

**2019**

**INFORME HIDROGEOLÓGICO DE  
CONVALIDACIÓN TÉCNICA  
(RES. ADA 333/17)**

**RAZÓN SOCIAL: CENTRALES DE LA COSTA ATLANTICA  
ESTABLECIMIENTO: "CENTRAL TERMoeLECTRICA O. SMITH"  
TRAMITE EN ADA: PERMISO DE EXPLOTACIÓN  
LOCALIDAD: GENERAL MADARIAGA  
PARTIDO: GENERAL MADARIAGA  
PROF. DESIGNADO: MERLO, DANIEL. O. B.G 136**

## Tabla de contenidos

1.	OBJETIVOS.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.1	SINTESIS TÉCNICA DEL PROYECTO.....	4
2.2	UBICACIÓN GEOGRAFICA Y CATASTRAL.....	5
3.	GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA. EDAFOLOGÍA .....	5
3.1	GEOMORFOLOGÍA.....	5
3.2	GEOLOGÍA .....	9
3.3	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA PLEISTOCENA – HOLOCENA .....	11
4.	CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA.....	13
4.1	TIPOS DE SUELOS.....	14
5.	HIDROMETEOROLOGÍA .....	15
5.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL .....	15
5.2	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA LOCAL.....	17
6.	BALANCE HIDROLÓGICO .....	20
7.	HIDROGEOLOGÍA e HIDROLOGÍA.....	21
7.1	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	21
7.2	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA REGIONAL.....	22
7.3	HIDRODINÁMICA .....	26
7.3.1	CARACTERÍSTICAS REGIONALES DEL FLUJO SUBTERRÁNEO .....	26
7.3.2	CARACTERISTICAS LOCALES DEL FLUJO SUBTERRÁNEO .....	26
7.3.3	VELOCIDAD DE FLUJO SUBTERRÁNEO.....	29
7.3.4	DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE FLUJO SUBTERRÁNEOS.....	29
7.4	CÁLCULO DE RESERVAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	29
7.4.1	CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE RESERVAS .....	29
7.4.1.1	RESERVAS EN ACUÍFEROS LIBRES.....	29
7.4.1.2	CALCULO DE RESERVAS A NIVEL DEL PREDIO .....	30
7.5	HIDROQUÍMICA .....	31
7.5.1	INTERPRETACIÓN DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LAS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN.....	31
7.5.2	CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS FISICOS QUÍMICOS .....	31
7.5.3	INTERPRETACIÓN DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS PERFORACIONES DE MONITOREO .....	33
7.6	CONTAMINACIÓN Y VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO.....	35
7.6.1	CONTAMINACION .....	35
7.6.2	VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO .....	36
7.6.3	DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO.....	38
8.	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO .....	39
8.1	UBICACIÓN DE LAS CAPTACIONES Y CONSUMOS EN FORMA DIARIA Y HORARIA .....	39
8.2	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA EXPLOTACIÓN DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SOBRE EL PREDIO Y ÁREAS VECINAS. ....	40
8.3	JUSTIFICACIÓN HIDROGEOLOGICA DE LOS CAUDALES DE EXPLOTACIÓN SOLICITADOS.....	40
8.4	MEMORIA TÉCNICA DE LAS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN.....	40
8.4.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO .....	42

8.5	MEMORIA TÉCNICA DE LAS PERFORACIONES DE MONITOREO (FREATÍMETROS) .....	42
8.6	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS PERFORACIONES. RESOL 519/13 .....	43
8.6.1	PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN.....	43
8.6.2	PERFORACIONES DE MONITOREO.....	43
8.7	SISTEMA TOTALIZADOR DE MEDICIÓN.....	44
9.	CONCLUSIONES .....	45
10.	RECOMENDACIONES.....	47
11.	BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA Y/O CONSULTADA.....	50

## **ANEXO**

- i. CARTAS IGN (VILLA GESELL 3757-22-3 Y ESTACIÓN MACEDO 3757-21-4)
- ii. PLANOS PERFORACIONES DE LA RED DE MONITOREO (DISEÑO CONSTRUCTIVO DE LOS FREATÍMETROS Y ANALISIS FISICO-QUÍMICOS)
- iii. CAUDALÍMETROS (PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN)
- iv. PLANOS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN (DISEÑO CONSTRUCTIVO Y ANALISIS FISICO-QUÍMICOS)
- v. INFORME GEOFÍSICA (PROSPECCIÓN GEOLÉCTRICA)
- vi. ANALISIS FISICO-QUÍMICOS (PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN Y MONITOREO)

## 1. OBJETIVOS

El presente Informe Hidrogeológico de Convalidación Técnica tiene por objeto la caracterización hidrogeológica de un sector, y cumplir con los requisitos exigidos en la Resolución ADA 333/17, basada en la facultad que le confiere la Ley 12.257 del Código de Aguas.

Para ello, se procedió a la identificación del sistema geohidrológico en el predio de Central Térmica Villa Gesell y alrededores; definición de los mecanismos de recarga, escurrimiento y descarga; Cálculo de los parámetros geohidrológicos de los niveles acuíferos y acuitardos: Coeficientes de Permeabilidad (K), Trasmisividad (T), Permeabilidad Vertical (K'), de Almacenamiento (S) mediante la ejecución de un Ensayo de Bombeo en la perforación de estudio realizada en dicho predio.

La firma "**CENTRALES DE LA COSTA ATLÁNTICA S.A.**" pone a vuestra consideración la solicitud del Permiso de Explotación del Recurso Hídrico Subterráneo para 7 (Siete) perforaciones de explotación ubicadas en la "**CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH**".

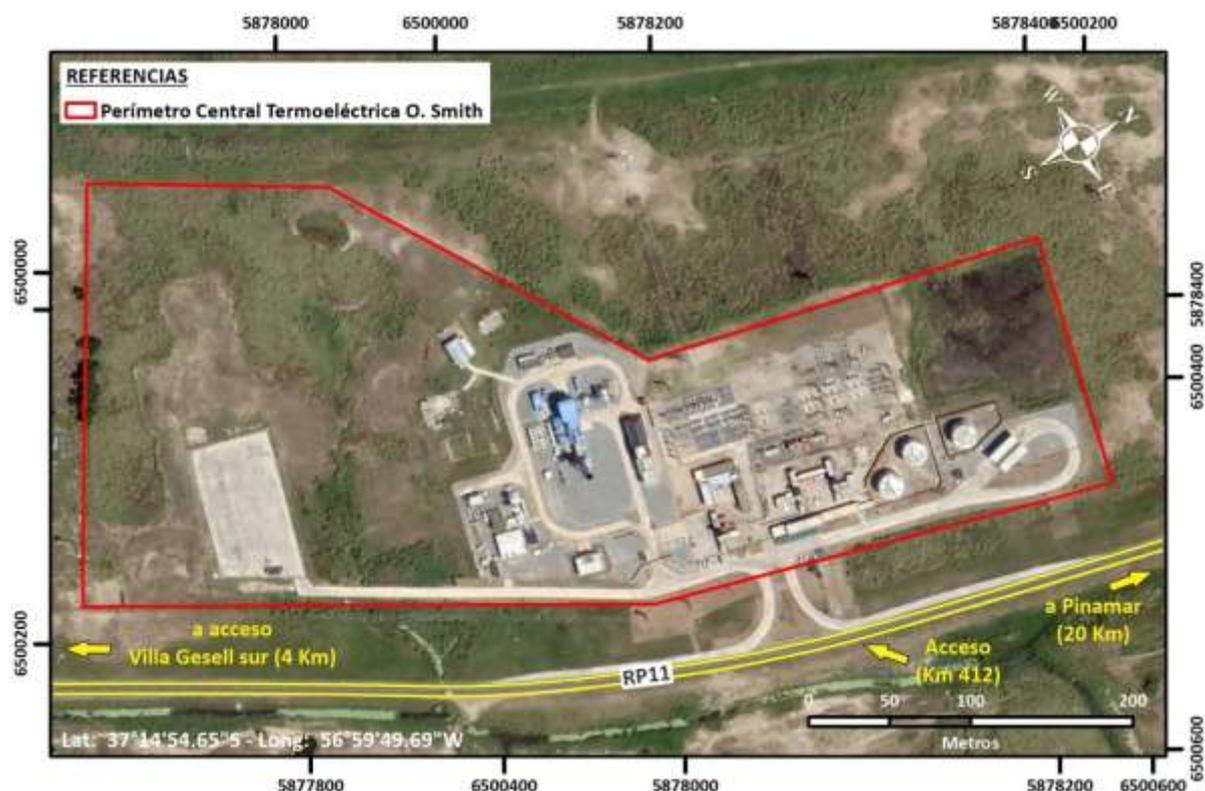
## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 SINTESIS TÉCNICA DEL PROYECTO

- ❖ Trámite en A.D.A: Permiso de Explotación del Recurso Hídrico Subterráneo
- ❖ Razón Social: CENTRALES DE LA COSTA ATLÁNTICA S.A.
- ❖ Expediente Portal A.D.A. N°: A definir por el sistema
- ❖ Actividad: Central Termoeléctrica
- ❖ Dirección: Ruta 11 Km 412
- ❖ Localidad: Madariaga
- ❖ Partido: Madariaga
- ❖ Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI, Parcelas 18EC, 18EB, 18DS Y 18 DT
- ❖ Profesional designado: Daniel O. Merlo (Matrícula B.G 136)
- ❖ Pozos de Explotación: Nueve (7)
- ❖ Pozos de monitoreo: Siete (7)
- ❖ Caudal estimado total: 68 m<sup>3</sup>/día, 38 m<sup>3</sup>/h
- ❖ Uso: Uso Industrial

## 2.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA Y CATASTRAL

El establecimiento industrial que motiva el presente informe hidrogeológico de convalidación técnica, se encuentra situado en la Localidad de Madariaga, correspondiente al Partido homónimo. El predio se ubica sobre la Ruta Interbalaría N°11 a la altura del Km 412 (Figura 1). El predio en cuestión posee una superficie total de 114593 m<sup>2</sup> (11,46 Has). Catastralmente corresponde a la Circunscripción VI, Parcela 18EC, 18EB, 18DS Y 18 DT.



**Figura 1. Ubicación de la Central Termoeléctrica O. Smith, Madariaga, Buenos Aires. Relevamiento aerofotogramétrico (Fecha 18/05/2019)**

La información cartográfica utilizada en el presente informe corresponde a las hojas topográficas 3757-22-3 y 3757-24-1 correspondientes las cartas de “Villa Gesell” y “Estación Macedo” respectivamente, a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (ver anexo), las cuales fue levantada en el año 1957. Las coordenadas Geográficas y Gauss-Kruger del centro del predio, según el sistema de proyección Mercator Transversa (Geoide WGS 84, Datum Campo Inchauspe, faja V) son las siguientes:

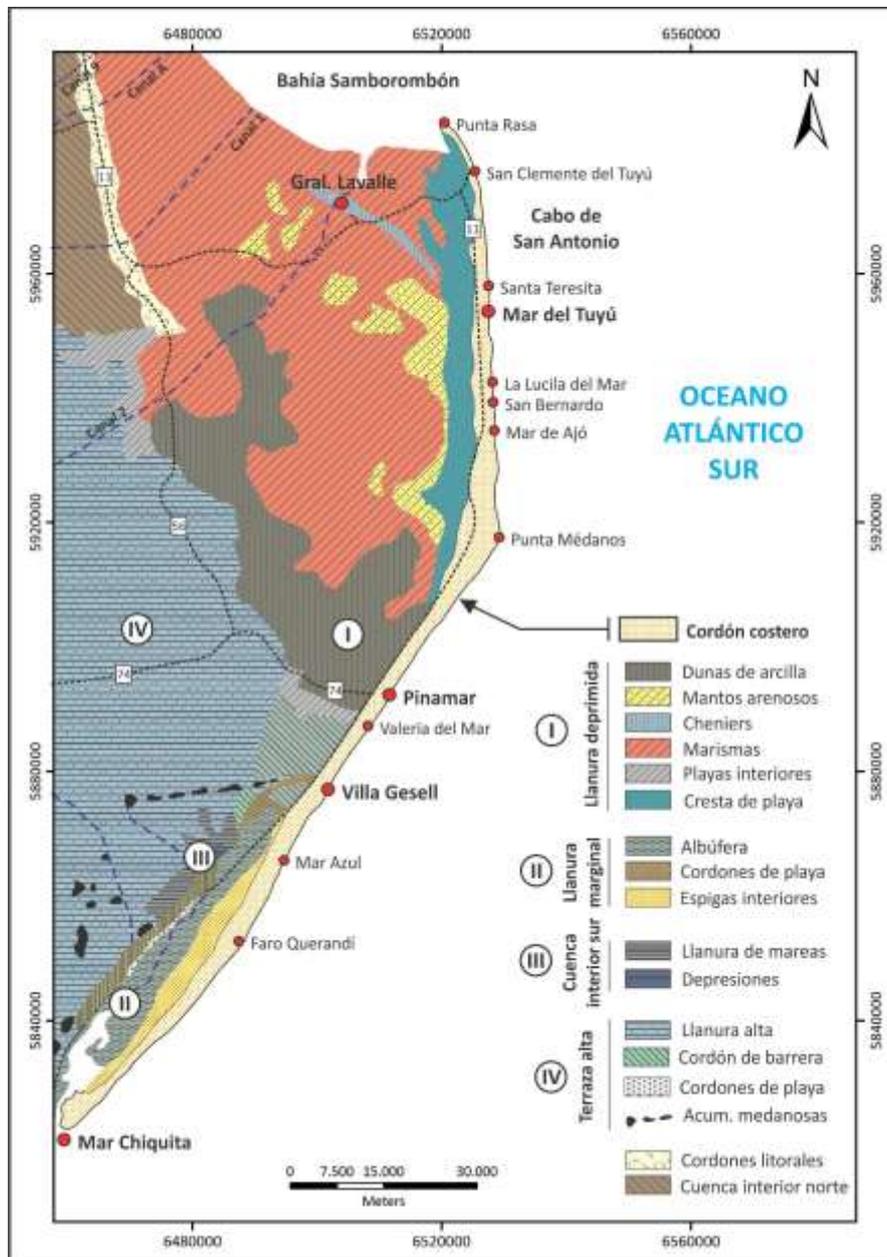
- ✓ **LATITUD:** 37°14'54.65"S
- ✓ **LONGITUD:** 56°59'49.69"W
- ✓ **COORD. GAUSS KRUGER (Y):** 6.500.304
- ✓ **COORD. GAUSS KRUGER (X):** 5.878.087

## 3. GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA. EDAFOLOGÍA

### 3.1 GEOMORFOLOGÍA

En la región oriental de la Provincia de Buenos Aires (Figura 2) se diferencian cuatro grandes regiones morfológicas conocidas como Llanura Marginal, Terraza Alta, Cuenca Interior Sur y Llanura deprimida. Dentro de estas es posible diferenciar formas menores o geoformas las cuales han sido originadas por procesos geológicos particulares ambientes específicos.

Regionalmente, el área de estudio se erige entre la Llanura deprimida y el océano atlántico y corresponde al sector que geológicamente es conocido como Cordón Costero (Parker y Violante, 1989).



**Figura 2. Mapa geomorfológico regional (Modificado de Violante y Parker 1989).**

De este modo, y contemplando el esquema anteriormente planteado el predio de la Central Termoeléctrica se emplaza en la porción distal occidental de dicho cordón, en lo que podría interpretarse como la zona de transición entre la llanura deprimida y el cordón costero propiamente

dicho. En este sentido, y teniendo en cuenta las características de superficie y del subsuelo del área de estudio, el sitio presenta características del cordón costero en forma dominante, no apreciándose rasgos geomorfológicos asociables a llanura deprimida ubicada más al oeste del área de estudio. Por tanto el comportamiento geohidrológico es asociable al definido por Rodríguez Capitulo (2015) para Pinamar.

No obstante, y por tal motivo, a continuación se describen de manera conjunta las características de ambos ambientes geomorfológicos.

La llanura deprimida (Figura 3) presenta un relieve llano y relativamente bajo con pendientes suaves. Los extremos topográficos se hallan entre los 6,2 y 2,7 msnm, en tanto que la cota media alcanza los 4,3 msnm en el área. Predomina un paisaje anegadizo con suelos principalmente arcillosos (Vertisoles).



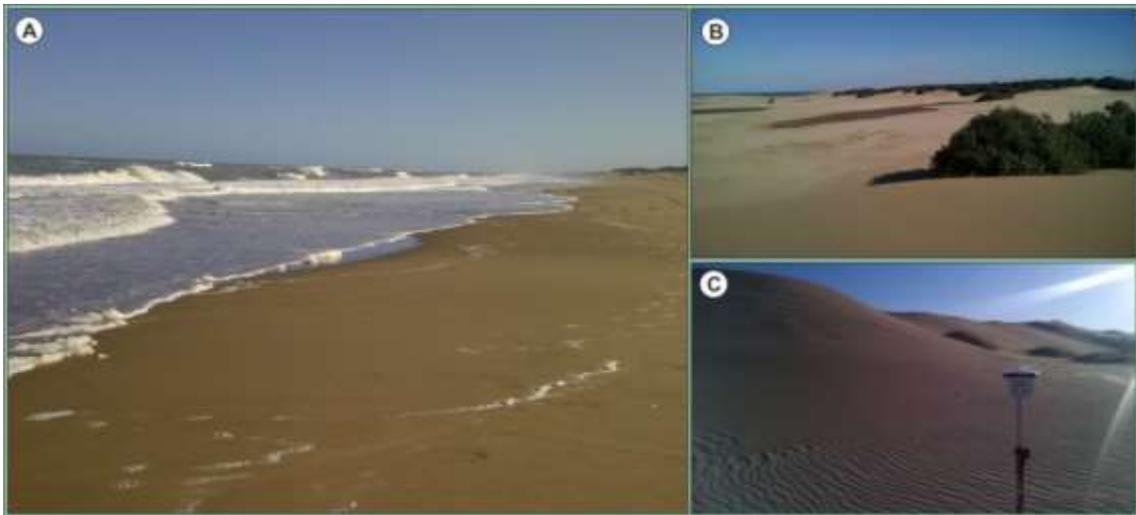
**Figura 3. Fotografías de la llanura deprimida. Partido de General Madariaga. Paisajes típicos (A, B y D) y perfil de suelo (C).**

En esta llanura se reconoce la existencia de numerosas lagunas y bajos con agua superficial permanente o transitoria, entre ellos las más importantes reciben el nombre de laguna “El Rosario”, “Los Horcones”, “Los Leones” y más al noroeste el complejo lagunar “Salada Grande”.

El Cordón Costero, que es el ambiente dominante en el área de estudio, se extiende en forma ininterrumpida desde Punta Rasa hasta la desembocadura de la laguna de Mar Chiquita alcanzando desde 2 hasta 4 km de ancho. Presenta su mejor expresión y desarrollo en el área situada entre Villa Gesell y Punta Médanos, donde se ubica Pinamar, y disminuye paulatinamente hacia el norte y sur hasta desaparecer.

Este cordón costero es una unidad arenosa que se compone de dos subunidades menores comúnmente denominadas como Playa y Médanos. (Figura 4)

Las playas son rectilíneas y tienen un ancho que oscila entre los 50 y los 150 m. Presentan pendientes suaves cubiertas en su mayor parte por arenas finas a medianas y excepcionalmente gruesas. Estas playas pertenecen por sus características al tipo de costa de construcción (sin barranca y con playa arenosa), como las clasificara Teruggi (1959).



**Figura 4. Unidades de Playa (A) y Médanos (B y C).**

Los médanos situados entre el Cabo San Antonio y Punta Médanos son en general bajos, mientras que desde Punta Médanos a Mar Chiquita forman una cadena de médanos vivos de mayor amplitud y altura llegando a alcanzar los 35 a 40 msnm.

En cuanto a la morfología de los médanos, no se identifican formas perfectamente definidas, situación que se dificulta más aún cuando estos se encuentran fijados por vegetación. En este sentido Spalleti y Mazzoni (1979) afirman que los médanos del área son del tipo compuesto - piramidal, y que si bien se forman a expensas del material de playa estos no adoptan formas lineales a causa de la variabilidad del sentido y dirección de los vientos dominantes. Así mismo Violante (1988) describe dunas transversales, barjanes, crestas barjanoides, dunas parabólicas y dunas en matas cuya asociación se vincula con áreas azotadas por vientos oceánicos (Fryberger 1979). De igual modo Isla (1995) también describe las geoformas anteriormente mencionadas a lo que añade los médanos en forma de estrella.

Existen discrepancias acerca del origen del material que compone las actuales playas. Teruggi (1959) pone de manifiesto la multiprocedencia de los sedimentos, y afirma que las arenas derivan esencialmente de los terrenos Pliocenos, Pleistocenos y Holocenos que constituyen la mayor parte de los terrenos de la Provincia de Buenos Aires. Asimismo, también sugiere que parte de los componentes clásticos podrían provenir del ámbito patagónico, primero por remoción fluvial y luego por deriva litoral desde las costas australes en dirección hacia el norte. En este mismo sentido Mazzoni (1977) considera, en base al análisis de minerales pesados, que la zona de aporte estaría ubicada cerca de

la desembocadura del Río Negro, no obstante, el mismo autor no descarta zonas de aporte próximas a las barrancas de Mar del Plata.

En contraposición a lo anteriormente afirmado, según Tricart (1973) los depósitos no tendrían su origen a partir de la erosión de los acantilados marplatenses o de algún sector situado al sur de la Provincia de Buenos Aires. Se basa en el hecho que, por una parte, existe una desproporción muy marcada entre los balances de erosión y acumulación entre ambos sitios, y que, además, si estos sedimentos provendrían desde el sur, la actual desembocadura de la Albufera de Mar Chiquita debería estar cerrada o bien su desembocadura debería estar orientada hacia el NE y no hacia el SE donde se encuentra actualmente. De este modo, el origen de estos depósitos parecería estar situado en los fondos marinos adyacentes y habría sido empujado hacia la costa actual durante los eventos transgresivos.

De acuerdo a Schmidt y Lanfredi (1979) el volumen de arena movilizado al sur de Punta Médanos es de  $70 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$  hacia el continente y de  $35 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$  hacia el mar lo que indica un balance positivo hacia la tierra de  $35 \text{ m}^3/\text{año}$ . Esta situación se repite hacia el norte de Punta Médanos pero con una menor magnitud, esto se debe al ángulo de incidencia de los vientos, los cuales provienen mayormente del sector sureste generando un mayor transporte hacia el continente al sur de Punta Médanos y a lo largo de la playa en el sector norte.

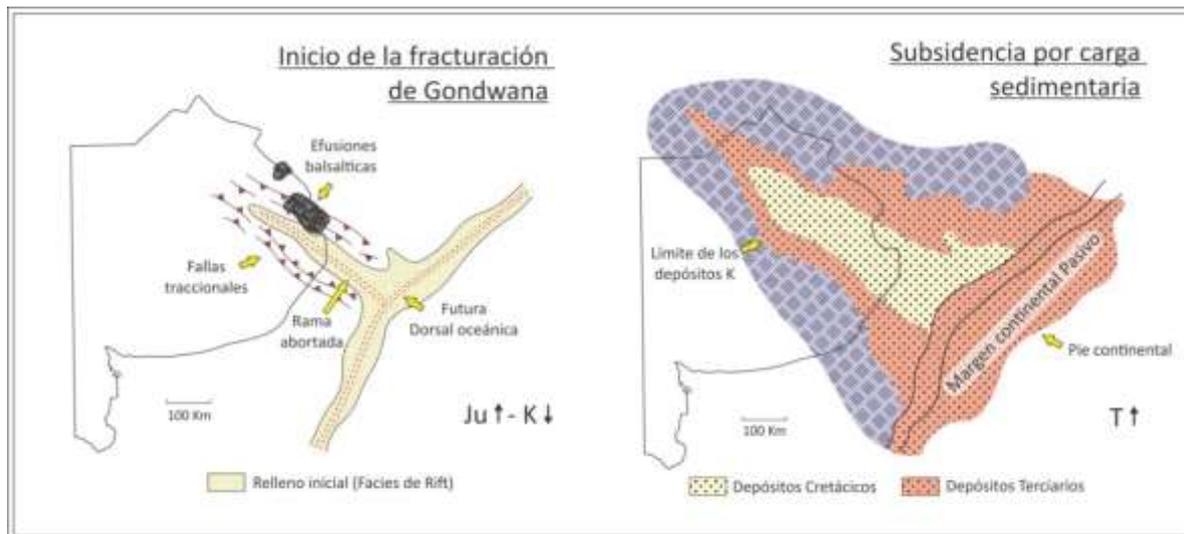
Así mismo la capacidad de transporte total de arena por efecto del viento en el área es del orden de los  $150.000 \text{ m}^3/\text{año}$  de los cuales solo un 35% vuelve al mar incorporándose a la deriva litoral, lo cual indica una pérdida de arena en la unidad de playa (Schmidt y Lanfredi, op cit.).

La Plataforma Submarina está compuesta por el Frente de Costa y la Plataforma (Parker y Violante, 1989). En el sector ubicado al sur de Punta Médanos, que incluye a la zona en estudio, presenta un perfil ondulado y su pendiente regional está orientada hacia el sureste y cubierta por arenas.

En cuanto a la dinámica costera el régimen de mareas es del tipo micromareal ( $<2 \text{ m}$ ) con desigualdades diurnas mientras que la deriva litoral se produce en general de sur a norte. En el caso particular de Pinamar se observan olas con alturas promedio de  $0,89 \text{ m}$  y máximas de  $1,9 \text{ metros}$ , mientras que el período es del orden de los  $8,7 \text{ segundos}$  y la potencia promedio de oleaje es de  $4,2 \text{ kw/m}$  con un máximo de  $18,5 \text{ kw/m}$  (Isla y Bértola, 2005).

### **3.2 GEOLOGÍA**

Regionalmente, el área de estudio se encuentra ubicada en el sector sur de la Provincia Geológica de la Cuenca del Salado. Se trata de una cubeta de depositación, de forma alargada, extendida desde el extremo norte de la Provincia de Buenos Aires en dirección sureste hasta penetrar en la Plataforma Continental Argentina al sureste de la bahía de Samborombón (Parker y Violante 1989). El desarrollo de la cuenca se vincula al control estructural generado por la fracturación extensional de antiguas zonas de debilidad generadas durante la apertura del Atlántico Sur en el Mesozoico tardío (Caminos, 1999) (Figura 5).



**Figura 5. Cuenca aulacogénica del Salado (Modificado de Caminos 1999).**

La región se caracteriza por la carencia de afloramientos anteriores al cuaternario, gran desarrollo vertical de sucesiones sedimentarias del Paleozoico inferior y superior, Mesozoico y Terciario, el carácter predominantemente continental de los sedimentos, la gran uniformidad estratigráfica y la evidencia de procesos erosivos asociados a movimientos de edad Triásica y más modernos que originaron la desaparición parcial de la secuencia paleozoica (Braccacini, 1972).

La secuencia estratigráfica se inicia con un basamento ígneo-metamórfico pre-Mesozoico, seguido de un nivel de rocas efusivas básicas conocidas como basaltos Serra Geral de edad Jurásica superior a Cretácico inferior.

Por encima de estos se reconoce una sucesión de sedimentos clásticos continentales que, con potencias que pueden exceder los 6000 metros, corresponden al cretácico inferior. En su porción más externa presenta intercalaciones marinas (ambientes neríticos y costeros) de edad cretácica superior las cuales, a diferencia de los anteriores no se encuentran controlados por fallas, definiendo una sineclisa (Rolleri, 1975).

El relleno sedimentario, así como los escasos remanentes de actividad basáltica, tanto en el subsuelo de Pipinas, como costa afuera, fueron interpretados por Introcaso y Ramos (1984) como una cuenca aulacogénica, sobre la base de su anomalía gravimétrica de Bouguer positiva, su escasa actividad magmática, su relleno de sinrift Mesozoico, sus depósitos cenozoicos de hundimiento térmico y sus relaciones geométricas y temporales con el margen continental.

El Terciario inferior se caracteriza por la presencia de sedimentos continentales que pasan de forma transicional a marinos hacia al este. El Mioceno medio superior se caracterizó por la reactivación de fracturas de bloques con inmediata subsidencia, lo que dio lugar a una transgresión marina representada por la Fm Paraná ("Mioceno verde") de ambiente nerítico con espesores del orden de 800 m.

El Plio-Pleistoceno comprende una sucesión de sedimentos continentales y marinos que representan varios períodos de avance y retroceso del mar. Esta característica hace que la porción oriental de la cuenca, desarrollada por debajo del nivel del mar y en el ámbito de la plataforma continental pierda los rasgos individuales de cada uno de los eventos transgresivo-regresivos. Fidalgo et al. (1975) realizó una compilación de la estratigrafía para el ámbito de la Provincia de Buenos Aires en donde todo el conjunto es conocido genéricamente como “Pampeano” o “Pampiano”.

Esta última secuencia conforma el sustrato sobre el cual se encuentran depositados los sedimentos del Pleistoceno-Holoceno y es en ellos en donde se encuentra incluido el cordón costero, cuya evolución geológica adquiere significación en las posibilidades de almacenamiento de agua subterránea de baja salinidad.

### **3.3 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA PLEISTOCENA – HOLOCENA**

Es de interés conocer el origen y los procesos sedimentarios que dieron origen a los depósitos Pleistocenos y Holocenos en donde se almacena el agua subterránea de interés en esta investigación. De este modo se pretende obtener un conocimiento más acabado acerca de la configuración del sistema subterráneo.

Las evidencias sobre los cambios del nivel del mar ocurridos durante el Cuaternario se encuentran en distintas partes del planeta. Durante el Último Interglacial (125.000 AP) el nivel del mar alcanzó un máximo global de +6 m sobre el nivel medio actual en distintas regiones (Barbados, Bahamas, Molokai en Hawái y en la costa oriental de Sudamérica entre otras) (Lowe y Walker, 1997; Schnack et al. 2000).

En la Argentina existen registros de los eventos transgresivos del Pleistoceno y Holoceno los cuales son la respuesta a las variaciones en el volumen de agua contenida en los océanos, debido a los ciclos glaciales e interglaciales. Asimismo se descartan procesos tectónicos significativos en el desarrollo de los ambientes costeros durante los últimos 120000 años.

Numerosos han sido los estudios tendientes a describir la historia geológica del sector oriental de la Provincia de Buenos Aires. Ya desde el siglo XIX, Darwin, 1846; d’Orbigny, 1842; Ameghino, 1889 y 1908; Ihering 1907, Frenguelli (1946, 1950, 1957) realizaron los primeros aportes vinculados al reconocimiento de estos depósitos. Durante las transgresiones del Cuaternario, vastos sectores del litoral bonaerense se vieron afectados por los procesos de acumulación y erosión generados por las variaciones de las líneas de costa (Schnack et al., 2005).

La estratigrafía pleistocena y holocena en la llanura costera atlántica bonaerense presenta las complejidades propias del ambiente costero, donde la acción de los procesos litorales han modelado los terrenos preexistentes integrados por sedimentos marinos y continentales más antiguos producto de regresiones y transgresiones ocurridas a raíz de sucesivos eventos glacioeustáticos durante el Cuaternario.

Las evidencias de los eventos transgresivos han sido preservados en el registro estratigráfico y han recibido diversas denominaciones, algunas de ellas han sido Querandinense (Ameghino, 1889); Querandinense y Platense (Frenguelli, 1957); Samborombense (Groeber, 1961); Fm Destacamento Río Salado y Fm Las Escobas (Fidalgo et al., 1973); Formación Atalaya (Parker, 1991), Fm Las Escobas y Espinillo (Cavalloto, 1995); Fm Campana (Fucks y De Francesco, 2003), entre otras.

Estos eventos de avance y retroceso originaron depósitos representados por facies de marismas, estuarios, albuferas, dunas costeras y playas, incluyendo niveles de tormenta, estos últimos caracterizados por un alto contenidos de conchillas de moluscos (Schnack et al. 2005).

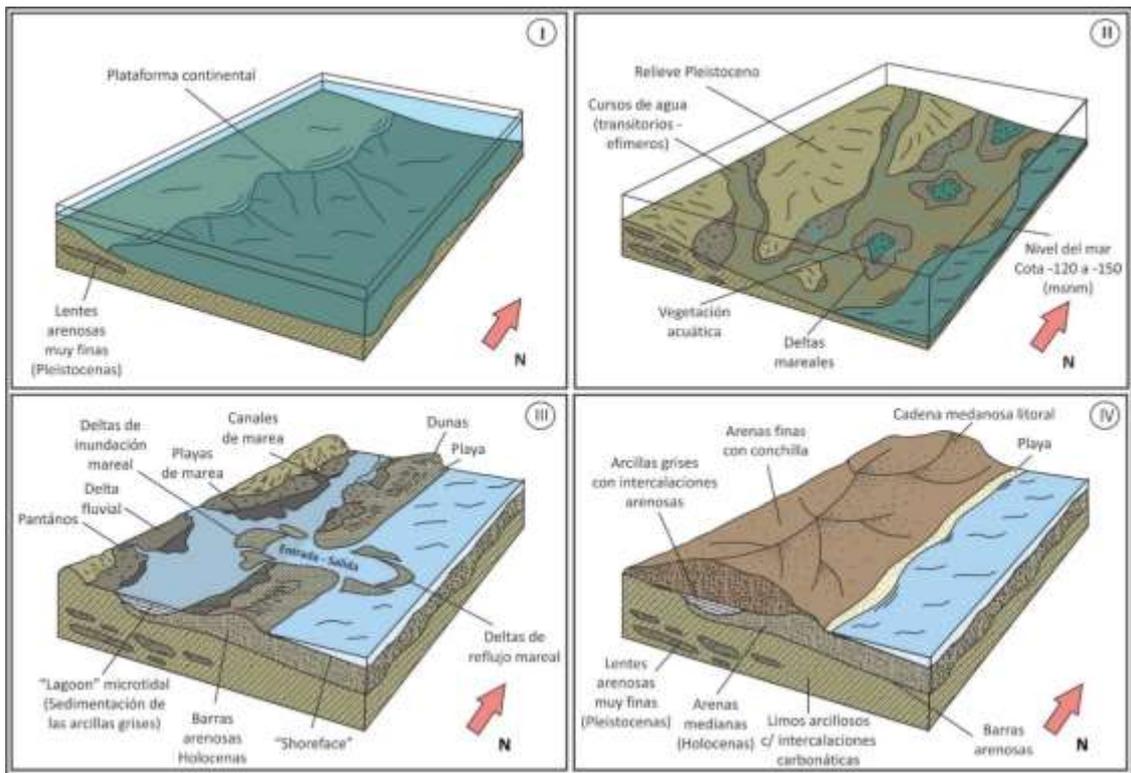
Hacia fines de la última glaciación (18000 AP) el nivel del mar global había descendido entre 120 y 150 m en coincidencia con el actual borde de plataforma continental (Fray y Ewing 1963; Parker et al. 1996), y grandes extensiones de terreno quedaron expuestas.

En el período de 18000 a 7000 años se produjo la mayor contribución de fusión de los hielos. En general, existe consenso sobre la culminación del aumento global del nivel del mar hace unos 7000 a 6000 años (Jelgersma y Tooley, 1995).

Durante los últimos 6000 años el registro de los niveles marinos estuvo dominado por procesos regionales y locales, por lo que las curvas de evolución del mar en el tiempo son a veces divergentes y variables (Jelgersma y Tooley, 1995). Por otra parte, trabajos realizados por Cavalloto (1995); Cavalloto et al. (2004); Isla y Espinosa (1998) y Spagnuolo (2005) coinciden en una curva descendente del nivel del mar ubicado inicialmente entre los 4 y 5 m y que habría estado en constante descenso durante los últimos 6000 años para toda la costa de la Provincia de Buenos Aires. Esta dinámica es la responsable de la configuración sedimentaria actual que tiene una influencia directa en el comportamiento del sistema hídrico subterráneo en la porción superior de la secuencia sedimentaria.

De acuerdo a las litologías identificadas es posible reconocer en 4 estadios principales de evolución morfológica (Rodríguez Capítulo y Kruse 2012), los cuales han sido representados en la figura 6.

Los "Limos arcillosos con intercalaciones carbonáticas" y las "lentes arenosas muy finas" asociadas son el producto de un ciclo transgresivo-regresivo (Figura 6 I y II) ocurridos durante el Pleistoceno superior (MIS 5e). De este modo los limos arcillosos constituyen el registro del paleorelieve relicto, mientras que las "lentes arenosas muy finas" serían el resultado de la acumulación de los sedimentos erosionados en un mismo ambiente de depositación. La superficie resultante conformó de este modo el paleorelieve relicto sobre el cual se depositaron los sedimentos Holocenos.



**Figura 6. Esquema geológico evolutivo para el Pleistoceno superior – Holoceno.**

En el Holoceno temprano tuvo lugar la depositación en dirección NE de las barreras transgresivas correspondientes a la unidad “arenas medianas”. Estas barreras constituyeron un alto topográfico el cual generó por detrás un ambiente albuférico en donde produjo la sedimentación de las “arcillas grises con intercalaciones arenosas”. El paisaje correspondiente para este intervalo (Figura III) se correspondería con el de lagunas internas y costas microtidales parcialmente aisladas del sistema litoral. En este ámbito, la actividad litoral predomina sobre los procesos continentales, ya sea por la acreción de las barreras areno-conchilíferas en sentido vertical, como también la creación de aperturas temporales de canales (Inlets) que permiten el ingreso de agua de mar al sistema de lagunas internas o albuferas entre otras geoformas, mientras que en los sectores más aislados de la dinámica costera se habrían desarrollado incipientes suelos y pantanos los cuales han sido descriptos como horizontes orgánicos. Este tipo de ambientes habrían ocurrido tanto durante transgresión como así también durante el proceso regresivo, de modo tal que este fenómeno explica la alternancia de las arenas y las arcillas observada en algunas perforaciones.

La depositación de las “arenas finas con conchilla” durante el último estadio (Figura 6 IV) se relaciona con la instalación definitiva de la cadena actual de médanos costeros que son el producto del constante aporte sedimentario.

#### **4. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA**

La información de suelos corresponde principalmente a los estudios realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en diversas escalas (1:1.000.000; 1:250.000 y 1:50.000.). En las Cartas de Suelos 1: 50.000 están representadas las Unidades Cartográficas las cuales se encuentran

delineadas sobre mosaicos aerofotográficos rectificadas (1967-68), acompañados por textos que proporcionan datos sobre la localización, extensión y posición topográfica relativa de las unidades cartográficas de suelos, las principales características del perfil, los limitantes y su capacidad de uso a nivel de semidetalle.

De acuerdo al mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires (INTA, 1989) el área de estudio se encuentra dentro del dominio edáfico N° 27 el cual se extiende en forma de un cordón paralelo a la costa desde San Clemente del Tuyú hasta la laguna de Mar Chiquita y desde Miramar hasta Punta Alta; llegando hasta la costa marina del partido de Patagones. Los sedimentos originarios de los suelos son arenas de playas marinas, mientras que el paisaje consiste en colonias de dunas costeras. El desarrollo de los suelos depende en gran parte de la estabilidad que presentan las acumulaciones arenosas. Los suelos de la región se dividen en Cuarzipsamientos y Torripsamientos típicos ubicados en las partes más activas, desprovistos de vegetación, mientras que los Haplustoles énticos y arídicos y haplustoles énticos, se encuentran en los sectores más planos y con mayor cobertura vegetal.

De acuerdo a las cartas de suelos INTA "Pinamar" y "Villa Gesell" a escala 1:50.000, los suelos presentes en el Partido de Pinamar corresponden a las unidades cartográficas "PM" y "PM3" (Punta Médanos) pertenecientes al orden de los Entisoles, suborden Psamente, Gran Grupo Udipsamente, subgrupo Típico. La diferencia entre estas dos radica en la presencia, o no, de vegetación fijadora. Se tratan de suelos arenosos con escaso desarrollo y donde el déficit hídrico no supera los tres meses al año.

Su capacidad de uso es Vlls, lo cual se asocia con problemas vinculados a la erosión condicionando su uso para la actividad productiva. El alto contenido de arena es el responsable de una serie de limitaciones como ser la baja capacidad de retención de agua; el bajo contenido de materia orgánica; la baja capacidad de intercambio catiónico; la ausencia de estructura por falta de componentes que agreguen las partículas y por lo tanto una mayor susceptibilidad a la erosión eólica.

#### **4.1 TIPOS DE SUELOS**

En el caso del cordón costero, los suelos típicos de la zona (Ver Figura 7) son los entisoles caracterizados por un escaso desarrollo pedológico desarrollado en un espesor menor a los de 40 cm y por la presencia de un horizonte "A" del tipo hístico en donde los restos leñosos provienen en gran parte de la vegetación arbórea exótica (Coníferas).

En la llanura deprimida los suelos son azonales en la mayoría de los casos y se componen de un mosaico de complejos halo-hidromórficos y asociaciones fuertemente influenciadas por inundaciones (Perelman et al 2001) mientras que las partes altas presentan suelos zonales bien drenados.



**Figura 7. Corte (A) y detalle (B) de suelo desarrollado en el cordón costero.**

## 5. HIDROMETEOROLOGÍA

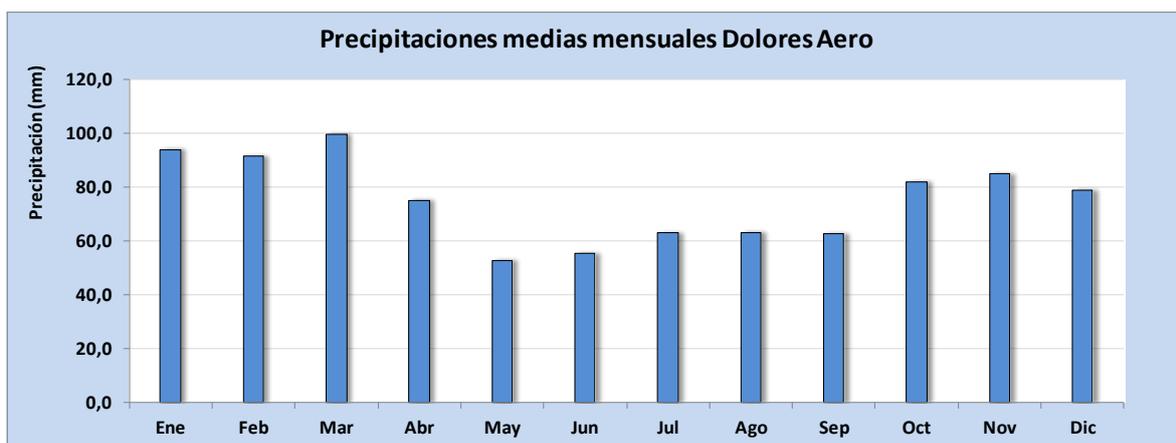
### 5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL

El clima de la región, de acuerdo a la clasificación Thornthwaite (1948), es B2 B'2 r a'. Donde B2 es moderadamente húmedo, B'2 es mesotermal templado frío, r representa un nulo a pequeño déficit de agua, y a' una concentración estival de la eficiencia térmica menor del 48 %.

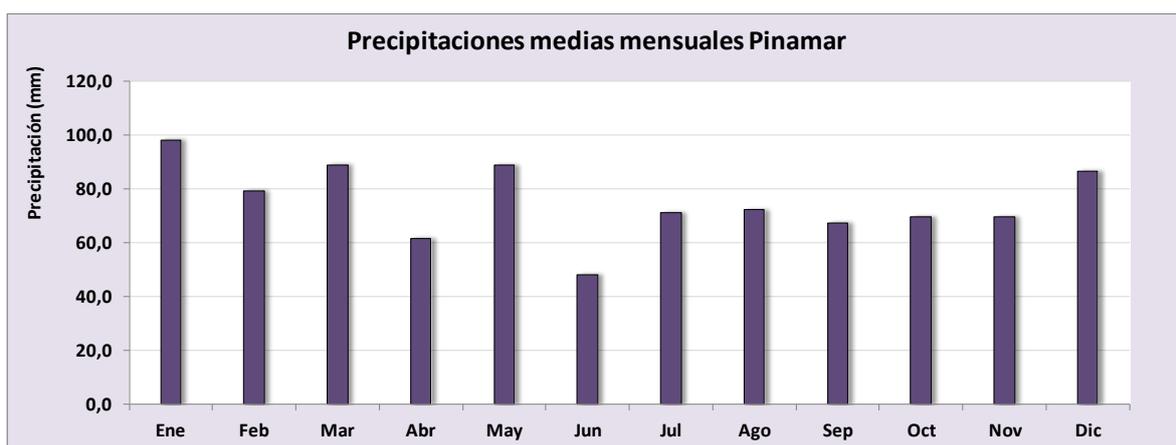
La precipitación media anual es del orden de 900 mm. En el período 1951-1980, el valor de 902,7 mm/año en Pinamar, es levemente superior al Mar del Plata (898,5mm/año) y algo más bajo que el de Dolores (914,2 mm/año) (Tabla 1). La distribución mensual es relativamente uniforme a lo largo del año con una media de 76 mm/mes con un leve incremento durante los meses más calurosos. El valor mensual mínimo medio es 48,3 mm para junio en Pinamar, mientras que el máximo se registró en Mar del Plata Aero con 103,6 mm durante marzo. En las figuras 8, 9 y 10 se muestra la distribución mensual de las precipitaciones para las 3 estaciones consideradas.

Estación	P. Mensual Mínima Media (mm)	P. Mensual Máxima Media (mm)	P. Media Anual (mm)	Serie utilizada
Pinamar	48,3	98,3	902,7	1951-1980
Mar del Plata Aero	58,1	103,6	898,5	1951-1976
Dolores Aero	52,9	99,8	914,2	1951-1980

**Tabla 1. Valores de precipitación máximos y mínimos medios mensuales y anuales.**

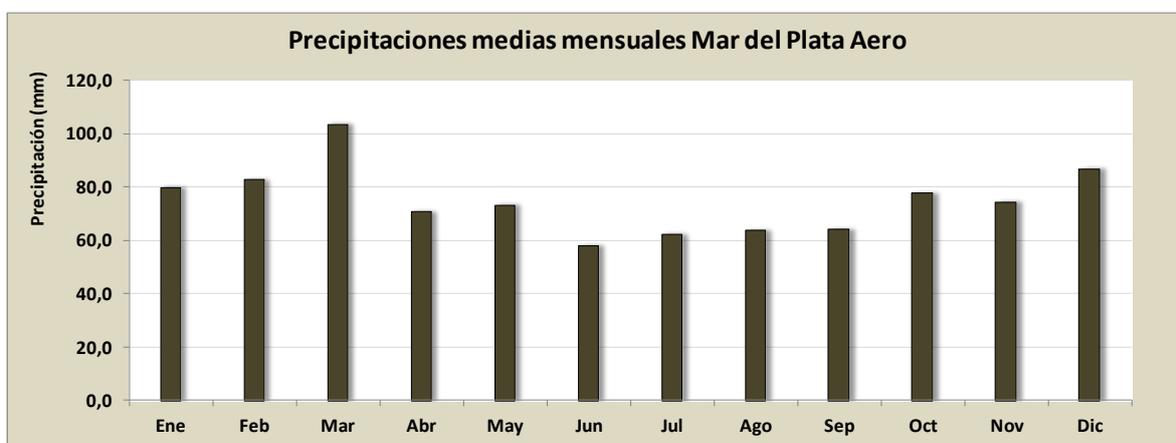


**Figura 8. Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación Dolores Aero (Período 1951-1980).**

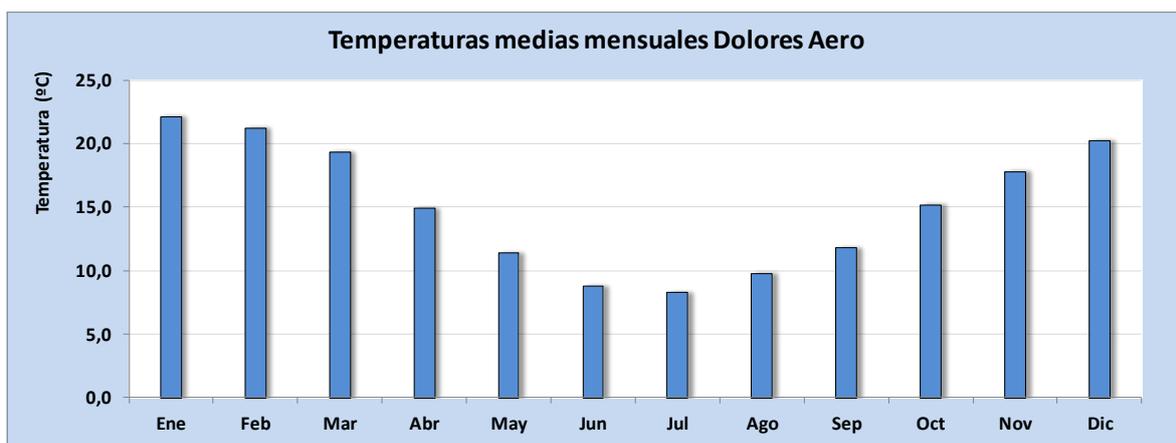


**Figura 9. Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación Pinamar (Período 1951-1976).**

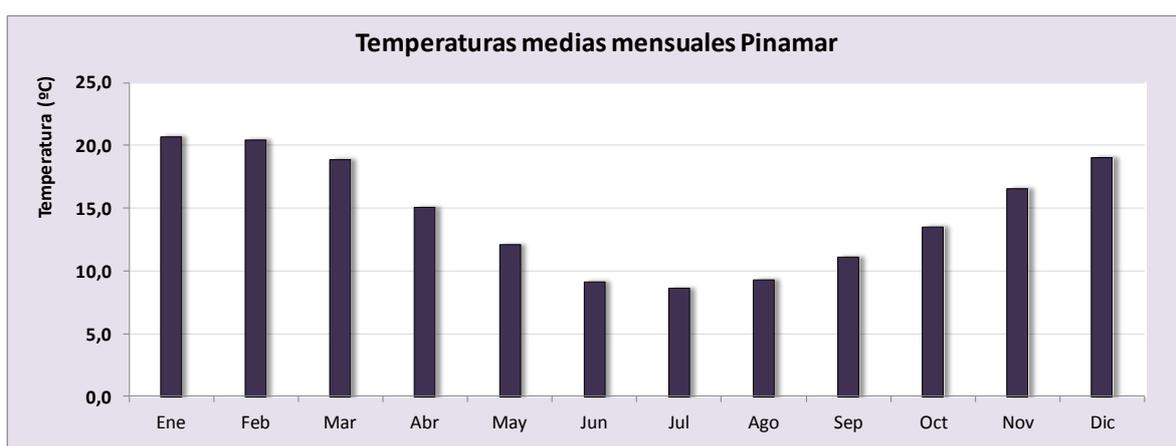
Con respecto al comportamiento anual de las temperaturas la diferencia térmica entre el mes más cálido y el mes más frío es de aproximadamente 14 °C. El valor medio anual es de 14,5 °C, en tanto que los máximos y mínimos medios mensuales registrados fueron de 22,1 °C en Mar del Plata Aero y de 8,3 °C en Dolores Aero durante los meses de enero y julio respectivamente (Figuras 3.7, 3.8 y 3.9).



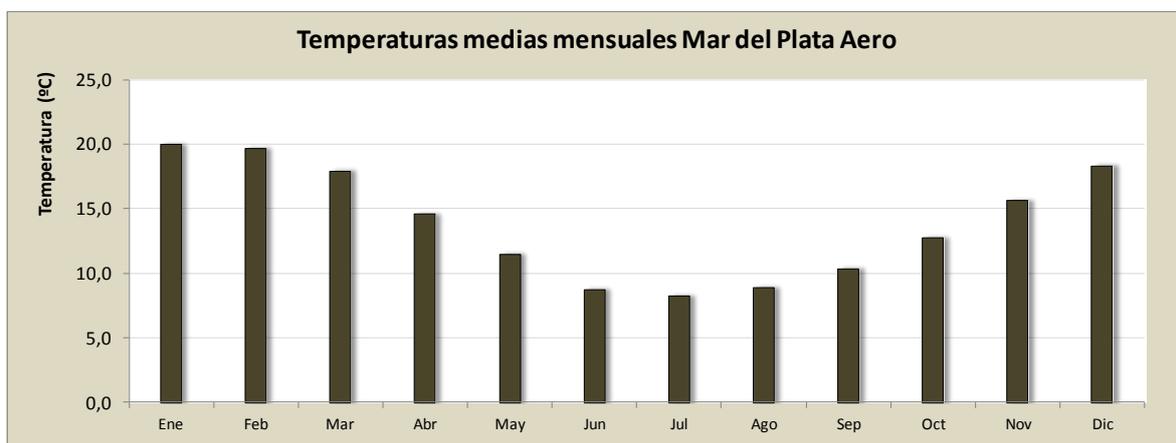
**Figura 10. Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación Mar del Plata Aero (Período 1951-1980).**



**Figura 11. Temperaturas medias mensuales para Dolores Aero (Período 1951-1980).**



**Figura 12. Temperaturas medias mensuales para Pinamar (Período 1951-1976).**



**Figura 13. Temperaturas medias mensuales para Mar del Plata Aero (Período 1951-1980).**

## 5.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA LOCAL

### PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA

El partido de General Madariaga, sito en el área costera de la provincia de Buenos Aires, se encuentra dentro del clima templado aunque, a diferencia de otras regiones ubicadas en latitudes

similares en el hemisferio norte, las condiciones climáticas son más favorables por el efecto moderador que ejerce el océano.

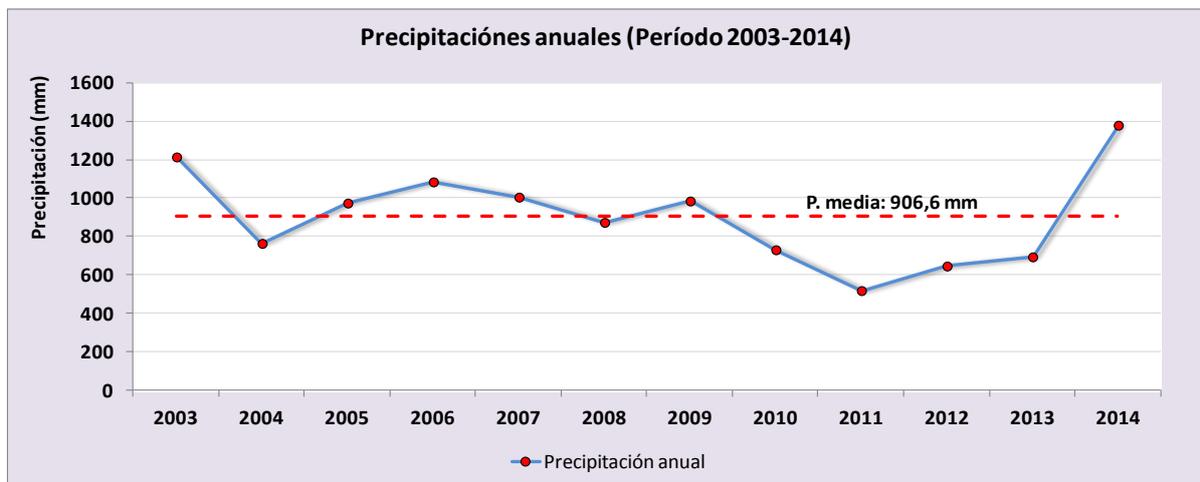
Las grandes masas líquidas en el hemisferio sur constituyen un reservorio de energía, que es aportada en las distintas estaciones, determinando que el verano sea más fresco y el invierno menos riguroso, es decir que no existen grandes amplitudes diarias ni anuales de temperatura.

Otra característica de estas latitudes es que no existen barreras físicas transversales oponibles a la circulación atmosférica. Por tal motivo, el territorio se encuentra sometido a la acción de masas de aire, tanto del sur como del norte, que ejercen su influencia durante todo el año. Este hecho puede producir cambios climáticos bruscos estacionales que, en algunos casos como las heladas fuera de término, resultan perjudiciales para la agricultura.

A continuación se describen los principales elementos que caracterizan al clima de la región y se adjuntan gráficos de isohietas e isotermas de todo el ámbito de la Provincia.

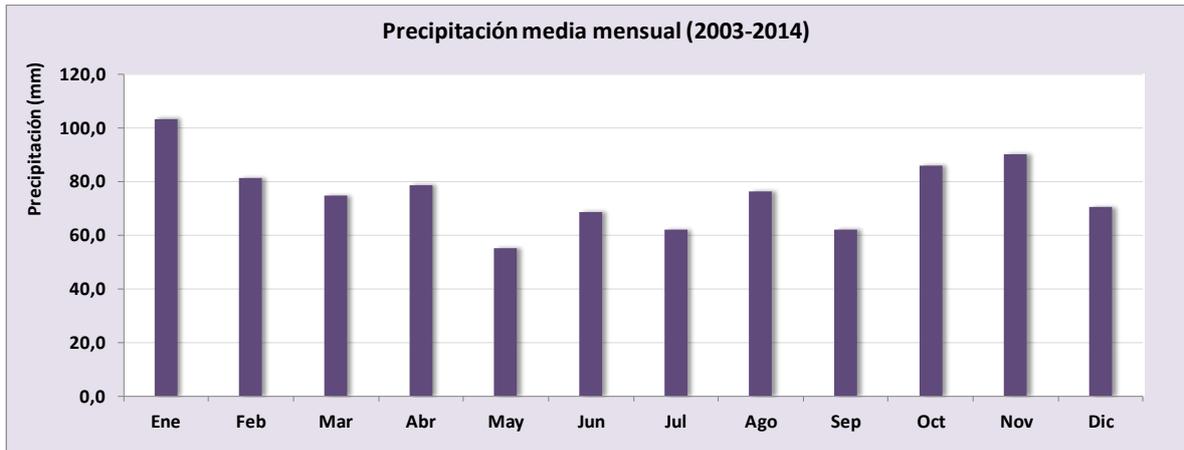
De acuerdo a datos de Villa Gesell Aero, estación ubicada 8 km al sur de Cariló en el Partido de Pinamar, se confirman localmente las características templadas – húmedas que caracterizan el clima de la región. Las precipitaciones anuales para el período 2003-2014 indican una media anual de 906,6 mm, con un mínimo de 519,9 mm para 2011 y un máximo 1379 mm para 2014.

Tal como puede observarse en la Figura 14 las precipitaciones muestran variaciones durante los últimos 6 años. Los registros del período 2010-2013 permiten advertir una merma significativa de las precipitaciones con valores ubicados al menos 200 mm por debajo de la media anual y un fuerte incremento para 2014.



**Figura 14. Distribución de las precipitaciones anuales 2003-2014.**

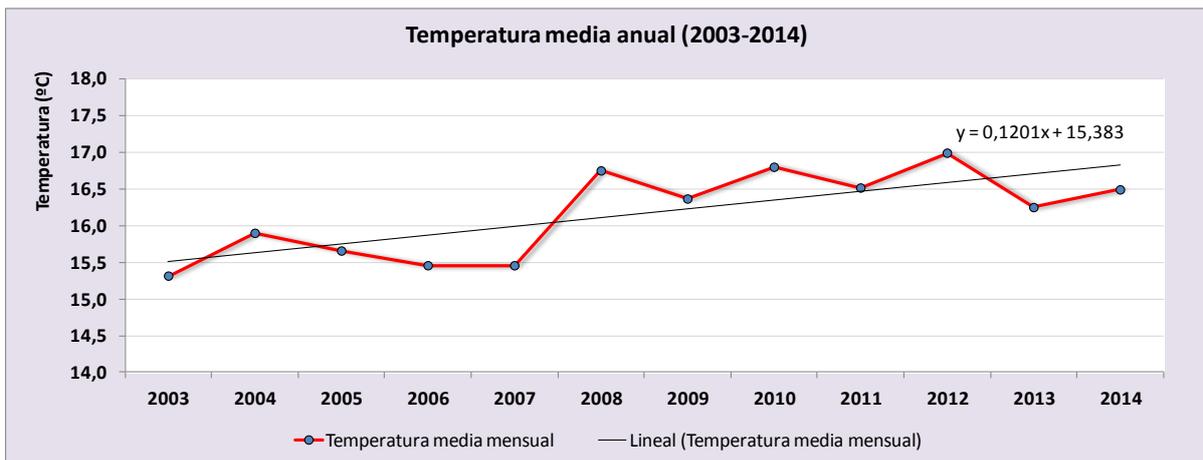
Los valores medios mensuales (Figura 15) muestran una distribución de lluvias homogéneas a lo largo del año con un leve incremento en el verano. No se registran precipitaciones durante febrero de 2010, mientras que el máximo ocurrió en enero de 2006 con una lámina de 271,5 mm.



**Figura 15. Distribución mensual de las precipitaciones.**

La temperatura media anual es de 16,2 °C con variaciones interanuales menores a la unidad para el período 2003-2014. La mínima y máxima media fue registrada en el 2012 con valores de 6,2 °C y en 2009 con 25,1 °C respectivamente. En cuanto a la serie histórica se observa que las mayores temperaturas se registran en los últimos años (2008-2014) (Figura 3.12).

Los valores medios mensuales permiten estimar una amplitud térmica de 14,6 °C entre el mes más caluroso (enero) con 23,4 °C y el más frío (julio) con 8,8 °C (Figura 16). Los mínimos y máximos medios registrados fueron de 6,2 °C y 25,1 °C en julio y enero de 2009 y 2012 respectivamente.



**Figura 16. Evolución de las temperaturas medias anuales para el período 2003-2014.**

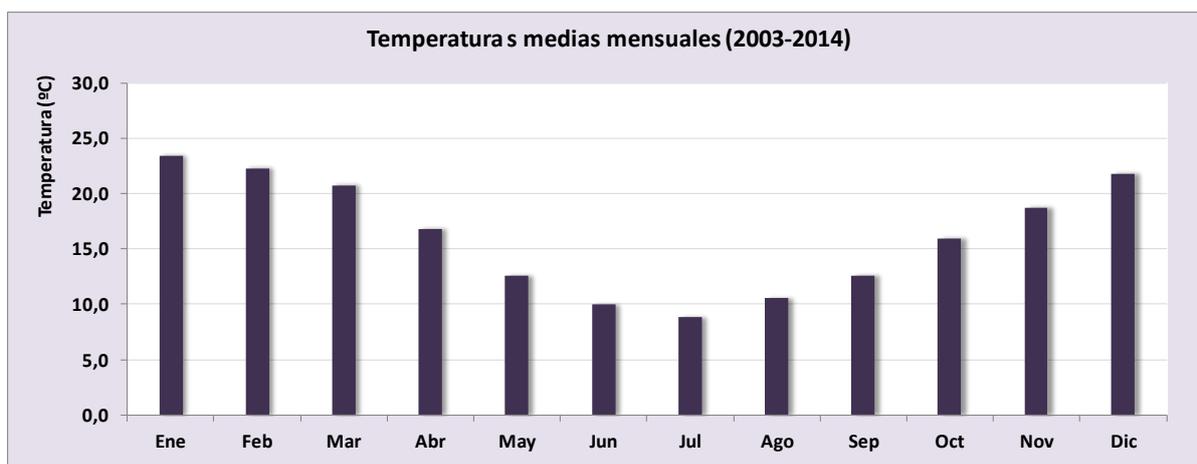


Figura 17. Evolución de las temperaturas medias mensuales

## 6. BALANCE HIDROLÓGICO

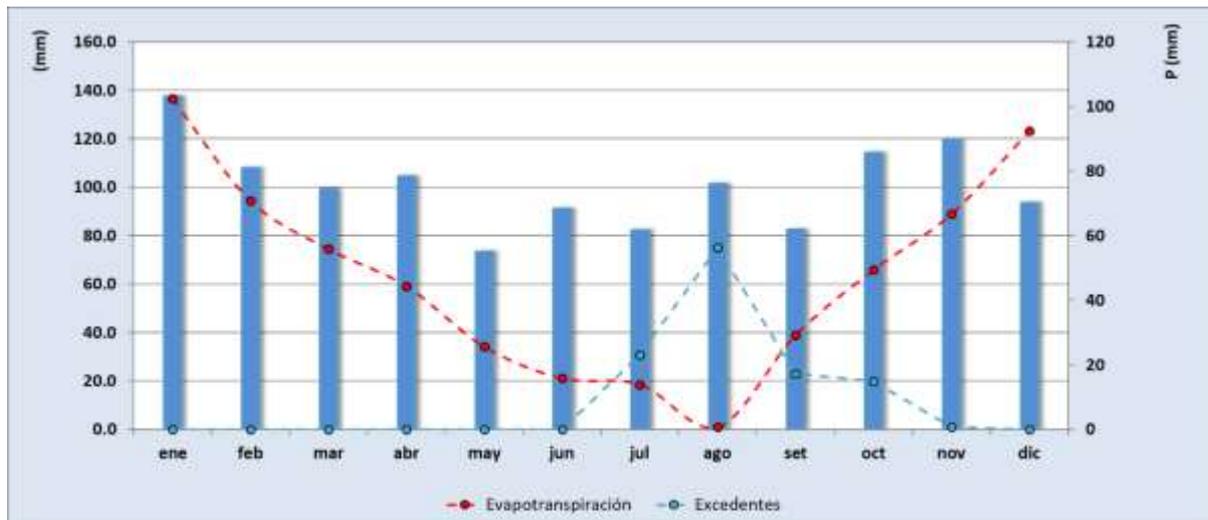
Para la realización del balance hidrológico se utilizaron los datos meteorológicos aportados por la estación meteorológica del SMN ubicada en el aeropuerto de Villa Gesell. Los datos obtenidos corresponden a la serie de precipitación diaria del período 2003-2014. En la tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos y su gráfica respectiva.

La metodología utilizada es la propuesta por Thornthwaite (1948), "Balance Hídrico a nivel del suelo" todos los valores se encuentran en mm. La capacidad de campo utilizada fue de 100 mm, el cual es el valor recomendado para los suelos arenosos de la zona.

Los datos meteorológicos obtenidos permitieron estimar los valores del balance hidrológico a nivel local (Ver figura 18). La precipitación media anual para el período analizado 906,6 mm. La evapotranspiración potencial supera a la real (Thornthwaite, 1948) y fue estimada en 748 mm mientras que el exceso anual acumulado es de 123,7 mm el cual se manifiesta principalmente durante los meses de Julio a Noviembre, con un máximo de 49,1 mm para el mes de Agosto. (Ver tabla 2).

	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Total
temp	12.6	15.9	18.7	21.8	23.4	22.3	20.8	16.8	12.6	9.9	8.8	10.5	
i	4.0	5.8	7.4	9.3	10.3	9.6	8.6	6.3	4.0	2.8	2.4	3.1	73.6
ETP sin corr	39.0	57.8	75.4	97.0	109.4	100.9	89.7	63.0	38.9	26.4	21.6	29.0	748.0
nºdías mes	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	28.3	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	
nº horas luz	12.0	13.2	14.2	14.7	14.5	13.4	12.3	11.3	10.2	9.6	10.0	10.8	
ETP corr.	39.0	65.9	89.0	123.2	136.7	105.8	95.1	59.2	34.2	21.1	18.5	27.0	814.7
P	62.0	85.7	90.0	70.2	103.2	81.0	74.5	78.5	55.1	68.5	61.8	76.1	906.6
ETR	39.0	65.9	89.0	123.2	136.7	94.5	74.5	59.2	34.2	21.1	18.5	27.0	782.9
Déficit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8
Reserva	100.0	100.0	100.0	46.9	13.5	0.0	0.0	19.3	40.2	87.6	100.0	100.0	
Excedentes	23.0	19.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8	49.1	123.7

Tabla 2. Balance hidrológico a nivel del suelo (Thornthwaite, 1948)



**Figura 18. Resultados del balance hidrológico local.**

## 7. HIDROGEOLOGÍA e HIDROLOGÍA

### 7.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El sitio donde se encuentra emplazada la Central Termoelectrica se emplaza en la Cuenca del Río Salado; que comprende la región del Salado-Vallimanca y la zona de canales al sur del río Salado. En suma, es una región hídrica que se encuentra ubicada en el centro este de la provincia de Buenos Aires. La forman una serie de arroyos que corren de sur a noreste por una planicie de escasa pendiente donde diferentes canales ayudan a que las aguas alcancen la bahía de Samborombón. Limita al norte y oeste con la cuenca del río Salado; por el sur las cuencas de arroyos del sudoeste de la provincia de Buenos Aires y por el este, con la zona de médanos costeros. Se la considera de vertiente atlántica por tener obras artificiales que sustituyen la escorrentía natural y le permiten comunicarse con el mar.

La llanura donde se desarrolla esta cuenca es una extensa planicie de origen reciente, con pendiente general hacia el este y con inclinación hacia el sur por la presencia de médanos costeros. La región presenta características propias de la llanura donde las pendientes son casi nulas y los microrelieves adquieren importancia, en zonas más bajas se acumula el agua y constituyen bañados y lagunas; y cursos difusos, con dirección general hacia el eje del río Salado. Hacia el tramo inferior del mismo, la pendiente se reduce aún más frenando, en épocas de humedad el escurrimiento. La contención de aguas en el cauce, en particular en el tramo sobre sedimentos del Querandinense, provoca desbordes e inundaciones en manto generalizadas en la amplia cuenca del Salado.

En el litoral marítimo, la baja pendiente se acentúa al dorso del cordón de dunas, formando esteros y lagunas en la llanura plano-cóncava sin salida al mar, embalsando los excedentes hídricos.

Sin embargo hay relieves secundarios positivos que quiebran la uniformidad, ellos pueden ser cordones de conchillas que corren subparalelos a la costa, lomadas de constitución loesoide y los

médanos costaneros. Una transecta perpendicular al mar puede encontrar ambientes como el mar, playas de arenas, médanos vivos, médanos vegetados, praderas húmedas, pastizales halófitos, albufera, marismas, bañados salobres, bañados de agua dulce, pastizales pampeanos, talares y lagunas de agua dulce.

Esta región ocupa una superficie de 39.343 Km<sup>2</sup> caracterizada por la presencia de arroyos, canales, lagunas y bañados. Se destaca, a su vez, por ser considerada la región problema de desagües en la provincia de Buenos Aires; los cursos de agua siguen el desnivel del terreno hasta infiltrarse próximos al litoral atlántico formando bañados y lagunas con pendientes casi nulas.

La salinidad de las aguas superficiales, lagunas y bañados del litoral está asociada a la génesis de los materiales y a la pendiente. Siendo un área prácticamente endorreica, el agua se elimina por evapotranspiración y por lenta infiltración. Las sales quedan entonces retenidas en el suelo y su concentración varía con la disolución estacional y cíclica.

En la zona de dunas, el agua de lluvia se elimina por evapotranspiración o infiltración y en escasa medida por escurrimiento superficial. La infiltración de las lluvias en esta zona permite la recarga del acuífero.

Casi la totalidad de los arroyos nacen en el cordón orográfico constituido por las sierras de Olavarría, del Tandil, de Balcarce y de mar del Plata que se suceden en cadena casi continua y forman el límite sudoeste de esta región. Para favorecer el escurrimiento y mejorar las condiciones hidráulicas de arroyos y cañadas, se han construido una serie de canales que, a modo de cauces artificiales, desembocan en la bahía de Samborombón.

Con respecto a la Mar Argentino, y de acuerdo con el estudio "Elementos para el Planeamiento Costero en Pinamar – Informe Final", elaborado por el Área Hidráulica Marítima y Fluvial de la Facultad de Ingeniería (U.N.L.P.), el régimen de mareas es semidiurno, con desigualdades diurnas y amplitudes medias de entre 0,50 metros y 0,74 metros.

La pleamar máxima registrada, para un record de información correspondiente al período 1975 – 1983, fue de 1,81 metros y la bajamar máxima para el mismo período fue de – 1,36 metros, medidos ambos respecto del nivel medio del mar.

El valor extremo asociado a un período de retorno de 100 años asciende a 1,89 metros.

En el sector evaluado por el presente estudio, no existen cursos naturales de aguas superficiales (ríos, arroyos, cañadas, etc.), de carácter permanente o transitorio, ni cuerpos de almacenamiento natural de agua del mismo origen (bañados, lagunas, etc.).

## **7.2 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA REGIONAL**

Se plantea un modelo conceptual para el funcionamiento del sistema geohidrológico (Figura 19) desarrollado en la parte superior de la secuencia sedimentaria contemplando esencialmente al "cordón costero" hasta una profundidad del orden de 50 m.

Geológicamente el sistema comprende:

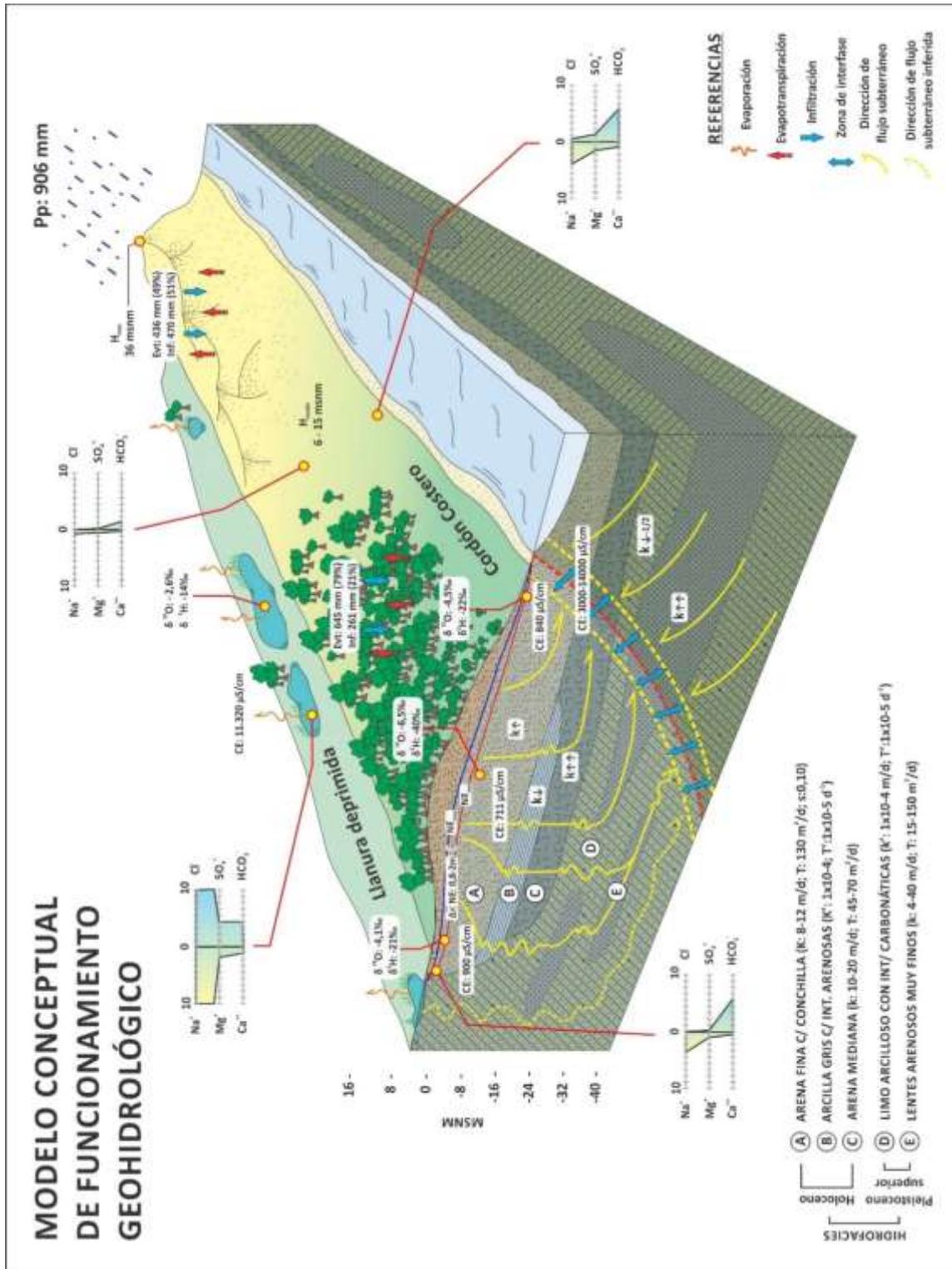
- **Pleistoceno superior**, que incluye a “limos arcillosos con intercalaciones carbonáticas” con interdigitaciones de lentes o mantos de “arena muy fina”.
- **Holoceno temprano**, que abarca el desarrollo coetáneo de “arenas medianas” relacionadas a barreras transgresivas y “arcillas grises con intercalaciones arenosas” formadas en un ambiente de baja energía.
- **Holoceno tardío**, representado por las “arenas finas” de la cadena de médanos actual.

Estas unidades reflejan la evolución de un área costera asociada a procesos transgresivos y regresivos que se caracterizan por una sedimentación con fuertes variaciones laterales tanto en espesores como en su composición litológica.

La aplicación de este esquema desde un punto de vista hidrogeológico posibilita reconocer las siguientes hidrofacies (unidad sedimentaria homogénea que, formada bajo condiciones particulares, conduce a un comportamiento hidrogeológico particular):

- **A (arena fina con conchilla)**: acuífero que contiene a la zona no saturada y a la capa freática, con resistividades mayores 200  $\Omega\text{m}$  para la primera y entre 20 y 150 para la segunda. Los espesores oscilan entre los 2 y los 15 m. Los valores de T y K se sitúan entre los 110 y los 130  $\text{m}^2/\text{d}$  y entre los 8 y 12  $\text{m}/\text{d}$ , mientras que el almacenamiento (S) es de 0,15.
- **B (arcilla gris con intercalaciones arenosas + horizontes orgánicos)**: nivel acuitado entre la hidrofacies A y C con espesores máximos de 12 m. Su resistividad es menor a los 10  $\Omega\text{m}$  en tanto que los valores de T' y K' son de  $1 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{d}$ ,  $1 \times 10^{-5} \text{ d}^{-1}$  en cada caso.
- **C (arenas medias)**: nivel acuífero con espesores que alcanzan los 12 m en el sector central. Los rangos de transmisividad y permeabilidad van de los 45 y los 70  $\text{m}^2/\text{d}$  y de 10 y los 20  $\text{m}/\text{d}$ , mientras que el de almacenamiento es de  $1 \times 10^{-3/-4}$ . Los valores de resistividad varían entre los 20 y 60  $\Omega\text{m}$ .
- **D (limos arcillosos con intercalaciones carbonáticas)**: nivel acuitado entre las hidrofacies C y E con valores de T' y K' son de  $1 \times 10^{-3/-4} \text{ d}^{-1}$  y  $1 \times 10^{-2/-3} \text{ m}/\text{d}$  en cada caso y cuyos espesores máximos alcanzan los 40 m.
- **E (lentes arenosas muy finas)**: unidad acuífera incluida en forma de lentes de hasta 20 m de espesor dentro de las hidrofacies D. Los valores de T y K se sitúan entre los 15 y los 150  $\text{m}^2/\text{d}$  y entre los 4 y 40  $\text{m}/\text{d}$ , mientras que el almacenamiento se encuentra en el rango de  $1 \times 10^{-3/-4}$ .

Este sistema geohidrológico se caracteriza por su continuidad hidráulica, con una variada conexión entre los niveles acuíferos, la cual es función de la presencia y variaciones en el espesor de los niveles acuitados.



**Figura 19. Modelo conceptual de funcionamiento geohidrológico. Fecha de realización: Agosto 2015.**

La hidrofacies A (Arena fina con conchilla) incluye a la zona no saturada. Los valores de conductividad hidráulica oscilan entre los 8 y 12 m/d, mientras que los de transmisividad lo hacen entre los 110 y los 130 m<sup>2</sup>/d, estimándose un coeficiente de almacenamiento de 0,15. Las propiedades geoelectricas

indican resistividades que para la zona no saturada son mayores a los 200  $\Omega\text{m}$  mientras que para la zona saturada los valores más frecuentes se encuentran entre los 20 y los 150  $\Omega\text{m}$ . Constituye una unidad acuífera que contiene a la capa freática y está en contacto con los procesos hidrológicos superficiales siendo la principal vía de infiltración directa de los excesos de las precipitaciones. En partes corresponde al actual ambiente de sedimentación en donde las condiciones climáticas y geomorfológicas favorecen la acreción del cordón costero existente.

La hidrofacies B (Arcilla gris con intercalaciones arenosas + horizontes orgánicos), está compuesta por sedimentos arcillosos originados en un ambiente del tipo albuférico. Los valores de T vertical y de K vertical obtenidos se encuentran en el orden de  $1 \times 10^{-5} \text{ d}^{-1}$  y de  $1 \times 10^{-4} \text{ m/d}$  respectivamente. Las resistividades eléctricas reconocidas en este medio son inferiores a los 10  $\Omega\text{m}$ . Los horizontes orgánicos (Paleosuelos) se incluyen en esta unidad debido a las similitudes en cuanto al comportamiento hidrogeológico resultante. Su función hidrolitológica es de un acuitardo, estando su comportamiento vinculado directamente con las variaciones de espesor que presenta.

Simbología	Asociación Litológica	K (m/d)	T ( $\text{m}^2/\text{d}$ )	S	Hidrofacies
	Arena fina	8 - 12	130		A
	Conchilla				
	Arcilla gris con intercalaciones arenosas	(K') $1 \times 10^{-4}$	(T') $1 \times 10^{-5} \text{ d}^{-1}$		B
	Arena media	10 - 20	45 - 70	$1 \times 10^{-3/4}$	C
	Limo arcilloso con intercalaciones carbonáticas	(K') $1 \times 10^{-2/3}$	(T') $1 \times 10^{-3/4} \text{ d}^{-1}$		D
	Lentes arenosas muy finas	4 - 10 15 - 40	15 - 30 70 - 150	$1 \times 10^{-3/4}$	E

**Figura 19. Esquema hidrogeológico.**

La hidrofacies C (arena media) se relaciona con el segundo evento transgresivo-regresivo ocurrido durante el Holoceno, que se caracterizó por la acreción las barreras areno-conchilíferas. El rango de valores de transmisividad se halla entre los 45 y los 70  $\text{m}^2/\text{d}$ , mientras que la conductividad hidráulica oscila entre los 10 y los 20  $\text{m/d}$ . Los valores de almacenamiento obtenidos varían  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$ . Las resistividades eléctricas van desde los 20 a los 60  $\Omega\text{m}$ . Desde un punto de vista hidrolitológico representa a una unidad acuífera.

La hidrofacies D compuesta por limos arcillosos con intercalaciones carbonáticas, constituye un medio de conductividad hidráulica intermedia y representa al primer ciclo transgresivo - regresivo del final del Pleistoceno. Los ensayos realizados permitieron estimar una conductividad hidráulica vertical de  $1 \times 10^{-3} \text{ m/d}$  en tanto que los rangos de transmisividad vertical se encuentran entre los  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$

d-1. La unidad se puede clasificar como acuitarda con variaciones laterales según el grado de presencia de arcilla y de la abundancia relativa de carbonatos.

La hidrofacies E está constituida por lentes arenosas muy finas correspondientes al final del Pleistoceno. Los rangos de conductividad hidráulica estimados para la variedad arenosa más fina se hallan entre los 4 y 10 m/d mientras que la transmisividad oscila entre los 15 y los 30 m<sup>2</sup>/d. La variedad más gruesa (arena mediana limpia) posee rangos de conductividad hidráulica y transmisividad algo mayores, hallándose entre los 15 y los 40 m/d y entre los 70 y 150 m<sup>2</sup>/d respectivamente. Los valores para el coeficiente de almacenamiento se hallan entre  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$ . Se trata de lentes con características acuíferas que en general tienen de extensión areal significativa.

### **7.3 HIDRODINÁMICA**

#### **7.3.1 CARACTERÍSTICAS REGIONALES DEL FLUJO SUBTERRÁNEO**

El flujo subterráneo de la capa freática (hidrofacies A) está representado por curvas equipotenciales orientadas en forma paralela a la costa, con una divisoria de agua subterránea que tiende a coincidir con las máximas alturas topográficas del cordón costero y sentidos de flujo subterráneo hacia el este (mar) y hacia al oeste (continente). El flujo subterráneo se desarrolla mayormente entre las equipotenciales de 6 y 2 msnm con gradientes hidráulicos que van desde 1 a 4 m/km.

El mapa de flujo de las hidrofacies D y E se manifiesta también con curvas equipotenciales paralelas a la costa desde la cota de 3,5 msnm con un gradiente de 0,7 m/km y un sentido de flujo sureste hacia el mar.

La capa freática se recarga naturalmente en forma directa por infiltración de los excesos de la precipitación.

La recarga de las unidades profundas se produce por filtración vertical en forma indirecta desde la capa freática tal como se deduce de las diferencias de carga hidráulica, siendo ello más manifiesto en los sectores topográficamente más altos.

Las coberturas del suelo, que incluyen forestación, urbanización y médanos con escasa vegetación o desnudos muestran diferentes condiciones de infiltración que se reflejan en la configuración del flujo de la capa freática. En este sentido se reconocen mayores excesos en el suelo desnudo (470 mm/año) con respecto a suelo forestado (261 mm/año), reflejando condiciones de mayor evapotranspiración para la cobertura arbórea.

#### **7.3.2 CARACTERÍSTICAS LOCALES DEL FLUJO SUBTERRÁNEO**

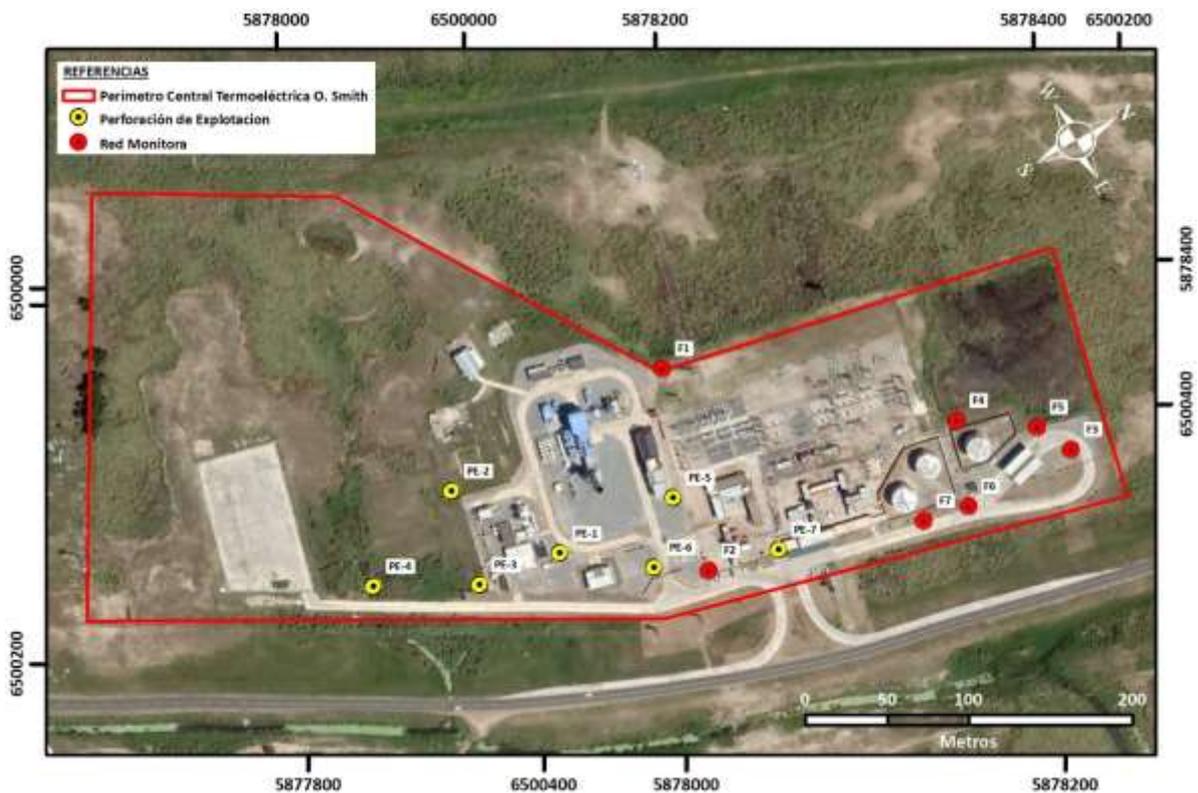
Con el objeto de caracterizar del flujo subterráneo a escala del predio se midieron los niveles freáticos de una red monitorea de aguas subterránea compuesta por 7 perforaciones. La vinculación de los niveles freáticos de dicha red monitorea, se realizó a partir de la nivelación con un GPS diferencial (Marca South Vector H86/88) el cual permitió contar con las alturas de las bocas de perforación (Brocal) y niveles del terreno en cada caso.

Adicionalmente, y con la finalidad de mejorar la definición del mapa de flujo subterráneo, se emplearon datos de niveles estáticos registrados en aquellos pozos que se encontraban inactivos durante la medición.

En la figura 21 se muestra la ubicación de las perforaciones de monitoreo y los pozos de explotación mientras que en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos.



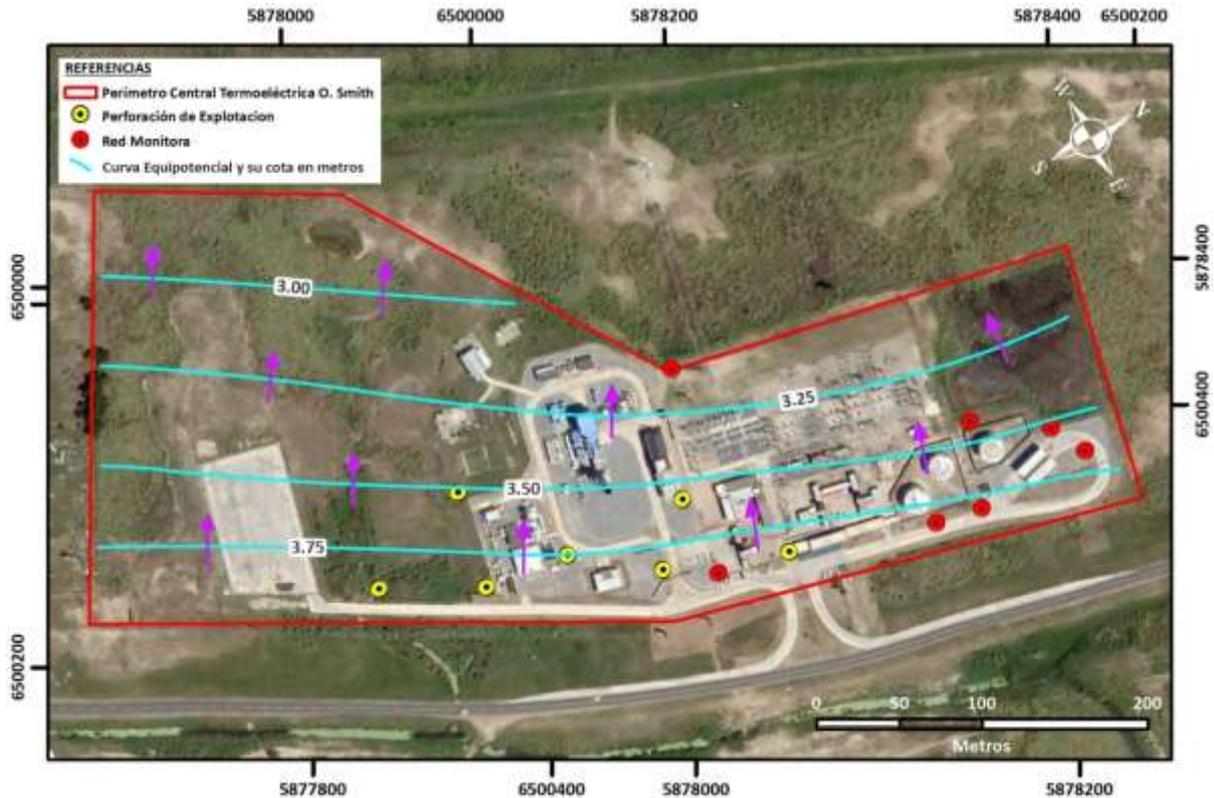
**Figura 20. Medición de niveles freáticos en la red monitorea de aguas subterráneas**



**Figura 21. Perforaciones de explotación y red monitorea de aguas subterráneas**

NOMBRE	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	COTA TERRENO NATURAL (msnm)	ALTURA BDP (msnt)	NE (mbbp)	NE (msnm)
F1	5877890	6500179	6.02	0.28	3.2	3.1
F2	5877853	6500300	5.71	0.23	2.02	3.92
F3	5878082	6500347	6.4	0.33	3.03	3.7
F4	5878030	6500297	5.87	0.47	2.94	3.4
F5	5878070	6500324	6.49	0.25	3.14	3.6
F6	5878010	6500345	6.32	0.29	2.79	3.82
F7	5877982	6500340	6.09	0.36	2.55	3.9

**Tabla 3. Registros obtenidos a partir de la red monitora de aguas subterráneas**



**Figura 22. Mapa de flujo subterráneo.**

El análisis del mapa de flujo subterráneo (Figura 22) permite advertir una red de tipo planar cuyo sentido de flujo se manifiesta hacia el W con un gradiente medio que alcanza los 4,4 m/km.

Para establecer los valores del flujo freático se determinó la velocidad efectiva ( $V_e$ ) según la expresión del flujo laminar:

$$V_e = \frac{K \cdot i}{P_e} \quad \text{m/día.}$$

- K : coeficiente de permeabilidad (m/día)
- i : gradiente hidráulico.
- $P_e$ : porosidad efectiva ( % )

### 7.3.3 VELOCIDAD DE FLUJO SUBTERRÁNEO

Teniendo en cuenta los gradientes hidráulicos mencionados, una permeabilidad de 8-12 m/d y una porosidad efectiva del 10%, se deduce un rango de velocidades efectivas que oscila entre los 3,5 y los 5,3 m/d para el sector estudiado. Dichos valores son acordes a los planteados Domenico (1998) para una arena fina a muy fina.

### 7.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE FLUJO SUBTERRÁNEOS

En cuanto a los caudales de afluencia subterránea, teniendo en cuenta los parámetros hidrogeológicos (K, T y S) obtenidos localmente a partir de los ensayos de bombeo y los mencionados en la bibliografía antecedente para la región, el caudal que ingresa por la sección que comprende el flanco oriental del establecimiento (640 metros) y un espesor promedio de 20 metros (Ver Informe de Prospección Geofísica en Anexo) alcanza los 0,76 Hm<sup>3</sup>/Año.

$$Q \text{ (Caudal)} = \text{Transmisividad (T)} \times \text{Longitud (L)} \times (i) \text{ Gradiente}$$

$$Q = 130 \text{ m}^2/\text{d} \times 644 \text{ m} \times 0,025$$

$$Q = 2093 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q = 763945 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q = 0,76 \text{ Hm}^3/\text{año}$$

## 7.4 CÁLCULO DE RESERVAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

### 7.4.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE RESERVAS

El concepto de reserva, en sentido amplio, se define como el volumen de agua movilizable existente en un acuífero o sistema acuífero, recordando que el agua subterránea constituye un recurso natural, finito en calidad y renovable en cantidad. Hablar de reservas implica, además del sentido geológico estricto de ubicación de un yacimiento (en este caso de agua), una variación dinámica en el tiempo.

Existen varios tipos de reservas según se trate de acuíferos libres o semiconfinados que interactúan dentro de la dinámica del ciclo biológico.

#### 7.4.1.1 RESERVAS EN ACUÍFEROS LIBRES

- ✓ **Reservas Regulatoras o Regulatrices (RR):** es el volumen de agua fluctuante dentro del acuífero por efecto de la recarga natural del mismo. Se refiere al volumen almacenado entre las máximas y mínimas variaciones del nivel estático a lo largo de un año hidrológico o si se dispone de datos estadísticos en mayor lapso de tiempo.
- ✓ **Reservas Geológicas o Profundas o Seculares (RG):** es el volumen de agua contenida entre el nivel estático más bajo y el piso impermeable de la capa.
- ✓ **Reservas Naturales (RN):** corresponde a la sumatoria de los volúmenes de las Reservas Geológicas y las Reservas Regulatrices.  $RN = RG + RR$

- ✓ **Reservas de Explotación (RE):** es el volumen máximo de agua que puede explotarse de un acuífero libre sin producir efectos no deseados llamado caudal de seguridad (Qs). Se compone de las reservas reguladoras y una parte planificada de las reservas geológicas. Su explotación está condicionada a factores geológicos, socioeconómicos, necesidad de suministros de agua, políticos, hidrogeológicos. A estos se los indica con la letra “n” y están íntimamente relacionados con el caudal de seguridad.

#### 7.4.1.2 CALCULO DE RESERVAS A NIVEL DEL PREDIO

Se consideró al espesor del acuífero, como la distancia existente entre en el nivel estático medio y el piso del acuífero. El valor adoptado para la porosidad fue 0,20 el cual es asignable a los sedimentos que constituyen el nivel acuífero de interés (Arenas finas) (Sanders, 1998).

#### ACUÍFERO LIBRE

##### ❖ Reservas Reguladoras o Reguladoras (RR)

Los valores adoptados para las variaciones del nivel freático fueron los mencionados para el acuífero freático en los pozos monitores ubicados en la porción distal del cordón costero en Rodrigues Capitulo (2015), los resultados obtenidos se muestran a continuación:

$$RR = \text{Área (A)} \times \text{Variación del Nivel Estático (VNE)} \times \text{Porosidad Efectiva (Pe)}$$

$$RR = 114.593 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ m} \times 0,20$$

$$RR = 27502,32 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{RR = 0,027 \text{ Hm}^3/\text{año}}$$

##### ❖ Reservas Geológicas (RG):

Se consideró al espesor del acuífero, como la distancia existente entre en el nivel estático medio y el piso del acuífero.

$$RG = \text{Área (A)} \times \text{Espesor del Acuífero (VNE)} \times \text{Porosidad Efectiva (Pe)}$$

$$RG = 114.593 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m} \times 0,20$$

$$RG = 458372 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{RG = 0,45 \text{ Hm}^3}$$

$$\mathbf{Reservas Totales = (RR) + (RG) = 0,027 \text{ Hm}^3 + 0,45 \text{ Hm}^3 = 0,47 \text{ Hm}^3/\text{año}}$$

## **7.5 HIDROQUÍMICA**

### **7.5.1 INTERPRETACIÓN DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LAS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN**

La caracterización físico-química y bacteriológica de los pozos de explotación, como así también de los pozos de monitoreo (freatímetros) se efectuó a partir de 8 (Ocho) muestras de agua provenientes del acuífero freático.

La extracción de las mismas se realizó sobre las perforaciones 1, 3, 4, 5, 6 y 7 y fue llevada a cabo por personal técnico del laboratorio WASSER SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. el día 28/11/2018 (Se adjuntan los análisis físico-químicos en el Anexo). En el caso de la perforación 2, la muestra fue extraída posteriormente el día 20/06/2019 debido a cuestiones de logística, mientras que el remuestreo de la perforación 6 el objetivo fue el de evaluar los resultados obtenidos durante el primer muestreo.

El análisis de los aniones y cationes mayoritarios permite advertir el carácter bicarbonatado cálcico de las aguas muestreadas. En términos generales se trata de aguas duras con bajo contenido iónico reflejado a partir de conductividades menores a los 800 uS/cm.

A continuación se exponen las conclusiones individuales para cada determinación:

1. Las Propiedades organolépticas son adecuadas.
2. Los valores de pH se encuentran dentro de los límites establecidos (6,5-8,5 U de pH)
3. Los tenores de Fluoruros determinados se sitúan por debajo del máximo permitido (<1,5 mg/l).
4. En cuanto a los compuestos nitrogenados, las concentraciones de nitratos, nitritos y amonio se encuentran por debajo de los límites establecidos.
5. Con excepción de la perforación 3 (0,35 mg/l), las concentraciones de hierro se hallan por debajo de los límites dispuesto (0,3 mg/l).
6. No se detectaron tenores que superen el máximo recomendado para el Mn (0,5 mg/l).
7. Los valores de arsénico se hallan dentro de los límites establecidos (< 0,05 mg/l)
8. Se detectó la existencia de Coliformes totales en las perforaciones 2, 6, 7.
9. Se registró la presencia de Escherichia Coli en las perforaciones 2 y 7.
10. Se determinó la presencia de Pseudomona Auruginosa en la perforación 6.

### **7.5.2 CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS FISICOS QUÍMICOS**

Con excepción de la perforación 3, en donde la concentración de hierro superó los 0,3 mg/l, las aguas alumbradas en el resto de las perforaciones resultaron "Potables".

En cuanto a las condiciones sanitarias, en particular con respecto a los valores de Coliformes Totales, Pseudomona Aeruginosa, Recuento de Aerobios Mesófilos y Escherichia Coli, y desde el punto de vista

Bacteriológico se Clasifica como “Apta” a las perforaciones 1, 3, 4 y 5, mientras que las perforaciones 2, 6 y 7 resultaron “No Aptas”.

Si bien las aguas alumbradas no tendrán un destino vinculado con el consumo humano, se recomienda realizar la desinfección de las perforaciones a partir de un protocolo de cloración activa en las captaciones que no cumplen con los estándares sanitarios.

	POZO 1	POZO 3	POZO 4	POZO 5	POZO 6	POZO 7	POZO 2	POZO 6
FECHA DE MUESTREO	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	20/06/2019	20/06/2019
NRO CADENA DE CUSTODIA	387127	387133	387126	387134	387137	387147	453809	455225
ALCALINIDAD TOTAL	330 mg/l	365 mg/l	330 mg/l	265 mg/l	247 mg/l	251 mg/l	308 mg/l	244 mg/l
ARSENICO	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
CALCIO	31.11 mg/l	36.26 mg/l	31.35 mg/l	23.86 mg/l	21.4 mg/l	21.64 mg/l	88.17 mg/l	34.61 mg/l
CLORUROS	21.1 mg/l	31.4 mg/l	25 mg/l	14.7mg/l	19.1 mg/l	16.2 mg/l	17.9 mg/l	15.4 mg/l
COLOR	1 U P1-Co	1 U Pt-Co	1 u Pt-Co	1 U P1-Co	1 U Pt-Co	1 u pt-Co	1 U Pt-Co	1 U Pt-Co
DUREZA TOTAL	266 mg/l	310 mg/l	268 mg/l	204 mg/l	183 mg/l	185 mg/l	282 mg/l	200 mg/l
FLUORURO TOTAL	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
HIERRO TOTAL	41 ug/l	353 ug/l	N/D	204 ug/l	28 ug/l	25 ug/l	N/D	N/D
NITRATOS	1.8 mg/l	3.4 mg/l	2.9 mg/l	1.9 mg/l	2.1 mg/l	2.1 mg/l	2.9 mg/l	3 mg/l
NITRITOS	0.05 mg/l	0.4 mg/l	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
OLOR	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
pH	7.2 U pH	7.3 U pH	7.1 U pH	7.2 U pH	7.3 U pH	7.1 U pH	7.1 U pH	7 UpH
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	332 mg/l	396 mg/l	346 mg/l	276.5 mg/l	261.5 mg/l	258 mg/l	327 mg/l	255 mg/l
SULFATOS	32 mg/l	34 mg/l	13 mg/l	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
TURBIEDAD	1 UNT	1 UNT	1 UNT	1 UNT				
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	681 uS/Cm	782 uS/Cm	694 uS/Cm	550 uS/Cm	530uS/Cm	513 uS/Cm	654 uS/Cm	510 uS/Cm
HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETROLEO	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
MANGANESO TOTAL	21 ug/l	50 ug/l	29 ug/l	50 ug/l	12 ug/l	33 ug/l	N/D	N/D
NITRÓGENO AMONIACAL	0.22 mg/l	0.22 mg/l	N/D	0.81 mg/l	0.23 mg/l	0.18 mg/l	0.34 mg/l	0.25 mg/l
PLOMO	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
POTASIO	8788 ug/l	7249 ug/l	13820 ug/l	3957 ug/l	15370 ug/l	10640 ug/l	11058 ug/l	14718 ug/l
SODIO	8520 ug/l	14580 ug/l	16845 ug/l	10075 ug/l	14395 ug/l	16050ug/l	9388 ug/l	12141 ug/l
BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS TOTALES	3 UFC/ml	94 UFC/ml	5 UFC/ml	481 UFC/ml	700 UFC/ml	562 UFC/ml	855 UFC/ml	790 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	N/D	N/D	N/D	N/D	32 NMP/100ml	65 NMP/100ml	79 NMP/100ml	32 NMP/100ml
ESCHERICHIA COLI	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	Presencia	Ausencia
PSEUDOMONA AERUGINOSA	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia

**Tabla 4. Resultados analíticos de laboratorio**

### 7.5.3 INTERPRETACIÓN DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS PERFORACIONES DE MONITOREO

Con el objeto de evaluar la calidad hidroquímica del acuífero freático se realizó un muestreo sobre las perforaciones de monitoreo existente en el predio de la central termoeléctrica. Dicho muestreo se realizó sobre las perforaciones de monitoreo denominadas como F1, F2, F3, F4, F5, F6 y F7 (Ver figura 23) y fue llevada a cabo por personal técnico del laboratorio WASSER SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. el día 14/01/2019 (Se adjuntan los análisis físico-químicos en el Anexo).



**Figura 23. Red de monitoreo de aguas subterráneas**

El monitoreo consistió en la determinación de pH, Conductividad Eléctrica, Hidrocarburos totales, Benceno Tolueno, Etilbenceno y Xileno Total. En la tabla 5 se muestran los resultados analíticos de laboratorio. El análisis y su comparación con límites máximos previstos por el decreto 831/86 Anexo II tabla 9 se descartan procesos de contaminación vinculados con la actividad que realiza la central termoeléctrica.

DETERMINACION	TECNICA ANALÍTICA	UNIDADES	FREATIMETRO 1	FREATIMETRO 2	FREATIMETRO 3	FREATIMETRO 4	FREATIMETRO 5	FREATIMETRO 6	FREATIMETRO 7
pH	S.M 4500 H	UpH	7.3	7.3	7.1	7.2	7	7.4	7.5
Conductividad Eléctrica	S.M 2510 B	µS/cm	583	501	529	429	421	473	507
Hidrocarburos totales	EPA 8015	mg/l	N/D						
Benceno	EPA 5021/8015	mg/l	N/D						
Tolueno	EPA 5021/8015	mg/l	N/D						
Etilbenceno	EPA 5021/8015	mg/l	N/D						
Xileno Total	EPA 5021/8015	mg/l	N/D						

**Tabla 5. Resultados analíticos de las perforaciones de monitoreo.**

## 7.6 CONTAMINACIÓN Y VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO

### 7.6.1 CONTAMINACION

La contaminación del agua se puede definir como la alteración de su calidad natural por la acción humana, que la hace total o parcialmente inadecuada para el fin a que se destina. Así podemos observar que hay dos conceptos fundamentales que definir "calidad natural" y "aplicación útil".

Calidad natural: son las características químicas, físicas y bacteriológicas que presenta el agua tal como se encuentra en su estado natural en ríos, manantiales, en el mar y en el subsuelo.-

Aplicación útil: es el uso del agua que proporciona una utilidad al hombre, ya sea económico, social y en función de las exigencias particulares.

En la contaminación de los acuíferos subterráneos debemos considerar que una vez producida la misma, resulta muy difícil y costoso conocer su evolución y movimiento, siendo casi imposible eliminar el agente contaminante del sustrato permeable, donde puede permanecer durante años contaminando al agua.

En vista de esto, es necesario considerar que la mejor manera de eliminar la contaminación es poner en práctica un método ordenado y eficaz de uso del espacio en concomitancia con una legislación acorde a las circunstancias particulares.

Según Porras Martín et al. (1978): las aguas subterráneas sufren alteraciones como consecuencia ya sea de la introducción de sustancias químicas o de microorganismos producidos por la actividad humana, por la interferencia cuantitativa como consecuencia de la circulación por bombeo, o por una combinación de ambas.-

Cuando los contaminantes inician su trayectoria en la superficie y son arrastrados por infiltración se ven sometidos a fenómenos físicos, químicos y biológicos - adsorción, cambio catiónico, digestión aeróbica, etc., que le hacen perder en algunos casos parte o toda su potencialidad como contaminantes. Especialmente bacterias y en menor proporción, algunos virus suelen ser retenidos por simple efecto de filtrado o por adsorción en terreno, estos fenómenos son especialmente importantes en la zona no saturada.-

Una vez incorporado el agente contaminante al flujo subterráneo se mueve con el agua en la dirección general del mismo, atenuándose su efecto a mayor distancia del foco de contaminación; dependiendo de factores tales como: dispersión hidrodinámica, oxidación, reducción, digestión ó degradación bacteriana, etc.

Según Romero (1970) la "filtrabilidad" es el porcentaje de virus y bacterias depurables con el tránsito de una determinada distancia y es una característica propia de cada acuífero. Experiencias empíricas,

indican que las bacterias y virus son depurados por el acuífero y el suelo de la misma manera que si fueran coliformes. Si el sustrato sedimentario es de grano fino con altos contenidos de arcilla son los más indicados para "filtrar" los contaminantes biológicos con mayor eficiencia. Así, podemos considerar que el grado de depuración producido depende fundamentalmente de la distancia recorrida y no del grado de recarga de materiales contaminantes.

Para sistemas ideales, la máxima distancia de tránsito de contaminantes biológicos en el agua subterránea oscila entre 15 y 30 m. aproximadamente.

Según Custodio y Llamas (1976) la contaminación bacteriana se mueve verticalmente en la zona no saturada, y en el sentido del flujo en el medio saturado. Por lo general las bacterias mueren antes de los 60 a 100 días en un medio clástico. Este autor indica que en medios no saturados el recorrido máximo de la contaminación bacteriana o provocada por virus es de 1 a 3 m., mientras que en un medio saturado oscila entre 15 y 30 m.

Referente a la degradación y depuración de la contaminación biológica en el subsuelo se produce a partir de la actividad bacteriana en un medio aeróbico, en presencia de oxígeno, de ahí la significancia de una zona de aireación bien desarrollada, aunque en un medio anaeróbico estos procesos se ven reducidos.

La nitrificación y oxigenación, son algunos de los complejos procesos químicos por medio de los cuales ciertos tipos de bacterias contenidos en el complejo suelo-agua fijan nitrógeno u oxígeno como componentes de compuestos insolubles que pueden favorecer los procesos de filtración de contaminantes.

En general se puede decir que en el complejo suelo-agua hay una eliminación logarítmica decreciente de microorganismos, con una rápida disminución en los primeros metros del recorrido y una lenta eliminación anterior; si el agua contaminada llega por infiltración desde la superficie a la zona saturada, la contaminación se limita solo a la franja capilar y a la proximidad del nivel freático.

### **7.6.2 VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO**

Vrba y Zaporozec (1994) definen a la vulnerabilidad como "una propiedad intrínseca del sistema de agua subterránea que depende de la sensibilidad del mismo a los impactos humanos y/o naturales". De la definición se desprende que los autores incluyen en la misma tanto al sistema subterráneo como a los contaminantes y dentro de estos a los artificiales y a los naturales.

Foster e Hirata (1991) dicen que la "vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta". En este caso al citar a una carga contaminante impuesta, los autores parecen referirse solamente a una contaminación de origen artificial.

Custodio (1995) señala: “la vulnerabilidad a la polución expresa la incapacidad del sistema para absorber las alteraciones, tanto naturales como artificiales”. Vuelven a aparecer aquí procesos naturales y/o artificiales, como potenciales generadores de la alteración.

Carbonell (1993) define la vulnerabilidad a la contaminación, como la tendencia de los contaminantes a localizarse en el sistema de agua subterránea, luego de ser introducidos por encima del acuífero más somero. En este caso el autor considera solamente la acción de los contaminantes.

EPA (1991) hace referencia a la vulnerabilidad subterránea respecto a un plaguicida, como la facilidad con que un contaminante aplicado en la superficie, puede alcanzar al acuífero en función de las prácticas agrícolas empleadas, las características del plaguicida y la susceptibilidad hidrogeológica. Esta definición incorpora, además de las condiciones del medio, las propiedades del contaminante y las prácticas de cultivo (vulnerabilidad específica).

Otro concepto íntimamente asociado a la vulnerabilidad es el de riesgo a la contaminación, aunque este también genera diferencias en su definición, utilidad y técnicas para el mapeo.

Algunos autores (Foster, 1987) definen al riesgo como el peligro de deterioro en la calidad de un acuífero, por la existencia real o potencial de sustancias contaminantes en su entorno. Otros (Vrba y Zaporozec, 1994) lo asimilan a la vulnerabilidad específica, que se refiere al peligro de contaminación del agua subterránea respecto a un contaminante o familia de contaminantes de características y comportamientos similares (nitratos, hidrocarburos livianos o pesados, plaguicidas, materia orgánica, fenoles, metales, etc.).

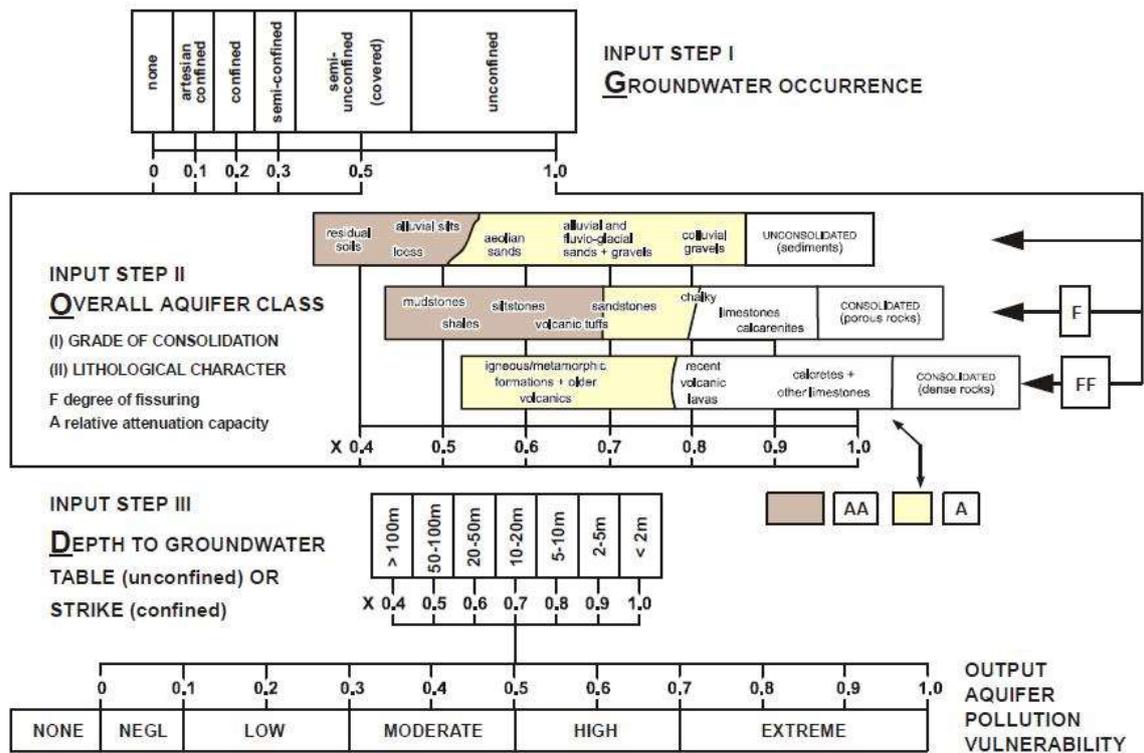
En el entendimiento del suscrito la vulnerabilidad intrínseca tiene mayor utilidad en los trabajos de planificación de uso del territorio y del agua, particularmente en lo que respecta a la preservación de la calidad del recurso, en los sitios donde no está afectado, ni se realizan prácticas como fertilización, aplicación de plaguicidas, riego, cría concentrada de ganado, ni actividades domésticas, urbanas, o industriales, que por su intensidad pudieren afectarlo.

La vulnerabilidad específica incluye parcialmente el concepto de riesgo, toda vez que se refiere al peligro de deterioro en relación a sustancias contaminantes específicas.

Con el objeto de clarificar, se cita un ejemplo sencillo:

a) un depósito con puertas sin llave ni candado, ubicado en la zona rural, es muy vulnerable debido al fácil acceso; sin embargo el riesgo de hurto o robo es bajo, porque en la región no hay vándalos.

b) otro depósito, ubicado en la zona urbana y provisto de fuertes cerraduras, candados y ventanas enrejadas, es poco vulnerable pero de alto riesgo, debido a la presencia de delincuentes en la región.



**GOD** empirical system for the rapid assessment of aquifer contamination vulnerability (from Foster, 1987).  
 Editorial note: Corrections received from the author  
 Step I: substitute "overflowing" for "artesian confined"; Step II: title should be "Overlying Lithology"; Output: omit "none".

**Figura 24. Metodología para la determinación de la vulnerabilidad**

### 7.6.3 DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO

Para realizar la determinación de la vulnerabilidad del acuífero se utilizó metodología de propuesta por Foster (1987), a continuación se detallan las características del método.

**GOD**. Este método propuesto por Foster (1987), se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a 3 variables que son las que nominan el acrónimo: **G** (ground water occurrence – tipo de acuífero) **O** (overall aquifer class – litología de la cobertura) **D** (depth – profundidad del agua o del acuífero).

En la figura 2 (Foster e Hirata, 1991) se reproduce el diagrama para cualificar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación. Los 3 índices que se multiplican entre sí, resultan en uno final (diagrama de salida - output) que puede variar entre 1 (vulnerabilidad máxima) y 0 (mínima).

Otros métodos similares a los descriptos, pero menos conocidos y utilizados, son los desarrollados por Fenge (1976), Zaporozec (1985), Marcolongo y Pretto (1987), Sotorníková y Vrba (1987), Schmidt (1987), Villumsen et al (1983).

De acuerdo a la información regional recopilada, y a partir de los datos que se poseen podemos afirmar que la vulnerabilidad del acuífero del cual se propone alumbrar agua (Acuífero Freático) es **baja a moderada**.

Para realizar la determinación de la vulnerabilidad se utilizaron los siguientes parámetros:

- ✓ **Groundwater occurrence** = 0,5 (Acuífero freático)
- ✓ **Overall Aquifer Class** = 0,7 (Arena fina a muy fina)
- ✓ **Depth to Groundwater** = 0,9 (NE promedio: 2,81 m – Tabla 3)

**VULNERABILIDAD METODO G.O.D. = 0,5 (G) X 0,7 (O) X 0,9 (D)**

**VULNERABILIDAD METODO G.O.D. = 0,31**

El dato obtenido es de 0,31 ubicándolo en rango **moderado**. Por otra parte se concluye que de acuerdo a las características hidráulicas del acuífero, los caudales erogados no representan un riesgo que pueda llegar afectar su calidad, garantizando el uso sustentable del mismo.

## 8. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

### 8.1 UBICACIÓN DE LAS CAPTACIONES Y CONSUMOS EN FORMA DIARIA Y HORARIA

El abastecimiento de la Central Termoeléctrica se realiza a partir de 7 perforaciones, las cuales alumbran agua del acuífero freático. El agua subterránea extraída será destinada al **Uso Industrial**. En este punto se aclara que el abastecimiento para consumo humano del personal afectado a la Central se realiza a partir dispensers.

De acuerdo a los cálculos realizados se estima un consumo total de 68 m<sup>3</sup>/día y 38 m<sup>3</sup>/h (Ver tabla 6). En la tabla 6 y figura 25 se muestran las coordenadas Geográficas y Gauss-Kruger (Sistema Transversa Mercator – Geoide WGS 84 – Faja VI) de las perforaciones de referencia.

NOMBRE	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	CAUDAL DIARIO MÁXIMO (M3/D)	CAUDAL HORARIO MÁXIMO (M3/H)
PE-1	5877995	6500297	12	6
PE-2	5877957	6500231	18	9
PE-3	5877943	6500289	29	9.5
PE-4	5877886	6500258	9	4.5
PE-5	5878072	6500302	29	9.5
PE-6	5878041	6500333	18	9
PE-7	5878111	6500362	11	3.5
<b>TOTAL</b>			<b>124.5</b>	<b>51</b>

**Tabla 6. Coordenadas geográficas y Gauss-Kruger (Faja V) de las perforaciones, consumos diarios y horarios máximos estimados.**



**Figura 25. Ubicación de las perforaciones de explotación.**

## **8.2 EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA EXPLOTACIÓN DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SOBRE EL PREDIO Y ÁREAS VECINAS.**

Como ya se expuso, no existen industrias que capten a los acuíferos en cuestión en las zonas aledañas que supongan la existencia de interferencias con captaciones vecinas. Solo se observa en forma aislada la existencia de pequeños molinos cuyo caudal de extracción estimado es menor a 2 m<sup>3</sup>/d.

Por lo tanto, se asegura la inexistencia de una posible interferencia de las captaciones del emprendimiento con las zonas aledañas, siendo viable la explotación de los caudales indicados.

## **8.3 JUSTIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LOS CAUDALES DE EXPLOTACIÓN SOLICITADOS**

El volumen requerido para satisfacer la demanda actual alcanza los 68 m<sup>3</sup>/día, que equivale a 0,045 Hm<sup>3</sup>/año. Tomando como valor de referencia un 10 % de las reservas hidrogeológicas totales estimadas en el apartado 7.4.1.2 el volumen disponible es de 0,047 Hm<sup>3</sup>/año, superando de este modo al volumen que se pretende erogar en forma anual.

## **8.4 MEMORIA TÉCNICA DE LAS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN**

En una primera instancia, se realizó una perforación de reconocimiento, en diámetro reducido (3"), hasta una profundidad aproximada de 25,00 mbbp, efectuándose un muestreo sedimentológico seriado cada 2,00 m, el cual fue dispuesto en bandejas de muestreo en boca de pozo. La descripción del material cutting se confeccionó una escala mesoscópica por el método táctil-visual con el objeto de establecer el perfil litológico del subsuelo.

A partir de los datos que se obtuvieron se proyectaron los pozos de explotación, contemplando la profundidad adecuada de aislación y la localización de la unidad filtrante en el sector de máxima permeabilidad (ajustándose a las medidas del caudal pretendido).

A continuación se describen las características constructivas, posteriores a la perforación de explotación, de la obra de captación:

1. **Entubamiento:** La cañería camisa actúa como revestimiento de los niveles superiores no requeridos para la explotación. Esta cañería es de P.V.C
2. **Instalación de filtros y portafiltros:** Para la instalación de la columna filtrante de A°G de ranura continua se perforó con mechas de expansión desde la boca inferior de la camisa hasta la profundidad preestablecida en la perforación de exploración.
3. **Engravado:** Una vez instalada la cañería filtrante se introdujo material silicio en el espacio anular resultante de la pared de la formación y el diámetro exterior del filtro. Se constató la cantidad y calidad de dicho material, verificando su limpieza, una proporción no mayor al 5% de partículas blandas y al 10% de granos planos. Se verificó su uniformidad y selección de acuerdo al cálculo granulométrico preestablecido. Cabe destacar que el material se dispuso de tal modo que el mismo recubre los filtros y portafiltros hasta una altura de un (1) metro por encima del nivel inferior de la camisa, luego este se estratifica en forma creciente resultando así un sello natural en el espacio anular de 0,5 m restantes. Luego se colocó cloro granulado, de modo que al inicio del bombeo inicial se completa la limpieza total del material. (Ver tabla de especificaciones técnicas de cada una de las perforaciones).
4. **Cementación:** Este proceso es el de mayor importancia en lo que respecta a contaminación, para tal fin se procedió a cementar el espacio anular existente entre el diámetro perforado y el exterior de la camisa.
5. **Instalación de la bomba impulsora:** Se colocó la bomba dentro de la cañería camisa teniendo en cuenta el nivel hidrostático y dando un margen de error de acuerdo a las fluctuaciones estimadas de los niveles. Se aprovechó el mismo para medir parámetros como conductividad eléctrica, ppm de sales, temperatura, caudal, presión, altura estática y dinámica del nivel hidrostático. Por último se comprobó que:

✓ El caudal específico se hubiera estabilizado

✓ El agua extraída fuera límpida sin arrastre de partículas sólidas (arena, grava, sedimento limo-arcilloso, etc.), a los 30-40 minutos de haberse realizado la apertura del 100% de la válvula de prueba

✓ El buen funcionamiento de toda la instalación

#### 8.4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO

Se realizaron siete (7) ensayos de bombeo a partir de los cuales se estimaron datos de nivel estático y dinámico, depresión, caudales de ensayo y caudal específico, los cuales se detallan a continuación:

NOMBRE	NIVEL ESTÁTICO (MBBP)	NIVEL DINÁMICO (MBBP)	DEPRESIÓN (M)	CAUDAL DE ENSAYO (M3/H)	CAUDAL ESPECÍFICO (M3/H.M)
PE-1	3.12	5.18	2.06	8.00	3.88
PE-2	4.03	5.15	1.12	6.00	5.36
PE-3	3.83	7.61	3.78	12.00	3.17
PE-4	4.11	9.41	5.30	12.00	2.26
PE-5	3.12	6.81	3.69	12.00	3.25
PE-6	2.90	6.48	3.58	12.00	3.35
PE-7	3.12	5.88	2.76	12.00	4.35

**Tabla 7. Resultado de los ensayos de bombeo realizados en las captaciones.**

#### 8.5 MEMORIA TÉCNICA DE LAS PERFORACIONES DE MONITOREO (FREATÍMETROS)

En una primera instancia, se realizó una perforación de reconocimiento, en diámetro reducido (3”), hasta una profundidad aproximada de 12,00 mbbp, efectuándose un muestreo sedimentológico seriado cada 2,00 m, el cual fue dispuesto en bandejas de muestreo en boca de pozo. La descripción del material cutting se confeccionó una escala mesoscópica por el método táctil-visual con el objeto de establecer el perfil litológico del subsuelo.

A partir de los datos que se obtuvieron a partir de la perforación de reconocimiento se proyectaron los pozos de monitoreo. Con el objeto de garantizar el correcto monitoreo del acuífero subterráneo se colocaron las unidades filtrantes desde los 0,5 mbbp hasta el final de la perforación.

A continuación se describen las características constructivas, posteriores a la perforación de monitoreo, de la obra de captación:

1. **Entubamiento:** La cañería camisa actúa como revestimiento de los niveles superiores no requeridos para la explotación. Esta cañería es de P.V.C
2. **Instalación de filtros:** Para la instalación de la columna filtrante de PVC de ranura continua se perforó con mechas de expansión hasta la profundidad preestablecida en la perforación de exploración.
3. **Engravado:** Una vez instalada la cañería filtrante se introdujo material silicio en el espacio anular resultante de la pared de la formación y el diámetro exterior del filtro. Se constató la cantidad y calidad de dicho material, verificando su limpieza, una proporción no mayor al 5% de partículas blandas y al 10% de granos planos. Se verificó su uniformidad y selección de acuerdo al cálculo granulométrico preestablecido. Cabe destacar que el material se dispuso de tal modo que el mismo recubre los filtros y portafiltros hasta una altura de un (1) metro por encima del nivel inferior de la camisa, luego este se estratifica en forma creciente resultando así un sello natural en el espacio anular de 0,5 m restantes. Luego se colocó cloro granulado, de modo que al inicio del

bombeo inicial se completa la limpieza total del material. (Ver tabla de especificaciones técnicas de cada una de las perforaciones).

4. **Desarrollo de la perforación:** Temporalmente y solo a los fines de desarrollar la perforación de monitoreo, se colocó la bomba dentro de la cañería camisa teniendo en cuenta el nivel hidrostático y dando un margen de error de acuerdo a las fluctuaciones estimadas de los niveles. Se aprovechó el mismo para medir parámetros como conductividad eléctrica, ppm de sales, temperatura, caudal, presión, altura estática y dinámica del nivel hidrostático. Por último se comprobó que:

- ✓ El caudal específico se hubiera estabilizado
- ✓ El agua extraída fuera límpida sin arrastre de partículas sólidas (arena, grava, sedimento limo-arcilloso, etc.), a los 30-40 minutos de haberse realizado la apertura del 100% de la válvula de prueba
- ✓ El buen funcionamiento de toda la instalación

## **8.6 CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS PERFORACIONES. RESOL 519/13**

### **8.6.1 PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN**

#### **A) PROVISION Y TRANSPORTE DE LOS SIGUIENTES MATERIALES:**

1. Cañería de aislación de PVC 25 metros – 4”.
2. Cañería filtro A°G Ranura continua 25 metros – 4”
3. Grava silíceo para ser utilizada como pre-filtro artificial, cemento para aislamiento del espacio anular entre la perforación y la cañería de aislación.
4. Cañería de impulsión de tubo de acero galvanizado 2”
5. Bomba (Motor Franklin) 1,5 HP, Monofásica (220v), con tablero en las perforaciones 1 y 2.
6. Bomba (Motor Franklin) 3 HP, Trifásica (380v), con tablero en las perforaciones 3, 4, 5, 6 y 7.

#### **B) MANO DE OBRA:**

Mano de obra completa para la ejecución de la perforación. Instalación de cañerías camisa, prolongación de filtros, filtros y ciego. Engravado y cementación. Combustibles, lubricantes, sueldos, viáticos, seguros, cargas sociales y todo tipo de gasto directo e indirecto relacionados con los trabajos de perforación.

COSTO INDIVIDUAL POR PERFORACIÓN \$45.000 (CUARENTA y CINCO MIL PESOS) + IVA

45.000 \$ X 7 UNIDADES

**COSTO TOTAL DE OBRA: \$315.000 (TRESCIENTOS QUINCE MIL PESOS) + IVA**

### **8.6.2 PERFORACIONES DE MONITOREO**

#### **A) PROVISION Y TRANSPORTE DE LOS SIGUIENTES MATERIALES:**

1. Cañería filtro A°G Ranura continua 12 metros – 4”
2. Grava silícea para ser utilizada como pre-filtro artificial, cemento para aislamiento del espacio anular entre la perforación y la cañería de aislación.
3. Brocal de hormigón y tapa anti-vandálica.

#### B) MANO DE OBRA:

Mano de obra completa para la ejecución de la perforación. Instalación de cañerías camisa, prolongación de filtros, filtros y ciego. Engravado y cementación. Combustibles, lubricantes, sueldos, viáticos, seguros, cargas sociales y todo tipo de gasto directo e indirecto relacionados con los trabajos de perforación.

COSTO INDIVIDUAL POR PERFORACIÓN \$25.000 (VEINTICINCO MIL PESOS) + IVA  
25.000 \$ X 7 UNIDADES

**COSTO TOTAL DE OBRA: \$175.000 (CIENTO SETENTA Y CINCO MIL PESOS) + IVA**

### 8.7 SISTEMA TOTALIZADOR DE MEDICIÓN

El emprendimiento cuenta con caudalímetros de la Marca Odin, Modelo EPT-RO-06-04 en cada perforación de explotación. En el anexo se muestran la instalación de dicho caudalímetros en cada perforación de producción.

La operación de este tipo de caudalímetros se basa en el principio de área variable: El flujo de fluido eleva el flotador en un tubo ahusado, lo que aumenta el área para el paso del fluido. Cuanto mayor es el flujo, más alto se eleva el flotador. La altura del flotador es directamente proporcional al caudal. Con líquidos, el flotador se eleva por una combinación de la flotabilidad del líquido y la altura equivalente de velocidad del fluido.

El flotador alcanza una posición estable en el tubo cuando la fuerza ascensional que ejerce el fluido en movimiento es igual a la fuerza gravitatoria hacia abajo que ejerce el peso del flotador. Un cambio en el caudal afecta este equilibrio de fuerzas. El flotador luego se mueve hacia arriba o hacia abajo, y cambia el área anular hasta que nuevamente alcanza una posición en la que las fuerzas están en equilibrio.

Dichos caudalímetros se encuentran conectados a una central que almacena los datos de caudales de forma remota.



## 9. CONCLUSIONES

- A. Se realizó un Informe Hidrogeológico de Convalidación Técnica que tuvo por objeto la caracterización hidrogeológica de un sector, y cumplir con los requisitos exigidos en la Resolución ADA 333/17, basada en la facultad que le confiere la Ley 12.257 del Código de Aguas.
- B. El establecimiento industrial que motiva el presente informe hidrogeológico de convalidación técnica, se encuentra situado en la Localidad de Madariaga, correspondiente al Partido homónimo. El predio se ubica sobre la Ruta Interbalsearia N°11 a la altura del Km 412 (Figura 1). El predio en cuestión posee una superficie total de 114593 m<sup>2</sup> (11,46 Has). Catastralmente corresponde a la Circunscripción VI, Parcela 18EC, 18EB, 18DS Y 18 DT.
- C. Los datos meteorológicos recopilados permitieron estimar los valores del balance hidrológico a nivel local. La precipitación media anual para el período analizado 906,6 mm. La evapotranspiración potencial supera a la real (Thornthwaite, 1948) y fue estimada en 748 mm mientras que el exceso anual acumulado es de 123,7 mm el cual se manifiesta principalmente durante los meses de Julio a Noviembre, con un máximo de 49,1 mm para el mes de Agosto.
- D. Se planteó un modelo conceptual para el funcionamiento del sistema geohidrológico desarrollado en la parte superior de la secuencia sedimentaria contemplando esencialmente al “cordón costero” hasta una profundidad del orden de 50 m. La aplicación de este esquema desde un punto de vista hidrogeológico posibilita reconocer las siguientes hidrofacies (unidad sedimentaria homogénea que, formada bajo condiciones particulares, conduce a un comportamiento hidrogeológico particular):
- **A (arena fina con conchilla):** acuífero que contiene a la zona no saturada y a la capa freática, con resistividades mayores 200  $\Omega$ m para la primera y entre 20 y 150 para la segunda. Los espesores oscilan entre los 2 y los 15 m. Los valores de T y K se sitúan entre los 110 y los 130 m<sup>2</sup>/d y entre los 8 y 12 m/d, mientras que el almacenamiento (S) es de 0,15.
  - **B (arcilla gris con intercalaciones arenosas + horizontes orgánicos):** nivel acuitado entre la hidrofacies A y C con espesores máximos de 12 m. Su resistividad es menor a los 10  $\Omega$ m en tanto que los valores de T' y K' son de  $1 \times 10^{-4}$  m/d,  $1 \times 10^{-5}$  d<sup>-1</sup> en cada caso.
  - **C (arenas medias):** nivel acuífero con espesores que alcanzan los 12 m en el sector central. Los rangos de transmisividad y permeabilidad van de los 45 y los 70 m<sup>2</sup>/d y de 10 y los 20 m/d, mientras que el de almacenamiento es de  $1 \times 10^{-3/-4}$ . Los valores de resistividad varían entre los 20 y 60  $\Omega$ m.

- **D (limos arcillosos con intercalaciones carbonáticas):** nivel acuitado entre las hidrofacies C y E con valores de T' y K' son de  $1 \times 10^{-3-4} \text{ d}^{-1}$  y  $1 \times 10^{-2/-3} \text{ m/d}$  en cada caso y cuyos espesores máximos alcanzan los 40 m.
  - **E (lentes arenosas muy finas):** unidad acuífera incluida en forma de lentes de hasta 20 m de espesor dentro de las hidrofacies D. Los valores de T y K se sitúan entre los 15 y los  $150 \text{ m}^2/\text{d}$  y entre los 4 y  $40 \text{ m/d}$ , mientras que el almacenamiento se encuentra en el rango de  $1 \times 10^{-3/-4}$ .
- E.** Con el objeto de caracterizar del flujo subterráneo a escala del predio se midieron los niveles freáticos de una red monitora de aguas subterránea compuesta por 7 perforaciones. La vinculación de los niveles freáticos de dicha red monitora, se realizó a partir de la nivelación con un GPS diferencial (Marca South Vector H86/88) el cual permitió contar con las alturas de las bocas de perforación (Brocal) y niveles del terreno en cada caso. Adicionalmente, y con la finalidad de mejorar la definición del mapa de flujo subterráneo, se emplearon datos de niveles estáticos registrados en aquellos pozos que se encontraban inactivos durante la medición. El análisis del mapa de flujo subterráneo permitió identificar una red de tipo planar cuyo sentido de flujo se manifiesta hacia el W con un gradiente medio que alcanza los  $4,4 \text{ m/km}$ .
- F.** Teniendo en cuenta los gradientes hidráulicos mencionados, una permeabilidad de  $8-12 \text{ m/d}$  y una porosidad efectiva del 10%, se deduce un rango de velocidades efectivas que oscila entre los  $3,5$  y los  $5,3 \text{ m/d}$  para el sector estudiado. Dichos valores son acordes a los planteados Domenico (1998) para una arena fina a muy fina.
- G.** En cuanto a los caudales de afluencia subterránea, teniendo en cuenta los parámetros hidrogeológicos (K, T y S) obtenidos localmente a partir de los ensayos de bombeo y los mencionados en la bibliografía antecedente para la región, el caudal que ingresa por la sección que comprende el flanco oriental del establecimiento (640 metros) y un espesor promedio de 20 metros (Ver Informe de Prospección Geofísica en Anexo) alcanza los  $0,76 \text{ Hm}^3/\text{Año}$ .
- H.** La información hidrogeológica recopilada durante este informe en forma conjunta con los resultados de la prospección geofísica permiti6la estimación de las reservas hidrogeológicas para el predio afectado a la central termoeléctrica. El volumen calculado para las reservas reguladoras alcanzo los  $0,027 \text{ Hm}^3/\text{año}$ , mientras que para las reservas geológicas dicho valor fue de  $0,45 \text{ Hm}^3/\text{año}$ . De este modo las reservas hidrogeológicas totales alcanzaron los  $0,47 \text{ Hm}^3/\text{año}$ .
- I.** En cuanto a la hidroquímica, con excepción de la perforación 3, en donde la concentración de hierro super6 los  $0,3 \text{ mg/l}$ , las aguas alumbradas en el resto de las perforaciones resultaron "Potables" desde un punto de vista Físico-Químico. En cuanto a las condiciones sanitarias, en particular con respecto a los valores de Coliformes Totales, Pseudomona Aeruginosa, Recuento de Aerobios Mes6filos y Escherichia Coli, y desde el punto de vista Bacteriol6gico se Clasifica como

“Apta” a las perforaciones 1, 3, 4 y 5, mientras que las perforaciones 2, 6 y 7 resultaron “No Aptas” de un enfoque bacteriológico.

- J. Con el objeto de evaluar la calidad hidroquímica del acuífero freático se realizó un muestreo sobre las perforaciones de monitoreo existente en el predio de la central termoeléctrica. Dicho muestreo se realizó sobre las perforaciones de monitoreo denominadas como F1, F2, F3, F4, F5, F6 y F7 (Ver figura 23) y fue llevada a cabo por personal técnico del laboratorio WASSER SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. el día 14/01/2019. El monitoreo consistió en la determinación de pH, Conductividad Eléctrica, Hidrocarburos totales, Benceno Tolueno, Etilbenceno y Xileno Total. En la tabla 5 se muestran los resultados analíticos de laboratorio. El análisis y su comparación con límites máximos previstos por el decreto 831/86 Anexo II tabla 9 se descartan procesos de contaminación vinculados con la actividad que realiza la central termoeléctrica. El análisis y su comparación con límites máximos previstos por el decreto 831/86 Anexo II tabla 9 se descartan procesos de contaminación vinculados con la actividad que realiza la central termoeléctrica.
- K. En cuanto a la vulnerabilidad acuífero, y de acuerdo a la metodología G.O.D., se obtuvo un valor de 0,31, el cual corresponde al intervalo moderado.
- L. En referencia al abastecimiento de la Central Termoeléctrica la misma se realiza a partir de 7 perforaciones, las cuales alumbran agua del acuífero freático. El agua subterránea es destinada al Uso Industrial. En este punto se aclara que el abastecimiento para consumo humano del personal afectado a la Central se realiza a partir de dispensers. El consumo máximo previsto alcanza los 124,5 m<sup>3</sup>/d y 51 m<sup>3</sup>/h. Teniendo en cuenta el sitio en donde se emplaza la central, se asegura la inexistencia de una posible interferencia de las captaciones del emprendimiento con las zonas aledañas, siendo viable la explotación de los caudales indicados.
- M. Con respecto al sistema de medición de caudales de explotación, la central termoeléctrica cuenta con caudalímetros de la Marca Odin, Modelo EPT-RO-06-04. Dichos caudalímetros se encuentran conectados a una central que almacena los datos de caudales de forma remota.

## 10. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la información recopilada y generada durante la confección de este informe, a continuación, se realizan una serie de recomendaciones generales cuyo objetivo están orientados a la mejora del sistema de abastecimiento y monitoreo.

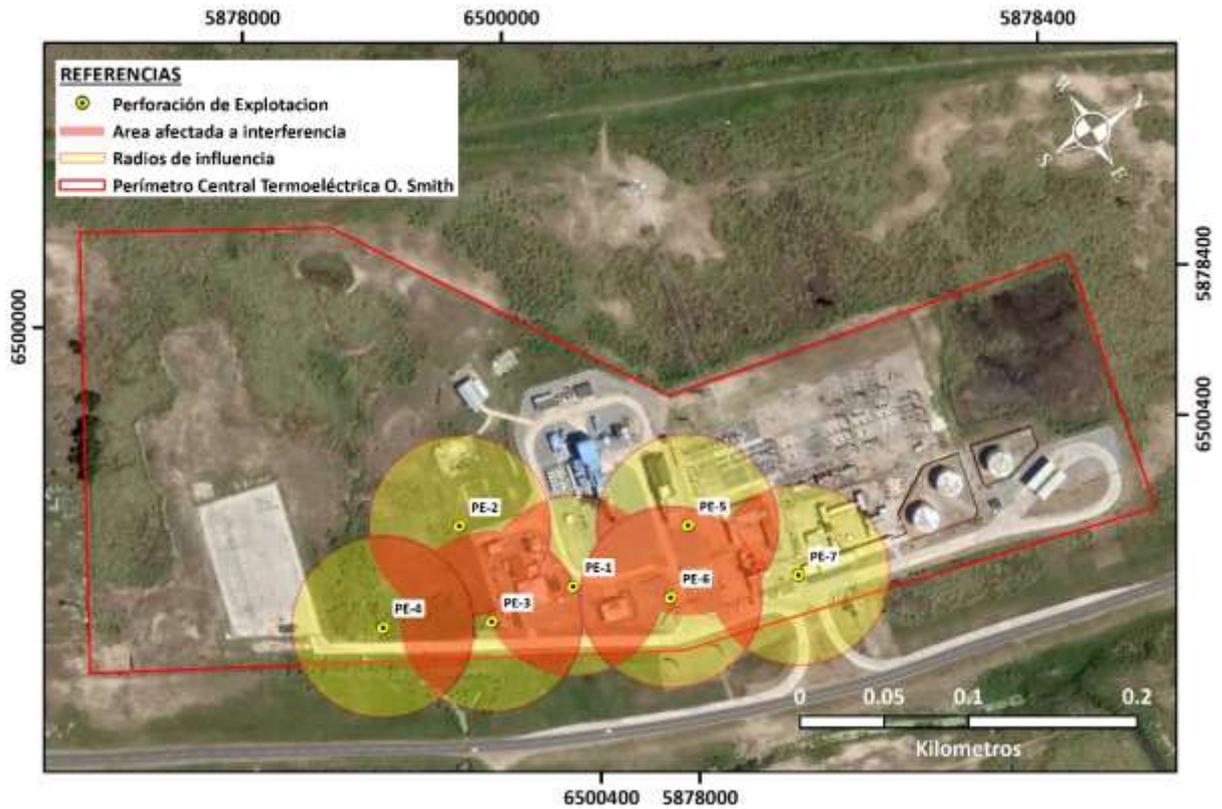
- A. Se recomienda una mejora en el sistema de medición de caudales de explotación, ya que, de acuerdo a la información aportada por el comitente, no se cuenta con un sistema que permita el registro preciso de los caudales de explotación actuales. En este sentido, actualmente, los caudales de explotación son estimados en función de la demanda hídrica la cual está vinculada con la demanda de la red. Esta condición genera un grado de incertidumbre elevado, lo cual no permite saber con certeza si se está realizando una extracción superior a lo recomendado en función de las reservas hidrogeológicas totales estimadas.

- B.** En adición al punto anterior, y teniendo en cuenta que, el sistema de medición de caudales opera de acuerdo a un principio de funcionamiento electromagnético, y que las aguas alumbradas presentan especies iónicas pasibles de ser retenidas y precipitadas (Hierro y Manganeso) en la sección de aforo, se recomienda cambiar el sistema de medición a partir de sistemas totalizadores de caudales más modernos que cuenten con sistemas mecánicos de medición a los efectos de evitar el proceso anteriormente mencionado.
- C.** En cuanto a las perforaciones de explotación y teniendo en cuenta los diámetros de las cañerías de aislación observados, se recomienda que se realice un recambio progresivo a perforaciones con cañerías de aislación de 6 pulgadas las cuales permitirán generar una mayor afluencia de agua a la captación y asimismo contar con mayor margen de maniobra al momento de descender una sonda de nivel hidrométrico (En este punto se aclara que es requisito obligatorio por parte de la A.D.A. contar con un orificio para la medición de niveles dinámicos).
- D.** En función de los resultados de bacteriología obtenidos, se recomienda la limpieza de las perforaciones 2, 6 y 7. En el caso de aquellas perforaciones con presencia de Escherichia Coli, Coliformes Totales y/o Fecales se recomienda la cloración de las mismas. Para llevar a cabo esta tarea se deberá inyectar a la captación un volumen no menor a los 10 litros de solución de hipoclorito de sodio (Cloro), crear un circuito cerrado para que el desinfectado alcance a toda la perforación, dejar actuar durante 24 hs y finalmente realizar un bombeo no menor a las 6 horas a los efectos de extraer la totalidad de la solución desinfectante. En el caso de las pseudomonas, teniendo en cuenta su carácter quimioresistente, deberá realizarse un cepillado mecánico de la captación a partir de cepillos rotomecánicos y posteriormente proceder a realizar los pasos mencionados anteriormente.
- E.** En cuanto al monitoreo de la evolución de la calidad hidroquímica de las aguas subterránea, se recomienda una frecuencia trimestral para la realización de análisis físico-químicos en las perforaciones de explotación y semestral para el bacteriológico. En cuanto a las perforaciones de monitoreo se aconseja una periodicidad semestral para la realización de análisis físico-químicos y bacteriológico.
- F.** En virtud de las ubicaciones actuales de las perforaciones de monitoreo actuales, se recomienda extender el área de monitoreo a los efectos mejorar el grado de seguimiento de las variables hidrogeológicas monitoreadas así como también la representatividad de las mismas.
- G.** En relación a la ubicación de las captaciones y con el objeto de estimar el radio de influencia de las perforaciones de explotación se empleó la ecuación de Jacob, la cual permite estimar un valor teórico (R) del área afectada explotación y en donde T es la transmisividad m<sup>2</sup>/d, t es el tiempo en días y Φ es la porosidad del acuífero.

$$R: 1.5 \cdot (T \cdot t / S; \Phi)^{1/2}$$

A partir de la fórmula mencionada y contemplando valores medios para cada variable involucrada, es posible obtener un radio de influencia teórico 54 metros, por lo tanto, el espaciamiento mínimo entre cada perforación alcanza los 108 metros aproximadamente. En la

siguiente figura se muestran los radios de influencia de acuerdo a las ubicaciones de los pozos de explotación actuales. El análisis de la misma permite advertir la existencia de interferencias entre captaciones las cuales llegan a ser dobles o triples y superando en la mayor parte de los casos una superposición mayor al 30%.



- H. Por último, y teniendo en cuenta el estado actual de la Central respecto a las normativas vigente en materia hídrica, se aconseja adecuarse a la resolución ADA 333/17 (Permiso de Explotación del Recurso Hídrico Subterráneo).

## 11. BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA Y/O CONSULTADA

Atlas Ambiental de Buenos Aires - <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>".

Auge MP (2004) HIDROGEOLOGIA DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. 79.

Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3757-21, 22 y 24 Estación Juancho, Pinamar, Villa Gesell y Estación Mancedo. ISSN 0327-781. SAGyP - INTA, Buenos Aires.

Cendrero, A. 1975. El mapa geológico-ambiental en la evaluación de los recursos naturales y en la planificación del territorio. Universidad de Santander. España.

Cendrero, A. 1980. Ordenación del medio físico y aplicación de técnicas de evaluación de impacto ambiental a proyectos turísticos. Universidad de Santander, España.

Cendrero, A. 1987. Riesgos geológicos, ordenación del territorio y protección del medio ambiente. I Curso de Riesgos Geológicos. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 327-333.

EPA. (1991). National Water Quality Criteria, A review of methods for assessing the sensitivity of aquifers to pesticide contamination. Preliminary document:1-21. Washington DC.

Filho, O. A.; Silva Cerri, L. E. y Amenomori; C. J. 1990. Riscos geológicos. Aspectos conceituais. Actas I Simposio Latino- Americano sobre Risco Geológico Urbano. San Pablo. Brasil. Pag. 334.

Foster S. y R. Hirata. 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Una metodología basada en datos existentes. Lima. CEPIS: 81 p.

Ghyben, B. W. (1889). Nota in verband met de voorgenomen put boring nabij Amsterdam. The Hague. K. Inst. Ing. Tydschrift, pp 8-22

Gómez Orea, D. 1978. El medio físico y la planificación. Cuadernos del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA) Madrid.

González N. (2005). "Los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires". En: Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, Cap. XXII: 359 - 374. La Plata.

Hurtado, M. A. 1987. Problemas ambientales relacionados a suelos y planificación urbana. Consideraciones sobre diferentes tipos de degradación de suelos. Primeras Jornadas Regionales sobre Medio Ambiente Natural. Yac. Ciencias Nat. Y Museo. La Plata.

HYTSA Estudios y Proyectos SA (1999). Diagnóstico Ambiental. Banco de proyectos Pinamar. ENOHSA. Municipalidad de Pinamar.

INDEC (2010). Censo nacional de poblaciones hogares. [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar) (Último acceso 06/04/2019).

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (1989). Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Instituto de Suelos. INTA. Buenos Aires. 525 pp.

INTA. 1977. La Pampa Deprimida. Condiciones de drenaje de sus suelos. Suelos. Publ. N° 154.

INTA. 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. CIRN. Instituto de Evaluación de Tierras.

Kruse E. & Mas-Plá, J. (2009). Procesos hidrogeológicos y calidad del agua en acuíferos litorales. 2009. Gestión ambiental integrada de áreas costeras; p:29-53.

Luszczynski, N.J., 1961. Head and flow of groundwater of variable density. Journal of Geophysical Research. Vol. 66, N° 12. pp 4247-4255.

Malagnino, E.C. 1989. Paleoformas de origen eólico y sus relaciones con los modelos de inundación de la provincia de Buenos Aires. IV Simposio Latinoamericano de percepción remota y IX Reunión plenaria SELPER. Bariloche, Argentina. Tomo II, p. 611-620.

Merlo, D.O.; Rodrigues Capítulo, L.; Kruse E, Laurencena P.; Deluchi M y Rojo A. 2011. Evaluación de la recarga del acuífero freático en un área de Llanura. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Hidrogeología Regional y Exploración Hidrogeológica Salta, Argentina. 7 pp.

Moscattelli, G., 1991. Los Suelos de la Región Pampeana. En Barsky, O. (Ed.). El desarrollo Agropecuario pampeano, Buenos Aires: 11-75.

Rodrigues Capítulo L. (2015). Evaluación geohidrológica en la región costera oriental de la provincia de Buenos Aires. Caso de estudio Pinamar, Tesis Doctoral, La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo.

Theis, C. V. (1935). The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage. Transactions, American Geophysical Union. 16 (2): 519-524

Thornthwaite C. W. & Mather J. R. (1955). The water balance: Centerton, N. J., Laboratory of Climatology. Publications in Climatology 8 (1) 1-104

Thornthwaite C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review. 38 (1): 55-94

Violante R. A., G. Parker J.L. Cavallotto & S. Marcolini. (1995). Caracterización ambiental del prisma arenoso costero portador del acuífero freático en los alrededores de Pinamar. IV Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses. Actas 2: 67-74. La Plata.

Violante R., G. Parker & J. L. Cavallotto (2001). Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la Bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56 (1): 51-66.

Violante R.A. (1988). Geología de la "planicie costera" entre Villa Gesell y Faro Querandí, provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 221pp.

Vrba J. (2000). The Role of Groundwater Quality Monitoring in the Strategy of Groundwater Protection. Proceedings of the XXX IAH Congress. Balkema/Rotterdam.

Vrba, J.; Zaporozec, A. (eds.) (1994). Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. Verlag Heinz Heise, Hannover, Germany, International Contributions to Hydrogeology, Vol. 16, 131 pp

World Meteorological Organization (WMO) (1970). Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. Publ. No 8, Geneva. Switzerland.

# ANEXO

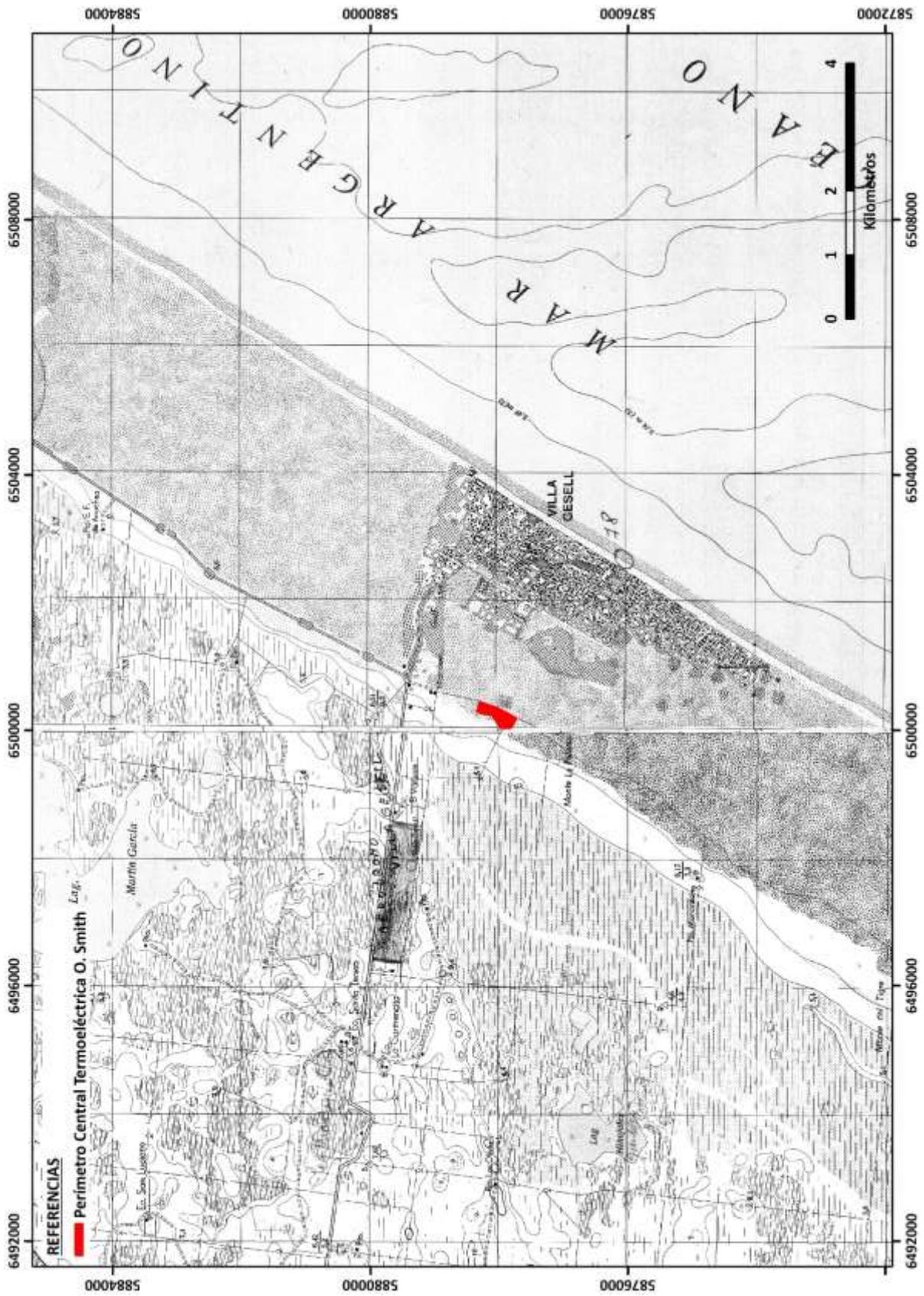
# **CARTAS IGN**

**(Villa Gesell 3757-22-3**

**y**

**Estación Macedo 3757-21-4)**





**PLANOS  
PERFORACIONES  
RED DE MONITOREO**  
(DISEÑO CONSTRUCTIVO DE LOS  
FREATÍMETROS Y ANALISIS FISICO-QUÍMICOS)

<p><b>DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F1</b></p> <p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga          Localidad: General Madariaga          Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.          Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412          Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI          Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger          Easting (X): 6.500.178    Northing (Y): 5.877.890          Cota (IGN): 6.02</p> <p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p>																					
<p><b>Análisis Químico</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398524</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>586 µS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.3 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>		Muestra	Resultado	CCC	0000398524	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	586 µS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	7.3 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado
Muestra	Resultado																				
CCC	0000398524																				
Fecha de extracción	14/01/2019																				
Benceno	No detectado																				
Conductividad Eléctrica	586 µS/cm																				
Etilbenceno	No detectado																				
Hidrocarburos Totales	No detectado																				
pH	7.3 U de pH																				
Tolueno	No detectado																				
Xileno Total	No detectado																				
<p><b>Entubamiento</b></p>																					
<p><b>Símbolos</b></p>																					
<p>Prof (m)</p> <p>NT</p> <p>12</p>	<p>Arena fina a media con conchilla</p> <p>Arcilla plástica grisácea</p>																				
<p>V. B°. A.D.A</p> <p>Firma _____ Sello _____</p> <p>Profesional</p> <p>Firma _____ Sello _____</p>																					

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F2																				
NT				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398523</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>423 uS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.1 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra		CCC	0000398523	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	423 uS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	7.1 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga  Localidad: General Madariaga  Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.  Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412  Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI  Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger  Easting (X): 6.500.300 Northing (Y): 5.877.852  Cota (IGN): 5.71</p>
Muestra																									
CCC	0000398523																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	423 uS/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	7.1 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>V. B. A. DA</p> <p>Profesional</p> <p>Firma Sello Firma Sello</p>																				

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F3																				
NT				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398520</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>553 <math>\mu</math>S/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.9 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Resultado	CCC	0000398520	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	553 $\mu$ S/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	6.9 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga Localidad: General Madariaga Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A. Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412 Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger Easting (X): 6.500.346 Northing (Y): 5.878.081 Cota (IGN): 6.4</p>
Muestra	Resultado																								
CCC	0000398520																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	553 $\mu$ S/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	6.9 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>V. B. ALDA</p> <p>Profesional</p> <p>Firma Sello</p> <p>Firma Sello</p>																				

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F4																				
NT				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398520</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>417 uS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.3 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Resultado	CCC	0000398520	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	417 uS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	7.3 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F4</b></p> <p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga  Localidad: General Madariaga  Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.  Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412  Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI  Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger  Easting (X): 6.500.296 Northing (Y): 5.878.030  Cota (IGN): 5.8</p>
Muestra	Resultado																								
CCC	0000398520																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	417 uS/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	7.3 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>V. B. A.D.A</p> <p>Profesional</p> <p>Firma Sello Firma Sello</p>																				

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F5																				
NT			<p>Diagram showing the well casing structure with labels: Tapa de PVC, Dado de Cemento, Calentador de aislamiento PVC (4"), NE, Filtro PVC - RC (4"), Prefiltro de Grava, and Topón PVC.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398316</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>469 uS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.1 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Resultado	CCC	0000398316	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	469 uS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	7.1 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga  Localidad: General Madariaga  Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.  Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412  Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI  Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger  Easting (X): 6.500.324 Northing (Y): 5.878.070  Cota (IGN): 6.4</p>
Muestra	Resultado																								
CCC	0000398316																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	469 uS/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	7.1 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>Map showing the location of the well F5 within a site boundary. The map includes coordinates and a scale bar.</p>																				
					<p>V. B. A. DA</p> <p>Firma _____ Sello _____</p> <p>Profesional</p> <p>Firma _____ Sello _____</p>																				

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F6																				
NT			<p>Diagrama de un pozo de monitoreo. El pozo está revestido con un tubo de PVC. En la parte superior hay un tapón de PVC y un dado de cemento. El tubo de PVC tiene una cañería de aislamiento de PVC (4") y un NE. En la parte inferior hay un filtro de PVC (4") y un perfilado de grava. El pozo termina con un tapón PVC.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398514</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>510 uS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.9 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Resultado	CCC	0000398514	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	510 uS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	6.9 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga  Localidad: General Madariaga  Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.  Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412  Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI  Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger  Easting (X): 6.500.345    Northing (Y): 5.878.009  Cota (IGN): 6.3</p>
Muestra	Resultado																								
CCC	0000398514																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	510 uS/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	6.9 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>V. B. A.D.A</p> <p>Profesional</p> <p>Firma      Sello      Firma      Sello</p>																				

Prof (m)	Descripción Litológica	Símbolos	Entubamiento	Análisis Químico	DISEÑO DE ENTUBAMIENTO POZO MONITOREO F7																				
NT			<p>Diagrama del entubamiento que muestra un tubo de PVC con un tapón superior y inferior. El tubo está rodeado por una capa de aislamiento de PVC (4") y una capa de grava. El fondo del tubo tiene un perfilado de grava y un filtro de PVC-RC (4").</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCC</td> <td>0000398513</td> </tr> <tr> <td>Fecha de extracción</td> <td>14/01/2019</td> </tr> <tr> <td>Benceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>519 uS/cm</td> </tr> <tr> <td>Etilbenceno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.3 U de pH</td> </tr> <tr> <td>Tolueno</td> <td>No detectado</td> </tr> <tr> <td>Xileno Total</td> <td>No detectado</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Resultado	CCC	0000398513	Fecha de extracción	14/01/2019	Benceno	No detectado	Conductividad Eléctrica	519 uS/cm	Etilbenceno	No detectado	Hidrocarburos Totales	No detectado	pH	7.3 U de pH	Tolueno	No detectado	Xileno Total	No detectado	<p><b>CENTRAL TERMOELÉCTRICA OSCAR SMITH</b></p> <p>Expediente N°: 2436-11151/15 Alc. 2</p> <p>Partido: General Madariaga  Localidad: General Madariaga  Razón Social: Centrales la Costa Atlántica S.A.  Dirección: Ruta Provincial N° 11 - Km 412  Nomenclatura Catastral: Circunscripción VI  Parcelas: 18EC, 18EB, 18DS, 18 DT</p> <p>Coordenadas: Gauss-Kruger  Easting (X): 6.500.339    Northing (Y): 5.877.981  Cota (IGN): 6.0</p>
Muestra	Resultado																								
CCC	0000398513																								
Fecha de extracción	14/01/2019																								
Benceno	No detectado																								
Conductividad Eléctrica	519 uS/cm																								
Etilbenceno	No detectado																								
Hidrocarburos Totales	No detectado																								
pH	7.3 U de pH																								
Tolueno	No detectado																								
Xileno Total	No detectado																								
12	Arcilla plástica grisácea				<p><b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b></p> <p>Mapa de ubicación que muestra el pozo F7 (marcado con una X amarilla) dentro de un terreno delimitado por una línea roja. El mapa incluye coordenadas UTM y una escala.</p>																				
					<p>V. B. A. DA</p> <p>Profesional</p> <p>Firma: </p> <p>Sello: </p>																				

# **CAUDALÍMETROS**

**(Perforaciones de Explotación)**





# **ANALISIS FISICO-QUÍMICOS**

**(Perforaciones de Explotación y Monitoreo)**

# **INFORME GEOFÍSICA**

**(Prospección Geolétrica)**

# **PLANOS PERFORACIONES DE EXPLOTACIÓN**

**(DISEÑO CONSTRUCTIVO  
Y ANALISIS FISICO-QUÍMICOS)**