

1891
1912

34954



**CONSEJO
FEDERAL
DE INVERSIONES**

SERVICIOS PUBLICOS S. E.
PROVINCIA DE SANTA CRUZ

SERIE:
INVESTIGACIONES APLICADAS

COLECCION:
HIDROLOGIA SUBTERRANEA
Nº 1

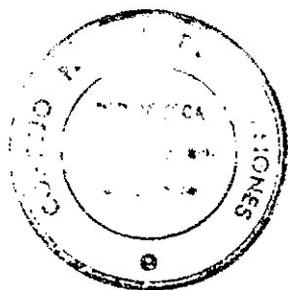
Geohidrología del área noreste de la provincia de SANTA CRUZ

SINTESIS

RICARDO GONZALEZ ARZAC
(CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES)

JOSE LUIS DIAZ
(SERVICIOS PUBLICOS S. E. PROVINCIA DE SANTA CRUZ)

BORIS CALVETTY AMBONI
(CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES)



ISBN 950-9899-305

BUENOS AIRES, 1991

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723.
IMPRESO EN ARGENTINA.

Todos los derechos reservados.
© CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.
San Martín 871 - (1004) - Capital Federal.
República Argentina.

**SE PERMITE LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL
SIEMPRE QUE SE MENCIONE LA FUENTE DE ORIGEN**

El Consejo Federal de Inversiones fue creado en 1959 por decisión política de las provincias argentinas. Anímó este hecho la necesidad de cristalizar un espacio de reflexión y planeamiento de la realidad regional del país. Esta tarea debía concretarse desde una visión doctrinariamente comprometida con el afianzamiento del federalismo y la búsqueda del protagonismo de los hombres y mujeres, que desde los más diversos escenarios territoriales se esfuerzan por alcanzar un destino superior de vida.

El Consejo Federal de Inversiones constituye una experiencia creada, dirigida y sostenida con recursos de los propios estados provinciales miembros. Estas circunstancias le confieren al Organismo rasgos definitivamente particulares. La coexistencia de identidades provinciales con realidades heterogéneas, y a veces contradictorias, constituye un estímulo para el desarrollo de un espíritu solidario reclamado no sólo por la necesidad de dar coherencia a su conducción política, sino también alentado por el requerimiento de trascender los intereses inmediatos y puntuales de cada provincia; afianzando de esta manera el principio de equidad y redistribución de los recursos movilizados en favor de las áreas de menor desarrollo relativo del país.

La consolidación de este organismo, además de promover la solidaridad de los estados provinciales, contribuye a crear las condiciones para mejorar las relaciones entre Provincias y el Estado Nacional. Diálogo todavía signado por prácticas centralistas esterilizadoras de la creatividad y el potencial de desarrollo de las regiones.

Para la promoción del desarrollo regional, el Consejo Federal de Inversiones se vale de ciertos instrumentos fundamentales: la investigación básica, la cooperación técnica y la capacitación.

A través de estos instrumentos de promoción -impulsados con equipos profesionales y técnicos propios- el Consejo Federal de Inversiones concreta convenios con organismos nacionales e internacionales, potenciando de esta manera su capacidad de gestión y alimentando la cooperación e integración horizontal de equipos inter-provinciales.

A través de sus diversas etapas el Consejo Federal de Inversiones ha concretado investigaciones básicas orientadas a la exploración de áreas fundamentales de la problemática regional. En tal sentido se puede inventariar a modo de ejemplo la coordinación inter-jurisdiccional para relevar y sistematizar información estadística de base, diversas investigaciones sobre las condiciones de desenvolvimiento de las economías regionales, el análisis de los sistemas y estructuras sociales locales y las diversas dimensiones que caracterizan las condiciones de vida de la población.

Sería extenso detallar los contenidos de múltiples programas y proyectos de cooperación técnica, llevados adelante por el Organismo.

El desarrollo de cursos, jornadas y seminarios conforma otra de las líneas de acción valorizadas particularmente, ya que a través de estos eventos, se alienta el contacto y el intercambio de experiencia de los participantes provenientes de diversas jurisdicciones y unidades institucionales.

Ing. Juan José Ciáccera
Secretario General

PROLOGO

Entre las actividades que realiza el C.F.I. se ha desarrollado con notable expansión, el estudio y evaluación de las fuentes de aguas subterráneas tendiente a su aprovechamiento integral acorde con los principios sobre uso, conservación y manejo de los recursos naturales.

Esencialmente los acuerdos de cooperación técnica implican la conformación de un equipo de trabajo integrado por técnicos y profesionales del C.F.I. y de los organismos provinciales específicos, abordándose en especial relevamientos regionales con resolución cartográfica; estudios básicos para abastecimiento de agua destinada al consumo humano, industrial y agropecuario; manejo de excedentes vinculados con anegamientos temporales, especialmente urbanos; diagnósticos sobre el estado de las fuentes sometidas a intensa explotación; y formulación de modelos de aprovechamiento con la enunciación de proyectos de obras.

La Colección Hidrología Subterránea de la Serie Investigaciones Aplicadas traduce, en breves síntesis, los resultados obtenidos en los distintos trabajos de la disciplina encarados por esta Dirección, en la pretensión de difundir la gran variedad de casos que se tratan y los resultados obtenidos.

Ing. Susana B. de Blundi
Directora de Cooperación Técnica

CURRICULA

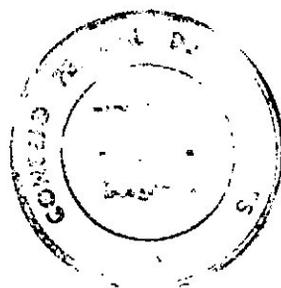
Ricardo GONZALEZ ARZAC
Licenciado en Geología, U.N. La Plata
Hidrogeólogo del Consejo Federal de Inversiones
Docente U.N. La Plata

Boris CALVETTY AMBONI
Licenciado en Geofísica, U.N. La Plata
Geofísico del Equipo Hidrogeología
del Consejo Federal de Inversiones
Docente U.N. La Plata

José Luis DIAZ
Licenciado en Geología U.N. La Plata
Jefe Area Recursos Hídricos
Servicios Públicos S.E. Provincia de Santa Cruz

Geohidrología del área noreste de la provincia de SANTA CRUZ

SINTESIS



INDICE

Temas	Pág.
INTRODUCCION	13
GENERACION DE INFORMACION PRIMARIA	16
DIAGNOSTICO HIDROLOGICO	
a - Unidad Subálveo del Río Deseado	17
b - Unidad Meseta Espinosa	25
c - Unidad Pampa Alta	30
CONSIDERACIONES FINALES	37
BIBLIOGRAFIA	39

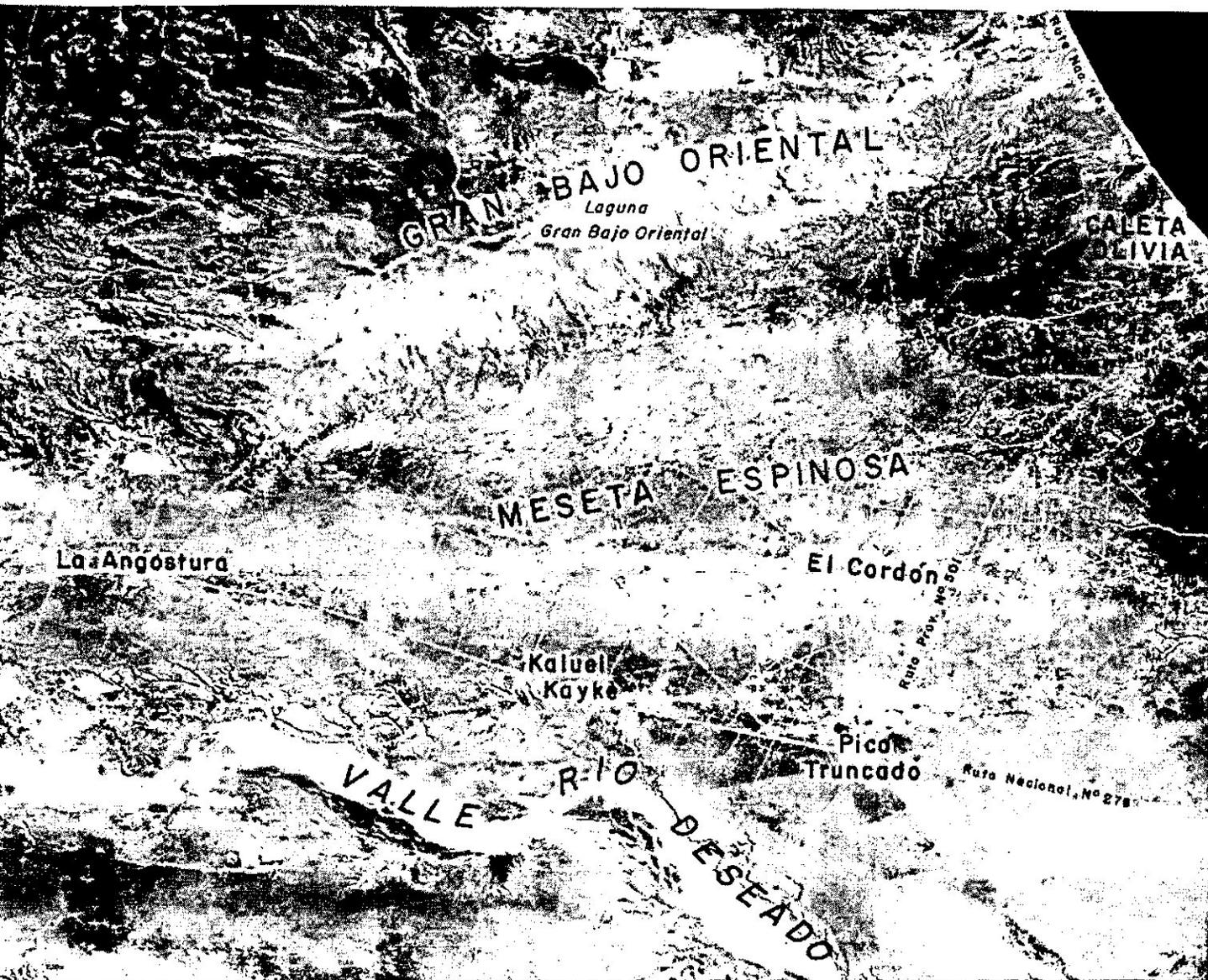


IMAGEN LANDSAT - CNIE
DEL AREA DE ESTUDIO



INTRODUCCION

Se exponen los resultados obtenidos a partir de los estudios ejecutados por el Consejo Federal de Inversiones y Servicios Públicos Sociedad del Estado de la Provincia de Santa Cruz, cuya finalidad fue la de detectar, determinar y cuantificar la disponibilidad de agua para consumo humano, y eventualmente industrial, destinada a las localidades de Las Heras, Pico Truncado, Caleta Olivia, y Puerto Deseado situadas en el extremo noreste de la provincia. Dichos estudios se desarrollaron en etapas sucesivas a partir del año 1983 en Pico Truncado, para continuar luego con Las Heras, ambos vinculados con el subálveo del río Deseado, siguiendo en 1985/1986 con el área denominada Meseta Espinosa, en este caso relacionado con la provisión a Caleta Olivia. Actualmente se trabaja en la zona de Pampa Alta para suministro a Puerto Deseado.

El área considerada (figura 1) alcanza 20.000 kilómetros cuadrados, y está limitada al sur por la margen derecha del valle del río Deseado desde las cercanías de la localidad de Las Heras (La Angostura – Laguna La Guadalosa) hasta la ría de Puerto Deseado en el océano Atlántico; por este litoral desde la ría hacia el norte, hasta el contacto Golfo San Jorge – Gran Bajo Oriental, se conforma el límite este de la zona estudiada. El extremo norte pasa aproximadamente por el eje del Gran Bajo Oriental hasta sus cabeceras en Ea. Cameron, y desde allí hasta Las Heras marcando el borde oeste del área.

Quedan incluidos en el sector los niveles terrazados que ascienden desde la margen izquierda del río Deseado (Pampa Alta, El Cordón, y Me-

seta Espinosa); el valle moderno del río; los numerosos cañadones que nacen en los bordes de los niveles terrazados (del Carmen, Quintar, Seco, Minerales, Blanco, Onetto, La Armonía, Liverpool y La Maruja, entre otros); y los bajos y los cordones situados en la zona litoral (La Isla, San Ramón, y Cabo Blanco entre otros). En un eje paralelo con el valle, a lo largo de las rutas provincial 520 y nacional 281 se sitúan las localidades de Las Heras, Koluel Kayké, Pico Truncado, Fitz Roy, Jaramillo, Antonio de Biedma, Tellier y Puerto Deseado; mientras que sobre el Golfo San Jorge, en ruta nacional 3, se encuentran Caleta Olivia y Cañadón Seco. El primer grupo de asentamientos tiene su origen y desarrollo como colonias ganaderas productoras de lanas y carne ovina, alineadas sobre el ramal ferroviario patagónico construido durante la explotación británica de la zona, transformándose bruscamente a partir de la intensificación de las actividades petrolíferas que se manifiestan con particular énfasis en Caleta Olivia, Cañadón Seco, Pico Truncado y Las Heras. Actualmente Puerto Deseado desarrolla una explosiva actividad pesquera.

La zona estudiada presenta iguales características que el resto de la Patagonia extrandina, con un relieve monótono, horizontal, que da lugar a lo que localmente se designa como "pampas" o "mesetas", interrumpidas hacia el este por cañadones y depresiones de fondo plano. La cobertura de rodados es continua en los niveles terrazados, siendo abundante la bibliografía que

AREA DE ESTUDIO



SITUACION RELATIVA

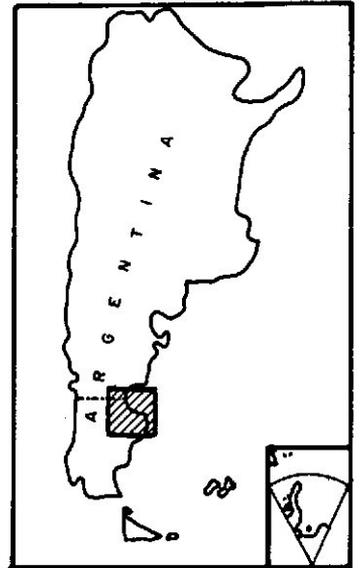


Figura 1

NIVELES TERRAZADOS

Figura 2



FUENTE: Niveles gradacionales terrazados del noreste de Santa Cruz.
Beros C; Casari O. 1986 - U. N. P. S. J. B.

trata sobre el origen y condiciones de este depósito.

En general, y para el área considerada se comparte el esquema regional terrazado por Beros y Cesari (1986) quienes sostienen que a partir de Pampa del Castillo (provincia del Chubut) descienden hacia el norte y hacia el sur terrazas pertenecientes a paleosistemas de drenaje diferentes, correspondiendo el que nos ocupa al Sistema río Deseado (figura 2), donde se reconocen tres niveles gradacionales principales. El primero de ellos corresponde a Meseta Espinosa (I), rodeado al norte (Gran Bajo Oriental) y al este (cañadones Esther, Quintar, Echehourri y Seco) por escarpas en retroceso, pasando al sur al segundo nivel, de menor altura, limitando al norte por un escalón denominado El Cordón (II) disectado al este por el Cañadón Minerales, e interrumpido al sur por el valle moderno del actual río Deseado. En conjunto estos dos niveles se unifican al tratarse las condiciones geohidrológicas en la Unidad Meseta Espinosa.

A la altura de las localidades de Fitz Roy y Jaramillo comienza el tercero de los niveles, designado como Terraza Pampa Alta (III), también limitado al sur por el río Deseado, e interrumpido por cañadones (Blanco, Liverpool, Onetto, La Maruja) que culminan en el área de influencia marina local. Este nivel corresponde a la Unidad geohidrológica Pampa Alta.

Los tres niveles terrazados se caracterizan por su horizontalidad con paleocauces de diseño anastomosado, en los cuales se alínean pequeños bajos de origen eólico. La orientación general de estas formas es este - oeste, algunos tor-

ciendo hacia el noreste o hacia el sudeste, coincidiendo con la naciente de los cañadones. Los bajos dan lugar en casos a lagunas temporarias, encontrándose también depósitos cordoniformes, pistas de deflación y acumulaciones medianosas de reducida altura.

En cuanto al origen de estos niveles terrazados y por consiguiente de los rodados que los conforman, se sostiene para el área de trabajo la predominante acción fluvial y fluvio glacial, con influencia marina restringida a la zona costera, y efectos de remoción sólo locales.

Por último, en cuanto a los aspectos morfológicos, el actual valle río Deseado (designado aquí como Unidad Subálveo del río Deseado) presenta un grupo de terrazas fluviales menores que corresponden a la acción actual y subactual del río, coincidiendo González Arzac et al (1984) y Beros y Cesari (op cit) con esta descripción.

Las condiciones hidroclimatológicas del área se constituyen, como generalmente ocurre, en el principal déficit del diagnóstico geohidrológico, dado que su definición es sólo regional y el balance hídrico se convierte en una suma de imprecisiones. La región está caracterizada por un clima muy árido con tendencia árida, con precipitaciones exiguas (200 mm anuales) concentradas en los meses fríos y cierta regularidad en la alternancia de períodos anuales húmedos y secos. A pesar de la escasa disponibilidad de precipitaciones, se estima en muy alta la efectividad de las mismas, como resultado de la oportunidad de la evapotranspiración concentrada junto con la pequeña retención específica de los suelos (esqueléticos), y la gran permeabilidad de la zona de aireación.

GENERACION DE INFORMACION PRIMARIA

Como emprendimiento inicial de los trabajos se midieron sondeos eléctricos de reconocimiento empleando el dispositivo tetraelectródico de Schlumberger (Keller y Frischncht, 1966; Battacharya y Patra, 1968; Orellana, 1982) con separación variable entre electrodos según la topografía del área en explotación. En la zona de Meseta Espinosa se midieron 44 sondeos eléctricos verticales, en Pampa Alta 74 S.E.V., y en el valle del río Deseado un total de 66 S.E.V., distribuidos 44 en el sector Pico Truncado y 22 en el sector Las Heras. La separación entre electrodos de corriente fue de 1.400 metros para el primer caso, 200 – 1000 metros en el segundo y 250 – 500 metros en el último.

La interpretación de los S.E.V. se efectuó mediante dos procedimientos, por un lado el método gráfico de reducción por punto auxiliar de Ebert – Kalenov (Orellana – Mooney, 1966), y además por el método de Zohdy (Zohdy, 1975) utilizando el programa en Fortran del mismo autor. Como resultado se obtuvieron cortes geoelectricos que se simplificaron agrupando capas con resistividades similares, tomando como referencia las descripciones litológicas de las perforaciones de reconocimiento ejecutadas.

Las secciones representadas para cada sector muestran un esquema donde se identifica un sustrato conductor y una capa resistiva superior, con buena definición en ambos casos, mientras que las capas intermedias presentan algunas imprecisiones que quedarán expresadas en el tratamiento particular de cada sector.

Evaluados los resultados de la prospección geoelectrica se iniciaron los trabajos de perforación que se ordenaron a partir de un esquema que discrimina los pozos en tres tipos diferentes: someros, de reconocimiento litológico y de bombeo. El primer tipo corresponde a aquellos sondeos de escasa penetración realizados con fines exploratorios del espesor superior de la columna estratigráfica correspondiente en general a los Rodados Patagónicos, habiéndose ejecutado 13 pozos de este tipo en Meseta Espinosa y 39 en el subálveo del río Deseado (20 en Pico Truncado y 19 en Las Heras).

Los pozos de reconocimiento fueron ejecutados con el fin de obtener datos de tipo hidrológico, con la definición de las características litológicas de la sección perforada, la delimitación de espesor acuíferos potenciales, la situación del basamento hidrogeológico, la asignación y reconocimiento de las formaciones geológicas presentes, la correspondencia con los cortes geoelectricos, la definición de la geometría y distribución areal de los acuíferos detectados, y la instalación definitiva de puntos de muestreo químico y medición de niveles. En total se perforaron poco más de 2.200 metros de este tipo de pozos, situándose 9 de ellos en la zona de Meseta Espinosa, 10 en Pampa Alta y 8 en el valle del río Deseado.

La finalidad de los pozos de bombeo fue la de establecer mediante ensayos hidráulicos los parámetros físicos de los acuíferos detectados, y

en casos incorporarlos a los sistemas de abastecimiento. Se realizaron 4 pozos de bombeo en el valle de río Deseado, 2 en la zona de Pampa Alta y 5 en Meseta Espinosa, aunque en este caso se aprovecharon también los resultados de 22 pozos de explotación que se construyeron posteriormente. En todos los casos las perforaciones de bombeo estuvieron acompañadas por pozos de observación.

De las perforaciones se extrajeron muestras de sedimento para descripción y análisis, complementándose con la ejecución de electroperforaciones (inducción) que permitieron ajustar la reproducción de la columna atravesada. Luego del entubamiento y desarrollo, los tres tipos de pozos se utilizaron como puntos de muestreo hidroquímico y de registro hidrométrico integrándose a la red censal general de fuentes subterráneas y superficiales.

El aspecto hidráulico fue definido mediante información generada en ensayos de permeabilidad a carga variable y pruebas de bombeo a caudal constante, de duración variable entre 24 y 144 horas, pruebas de recuperación, y ensayos escalonados con 3 o 4 regímenes de bombeo.

Como tareas de apoyo se efectuó el relevamiento planialtimétrico de la zona de trabajo, utilizando en la nivelación vinculaciones de Y.P.F. Golfo San Jorge o bien cota relativa (Pico Truncado) como referencia altimétrica. Emprendimientos colaterales al estudio fueron la detección de fenómenos de ensuciamiento y corrosión microbiológica en instalaciones de captación, conducción y almacenamiento de agua, e instalación de una estación de observación climatológica en Pampa Alta.

DIAGNOSTICO GEOHIDROLOGICO

A partir de los resultados obtenidos en la elaboración y evaluación de la información generada se identificaron tres unidades geohidrológicas (figura 3) con características propias definidas, a saber:

- a- Unidad Subálveo del río Deseado.
- b- Unidad Meseta Espinosa.
- c- Unidad Pampa Alta.

a – UNIDAD SUBALVEO DEL RIO DESEADO

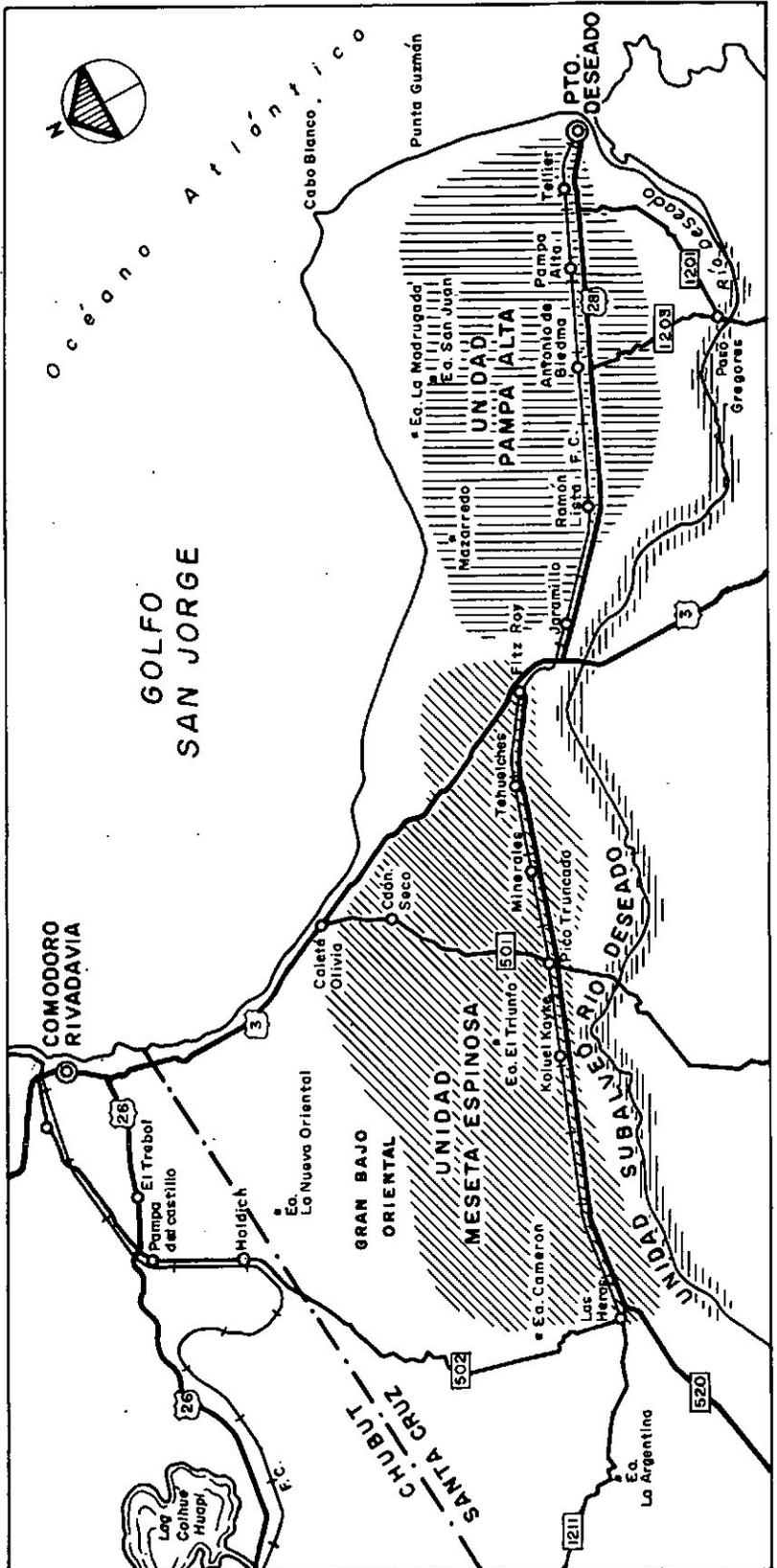
Esta unidad coincide con el valle moderno del río Deseado, marcando un gran resalto topográfico con los niveles terrazados situados en coincidencia con su antigua planicie de inundación, de amplio desarrollo principalmente en su margen izquierda. El río actualmente corre en forma

intermitente, con diseño individual en casos anastomosado y siempre meandroso, producto de un régimen moderno empobrecido, cuyas nacientes se ubican al pie de una morena terminal que ocupa el valle en las inmediaciones de la localidad de Perito Moreno aislando la continuidad superficial con el lago Buenos Aires. Desde el afloramiento en la base de la morena, asimilable a un manantial estricto, se conforma el curso del río Deseado que sólo recibe el aporte en cabeceras de los ríos Fénix y Pinturas dando lugar a un cauce de condiciones alóctonas, sin aportes importantes hasta su desembocadura luego de recorrer más de 300 kilómetros.

La unidad geohidrológica "Subálveo del río Deseado" considerada desde el sector aledaño a la localidad de Las Heras hasta su desembo-

UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS

Figura 3



cadura en la ría de Puerto Deseado, y con especial detalle en la zona de Pico Truncado, presenta características ya definidas por González Arzac, et al (1984) y Pérez Spina y González Arzac (1987), donde las condiciones morfológicas generales permiten identificar tres sectores con ligeras variantes, designados como a) cauce fluvial y planicie de inundación actual, b) planicie de inundación subactual, y c) barrancas. La primera es el resultado de la actividad presente del río, vinculada con el régimen de crecientes y bajantes, e intensos procesos eólicos y de remoción, de los cuales surgen cauces abandonados, otros transitorios, acumulaciones eólicas, y depósitos deslizados cuando el cauce se recuesta sobre las barrancas. En superficie se observan componentes sefíticos sueltos redondeados que se cubren con mantos discontinuos de sedimentos limo arcillosos arrastrados y depositados por el río en combinación con el viento. Participan también de estas características pequeños cauces de recorrido efímero que se generan por la descarga de manantiales en el valle (Aguadas Grande y El Guatón en Las Heras; Aguadas Don Ernesto y El Chaca en Pico Truncado).

La "planicie de inundación subactual", de amplio desarrollo superficial, se presenta como remanente del antiguo diseño anastomosado del río, compuesta por sedimentos muy gruesos, poligénicos, con matriz arenosa a limosa y hasta arcillosa, presentando cemento carbonático en un delgado horizonte. Frecuentemente sobre este sector se disponen importantes acumulaciones de origen eólico, muy móviles, de materiales pelíticos, de gran desarrollo en la zona de Las Heras y en el tramo inferior del valle entre las localidades de Jaramillo y Tellier. También hacia los bordes del valle estos niveles terrazados son cubiertos por depósitos removidos desde las barrancas.

Continúa la unidad llamada genéricamente "barrancas" del valle moderno del río que repre-

senta el desnivel existente entre los sectores ya descriptos y los niveles superiores correspondientes a la antigua planicie de inundación, tratada individualmente en las otras unidades geohidrológicas. En estas laderas queda expuesta la secuencia terciaria con las arcilitas paleoceanas de la Formación Río Chico (Feruglio, 1949), las tobas silicificadas, originalmente designadas como "Tobas de Koluel Kayké" (Feruglio, op. cit.), así incluidas en comunicaciones anteriores (González Arzac, op. cit.), y ahora agrupadas junto con tobas blanquecinas, cineríticas y bentónicas en la Formación Sarmiento (Feruglio, op. cit.). También se manifiesta, aunque saltuariamente debido a su acuífamiento, la Formación Patagonia (Feruglio, op. cit.) integrada por areniscas, con bancos calcáreos, a veces con fracciones pelíticas abundantes, bien representada en los tramos aledaños a Koluel Kayké y en Antonio de Biedma – Tellier. Espacialmente se observan remanentes de coladas basálticas que culminan la secuencia, no discriminándose los distintos niveles por su irrelevancia en el sistema geohidrológico descripto.

En la cuenca inferior del río, poco después de la ruta nacional 3, se observa la destacada presencia de las porfiritas jurásicas correspondientes al Grupo Bahía Laura, que conforman, junto con la Formación Patagonia, el borde del valle moderno del río Deseado en ese sector.

Desde el punto de vista hidrogeológico se designa como subálveo del río Deseado al material predominantemente sefítico contenido entre ambas "barrancas" del valle moderno, que se apoya sobre un piso de diseño cóncavo, remanente de la acción erosiva del cauce, constituido en el tramo medio por un sustrato de comportamiento acuícluido (Fm. Río Chico), y parcialmente hacia la desembocadura por un basamento acuífugo (Grupo Bahía Laura). Sobre su superficie plana divaga el actual río Deseado, de escasa o nula influencia sobre el acuífero freático contenido en el subálveo.

La sección superior del acuífero, desarrollada hasta los 3 – 4 m.b.b.p. está compuesta por depósitos sefticos y samíticos con pelíticos subordinados de disposición lentiforme y gran variación lateral. El primer metro presenta marcada correlación con la morfología superficial, esto es, sedimentos gruesos con abundante cemento carbonático en correspondencia con los depósitos terrazados de la planicie de inundación subactual, y finos, fundamentalmente limo arcillosos a arcillosos muy plásticos, en coincidencia con el cauce fluvial actual principal o con sus brazos menores.

Localmente se observan también depósitos pelíticos dispuestos en los bordes, originados por la acción pasada (y más intensa) de los manantiales mayores que acceden al valle, dando lugar a un cono con punto de dispersión al pie de las barrancas y diseño curvo que tuerce fuertemente en igual dirección que el escurrimiento general. Son claros ejemplos de esta descripción los manantiales El Chaca, San Javier, Pessolano y del Norte, en Pico Truncado; Grande y El Guatón en Las Heras.

La sección inferior del acuífero, superando los 4 m.b.b.p., está formada por depósitos sefticos de mayor granometría que los de la sección superior, compuestos por rodados redondeados a subredondeados, donde los individuos mayores están comprendidos entre 50 y 100 mm y más, con gravas finas y sábulos en menor proporción y matriz de arena mediana y gruesa a muy gruesa. Esta conformación es regular desde Las Heras hasta Jaramillo – Antonio de Biedma a partir de donde se observa una disminución en el tamaño general de los mayores componentes, un aumento notable en la proporción de las fracciones arenosas, además de la incorporación de materiales pelíticos, provenientes mayoritariamente de los depósitos arcillosos del Patagoniano, y de enormes bloques de porfiritas, desprendidos desde las barrancas o bien aflorantes como remanentes del paleorelieve del valle.

En general la sección inferior es el resultado del estadio en el cual el río Deseado configuraba un curso de carácter torrencial que ocupaba gran parte del valle. Los litoclastos que componen los rodados corresponden a basaltos, riolitas, pórfidos cuarcíferos, tobas silicificadas, conglomerados y brechas polimícticas y areniscas muy cementadas.

El espesor total del acuífero es variable según el sector tratado y según la posición transversal al valle considerada, encontrándose siempre las menores magnitudes en los bordes, aumentando paulatinamente al alejarse de ellos en correspondencia con el diseño cóncavo del piso. En general los mayores espesores alcanzan los 8 – 10 m.b.b.p. con excepción del sector Las Heras donde se constató mediante perforaciones una potencia de 20 – 22 m.b.b.p. y se supone mayor en la margen derecha del curso actual según la prospección geoelectrica. Esta particularidad se explica al constatar una disminución notable en el ancho total del valle aguas arriba, en la zona denominada precisamente La Angostura, produciéndose una concentración del flujo en el paleodrenaje torrencial que labró un cauce de mayor profundidad en dicha margen, luego rellenado.

Como ejemplo de la morfología subterránea se agregan dos cortes geoelectricos (figura 4), uno del sector Las Heras y el restante del sector Pico Truncado. Se observa en ambos casos una buena definición de la sección superior correspondiente a los depósitos terrazados con resistividades variables según los componentes predominantes (sedimentos gruesos o limo arcillosos o combinados) que pasan a las máximas ρ (100 – 2000) correspondientes a las gravas arenosas superiores, disminuyendo (20 – 100) con el aumento de la fracción arenosa hacia la base del acuífero freático. También se comprueban importantes variaciones laterales que evidencian la acción pasada de la dinámica fluvial.

Con la definición del sustrato conductivo o base del sistema se adoptaron criterios diferentes. Para Las Heras el contacto es neto y de buen contraste, pero para Pico Truncado la situación es más compleja dada la importancia de gravas con arcillas rosadas producto del retrabajo fluvial sobrepuestas a la Formación Río Chico, por la cual se incluyó una entidad con resistividades menores a 20 seguida de un "seguro" sus-

trato conductivo (aunque tal vez demasiado profundo) con valores menores a 3.

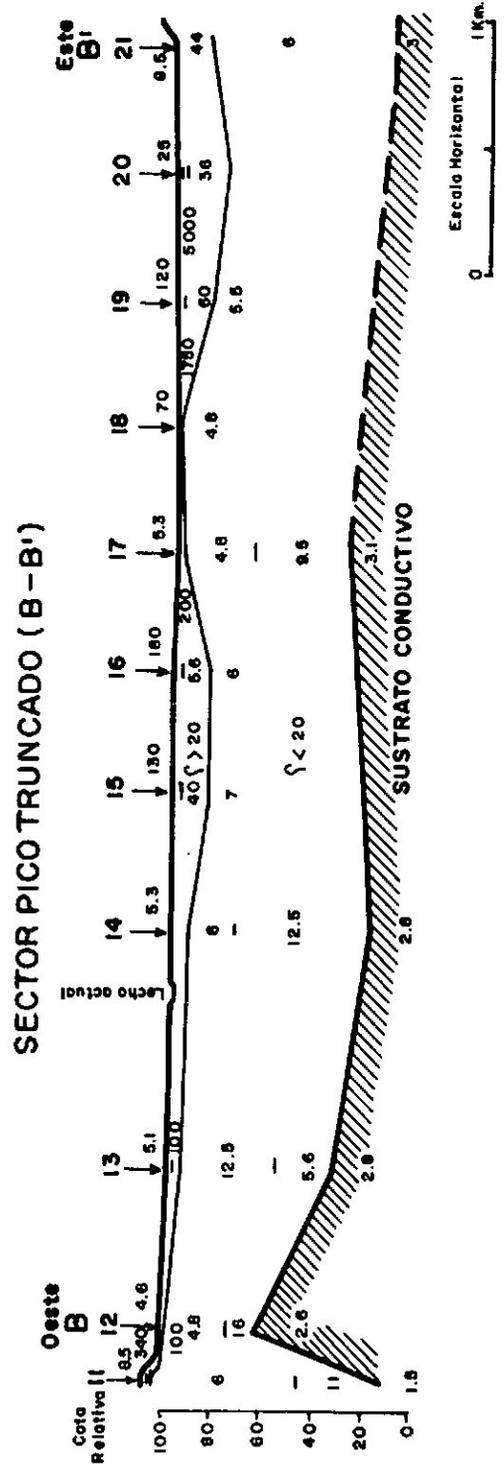
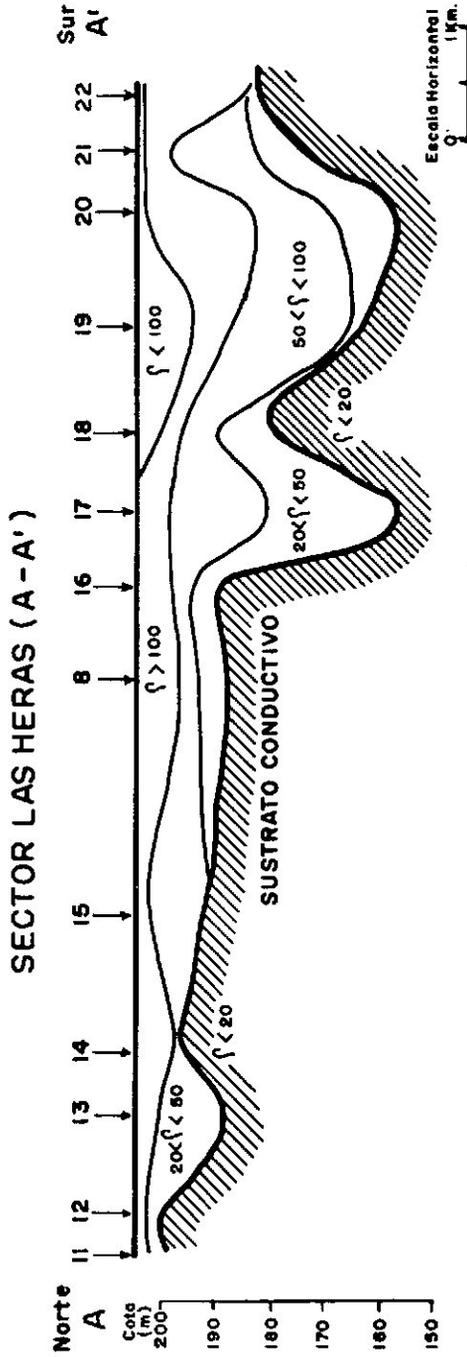
El cuadro que sigue presenta un esquema hidroestratigráfico donde se correlacionan el modelo geoelectrico con la litología observada y el comportamiento hidrogeológico de los dos sistemas identificados para la unidad.

UNIDAD SUBALVEO DEL RIO DESEADO. SECTOR PICO TRUNCADO. LAS HERAS.

BOSQUEJO HIDROESTRATIGRAFICO				
MODELO GEOELECTRICO	LITOLOGIA	HIDROESTRATIGRAFIA	HIDROGEOLOGIA	
	Descripción		Unidad litoes- tratigráfica	Edad
500 / 10	Gravas arenosas / Limos y arcillas	ACUIFERO FREATICO DEL SUBALVEO DEL RIO DESEADO	Depósitos fluviales terrazas- dos. Depósitos aluviales	Reciente
25 - 300	Gravas c/ interc. arenosas / Gravos arenosas		Rodados fluviales	Cuartario Indeterminado
5 - 25	Gravillas arcillo- sas rosadas que pasan a arcillas verdes compactas	COMPLEJO ACUITARDO(?) ACUICLUDO INDIFERENCIADO	Depósitos fluvia- les producto del retrabajo de la Fm. Río Chico	Paleoceno
< 5			Fm. RIO CHICO	

UNIDAD SUBALVEO RIO DESEADO

CORTES GEOELECTRICOS



En ambos casos la orientación de los cortes es transversal al valle

Figura 4



Este cuadro corresponde al sector mayoritario de la unidad "Subálveo del río Deseado" que va desde Las Heras hasta poco más allá de Fitz Roy - Jaramillo, dado que a partir de allí cambian progresivamente algunas de las definiciones aquí consignadas según lo señalado precedentemente.

Así, varían las proporciones litológicas del acuífero freático (aumento de samitas y aparición de pelitas) y, lo más trascendente, desaparece paulatinamente el Complejo Acuitardo (?) - Acuícludo Indiferenciado al acuñarse la Fm. Río Chico, conformándose el Grupo Bahía Laura, de condiciones acuífugas, en la base del modelo.

UNIDAD SUBALVEO DEL RIO DESEADO.

SECTOR RUTA 3. PUERTO DESEADO.

BOSQUEJO HIDROESTRATIGRAFICO				
MODELO GEOELECTRICO	DESCRIPCION LITOLOGICA	HIDROESTRATIGRAFIA	HIDROGEOLOGIA	
			Unidad	Edad
10 - 150	Gravas Arenosas / Limos y Arcillas	ACUIFERO FREATICO DEL SUBALVEO DEL RIO DESEADO	Dep. Flu- viales / Depós. Aluviales y Marinos	Reciente
	Gravas Arenosas con Limos y Arcillas en lentes		Depósitos Fluviales	Cuartario
> 10	Porfiritos	SISTEMA ACUIFUGO	Grupo Bahía Laura	Jurásico

La evaluación de los resultados hidrométricos revelan un comportamiento general uniforme del acuífero en toda el área, con persistencia de los niveles a lo largo del ciclo anual, demostrando la escasa o nula incidencia de la fase superficial sobre la subterránea dado que, si bien el río presenta marcados períodos de estiaje (en los cuales interrumpe su circulación) y una creciente importante en primavera y parte del verano, no se constatan variaciones significativas en la evolución de los niveles. Esto es consecuencia de las variables condiciones litológicas del le-

cho, a veces conformado por rodados arenosos finos y mayormente por arcillas plásticas limosas, que incluso generan un embalconamiento del cauce con posición topográfica elevada con respecto a la planicie adyacente, lo que determina alternativamente un comportamiento afluente, influente y hasta indiferente.

A nivel local adquieren importancia los aportes laterales, que se materializan por afluencia subterránea, proveniente de la franja de depósitos deslizados que se apoyan sobre las barran-

cas, y por aportes superficiales que descargan de manantiales que surgen de la base de los rodados que tapizan las terrazas superiores de la meseta. Esta situación queda claramente demostrada al analizarse los aspectos hidroquímicos.

Las formas observadas en la superficie potenciométrica son de tipo radial, localmente convergente, con sentido general de escurrimiento coincidente con el diseño del valle, y gradientes hidráulicos de 1 a 3×10^{-3} . En casos los aportes laterales y barreras hidráulicas alteran y bifurcan el flujo, con disminución de la sección, dando gradientes entre $6 - 7 \times 10^{-4}$. Los sistemas locales de explotación de agua existentes en Pico Truncado y Las Heras provocan un efecto depleitivo de escasa magnitud y sola influencia local.

La evaluación de los aspectos hidroquímicos se orienta hacia la definición de las condiciones geohidrológicas generales, dada la razón de esta presentación, aunque en los trabajos originales se abordó también la calificación química según las normas de aptitud para consumo humano.

La elaboración gráfica de los contenidos permite generalizar las condiciones para el subálveo donde se observó que los tenores son siempre menores en la zona Las Heras que en el sector Pico Truncado, y a su vez en éste último que en la zona terminal del valle, y además que localmente siempre los mayores contenidos se ubican en ambos bordes del valle, disminuyendo paulatinamente hacia el centro.

En la zona Las Heras los tenores de residuo seco, cloruros, sulfatos y bicarbonatos son en el borde del valle de 4.000, 1.400, 900 y 1.000 p.p.m. mientras que hacia el centro disminuyen a 800, 180, 150, y 500 p.p.m. respectivamente. Este mismo esquema, pero para el sector Pico Truncado, es de 5.000, 1.500, 1.400 p.p.m. en los bordes, y de 1.500, 350, 250 y 600 p.p.m. Hacia

el este la diferencia se equilibra lentamente hasta no diferenciarse los elevados valores del área lateral con los ahora también elevados de la zona central.

La distribución de las familias de agua muestra para ambos sectores las bicarbonatadas cloruradas sódicas en coincidencia con el centro del valle, situándose en su entorno las cloruradas bicarbonatadas sódicas, y hacia las laderas las cloruradas sulfatadas (en casos bicarbonatadas) sódicas. Esta situación, más los resultados del análisis dinámico y la composición litológica del acuífero, demuestran la existencia e importancia de una "barrera hidrológica" marginal que se antepone a la masa que afluye desde cabeceras.

La observación de las formas que surgen de los mapas hidroquímicos y su cotejo con los mapas isofreáticos y de isorrelación $\text{Cl}^- / \text{CO}_3\text{H}^-$ más la distribución de las distintas familias del agua y los resultados de los índices $\text{Mg}^{++} / \text{Ca}^{++}$ y $\text{Na}^{++} / \text{K}^{++}$, se demuestra una concurrencia de evidencias que corroboran el sentido del flujo, limitan el área de influencia de los aportes superficiales y subterráneos de los bordes del valle y destacan la magnitud de la afluencia subterránea desde cabeceras y la poca significación e incidencia del río Deseado.

En cuanto a sus características hidráulicas el acuífero freático muestra una marcada anisotropía lateral y un comportamiento de capa libre con rendimiento retardado producto de niveles menos permeables situados en los horizontes superiores del acuífero saturado.

Los valores de transmisibilidad obtenidos para esta unidad varían entre $500 - 700 \text{ m}^2/\text{día}$ para el sector de Las Heras y entre $1.000 - 3.000 \text{ m}^2/\text{día}$ para Pico Truncado.

La variación de los espesores acuíferos condicionan el valor de permeabilidad obteniéndose entre $30 - 50 \text{ m/día}$ y entre $150 - 600 \text{ m/día}$ respectivamente. En cuanto al coeficiente de alma-

cenamiento se calcularon para Pico Truncado con un rango de variación entre 1×10^{-3} y 0,10, mientras que para Las Heras el valor obtenido es de 5×10^{-2} .

b - UNIDAD MESETA ESPINOSA

Corresponde a los niveles terrazados, denominados localmente "pampas" o "mesetas", situados al norte del río Deseado, que desde un punto de dispersión al oeste llamado La Angostura se abren con pendiente general hacia el este hasta las nacientes de los cañadones que los disectan. Por el norte esta terrazas limitan con el Gran Bajo Oriental, también vinculado por numerosos cañadones de orientación general noreste.

Esta unidad está comprendida según Lesta et al (1980) en la unidad geológica designada como 'Chubut Extrandino' que incluye la porción centro sur del Chubut y la zona norte de la provincia de Santa Cruz, en este caso en coincidencia con la subregión "Flanco Sur" de la cuenca del Golfo San Jorge. El esquema estratigráfico presente, y sólo a los fines descriptivos, comien-

za con el sustrato preantracólitico que incluye manifestaciones ígneas, metamórficas y sedimentarias del Cámbrico hasta el Devónico inclusive, al que se sobrepone el Grupo Bahía Laura integrado por las formaciones Chon Aike, Los Pirineos, y La Matilde con vulcanitas; ignimibritas y areniscas; limolitas y conglomerados respectivamente. Sobre este grupo y siempre en la unidad "Flanco Sur" del Golfo, se dispone en el Jurásico superior y Cretácico inferior la Formación Pozo D 129 de naturaleza principalmente pelítica, que compone el Grupo Las Heras que subyace al Grupo Chubut, constituido por las formaciones Mina El Carmen, Cañadón Seco (en la que se diferencian los miembros Cañadón Seco, Caleta Olivia y Cañadón Seco 1), culminando con la Formación Meseta Espinosa.

En conjunto el Grupo Chubut es asignado al Cretácico, y está constituido por sedimentitas clásticas fundamentalmente, portadoras de manifestaciones de hidrocarburos que motivan la intensa explotación petrolera y gasífera que se desarrolla en la zona. En discordancia se sobrepone las sedimentitas terciarias, que comienzan con la Formación Salamanca, paleocena,

UNIDAD MESETA ESPINOSA

UBICACION DE SONDEOS Y PERFILES GEOELECTRICOS

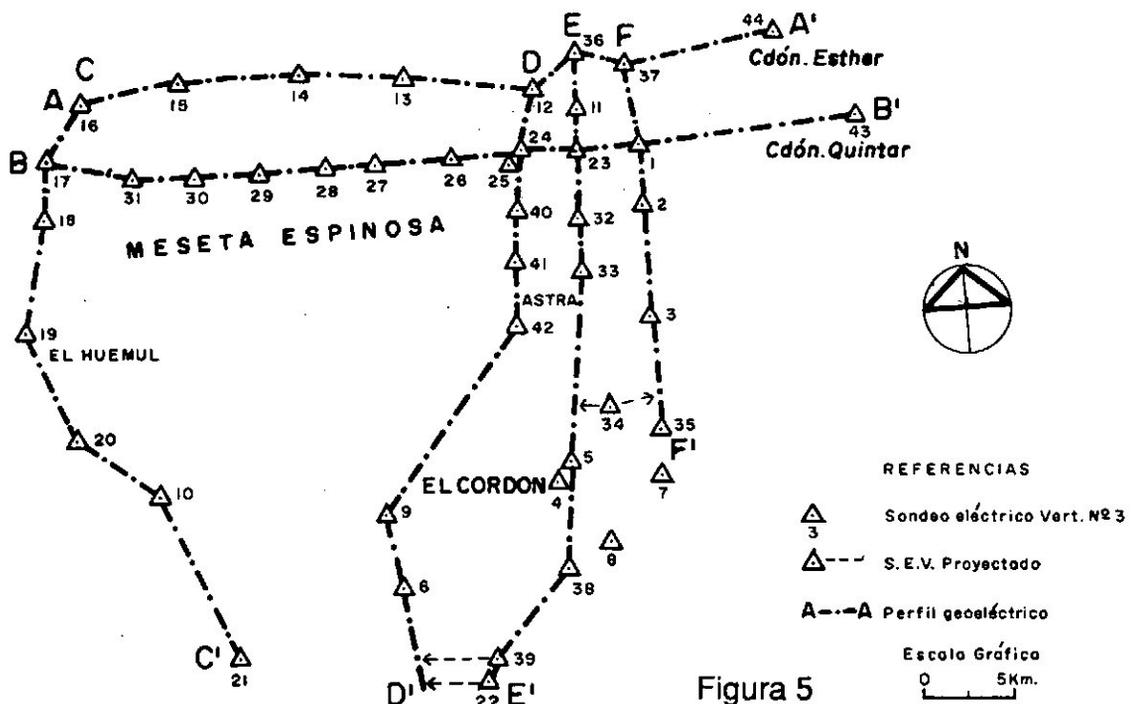


Figura 5

UBICACION DE POZOS DE RECONOCIMIENTO Y PERFILES HIDROMORFOLOGICOS

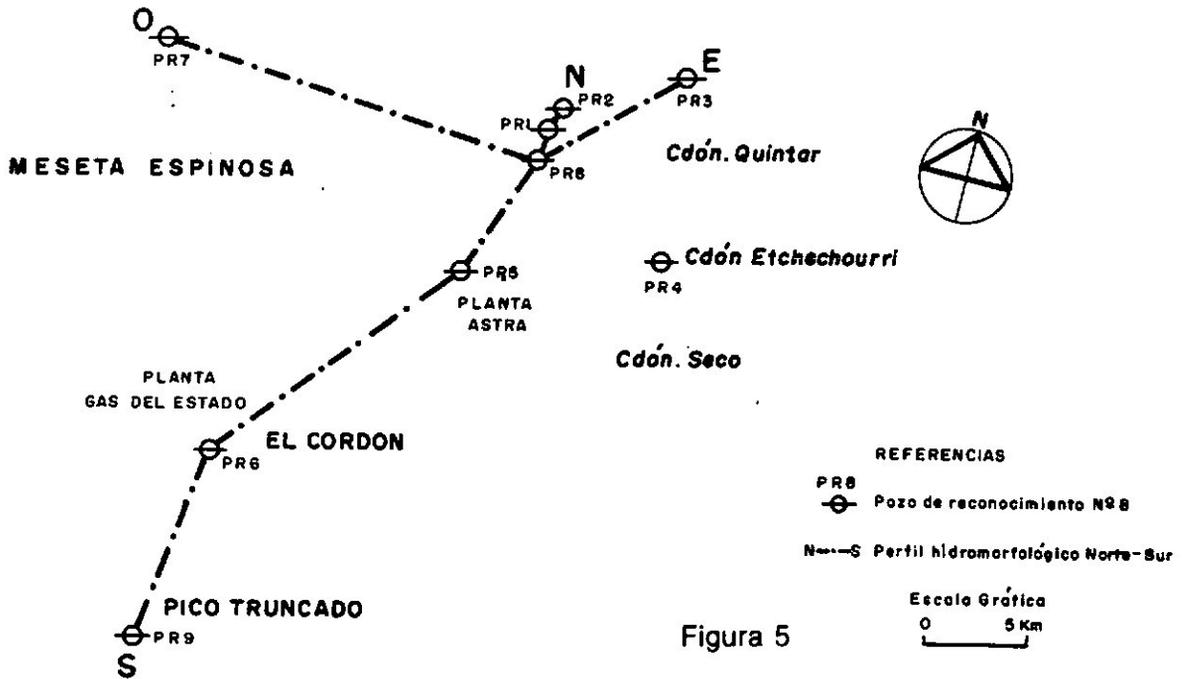


Figura 5

UNIDAD MESETA ESPINOSA

PERFIL HIDROMORFOLOGICO Oeste-Este

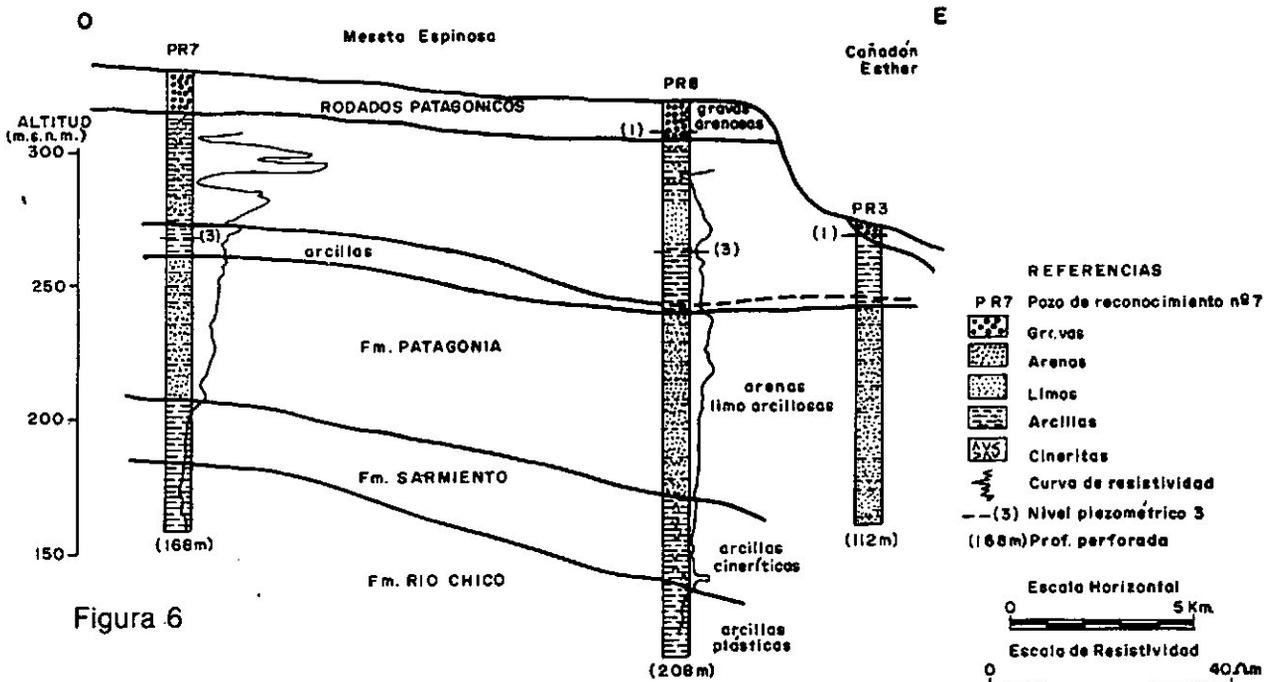


Figura 6

donde se destaca el miembro Glauconítico consistente en una arenisca productora de hidrocarburos.

Sobre este perfil se apoya la secuencia de interés para el esquema geohidrológico de la unidad, que comienza con las sedimentitas de carácter continental depositadas durante el paleoceno superior y eoceno, incluidas con las formaciones Río Chico y Sarmiento. La primera, que conforma el "basamento hidrogeológico" del sistema analizado, se manifiesta en la sección superior con arcillas verdosas muy plásticas de composición montmorillonítica (90%) con escasa proporción de illita y caolinita, según los registros difractométricos realizados. De acuerdo a las correlaciones entre los pozos ejecutados (perfiles hidromorfológicos E – O y N – S) (figura 5) el contacto entre el techo de la Formación Río Chico con la base de la Formación Sarmiento inclina suavemente hacia el este (figura 6), mientras que en sentido norte-sur asciende rápidamente desde Meseta Espinosa hacia el subálveo del río Deseado donde afloran ambas unidades (figura 7).

La Formación Sarmiento está integrada por tobas y cineritas blanquecinas terrosas, muy bentoníticas, pesentando incipiente silicificación en las inmediaciones del río Deseado. En el caso de las descripciones de las muestras extraídas se optó por unificar para la zona estudiada la condición litológica de arcillas cineríticas con el fin de simplificar las variaciones verticales y laterales observadas, donde cambian notablemente las fracciones piroclásticas con respecto a las arcillas siempre dominantes. El espesor en profundidad de esta formación es de 30 – 40 metros con un paulatino acuñamiento hacia el río Deseado, donde aflora en el valle moderno.

Con respecto a la condición litológica de esta formación, que llega a conformar en la ladera izquierda del valle dos entidades, una inferior compuesta por tobas cineríticas con importan-

te grado de consolidación (que llevó a distintos autores a identificarla como "Tobas de Koluel Kayké), y una superior de baja consolidación con arcillas algo cineríticas (señalada por los mismos autores como formación Sarmiento), se sostiene al respecto que la diferencia original entre ambas es sólo el grado de consolidación.

La secuencia continúa con la Formación Patagónica que presenta arenas intercaladas con lentes arcillosos y restos de moluscos bivalvos en la sección superior, mientras que en profundidad la fracción pelítica se dispone como matriz hasta terminar incluso como una arcilla arenosa. Los análisis mineralógicos a grano suelto de las fracciones arenosas evidenciaron la dominancia de plagioclasas (67%) del tipo labradorita con cuarzo, feldespatos potásicos y muscovita muy subordinadas, mientras que entre los pesados predominan la hornblenda, hipersteno y augita. Estos resultados hacen suponer el origen basáltico de las arenas.

El espesor de esta formación comprobado por las perforaciones realizadas alcanza su mayor expresión en la zona norte del área con aproximadamente 150 metros, acuñándose paulatinamente hacia el sur con 130 metros en la zona Astra, 60 metros en El Cordón y menos de 10 metros en Pico Truncado (figura 7).

Regionalmente sobre el Patagoniano se asienta la Formación Santa Cruz, de origen continental, compuesta por areniscas con intercalaciones de tobas cineríticas estratificadas. Esta formación no está presente en la Unidad Meseta Espinosa dada su posición en secuencia y su horizontalidad al oponerle la posición topográfica de la terraza.

De acuerdo a esto es que sobre la formación Patagonia se ubican los Rodados Patagónicos, del Cuaternario, que cubren con notable continuidad los niveles terrazados conformando un depósito de gravas de diverso tamaño, redondeadas a subredondeadas con sábulos y arenas,

PERFIL HIDROMORFOLOGICO Norte-Sur

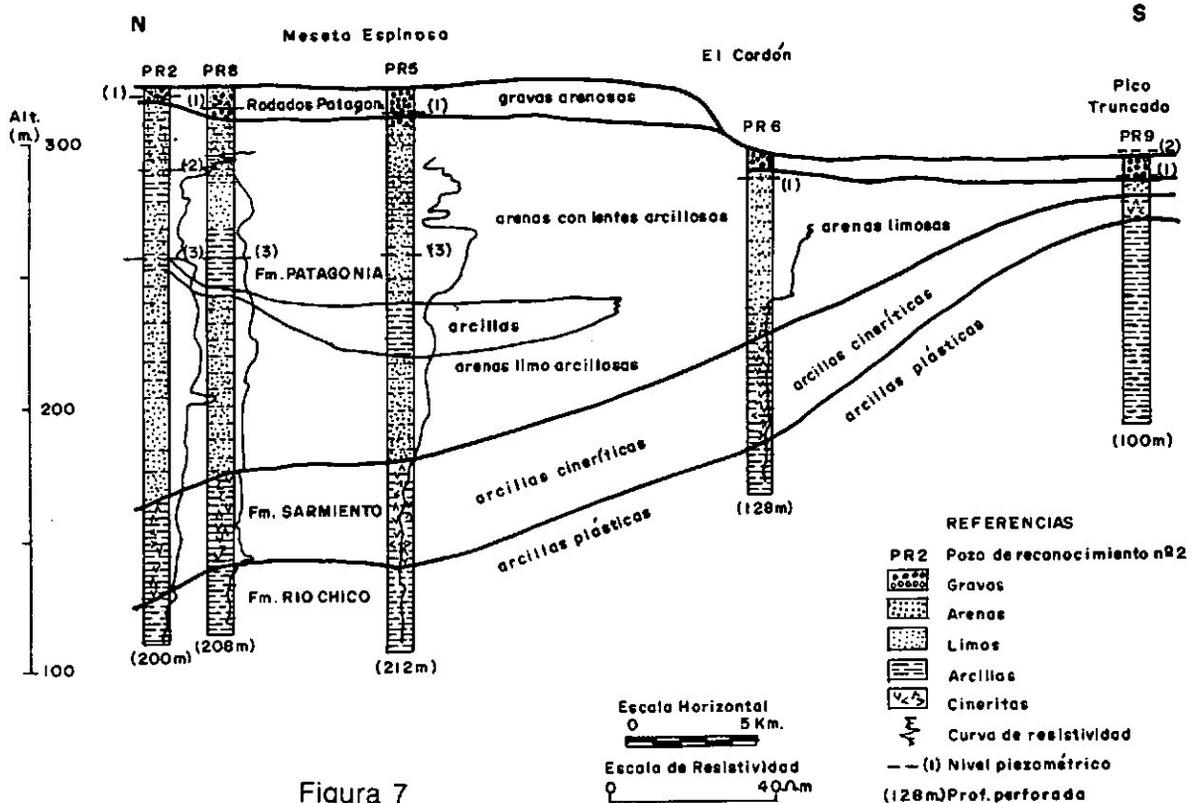


Figura 7

escasa matriz limo arcillosa, en general sueltos salvo en la sección superior (y saltuariamente) donde presenta cemento carbonático. El espesor es variable por lo general entre 8 y 10 metros, aumentando ligeramente cuando cubre paleocauces labrados sobre la superficie de erosión del Patagoniano.

En cuanto al esquema geohidrológico general se plantea la conformación de la zona de interés comenzando con el "Basamento hidrogeológico", correspondiente a la Formación Río Chico, compuesta por arcillas plásticas. Sobre éste se apoya el "Sistema acuitardo - acuicludo" de la Formación Sarmiento y de la base de la Formación Patagonia así designado debido a su comportamiento diferencial según las variaciones litológicas laterales observadas que van des-

de tobas y cineritas arcillosas a arcillas plásticas para la primera y de arcillas plásticas a arcillas arenosas para el Patagoniano.

En el resto de la Formación Patagonia se han determinado dos niveles acuíferos, uno confinado y el superior de condición semiconfinada. En ambos casos se trata de arenas finas a muy finas con pelitas subordinadas, en casos como lentes arcillosos y arcillo limosos de escasa extensión. Sólo el límite entre ambas unidades presenta continuidad zonal, y consiste en un horizonte arcilloso, muy plástico, de 8 a 10 metros de espesor, que se acuña hasta desaparecer en el área de El Cordon. Finalmente el paquete de gravas arenosas correspondiente a los Rodados Patagónicos dan lugar al acuífero freático.



UNIDAD MESETA ESPINOSA

BOSQUEJO HIDROESTRATIGRAFICO					
MODELO GEOELECTRICO	LITOLOGIA	HIDROESTRATIGRAFIA	G E O L O G I A		
			Unidad	Edad	
200 - 1000	Gravas Arenosas	ACUIFERO FREATICO	Depósitos Terrazados	Cuaternario	T E R C I A R I O
4 - 150	Arenas limosas con lentes arcillosos	ACUIFERO SEMICONFINADO	Formación Patagonia	Oligoceno Mioceno	
20 - 60	Arenas limo-arcillosas	ACUIFERO CONFINADO			
2 - 15	Arcillas Cineríticas	SISTEMA ACUITARDO-ACUICLUDO	Formación Sormiento	Eoceno - Oligoceno	
0,5 - 8	Arcillas Plásticas	BASAMENTO HIDROGEOLOGICO	Formación Río Chico	Paleoceno	

Para las dos primeras unidades la recarga es principalmente autóctona directa, con retención temporal en los Rodados lo que determina una profundidad en los niveles de 30 metros en el semiconfinado y 5 metros como máximo en el freático en este caso con agotamiento total en las épocas de déficit. Para el acuífero confinado además de la filtración vertical el aporte es alóctono producido en los afloramientos arenosos del Patagoniano del oeste (Pampa del Setenta) determinando una dirección de escurrimiento subterráneo hacia el sud-sudeste. Los niveles piezométricos en esta unidad se sitúan entre 65 y 70 metros de profundidad.

En la zona de El Cordón y hacia el sur al desaparecer el horizonte arcilloso que actúa de confinante se unifica el espesor saturado variando los niveles entre 7 y 10 metros según la posición topográfica.

La descarga del sistema se produce subsuperficialmente hacia el Gran Bajo Oriental y hacia

los cañadones Esther, Quintar, Etchehourri y Seco situados al este.

Los contenidos químicos confirman el esquema hidroestratigráfico propuesto con tenores para el acuífero confinado de 600 p.p.m. de residuo seco, 150 - 170 de cloruros, 110 - 140 de sulfatos, 160 - 180 de bicarbonatos y de 1,8 a 2 p.p.m. de fluoruros, mientras que en el acuífero semiconfinado la salinidad es mayor con tenores de 700 p.p.m. de residuo seco, 220 - 230 de cloruros, 80 - 90 de sulfatos, 240 - 270 de bicarbonatos y 4 - 5 de fluoruros.

La clasificación de familias de aguas para el primer caso determina el tipo bicarbonatada clorurada sulfatada sódica y para el semiconfinado bicarbonatada clorurada sódica. En las áreas de descarga cambia la condición pasando en los cañadones al tipo clorurada sulfatada sódica y en las zonas distales a clorurada sódica. También en la base del sistema por influencia del

acuitardo – acuicludo de la Formación Sarmiento la característica es clorurada sódica.

Localmente pueden ocurrir variaciones producto de los trabajos de perforación petrolífera, habiéndose constatado surgencia de aguas altamente salinizadas de acuíferos profundos, además de sospecharse interconexiones verticales entre el sistema estudiado y esos acuíferos producidos por error en la instalación de la cañería de aislación.

Por otra parte se observó una incipiente corrosión microbiológica en las instalaciones, producto de la acción de bacterias oxidantes del hierro y reductoras de sulfatos, propagadas en toda la zona.

En cuanto a las características hidráulicas del sistema, los ensayos de permeabilidad permiten generalizar para el acuífero freático valores de 50 m/día hasta 1 m/día según las proporciones de cemento carbonático contenidos en los Rodados. Los niveles arenosos de la sección semiconfinada indican 2×10^{-2} m/día, mientras que el acuífero confinado presenta una permeabilidad variable entre 0,5 y 5 m/día.

Para Meseta Espinosa la elaboración de los ensayos de bombeo y pruebas de recuperación permite generalizar para el acuífero confinado una transmisibilidad de $25 \text{ m}^2/\text{día}$ y un coeficiente de almacenamiento de 4×10^{-4} . En el caso de la sección semiconfinada los valores obtenidos son de 70 a $115 \text{ m}^2/\text{día}$ y desde 3×10^{-3} hasta 4×10^{-4} . Los caudales característicos medidos fueron de 0,50 y $1 \text{ m}^3/\text{h}$ por metro de depresión respectivamente.

Si bien los resultados de la prospección son un elemento de análisis anterior a las conclusiones ya citadas, se aborda su tratamiento al final de la descripción general con el fin de facilitar la comprensión de las situaciones derivadas de su interpretación. Se agregan los cortes geoelectrónicos A – A' y B – B' de orientación oeste – este y C – C', D – D', E – E' y F – F' de situación

norte sur (figuras 5, 8 y 9) donde se han discriminado 4 capas: una superior (ρ entre 30 y 1.000) que corresponde a los acuíferos freático y semiconfinado, seguida de otra (2 a 20) asimilable a las arcillas plásticas que se sobreponen a la tercera entidad (15 a 60) dada por el acuífero confinado. La base se define como "sustrato conductor" (inferior a 5 – 10).

Luego de los variables valores iniciales medidos (rodados sueltos/matriz limo arcillosa/rodados cementados) siguen las extremas ρ del acuífero freático que dificultan la definición de la unidad semiconfinada, y en general condicionan la interpretación de todo el sistema. Esto fue advertido al agregarse a la evaluación los resultados de los pozos de reconocimiento, que al proporcionar mayores precisiones pusieron en evidencia que por efecto de las altas resistividades del acuífero freático, el método no permite identificar la alternancia de lentes samíticas y pelíticas de poco espesor subyascentes, dificultando igualmente la diferenciación entre el sistema acuitardo-acuicludo y el basamento hidrogeológico, agrupados en el modelo geoelectrico como sustrato conductor, aunque en este caso contribuye también el poco contraste entre las resistividades, situación comprobable además en las curvas de perfilajes de los pozos.

c – UNIDAD PAMPA ALTA

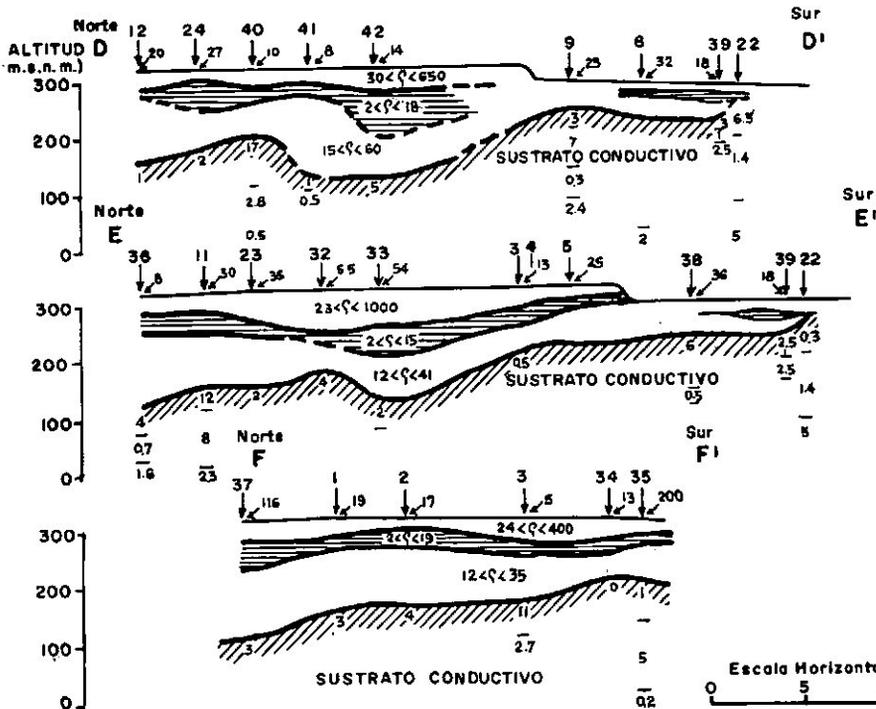
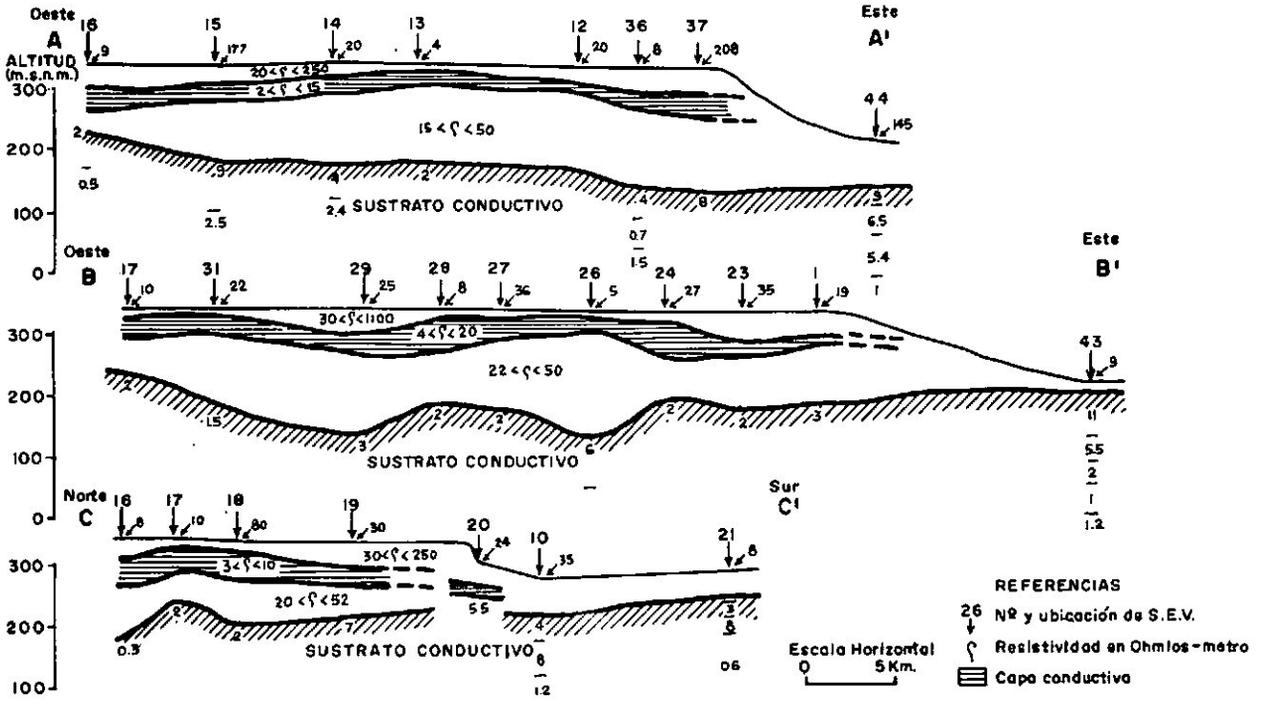
Esta unidad comprende el tercer (III) nivel terrazado del Sistema río Deseado ya citado, e incluye además otras terrazas de menor desarrollo (del Cerro Laciari, del Escarpado Norte, de Puerto Deseado, del Cerro Alonso), los numerosos cañadones que las disectan con orientación preferencial oeste – este (Nuevo, Liverpool, Blanco, Onetto y La Maruja), y las zonas deprimidas situadas al pie de estos últimos, ya en el ámbito litoral.

Este nivel terrazado presenta similares características que los precedentes (Meseta

UNIDAD MESETA ESPINOSA

CORTES GEOELECTRICOS A-A', B-B' y C-C'.

Figura 8



CORTES GEOELECTRICOS D-D', E-E' y F-F'.

Figura 9

Espinosa – El Cordón), con paleocauces de diseño anastomosado, pequeños bajos eólicos, lagunas temporarias, pistas de deflación y reducidas acumulaciones medanosas. Una condición propia de esta terraza es la presencia de cerros aislados, remanentes de paleoformas, constituidos por porfiritas del Grupo Bahía Laura que adquieren cierta continuidad en las inmediaciones del valle actual del río Deseado.

El esquema estratigráfico presente comienza con el citado Grupo Bahía Laura, del Jurásico, sobre el cual se apoya en forma discontinua un delgado espesor de arcillas plásticas, cineríticas en general y en casos con tobas alteradas, que corresponden a remanentes de la Formación Sarmiento. El espesor de este depósito es variable pero siempre inferior a los 8 – 10 metros, y en casos está ausente, respondiendo su presencia y espesor al paleorelieve del Grupo Bahía Laura.

Continúa la Formación Patagonia, de condiciones litológicas similares a las observadas en la sección inferior de la Unidad Meseta Espinosa, esto es arcillas plásticas, algo arenosas con lentes delgadas de arcillas muy plásticas, arenas finas, y arcillitas, que en conjunto subyacen a arenas limosas algo arcillosas con abundantes restos de moluscos y bivalvos. La diferenciación litológica de la Formación Patagonia condiciona, como se verá, el comportamiento hidrogeológico de la unidad, y además influye en las características y situación de los manantiales que afloran en los cañadones.

El espesor total de esta formación es variable, generalmente comprendido entre 40 y 60 metros cuando se trata de la terraza, disminuyendo paulatinamente acorde con la topografía.

Sobre la anterior se ubican los Rodados Patagónicos de iguales condiciones que los descritos para Meseta Espinosa, y de espesor variable entre 8 y 12 metros en general. En los bajos la cobertura de gravas desaparece, mientras

que, cuando la formación se dispone sobre paleocauces labrados sobre el Patagoniano alcanza 15 – 20 metros.

Esta unidad fue estudiada previamente por otros autores, correspondiendo a Sala y Rojo (1985) la descripción más completa, considerándose este producto una complementación del anterior como resultado del agregado de la prospección geoelectrica y la ejecución de nuevas perforaciones, ensayos de bombeo y análisis químicos.

Las condiciones hidroestratigráficas generales, y manteniendo el esquema de las anteriores unidades, comienza con el **sistema acuífugo** (Grupo Bahía Laura), considerado el basamento hidrogeológico del conjunto. Se estima en muy poco significativa la posible permeabilidad secundaria y también la estructura amigdaloides observada en los afloramientos dada su falta de interconexión.

Continúa al anterior el denominado **sistema acuitardo** compuesto por la Formación Sarmiento (que sólo se dispone saltuariamente) y parcialmente por la Formación Patagonia, (en la sección inferior y media) cuando presenta arcillas plásticas en partes con escasa proporción de arenas, y abundantes lentes muy delgadas de arenas y arcillitas intercalados. Sobre éste se dispone el **acuífero freático** que incluye la totalidad de los Rodados Patagónicos y la porción restante (superior) del Patagoniano, en este caso compuesta por arenas limo arcillosas, intercaladas por lentes arcilíticas y francamente arenosas de poco espesor.

La recarga para la Unidad es autóctona directa con un leve aporte proveniente del escurrimiento subterráneo desde el noroeste, dirección que se mantiene para el drenaje zonal, produciéndose la descarga en los cañadones aflorando como manantiales, o bien escurriendo superficialmente hacia su eje, y desde allí con

UNIDAD PAMPA ALTA

BOSQUEJO HIDROESTRATIGRAFICO				
MODELO GEOELECTRICO	DESCRIPCION LITOLOGICA	HIDROESTRATIGRAFIA	HIDROGEOLOGIA	
			Unidad	Edad
100 - 1000	Gravas Arenosas	ACUIFERO FREATICO	Depósitos Terrazados	Cuaternario
15 - 70	Arenas Limo-Arcillosas	SISTEMA ACUITARDO	Formación Patagonia	Oligoceno Mioceno
1.5 - 10	Arcillas plásticas con lentes arenosos y arcilíticos			Terciario
	Arcillas cineríticas		Formación Sarmiento	
> 10	Porfiritas	SISTEMA ACUIFUGO (Basamento hidrogeológico)	Grupo Bahía Laura	Jurásico

muy baja velocidad hacia las áreas deprimidas situadas junto a la costa.

La observación de las laderas de los cañadones, y la oposición de su orientación con respecto al escurrimiento subterráneo, permite confirmar algunos de los conceptos vinculados con la dinámica. Por ejemplo en el cañadón La Maruja, de posición oeste - este en cabeceras, los manantiales se manifiestan exclusivamente en la ladera norte, donde incluso se observa una "línea de agua" de posición horizontal, en el contacto entre los rodados y las arcillas subyacentes, bien visible en el desarrollo de la vegetación. También en el cañadón Liverpool los afloramientos sólo se producen en la ladera sudoeste, coincidiendo con la situación descripta.

También los manantiales permiten valorar la influencia de las precipitaciones en el sistema, dado que su producción está vinculada con ellas, y si bien no puede establecerse su recurrencia, se observa una variación sistemática en los caudales aforados con períodos de marcado estiaje (aunque sin desaparecer) y crecientes

atenuadas en las épocas de deshielo que hasta llegan a conformar incipientes cursos superficiales.

Debe señalarse que los manantiales presentan distintas posiciones de afloramiento según sea la situación topográfica y la conformación de su "piso impermeable", apareciendo en casos desde rodados apoyados sobre arcillas plásticas (cabeceras de los cañadones La Maruja y Nuevo), o bien desde rodados y arcillitas fisuradas dispuestas sobre arcillas (laderas de los cañadones Nuevo, La Maruja y Onetto), y también desde arenas con conchillas apoyadas sobre arcillitas (cañadón Liverpool). Esta situación evidencia la importante variación litológica lateral y vertical de la sección superior del Patagoniano, pero además demuestra la integridad del acuífero freático (que incluye los Rodados Patagónicos y el techo de la Fm. Patagonia) al oponer los resultados de la evaluación hidroquímica, que no expresa diferencias al comparar manantiales con distintos niveles de afloramiento.

Los resultados de los análisis químicos de las muestras obtenidas del acuífero freático y de los

manantiales presentan contenidos de residuo seco, cloruros, sulfatos y fluoruros de 1000 – 1100; 400 – 500; 60 – 70; y 1 – 1,5 p.p.m. respectivamente, lo que confirma conceptos de Sala y Rojo (op. cit.) sobre el esquema de recarga autóctona directa, fácil infiltración y renovabilidad de las reservas generatrices.

Hacia los ejes de los cañadones e incluso en los subálveos, se constató un aumento considerable por concentración de los contenidos salinos (5000 p.p.m. de residuo seco) debido a la fuerte evapotranspiración, con notable influencia de los vientos, y a la disminución de la velocidad de escurrimiento. También en el sistema acuitardo se observa un pronunciado incremento en los tenores salinos que duplican los valores del acuífero freático.

Los resultados de las pruebas hidráulicas correspondientes al acuífero freático en su porción superior (sólo las gravas arenosas sin incluir el techo del Patagoniano) y para un espesor saturado variable entre 2 y 3 metros, determinó valores de transmisibilidad comprendidos entre 250 y 500 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 0,05 con caudales de producción máximos entre 3,7 y 5,5 m³/hora.

En cuanto a la prospección geoelectrica y su interpretación preliminar a partir de la mediación de 74 sondeos eléctricos verticales (figura 10) se han incluido sólo dos cortes geoelectricos aproximada norte – sur y designados como A – A' y B – B' (figura 11) que reproducen con importante grado de correspondencia el esquema hidroestratigráfico ya definido.

Se comprueba la buena definición del basamento hidrogeológico del área, correspondiente al Sistema Acuífero dado por las porfiritas del Grupo Bahía Laura, que aquí se designa como

“capa resistiva inferior” con ρ superiores a 10. Contribuye a su determinación el importante contraste que se evidencia con la “capa conductiva” (ρ 1,5 a 10) que se le sobrepone, permitiendo incluso su identificación al observarse la curva del campo.

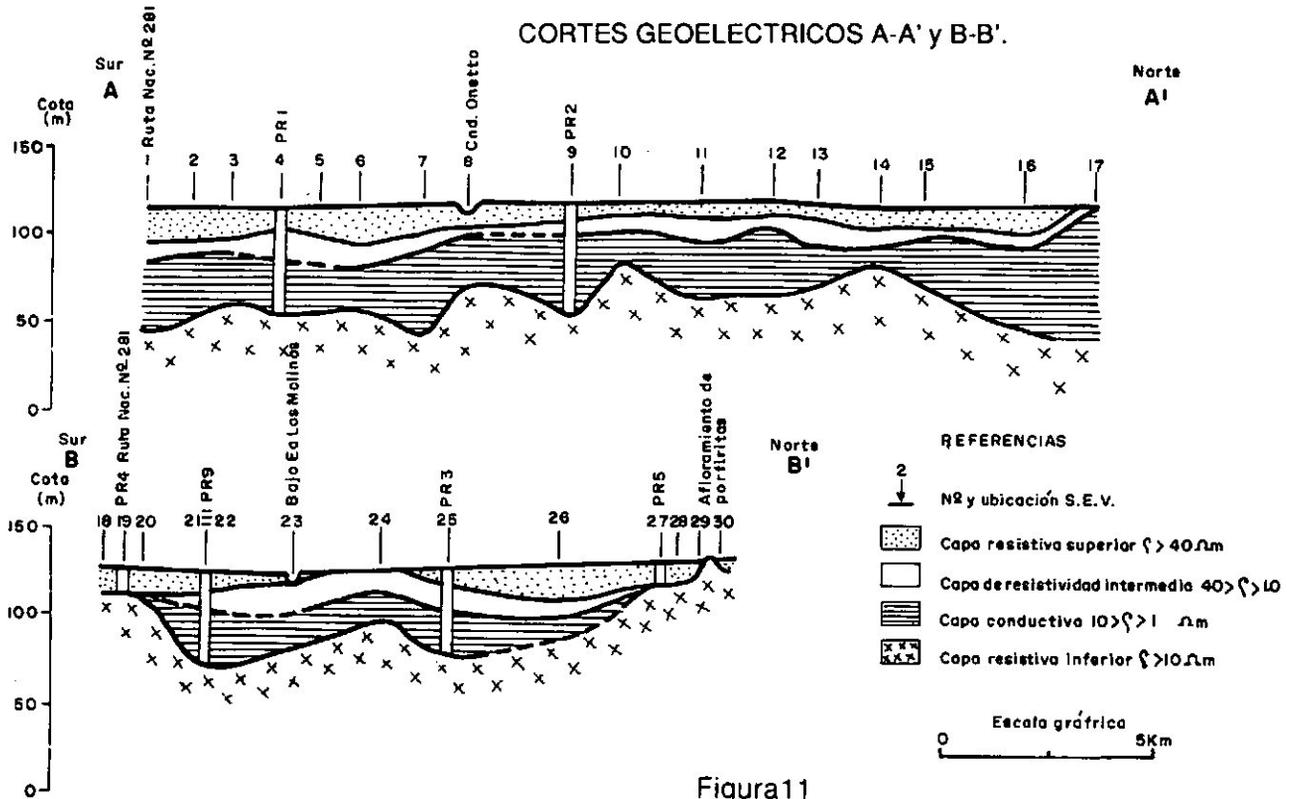
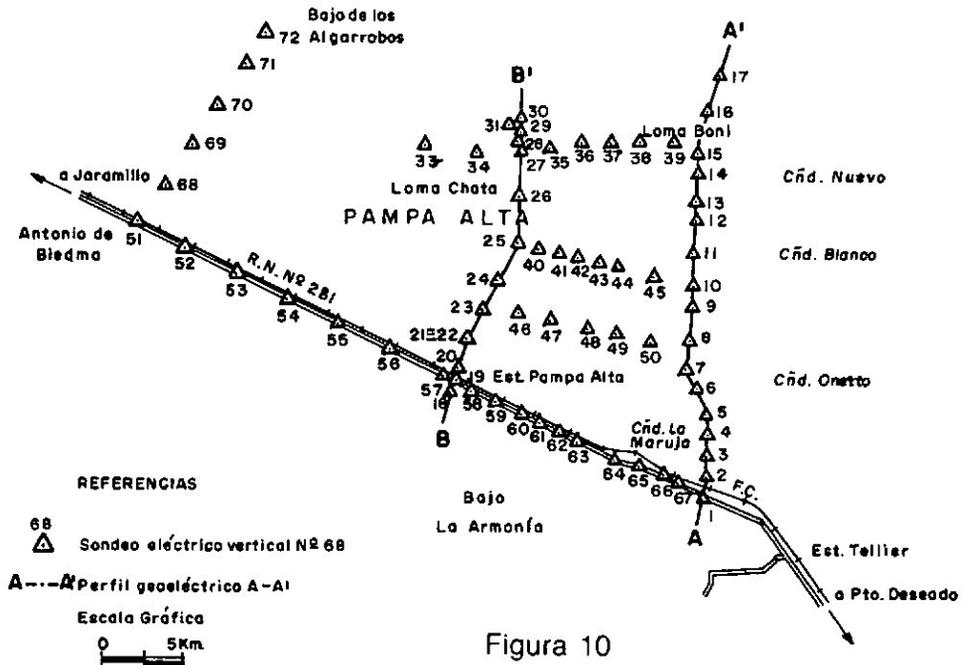
La citada “capa conductiva” corresponde a la sección inferior y media de la Formación Patagonia, (Sistema Acuitardo) de naturaleza pelítica, con espesores que alcanzan los 50 metros tendiendo a desaparecer en aquellos lugares en los que el basamento porfirico se acerca a la superficie. Esta capa incluye también los depósitos discontinuos de la Formación Sarmiento, que no pueden discriminarse dada la similitud resistiva entre ambas formaciones.

También la definición del límite superior de la capa presenta algunas imprecisiones dadas por el paso gradual de la sección superior (samitas con pelitas subordinadas) a las secciones media e inferior del Patagoniano (pelitas predominantes con samitas escasas y hasta ausentes), por lo cual se optó incluir una nueva capa, de transición, con ρ comprendidas entre 10 y 40, que estrictamente corresponde a la citada gradación sedimentaria, y por lo tanto incluirla la parte más alta del Sistema Acuitardo y la inferior del Acuífero Freático (siempre de la Formación Patagonia).

Finalmente, la “capa resistiva superior” (ρ mayor de 40) comprende las altas resistividades de los rodados patagónicos (100 – 1000) y los niveles samíticos del Patagoniano, que en conjunto alcanzan a 20 – 25 metros de espesor máximo. Esta capa corresponde con buen grado de aproximación al sistema denominado Acuífero Freático.

UNIDAD PAMPA ALTA

UBICACION DE SONDEOS - PERFILES GEOELECTRICOS



CONSIDERACIONES FINALES

Se destaca una vez más la importancia de los estudios básicos previos a la construcción y operación de sistemas de explotación de agua, mérito adjudicable en este caso a Servicios Públicos S.E. de la provincia de Santa Cruz que permitió y apoyó los trabajos de prospección y evaluación realizados.

De esta forma con los resultados obtenidos se han ejecutado a la fecha las obras de captación para abastecimiento a las localidades de Pico Truncado (6 pozos) y Caleta Olivia (22 pozos) resolviendo el problema del suministro público a largo plazo con una adecuada preservación de las fuentes detectadas.

Actualmente se construye el sistema de provisión a Las Heras, y con la continuación de los estudios se espera aumentar los volúmenes disponibles para Puerto Deseado.



MENCION

Al Lic. Fernando Stockli y los Sres. Mario Almagro, Sergio Albornoz y Domingo Faure por su colaboración en las tareas de campo.

A los Lic. Raúl Perez Spina y José Barbagallo por su participación en los trabajos de campo y en la elaboración de información; y a la Lic. Alicia Rapaccini por su contribución en la interpretación geoelectrica.

BIBLIOGRAFIA

BATTACHARYA, P. y PATRA, H. 1968. Direct. current geoelectryc sounding. Elsevier, Amsterdam.

BEROS, C. y CESARI, O. 1986. Niveles gradacionales terrazados del noreste de Santa Cruz. Conclusiones preliminares. Univ. Nac. Patagonia S.J.B., inédito.

FERUGLIO, E. 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (coni T.II) Buenos Aires.

GONZALEZ ARZAC, R. PATROUILLEAU, R.; CALVETTY AMBONI, B. y DIAZ, J. 1984. Estudio hidrogeológico del acuífero freático del valle del río Deseado en el sector correspondiente a Pico Truncado. IX Congreso Geológico Argentino, S. C. de Bariloche. Actas, VI: 445-467.

KELLER, G. y FRISCHNECHT, F. 1966. Electrical Methods in geophysical prospecting. Pergamon Press. Oxford, Londres.

LESTA, P.; FERELLO, R. y CHEBLI, G. 1980. Chubut ex-trandino II Simp. Geol. Rep. Arg. Academia Nacional de Ciencias, II: 1307-1387. Córdoba.

ORELLANA, E. y MOONEY, H. 1966. Tablas y curvas para sondeos eléctricos verticales. Interciencia. Madrid.

ORELLANA, E. 1982. Prospección geoelectrica en corriente continua. Paraninfo. Madrid.

PEREZ SPINA R. y GONZALEZ ARZAC, R. 1987. Estudio del subálveo del valle del río Deseado, sector Las Heras, provincia de Santa Cruz. Consejo Federal de Inversiones. informe final, inédito.

SALA, J. y ROJO, A. 1985. Investigaciones hidrológicas aplicadas en el área de Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz. Convenio Servicios Públicos S.E. - Univ. Nac. La Plata (Fac. Cs. Nat.), informe final, inédito.

ZOHDY, A. 1975. Automatic interpretation fo Schlumberger sounding curves using modifield Dar Zarrouk functions. U.S. Geol. Surv. Bull, 1313-E.

**EL PRESENTE TRABAJO
SE FINALIZO
DE IMPRIMIR
EN LA SEGUNDA QUINCENA
DEL MES DE ABRIL
DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UNO.**