



Ministerio de Economía
Secretaría de Minería

DIRECCION NACIONAL DE MINERIA Y GEOLOGIA

(DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA)

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA FUTURA AREA URBANA

DE LA

CAPITAL FEDERAL

realizado por

Mario Franchi, Omar Lapido, José Mendía y Victor Ramos

Buenos Aires
Setiembre, 1986



INTRODUCCION

El presente informe tiene como objetivo el conocimiento de las características geológicas superficiales y del subsuelo del futuro ejido urbano de la nueva capital de la República, para que sirva de base a los trabajos de planificación urbana a realizar por la Comisión Técnica Asesora creada a tales fines por el Decreto 528/86.

El trabajo en su primera fase abarcó las siguientes etapas, realizadas durante el mes de agosto y primeros días del mes de setiembre de 1986.

- I.- Compilación de los antecedentes geológicos del área y sectores aledaños de influencia.
- II.- Obtención de las imágenes satelitarias del programa LANDSAT que abarcan el valle inferior del río Negro.
- III.- Obtención de las fotografías aéreas a escala 1:50.000 realizadas por IFTA, entre las proximidades de Viedma-Patagones y la desembocadura del río Negro, así como las de escala 1:20.000 correspondientes al área prioritaria que comprende al futuro ejido urbano, realizadas por la Fuerza Aérea.
- IV.- Análisis de las imágenes y fotografías de escala menor para ubicar en el marco regional el área prioritaria. Como resultado de esta etapa se elaboró el mapa geológico a escala 1:50.000 (véase mapa geológico anexo al presente informe).
- V.- Análisis estereoscópico de los pares fotográficos a escala 1:20.000, a fin de reconocer las distintas unidades del terreno aflorante en el área prioritaria.
- VI.- Elaboración del plan de trabajos en el campo para verificar y complementar la información fotointerpretada a partir de las fotografía aéreas.
- VII.- Realización de las tareas de campaña que abarcaron las siguientes etapas:
 - A. Muestreo de las diferentes unidades aflorantes.
 - B. Realización de sondeos subsuperficiales para establecer la naturaleza del terreno, sus características mineralógicas y la profundidad del acuífero (este último ítem principalmente en la



margen sur del Río Negro).

C. Mapeo de los diferentes depósitos aflorantes sobre la margen norte del río, sondeos subsuperficiales para observar el comportamiento en profundidad de los suelos, descenso a excavaciones existentes para verificar la posición del acuífero y las características de los terrenos atravesados.

D. Realización de perfiles geoelectricos con el objeto de complementar los datos obtenidos de las perforaciones, determinar los espesores posibles de aluvión y, en el caso de la margen izquierda establecer la profundidad de la capa freática, presencia de niveles de tosca, etc.

VIII. Ejecución de las tareas de laboratorio y gabinete abarcando los siguientes items:

A. Análisis sedimentológico de las muestras obtenidas a fin de caracterizar sus fracciones granulométricas, su composición por rayos X y sus características expansivas.

B. Elaboración del mapa geológico a escala 1:10.000 sobre la base del mapa topográfico confeccionado por el Instituto Geográfico Militar.

C. Elaboración de los perfiles de los sondeos y cálculo de la altura de los niveles freáticos observados en el campo.

D. Presentación en un breve informe de los resultados y datos obtenidos y sus respectivas conclusiones.

La segunda fase de los trabajos geológicos comprendería el estudio del área de influencia para tener en cuenta futuros planes de expansión de la nueva Capital o áreas urbanas a desarrollar en sus proximidades.

Ubicación del área

El área estudiada se ubica a unos 7 km al este del actual perímetro urbano de la ciudad de Viedma, abarcando 50 kilómetros cuadrados, como se observa en la figura 1. Esta superficie quedaba comprendida un 50 % en la Provincia de Buenos Aires y un 50 % en la provincia de Río Negro, quedando a unos 15 kilómetros del litoral marítimo.

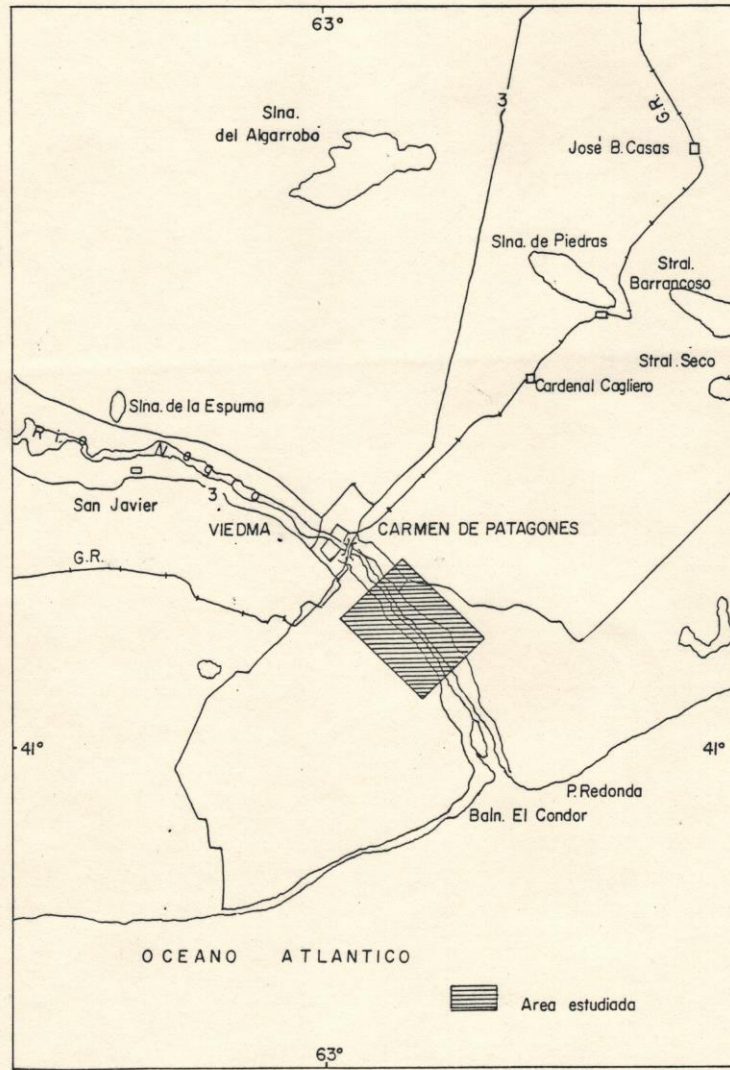


Figura 1: Mapa de ubicación del área estudiada



G E O L O G I A

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La futura capital de la República se halla ubicada en el extremo sureste de la cuenca sedimentaria del Colorado, vecina a la provincia geológica del Macizo Nordpatagónico o de Somuncura. Por lo tanto las unidades aflorantes en la comarca son características de los términos superiores de esta cuenca sedimentaria.

Los terrenos geológicos aflorantes están exclusivamente compuestos por depósitos sedimentarios de incipiente litificación o no consolidados. Estos corresponden, enumerados de mayor a menor antigüedad, a las siguientes unidades:

- Formación Río Negro de edad pliocena (2 a 5 millones de años de antigüedad).
- Depósitos Tehuelches o Patagónicos (2 a 1 Ma aproximadamente).
- Depósitos de llanuras de marea formados durante el Holoceno por la acción mixta en un antiguo estuario de la desembocadura del Río Negro (<10.000 años).
- Depósitos aluviales de la llanura de inundación del actual valle del Río Negro de edad holocena, (<<< 10.000 años).
- Depósitos evaporíticos de depresiones de agua temporaria.
- Depósitos coluviales de las barrancas norte y sur.

DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES

a.- Formación Río Negro

Esta unidad ha sido reconocida en las proximidades de Carmen de Patagones desde los primeros estudios de D'Orbigny (1842) y Darwin (1846), siendo nominada por primera vez por Roth (1893) bajo el presente nombre.

En el área bajo análisis ha sido estudiada por Andreis (1965), cuyos resultados han sido utilizados como base del



presente informe.

La Formación Río Negro se apoya sobre una secuencia de arcillas y areniscas arcillosas de origen marino, las que se ubican a más de 30 m de profundidad en el área seleccionada para su estudio.

Un perfil típico de esta unidad (véase figura 2), expuesto en la barranca norte del Río Negro, al este de la

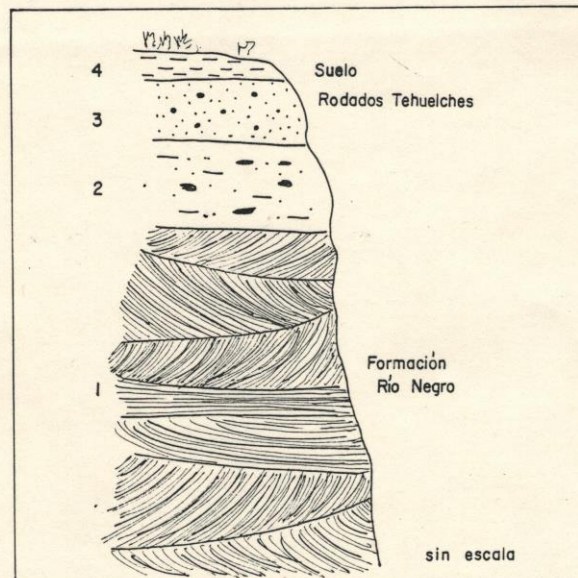


Figura 2: Perfil típico de las barrancas al norte del Río Negro.-

localidad de Carmen de Patagones, descripto de abajo hacia arriba comprende los siguientes términos:

- 1) Areniscas gris azuladas, con marcada laminación



entrecruzada, con intercalación de bancos psamíticos macizos, limolitas rosadas a rojizas y amarillentas y escasos conglomerados de distribución lenticular, variando en espesor de 10 a 25 metros. La laminación entrecruzada varía de tabular a lenticular y cuneiforme.

2) Complejo areno-arcilloso de 1,5 a 2,5 m de espesor, constituido por arcillas castaño rojizas con intercalaciones de yeso, originado probablemente por removilización de la unidad inferior.

3) Cubierta de rodados más o menos dispersos, inmersos en una matriz arenosa, parcialmente cementados por una película de carbonato pulvulento, formados probablemente por erosión y eliminación parcial de los depósitos Tehuelches. Su espesor es variable entre 0,5 y 1,5 metros.

4) Suelos loessoides a franco arenosos de espesor muy variable, en su parte inferior cementados por carbonato de calcio.

Las unidades 1 y probablemente la 2, del perfil descripto corresponden a la Formación Río Negro.

Las areniscas están pobremente consolidadas y son friables, desagregándose al tacto. Predominan las fracciones medianas a finas (96 % del total), con una mayor distribución de los términos mediano-fino y fino-mediano (68 % del total), estando la mayoría de los granos comprendidos entre 125 y 250 micrones. En el cuadro I se presentan los resultados granulométricos de tres perfiles de la barranca norte del río.

La composición mineralógica de las areniscas es notablemente homogénea predominando los clastos de volcanitas (las ácidas muy subordinadas a las básicas) (21 a 45 % del total de clastos), plagioclasas básicas a intermedias (20 al 48 %), abundante magnetita (1 a 5 %), hipersteno (1 a 8 %), hornblenda (1 a 3 %), cuarzo (1 a 7 %), y otros clastos minerales en menor proporción. Los minerales dominantes son metaestables en su mayor



parte a estables, denotando una singular frescura y falta de alteración. No se han encontrado componentes nocivos a su aplicación como argamasas o de alteración expansible.

CUADRO I: ANALISIS GRANULOMETRICO
DE ARENAS DE LA FORMACION RIO NEGRO

N° muestra	Abertura del tamiz en micrones									
	710	500	350	250	177	125	88	62	44	Residuo
CC 98	0,4	5,3	10,9	30,7	13,1	33,7	5,0	0,9	--	----
99	--	5,3	25,3	28,5	11,5	24,1	4,8	0,5	--	----
13 Cab ¹	0,5	5,0	12,4	31,6	26,0	17,2	5,8	1,0	0,5	----
Cab ³	2,8	44,2	23,9	15,9	5,3	6,4	1,0	0,4	--	----
Cab ⁴	1,5	18,5	27,0	31,3	8,7	7,0	2,0	1,2	1,0	1,8
Cab ⁵	--	6,0	18,0	28,6	14,4	16,9	4,0	1,1	0,4	0,4
Cab ⁶	11,8	41,5	44,7	6,4	3,5	0,7	--	--	--	----
Cab ⁷	--	0,4	4,6	45,0	26,0	22,0	1,7	0,2	--	----
Cab ⁸	--	0,1	1,8	14,9	22,3	45,6	10,5	3,2	1,3	0,1

Se puede concluir que las areniscas de la Formación Río Negro tienen buenas aptitudes como material portante, son de notable homogeneidad, por lo que una vez establecidos sus parámetros mecánicos sería de fácil extrapolación para el área ubicada al norte de las barrancas.

b.- Depósitos Tehuelches o niveles equivalentes

Si bien esta unidad está bien representada en la parte alta de las barrancas en la región occidental adyacente, en los perfiles estudiados los niveles asignables a esta formación están



constituidos por un material arenoso-arcilloso portador de rodados dispersos. El diámetro de los clastos es mediano a fino, excediendo sólo esporádicamente los 2 cm. Su composición dominante corresponde a clastos de volcanita (más frecuentes que los de pedernal).

La participación de rodados en los depósitos normalmente no excede el 5 a 10 %, encontrándose en los bordes de la barranca, mantos con una mayor concentración debido a la eliminación diferencial del material arenoso-pelitico.

Es frecuente que los niveles más permeables se hallen en parte recubiertos por una pátina de carbonato, la que permite conferir a los depósitos una mayor consolidación. Estos niveles fácilmente identificables en los bordes de la barranca por su color blanquecino (debido al desarrollo de tosca), han sido también atravesados en los sondeos N° 13 y 14, donde alcanzaron un desarrollo vertical considerable. En el mapa geológico se han identificado los niveles de tosca, los que continúan en el subsuelo hacia el norte de la línea de afloramientos en forma variable. Son inexistentes hacia el sur de esta línea de afloramientos (véase mapa geológico a escala 1:10.000).

c.- Depósitos de llanuras de marea holocenas

Estos componen el extenso manto de depósitos que rellenan el valle inferior del Río Negro. Están constituidos por materiales clásticos finos a muy finos, y su caracterización litológica ha sido realizada mediante sondeos de 4 a 7,50 m b.c.p. de profundidad. Las figuras 3 a 9 ilustran los perfiles realizados a partir del análisis granulométrico y sedimentológico de los mismos.

Su deposición aconteció en un antiguo estuario invadido por la acción de las mareas, bajo el influjo de un curso de agua de características diferentes al actual Río Negro. Estas características le confieren al depósito una serie de peculiaridades propias, tales como:

- Predominio de términos pelíticos (fracción clástica



SECTOR NORTE

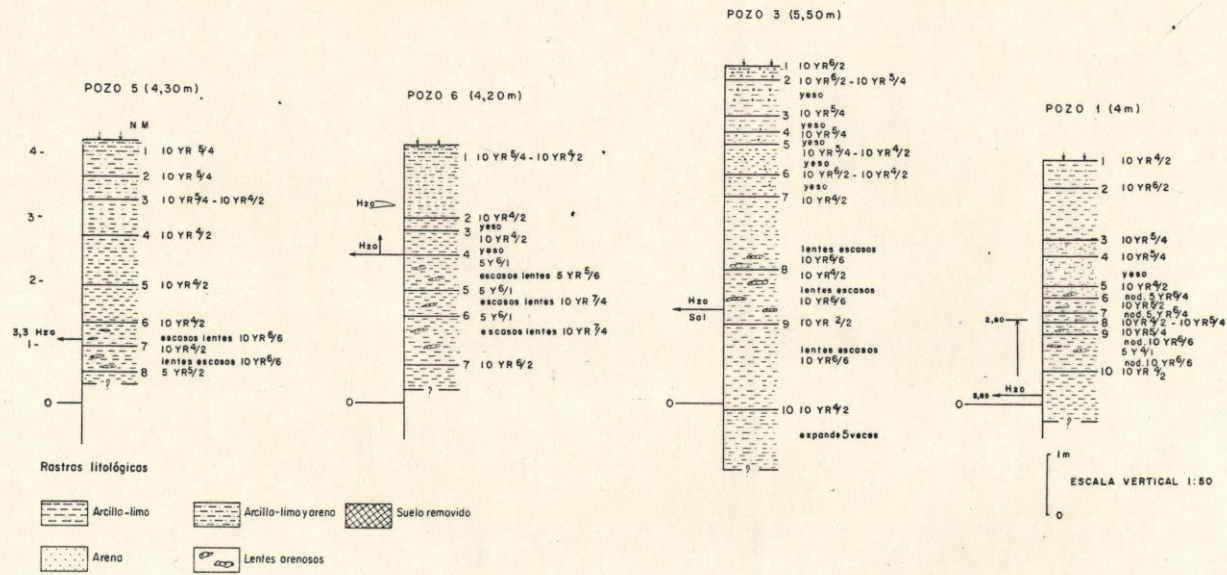


Figura 3: Perfiles litológicos de los sondajes realizados en el sector norte de la margen derecha del Río Negro (la clave de colores está indicada en la fig. 7).

Fig. 3



inferior a 1/16 mm).

- Sobresaturación salina de los depósitos, en especial cloruros o sulfatos.

- Presencia de canales de marea de mayor granulometría, con predominio de la fracción arena.

Es interesante destacar que el futuro ejido urbano será construido principalmente en el sector rionegrino sobre estos depósitos.

d.- Depósitos aluviales de llanura de inundación holocenos

Estos depósitos constituyen los sedimentos finos que tapizan bajos y meandros abandonados. Se preservan en especial en la margen derecha del valle del Río Negro, en el bajo del Juncal y otras depresiones menores.

Se los ha dividido en tres niveles, inferior, superior y actuales, de acuerdo a la edad relativa de los mismos, aunque su litología presenta características similares.

El espesor de estos terrenos es mínimo, generalmente menor a un metro y se desarrollan por encima de los depósitos de la llanura mareal.

e.- Depósitos evaporíticos

En el área estudiada se han localizado dos depresiones en las que se han acumulado depósitos salinos de naturaleza evaporítica. Estas se encuentran unos pocos kilómetros al este del actual aeropuerto, e inmediatamente al sur del futuro ejido urbano, los que se ilustran en el mapa a escala 1:50.000 que acompaña el presente informe.

f.- Depósitos coluviales

Estos depósitos se concentran en los tramos de menor pendiente de las barrancas del sector bonaerense, cubriendo parcialmente a la Formación Río Negro. Se hallan además en menor desarrollo relativo, sobre la ladera sur del valle.

Su espesor es reducido, pero dado lo inestable de las pendientes desarrolladas en los mismos debe ser tenido en cuenta para futuras fundaciones.

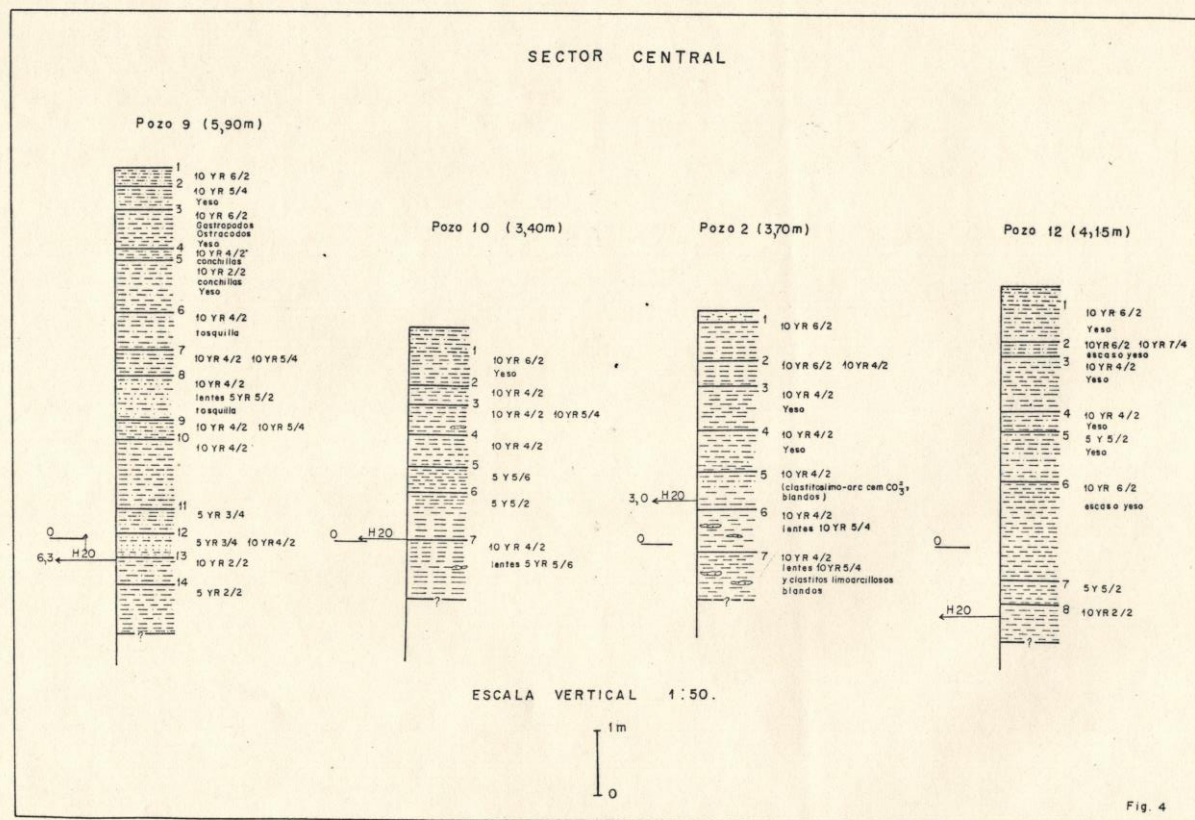


Figura 4: Perfiles litológicos de los sondeos realizados en el sector central de la margen derecha del Río Negro (la clave de colores está indicada en la fig. 7).



RESULTADO DE LAS PERFORACIONES EFECTUADAS

a.- Características de la margen derecha del Río Negro

Con el objeto de caracterizar el substrato del sector al sur del Río Negro se efectuaron doce perforaciones, cuyos perfiles detallados se presentan en las figuras 3 a la 7. En estas perforaciones se tomaron muestras representativas de los distintos horizontes litológicos, a fin de poder realizar su caracterización física. De cada muestra se realizó un análisis granulométrico y en las fracciones limoarcillosas dominantes se efectuaron ensayos de dilatación libre y de rayos roetgenogràgicos. Los primeros fueron realizados a fin de detectar la presencia de arcillas expandibles, mientras que los segundos tuvieron como objetivo la caracterización mineralógica de las arcillas presentes.

Como conclusión parcial de los análisis efectuados, se puede afirmar que el substrato, hasta una profundidad de 4 a 5 metros, está compuesto por un material limo-arcilloso con cantidades subordinadas de arena del tipo fino a muy fino. Las características granulométricas de estos sedimentos clásticos se presentan en el cuadro II y se ilustran en los gráficos de las figuras 8 y 9.

Los tamices utilizados para el análisis granulométrico han permitido separar las siguientes fracciones:

- > 500 micrones : arena gruesa
- 500 - 250 micrones : arena mediana
- 250 - 125 micrones : arena fina
- 125 - 62 micrones : arena muy fina
- < 62 micrones : limoarcilla

El neto predominio de la fracción limoarcillosa es coherente con la interpretación de estos depósitos como producidos por la acción de las mareas dentro de un estuario dominado durante su periodo de depositación por procesos marinos. Estas características son parcialmente corroborados por la sobresaturación salina que presentan los depósitos atravesados.

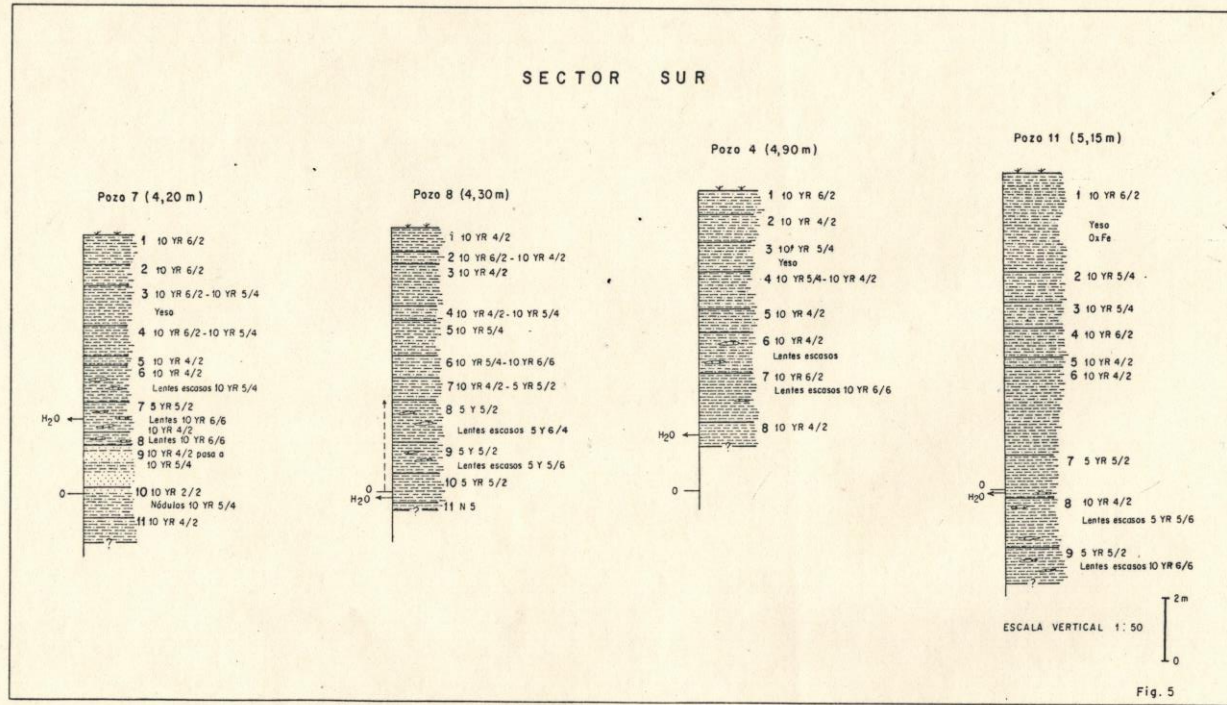


Figura 5: Perfiles litológicos de los sondeos realizados en el sector sur de la margen derecha del Río Negro (la clave de colores está indicada en la fig. 7).



CUADRO II: ANALISIS GRANULOMETRICO

DE LOS SEDIMENTOS CLASTICOS DE LA LLANURA MAREAL HOLOCENA

N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62
<u>Pozo N° 1</u>						
M1	0,48	1,00	0,50	1,70	9,00	87,80
M2	1,33	1,70	0,60	0,80	6,80	92,40
M3	1,58	1,80	0,20	6,20	36,20	55,60
M4	2,05	0,50	0,40	10,60	35,60	52,90
M5	2,25	0,50	0,40	1,00	3,90	94,10
M6	2,45	0,10	0,30	0,50	1,90	97,00
M7	2,65	1,10	1,10	0,80	1,50	95,50
M8	2,85	0,60	0,60	1,80	2,90	94,10
M9	3,05	0,40	0,30	0,40	0,90	98,00
M10	4,30	0,90	0,10	0,50	0,60	97,90
<u>Pozo N° 2</u>						
M1	0,80	0,70	0,40	0,30	0,80	97,80
M2	1,20	1,20	0,60	0,60	1,40	96,20
M3	1,95	--	0,10	0,20	1,30	98,40
M4	2,55	0,30	0,80	0,60	4,00	94,30
M5	3,15	0,40	1,00	0,90	4,60	93,10
M6	3,82	0,10	0,30	0,60	4,00	95,00
M7	4,00	0,40	0,60	0,50	4,00	94,50
<u>Pozo N° 3</u>						
M1	3,20	2,80	3,10	3,20	7,10	80,40
M2	2,80	2,80	2,00	1,10	2,00	89,30
M3	1,40	0,80	0,60	0,40	2,20	94,60
M4	1,80	0,60	0,80	0,80	1,40	94,60
M5	1,00	0,60	0,60	0,50	1,00	96,30
M6	2,00	0,10	0,10	0,40	2,20	95,20
M7	--	0,40	0,40	0,40	5,00	93,80
M8	0,60	0,60	0,80	0,80	1,60	95,60
M9	0,60	0,40	0,60	0,60	1,60	96,20
M10	0,80	1,00	1,10	1,00	2,20	94,10



N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62

Pozo N° 4

M1	--	0,30	0,30	1,00	4,90	93,60
M2	2,60	1,60	1,40	1,40	2,40	90,60
M3	0,40	0,60	1,40	1,40	1,20	95,00
M4	1,80	0,20	0,20	0,50	12,20	85,10
M5	2,00	0,20	0,20	0,60	18,60	78,40
M6	2,80	0,40	0,60	1,20	4,60	90,40
M7	--	--	0,20	0,30	0,20	99,30
M8	--	0,20	0,20	0,30	0,30	99,00

Pozo N° 5

M1	--	4,00	2,00	2,00	10,20	81,80
M2	--	--	0,20	1,60	18,00	80,20
M3	--	1,20	1,50	2,00	6,80	88,50
M4	--	0,60	1,00	1,20	2,00	95,20
M5	--	0,10	0,80	1,00	1,50	96,60
M6	--	0,40	0,80	0,40	0,80	97,60
M7	0,70	0,40	0,60	0,40	1,20	96,70
M8	--	0,20	0,30	0,40	0,50	98,60

Pozo N° 6

M1	4,40	0,40	0,40	8,00	42,40	44,40
M2	--	0,20	0,20	0,40	1,50	97,70
M3	--	1,00	0,80	1,00	2,00	95,20
M4	--	2,20	1,60	1,20	1,00	94,00
M5	--	0,10	0,10	0,20	0,40	99,20
M6	2,60	0,80	0,60	0,60	0,80	94,60
M7	--	<0,10	<0,10	0,10	0,20	99,60



Ministerio de Economía
Secretaría de Minería

17

N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62
<u>Pozo N° 7</u>						
M1	4,60	1,00	1,00	1,20	5,60	86,60
M2	--	0,40	0,20	0,20	1,60	97,60
M3	--	1,80	0,40	0,40	0,60	96,80
M4	--	0,20	0,40	0,40	0,80	98,20
M5	--	--	0,20	0,20	0,40	99,20
M6	--	0,20	0,40	0,40	0,60	98,40
M7	--	0,30	0,10	0,40	8,80	90,40
M8	--	0,20	0,20	1,00	20,00	78,60
M9	--	0,20	0,20	7,40	64,00	28,20
M10	--	0,20	0,20	2,20	23,40	74,00
M11	--	0,20	0,20	1,80	14,00	83,80
<u>Pozo N° 8</u>						
M1	--	0,05	0,05	0,20	0,60	99,10
M2	--	0,50	0,20	0,20	8,20	90,90
M3	--	0,20	0,20	0,20	2,20	97,20
M4	--	0,60	0,20	0,80	12,20	86,20
M5	--	0,10	0,20	0,30	6,00	93,40
M6	--	2,30	1,50	1,30	4,00	90,90
M7	--	2,00	1,00	0,80	3,40	92,80
M8	--	0,60	0,60	0,80	3,00	95,00
M9	--	0,30	0,20	0,10	0,60	98,80
M10	--	0,60	0,30	0,20	1,30	97,60
M11	--	0,10	0,10	0,20	0,40	99,20
<u>Pozo N° 9</u>						
M1	--	0,80	0,70	3,30	46,80	48,40
M2	--	0,20	0,40	1,40	32,00	66,00
M3	--	0,20	0,20	0,40	8,20	91,00
M4	--	1,80	0,50	0,60	9,40	87,70
M5	--	9,60	2,00	1,60	8,90	77,90
M6	6,40	0,90	0,80	1,10	8,00	82,80
M7	3,10	0,40	0,40	0,60	4,60	90,90
M8	4,30	0,10	0,20	1,6	56,00	37,80
M9	--	0,30	0,20	1,50	49,30	48,70
M10	--	0,40	0,20	1,00	26,00	72,40
M11	--	0,60	0,30	2,80	48,00	48,30
M12	--	0,80	0,30	6,20	64,60	28,10
M13	--	0,10	0,20	4,60	39,00	56,10
M14	--	0,20	0,10	1,10	24,00	74,60



N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62
<u>Pozo N° 10</u>						
M1	--	1,20	0,40	0,60	3,00	94,80
M2	--	0,20	0,20	0,10	0,50	99,00
M3	--	--	0,10	0,10	1,80	98,00
M4	--	--	--	0,10	0,10	99,80
M5	--	--	--	0,10	0,10	99,80
M6	--	--	0,10	0,10	0,20	99,60
M7	--	--	--	0,10	0,10	99,80

<u>Pozo N° 11</u>						
M1	--	2,00	1,60	2,00	9,80	84,60
M2	--	0,80	0,50	0,40	2,80	95,50
M3	--	0,50	0,40	0,50	6,00	92,60
M4	--	0,20	0,60	0,80	2,60	95,60
M5	--	0,50	0,40	0,40	4,20	94,50
M6	--	0,30	0,40	0,60	4,20	94,50
M7	--	--	0,30	0,20	0,60	98,70
M8	--	0,70	0,20	0,20	6,60	92,30
M9	--	0,40	0,40	0,20	0,40	98,60

<u>Pozo N° 12</u>						
M1	2,00	0,60	0,50	0,40	0,20	96,30
M2	--	0,40	0,10	0,20	16,40	82,90
M3	0,20	0,20	0,20	0,20	2,00	97,20
M4	0,70	0,40	0,30	0,30	0,70	97,60
M5	1,70	0,40	0,50	0,90	1,30	95,40
M6	--	0,10	0,10	0,20	0,50	99,10
M7	0,10	--	0,10	0,10	0,20	99,40
M8	0,20	0,20	0,20	0,70	0,30	98,40

En una de las perforaciones (Pozo N° 9) se han encontrado microfósiles. Su estudio permitió identificar la presencia de los siguientes ostrácodos:

Perissocytheridea sp.

Ilyocypris? sp.

Limnocypris sp.

El primero de estos ostrácodos indica un ambiente marino litoral a salobre, mientras que los otros corresponden a

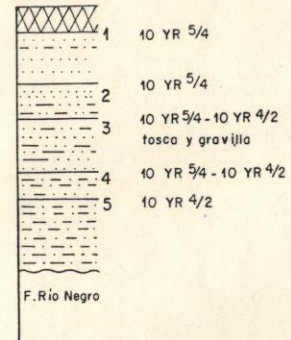
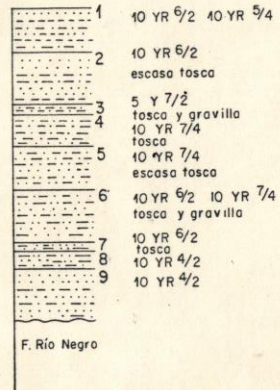
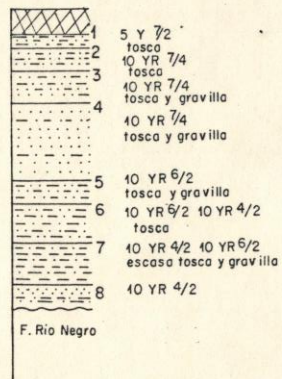


PERFILES AL NORTE DEL RIO NEGRO

Pozo 14 (37,10 m)

Pozo 13 (25,50 m)

Pozo 15 (34,60 m)



ESCALA VERTICAL 1:50

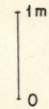


Fig. 6

Figura 6: Perfiles litológicos de los sondeos realizados en la margen izquierda del Río Negro (la clave de colores está indicada en la fig. 7).



ambientes de agua dulce y salobre. Estos permiten confirmar que los depósitos estudiados pertenecen a un ambiente litoral de naturaleza salobre, con francas conexiones con el mar.

a.1.- Caracterización de los depósitos arcillosos

Dada la naturaleza arcillosa del substrato se ha prestado especial atención en la caracterización de las arcillas presentes tanto desde el punto de vista mineralógico, como de sus características físicas. Es sabido los problemas que se presentan en la cimentación de obras en regiones áridas y semiáridas por el desarrollo de suelos arcillosos susceptibles a hinchamiento cuando son saturados en agua, o a contraerse cuando son secados, debido a variaciones del nivel freático o al destape por excavaciones en obras. La bentonita es una de las arcillas montmorilloníticas típicas por su capacidad de expansión.

La capacidad de expansión o expansividad de una arcilla depende en forma primordial de su proporción en montmorillonita sódica. La causa básica de la dilatación reside en la atracción y absorción del agua por las redes cristalinas susceptibles de expansión.

A fin de identificar las arcillas presentes se procedió a analizar mediante rayos X muestras representativas de distintas perforaciones. Los resultados obtenidos sobre muestras en suspensión de la fracción arcillosa se ilustran en el cuadro III.

CUADRO III: ANALISIS ROETGENOGRAFICO

DE ARCILLAS REPRESENTATIVAS DE LA LLANURA MAREAL HOLOCENA

Perforación	N° de muestra	Mineralogía	Porcentaje
Pozo N° 1	M6	Montmorillonita	100 %

Vestigios de illita., yeso y cuarzo



Ministerio de Economía
Secretaría de Minería

21

	M10	Montmorillonita	89 %
		Illita	11 %
Vestigios de cuarzo y feldespato potásico			

Pozo N° 2	M4	Montmorillonita	79 %
		Illita	21 %
Vestigios de yeso, feldespato potásico y cuarzo			

Pozo N° 2	M7	Montmorillonita	80 %
		Illita	20 %
Vestigios de cuarzo, feldespato potásico y cloritas			
Pozo N° 3	M10	Montmorillonita	72 %
		Illita	15 %
		Caolinita-clorita	13 %
Presencia de cuarzo y feldespato			

Pozo N° 4	M6		
		Abundante yeso, cuarzo y feldespato potásico. En forma subordinada montmorillonita e illita	

Pozo N° 5	M5	Montmorillonita	77 %
		Illita	10 %
		Caolinita	13 %
Presencia de cuarzo y feldespato potásico			
	M8	Montmorillonita	100 %
		Bastante cuarzo, y feldespato potásico. Vestigios de clorita	



Pozo N° 7	M9	Montmorillonita	67 %
		Illita	33 %

Bastante cuarzo y feldespató. Vestigios de clorita y de interestratificaciones mal definidas

Pozo N° 7	M11	Montmorillonita	57 %
		Illita	26 %
		Clorita	17 %

Vestigios de cuarzo y feldespató

Pozo N° 11	M8	Montmorillonita	87 %
		Illita	13 %

Vestigios de cuarzo y feldespató potásico

	M9	Montmorillonita	80 %
		Illita	14 %
		Caolinita	6 %

Vestigios de cuarzo y feldespató potásico

Debido a la abundancia de montmorillonita en las muestras analizadas por rayos X, se procedió a realizar ensayos de dilatación libre a fin de determinar su capacidad expansiva.

Los resultados obtenidos en los análisis de dilatación libre se ilustran en el cuadro IV.

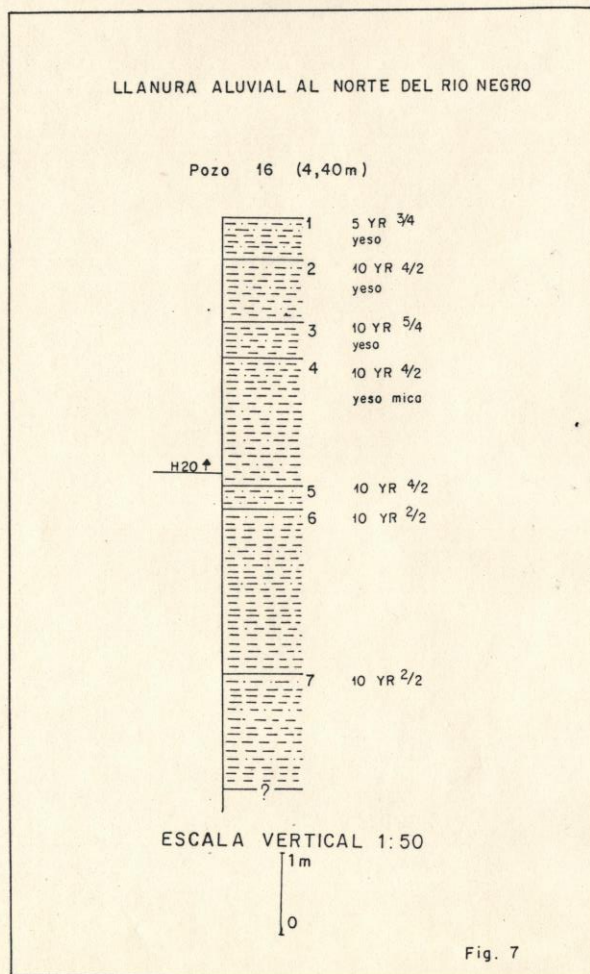


Figura 7: Perfil litológico del sondeo realizado sobre la llanura aluvial sobre la margen izquierda del Río Negro con referencia de los colores utilizados en las figuras 3 a 6.

REFERENCIAS
LISTA DE COLORES

10 y R 4/2	pardo amarillento oscuro
10 y R 6/2	pardo amarillento claro
10 y R 5/4	pardo amarillento mediano
5 y R 5/2	pardo pálido
5 y R 6/4	pardo claro
5 y 4/1	gris oliva
10 y R 6/6	anaranjado amarillento oscuro
10 y R 2/2	pardo amarillento muy oscuro
5 y 6/1	gris oliva claro
5 y R 5/6	pardo claro
10 y R 7/4	anaranjado grisáceo
5 y 5/2	gris oliva claro
5 y 6/4	amarillo muy oscuro
N 5	gris mediano
5 y R 3/4	pardo moderado
5 y 7/2	gris amarillento
5 y 5/6	pardo oliva claro



CUADRO IV: ANALISIS DE DILATACION LIBRE
DE MUESTRAS DE ARCILLAS DE LA LLANURA MAREAL HOLOCENA

Perforación	N° de muestra	Capacidad de hinchamiento
Pozo N° 1	M6	Dos veces su volumen
	M10	Tres veces su volumen
Pozo N° 2	M4	Dos veces su volumen
	M7	Dos veces su volumen
Pozo N° 3	M10	Cinco veces su volumen
Pozo N° 4	M6	Tres veces su volumen
Pozo N° 5	M5	Dos veces su volumen
	M8	Cuatro veces su volumen
Pozo N° 7	M9	Dos veces su volumen
	M11	Tres veces su volumen
Pozo N° 11	M8	Dos veces su volumen
	M9	Tres veces su volumen

Como se observa en los resultados obtenidos no se ha detectado la presencia de arcillas con capacidad destructiva de expansión. Sin embargo se llama la atención por la presencia de algunos niveles como el M10 de la perforación N° 3, en la que se constató la presencia de un horizonte de 1,00 m de espesor con una capacidad de dilatación libre de cinco veces su volumen, la que está en el límite de una capacidad de dilatación crítica y puede presentar problemas técnicos para cierto tipo de cimentaciones o para su uso en basamento de carreteras.

La capacidad de expansión de algunas de las arcillas analizadas permite inferir la presencia de montmorillonita sódica, cuyos porcentajes cuantitativos deberán ser analizados

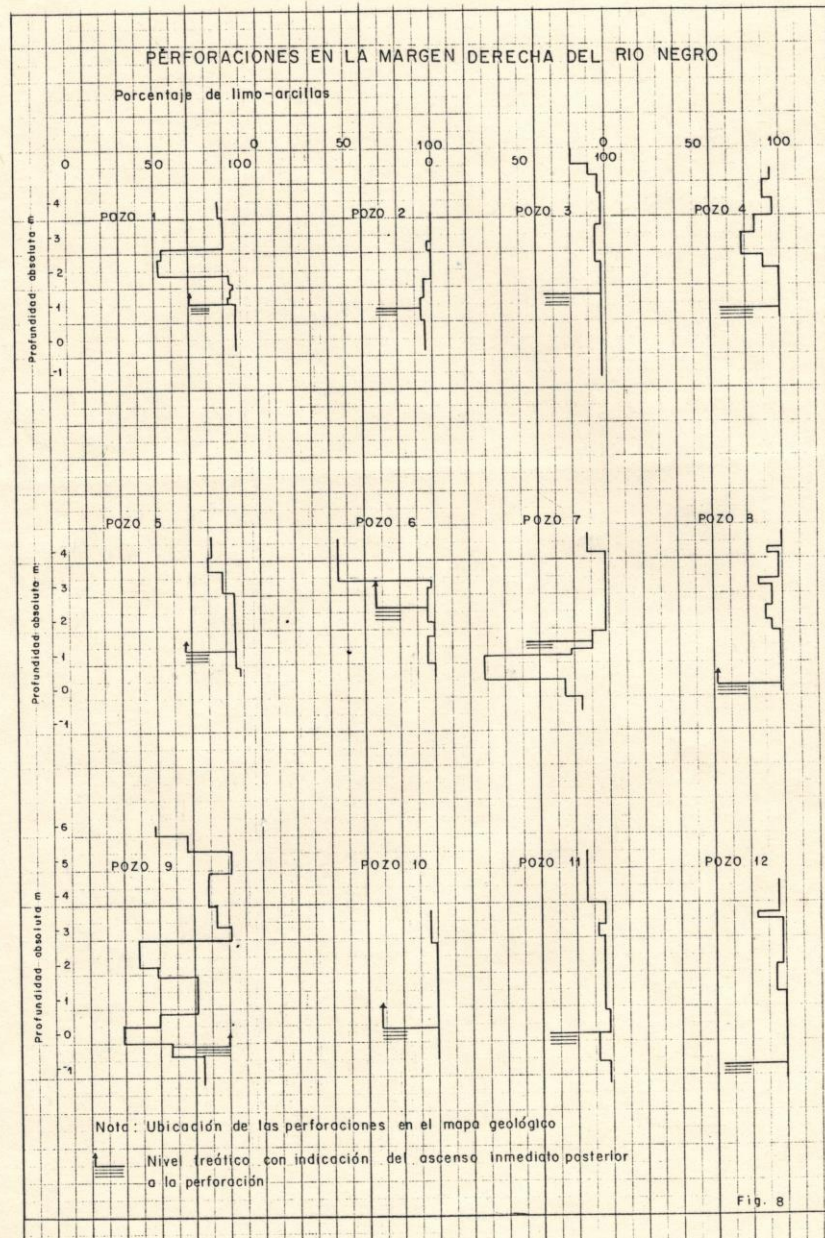


Figura 8: Curvas granulométricas de las perforaciones de la margen derecha del Rio Negro (valores del cuadro II) con indicación del nivel freático y ascenso inmediato posterior.



con posterioridad, dado que pueden producirse intercambios de bases entre el sodio (Na^+) de la arcilla y el calcio (Ca^{++}) del cemento portland.

a.2.- Salinidad de los terrenos

Una característica común a todos los depósitos de la llanura mareal holocena desarrollada sobre la margen derecha del río es la elevada concentración de sales que posee. Este rasgo es de primordial importancia para la planificación de obras futuras en este sector.

Las sales han sido aportadas en esos terrenos durante la ingesión marina. Es así que tanto las arcillas como las arenas están parcialmente sobresaturadas por el agua de mar. Los sedimentos aluviales posteriores han cubierto estos depósitos.

Las sales retenidas en los sedimentos fueron removilizadas mediante procesos de lavado por variación de los niveles freáticos, así como por ascenso capilar. El primer factor provoca la salinización de la napa freática, como ha sido constatado por los análisis efectuados previamente y que se presentan en el cuadro V.

Las características climáticas de la región, con escasez de lluvias contribuye significativamente a un incremento de la salinidad por ascenso capilar durante las estaciones secas de las sales de los niveles inferiores. Por este proceso las sales se concentran en superficie.

Este enriquecimiento salino fue advertido ya en las perforaciones efectuadas en la zona por Zaffarella (1960) y por los autores de este informe. Se concuerda con las observaciones de Zaffarella (op. cit.) quien indicó un notable incremento de la salinidad en el primer metro de estos depósitos en capas que pueden totalizar hasta 60 cm o más de espesor.

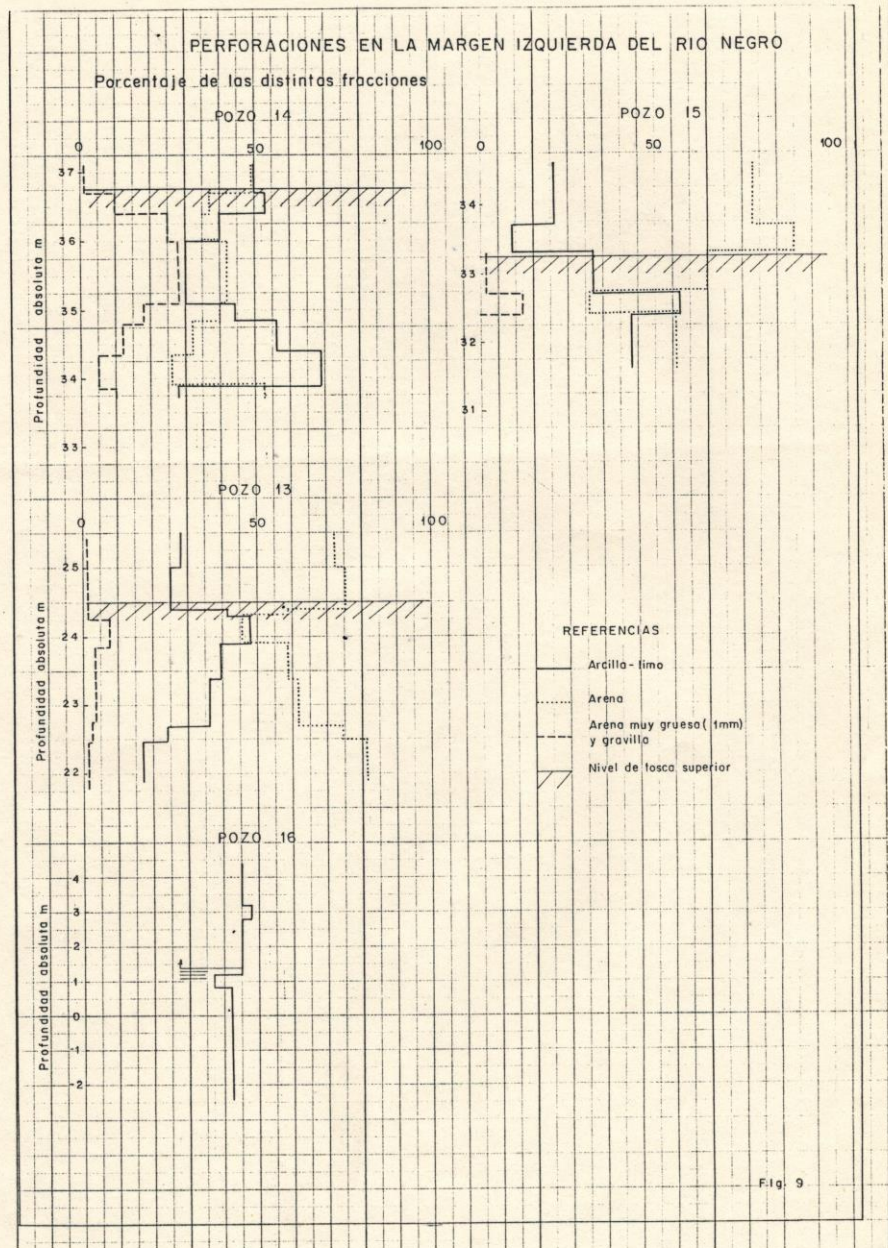


Figura 9: Curvas granulométricas de la margen izquierda del Río Negro con ubicación del nivel de tosca.



CUADRO V: ANALISIS QUIMICOS DE LOS SUELOS
DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO NEGRO

Localidad	Profundidad en cm	Cantidad de sales en ppm	Conductividad en Mmhos/cm
5 km agua abajo de Viedma	0 - 18	2.500	6,0
	18 - 68	8.000	17,1
	68 - 118	9.000	17,0
	118 - 180	10.500	21,1
21 km agua abajo de Viedma	0 - 05	6.500	22,0
	05 - 55	25.500	60,0
	55 - 98	31.000	57,0
	98 - 190	35.400	68,0

Nota: El contenido de sales disuelto en partes por millón para el agua dulce varía entre 0 y 1000 ppm. Para el agua salobre entre 1.000 y 10.000 ppm.

a.3.- Profundidad de la napa freática

Los sondeos realizados han permitido detectar la presencia de la napa freática en forma puntual a la fecha de las perforaciones efectuadas (Agosto de 1986). Si bien esta puede registrar variaciones significativas en función del ciclo de precipitaciones, caudal del río e influencia de las mareas, de su análisis surgen una serie de características interesantes.

La primera de ellas es constatar que dada la naturaleza impermeable del material arcilloso del substrato no hay una relación directa entre el nivel del río y los niveles freáticos observados. Sobre la base de las mediciones efectuadas, se ha realizado un mapa del nivel isopiezométrico del área estudiada, que se ilustra en la figura 10.

b.- Características de margen izquierda del Río Negro

Los sondeos efectuados en el sector al norte de las barrancas permitieron corroborar características netamente diferentes a las observadas en la margen derecha previamente descripta. En el mismo se realizaron tres perforaciones en las

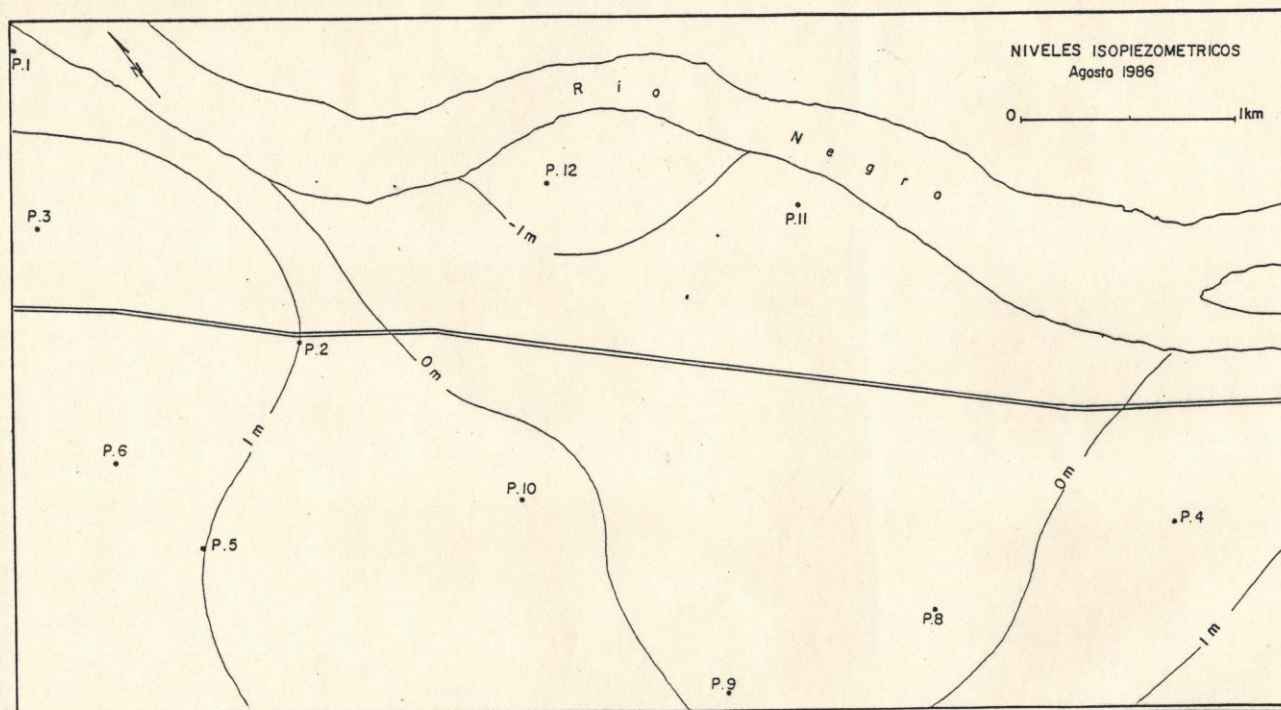


Figura 10: Curvas isopiezométricas obtenidas en la margen derecha a través de sondeos en agosto de 1976.



partes altas de la barranca y una en el sector aledaño a la llanura aluvial del río, que se ilustran en las figuras 6 y 7.

La primer diferencia notable es la distinta permeabilidad del substrato, de naturaleza franco arenosa, como se puede constatar mediante la comparación del cuadro II y el cuadro VI. El predominio de la fracción arena es una consecuencia del substrato de la Formación Río Negro, cuyos valores granulométricos se presentaron en el cuadro I. Los materiales que constituyen el suelo en la región norte se han formado por meteorización y retransporte limitado de las arenas de la Formación Río Negro.



CUADRO VI: ANALISIS GRANULOMETRICO
DEL SUBSTRATO ARENOSO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO NEGRO

N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62
<u>Pozo N° 13</u>						
M1	0,40	6,20	21,50	23,50	20,80	27,60
M2	0,40	8,20	20,00	24,40	22,20	24,80
M3	0,80	8,50	11,40	20,20	17,80	41,30
M4	7,00	4,20	10,00	14,40	16,90	47,50
M5	3,20	3,80	11,10	20,40	23,20	28,90
M6	3,00	3,80	14,20	23,40	19,30	36,30
M7	2,20	3,20	16,30	23,30	18,00	37,00
M8	2,00	4,90	18,20	30,60	20,50	23,80
M9	1,20	5,00	20,80	35,60	20,20	17,20
<u>Pozo N° 14</u>						
M1	1,00	2,30	10,50	17,00	19,00	50,20
M2	10,00	3,00	9,00	13,00	12,00	53,00
M3	24,80	5,50	8,40	11,00	10,00	40,30
M4	27,60	7,40	11,40	13,20	10,40	30,00
M5	17,80	4,20	9,20	14,70	11,40	43,70
M6	11,60	3,80	7,00	11,20	10,60	55,80
M7	5,00	2,00	4,40	7,60	12,40	68,60
M8	10,20	2,60	12,60	34,60	12,40	27,60



N° muestra	Abertura del tamiz en micrones					
	>1000	1000	500	250	125	<62
<u>Pozo N° 15</u>						
M1	0,40	4,20	24,80	30,80	18,40	21,40
M2	0,60	4,20	35,40	31,40	19,20	9,20
M3	2,80	5,40	19,20	26,00	14,80	31,80
M4	12,60	6,00	7,20	8,20	9,20	57,20
M5	0,40	1,20	6,20	12,20	36,40	43,60
<u>Pozo N° 16</u>						
M1	1,60	0,80	1,10	3,40	3,00	90,10
M2	4,20	1,60	1,20	0,80	1,70	90,50
M3	1,10	0,40	0,30	0,30	2,60	95,30
M4	1,00	0,20	0,40	0,40	9,00	89,00
M5	0,80	0,20	0,10	1,20	24,00	73,70
M6	--	0,10	0,10	1,20	13,40	85,20
M7	--	--	0,10	2,00	12,60	85,30

La segunda diferencia conceptualmente importante es el desarrollo en el sector al norte de la barranca de una concentración eluvial de carbonato, conocida vulgarmente como tosca. Este nivel petrocálcico tiene un desarrollo irregular e incipiente, aunque su presencia incrementa la capacidad portante del suelo en el cual se desarrolla. El grado de coherencia interna lo hace fácilmente disgregable.

La profundidad a la que se han encontrado niveles de tosca o de tosquilla en el sector norte está indicada en el gráfico de la figura 9, y varían de 1,80 a 2,00 metros.



b.1.- Resultado de los sondeos geoelectricos

El objetivo de los estudios geofisicos fue contar con información del subsuelo a mayor profundidad de la que es posible obtener mediante barrenos de mano, posibilitando la determinación del nivel freático en el sector norte del Río Negro y el espesor de sedimentos no consolidados en el sector sur.

Se habia previsto utilizar los métodos resistivos y sísmico de refracción, pero la urgencia con la que debió llevar a cabo este estudio, imposibilitó concretar la realización de perfiles sísmicos, técnica ésta que sería la más adecuada dada las características de elevada salinización que presenta el terreno en el sector sur, y que dificulta la penetración de la corriente en el subsuelo.

Se efectuaron cuatro sondeos eléctricos verticales (SEV), cuyas ubicaciones están indicadas en el mapa geológico. Las curvas obtenidas se representan en las figuras 11 a 14. La interpretación de las mismas se efectuó utilizando el método de punto auxiliar de Ebert (Koefoed, 1979) y ajustando la interpretación mediante un programa de computación que opera por aproximaciones sucesivas.

Los resultados se expresan mediante las resistividades y espesores de cada capa, para un medio estratificado horizontalmente, que se indica en los valores numéricos de las respectivas figuras.

El SEV N°1 se efectuó en el sector sur, en su extremo este, frente a la isla Paloma e indica un posible espesor de sedimentos no consolidados de alrededor de 19 metros (véase figura 11).

En el sector norte en cambio el espesor estimado, a partir de la interpretación del SEV N°2, no sería mayor de 7 metros, siempre en la llanura aluvial del río, por debajo de las barrancas (figura 12).

Es necesario hacer notar que estos valores son orientativos, dado que si se desea una mayor precisión sería necesario efectuar más determinaciones, dado que las características



salinas del medio ya mencionadas, conspiran contra la exactitud del método empleado. Lo ideal en este caso sería efectuar pruebas de sísmica de refracción.

En la parte alta del sector norte se estima, sobre la base de la interpretación de los SEV N° 3 y 4, un espesor de sedimentos no consolidados de unos 3 a 4 metros. La posición del nivel piezométrico se ubicaría en el SEV N° 4 a una profundidad de unos 27 m (figura 14), en tanto que en el SEV N° 3 alcanza unos 22 m (véase figura 13). Teniendo en cuenta las cotas correspondientes el nivel piezométrico llegaría en ambos sondeos a unos 4 metros sobre el nivel del mar.

S.E.V 1

3 Capas	Resistividad	Espesor
	3,60	1,90
	1,50	17,00
	9,00	Profundidad 19 m

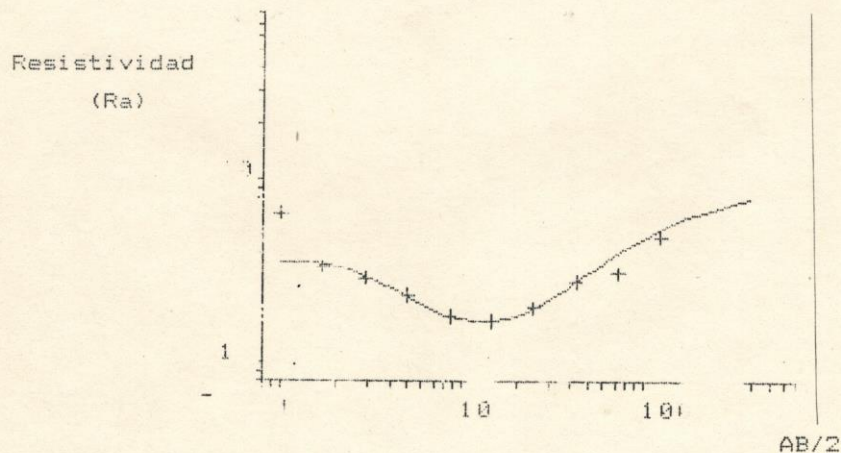
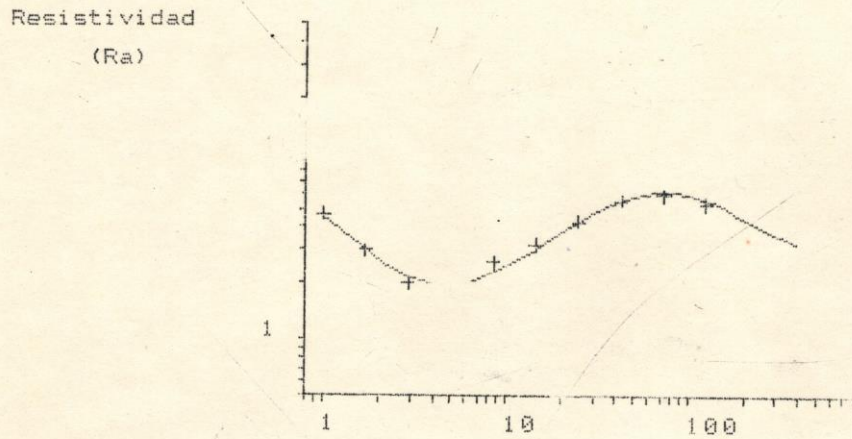


Figura 11: Diagrama geoelectrico del sondeo S.E.V. 1

S.E.V 2

4 Capas	Resistividad	Espesor
	6,00	0,60
	1,80	6,50
	10,00	40,00
	3,00	Profundidad 7 m

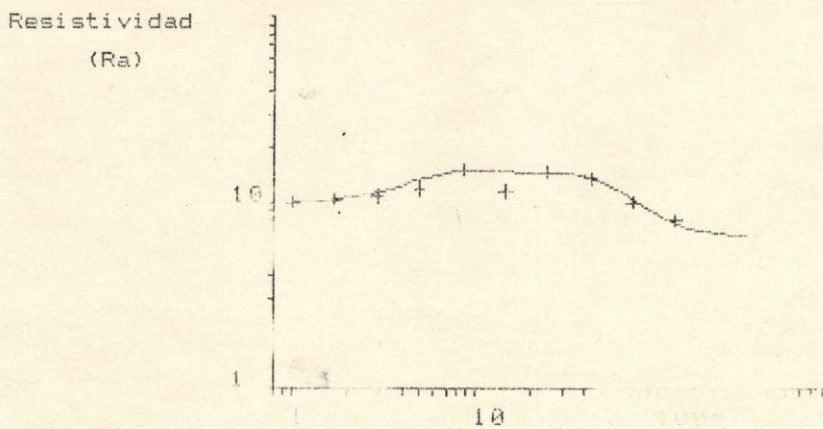


AB/2

Figura 12: Diagrama geoelectrico del sondeo S.E.V. 2

S.E.V. 3

5 Capas	Resistividad	Espesor
	10,00	2,40
	35,00	2,10
	6,00	3,50
	25,00	12,40
	6,40	Profundidad 22 m



AB/2

Figura 13: Diagrama geoelectrico del sondeo S.E.V. 3



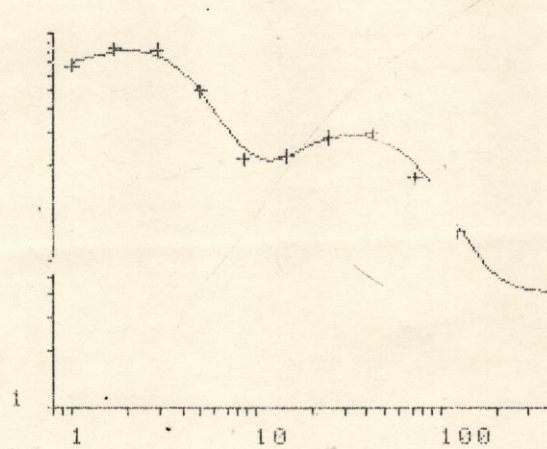
S.E.V 4

5 Capas

Resistividad	Espesor
63,00	0,80
265,00	0,60
8,00	3,20
49,00	22,50
4,00	

Profundidad 27 m

Resistividad
(Ra)



AB/2

Figura 14: Diagrama geoelectrico del sondeo S.E.V. 4

Estos datos si bien puntuales están en coincidencia con los valores obtenidos de la observación de pozos de agua actualmente en uso.

b.2.- Estabilidad de las barrancas

Se analizó en detalle toda la superficie aledaña a las barrancas para detectar la presencia de posibles cicatrices de deslizamiento o de fenómenos de remoción en masa. El análisis efectuado permitió reconocer sólo localmente la presencia de desmoronamientos, en la zona de interacción de la llanura aluvial actual y concentrados al pié de la barranca. Estos están compuestos por fragmentos subconsolidados de areniscas de la Formación Río Negro.

No existen cicatrices de flujos de remoción en masa, lo que indica que la actual pendiente de las barrancas se halla estabilizada debido a la pendiente de reposo y a la actual



cubierta de vegetación, favorecida por la posición horizontal de los estratos. Sin embargo esta estabilidad puede ser afectada por los siguientes tipos de modificaciones antrópicas:

- Sobresaturación de las barrancas

Los desagües a realizar que puedan incrementar la saturación del material de las barrancas, si no se aíslan de las arenas que la componen pueden ser riesgosos debido a dos efectos: el sublavado de la fracción limo-arcillosa y la modificación que pueden producir en la cohesión de las arenas. Esto último es importante dado que la resistencia cortante de las areniscas de la barranca, en especial debido a su bajo nivel de cohesión, producido por el bajo grado de consolidación de las mismas, puede ser afectada por la sobresaturación de agua.

- Incremento de la carga

La construcción de obras de infraestructura que incremente la carga de la superficie de las barrancas puede llegar a producir fallos cortantes. Para evitarlos deberá realizarse un ensayo mecánico de suelos en las barrancas para estimar su resistencia cortante y su compresibilidad.

- Variaciones de la pendiente de reposo

Cualquier corte que se realice en las barrancas deberá respetar el actual ángulo de reposo, caso contrario será necesario recurrir a una cimentación diferencial o a la construcción de muros de contención u otro elemento de anclado. Especial atención deberá prestarse a la eliminación de la cubierta vegetal, en aquellos tramos donde esta esté incipientemente desarrollada.

- Efecto de lavado por el flujo y reflujo del río

Siendo éste el único efecto actual que produce desmoronamientos, será necesario aislar el pié de las barrancas de las crecientes ordinarias y extraordinarias, en especial en aquellos tramos donde la Formación Río Negro se halle expuesta a la erosión sin cubierta. Estos tramos con exposiciones se indican expresamente en el mapa geológico a escala 1:10.000.



CONCLUSIONES

El estado actual del conocimiento físico del área permite definir una serie de conclusiones, tales como:

- 1.- La influencia del nivel del río sobre el acuífero del futuro ejido urbano no es directa, dada la impermeabilidad del cauce y de los terrenos que constituyen la margen derecha. Esta conclusión deberá ser corroborada mediante mediciones en el período de máximo estiaje o precipitaciones en el área.
- 2.- Los terrenos de la margen izquierda son de buena permeabilidad y el acuífero está ubicado a alturas absolutas que oscilan en alrededor de 4 m s.n.m. Esto indicaría una recarga por precipitaciones desvinculada del caudal del río. La descarga de ese acuífero se hace a niveles inferiores a la superficie del terreno adyacente al río.
- 3.- La calidad del terreno sobre el lado bonaerense presenta menores problemas geotécnicos para la realización de las obras, siempre que se respeten las normas de estabilidad de pendientes establecidas en el presente informe.
- 4.- La naturaleza arcillosa, en parte montmorillonítica del lado rionegrense deberá ser tomada en cuenta para la cimentación de obras civiles en este sector. Deberán hacerse ensayos mediante un consolidómetro para medir las presiones de expansión de esas arcillas.
- 5.- La alta salinidad de los suelos de esta misma área podrá afectar no sólo los materiales a utilizar, sino también modificar la estructura de la arcilla mediante un intercambio de bases y contribuir a una mayor expansión de la misma. Estos ensayos deberán tenerse en cuenta en la planificación urbana del sector.
- 6.- Los ensayos de capacidad portante de los suelos a realizar sobre la margen derecha deberán tener presente la existencia de un relleno no consolidado de hasta 20 m de espesor. Los ensayos de mecánica de suelos deberán ser realizados en cada



Ministerio de Economía
Secretaría de Minería

39

una de las unidades geológicas para determinar sus propiedades geotécnicas.

- 7.- Si bien no se ha podido constatar dentro de la zona estudiada la presencia de importantes depósitos de áridos gruesos para la construcción, los mismos se hallan en las proximidades del ejido urbano. Será necesario estudiar su área de influencia para poder ubicar en los posibles yacimientos, los volúmenes de áridos requeridos.

Por último, los estudios geológicos efectuados han permitido delimitar los diferentes terrenos en el mapa geológico a escala 1:10.000 que acompaña el presente informe, el que deberá tenerse en cuenta para la realización de obras mayores en el área.

El área seleccionada para la radicación de la futura ciudad capital no presenta problemas específicos mayores para su desarrollo urbano si se tienen presentes las recomendaciones de este informe.-

Buenos Aires, 22 de setiembre de 1986.-



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Andrais, R.R., 1965. Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro (Tramo General Conesa-Boca del Río Negro). Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie) 5 Geol. 36.
- Auer, V., 1952. Evolución postglacial del valle inferior del Río Negro y variaciones cuaternarias de la línea costanera. Min. Agric.Ganad., Inst. Suelos y Agrotec., Pub. 53; y Rev. Invest.Agric., 1951, 4:425-464.
- Franchi, M.R., 1977. Descripción geológica de las Hojas 39 m y 40 m Viedma y 39 m Isla San Blas, Provincias de Buenos Aires y Río Negro. Serv. Geol. Nac. (inédito), Buenos Aires.
- Greco, E. y T. Heredia. 1982. Geomorfología del ejido urbano de Viedma y reconocimiento del nivel freático. Dir. Gral.- Min. Hidrol., Prov. de Río Negro (inédito) Viedma.
- PNUD/FAO, 1969. Estudio sobre la rehabilitación de tierras en el valle de Viedma: Vol. II.
- Zaffanella, M., M.G. Zaffanella y M.A. Reichard, 1960. Geología y pedología. En Plan de desarrollo agrícola del Valle de Viedma. Anexo II, Consejo Agrario Nacional-Italconsult, Roma.

