



**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**



**Ejecución de estudios de aptitud hidráulica, vuelco de efluentes y
Explotación del recurso hídrico subterráneo.
Plan de trabajo para industrias manufactureras en Coronel Vidal, municipio
de Mar Chiquita.**

Expediente ADA: 30639429616-69-369990-1

Expediente CFI: EX-2024-00023207- -CFI-GES#DC

Nombre: Martín Rossi

Informe Final

Fecha: Agosto 2024

INDICE

Contenido

INDICE	1
INFORME DE VUELCO DE EFLUENTES	2
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES.....	2
Infraestructura	3
Topográficos	3
Cartográficos.....	3
Imágenes satelitales.....	4
VUELCO DE EFLUENTES	4
CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS.....	4
EFLUENTES SANITARIOS.....	5
DESAGUES PLUVIALES	5
DESCRIPCIÓN CAUDALES	6
VUELCO CLOACAL	6
CÁMARA SÉPTICA.....	6
POZO ABSORBENTE.....	7
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA	11
CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	11
Geomorfología	11
Hidrogeología	12
INFILTRACIÓN	15
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y BALANCE HÍDRICO	17
BALANCE HÍDRICO	19
Características del suelo.....	20
CONCLUSIONES Y ANEXOS	23

INFORME DE VUELCO DE EFLUENTES

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto cumplimentar los requisitos técnico-legales a fin de gestionar el Permiso de vuelco de efluentes. La documentación ha sido elaborada en los términos de la Resolución 2222/19 de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires.

El sitio de estudio corresponde al predio perteneciente a la Municipalidad de Mar Chiquita (Parque Industrial), ubicado sobre Ruta Provincial N°2, identificado catastralmente como Circ II, Secc A, Chacra 45, Fracción 1, Parc 7-8-6-10-11-12-13-14-15; Circ II, Secc A, Chacra 45, Fracción 2, Parc 1-2-3-4-5-6-7-8-9, Localidad Coronel Vidal, Partido Mar Chiquita. El Establecimiento cuenta con tres Industrias manufactureras. La ubicación geográfica corresponde a la Cuenca del Arroyo Grande.

El objetivo del presente estudio es verificar las condiciones de vuelco, caudales y cada parte del sistema.

La zona cuenta con potencial para el desarrollo más aún si tenemos en cuenta que la napa freática se encuentra como mínimo a 2 mts de profundidad, en períodos de excedentes hídricos, generando las condiciones necesarias para este tipo de proyectos.

A los efectos de establecer la dinámica de los escurrimientos internos y su conexión con el entorno, se ha realizado un relevamiento completo del predio y zonas aledañas, determinando puntos acotados georreferenciados, referidos al cero del IGN, por lo que todas las cotas indicadas están vinculadas a dicho sistema de referencia.

ANTECEDENTES

Para el desarrollo del presente Informe, se realizó la recopilación de la información secundaria ambiental disponible, constituyendo el principal insumo del presente estudio. Entre los principales antecedentes y estudios se mencionan:

- Carta Topográfica, escala 1:50.000 correspondiente al área de estudio del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Imágenes Satelitales.
- Reconocimiento de Campo.
- Relevamientos Topográficos.
- Plano Catastral

Infraestructura

Para el estudio de los desagües pluviales y pozos absorbentes se contó con la documentación del Proyecto de Arquitectura, donde se encuentran delimitados los espacios ocupados por los pavimentos, cubiertas de techos, espacios verdes, estacionamientos, etc.

Topográficos

A partir de la información antecedente y las tareas de campo se elaboró el Plano donde se detalla el relevamiento topográfico del predio y zonas aledañas, junto a los escurrimientos por zanja, conducción cerrada, libre en pavimento y libre en césped.

Cartográficos

Se analizaron las Cartas Topográficas (escala 1:50.000) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que se detallan a continuación, marcándose el Predio en la Figura 1:



Figura 1: Carta topográfica. En color violeta se expresa límite de cuenca externa, rojo Predio y en celeste línea de talweg. Fuente: IGN.

Imágenes satelitales

Con la información proporcionada por el programa Google Earth, se analizaron las imágenes satelitales del terreno en estudio y sus alrededores.



Figura 2: Imagen satelital. Fuente: Google Earth.

VUELCO DE EFLUENTES

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS

En el Predio se generan efluentes líquidos por el uso que se le da al agua en las tareas de limpieza y el proveniente de los sanitarios.

Las fuentes de generación de efluentes son las siguientes:

Efluentes sanitarios

Desagües pluviales

A continuación se describe el origen y las características de cada uno de ellos:

EFLUENTES SANITARIOS

Son los producidos por el personal que trabaja en el Predio y que utilizan las instalaciones, como ser baños y duchas, y las tareas de limpieza. La contaminación que tienen estos efluentes es de tipo orgánica, con valores medios de DBO y DQO.

El efluente generado en los sanitarios será conducido a través de una cañería hacia pozos absorbentes. Estos pozos son simplemente una excavación de planta circular (tronco cónico en su corte). Sobre este anillo se calza una bóveda de ladrillos. La dimensión en este caso es de 2 metros de diámetro, con una profundidad de 6 metros. $\frac{3}{4}$ partes de su altura se encuentran rellenos con piedras de 0,2 de diámetro, permitiendo filtrar y distribuir uniformemente los líquidos al subsuelo.

La boca de inspección sirve de desagote, teniéndose también una cañería de ventilación de altura 2 metros.

DESAGUES PLUVIALES

Un sistema de drenaje pluvial es un sistema de tuberías, colectores e instalaciones complementarias que recolectan agua de escorrentía de precipitaciones pluviales que permite su recolección para su vertido y así, evitar daños materiales y humanos.

El sistema de drenaje pluvial funciona gracias a la gravedad, desde las alcantarillas que recogen las aguas pluviales hasta las tuberías descendentes.

Para cumplir su cometido tiene que partir de ciertos componentes:

Estructuras de captación: se recolectan las aguas pluviales a través de sumideros, evitando que el agua circule de manera descontrolada.

Estructuras de conducción: se transportan las aguas captadas y recolectadas a través de conductos con pendiente (facilitando la evacuación y limpieza) hasta las estructuras de descargas.

Estructuras de conexión y mantenimiento: se permite la conexión de tuberías de conducción facilitando el espacio en las cámaras verticales para el acceso del personal de mantenimiento.

Estructuras de descarga: estructuras que permiten que el vertido de las aguas captadas no genere daños en la parte final del alcantarillado, controlando los riesgos de inundación, erosión y sedimentación de los cauces.

Disposición final: en el caso de las aguas pluviales no requieren de tratamiento antes de su vertido en cauces o fines agrícolas, debido a la baja concentración de contaminantes. Aunque, según qué fines de reutilización, el agua pluvial debe llegar a una planta de tratamiento.

DESCRIPCIÓN CAUDALES

Se generan treinta metros cúbicos diarios (30 m³/d) de efluentes líquidos cloacales que serán dispuestos en suelo mediante pozo absorbente. En cuanto a la aptitud del mismo para la eliminación de los efluentes líquidos cloacales a generarse en el predio de referencia, el Departamento Planes Hidrológicos entiende que resultaría factible la disposición final en el suelo de los mismos mediante pozos absorbentes, siendo previamente tratados en cámaras sépticas, ambas unidades convenientemente dimensionadas, siempre y cuando las características del suelo y litológicas del subsuelo lo permitan. Para ello, los valores de permeabilidad obtenidos del ensayo de infiltración deberán encontrarse dentro de un rango admisible para su correcto funcionamiento, y deberá garantizarse una capa de aireación entre el fondo de los pozos y el nivel de la capa freática mínima registrada no inferior a dos (2) metros. Asimismo, en el diseño de las unidades se considerarán los tiempos de permanencia necesarios, teniendo en cuenta las pautas indicadas en la Ley 5376 y su decreto reglamentario. El distanciamiento entre el sistema cloacal y todo pozo de explotación o fuente de provisión de agua deberá ser el mayor posible, siendo la distancia mínima admisible de quince (15) metros. La autorización del sistema de eliminación de excretas mencionado regirá solo hasta tanto se lleven a cabo las obras correspondientes a la extensión del servicio de cloacas y su liberación al uso público, o se exigirá la construcción de cloacas si el acuífero freático pudiera contaminarse fácilmente como consecuencia de las particulares características del suelo.

VUELCO CLOACAL

Las oficinas, baños y cocinas serán los sectores que aporten efluentes cloacales. Este sistema estará dispuesto por cámaras sépticas cuadradas de 1,2 metros de lado, finalizando en un pozo absorbente de 1,2 metros de diámetro y 3 metros de profundidad.

CÁMARA SÉPTICA

La **cámara séptica** es una estructura de hormigón armado que se construye bajo el terreno y recibe las aguas de desecho de las oficinas, cocina y baño. Fundamentalmente, este sistema de tratamiento de líquidos cloacales se utiliza para separar los mismos en sus distintos tipos, para una correcta degradación.

Las **características de una cámara séptica** es que su interior es impermeable, construido totalmente en materiales como cemento y ladrillos, en cuyo interior se ubican distintos compartimientos y tanques cuya función es recibir los desechos y separarlos en sólidos y líquidos.

La fosa séptica recibe las aguas de desecho de los inodoros y bachas. Una vez que ingresan a la cámara séptica, y gracias a que en ella no hay corriente de agua, los desechos sólidos se depositan rápidamente en el fondo del primer compartimiento. Esto permite que las bacterias descompongan ese lodo orgánico que se forma.

Las aguas que resultan del proceso de separación, fluyen al segundo compartimiento de la cámara séptica, la cual debe estar construida de una manera que los sólidos no pasen. El tiempo de digestión del material orgánico por parte de las bacterias en este lugar es menor, ya que existe muy poca cantidad de sólidos y el tamaño de la misma es menor que la anterior. Los líquidos resultantes de esta purificación son enviados a un pozo absorbente.

Este sistema funciona a la perfección y es el recomendado para la purificación de los líquidos residuales.

POZO ABSORBENTE

Los pozos absorbentes tienen una característica muy importante y que lo diferencia de los pozos negros comunes, y es que se realizan con aros de hormigón. En algunos lugares o regiones estos pozos reciben el nombre de pozos calzados, por su método de construcción. Con respecto al funcionamiento de un pozo absorbente, este consiste en que, a través de una perforación realizada a mano, se llegue al nivel freático o manto filtrante, donde los líquidos serán absorbidos fácilmente por el subsuelo. En la parte superior del pozo se coloca una tapa de hormigón armado, con un caño que sirve para vaciar el pozo en caso de ser necesario.

Para un correcto funcionamiento de este sistema de tratamiento de aguas servidas domiciliarias, es muy importante que en el terreno que contenga al pozo absorbente no se acumule agua de lluvia o de riego. Además, se debe rellenar de forma tal que se cree un cono, tanto en la parte superior del pozo como de la cámara séptica, a los efectos de que el agua caiga y escurra rápidamente lejos de estos sectores para evitar que se socave el terreno. En el caso que se llene el pozo o exista algún tipo de problema, lo mejor es realizar un desagote de pozo absorbente.

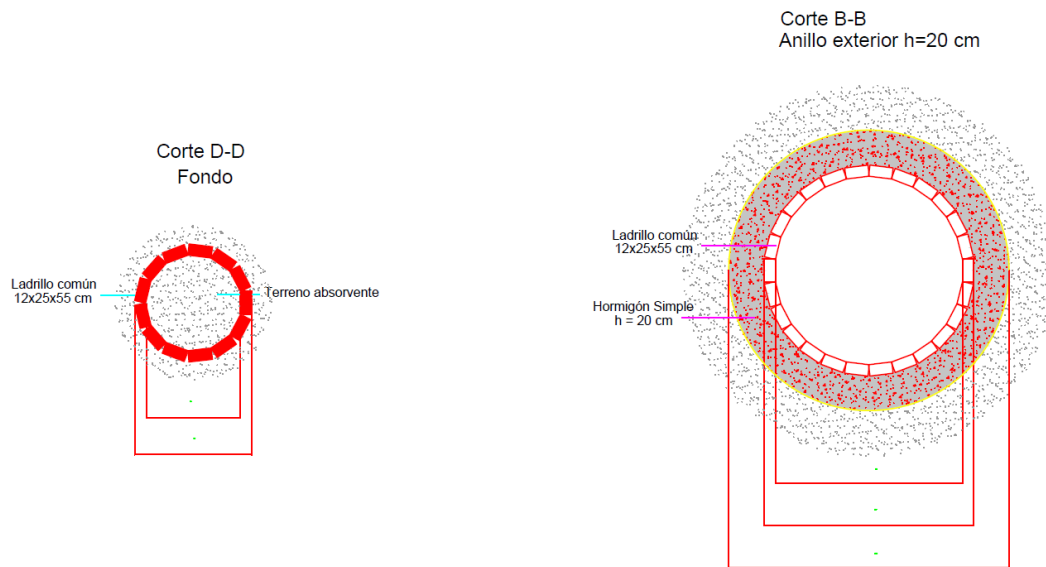


Figura 3: vista en planta de pozo absorbente

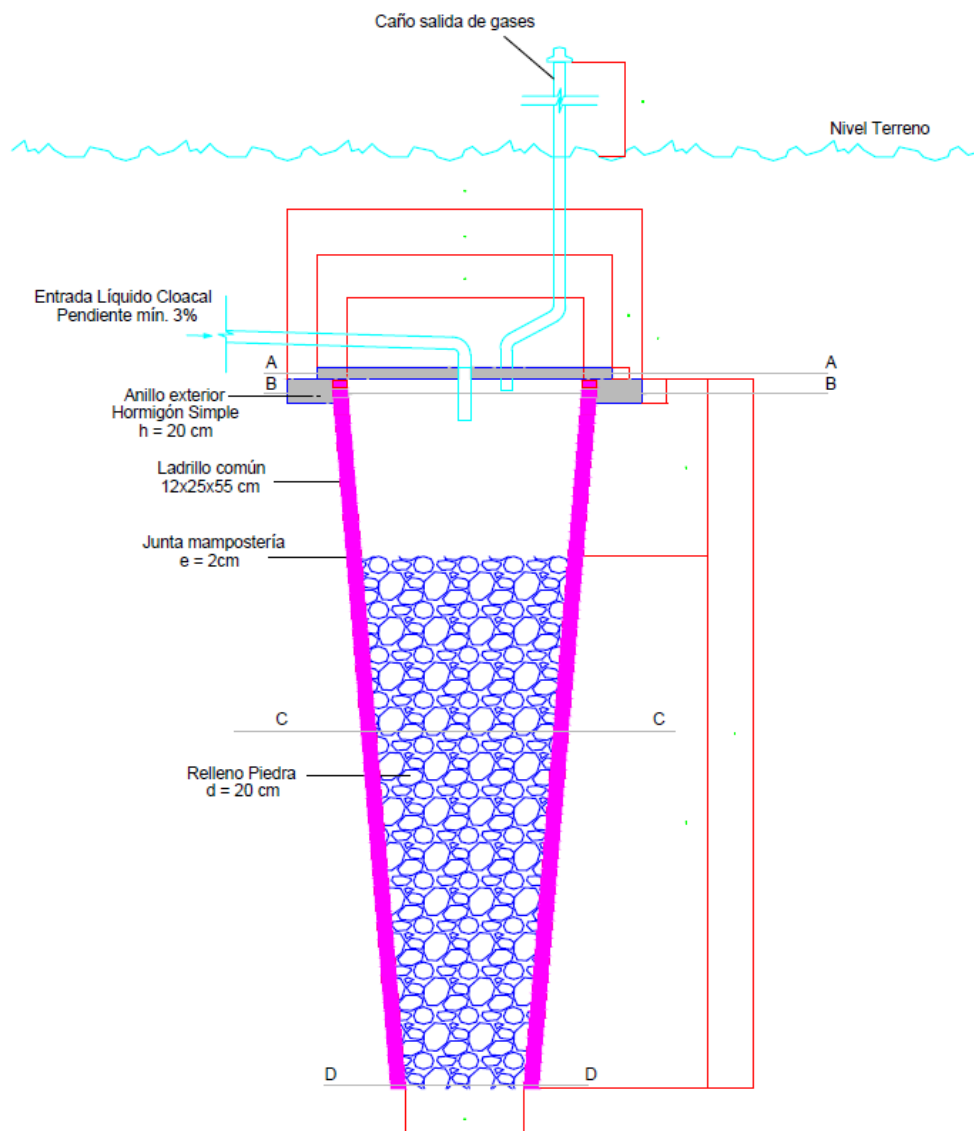


Figura 4: corte transversal de pozo absorbente

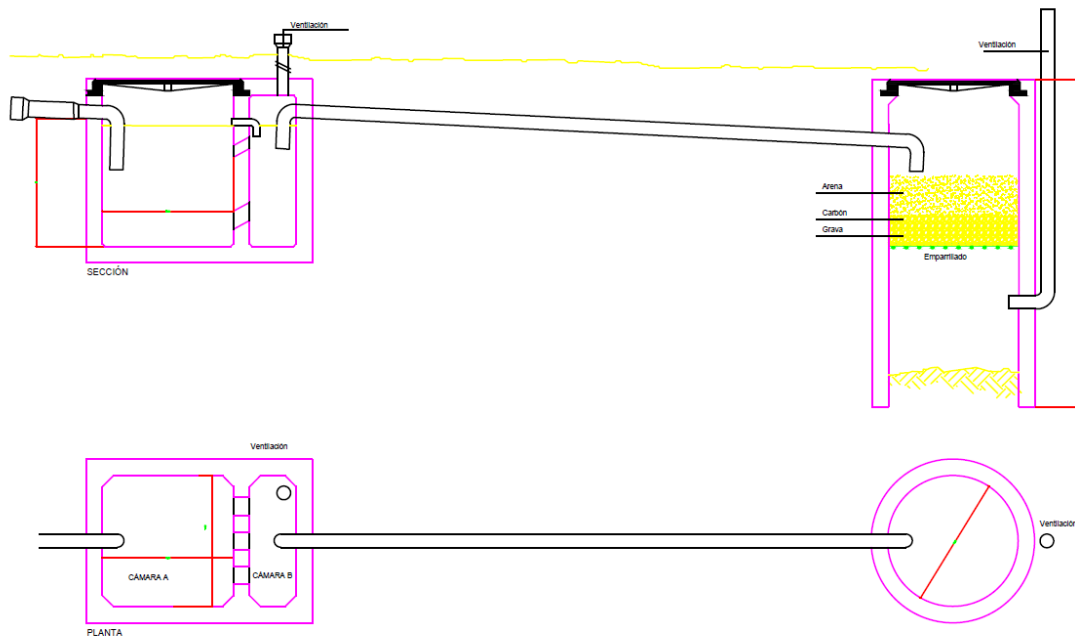


Figura 5: vista en planta y corte transversal de cámara séptica + pozo absorbente

El agua residual se distribuye por el terreno a través del campo de infiltración, filtrando el efluente por las micro perforaciones ubicadas en sus paredes.

El suelo funciona como un filtro que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de atravesar 1,20 m de suelo, el tratamiento de agua residual se ha completado y se incorpora purificada al agua subterránea.

El suelo está formado por granos de distintos tamaños (arenas, limos y arcilla) entre los que quedan espacios vacíos (poros). También contiene restos de animales y plantas (materia orgánica). Según el tamaño de los granos, el suelo tiene más o menos capacidad de infiltración de agua. Por tener esta estructura, realiza un tratamiento físico (filtración) y biológico (degradación bacteriana) de las aguas residuales.

Al pasar a través del suelo, muchas partículas que se encuentran en el agua residual son retenidas dado que su tamaño es mayor al de los poros. Las partículas más pequeñas y algunas moléculas quedan adheridas a los granos del suelo por cargas eléctricas. Algunos nutrientes como el fósforo, comunes en las aguas residuales, se combinan con otros minerales presentes en el suelo que contienen calcio, hierro y aluminio, quedando así retenidos, e impidiendo que pasen a las aguas subterráneas. Por otro lado, el suelo contiene una comunidad de bacterias, protozoos y hongos, que pueden alimentarse de los nutrientes y de la materia orgánica del agua residual.

Cuando lo hacen, los contaminantes son consumidos y desaparecen del agua quedando ésta más limpia. Este proceso es mucho más eficiente si se hace con oxígeno.

El suelo es un ambiente muy hostil para los microbios patógenos (causantes de enfermedades) que vienen con las aguas domiciliarias. Cuando son retenidos en el suelo estos agentes patógenos mueren por los cambios de temperatura y humedad, por la falta de alimento adecuado, atacados por los antibióticos producidos por los hongos del suelo o consumidos por protozoos.

El caudal de vuelco cloacal está estimado en 30 metros cúbicos diarios, y la distancia entre pozos absorbentes es mínimo de 5 metros (están a mucho más). La distancia con uno de explotación es mayor a 16 metros para evitar posibles contaminaciones.



Figura 6: croquis general de conducciones – En el Parque Industrial existen un total de 4 pozos absorbentes, con sus respectivas cámaras sépticas. La distancia entre cada uno de ellos y los pozos de explotación supera los 15 metros, favoreciendo así la no contaminación subterránea.

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Geomorfología

La Pampa Interserrana y Perriserrana es una planicie elevada con pendientes divergentes desde las Sierras de Ventania y Tandilia hacia la Pampa Deprimida (Zárate, 2005). El Faldeo Norte de estas elevaciones es una región con pendiente decreciente hacia el Noreste a lo largo de varias cuencas superficiales con descarga en la laguna Mar Chiquita. Está compuesta por una zona de transición de diversos ambientes geomorfológicos: Sierras (S), Franja Eólica Periserrana (FEP), Planicie Fluvioeólica (PFE), Llanura Costera (LC) y Cordón Litoral (CL) (Figura 7).

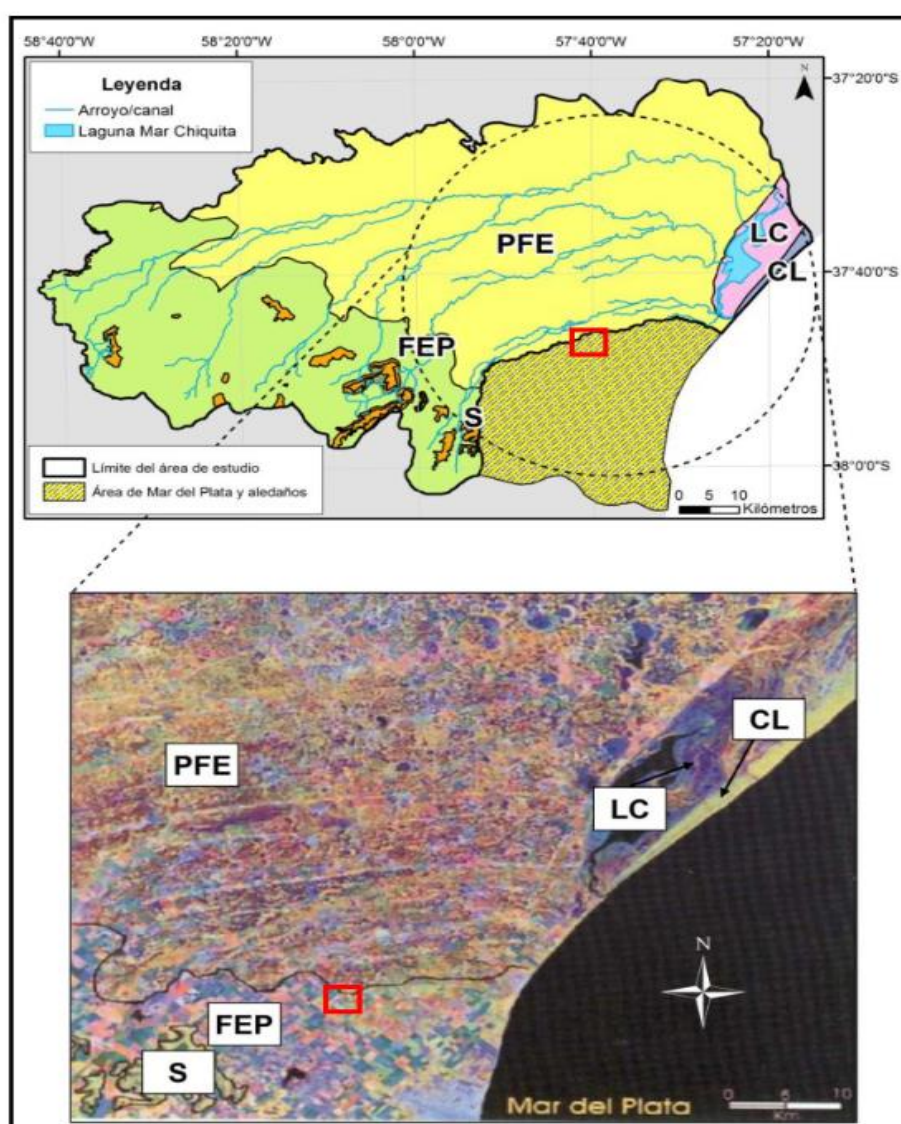


Figura 7: Mapa geomorfológico e imagen satelital falso color (742) de la región drenada hacia la Lag. De Mar Chiquita (Glok Galli, 2015) indicando las unidades de Sierras (S), Franja Eólica Periserrana (FEP), Planicie Fluvioeólica (PFE), Llanura Costera (LC) y Cordón Litoral (CL). Se indica la ubicación del Establecimiento.

El Establecimiento se ubica en la unidad PFE. Esta unidad pertenece a la Pampa Deprimida (Tricart, 1973) desde la cota 60 msnm hasta el mar y presenta pendientes regionales del orden de 0,2 a 0,3 % (Glok Galli, 2015). Esta unidad se forma por influencia de un conjunto de procesos eólicos, fluviales y marinos, por lo que presenta una variedad de ambientes contrastantes. Esta diversidad favorece a la presencia de factores limitantes como hidromorfismo, alcalinidad y salinidad, suelos someros y frecuentes anegamientos e inundaciones. Las geoformas presentes en esta unidad se destacan las cubetas de deflación, erosión eólica, actualmente como lagunas poco profundas y las dunas de limo asociadas, además de una asociación de paleodunas parabólicas y longitudinales y megaparabólicas (Zárate, 2005).

Hidrogeología

El Establecimiento se ubica en el borde sureste de la Región Hidrogeológica Interserrana-Periserrana (Figura 8) según las clasificaciones de González (2005) y Auge (2004).

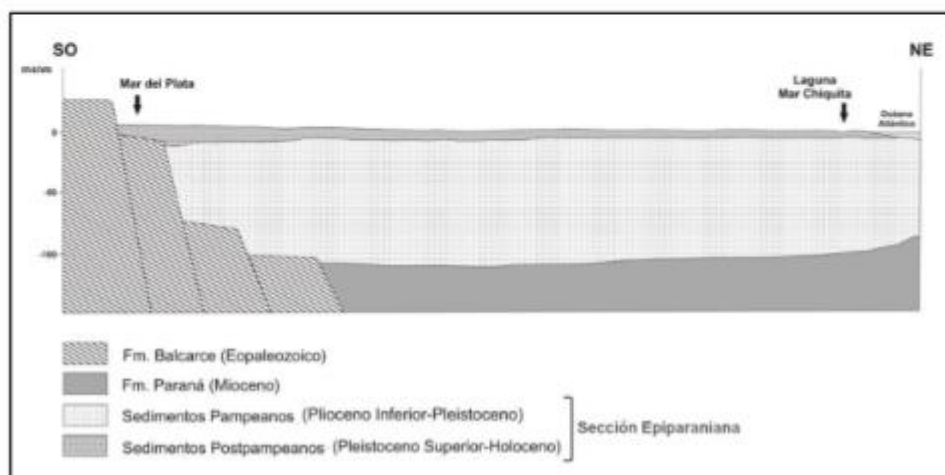
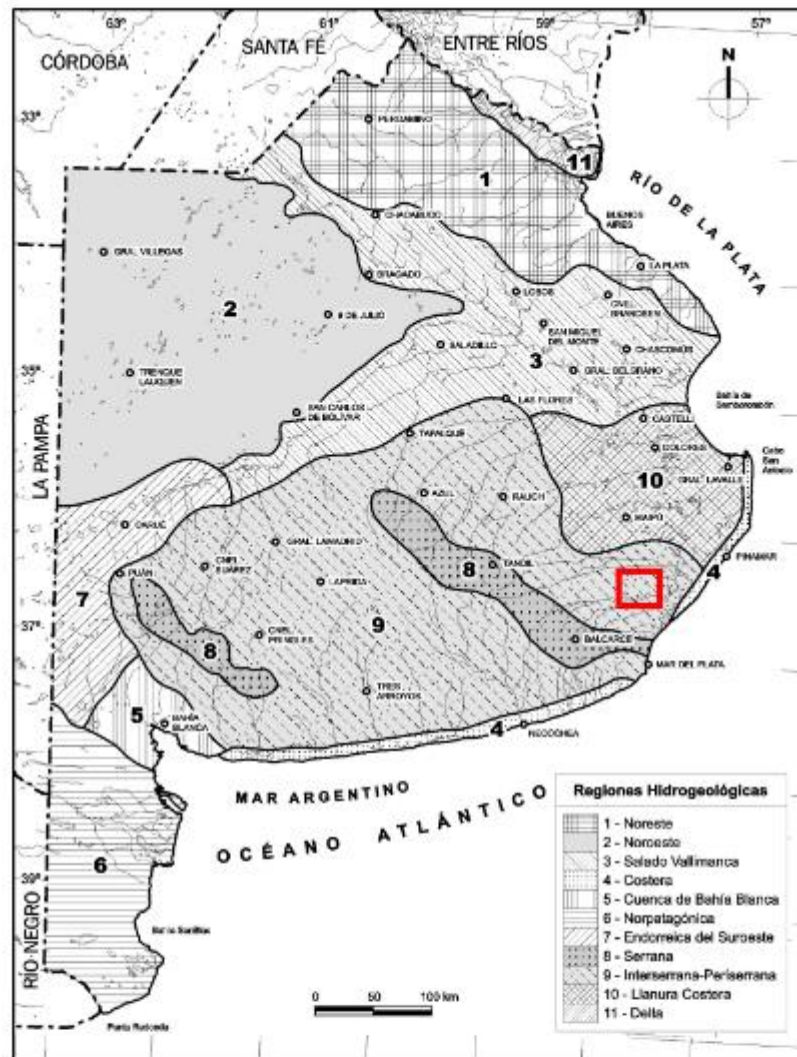


Figura 8: ARRIBA: Regiones Hidrogeológicas-Geomorfológicas de la provincia de Buenos Aires. Modificado de González (2005). El Establecimiento se ubica en la Región Hidrogeológica 9 Interserrana/Periserrana. ABAJO: Sección hidrogeológica esquemática de la zona de estudio (Glok Galli, 2015).

La secuencia hidrolitológica (Tabla 1) se compone de un reducido espesor de sedimentos eólicos, arenas fluviales y limos que conforman la zona no saturada. El acuífero freático está contenido en terrenos de la Formación Pampeano, adquiriendo en profundidad un carácter semilibre cuando el espesor es considerable, como ocurre en el ámbito interserrano, en función de la anisotropía vertical. En el flanco nororiental de la Sierra de Tandilia, se cita la presencia de la Formación Araucano, que incluye un acuífero semiconfinado de pobre rendimiento y aguas salobres (González, 2005).

Unidad geológica	Litología	Comportamiento
Pospampeano	Arenas eólicas, arenas fluviales, limos	Zona No-Saturada
Pampeano	Limos loessoides, limos arenosos	Acuífero (freático)
F. Araucano	Arenas limosas yesíferas, limos	Acuífero (semiconfinado)
Basamento hidrogeológico	Cuarcitas, lutitas, arcilitas, dolomitas,	Acuífugo
	Cuarcitas, pizarras, lutitas, areniscas,	Acuífugo

Tabla 1: Esquema hidrogeológico de la Región Interserrana-Periserrana (González N., 2005).

Los sedimentos Pospampeanos están compuestos por limos arenosos y limos arcillosos principalmente compuestos por sedimentos loésicos en mantos discontinuos dunas de relieve positivo y loessoides re TRABAJADOS por acción fluvial próximos a los casos activos, así como sedimentos arcillosos lacustres presentes en lagunas presentes en cubetas de deflación. Estos sedimentos forman un acuífero libre de un espesor variable de 2 a 15 metros. Los sedimentos Pampeanos se encuentran principalmente representados por limos loessoides y limos arcillosos con alternancia de calcretas con un espesor de entre 50 y 70 m inferido por las únicas perforaciones públicas disponibles del SEGEMAR distantes a la zona de estudio (ej. Laguna La Brava y Conesa). De forma similar los sedimentos Araucanos tienen un espesor de 30 a 100 m (Figura 8) con características similares con mayor contenido de yeso que favorece a una mayor salinidad.

La región posee un tipo de recarga autóctona directa y por afluencia subterránea desde la región Serrana y Periserrana descargando regionalmente al Océano Atlántico y localmente a los cursos superficiales principales ganadores. La circulación es manifiesta hacia sus bordes externos (regiones Salado-Vallimanca, Llanura Costera y Endorreica del Suroeste, Océano Atlántico), mientras que en la Llanura alta Periserrana tiende a acumularse, como ocurre en la Llanura Costera. Localmente la descarga ocurre hacia los sistemas fluviales ganadores, el acuífero descarga a los cursos de

agua, y regionalmente hacia las regiones de borde y hacia el mar, principalmente a través del caudal básico de los cursos de agua por el obstáculo que representa la región Costera como barrera hidráulica.

En el ámbito Periserrano, tanto el acuífero freático como el Pampeano contienen aguas de baja salinidad (<2000 mg/l), incrementándose en profundidad y aguas abajo en la región costera por el drenaje dificultoso y acumulación de sales por evaporación del agua superficial y subterránea, así como del contenido de sales en los depósitos que forman el acuífero. Debido a esto, se recomienda un monitoreo de la calidad química del agua subterránea en el Establecimiento.

INFILTRACIÓN

La infiltración se define como el proceso por el cual el agua circula a través del perfil del suelo (desde la superficie terrestre hacia abajo) reponiendo la humedad del suelo, recargando los acuíferos y manteniendo el caudal de los ríos durante los periodos de estiaje. Este concepto hay que distinguirlo del de percolación, que es el movimiento del agua dentro del suelo. En el proceso de infiltración se pueden distinguir tres fases: a) Intercambio. Se presenta en la parte superior del suelo, donde el agua puede retornar a la atmósfera por medio de la evaporación debido al movimiento capilar o por medio de la transpiración de las plantas. b) Transmisión. Ocurre cuando la acción de la gravedad supera a la de la capilaridad y obliga al agua a deslizarse verticalmente hasta encontrar una capa impermeable. c) Circulación. Se presenta cuando el agua se acumula en el subsuelo debido a la presencia de una capa impermeable y empieza a circular por la acción de la gravedad, obedeciendo las leyes del escurrimiento subterráneo.

Capacidad de infiltración: Debe distinguirse entre: - "tasa de infiltración", o flujo de agua que penetra en el suelo por unidad de tiempo y - "capacidad de infiltración" del suelo, que representa la tasa de infiltración que podría darse si no existiera limitación de aporte de agua superficial. De tal manera que si el aporte es mayor que la capacidad de infiltración, la tasa de infiltración sería igual a la capacidad de infiltración y se producirá una acumulación de agua en la superficie que daría lugar a la escorrentía superficial. La capacidad de infiltración se define como el nivel máximo de agua que un suelo puede absorber dependiendo de sus propiedades físicas y del estado de humedad antecedente a la precipitación. Se mide por la altura de agua que se infiltra, expresada en mm/hora. En la década de los años treinta, los trabajos de Horton en infiltración dominan el pensamiento hidrológico ya que conociendo la precipitación y la capacidad de infiltración de un suelo en un momento dado se puede determinar la escorrentía superficial.

Factores que afectan a la capacidad de infiltración: El agua, para infiltrarse, debe

penetrar a través de la superficie del terreno y circular a través de él. Se puede considerar dos grupos de factores que influyen en el proceso: Características del terreno o medio permeable y Características del fluido que se infiltra.

Características del terreno o medio permeable: Dentro de este apartado nos encontraríamos con dos grupos: las propiedades del suelo y las condiciones del suelo. Propiedades del suelo: Entre las propiedades del suelo que afectan a la infiltración encontraríamos la textura (las texturas más gruesas normalmente permiten una mayor infiltración), el tipo de arcilla, la estructura del suelo (formación de agregados) y el contenido de materia orgánica. El suelo se estructura en diferentes horizontes o capas, de manera que la capa superficial u horizonte A presenta un contenido en materia orgánica superior al de los horizontes subyacentes. Este horizonte posee propiedades asociadas al manejo del suelo, como son la labranza, el tipo de vegetación o cultivo y la rotación. Los horizontes subyacentes poseen un menor contenido de materia orgánica.

Condiciones del suelo: Además de un conocimiento general del tipo de suelo, en muchas ocasiones también se requiere un conocimiento más específico de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre estas propiedades se encuentran las siguientes: - Compactación: el proceso de compactación incrementa la densidad y reduce el tamaño de poro del suelo, de manera que disminuye la cantidad de agua que circula a través de éste. La compactación mecánica viene dada especialmente cuando se trabaja con maquinaria pesada sobre suelo mojado. Sin embargo, a escala mundial el exceso de pastoreo es la principal causa de compactación del suelo. - Estructura del suelo: las partículas del suelo tienden a unirse en estructuras mayores llamadas agregados, creándose entre agregados espacios mayores y favoreciendo en mayor medida la infiltración. Estos agregados pueden disgregarse o romperse por efecto de la compactación. - Materia orgánica: El papel que juega la materia orgánica en el proceso de infiltración es remarcable por varias razones. Ésta favorece la absorción de humedad y la creación de espacios mayores por los cuales el agua circula con mayor facilidad. Además, la materia orgánica puede ser transformada por las bacterias en polisacáridos, los cuales actúan de unión entre partículas. Por último, un contenido adecuado de materia orgánica favorece la creación de hábitats saludables para la flora y fauna. - Condiciones de humedad antecedentes: la velocidad de infiltración disminuye a medida que el contenido de agua en el suelo aumenta. Algunos tipos de arcilla se hinchan durante la humectación y se deshinchán cuando pierden agua. La hinchazón inhibe la infiltración, mientras que la contracción de las arcillas puede provocar agrietamiento del terreno e incrementar el flujo a través de los macroporos.

Fauna del suelo: la fauna presente en el suelo, por lo general, tiene efectos beneficiosos en la conductividad hidráulica del suelo, ya que incrementa la porosidad y permeabilidad; mejora la estructura del suelo y aumenta su fertilidad. Se considera fauna del suelo desde los insectos, los topos, hasta las marmotas. Sin embargo, los más comunes e importantes son las lombrices. La fauna puede verse reducida por un exceso de pastoreo o por un uso abusivo de los pesticidas. - Viscosidad del agua: la viscosidad puede afectar a la infiltración, ya que a mayor temperatura del agua mayor será su viscosidad y, por tanto, menor su capacidad de infiltración. - Calidad del agua: las partículas en suspensión pueden bloquear los poros del suelo y restringir la infiltración. Además de las partículas en suspensión, el contenido en sal (NaCl) puede colapsar la estructura del suelo y, consecuentemente, reducir la infiltración. - Urbanización: un aumento de la superficie urbanizada conlleva a una disminución de la infiltración del agua de lluvia debido a la impermeabilización del terreno.

Características del fluido (agua) que se infiltra: Movimiento del agua en el terreno y conductividad hidráulica. La forma en la que el agua fluye a través del terreno depende del tipo de suelo y de su estado de humedad. En suelos arenosos secos, la lluvia se infiltrará verticalmente hasta ir llenando todos los poros; sin embargo, si el suelo está saturado, el flujo de agua será horizontal. Si consideramos, en un terreno no saturado, exclusivamente el flujo vertical (eje z), el flujo de agua estará condicionado por la gravedad, de manera que podemos calcular la infiltración mediante la ecuación de Darcy.

Darcy observó que el caudal que atravesaba el permeámetro era linealmente proporcional a la sección y al gradiente hidráulico. La permeabilidad o conductividad hidráulica es constante y característica de cada tipo de arena. Aunque el término original era el de permeabilidad, recientemente en la literatura se ha adoptado el término de conductividad hidráulica. Finalmente, la conductividad hidráulica puede ser definida como “una medida de velocidad a la cual un material geológico transmite agua bajo un determinado gradiente hidráulico”. Cabe aclarar que en el sitio de estudio, el nivel de napa freática siempre se encuentra por debajo de los 2 metros medidos desde la superficie, y en épocas de sequía mucho más abajo.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y BALANCE HÍDRICO

De todas las clasificaciones climáticas existentes la de Thornthwaite (1948) tiene la ventaja de independizarse de índices derivados de la fisionomía vegetal y de usar datos climáticos para expresar el valor relativo de la precipitación (Burgos y Vidal, 1950). Este autor introduce el concepto de pérdida de agua por evapotranspiración potencial como saldo de la precipitación.

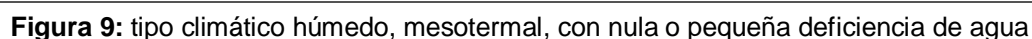
Para la caracterización climática se trabajó con datos de precipitación y temperatura

medias mensuales correspondientes al período 1971-2000 (actualización realizada por Vich, Antelo y Hurtado) para 81 estaciones de la región oriental de la República Argentina comprendida entre el meridiano de 65° de longitud oeste y el paralelo de 40° de latitud sur, pertenecientes al servicio Meteorológico Nacional y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

De las cuatro letras y subíndices que componen la clasificación de Thornthwaite las dos primeras (en mayúscula) se refieren al Índice hídrico y Eficiencia térmica. La primera se obtiene a través del balance hidrológico climático de Thornthwaite y se calcula mediante la siguiente expresión: $Ih = 100 * Exc - 60 * Def / ETP$, donde Ih es el índice hídrico, Exc es el exceso hídrico anual, Def es el déficit hídrico anual y ETP es la evapotranspiración potencial anual.

La Eficiencia térmica (regiones térmicas) se obtiene a partir de la evapotranspiración potencial anual (ETP). La tercera y la cuarta letra (en minúscula) corresponden a la Variación estacional de la eficiencia hídrica que tiene en cuenta la magnitud del Índice de aridez y el de humedad para los climas húmedos y secos respectivamente, y la Concentración estival de la eficiencia térmica que representa la relación entre la ETP durante los meses de verano (diciembre-enero-febrero) y la ETP anual expresada en porcentaje.

A partir de todos los datos utilizados, el tipo climático resultante es: Húmedo, Mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua y concentración estival de la eficiencia térmica inferior al 48 % (B1 B1 r a) – Actualización de la clasificación climática realizada por Burgos y Vidal (1950).



La franja litoral de la provincia se ve sometida periódicamente a un suceso meteorológico típico y con gran incidencia en distintas actividades: la sudestada. La intensificación de los vientos de ese cuadrante, fríos, provocan en general lluvias importantes en eventos de hasta 72 h de duración. En estos casos, los ríos que desembocan en el Plata, crecen por el doble efecto de avenida que provocan las lluvias y la elevación del nivel de base como consecuencia de los vientos.

El Balance Hídrico nivel suelo, para una capacidad de campo de 200 mm brinda, de acuerdo a Thornthwaite y Mather (1957) una Evapotranspiración real de 830 mm, con un exceso medio anual de 192 mm. Por lo tanto, el Balance Hidrológico se resuelve con la siguiente ecuación:

Donde:

P= Precipitación

Evtr= Evapotranspiración real

I= Infiltración

Ess= Escurrimiento superficial.

Para esta cuenca, el valor medio del escurrimiento superficial a través de ríos y arroyos representa el 8 % de la precipitación, o sea 84 mm.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T° MEDIA (°C)	24,2	22,9	20,6	16,7	13	10,2	9,75	11,4	13,3	16,8	19,7	22,2	16
ÍNDICE CALÓRICO	10,8	9,95	8,28	6,1	4,2	2,77	2,6	3,44	4,25	6,1	7,85	9,42	76
EVAPOT. S/A	3,2	3,5	3,3	2	1,3	0,08	0,8	1,1	1,3	2	2,7	3,3	
FACT.CORR	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30	33,9	35,1	37,5	
EVAPOT. POT (mm)	140	109	105	56	35	20	21	31	39	68	95	123	842
PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	106	133	132	82,2	70,7	41,8	48,9	56,8	62,6	115	109	89,4	1047
PRECIP. - EVTP (mm)	-40	1	17	26	49	21	21	17	24	56	24	-36	
P.POT AGUA	-54	-76										-36	
ALMACENAJE	136	137	154	180	200	200	200	200	200	200	200	167	
VARIACION ALMACENAJE	-31	1	17	26	20	0	0	0	0	0	0	-33	
EVT. REAL	131	109	105	56	35	20	21	31	39	68	95	120	830
DÉFICIT	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
EXCESO	0	0	0	0	29	21	21	17	24	56	24	0	192

Tabla 2: parámetros que interfieren en el balance hídrico, región de C. Vidal – Mar Chiquita

Entonces, restando este valor al exceso modular de 192 mm se tiene anualmente se infiltran 133 mm. Los valores expresados en mm de altura de lámina de agua, multiplicados por la superficie de la cuenca, o la superficie del área de estudio, nos dan los volúmenes de agua involucrados.

El Balance, expresado numéricamente es:

$$\text{Precip.} = \text{Evtp} + \text{Infiltración} + \text{Escurrimiento}$$

$$1047 \text{ mm} = 830 \text{ mm} + 133 \text{ mm} + 84 \text{ mm}$$

Estos valores indican que el 80 % de las aguas que ingresan por precipitación, abandonan esta cuenca por la acción combinada de la evaporación y la transpiración de las plantas, denominado Evapotranspiración.

Características del suelo

Como las aguas van a terminar infiltrándose en el suelo, antes de decidir la construcción del sistema de tratamiento secundario debemos tener en cuenta dos condiciones básicas para comprobar si el suelo es adecuado.

- Profundidad de la napa freática: La zona cuenta con potencial para el desarrollo más aún si tenemos en cuenta que la napa freática se encuentra como mínimo a 2 mts de profundidad medidos desde el nivel del terreno natural, en períodos de excedentes hídricos, generando las condiciones necesarias para este tipo de proyectos. -

- Capacidad de infiltración del agua en el suelo. La capacidad de infiltración de la zona en estudio, permite que el agua pueda infiltrarse y pueda penetrar a través de la superficie del terreno. Se puede considerar dos grupos de factores que influyen en el proceso las características del terreno o medio permeable y las características del fluido que se infiltra.

En este caso las propiedades que presenta el suelo y las condiciones del suelo afectan favorablemente a la infiltración ya que encontraríamos que la textura, la estructura del suelo (formación de agregados) y el contenido de materia orgánica favorecen este proceso. El suelo se estructura en diferentes capas, de manera que la capa superficial presenta un contenido en materia orgánica superior al de las capas subyacentes compuesto de la siguiente manera:

De 0 a 18 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco; bloques subangulares medios moderados; duro; friable; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite inferior claro y suave.

De 18-39 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) en seco; franco; bloques subangulares medios moderados a finos débiles y granular simple; duro; friable; no plástico; ligeramente adhesivo; raíces comunes; límite inferior abrupto y suave.

De 39-62 cm; pardo (7,5YR 5/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (7,5YR 4/2) en seco; arcilloso; prismas regulares compuestos, medios gruesos a finos; muy duro; firme; plástico; adhesivo; barnices húmicos- arcillosos abundantes; concreciones de hierro-manganeso escasas; raíces escasas; límite inferior claro y suave.

En base a datos analíticos de laboratorio INTA y con las características mencionadas del suelo para la zona de Mar Chiquita se determina:

Horizontes	Ap	E	Btn	Btkn	BCckn	C
Profundidad (cm)	5-15	19-35	42-60	65-75	90-100	125-135+
Mat. orgánica (%)	5,03	0,82	0,53	-	-	-
Carbono total (%)	2,92	0,48	0,31	-	-	-
Nitrógeno (%)	0,247	0,059	0,048	-	-	-
Relación C/N	12	8	7	-	-	-
Arcilla <2 μ (%)	25,8	21,9	42,7	27,3	20,5	19,4
Limo 2-20 μ (%)	23,9	21,2	13,9	20,7	14,6	15,8
Limo 2-50 μ (%)	45,6	44,6	34,6	41,9	38,7	40,2
AMF 50-75 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AMF 75-100 μ (%)	27,2	32,2	21,5	27,5	38,5	38,2
AMF 50-100 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AF 100-250 μ (%)	1,4	1,3	1,2	1,8	2,3	2,2
AM 250-500 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AG 500-1000 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AMG 1-2 mm (%)	-	-	-	-	-	-
Calcáreo (%)	-	-	0,01	1,5	0,02	0,01
Eq.humedad (%)	28,4	19,6	44,1	32,9	21,3	21,3
Re. pasta Ohms	3764	9012	1537	948	1325	1670
Cond. mmhos/cm	-	-	3,65	-	-	-
pH en pasta	5,6	6,8	7,2	8,1	8,5	8,4
pH H ₂ O 1:2,5	5,8	7,5	8,4	9,2	9,5	9,6
pH KCL 1:2,5	-	-	3,65	-	-	-
Cationes de cambio						
Ca++ m.eq./100gr	10,2	5,5	-	-	-	-
Mg++ m.eq./100gr	1,7	3,4	-	-	-	-
Na+ m.eq./100gr	0,4	1,1	7,5	10,1	6,7	5,1
K+ m.eq./100gr	2,0	1,0	2,5	2,3	1,7	1,6
H+ m.eq./100gr	7,6	3,1	-	-	-	-
Na (% de T)	2,2	10,0	24,2	36,0	38,0	31,5
Suma de Bases	14,3	11,0	-	-	-	-
CIC m.eq./100gr	17,7	10,9	30,8	28,0	17,5	16,0
Sat. con bases (%)	81	100	-	-	-	-

Tabla 3: Datos Analíticos de Laboratorio para zona Mar Chiquita - Fuente INTA

Arcilla <2 μ (%): 21,9

AMF 75-100 μ (%): 32,2

Dando como resultado una conductividad hidráulica de 0,79 cm/hr.

Las capas subyacentes poseen un menor contenido de materia orgánica. El suelo presenta además una baja compactación mecánica, que viene dada especialmente cuando se trabaja con maquinaria pesada sobre suelo mojado. La materia orgánica en el proceso de infiltración favorece la absorción de humedad y la creación de espacios mayores por los cuales el agua circula con mayor facilidad. Además tal como se mencionó anteriormente la materia orgánica puede ser transformada por las bacterias en polisacáridos, los cuales actúan de unión entre partículas.

Características del fluido (agua) que se infiltra se puede considerar un flujo vertical

dado que nos encontramos en un terreno no saturado. El flujo vertical (eje z) de agua estará condicionado por la gravedad tal como se mencionó en el apartado de infiltración, de manera que podemos calcular la infiltración mediante la ecuación de Darcy.

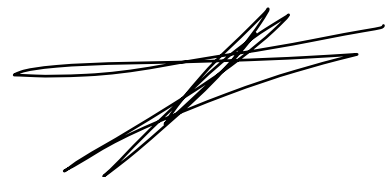
CONCLUSIONES Y ANEXOS

En el Parque Industrial existen un total de 4 pozos absorbentes, con sus respectivas cámaras sépticas. La distancia entre cada uno de ellos y los pozos de explotación supera los 15 metros, favoreciendo así la no contaminación subterránea.

Los caudales, a su vez, son menores a lo que indica la Prefactibilidad (30 m³/día), posicionándonos desde el lado de la seguridad.

Como se indicó, en el Predio no se cuenta con efluentes líquidos industriales.

Como anexo, se adjuntan la memoria técnica hidráulica, que contiene análisis hidrológico y de las conducciones del Parque Industrial, sumado a los planos correspondientes a vuelco cloacal y aptitud hídrica.



ING ROSSI, MARTÍN
MP 56612