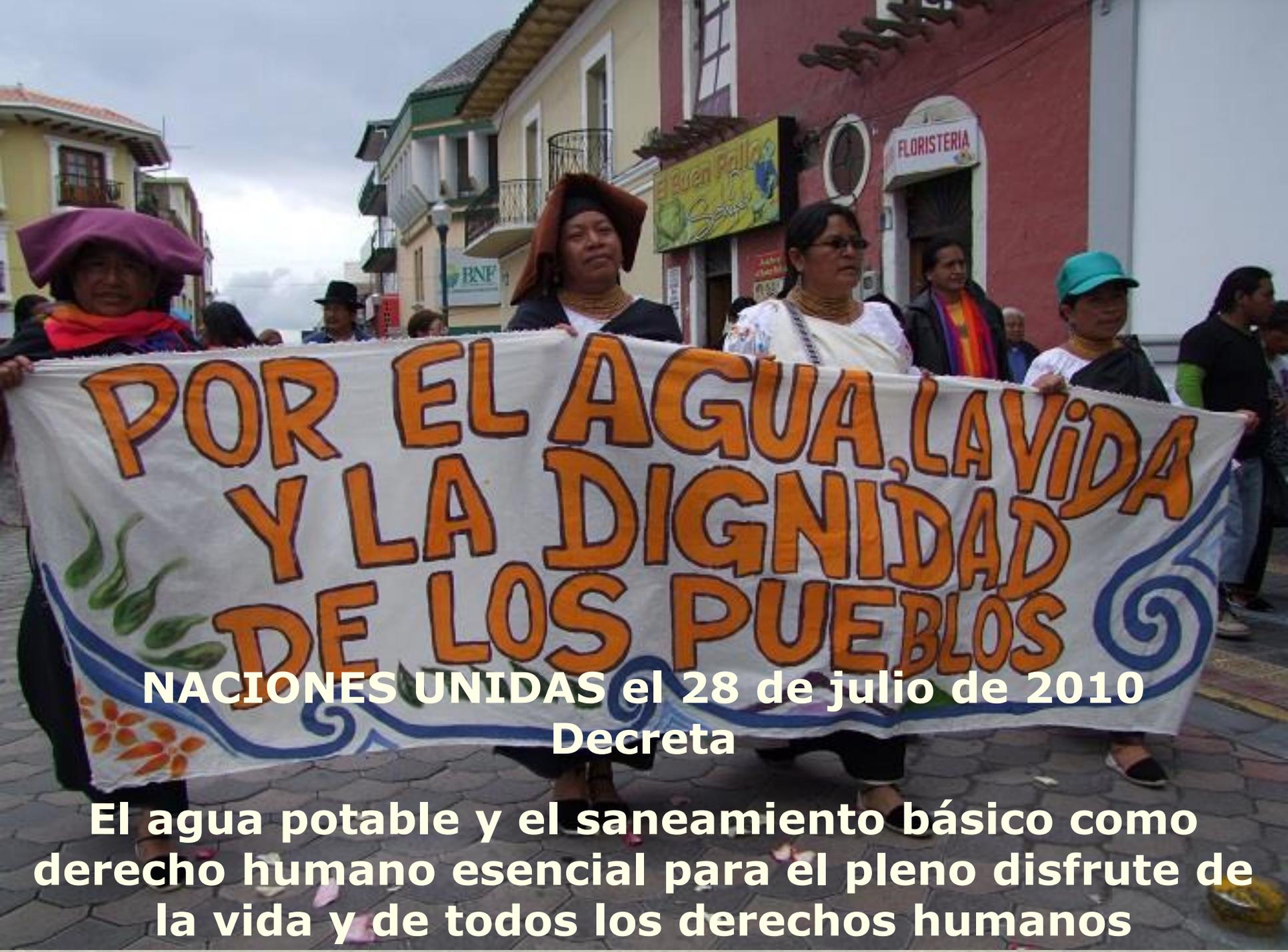
# 5.- PLANICIE LOÉSSICA

## 5.2 Zona De Paleocauces Del Rio Salado



Un esquema de explotación para antiguos cauces simples colmatados





**POR EL AGUA, LA VIDA  
Y LA DIGNIDAD  
DE LOS PUEBLOS**

**NACIONES UNIDAS el 28 de julio de 2010  
Decreta**

**El agua potable y el saneamiento básico como  
derecho humano esencial para el pleno disfrute de  
la vida y de todos los derechos humanos**

**MUCHAS  
GRACIAS**

