

44818



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



SERVICIOS PUBLICOS S. E. PROVINCIA DE SANTA CRUZ

SERIE: INVESTIGACIONES APLICADAS
COLECCION: HIDROLOGIA SUBTERRANEA
Nº 3

Provisión de agua a Caleta Olivia provincia de SANTA CRUZ

- Geohidrología
- Evaluación del sistema actual
- Proyecto y construcción de un nuevo sistema

RICARDO GONZALEZ ARZAC
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JOSE ALBERTO BARBAGALLO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

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

RAUL HECTOR PEREZ SPINA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

FERNANDO STOCKLI
SERVICIOS PUBLICOS S.E. PROVINCIA DE SANTA CRUZ

MARIO ALMAGRO
SERVICIOS PUBLICOS S.E. PROVINCIA DE SANTA CRUZ

Impresión remanente del 15/16

FE DE ERRATAS

PAGINA	PARRAFO	ERROR
17	2° der	donde dice "10-2" debe decir "10-2"
17	3° der	donde dice "4 x 10-4" debe decir "4 x 10-2"
25	1° der	debe omitirse la frase comprendida entre los renglones 7 y 12 del párrafo
29	2° izq	donde dice "...una de ellas durante 24 horas, o para..." debe decir "...una de ellas durante 24 horas, para..."
32	5° der	donde dice "...de agua de cada pozo de las cisternas..." debe decir "...de agua de cada pozo y de las cisternas..."
43	Gráfico N°14	donde dice "PROVINCIA DE BUENOS AIRES" debe decir "PROVINCIA DE SANTA CRUZ"

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

Todos los derechos reservados.
c 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. Animó 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. Esta circunstancia 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 solo 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 asignado 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 Clácer
Secretario General

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 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.

En este caso se presenta un estudio aplicado de abastecimiento para consumo humano, cuyo principio rector se basa en considerar un derecho social elemental el de disponer de agua en cantidad suficiente y de calidad adecuada.

CURRICULA

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

José Alberto BARBAGALLO
Licenciado en Geología, U.N. Buenos Aires
Hidrogeólogo del Consejo Federal de Inversiones

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

Raúl Héctor PEREZ SPINA
Licenciado en Geología, U.N. La Plata
Hidrogeólogo del Consejo Federal de Inversiones

Fernando STOCKLI
Licenciado en Geología, U.N. La Plata
Técnico de la Gerencia Estudios y Proyectos
Servicios Públicos S.E. Provincia de Santa Cruz

Mario ALMAGRO
Técnico de la Gerencia Estudios y Proyectos
Servicios Públicos S.E. Provincia de Santa Cruz

**Provisión de agua
a Caleta Olivia
Provincia de
Santa Cruz**

INDICE

PAG.

1. CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS GENERALES	11
1.1. Hidroestratigrafía	11
1.2. Hidrodinámica	15
1.3. Hidroquímica	15
1.4. Hidráulica	17
2. BATERIAS 1 y 2 DE MESETA ESPINOSA	19
2.1. Selección del Area de Explotación	19
2.2. Perforaciones de Explotación	21
2.2.1. Características Constructivas	21
2.2.2. Diseño	21
2.2.3. Aspectos Químicos	23
2.2.4. Aspectos Hidráulicos	25
2.3. Recomendaciones generales y manejo de la explotación	27
2.3.1. Producción individual	28
2.3.2. Alternativas de manejo, Propuestas	28
2.4. Otras recomendaciones	29
2.4.1. Producción de Agua versus Actividad Petrolera	29
2.4.2. Nuevas Obras	31
2.4.3. Uso Industrial. Riego en Zona de Chacras	31
2.4.4. Educación y Difusión	32
2.4.5. Nuevos Estudios	32
2.4.6. Control de Explotación	32
3. EVALUACION DEL SISTEMA CAÑADON QUINTAR	34
3.1. Antecedentes Específicos	34
3.2. Evaluación del Sistema de Explotación	36
3.2.1. Diseño	37
3.2.2. Hidroquímica	44
3.2.3. Producción	45
3.3. Conclusiones y Recomendaciones	47
COROLARIO	50

MENCION

Al personal del Distrito Saneamiento S.P.S.E. de Caleta Olivia por su colaboración y apoyo operativo en las tareas de campo.

Al Destacamento Perforaciones de la Compañía de Agua 601 del Ejército Argentino a cargo del Suboficial Mayor Carlos Neris.

A Yacimientos Petrolíferos Fiscales y a las empresas petroleras de Cañadón Seco, Caleta Olivia y Comodoro Rivadavia por su aporte en materiales y servicios técnicos para la ejecución de las obras de perforación.

Al Ing. Carlos Ostolaza de la Gerencia General de Ingeniería de S.P.S.E. y al Sr. Ricardo Guinsburg de la Gerencia de Estudios y Proyectos de S.P.S.E.

A la comunidad caletense.

1. CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS GENERALES

La 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 Esther (al norte), Quintar, Etchehourri y Seco (al sur) que los disectan con rumbo aproximado oeste-este, culminando en la planicie costera donde se dispone la ciudad de Caleta Olivia. Por el norte estas terrazas limitan con el Gran Bajo Oriental, también vinculado por numerosos cañadones de orientación general noreste.

Esta unidad está comprendida en la provincia 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.

A continuación se resumen las condiciones geohidrológicas generales del área bajo estudio:

1.1. Hidroestratigrafía

Según el esquema hidroestratigráfico incluido en el cuadro N° 1, y para la zona de influencia de la batería de producción, la base de la sección de interés denominada "**Basamento Hidrogeológico**" corresponde a la Formación Río Chico, compuesta por arcillas verdes, muy plásticas, cuyo techo se

ubica aproximadamente a 200 metros de profundidad. Sobre esta entidad se apoya el "**Sistema Acuitardo-Acuicludo**" de la Formación Sarmiento, así designado debido a su comportamiento diferencial según las variaciones litológicas laterales observadas que van de tobas y cineritas arcillosas a arcillas pardas muy plásticas con alto grado de alteración de la fracción piroclástica. El espesor en la zona es de aproximadamente 37 metros, ubicado entre 159 y 196 metros bajo boca de pozo (m.b.b.p.).

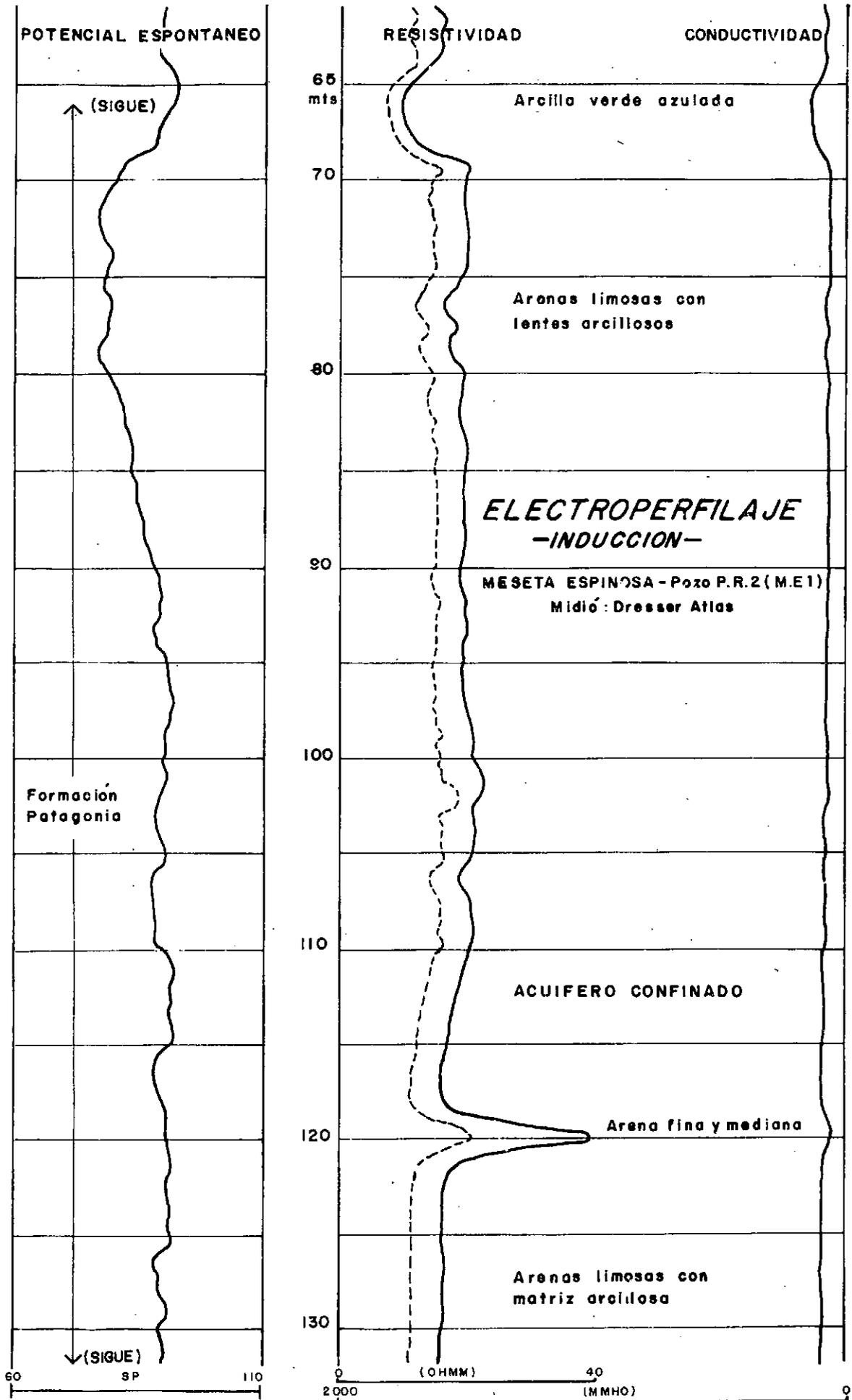
Hacia arriba continúa luego la Formación Patagonia, donde se han determinado dos niveles acuíferos, uno **confinado** y otro superior **semiconfinado**. El primero comienza entre los 60 y 70 m.b.b.p., a partir de una lente arcillosa muy plástica verde azulada que actúa de confinante, a la que le siguen arenas finas y medianas de coloración gris oscura y verdosa hasta aproximadamente 160 m.b.b.p. A esta litología siempre dominante se agregan limos y arcillas en profundidad hasta, en casos, conformar arcillas arenosas.

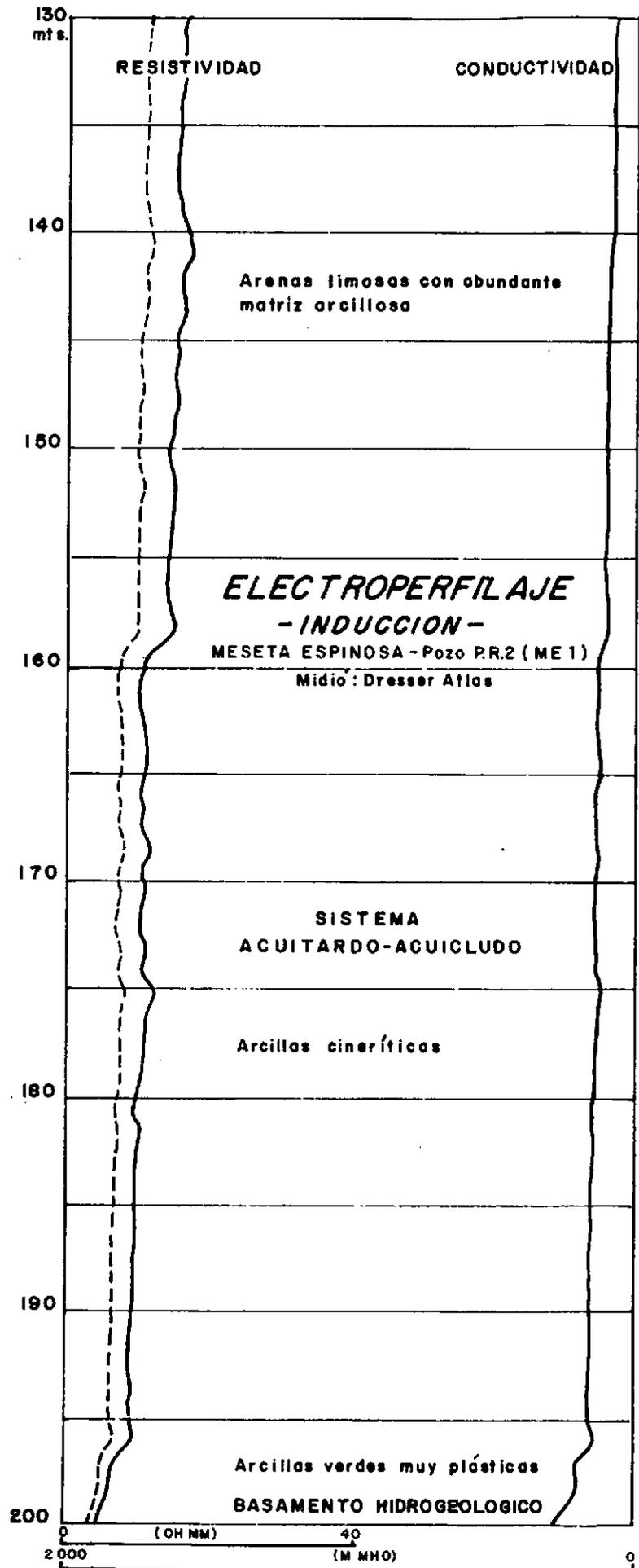
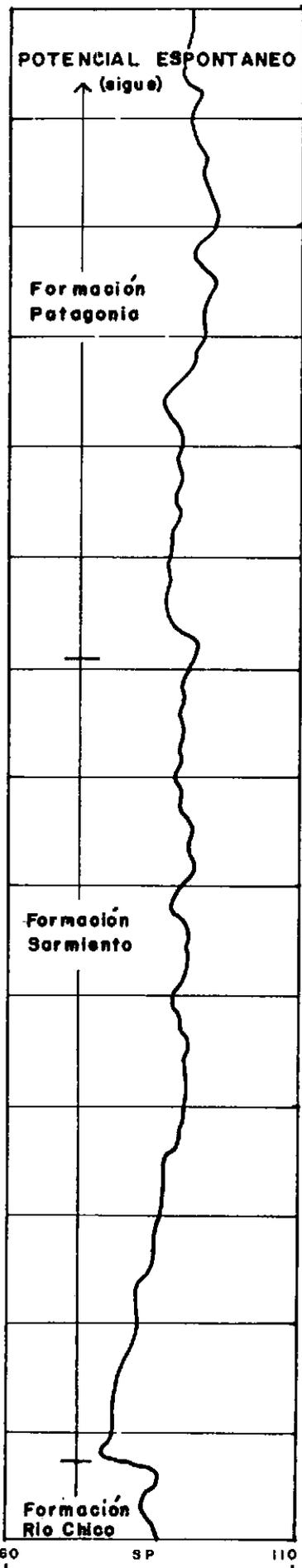
En el gráfico N° 1 se incluye el registro del perfilaje eléctrico por inducción de la unidad confinada correspondiente a una de las perforaciones de reconocimiento (P.R.2), donde se observan las curvas de potencial espontáneo, resistividad, y conductividad, y cuya interpretación y correlación permite distinguir las arcillas confinantes entre 64 y 69 m.b.b.p., que pasan a arenas limosas con algunos lentes arcillosos, con un "pico"

ESQUEMA HIDROSTRATIGRAFICO

MODELO GEOELECTRICO	LITOLOGIA	HIDROSTRATIGRAFIA	GEOLOGIA	
			UNIDAD	EDAD
200 -- 1000	Gravas Arenosas	ACUIFERO FREATICO	Depósitos Terrazados	Cuaternario
4 -- 150	Arenas Limosas con Lentes Arcillosos	ACUIFERO SEMICONFINADO	Formación Patagonia	Oligoceno Mioceno
20 -- 60	Arenas Limo - Arcillosas	ACUIFERO CONFINADO		
2 -- 15	Arcillas Cinerificas	SISTEMA ACUITARDO - ACUICLUDO	Formación Sarmiento	Eoceno- Oligoceno
0.5 -- 8	Arcillas Plásticas	BASAMENTO HIDROGEOLOGICO	Formación Río Chico	Paleoceno

T E R C I A R I O





de mayor permeabilidad entre los 118 y 122 m.b.b.p., para luego adoptar hacia la base (ver gráfico N° 2) un registro regular cada vez más arcilloso y menos arenoso. A los 159 metros de profundidad se observa el pase a la Formación Sarmiento y a los 196 metros el inicio de la Formación Río Chico, considerado el "Basamento Hidrogeológico" del sistema.

Continuando con el tratamiento de la Formación Patagonia, y como se señalara, sobre la unidad recién descrita se sitúa el **acuifero semiconfinado** compuesto en general por arenas finas y medianas con intercalaciones de lentes y bancos arcillosos. En el gráfico N° 3 se reproduce el perfilaje eléctrico que corresponde a este sector observándose en el comienzo del registro a los 30 m.b.b.p. un nivel arenoso de buena permeabilidad que prosigue en profundidad con una arcilla parda algo limosa de 8 metros de espesor. Desde ahí continúa con arenas finas y medianas dispuestas en dos bancos cuyos ejes se ubican a las 45 y 62 m.b.b.p. separados por arcillas limo arenosas. El nivel arcilloso verde azulado, presente desde los 65 m.b.b.p., limita este acuifero semiconfinado del acuifero confinado más profundo.

El esquema hidroestratigráfico culmina con el acuifero freático correspondiente a los Rodados Patagónicos, con gravas de diversos tamaños, redondeadas a subredondeadas, con sábulos y arenas, escasa matriz limo arcillosa, en general sueltas salvo en la sección superior donde presentan cemento carbonático. Teniendo en cuenta los procesos que originaron los cañadones, en éstos no se completa la secuencia ya que falta el espesor de rodados.

Al ponderar la diferencia topográfica entre la terraza y el cañadón (108,40 m) el esquema se modifica en su sección superior dando:

- ausencia de los Rodados Patagónicos que originan el acuifero freático en la terraza;
- seguramente el "acuifero semiconfinado" adquiera en el cañadón la condición de **libre**, integrándose a la unidad los depósitos deslizados desde las laderas;
- en el extremo distal del sistema, en el área más alejada de la terraza, se pierden las condiciones de confinamiento por afloramiento y desaparición del banco arcilloso que conforma su techo;

- se mantienen las características del complejo acuitardo-acuícludo y del basamento hidrogeológico.

Debe señalarse que los **pozos de bombeo denominados Meseta Espinosa (M.E.) con numeración correlativa desde 1 a 22 captan el acuifero confinado, mientras que la perforación de exploración llamada M.E. 50, que se adoptó como pozo de explotación en forma temporal, capta el acuifero semiconfinado.**

Las perforaciones correspondientes a Cañadón Quintar identificados como Pozo Explotación (P.E.) con numeración correlativa desde 1 a 32 captan en forma conjunta los distintos sistemas.

1.2. Hidrodinámica

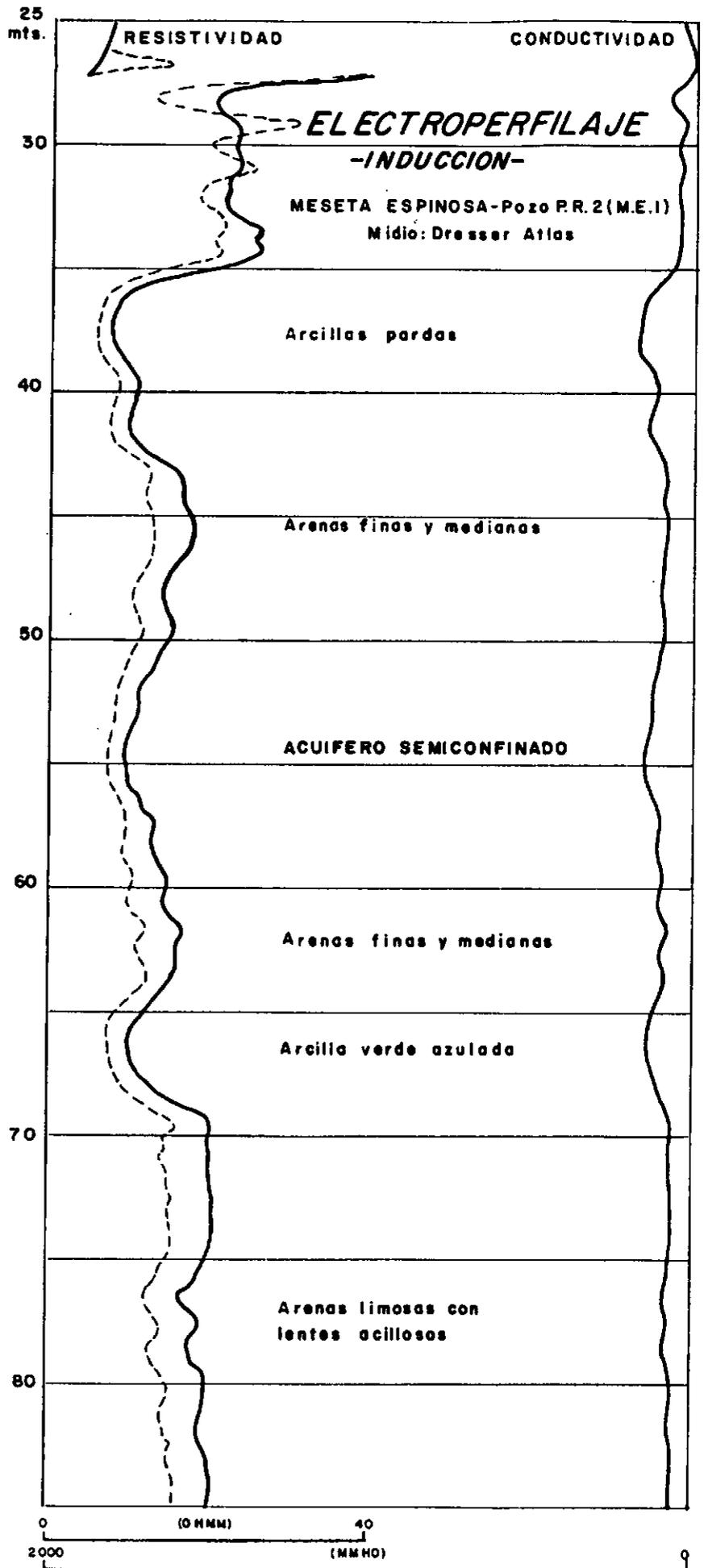
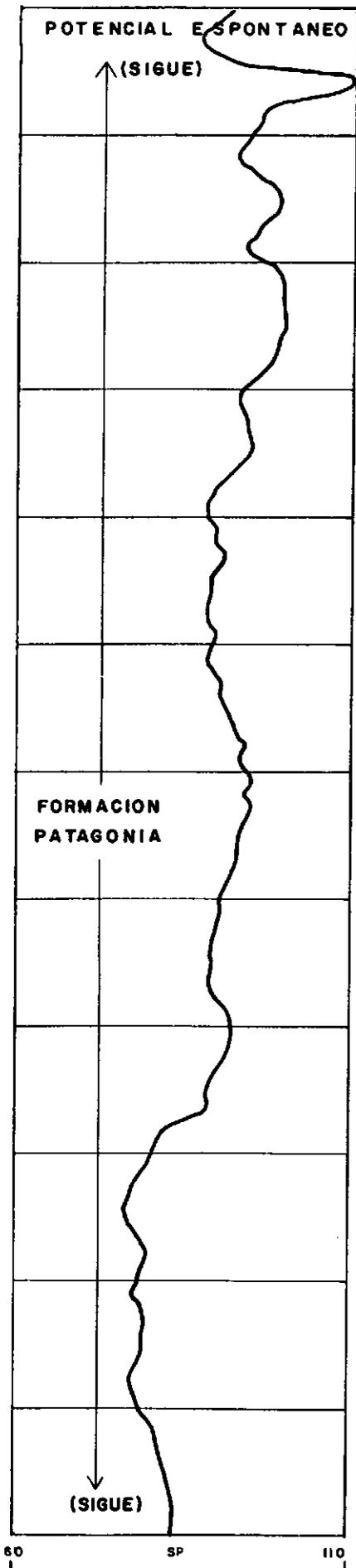
En general, y para las dos primeras unidades, la recarga es principalmente autóctona directa, con retención temporal en los rodados, lo que determina una profundidad de los niveles de 30 metros en el semiconfinado y 5 metros en el freático, en este caso con agotamiento total en las épocas de déficit.

Para el acuifero confinado además de la filtración vertical el aporte es alóctono, producido en los afloramientos arenosos del Patagoniano, ubicados al oeste del área (zona Las Heras). Los niveles piezométricos en esta unidad se sitúan entre 65 y 70 metros de profundidad.

La dirección de escurrimiento es predominante hacia el este-sudeste, con muy baja velocidad, y la descarga general del sistema se produce hacia el Gran Bajo Oriental y hacia los cañadones Esther, Quintar, Etchehourri y Seco, concentrando el flujo y aumentando la velocidad de escurrimiento en cabeceras para disminuir paulatinamente hacia la zona terminal.

1.3. Hidroquímica

La evaluación de los datos químicos debe efectuarse teniendo en cuenta la unidad morfológica de la cual se extrajo la muestra, ya que en el área de la Meseta Espinosa se mantienen las condiciones naturales, el esquema hidroestratigráfico se presenta completo, y además se trata de un área de recarga y conducción. En cambio en el Cañadón Quintar se realiza una intensa explotación que perturba el modelo natural, el es-



quema hidroestratigráfico se modifica conforme a la variación topográfica, y además corresponde a un área de descarga.

Los análisis químicos de las muestras obtenidas, y la elaboración de los resultados, permiten confirmar en la zona de Meseta Espinosa el esquema hidroestratigráfico propuesto con tenores para el acuífero confinado de 600 mg/l de residuo seco, 150 a 170 mg/l, de cloruros, 110 a 140 mg/l de sulfatos, 160 a 180 mg/l de bicarbonatos y de 1,8 a 2 mg/l de fluoruros. En la unidad semiconfinada la salinidad es mayor con tenores de 700 mg/l de residuo seco, 220 a 230 mg/l de cloruros, 80 a 90 mg/l de sulfatos, 240 a 270 mg/l de bicarbonatos y 4 a 5 mg/l de fluoruros.

Para Cañadón Quintar, y de acuerdo a lo señalado, los contenidos varían entre 700-1400 mg/l de residuo seco, 120-650 mg/l de cloruros, 60-440 mg/l de sulfatos, y 80 a 160 mg/l de dureza total.

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 (como en las cabeceras del Cañadón Quintar), y en las zonas distales a clorurada sódica. En la base del sistema, por influencia del acuitardo-acuícludo de la Formación Sarmiento la característica es clorurada sódica.

Localmente pueden ocurrir variaciones resultantes de los trabajos de perforación petrolífera, habiéndose constatado surgencia natural 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 oxi-

dantes del hierro y reductoras de sulfatos propagadas en toda la zona.

1.4. Hidráulica

La información hidráulica surgió de la evaluación de los datos obtenidos de ensayos de bombeo a caudal constante y recuperación (en los casos en que se contó con pozos de observación), pruebas de recuperación (cuando sólo se dispuso de perforación de bombeo), y ensayos de bombeo a caudal variable, con tres determinaciones crecientes, realizados en Meseta Espinosa.

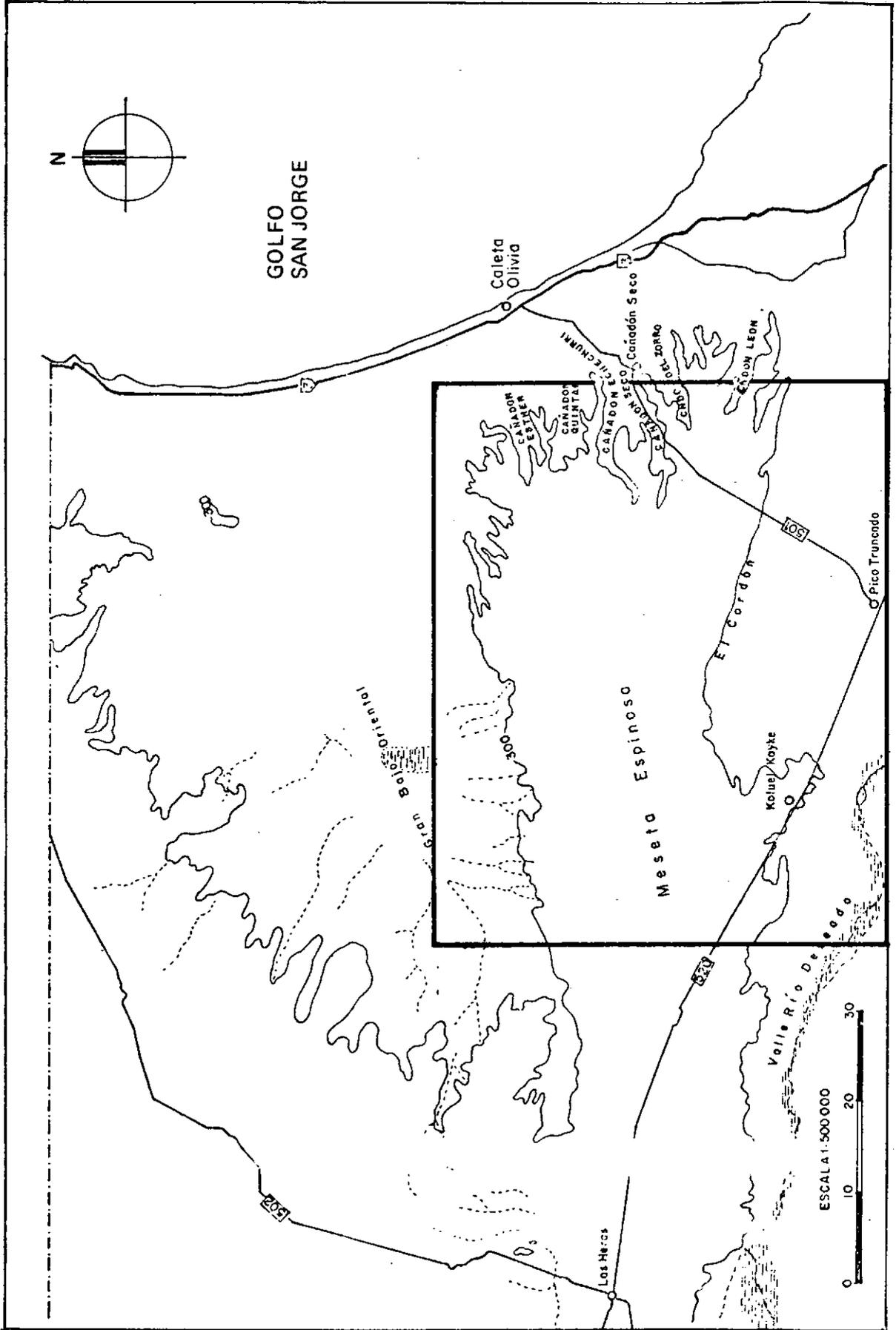
Así, los ensayos de permeabilidad permiten generalizar para el acuífero freático valores desde 50 m/día a 1 m/día según las proporciones de cemento y matriz contenidos en los Rodados Patagónicos. Los niveles arenosos de la sección semiconfinada indicaron 2×10^{-2} m/día, mientras que el acuífero confinado presenta una permeabilidad variable entre 0,5 y 5×10^2 m/día.

Para el área de explotación de Meseta Espinosa la elaboración de los ensayos de bombeo y pruebas de recuperación permite generalizar para el acuífero confinado una transmisibilidad de carácter regional de 30 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 4×10^{-2} . En el caso de la sección semiconfinada los valores obtenidos son mayores, con 70 a 115 m²/día y desde 3×10^{-3} hasta 4×10^{-4} . Los caudales característicos medidos fueron de 0,30 y 1,5 m³/h por metro de depresión respectivamente.

Obviamente, los valores señalados tienen variación en el Cañadón Quintar al modificarse el esquema hidroestratigráfico. La falta de ensayos hidráulicos antecedentes imposibilita la definición de las condiciones naturales (previas a la sobreexplotación) por lo cual no puede realizarse una oposición con el esquema definido para Meseta Espinosa, situación que se mantiene al pretender evaluar el sistema en el presente estudio.

AREA DE ESTUDIO

MAPA N° 1



2. BATERIAS 1 y 2 DE MESETA ESPINOSA

2.1. Selección del Area de Explotación

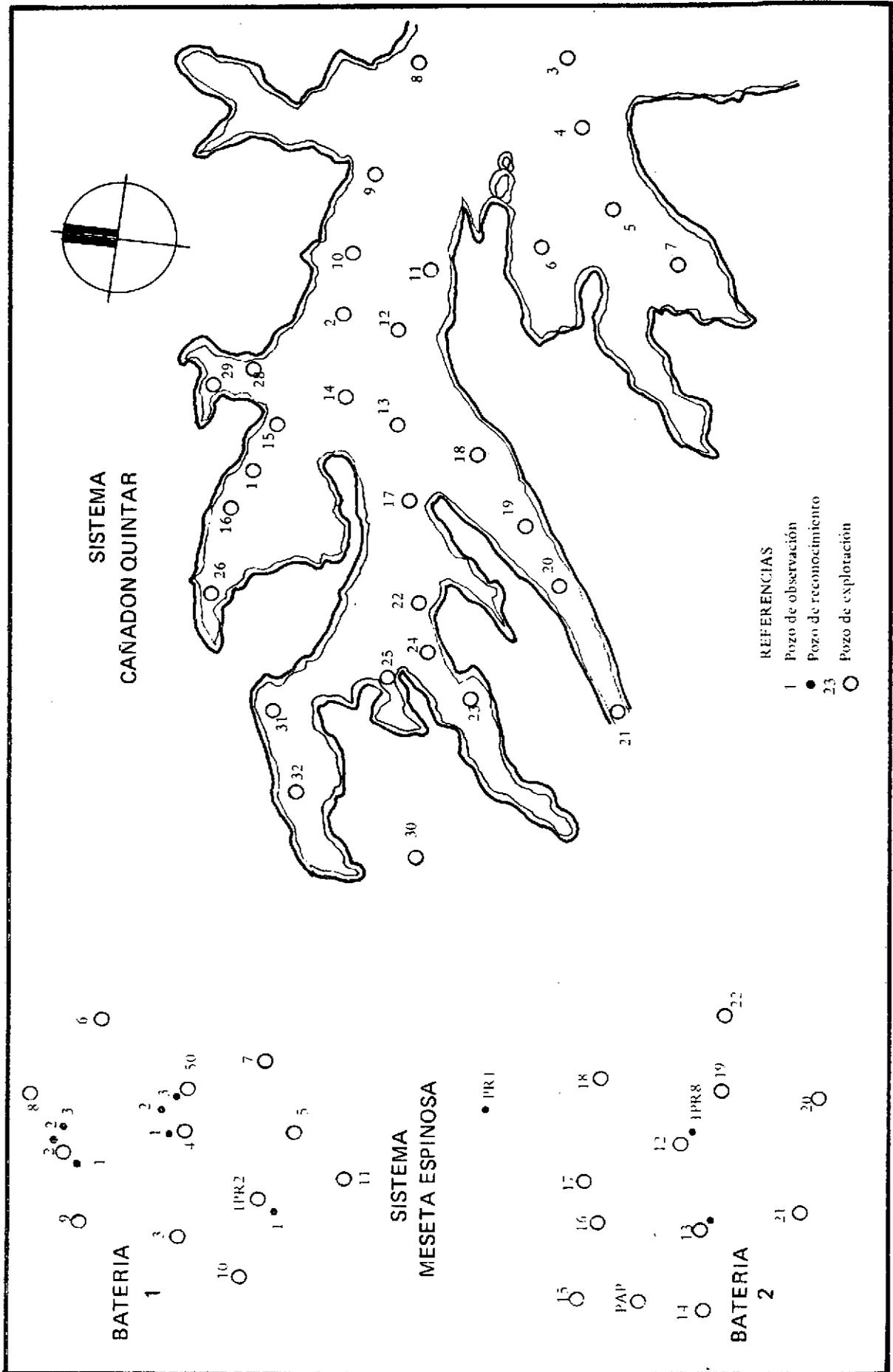
A partir de los resultados de la prospección geohidrológica que abarcó aproximadamente un área general de estudio de 2.000 km², con mayor detalle en 900 km² (mapa N° 1) se seleccionó el área de explotación para la instalación del sistema de captación. Los criterios utilizados surgieron de la exploración geoelectrica, de la ejecución de las perforaciones de reconocimiento litológico, del control químico sistemático y de las pruebas de bombeo.

Así pudo establecerse con certeza **la uniformidad de las condiciones geohidrológicas para la zona comprendida entre el límite de Meseta Espinosa con el Gran Bajo Oriental por el norte y los cañadones situados al este, extendiéndose con seguridad hacia el sur hasta las proximidades de El Cordón y hacia el oeste hasta la Estancia Jeich y la Planta El Huemul.**

Por consiguiente, y a los fines prácticos, se optó por localizar la Bateria 1 en el extremo noreste de la zona estudiada, dada la proximidad con el acueducto instalado en Cañadón Quintar, e inmediatamente al sur la Bateria 2, programando la interconexión con el acueducto principal al acceder por el brazo sur del citado cañadón (mapa N° 2).

En cuanto al esquema vertical **se optó por captar únicamente el acuífero confinado, y sólo parcialmente**, al oponerle las particularidades del resto del esquema. La fundamentación resumida responde a las siguientes pautas:

- el acuífero freático se descarta debido a la progresiva disminución de los niveles detectada a lo largo del ciclo anual, que llega en épocas al agotamiento total;
- el acuífero semiconfinado, si bien aloja importantes volúmenes de agua, presenta elevados contenidos de fluoruros que alcanzan a 5 mg/l (el límite máximo tolerable es de 2 mg/l), y además sometido a bombeo genera un amplio cono de depresión (1.850 metros de radio de influencia para 1 día de bombeo) que obligaría a distanciar extremadamente los posibles pozos de explotación entre sí.
- en el caso del acuífero confinado, y comparándolo con el anterior, si bien presenta algunas variaciones litológicas verticales, se comprueba, una importante continuidad lateral que sumada a una menor salinidad total (600-700 mg/l de residuo seco), un contenido de fluoruros por debajo del límite máximo tolerable, un mayor espesor saturado, y además condiciones hidráulicas propicias marcan sin duda la conveniencia de explotar la unidad confinada;
- también se descartó la captación conjunta de ambos acuíferos teniendo en cuenta el caudal característico ofrecido y la reducida columna de agua comprendida entre el nivel estático y el primer tramo de filtros que debiera instalarse.



Ahora, y según se indicó anteriormente, sólo se captó la sección superior del acuífero confinado descartando la porción comprendida entre los 130 m.b.b.p. y la base, debido a la importante disminución de la permeabilidad al aumentar la fracción arcillosa que como matriz acompaña a las arenas limosas, e incluso pasa al final de la secuencia a arcillas arenosas. Esta situación conduce además a un aumento gradual de la salinidad total en profundidad generando una importante zonación química vertical.

El distanciamiento entre perforaciones es variable entre 700 y 1.200 metros, longitud adoptada con el fin de asegurar, con amplio margen, posibles efectos de interferencia si se sometieran las Baterías a ocasionales bombeos intensivos.

La disposición de los pozos de explotación de la Batería 1 se efectuó en forma radial a partir de la cámara de carga situada en el punto central, con mayor densidad hacia el oeste, alternando los pozos en dos semicírculos. Comenzando desde el norte el primero de los abanicos queda conformado por los pozos M.E. 6, 2, 3, 1, 5 y 7, mientras que el semicírculo más alejado contiene los pozos M.E. 8, 9, 10 y 11. Las perforaciones M.E. 4 y 50 se sitúan junto a la cámara de carga.

En cuanto a la ubicación de la Batería 2 se decidió disponer las captaciones alineadas en tres transectas paralelas, de orientación oeste-este. El eje 1 contiene los pozos M.E. 15, 16, 17 y 18; el eje 2 los pozos M.E. 14, 13, 12 y 19; mientras que la tercera línea se conforma con sólo los pozos M.E. 21 y 20, dada su proximidad con un numeroso grupo de perforaciones petrolíferas. La captación M.E. 22 se alineó entre los dos primeros ejes nombrados.

2.2. Perforaciones de Explotación.

Se reseñan brevemente las generalidades de las veintidós (22) perforaciones de explotación que conforman las Baterías 1 y 2, con la finalidad de transmitir los criterios seguidos para su construcción y los resultados químicos e hidráulicos obtenidos.

2.2.1. Características Constructivas

Los trabajos de perforación se realizaron mediante rotación por circulación directa con lodo bentonítico, aislando con cañería

de maniobra de 14 pulgadas de diámetro el tramo superior de la secuencia correspondiente a los Rodados Patagónicos, con la finalidad de evitar desmoronamientos y pérdidas del fluido de inyección. Luego, por dentro, se perforó con trépano tricono de 8 pulgadas recuperándose muestras de cutting por retorno y adecuando convenientemente el pozo para el registro de perfilaje eléctrico, para continuar luego con 13 pulgadas hasta la profundidad definitiva.

Definido el entubamiento a colocar se procedió a alivianar el lodo de inyección instalándose la cañería definitiva que se unió con costura soldada completa. El primer tramo de caño, o sea el que asoma sobre la superficie, es del tipo roscado con la finalidad de facilitar la colocación de cañería suplementaria para el desalojo de agua durante el desarrollo.

Continuó luego el engravado por gravedad desde la superficie con circulación lenta de fluido, y una vez concluido este trabajo se procedió al lavado del pozo con agua limpia y desarrollo por jet de agua a presión, operando la bomba de lodo del equipo y por jet de aire inducido con compresor. En el caso del equipo de YPF el desarrollo se ejecutó por cuchareo.

Finalmente se efectuó bombeo mediante compresor seguido de incentivación por sobrebombeo con electrobomba sumergible, completándose así las tareas de desarrollo.

Se señala que (como se verá más adelante) las diferencias existentes en la producción de los distintos pozos deben sin ninguna duda asignarse a la falta de regularidad y efectividad de los trabajos de desarrollo, (vinculado con las condiciones existentes durante el engravado) al oponerse perforaciones con idénticos diseños y construidas en una zona con condiciones geohidrológicas homogéneas.

2.2.2. Diseño

Los elementos de juicio para la definición del diseño de las perforaciones surgieron del análisis de las muestras de sedimento obtenidas durante la construcción y de la interpretación de los registros de perfilaje eléctrico realizados. A estos elementos se le sumaron los criterios generales de diseño aplicados a las características particulares del acuífero a explotar, a saber:

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
SERVICIOS PUBLICOS S. E.**

GRAFICO Nº 4

POZO: MESETA ESPINOSA Nº 4

UBICACION: BAT. I MESETA ESPINOSA

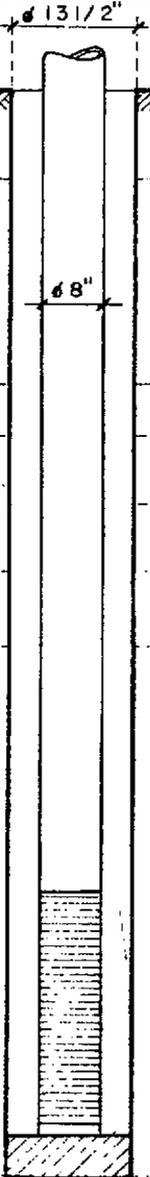
CODIGO: M. E. 4

PERFORO: COMPAÑIA DE AGUAS 601

COTA: 317.40 m.t.n.

FECHA: DICIEMBRE 1985

Escala Vertical: 1 : 1.000

LITOLOGIA			ENTUBAMIENTO	
DESCRIPCION	(m)		(m)	DESCRIPCION
RODADOS	12			
ARCILLA LIMOSA				
	39			
ARENA LIMOSA	46			CAÑERIA PROLONGACION DE FILTROS, ACERO NEGRO COMUN DE 6.35 mm DE ESP. SOLDADA
ARCILLA LIMOSA	55			
ARENA LIMOSA	64			
ARCILLA VERDE AZULADA	74			
			106	FILTRO GALVANIZADO, REFORZADO, RANURA CONTINUA DE 0.75 mm.
ARENA LIMO ARCILLOSA			136.5	
			138	CAÑERIA CIEGA RELLENADO
	144		144	
(SIGUE)				

OBSERVACIONES: ENGRAVADO ENTRE 2.00 m y 70.00m CON GRAVA DE PLAYA (LOBERIA) Y ENTRE 80.0m y 132.6 m CON GRAVA SELECCIONADA
ALTURA CAÑERIA 8" SOBRE TERRENO NATURAL 0.48m.

- la captación de agua se restringe al acuífero confinado exclusivamente.
- se establece una profundidad máxima de penetración comprendida entre 125 y 135 metros debido a la importante disminución de permeabilidad y consecuente aumento de salinidad, situación comprobada a partir de dichas profundidades y hasta la base del acuífero;
- se respeta el principio de funcionamiento de los pozos en producción, donde **el nivel dinámico de agua no debe descender por debajo del borde superior de la cañería filtro**. De no cumplirse esta premisa disminuye la vida útil de los filtros acelerándose los efectos de corrosión (en este caso), aumenta la proporción de oxígeno disuelto en el agua, y pueden provocarse daños mecánicos en los equipos de bombeo;
- se deshecha el entubamiento telescópico (con disminución progresiva del diámetro de cañería), adoptándose un diseño uniforme de la columna, y sin cañería de aislación;
- se define el diámetro común para el entubado en 8 pulgadas, basado solamente en función de los equipos de bombeo sumergibles que se instalarán y no en el diámetro necesario para la admisión de agua por los filtros (que hubiese permitido disminuirlo considerablemente).
- se optó por instalar filtros del tipo ranura continua, de 0,75 mm de abertura, por ofrecer mayor superficie filtrante, favorecer las tareas de desarrollo, y retardar los efectos de corrosión e incrustación al oponerle los filtros del tipo persiana;
- se utilizó filtro del tipo galvanizado en los pozos M.E. 1, M.E. 3 y M.E. 4 para luego cambiar a acero inoxidable en las restantes captaciones ante las evidencias encontradas referentes a corrosión bacteriológica en las instalaciones;
- se instalaron filtros entre 20 y 30 metros en un sólo tramo soldado y en la parte inferior del pozo. Son excepciones los pozos M.E. 12 y M.E. 13, en los cuales se colocaron los filtros en forma intercalada, en dos y tres tramos respectivamente dado las particulares condiciones litológicas observadas;
- se adoptó para la construcción de los prefiltros el tipo de "grava seleccionada"

comprendida entre 0,93 y 2,20 mm, con alta pureza composicional (predominantemente cuarzosa) y con alto índice de esfericidad;

- se utilizó como prolongación de filtros y caño depósito (1 metro), tubería de acero negro común, sin costura, biselada y soldada con costura completa, de 6,35 mm de espesor.

Los gráficos N° 4 y 5 muestran como ejemplo dos entubamientos en pozos de ambas Baterías.

2.2.3. Aspectos Químicos

La caracterización química del agua subterránea puede resumirse de la siguiente manera:

- el acuífero confinado contiene aguas del tipo bicarbonatadas cloruradas sulfatadas sódicas, mientras que en la unidad semiconfinada la característica es bicarbonatada clorurada sódica;
- el grado de mineralización es mediano con valorizaciones de 500 a 900 mg/l de contenido total de sales expresado como residuo seco a 105°C. Esto ubica al recurso explotado por debajo de los "valores aceptables", y en la mayoría de los casos dentro de los "valores aconsejables" de acuerdo a las normas de calidad del Servicio Nacional de Agua Potable;
- la unidad confinada presenta tenores de 100 a 220 mg/l de cloruros, 100 a 180 mg/l de sulfatos y 120 a 180 mg/l de bicarbonatos. El acuífero semiconfinado contiene 180 mg/l de cloruros, 60 mg/l de sulfatos, y 260 mg/l de bicarbonatos. En ambos casos los contenidos son aptos para consumo humano;
- deben tenerse en cuenta posibles influencias de los pozos petrolíferos existentes, dado que en casos se detectó acción de aguas surgentes profundas altamente salinizadas que, por corrosión en las cañerías, se disipan en el acuífero captado;
- los tenores de fluoruros para los pozos de explotación son elevados, levemente superiores o inferiores al límite máximo admitido de 2 mg/l. Debe tenerse en cuenta que al repetir los análisis de contenido de fluoruros, correspondientes a un mismo pozo, se han encontrado diferencias en los resultados, por lo cual debiera asumirse que las valorizaciones generales son

POZO: Meseta Espinosa Nº 18

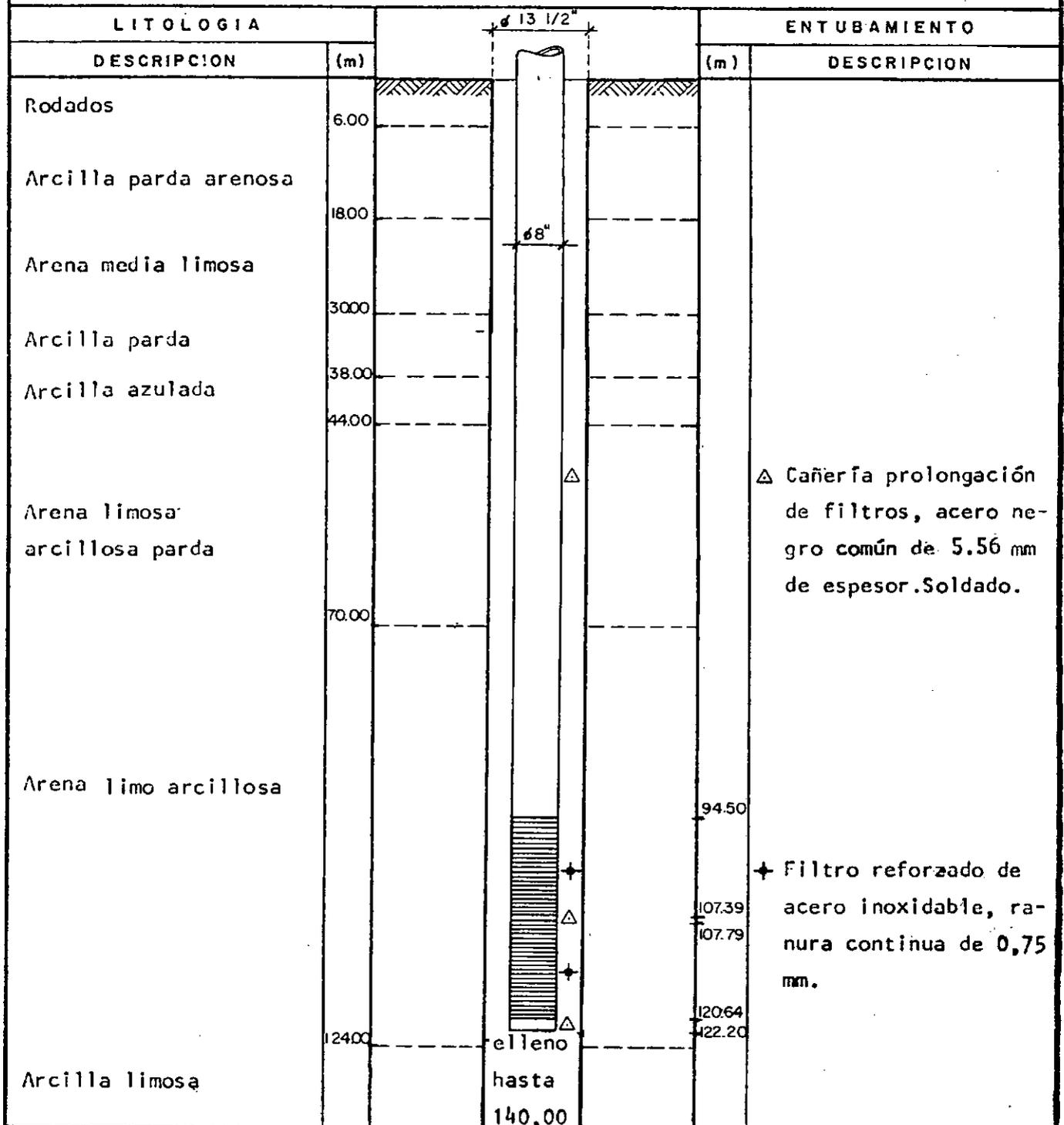
UBICACION: Batería II Meseta Espinosa

CODIGO: H.E.18

PERFORO: Batallón Ingenieros 601.

COTA: 319,12 m.t.n.

FECHA: Abril 1987.



OBSERVACIONES:

De 140,00 m a 123,00 m relleno
 De 123,00 m a 85,00 m grava seleccionada
 De 85,00 m a 22,00 m grava de Loberia (zonal)
 De 22,00 m a 0,00 m relleno
 Altura cañería Ø 8" sobre terreno 0,36 m

Escala Vertical: 1 : 750

de 2 mg/l en el origen para luego controlar posibles alteraciones al iniciar la explotación;

- en el caso del acuífero semiconfinado las valorizaciones de fluoruros son extremadamente altas con 5,5 mg/l (según Geografo S.R.L.) y 3,35 mg/l (según Laboratorio S.P.S.E.), por lo cual la explotación del pozo M.E. 50 debe realizarse siempre con la condición de mezcla;
- el contenido en arsénico se encuentra dentro del límite aceptable con 0,01 y hasta 0,02 mg/l.

Por otra parte, y estrictamente en el aspecto bacteriológico, se detectó la acción de corrosión inducida microbiológicamente a partir de la acción de bacterias reductoras de sulfatos y bacterias oxidantes del hierro. Si bien este tema se trata en un informe especial, deben extremarse las precauciones para no propagar la contaminación cuidando no incluir cañería infectada en los nuevos pozos, además de tratar con cloro concentrado las herramientas que se coloquen.

2.2.4. Aspectos Hidráulicos

Los resultados que se exponen en este capítulo son el producto de la elaboración e interpretación de los ensayos de bombeo y pruebas de recuperación que se efectuaron durante el desarrollo de los trabajos.

En primer lugar, y como se señalara, el origen de los datos surgió de:

- Ensayos de bombeo a caudal constante con registro de niveles durante el descenso y la recuperación en pozos de extracción y de observación (M.E. 2, 4, 12 y 13);
- Ensayos de bombeo a caudal constante con registro de niveles durante la recuperación en pozos de extracción (M.E. 1, 3, 6, 7, 8 y 10);
- Ensayos de bombeo a caudal variable y creciente con registro de niveles durante el descenso (M.E. 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22);
- Ensayos de permeabilidad por carga variable (M.E. 6; pozos de reconocimiento N° 5, 6, 7 y 8; y pozos de observación N° 2 y 3 del M.E. 2, y N° 1, 2 y 3 del M.E. 1).

La evaluación de los resultados muestra un notable ajuste de los valores de transmisibilidad (T) obtenidos mediante los métodos de Theis, Jacob, Chow y Jaeger mientras que los resultados del procedimiento Recuperación de Theis no se corresponden con la tendencia general. Con respecto al cálculo de almacenamiento (S) los valores son uniformes para Theis, Jacob y Chow mientras que los resultantes del procedimiento Recuperación de Theis no se corresponden con la tendencia general. Con respecto al cálculo de S, los valores son uniformes para Theis, Jacob y Chow mientras que los resultados por Jaeger, efectuado en la Bateria 1, son excesivos.

A partir de estos resultados se asumió como parámetro de carácter zonal para el acuífero confinado una transmisibilidad de 25 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 4×10^{-4} , obteniendo un radio de influencia de 375 metros si se considera un día de bombeo y de 325 metros si el tiempo total fuera de 18 horas. En el caso de la sección semiconfinada los valores obtenidos son de 70 a 115 m²/día para T y desde 3×10^{-3} hasta 4×10^{-4} para S.

Los caudales característicos medidos para los acuíferos confinados y semiconfinados fueron de 0,50 y 1 m³/h. por metro de depresión, respectivamente.

Con respecto a la permeabilidad el método de Gilg-Gavard permitió generalizar para el acuífero freático valores de 50 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 5×10^{-2} m/día.

Del cuadro se desprende una transmisibilidad general de 30 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 4×10^{-4} , generando un radio de influencia de 356 metros para 18 horas de bombeo y de 411 metros si se extendiese a 1 día.

Localmente la transmisibilidad sufre ciertas variaciones aumentando a 40 m²/día en el pozo M.E. 13 y a un valor estimado de 55 m²/día, de acuerdo a la respuesta observada, en los pozos M.E. 14 y 21.

El cálculo de eficiencia de las captaciones se efectuó en forma analítica obteniendo los siguientes resultados:

BATERIA 1									
POZO	RECUP. THEIS	THEIS		JACOB		CHOW		JAEGER	
	T(m ² /d)	T(m ² /d)	S	T(m ² /d)	S	T(m ² /d)	S	T(m ² /d)	S
M.E. 1	59								
M.E. 2	101								
PO 2 (M.E. 2)		71	3,51 × 10 ⁻⁴	81	5,4 × 10 ⁻⁴				
PO 3 (M.E. 2)		19	7,9 × 10 ⁻⁴	24	4,7 × 10 ⁻⁴	24	4,9 × 10 ⁻⁴	21	1,6 × 10 ⁻¹
M.E. 3	19								
M.E. 4 (21/2/86)	12								
M.E. 4 (17/6/86)	19								
PO 1 (M.E. 4)		24	2,4 × 10 ⁻⁴	24	2 × 10 ⁻⁴	23	7,1 × 10 ⁻⁴	25	2,6 × 10 ⁻⁴
M.E. 6	16								
M.E. 7	9								
M.E. 8	20								
M.E. 10	38								
M.E. 50	123								
PO 1 (M.E. 50)		114	3 × 10 ⁻³	120	2,5 × 10 ⁻⁴	113	3,1 × 10 ⁻⁴	76	1,0 × 10 ⁻¹
PO 2 (M.E. 50)		71	5,3 × 10 ⁻⁴	78	4,1 × 10 ⁻¹				

BATERIA 2							
POZO	RECUP THEIS	METODO THEIS		METODO JACOB		METODO CHOW	
	T(m ² /d)	T(m ² /d)	S	T(m ² /d)	S	T(m ² /d)	S
M.E. 12	21	28	4,9 × 10 ⁻⁴	33	3,2 × 10 ⁻⁴	31	4,2 × 10 ⁻⁴
M.E. 13	30	38	4,7 × 10 ⁻⁴	42	1,2 × 10 ⁻⁴	40	1,3 × 10 ⁻⁴

POZO	EFICIENCIA %
M.E. 1	54
M.E. 2	73
M.E. 3	23
M.E. 4	41
M.E. 6	58
M.E. 7	33
M.E. 8	47
M.E.10	33
M.E.12	53
M.E.13	47
M.E.14	83
M.E.15	21
M.E.16	55
M.E.17	74
M.E.18	45
M.E.19	56
M.E.20	81
M.E.21	68
M.E.22	57

En principio debe considerarse que un excelente valor de eficiencia correspondería a un 80-85%, por lo cual deben resaltarse los siguientes razonamientos:

- se considera excelente el resultado obtenido en los pozos M.E. 12, 14, 17, 20 y 21;
- se califica muy buenos los resultados manifestados por las captaciones M.E. 1, 16, 19 y 22, y óptima en M.E. 1, 6, 13 y 18;
- se justifican los valores del pozo M.E. 3 por disminución del área filtrante (18 metros de filtros) debido al diseño adoptado;
- los porcentajes correspondientes a los pozos M.E. 8 y 10 quedan fuera de análisis al considerarse incompletas las tareas de desarrollo, por comprobarse arrastre de material al efectuarse un censo de control;
- en el pozo M.E. 7 convergen en su perjuicio deficiencias constructivas e interferencias desde Cañadón Quintar producidas por los pozos N° 31 y 32;
- el valor obtenido para el pozo M.E. 15 es coherente con el rendimiento, asignándose su baja eficiencia seguramente a dificultades constructivas (desarrollo incompleto).
- en el caso de la captación M.E. 4 el resultado es ligeramente bajo.

2.3. Recomendaciones Generales y Manejo de la Explotación

Las afirmaciones enunciadas en este capítulo son producto de los resultados técnicos obtenidos durante la ejecución del trabajo, por lo cual el manejo de los volúmenes disponibles responde sólo a la condición de la oferta de agua independientemente de la demanda requerida para abastecimiento a Caleta Olivia.

Por ello los cálculos de rendimiento y los tiempos individuales de bombeo de cada perforación responden sólo a las pruebas realizadas, asumiéndose un criterio conservacionista de la fuente de agua detectada, sin condicionar la explotación a una temporal sobreproducción que conduzca luego al deterioro del recurso a corto plazo.

Ante esto siguen vigentes las siguientes condiciones primarias:

- se asuma un esquema de explotación proteccionista sobre el recurso detectado;
- se adecuen y concilien los subsistemas de captación (Cañadón Quintar - Batería 1 - Batería 2), conducción (acueductos menores y acueducto principal), almacenamiento, y especialmente distribución domiciliaria;
- se continúe con estudios de exploración detallados que amplíen las áreas aptas para explotación;
- se diversifique el uso del agua, propiciando nuevas obras destinadas a la utilización de agua en la industria y en el riego, y
- se programe la iniciación de trabajos en la futura "Batería Meseta Espinosa 3" con miras a asistir el creciente aumento de la demanda urbana.

En cuanto a la situación actual se estima que con los volúmenes habituales extraídos de Cañadón Quintar, más la producción de Batería 1, y la incorporación al suministro de la presente Batería 2 se alcanza una dotación de óptimo nivel en cuanto a la relación cantidad de agua/habitante.

Obsérvese que al sumar los volúmenes diarios aportados por Cañadón Quintar (4.350 m³/día según censo individual de octubre de 1986) más la explotación regulada de la Batería 1 (2.250 m³/día según variante A.1) y de la Batería 2 (3.006 m³/día según variante A.1), y estimando una población total para Caleta Olivia de 30.000 habitantes

se dispondrían de **320 litros por día por habitante** cifra muy superior a la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (220 l/d/h).

2.3.1. Producción Individual

Los datos de producción que se incluyen a continuación **son los recomendados para la explotación habitual, y corresponden a un nivel dinámico situado por encima del nivel de los filtros** en correspondencia con las curvas características de cada pozo, señalándose que en el caso de los pozos M.E. 14, 20 y 21 los valores consignados son provisorios.

Denominación Pozo	PRODUCCION	
	m ³ /hora	m ³ /día
M.E. 1	15	360
M.E. 2	15	360
M.E. 3	6	144
M.E. 4	11	264
M.E. 5	6	144
M.E. 6	12	288
M.E. 7	5	120
M.E. 8	10	240
M.E. 9	8	192
M.E. 10	12	288
M.E. 11	12	288
M.E. 12	10	240
M.E. 13	15	360
M.E. 14	27	648
M.E. 15	6	144
M.E. 16	14	336
M.E. 17	16	384
M.E. 18	11	264
M.E. 19	10	240
M.E. 20	22	528
M.E. 21	23	552
M.E. 22	13	312
M.E. 50	13	312
TOTALES	292	7008

2.3.2. Alternativas de Manejo. Propuestas

Para la operación del sistema se propone:

A – OPERACION CONJUNTA

Funcionamiento de las 23 perforaciones en forma simultánea con igual tiempo de bombeo y de recuperación con dos variantes, una para épocas de máximo consumo (verano) y otra para momentos de menor demanda (invierno).

A – 1 De máxima: 18 horas de bombeo por pozo con 6 horas de recuperación, **obteniéndose 5256 metros cúbicos por día de operación**, según:

M.E. 1	270 m ³	M.E. 7	90 m ³
M.E. 2	270 m ³	M.E. 8	180 m ³
M.E. 3	108 m ³	M.E. 9	144 m ³
M.E. 4	198 m ³	M.E. 10	216 m ³
M.E. 5	108 m ³	M.E. 11	216 m ³
M.E. 6	216 m ³	M.E. 50	234 m ³
M.E. 12	180 m ³	M.E. 18	198 m ³
M.E. 13	270 m ³	M.E. 19	180 m ³
M.E. 14	486 m ³	M.E. 20	396 m ³
M.E. 15	108 m ³	M.E. 21	414 m ³
M.E. 16	252 m ³	M.E. 22	234 m ³
M.E. 17	288 m ³		

A – 2 De mínima: 12 horas de bombeo por pozo con 12 horas de recuperación, **obteniéndose 3504 metros cúbicos por día de explotación** según:

M.E. 1	180 m ³	M.E. 7	60 m ³
M.E. 2	180 m ³	M.E. 8	120 m ³
M.E. 3	72 m ³	M.E. 9	96 m ³
M.E. 4	132 m ³	M.E. 10	144 m ³
M.E. 5	72 m ³	M.E. 11	144 m ³
M.E. 6	144 m ³	M.E. 50	156 m ³
M.E. 12	120 m ³	M.E. 18	132 m ³
M.E. 13	180 m ³	M.E. 19	120 m ³
M.E. 14	324 m ³	M.E. 20	264 m ³
M.E. 15	72 m ³	M.E. 21	276 m ³
M.E. 16	168 m ³	M.E. 22	156 m ³
M.E. 17	192 m ³		

B. OPERACION ALTERNADA

Funcionamiento alternado de las perforaciones por grupos ampliando el distanciamiento entre pozos en producción.

Se entiende que esta variante es la más adecuada (si bien los volúmenes totales explotados son menores) por considerar que el funcionamiento alternado con 24 horas de bombeo por pozo, seguidas de otras 24 horas de recuperación, brinda mayor seguridad en cuanto a posibles interferencias entre los pozos.

La propuesta consiste en:

GRUPO 1:	M.E. 2 360	M.2. 3 144	M.E. 4 264	M.E. 5 144	M.E. 6 288	M.E. 10 288	M.E. 50 312
	M.E. 12 240	M.E. 14 648	M.E. 15 144	M.E. 17 384	M.E. 21 552		

TOTAL: 3.768 m³/d

GRUPO 2:	M.E. 1 360	M.E. 7 120	M.E. 8 240	M.E. 9 192	M.E. 11 288	M.E. 50 312
	M.E. 13 360	M.E. 16 336	M.E. 18 264	M.E. 19 240	M.E. 20 528	M.E. 22 312

TOTAL: 3.552 m³/d

Esta variante puede aplicarse tanto en verano como en invierno dado que en el primer período (máximo consumo) no se afectaría el sistema general, por lo cual no es necesario aumentar los tiempos de recuperación dentro del ciclo anual (como en el caso de la operación A.)

C. OPERACION INDEPENDIENTE

Si bien no es rigurosamente necesario, se puede manejar la explotación adoptando un sistema mixto entre las Baterías 1 y 2, operando la totalidad de los pozos de una de ellas durante 24 horas, o para luego detenerla e incorporar la otra Batería (también con todas las captaciones) en las 24 horas siguientes.

De adoptarse este sistema se produciría una importante variación de los caudales totales entre ambas Baterías (3.000 m³/día contra 4.008 m³/día), y también pueden presentarse problemas en las condiciones hidráulicas de los acueductos de vinculación con Cañadón Quintar, obligando a la colocación de piezas que permitan la habilitación automatizada de cada conducción día por medio.

Finalmente debe destacarse que la explotación continuada de todos los pozos durante las 24 horas del día en largos periodos, conducirá irremediamente al deterioro de la fuente con evidente disminución de los caudales individuales de los pozos, creciente salinización del agua bombeada, y propa-

gación del área deprimida que alcanzará incluso a la Batería N° 1 y al Sistema Cañadón Quintar.

2.4. Recomendaciones Finales

2.4.1. Producción de Agua Versus Actividad Petrolífera

Sin lugar a dudas la actividad petrolífera es el sustento económico de la ciudad de Caleta Olivia, como lo es de toda la cuenca del Golfo San Jorge, no obstante lo cual tanto las acciones de exploración como las de explotación de hidrocarburos pueden transformarse en el principal agente de deterioro de la fuente de agua existente en el área de estudio.

Ahora, al considerar el derecho social (antepuesto a cualquier otro, incluso económico) de disponer de agua en cantidad suficiente y de calidad adecuada se produce una oposición entre la fuente de provisión y la actividad petrolífera.

¿Cuáles son entonces las medidas a adoptar? ¿cuáles son los mecanismos técnicos y legales? ¿de dónde surgirán los recursos económicos?

Consideremos en primer lugar el instrumento legal que aporte el marco de referencia al equilibrio pretendido. Se trata de propiciar la sanción desde el Poder Legislativo provincial de una Ley que DECLARE AREA DE RESERVA HIDROGEOLOGICA a la zona estudiada, apuntando a la preservación y conservación del recurso detectado,

PRODUCCION DE AGUA VS. ACTIVIDAD PETROLIFERA

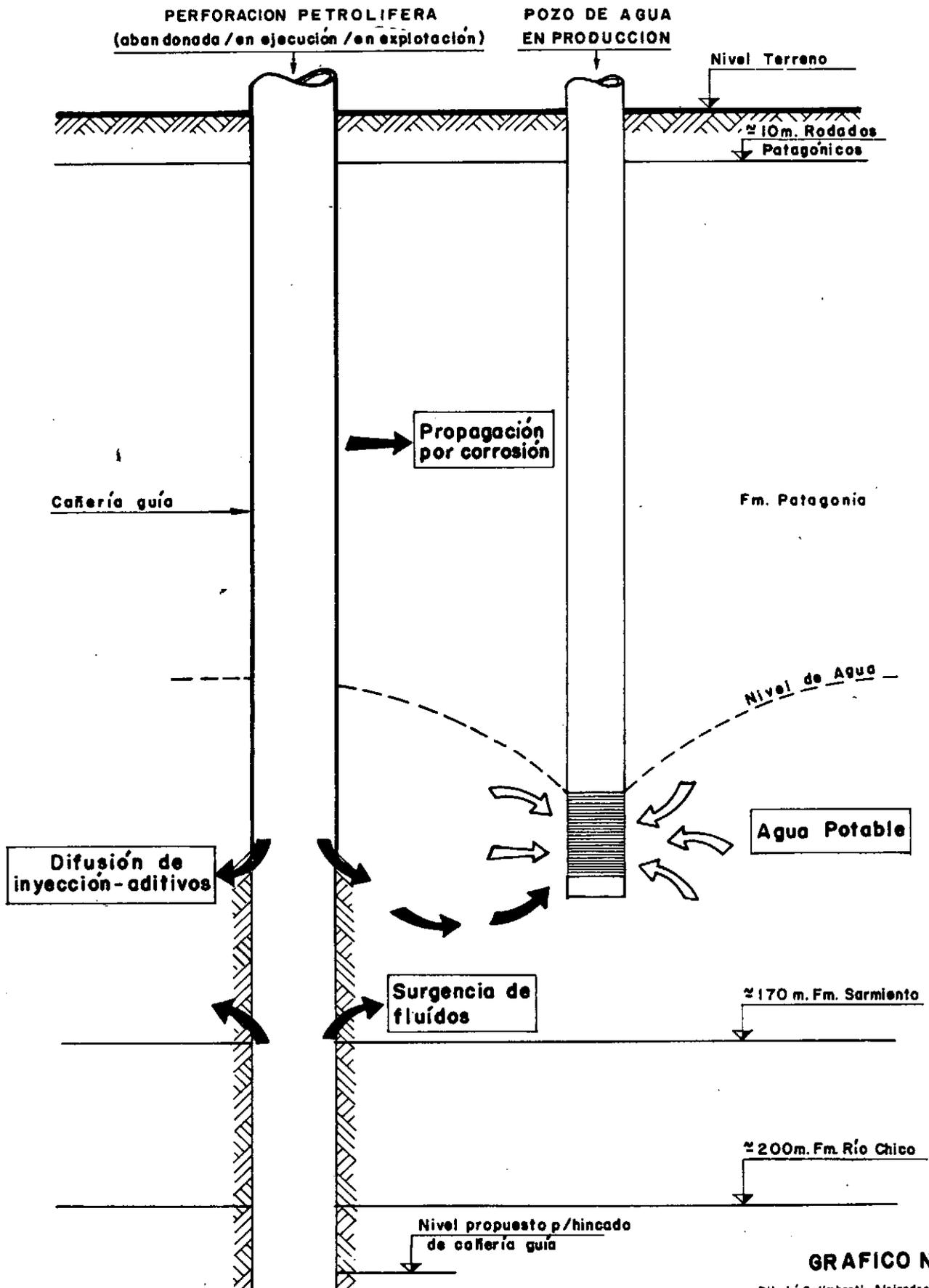


GRAFICO N°6

Dibujo: Gallimberti Alejandro Luis

única fuente cierta de abastecimiento de agua a Caleta Olivia (y eventualmente a Cañadón Seco, Pico Truncado, Koluel Kayké y Las Heras).

Dicha legislación debe **hacer mención expresa a:**

- la contaminación con desechos petrolíferos;
- el control y regulación del uso de agua dulce en recuperación secundaria;
- la surgencia de aguas profundas altamente salinizadas a través de pozos petrolíferos (ya detectada en numerosos casos, y de amenaza cierta a la Bateria 2).
- la utilización de agua de mar en la explotación; y
- el desalojo de agua salada de formación desde plantas deshidratadoras.

Las **medidas técnicas** en cuanto a las perforaciones se restringen a:

- instalar la cañería guía en la base impermeable del sistema (Formación Río Chico), tal que las actividades posteriores de perforación (inyección, aditivos, surgencias) no influyan en los acuíferos explotados;
- aislar y cementar convenientemente los pozos abandonados con igual fin que en el caso anterior. Se comprobó la existencia de avanzado estado de corrosión en los entubamientos de numerosas perforaciones (M.E. 922, 923; 902) y en casos surgencia de agua salada (Ea El Triunfo).

El **sustento económico** de estas tareas debiera provenir de la misma actividad petrolífera, en la seguridad que los mismos no influirán mayormente en los costos habituales al oponerle los beneficios producidos.

Debe destacarse que las primeras acciones propiciadas durante este estudio tuvieron eco favorable en las autoridades y técnicos de la Sub Administración Santa Cruz Norte de Y.P.F.

2.4.2. Nuevas Obras

Tal como se señala en las condiciones de explotación los volúmenes diarios recomendados para las Baterías 1 y 2 (5256 m³/día según alternativa A.1) junto con el aporte de Cañadón Quintar (4.000 m³/día con algunas variaciones) se totalizaría **una producción de 9.000 - 9.500 m³/día.**

Ahora, al considerar la capacidad máxima de conducción de los acueductos prin-

cipales (Ø 200 y Ø 300) igual a 11.000 - 12.000 m³/día, se obtiene un saldo disponible que podría cubrirse con la **construcción de la Bateria 3**, donde igualmente deberá ponderarse la ampliación futura de **conducción** (nuevo acueducto - planta de rebombeo).

Se reitera que la producción total mencionada en el párrafo superior (que deriva en 320 litros por día por habitante) **cubre las necesidades presentes y no la creciente demanda futura.**

También, y ya fuera del alcance estricto de este informe, se destaca la necesidad de contar con **mayor capacidad de almacenamiento en la ciudad**, ya que la actual reserva posible (muy reducida) no permite siquiera la posibilidad de racionamiento ante una eventual emergencia. Obsérvese que sólo un corte de energía de pequeña envergadura en la zona de captación repercute inmediatamente en el suministro habitual.

Por último es necesario continuar con las ampliaciones de **distribución** urbana tendiente a suprimir o bien reducir al mínimo el reparto de agua con camiones aguateros, dados los riesgos sanitarios que surgen de la aplicación de este sistema.

Entonces, las obras necesarias abarcan todos los subsistemas de la provisión, y se resumirían en:

- construcción de pozos en una futura Bateria N° 3;
- proyectar la ampliación de conducción;
- aumentar la capacidad de almacenamiento en la ciudad (seguramente lo más urgente); y
- continuar con la reparación y ampliación de la red de distribución.

Tal lo descripto; y considerando el esfuerzo técnico y económico realizado en los dos últimos años por S.P.S.E. debe tenerse presente que **recién se alcanzó a cubrir el déficit pasado**, y por lo tanto la **proyección futura debe atenderse con suficiente antelación evitando repetir las críticas situaciones vividas.**

2.4.3. Uso Industrial.

Riego en Zona de Chacras.

Al evaluar el costo unitario de un metro cúbico de agua de excelente calidad extraída en Meseta Espinosa y transportada casi 40 kilómetros hasta Caleta Olivia, se comprenderá sin dudas que su utilización en el

riego o en el uso industrial es un despropósito. Esta conclusión se reforzará si se acepta que los volúmenes consumidos en dichas actividades irán en detrimento del uso humano, y su reposición en el sistema hidrológico demandará largos períodos de tiempo.

Por lo tanto es indispensable efectuar una evaluación hidrogeológica de reducida dimensión en las zonas de descarga (en los sectores terminales de los cañadones) con el fin de **proyectar sistemas de producción independientes para los diversos usos**, que aportarán producciones específicas menores que en cabeceras y seguramente de menor calidad química, pero cumplirán con los requerimientos industriales o de riego.

2.4.4. Educación y Difusión

Se propicia una permanente campaña de difusión pública y educación social referente a la necesidad de preservar y conservar el agua de consumo, evitando el derroche y el mal uso, y resaltando el esfuerzo que demanda su extracción, conducción y distribución.

Las campañas sistemáticas en los medios de difusión pública (radio, televisión y diarios) y un ordenado plan de educación a nivel escolar (en coordinación con los cuerpos docentes locales), redundarán seguramente en una toma definitiva de conciencia por parte de los usuarios del servicio.

2.4.5. Nuevos Estudios

Además de los estudios hidrogeológicos de detalle propuestos para abastecimiento industrial y riego en zonas de chacras se propone:

- Control químico de fluoruros cuyos tenores se encuentran cercanos o levemente por encima del límite máximo admisible;
- Prosección de las investigaciones referentes a ensuciamiento biológico y corrosión microbiológica en los sistemas de captación, en especial los ensayos de desinfección para la recuperación de pozos que disminuyen su producción. Se cuenta con un convenio vigente entre el C.F.I. y la Universidad de La Plata (Anexo VI) para la ejecución de estos trabajos, restando la iniciativa provincial para su iniciación;

- Estudios de alternativas legales que permitan al Gobierno Provincial recuperar información procedente de nuevas perforaciones petrolíferas, utilizando los datos de la sección superior de la cuenca con el fin de ampliar el conocimiento geohidrológico de la zona.

2.4.6. Control de Explotación

- Medición de caudales y niveles dinámicos de todos los pozos con frecuencia mensual, con el fin de registrar y almacenar los valores censados para que, con una simple comparación visual de la estadística, puedan apreciarse presuntas anomalías;
- Obtención de una muestra de agua por pozo para la realización de análisis químicos completos, con frecuencia bimensual, utilizando envases de primer uso, y no mediando más de 72 horas entre la extracción y el análisis;
- Obtención de una muestra de agua por pozo para la realización de análisis bacteriológicos corrientes, con frecuencia mensual, utilizando envases esterilizados, y no mediando más de 24 horas entre la extracción y el análisis;
- Filtración de muestras de agua de cada pozo de las cisternas de almacenamiento para la realización de análisis parasitológicos;
- Abstenerse de realizar maniobras mecánicas en los pozos (introducción de cucharas, sondeos, etc.), destacándose que las perforaciones que se entregaron no presentaron arrastre de material desde el acuífero;
- Extracción anual del equipo de bombeo para control de funcionamiento de la electrobomba y estado de conservación de la cañería de impulsión;
- Desinfección con cloro concentrado de la cañería de impulsión y el equipo de bombeo al introducirlo en el pozo, con el fin de evitar la propagación de los efectos de corrosión microbiológica: los pozos que se entregan no han sido tratados mediante cloración.
- Control pormenorizado del contenido proporcional de bicarbonatos, cloruros y sulfatos para conocer anticipadamente variaciones en el balance iónico que antici-

pen efectos de sobreexplotación;
– Colocación de caudalímetros totalizadores de producción en cada pozo, con tomas de lecturas periódicas y almacenamiento de datos;

– Disponer un control automático de operación del sistema que resguarde la fuente estudiada, y además aumente la confiabilidad de la explotación y minimice las dificultades de funcionamiento.

3 – EVALUACION DEL SISTEMA CAÑADON QUINTAR

3.1. Antecedentes Específicos

La recopilación de antecedentes y su evaluación posterior aportó escasos elementos de juicio dada la reducida disponibilidad de datos, la dispersión de informes y la dificultad para acceder a la fuente original, ya que la responsabilidad institucional sobre el sistema Cañadón Quintar estuvo sucesivamente a cargo de la Municipalidad de Caleta Olivia, la Empresa Provincial de Servicios Públicos y finalmente Servicios Públicos Sociedad del Estado.

Los antecedentes analizados son:

- **Estudio sobre aprovisionamiento de agua para la población de Caleta Olivia.** Alberto Ekonen (?). Sin fecha

Contiene un diagnóstico general sobre las posibilidades de explotación de agua en los alrededores de Caleta Olivia. Describe las posibilidades acuíferas de las formaciones geológicas. Incluye análisis químicos de agua, cortes geoelectrónicos, información topográfica, y define la base del "complejo arenoso acuífero potable".

Entre las recomendaciones se destaca la selección del Cañadón Quintar como área favorable para explotación, el número y anteproyecto preliminar de los pozos, y las profundidades a alcanzar.

Si bien el informe es el único antecedente elaborado con información hidrogeológica se estima su alcance como preliminar, y no se comparte la recomendación referida a colocar como mínimo, filtros en el 70% de

la columna perforada, ni tampoco las profundidades finales fijadas para los pozos, ya que penetrarían en las formaciones pelíticas inferiores de comportamiento acuitardo.

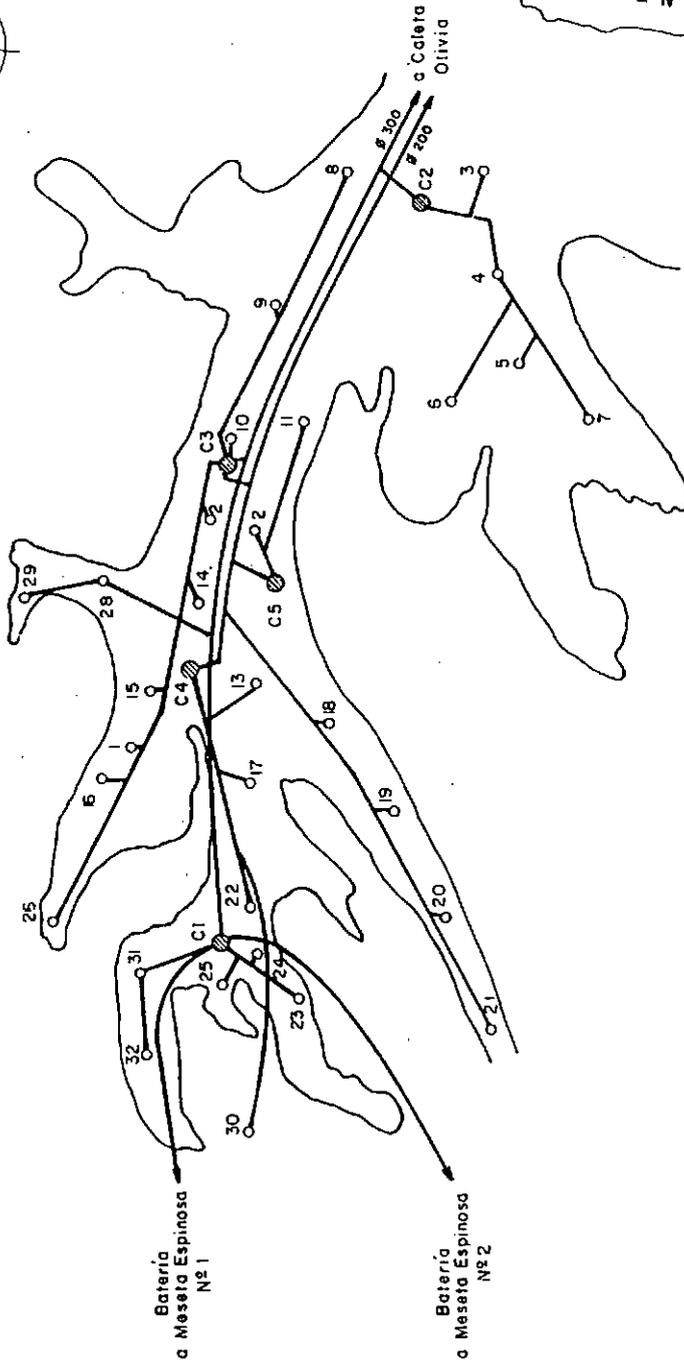
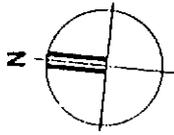
- **Correlación de perfilajes eléctricos de perforaciones ubicadas al oeste de la localidad de Caleta Olivia, provincia de Santa Cruz.** Juan José Herrero Ducloux. 1982. INCYTH.

En este breve informe se efectúa la correlación de 17 perfiles eléctricos correspondientes a perforaciones ubicadas en Cañadón Quintar formulándose algunas conclusiones basadas en la correlación citada.

El tratamiento de los perfilajes y la confección de perfiles entre pozos permite al autor identificar una capa de naturaleza arcillosa situada a una profundidad promedio de 60 m.b.b.p. (que sería el límite entre las unidades semiconfinadas definidas en este trabajo), situando hacia abajo un límite artificial por debajo del cual se obtendría agua de condición salobre, no apta para el consumo. En realidad este razonamiento no se corresponde exactamente con la situación real, ya que el límite artificial mencionado queda comprendido en el acuífero confinado portador de agua de buena calidad, estando el aumento de salinidad ligado a la proximidad con el área de descarga y en menor medida con la profundidad.

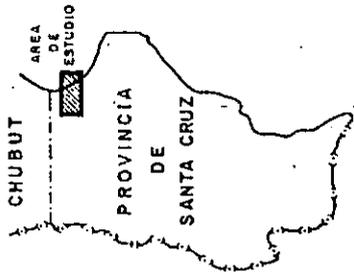
Por último, el autor asocia la geometría de las capas correlacionadas con un anti-

SISTEMA CAÑADON QUINTAR (Caleta Olivia)



REFERENCIAS

- 2 Pozo de explotación Nº 2
- 0 C1
- 3 Cisterna Nº 1
- Acueducto



clinal de flancos muy suaves cuyo eje sería aproximadamente N - S. Esta interpretación es errónea ya que la estratificación es horizontal a subhorizontal, sin estar afectada por estructuras locales, basándose el razonamiento de Herrero Ducloux seguramente en la distorsión que provoca en los gráficos la diferencia entre las escalas horizontal y vertical.

- Pozo de reconocimiento 1 y 1 bis - Cañadón Quintar - José Luis Díaz - 1984. S.P.S.E.

El informe contiene la descripción litológica de las muestras extraídas durante la construcción del PR1 y PR1 bis, una serie de análisis granulométricos de distintos tramos del pozo, y los cálculos de ranura de filtros en función de los parámetros anteriores.

En el caso de la descripción litológica debe señalarse que fue utilizada como único antecedente disponible al programarse los trabajos en Meseta Espinosa, que luego derivaran en el diagnóstico geohidrológico del área y en la construcción de los sistemas de captación. En ella se señalan las diversas intercalaciones psamíticas y pelíticas que componen la unidad semiconfinada, su límite inferior dado por las arcillas azuladas, el pase a la unidad confinada mencionando el aumento de permeabilidad y su comportamiento acuífero, y el aumento de la fracción pelítica hacia la base.

Para el cálculo de abertura de filtros, el informe señala la preponderancia de una ranura de 0,30 milímetros, que si bien es menor que la adoptada en Meseta Espinosa para iguales condiciones granulométricas, se estima que las diferencias (0,30 - 0,75) se deben a la adopción de distintos métodos de cálculo y ponderación en uno y otro caso.

- Información general de diversos orígenes

Consiste en algunos datos puntuales, en casos específicos o incompletos y en general producidos desde el año 1984 a la fecha, que se recopilaron dada la falta de información integrada y referida a la fecha de construcción de los pozos.

Así se cuenta con **perfilajes eléctricos** (inducción) de la mayoría de las perforaciones, que al no acompañarse de otros datos (hidrolitología, posición de los niveles, etc.) toman para la presente evaluación un valor técnico relativo.

También se cuenta con información parcial de los pozos 27, 28, 29 y 31 construidos por convenio entre S.P.S.E. y la Dirección de Minería provincial, y del pozo 32 ejecutado por ASTRA.

3.2. Evaluación del Sistema de Explotación

El sistema de producción de agua denominado Cañadón Quintar, situado a 25 - 30 kilómetros de la localidad de Caleta Olivia, consta de 32 pozos profundos, numerados correlativamente, dispuestos en el eje central del cañadón y en sus brazos menores (gráfico N° 7). Del total de perforaciones se han desafectado del servicio los pozos N° 27, 28 y 29, bombeándose los restantes 24 horas diarias, en un ciclo ininterrumpido que provocó diversos inconvenientes tales como interferencia de conos de depresión y salinización de la fuente.

Los caudales extraídos son colectados por cisternas de almacenamiento (500 - 600 m³ de capacidad), salvo los pozos N° 18, 19, 20 y 21 que bombean directamente a uno de los acueductos de vinculación con Caleta Olivia (Ø 200 mm).

El detalle de los aportes es el siguiente:

Cisterna	Pozos de Explotación N°
1	23 - 24 - 25 - 31 - 32
2	3 - 4 - 5 - 6 - 7
3	1 - 2 - 8 - 10 - 14 - 15 - 16 - 26
4	13 - 17 - 22 - 30
5	11 - 12

NOTA: Los pozos 27, 28 y 29 se encuentran fuera de servicio.

El sistema se completa con el tendido de dos acueductos (\varnothing 200 mm y \varnothing 300 mm) que reciben los aportes de las cisternas.

El acueducto \varnothing 300 mm colecta los volúmenes de las cisternas N° 1 (que también incorpora la producción de la Bateria Meseta Espinosa 1 y 2, el acueducto \varnothing 200 mm recibe el aporte de las cisternas N° 4 y N° 5 (además de los pozos conectados directamente). La cisterna N° 3 reparte a ambos acueductos.

Debe señalarse que los pozos 27, 28 y 29 se encuentran definitivamente fuera de servicio por diferentes causas. En el caso del primero nunca pudo incorporarse a la producción dado que durante las tareas de terminación se constataron deformaciones mecánicas en los filtros, a aproximadamente 58 m.b.b.p., producidas seguramente por desviaciones en el alineamiento y verticalidad de la perforación.

El pozo 28 tuvo dos etapas de construcción, en la primera se produjo la rotura de los filtros de ranura continua y se abandonó sin recuperación del entubamiento, mientras que en el segundo emprendimiento se le colocaron filtros tipo persiana, pero dado su reducido caudal se desafectó de la producción. El pozo 29 salió de servicio por baja producción (menor de 3 m³/h).

Así, ante la falta de información antecedente de los pozos, más el cúmulo de opiniones divergentes sobre el estado del sistema, y la limitada posibilidad de generar nuevos datos, se replanteó el esquema habitual de evaluación considerándose los siguientes aspectos:

- a – Diseño individual de los pozos
- b – Condición hidroquímica actual de la fuente; y
- c – Producción individual y general del sistema.

El diagnóstico carece de una descripción de las condiciones hidráulicas debido a la ausencia de ensayos de bombeo anteriores, la imposibilidad de detener la explotación sin afectar el suministro, y especialmente la interferencia de conos de depresión entre pozos.

Finalmente se consideraron también los comentarios y experiencias de los distintos operadores del sistema, todos de Servicios Públicos S.E., quienes aportaron información puntual sobre variaciones de caudal, arrastre de material, tareas de desinfección,

rotura de cañería de impulsión, colapso de equipos de bombeo, etc.

3.2.1. Diseño

Al desconocerse el diseño de entubamiento de los pozos, y en función de establecer también el grado de corrosión o roturas que pudieran presentar las perforaciones se realizó en cada pozo un registro denominado C.C.L., ejecutado sin cargo por las empresas Dresser, Geowell, Minar y Tapko.

El sistema C.C.L. o localizador de cuplas (cuenta cuplas) es una herramienta electromagnética que consta de una bobina fija a dos imanes con los polos iguales enfrentados, lo que induce una corriente sobre el conductor. Si se aproximan objetos magnetizables a la zona de influencia de los imanes, la corriente que circula por la bobina sufrirá alteraciones en función de la distancia a la que se acerca el material y a su constitución física, generándose un registro que variará de acuerdo a dichas condiciones.

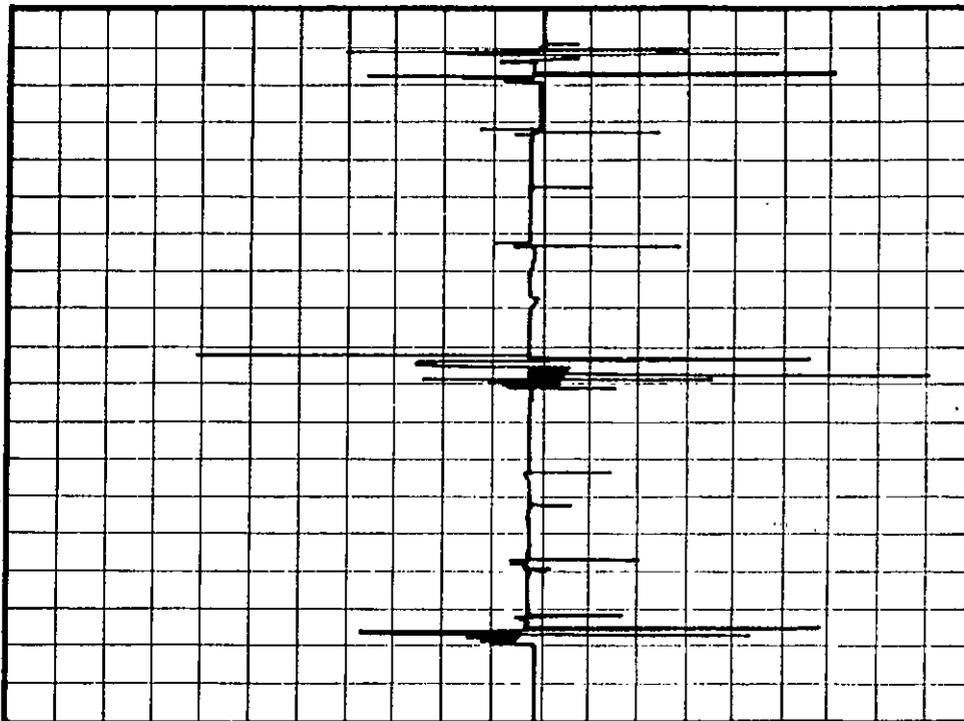
Así, a partir de los registros de cada pozo, puede efectuarse la diferenciación entre:

- **Cañería prolongación de filtros vs. filtros** por constitución de materiales (acero negro – acero galvanizado o inoxidable);
- **Idem** por oposición entre caño ciego contra caño abierto (ranura de filtro);
- **distintos tipos de filtros** por obtenerse distinto registro, si se trata de aberturas tipo persiana, ranura continua, o agujereado;
- **longitud de los tramos** en cualquier clase de entubamiento al modificarse el registro con las costuras de soldaduras o las cuplas roscadas.

También el método C.C.L. brinda excelente información sobre el estado de la cañería, ya que el depósito de materiales por incrustación o bien el adelgazamiento por corrosión modifican la distancia entre la sonda y la pared del pozo variando consecuentemente la circulación de corriente dando registros diferentes a los naturales.

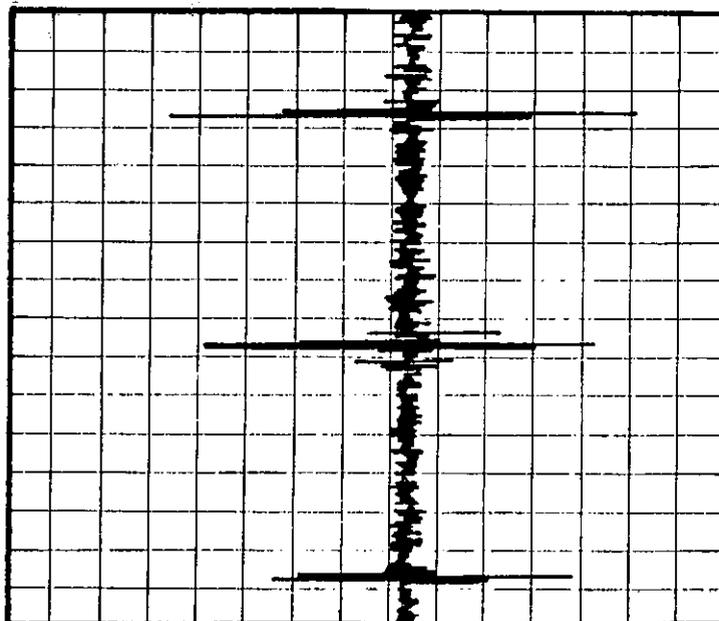
En los gráficos 8, 9, 10 y 11 se incluyen ejemplos de los casos citados, todos correspondientes a los casos registrados en Cañadón Quintar.

La interpretación de los resultados permitió reconstruir los perfiles de entubamiento y establecer el grado de alteración de los materiales, volcándose los datos en los cro-



Registro CCL de cañería prolongación de filtros, en tramos de aproximadamente 7 metros, con roturas aisladas.

GRAFICO Nº 8



Registro CCL de cañería prolongación de filtros, en tramos de aproximadamente 6 metros, con alto grado de corrosión y roturas aisladas.

GRAFICO Nº9

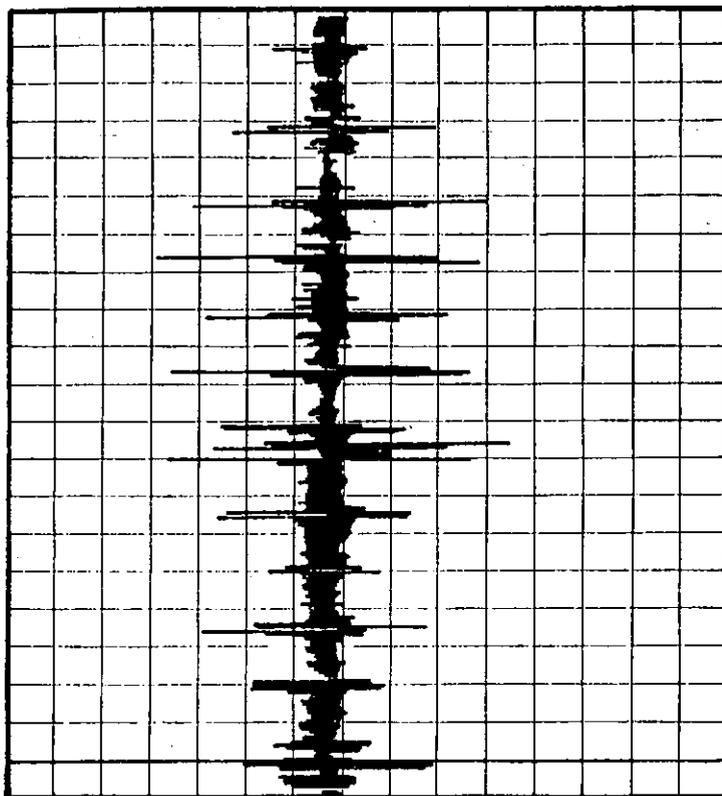


GRAFICO Nº 10

Registro CCL de cañería filtro, tipo persiana, con alto grado de corrosión y roturas aisladas.

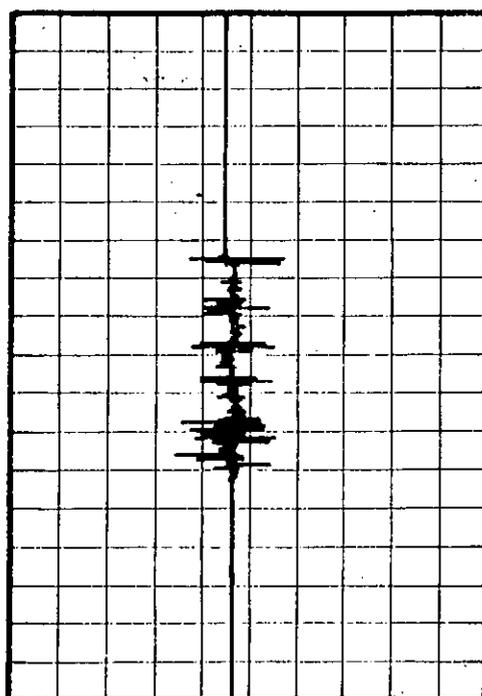


GRAFICO Nº 11

Registro CCL con un tramo de cañería filtro tipo ranura continua, con moderada corrosión, intercalado entre cañería prolongación en buen estado.

quis individuales de pozo que se agregan.

En primer lugar debe señalarse que en los casos en que se puede comparar el diseño según obra con el obtenido por C.C.L., existen importantes diferencias, que seguramente deban asignarse a la empresa constructora y a la falta de control adecuado por parte de la inspección de obra. En general se observa que las longitudes reales de los filtros son menores que las indicadas en los planos según obra, situación que puede calificarse fácilmente con sólo oponer el valor métrico de los filtros contra el costo de cañería ciega (2,5:1).

Así, el pozo N° 1 tendría 13 metros menos de filtros; el N° 2, 27 metros; el N° 3, 2 metros; el N° 7, 16 metros y el N° 8, 6 metros. No se consideran los pozos N° 10 al 26 por no contarse con antecedentes de obra.

También se comprobó en algunos casos la falta de tapa de fondo, situación que provoca el ingreso de sedimentos al pozo, con el consiguiente deterioro de los equipos de bombeo. Las perforaciones N° 1, 4, 5, 6, 9, 12, 22, 24 y 26 no contarían con tapa de fondo.

En cuanto al diseño general de las perforaciones, puede realizarse su análisis y evaluación desde diversos puntos de vista, siendo los más importantes la correspondencia entre el pozo y la hidroestratigrafía, y también la oposición costo del pozo - producción de agua.

Para el primer caso se realizaron los perfiles A - A', B - B', C - C' y D - D' donde se ubicaron algunos pozos de explotación y se extrapolaron los datos hidroestratigráficos con la definición de las formaciones Patagonia, Sarmiento y Río Chico.

Con excepción del pozo N° 11 la profundidad total de las perforaciones alcanza las formaciones pelíticas correspondientes al sistema acuitardo - acuícludo y el basamento hidrogeológico, y en casos la cañería filtro está enfrentada en su totalidad con estos niveles.

Con referencia a la disposición y longitud total de los filtros existen innumerables situaciones que no se comparten, aunque algunas de ellas pueden aceptarse en función de diferentes criterios técnicos para la definición del entubamiento, pero otras son expresamente inconvenientes tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Entre estas últimas pueden citarse:

- colocación de filtros en un solo tramo, continuo, ocupando la mayor parte del perfil. Ejemplo: pozo N° 3 con 116 metros de filtros (entre 12 y 128 m.b.b.p.), enfrentados a todo tipo de material (productivo o no). Similar situación presentan los pozos N° 4, 8 y 14.
- exagerada longitud de la cañería ciega de fondo, cuando su sola función es la de actuar como depósito de cualquier material o herramienta que pudiera ingresar o caer accidentalmente al pozo. Ejemplo: pozos N° 3 (12 metros), N° 2 (31 metros), N° 7 (12 metros), etc.
- instalación de filtros superiores muy cercanos a la posición del nivel estático del agua, quedando al bombearse el pozo un tramo de filtros descubierto por descenso del nivel, multiplicándose los posibles efectos corrosivos en la cañería a la vez que el ingreso de agua por dicho tramo puede afectar al equipo de bombeo (incorporación de aire y agitación de la columna saturada).

Finalmente, y a título de ejemplo, se realiza la comparación simple entre el sistema Cañadón Quintar y las baterías construídas recientemente en Meseta Espinosa, en cuanto a la utilización de cañería, sus costos, y el volumen producido, tal que se aprecie la incidencia económica del diseño de las perforaciones.

En la construcción de los pozos N° 1 al 26, 28 y 30 fueron utilizados aproximadamente 4000 metros de cañería, de las cuales 2570 metros son filtros y el resto, cañería ciega que corresponde a la tubería denominada prolongación de filtros y depósito. En cuanto a los filtros, según datos suministrados por S.P.S.E., los pozos N° 10 al 23 y el pozo 28 poseen tipo persiana (1315 metros), los pozos N° 1 al 9, 24 y 28 (parcial) son de ranura continua (870 metros), mientras que se desconocen los datos de las perforaciones 25, 26 y 30 (385 metros). La profundidad de los pozos oscila entre 180 y 75 metros, siendo el valor medio de 145 metros.

La Batería Meseta Espinosa 1 demandó 320 metros de filtros de ranura continua y 1201 metros de cañería ciega para 12 pozos, y la Batería Meseta Espinosa 2 ocupó 291 y 1029 metros respectivamente para 11 pozos.

PROVINCIA DE SANTA CRUZ
SISTEMA DE PRODUCCION CAÑADOH QUINTAR
CALETA OLIVIA

Relación entre diseño de perforaciones
y esquema hidroestratigráfico

Perfil A - A'

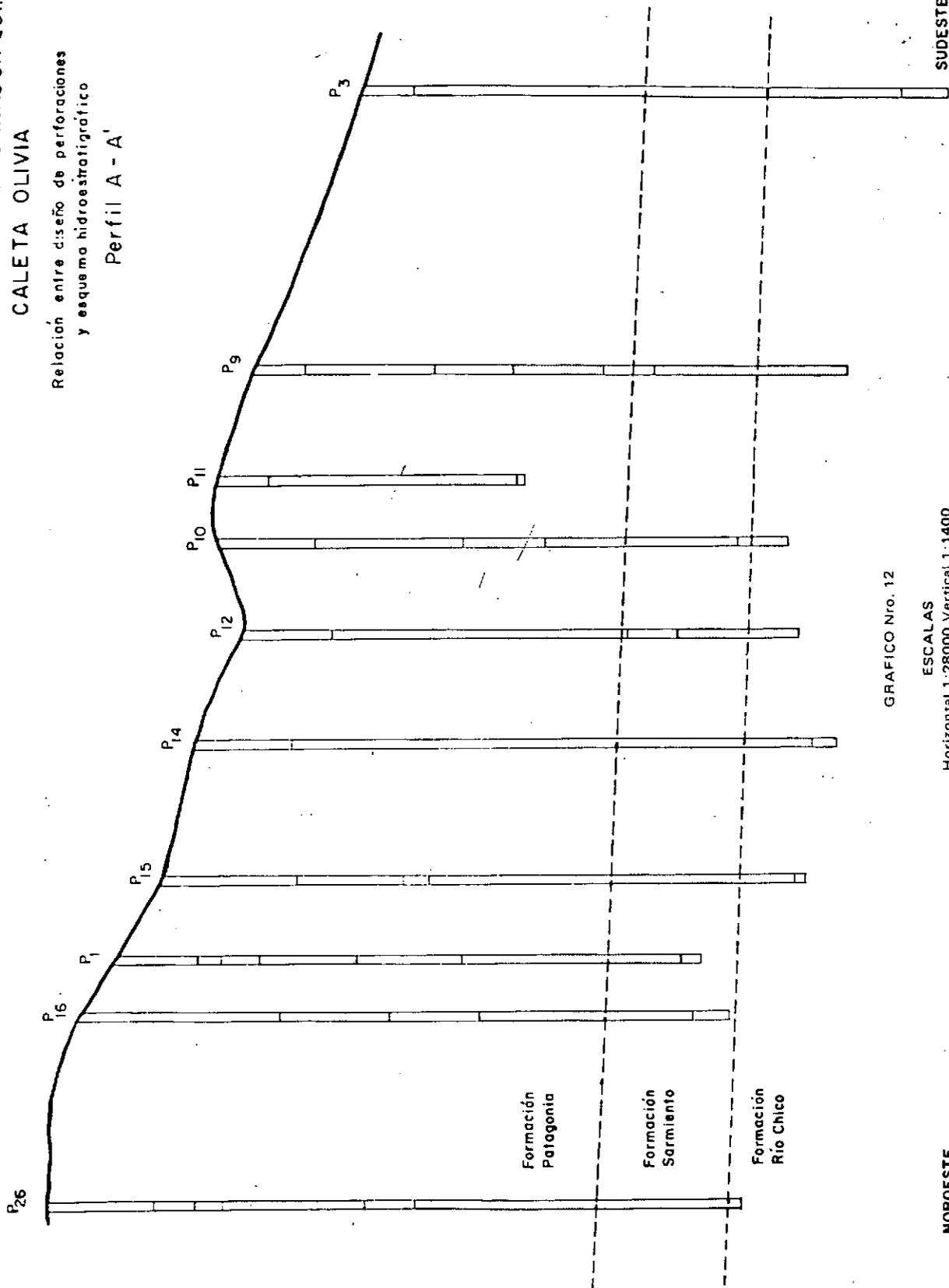


GRAFICO Nro. 12

ESCALAS

Horizontal 1:28000 Vertical 1:1400

NOROESTE

SUDESTE

PROVINCIA DE SANTA CRUZ
 SISTEMA DE PRODUCCION CAÑADON QUINTAR
 CALETA OLIVIA

Relación entre diseño de perforaciones
 y esquema hidrostratigráfico

P7 Perfiles B-B' y C-C'

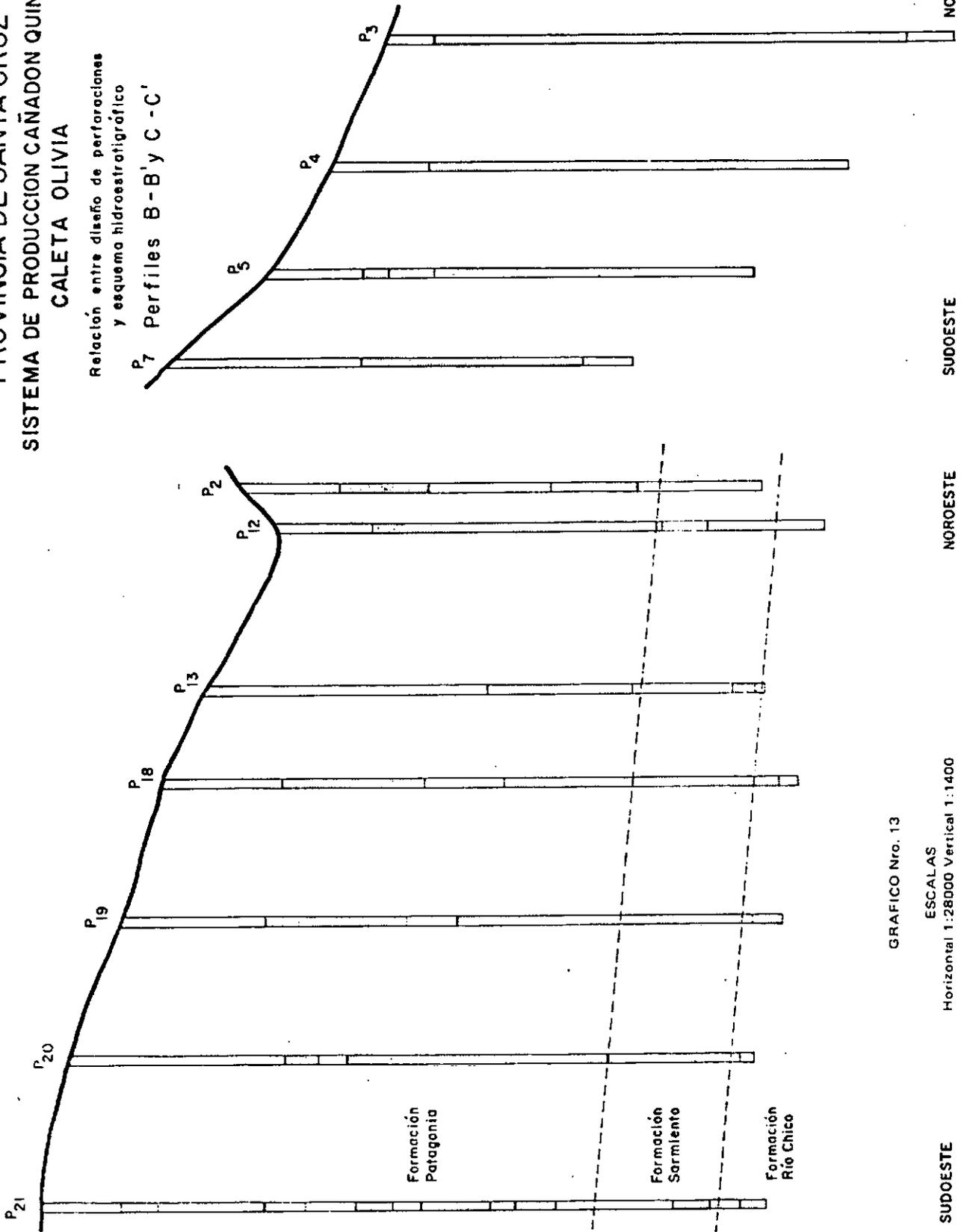


GRAFICO Nro. 13

ESCALAS

Horizontal 1:28000 Vertical 1:1400

SUDOESTE

NOROESTE

SUDOESTE

NORESTE

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
SISTEMA DE PRODUCCION CANADON QUINTAR

CALETA OLIVIA

Relación entre diseño de perforaciones
y esquema hidroestratigráfico

Perfil D - D'

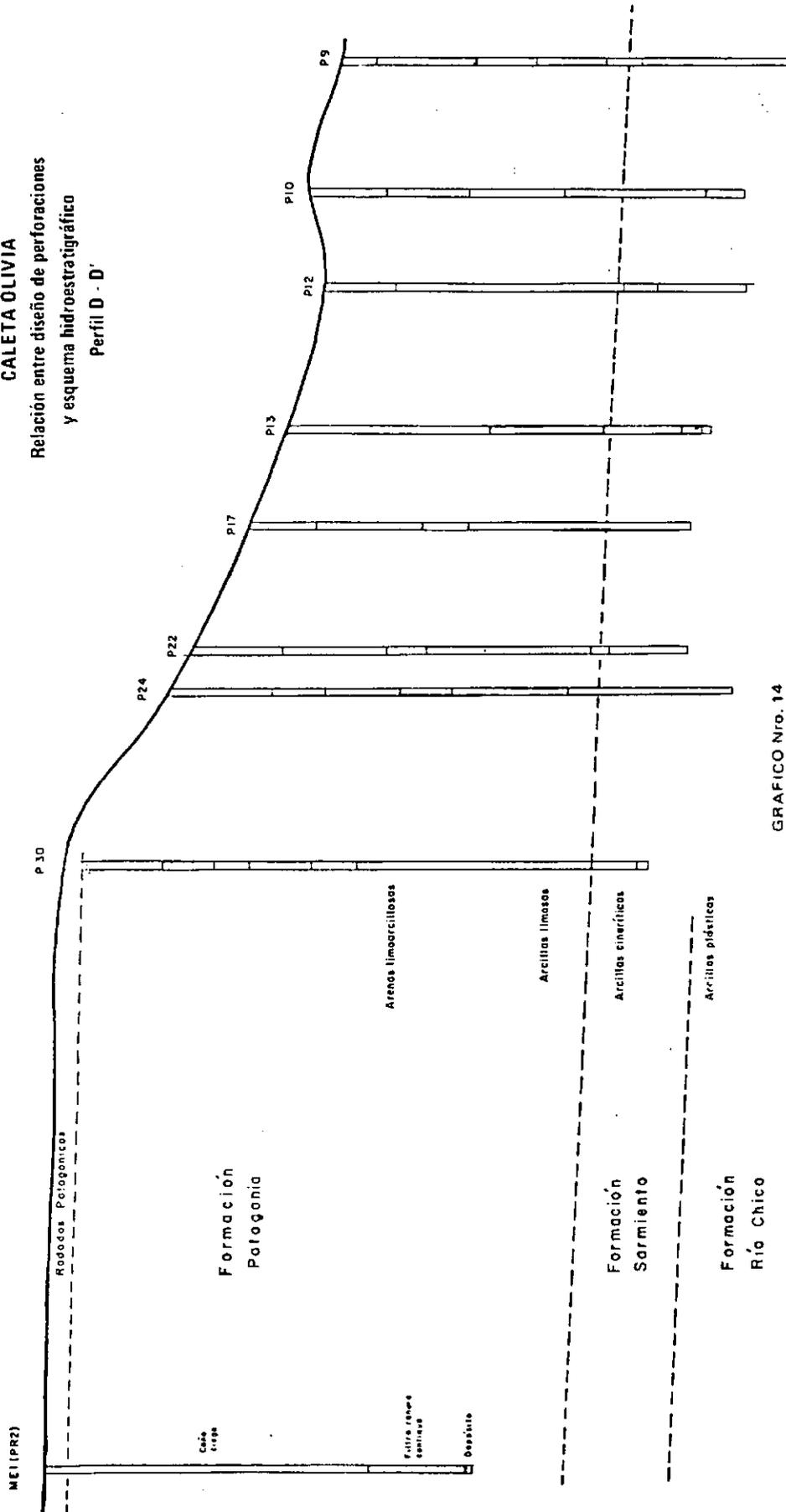


GRAFICO Nro. 14

ESCALAS

Horizontal 1:28000 Vertical 1:1400

Batería	N° Pozos	Caño Ciego		Caño filtro		Producción m ³ /día
		m	u\$s	m	u\$s	
Cañadón Quintar	29	1430	93.800	2570	290.700	4.400
M. Espinosa 1	12	1201	78.800	320	36.200	3.000
M. Espinosa 2	11	1029	67.500	291	32.900	4.000

* valores a mayo de 1991.

A partir de la observación del cuadro se facilita la comprensión de las afirmaciones anteriores, en cuanto a la influencia de un diseño deficiente en los costos de un pozo. Esto se reafirma al comparar costos de materiales para pozos tipo de cada batería, dando u\$s 13.258 para una perforación de Cañadón Quintar, u\$s 9583 y u\$s 9127 para las Baterías 1 y 2 de Meseta Espinosa.

Si además se opone el número de pozos de cada sistema a los volúmenes diarios de agua producida la prueba es aún más contundente.

Como se señalara al inicio de este capítulo, los registros C.C.L. permiten también evaluar el **estado de conservación** de la cañería, habiéndose observado que el fenómeno exclusivo es la corrosión con formación de costras, desprendimiento, picado y rotura, no encontrándose indicios de incrustación.

Para la ponderación de la intensidad de la corrosión se efectuó una calificación simple del fenómeno, estableciendo las categorías de alto, moderado y bajo grado de corrosión en los entubamientos.

Así se generan tres grupos:

- a – **Bajo grado:** con escasas evidencias, y en general aceptable conservación. Corresponde a los pozos N° 3 y 10. Por ser de reciente construcción se incluyen en este grupo las perforaciones N° 31 y 32.
- b – **moderado grado:** con algunas zonas corroídas, existencia de costras y picaduras, incluye los pozos N° 6, 13, 20, 22 y 26.
- c – **alto grado:** con roturas e ingreso de material de formación. Corresponden a este tipo los pozos N° 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 25 y 30.

Con referencia a los fenómenos corrosivos detectados, y sin descartar la incidencia de los factores físico-químicos del agua (sumados a las prácticas de explotación), se

sospechó la posible acción biológica al constatar en la cañería de impulsión de los equipos de bombeo la frecuente presencia de tubérculos y obturación interna, que en casos provocaban la rotura de la cañería en las zonas roscadas (menor espesor y mayor debilidad) con el consiguiente colapso de las bombas.

3.2.2. Hidroquímica

A partir de los resultados de diversos análisis químicos de agua practicados en el marco de este estudio, y si bien no se cuenta con datos históricos que permitan efectuar una comparación en el tiempo, pueden generalizarse las condiciones hidroquímicas de la zona y evaluar su aptitud para el consumo humano.

En primer lugar, la clasificación de familias de agua (método Piper) permite distinguir aguas cloruradas sulfatadas sódicas principalmente en las cabeceras del cañadón, que cambian a cloruradas sódicas hacia la zona distal. Este esquema confirma el enriquecimiento en sales que se produce hacia la zona de descarga del sistema subterráneo.

De la observación de los mapas de residuo seco, cloruros, sulfatos y dureza total se constata un incremento de la salinidad en sentido logitudinal al cañadón (en dirección este-sudeste), y desde los bordes hacia el centro del mismo.

Los tenores químicos para residuo seco, cloruros, sulfatos y dureza total oscilan entre 700 – 1600 mg/l, 115 – 650 mg/l, 58 – 440 mg/l y 80 – 160 mg/l, respectivamente. Se descarta la consideración del pozo N° 24 que supera ampliamente los valores anteriores, con elevada salinidad aparentemente por surgencia de aguas profundas altamente salinizadas que accederían por deficiencias en perforaciones petrolíferas mal aisladas.

El contenido en fluor varía entre 0,74 y 2,18 mg/l dependiendo las valorizaciones princi-

palmente de la producción del pozo. Así aquellos que generan mayores caudales tienen elevados tenores de fluoruros, con excepción de algunos pozos ubicados en la parte distal del cañadón que poseen bajos contenidos con altos caudales, situación derivada de la explotación de aguas más profundas con menor concentración de fluor, a lo que se suma el adelgazamiento en este sector del acuífero semiconfinado portador de altas concentraciones.

Independientemente de las condiciones hidroquímicas naturales se señala que en los pozos N° 3 y 24 se han determinado elevados tenores de nitritos (0,56 y 0,22 mg/l), que superan ampliamente los valores de potabilidad. En este caso deben investigarse las razones de la contaminación y corregirlas a la brevedad.

De acuerdo entonces a las normas de aptitud para el consumo humano surgen las siguientes conclusiones:

- a – Agua no potable (supera los valores tolerables); pozos N° 3, 5, 13, 21, 24, 31 y 32.
- b – Agua potable (con tenores comprendidos entre el valor aceptable y el tolerable): pozos N° 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26 y 30.
- c – Agua potable con tenores entre el valor aceptable y el aconsejable): pozos N° 28 y 29.

Para aquellos pozos que quedan incluidos en el primer grupo debe señalarse que la mezcla del agua bombeada por las distintas perforaciones seguramente hace descender las valoraciones a tenores admisibles, y por lo tanto aptos para el consumo humano.

Incluso debe ponderarse en forma elástica cual es el tenor que supera la norma y cuantificar su incidencia, ya que por ejemplo los pozos N° 5, 20, 21, 31 y 32 son calificados no potables por su contenido en fluoruros, que supera levemente el límite máxi-

mo (2,16; 2,09; 2,18; 2,07 y 2,05 mg/l respectivamente).

Por consiguiente se concluye que el agua bombeada puede considerarse, en conjunto, como apta para el uso humano, aunque de elevada salinidad sobre todo en cuanto a sulfatos y fluoruros.

3.2.3. Producción

Según lo indicado precedentemente, la ponderación de las condiciones productivas sólo pudo abordarse a través de censos instantáneos, con registro de caudales extraídos y determinación de la posición de los niveles dinámicos de agua en cada pozo.

En cuanto al manejo actual, la intensa explotación a la cual se somete el sistema (24 horas diarias) es directa consecuencia del déficit de abastecimiento que acusa Caleta Olivia, constituyéndose en un nuevo ejemplo (tan repetido en el país) de agresión y destrucción del recurso hídrico subterráneo. Entonces, la responsabilidad sobre la degradación del recurso estará en la falta de previsión y ponderación del crecimiento de la demanda, que obliga a adaptar irremediablemente un modelo de explotación inadecuado.

En este esquema se realizaron dos censos (octubre de 1986 y febrero de 1988) que se sumaron a otros dos (enero de 1985 y enero de 1988) aportados por el Distrito Saneamiento Caleta Olivia de S.P.S.E. Para los primeros, la tarea consistió en medir en cada perforación la posición del nivel dinámico y aforar el caudal erogado cerrando el paso de la cañería de interconexión a cisterna y liberando la salida por un aforador lateral, mientras que los censos de S.P.S.E. consistieron en las mediciones por variación de altura de agua en las cisternas (enero de 1985) y aforo individual de pozos (enero de 1988).

Los datos acumulados para el sistema en su totalidad son:

CENSO

	Enero 1985	Octubre 1986	Enero 1988	Febrero 1988
Q total (m ³ /día)	3.758,6	4.357,2	5.604	4.733,5
Q promedio por pozo (m ³ /h)	5,8	6,3	8,6	7,3

El análisis individual es complicado, por la falta de correspondencia entre los datos de uno y otro censo, ya que además de la diferencia en el tiempo, hay inexactitudes difíciles de determinar. Algunas son producto de problemas propios del sistema como el bombeo forzado por efecto de contrapresión en la impulsión (así el valor no será igual si se obtiene en cisterna o en el propio pozo), otros dependerán del tipo y estado de la electrobomba en funcionamiento (es habitual el desgaste de piezas y consiguiente deterioro por arrastre de arena), también provocará diferencias el método de medición de caudal (directa mediante caudalímetros o indirecta por tiempo-volumen conocido), y obviamente no se descartan errores humanos en la obtención de los datos.

En cuanto al censo de enero de 1985 de S.P.S.E. no puede realizarse una directa oposición con los restantes censos por generarse el dato en cisterna, por lo cual sólo es orientativo a los fines de este trabajo.

El volumen total de producción para esa fecha es de 3758 m³/día, al cual debe sumarse el aporte de los pozos N° 31 y 32 (cons-

truidos posteriormente), con una producción conjunta de 400 m³/día, con lo cual el valor total sujeto a comparación sería de aproximadamente 4200 m³/día.

Similar valor se obtiene del censo de octubre de 1986 (4350 m³/día), aunque ambos son inferiores a los censos de 1988 con volúmenes totales de 5604 m³/día (enero; S.P.S.E.) y de 4730 m³/día (febrero; C.F.I.).

Con respecto a estos últimos, y si bien puede suponerse un incremento en la producción total debido a un mayor esfuerzo en la operación, indudablemente surgen dudas debidas a las inexactitudes mencionadas anteriormente.

Por ejemplo al evaluar el censo de enero y comparado con el de febrero se comprueba una distorsión notable en los datos obtenidos, tanto en los caudales como en la oposición del nivel dinámico con la profundidad de la bomba, dando en muchos casos que el nivel de agua se encontraría por debajo de la bomba, situación que obviamente es imposible que ocurra.

El Cuadro siguiente muestra algunas de las distorsiones señaladas.

Pozo N°	CENSO		CENSO	
	29-1-88 (S.P.S.E.)		29-2-88 (C.F.I.)	
	Profundidad de bomba (m.b.b.p.)	Q (m ³ /h)	Nivel dinámico (m.b.b.p.)	Q (m ³ /h)
2	106,00	8,2	110,35	9,00
4	99,80	8,8	106,54	7,76
5	99,80	12,2	104,20	8,61
10	118,40	9,5	123,50	5,43
30	149,40	10,5	155,25	5,11
32	106,00		109,15	4,74

Por consiguiente debe asumirse un valor promedio ponderado de producción total igual a 4400 m³/día para efectuar una comparación con los restantes sistemas.

Así, si se comparan las producciones de Cañadón Quintar (con extrema explotación y a máxima depresión) y de las Baterías 1 y 2 de Meseta Espinosa (con los niveles dinámicos por encima de los filtros) tenemos:

Bateria	Nº Pozos	Q Total (m ³ /día)	Q Promedio por pozo (m ³ /h)
Cañadón Quintar	29	4.400	6,3
Meseta Espinosa 1	12	3.000	10,4
Meseta Espinosa 2	11	4.000	15,1

De la comparación surgen dos claras conclusiones:

a) El sistema Cañadón Quintar manifiesta claros signos de sobreexplotación, con una producción individual por pozo sumamente pobre, que disminuirá paulatinamente con la continuidad de la extracción.

b) Los costos operativos (equipos, personal, mantenimiento y energía) son sumamente desproporcionados, teniendo en cuenta el número de pozos en funcionamiento para obtener un caudal máximo levemente mayor que el aportado por la Bateria Meseta Espinosa 2, con un tercio del total de perforaciones. Esta conclusión es aún más contundente si se agregan los gastos en reparación y reposición de electrobombas que se dañan aceleradamente por el arrastre de material.

Por otra parte, y ahora evaluando los datos individuales por pozos, se observa que el rendimiento es sumamente reducido en los pozos N° 6, 7, 10, 11, 13, 16, 18, 22, 23, 24, 25 y 26, tal que la comparación con algunas de las producciones de Meseta Espinosa no resiste análisis.

Por ejemplo el pozo M.E. 14 (el de mayor rendimiento) produce un volumen igual al aportado en conjunto por seis de las perforaciones de Cañadón Quintar (N° 6, 11, 13, 16, 18 y 22) y si se acumularan los pozos M.E. 14, M.E. 20 y M.E. 21 se igualaría la producción de catorce perforaciones de Cañadón Quintar. De esta forma podrían realizarse innumerables combinaciones, todas absolutamente desfavorables al sistema evaluado en este trabajo.

Finalmente merece señalarse un inconveniente que influye en las condiciones productivas generales, y posee notable incidencia en algunas situaciones particulares, es-

tando referido a la posición topográfica de los pozos respecto a la cisterna colectora. En efecto, se han constatado fenómenos de contrapresión en varias de las líneas, que debieran protegerse adecuadamente con válvulas de retención, controlando la posición de los niveles dinámicos en los pozos comprendidos y observando las condiciones de trabajo de los equipos de bombeo.

a) Cisterna	5:	241,07m
Pozo	12:	236,18m
b) Cisterna	3:	253,18m
Pozo	8:	219,10m
Pozo	9:	233,64m
Pozo	10:	243,44m
Pozo	14:	248,16m
c) Cisterna	2:	244,38m
Pozo	3:	208,08m
Pozo	4:	222,25m
Pozo	5:	237,75m

3.3. Conclusiones y Recomendaciones

Las perforaciones de explotación de agua que componen el Sistema Cañadón Quintar se encuentran en avanzado estado de deterioro que sobrepasa los límites críticos de producción, con exagerados costos de operación y mantenimiento. La intensa extracción a la que se sometió al sistema durante largos períodos de tiempo condujo a la virtual destrucción de la fuente de agua potable que manifiesta claros signos de sobreexplotación y creciente salinización.

El diagnóstico puede resumirse en:

a – Condiciones iniciales:

– **defectos constructivos insalvables**, algunos vinculados a la responsabilidad de la empresa constructora (como el caso de Talleres Navales Marcial) y en general al producto de errores técnicos. Entre ellos

cabe mencionar la profundidad total de los pozos, la longitud y el tipo de los filtros, la falta de tapa de fondo, los efectos de contrapresión, etc.;

- **elevados costos constructivos** derivados de las razones expuestas en el punto anterior;
- **Inconveniente distanciamiento entre pozos** que provoca claras interferencias entre ellos, con reducción de la productividad individual.

b - Condiciones actuales:

- **bajo rendimiento**, con creciente disminución de los caudales.
- **elevados tenores químicos**, que en casos superan los límites admisibles de potabilidad;
- **Intensa corrosión** generalizada con roturas de la cañería e ingreso de material de formación al pozo;
- **elevados costos operativos** producto de las continuas reparaciones de equipos de bombeo, reemplazos de cañería de impulsión, etc.

Entre las **recomendaciones** se evaluó en principio la posibilidad de reemplazar algunas perforaciones con la construcción de nuevos pozos, tal que pudiera aprovechar-

se la infraestructura instalada (impulsión, línea eléctrica, transformadores, etc.). Esta posibilidad fue descartada ya que el estado de la fuente es irreversible, por lo cual aunque se construyera un nuevo pozo con diseño adecuado persistirían el bajo rendimiento y los elevados tenores químicos.

Entonces la recomendación central de este trabajo se basa en el **abandono paulatino del sistema**, comenzando con la eliminación de las perforaciones más afectadas, que podría iniciarse al incorporarse a la producción la Batería Meseta Espinosa 2, recientemente construida. Impulsando la ejecución de una tercera batería en Meseta Espinosa podría cumplirse el reemplazo total de los volúmenes aportados por Cañadón Quintar.

Una medida que puede adoptarse durante la transición es establecer un mecanismo tal que permita desafectar especialmente aquellos pozos que durante el bombeo arrastran material (principalmente arena), lo que reducirá los costos operativos y de mantenimiento.

También será posible observar en algunas captaciones un aumento en las producciones individuales que se producirá con la anulación de pozos al desaparecer la interferencia entre conos de bombeo.

SOLICITADA

CALETA OLIVIA PIDE AGUA A LA NACION ARGENTINA

Los abajo firmantes, integrantes de una comisión de gestión designada por todos los vecinos de la localidad de Caleta Olivia, provincia de Santa Cruz, a fin de interceder ante los organismos que correspondan para dar solución al problema de la falta de agua en nuestra ciudad se dirigen a todos los habitantes de la Nación a fin de poner en conocimiento que Caleta Olivia es una población ubicada en la zona norte de nuestra provincia, de aproximadamente veintiocho mil habitantes, los que primordialmente abocan sus vidas alrededor de la explotación de petróleo, gas y otros bienes exportables —lanas y ovinos— en beneficio de la Nación.

Todos los vecinos de la ciudad viven hoy la grave situación que se genera como consecuencia de la falta del líquido vital, agravándose aún más con el acentuado aumento de la población que se registra anualmente.

Es por ello que nos vemos en la obligación de solicitar a la Nación Argentina, y el particular al Excmo. Señor Presidente de la Nación que la representa, tenga a bien arbitrar los medios necesarios a efectos de que los organismos nacionales y provinciales responsables de solucionar esta emergencia reciban los fondos y ayuda técnica necesaria para la concreción de una obra definitiva a fin de que no falte agua a ninguno de los habitantes que con gran esfuerzo y sacrificio sustentan a diario la soberanía política del Estado en el Sur Argentino.

SERA JUSTICIA

RUTH B. MAURY de GRAU
DNI. Nº 19.968.856

CARLOS ARIEL RIVERA VELASCO
DNI. Nº 11.774.993

ALFREDO ROMERO
L.E. Nº 7.854.000

HUGO PRUDENCIO
L.E. Nº 3.996.211

DESPUES DE UN SIGLO

Caleta Olivia tiene agua

Después de casi un siglo, desde su instalación como puerto petrolero, la ciudad de Caleta Olivia solucionó el problema de la provisión de agua potable la que, hasta ahora, era distribuida en camiones aguateros, con el consiguiente riesgo sanitario para la población.

La solución del grave problema se logró a través de estudios realizados por el Consejo Federal de Inversiones, en base a los cuales y por conducto del ente Servicios Públicos, el gobierno de Santa Cruz emplazó dos baterías de bombeo en la zona de Meseta Espinoza, a 26 kilómetros de Caleta Olivia, que proveerán en principio los 3.000 metros cúbicos del vital líquido necesarios para cubrir la demanda comunitaria.

De acuerdo con los análisis realizados a tal efecto, se estima que la mencionada cantidad de agua abarcará una cobertura total de los requerimientos de consumo hasta el año 2000.

"El futuro del país está en el Sur", afirmó el gobernador de Santa Cruz, Arturo Puriccelli, quien al mismo tiempo instó a "desarrollarlo y hacerlo crecer aunque tenga poco peso electoral".

El primer mandatario santacruceño formuló sus apreciaciones en coincidencia con el presidente Alfonsín, durante una conversación que mantuvo con el asesor del bloque de diputados del MID, César Doval.

COROLARIO

En esta publicación se han extractado los sucesivos estudios realizados para la provisión de agua a Caleta Olivia, que en secuencia incluyen el relevamiento y evaluación geohidrológica regional y de detalle; el proyecto y construcción de las nuevas baterías de explotación; y el diagnóstico sobre el complejo sistema de abastecimiento preexistente.

Resulta necesario destacar, por encima de los aspectos estrictamente técnicos, las particulares condiciones en que se desarrollaron los trabajos.

Por un lado, se contó con la notable predisposición de las autoridades y del personal técnico de S.P.S.E. y del C.F.I. para llevar adelante el emprendimiento común, con la suficiente asignación de fondos y prestación de medios que requería el estudio y las obras en ejecución. Como contrapartida los trabajos se desarrollaron en un ambiente de extrema expectativa a la espera de resultados, con gran tensión social, y en un marco de diversidad de opiniones sobre los proyectos de abastecimiento que se debían alentar, incluyendo plantas desalinizadoras de agua de mar, obras hidráulicas de notable envergadura en la zona cordillera con el tendido de acueductos de más de

300 kilómetros, y hasta el traslado de témpanos desde el mar antártico.

Diffícilmente pueda hablarse de "soluciones definitivas o permanentes" en la provisión de agua a una localidad en crecimiento, situada en el ámbito de la Patagonia extrandina desértica, como lo es Caleta Olivia. Pero, contar con un estudio geohidrológico de detalle para una gran región que comprueba la existencia de importantes volúmenes de agua almacenada en el suelo, y que los proyectos de obra elaborados han respondido con el incremento de la producción, son evidencias incontrastables que con sólo mantener un programa de inversiones paulatino y constante en obras se asegurará el abastecimiento racional de agua potable a largo plazo.

Desde el año 1987 se han interrumpido los programas de perforaciones de explotación ante las dificultades económicas de la Provincia.

Hoy se gestiona iniciar la tercer batería de pozos en Meseta Espinosa y, paralelamente, la construcción de un acueducto derivador desde Comodoro Rivadavia.

La inmediata resolución de alguno de estos proyectos evitará revivir jornadas pasadas.