

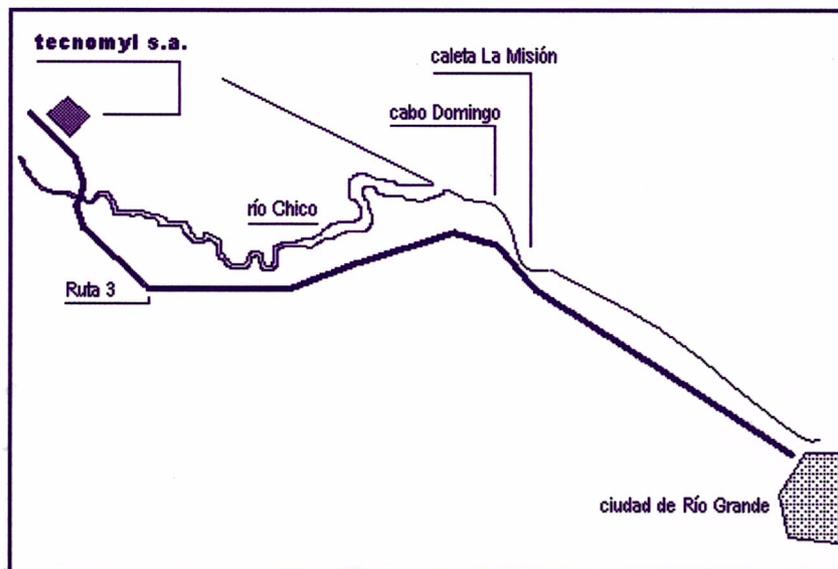
## Estudio hidrogeológico del predio de la planta de TECNOMYL S.A. en el paraje Estancia La Violeta, departamento Río Grande, provincia de Tierra del Fuego

Junio de 2007

### 1 – Introducción

La planta (en construcción) de la firma TECNOMYL S.A. se halla en el kilómetro 2798 de la Ruta Nacional 3, en cercanías de la Estancia La Violeta. Este paraje se halla una veintena de kilómetros al norte de la ciudad de Río Grande, cabecera del departamento del mismo nombre.

El terreno de la firma cubre una superficie de 20 hectáreas. El predio se encuentra a 1 kilómetro del río Chico y a 2,5 km de la costa del mar.



La planta está destinada a la producción de fitosanitarios y requerirá de la provisión de un caudal diario de 100 m<sup>3</sup> de agua. Se estima que el 60% de ese volumen será demandado el proceso de producción y el restante 40% será destinado a usos sanitarios y de limpieza. La casi totalidad del líquido de producción sale de la planta como parte del producto, mientras que el resto es reprocesado y reciclado en la misma planta. El agua afuente de usos sanitarios será procesada y dispersada en las capas de suelo en los alrededores de la planta por medio de aspersores de riego.

Se proyectan dos captaciones diferentes para abastecer la planta con agua subterránea. La primera es un pozo perforado y la segunda es una captación por un pozo excavado con drenes horizontales.

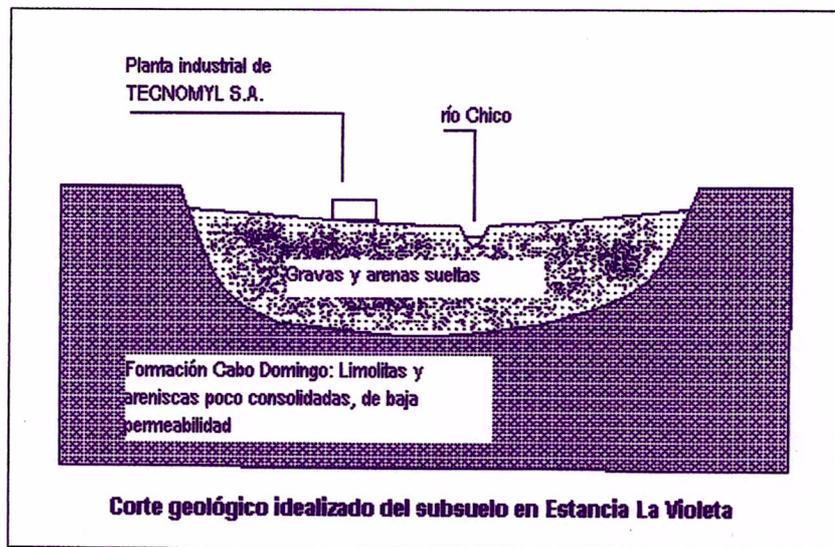
*de la Vega*

## 2 – Ambiente geológico.

El sitio se halla en una zona de relleno con depósitos litorales (costa de acreción), caracterizada por la acumulación de arenas gruesas, gravas de playa, con guijarros y cantos rodados.

El material se presenta muy suelto, con pobre selección y bien gradado en los tamaños de grano. Es un material clástico de playa, de origen reciente, en el que predominan los colores grises y oscuros. Es de composición mineralógica compleja, con abundantes clastos líticos.

Este material fue transportado por la dinámica de costas de esta región de Tierra del Fuego, con un movimiento o desplazamiento de noroeste a sudoeste. Los rodados y gravas se depositaron en una bahía excavada en la desembocadura del río Chico y la fueron rellenando por acumulación de cordones de playa, hasta alcanzar la forma actual.



El espesor de estos depósitos se estima superior a los 10 metros, bajo el nivel del terreno actual.

Dadas las características de elevada porosidad y permeabilidad de estos sedimentos, la infiltración de agua no encuentra obstáculos ni restricciones.

Las gravas y arenas gruesas que forman el subsuelo se encuentran probablemente contenidas en una concavidad excavada en rocas sedimentarias de poca consolidación de edad Terciaria, como las que afloran en el promontorio del cabo Domingo. En un estudio regional de los investigadores N. Malumián y J. Codignotto, (Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1983) los autores denominan como formación Cabo Domingo a estas capas sedimentarias. Estas capas sedimentarias tienen pobre permeabilidad y constituyen el piso del acuífero

## 2 – Ambiente hidrológico

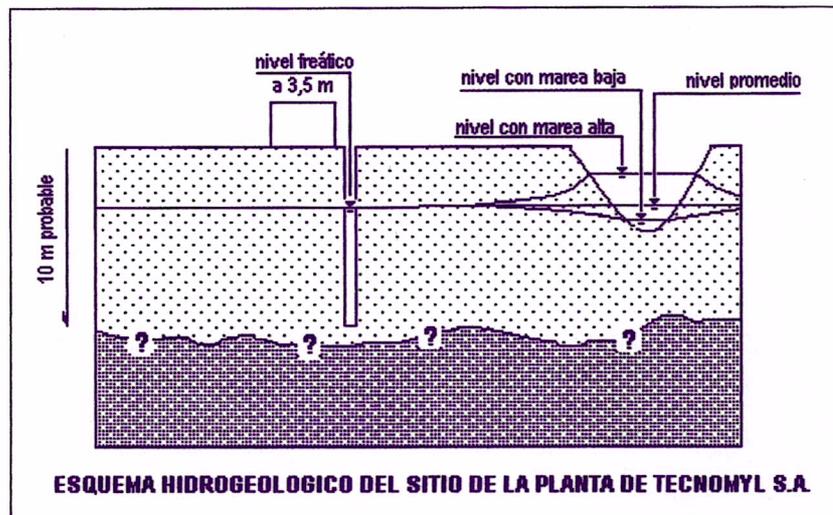
El terreno de la planta se halla en la cuenca inferior del río Chico. Este curso de agua tiene un caudal promedio de 4 m<sup>3</sup>/seg, según las mediciones disponibles en la Dirección de Recursos Hídricos y se encuentra en continuidad hidráulica con el acuífero freático, contenido en los depósitos de gravas y arenas que forman el subsuelo, cercano a la superficie.

El río en este tramo es afectado por el régimen de mareas, que induce una marcada variación de nivel en el nivel de agua del mismo. Es probable que en definitiva, los cambios de nivel favorezcan la condición de curso influente, con una recarga concreta hacia el acuífero freático, por infiltración en el subálveo.

La precipitación pluvial y nival agregan una recarga por infiltración directa, dada la elevada permeabilidad de las gravas y arenas en superficie.

## 3 – Marco hidrogeológico

El esquema probable en el subsuelo es la presencia de un acuífero libre o freático contenido en las gravas y arenas gruesas que rellenan el antiguo valle excavado en las capas terciarias (limonitas y areniscas de la formación Cabo Domingo).



Se estima que el espesor de las gravas y arenas es de 10 metros aproximadamente, de acuerdo con antecedentes en sitios similares. Este dato deberá ser corroborado con un sondeo de investigación.

El agua contenida en el acuífero freático es de muy baja salinidad. Es apta para todo uso industrial y sanitario.

La cercanía relativa con la línea de costa genera un riesgo de salinización por intrusión de agua de mar, favorecida en caso de producirse sobrebombeo.

#### 4 – Captaciones proyectadas

En el sitio de la planta se proyecta la construcción de dos tipos diferentes de agua subterránea:

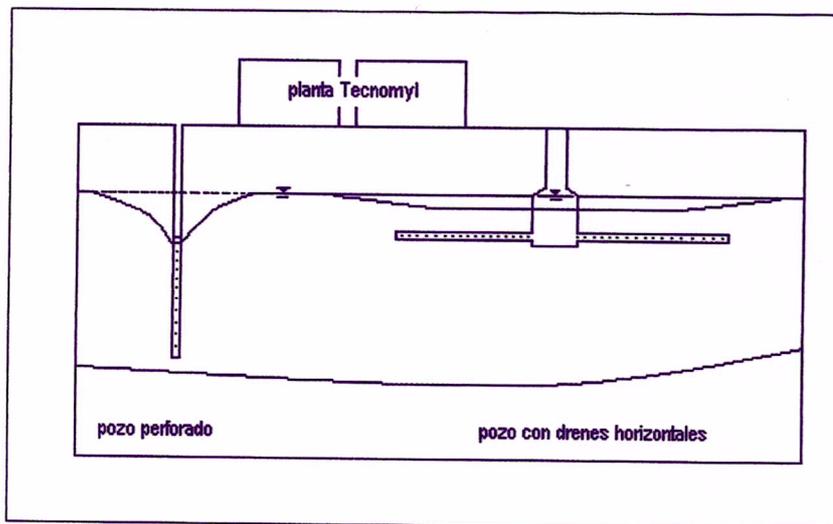
A – Pozo perforado convencional.

B – Pozo excavado con drenes laterales.

Ambas obras toman agua del mismo acuífero freático, y presentan ventajas y dificultades particulares, cada una de ellas.

El pozo perforado requiere de equipos especiales (perforador) por las condiciones de los sedimentos gruesos a muy gruesos que deben ser atravesados. Para el diseño definitivo es necesario realizar un pozo de estudio. También se deben emplear materiales especiales como caños filtros y bombas especiales (electrobombas sumergibles). El pozo capta agua de toda la capa permeable. El bombeo genera un cono de depresión que puede inducir con el tiempo un proceso de salinización ascendente (del agua contenida en capas inferiores, o bien, por ingreso de agua de mar).

El pozo excavado se puede construir con equipos pesados, del tipo de retroexcavadoras. Los materiales de construcción deben ser previamente armados y una vez abierta la excavación cuidadosamente instalados en la misma. El pozo capta agua de la parte superior del acuífero freático, al estar a menor profundidad: el riesgo de salinización es remoto. Puede operarse con electrobombas sumergibles o bien con bombas aspirantes desde superficie.



A continuación, se detallan los parámetros constructivos y recomendaciones especiales de ambos tipos de captación.



## 5 – Pozo perforado

El pozo se proyecta con una profundidad igual o mayor a 12 metros, que deberá ser confirmada previamente con un pozo de estudio a fin de determinar la real profundidad del piso de las gravas aluvionales.

### 5.1. – Perforación de estudio

Se deberá perforar con un equipo de rotación con inyección directa, con un trépano de diámetro menor ( 3” ). Se registrará el avance del trépano cada metro hasta detectar los cambios en las muestras. Es muy probable que la presencia de gruesos rodados, duros y compactos produzcan un avance relativamente lento.

Las muestras serán almacenadas en una caja especial, para su descripción.

Se espera como probable profundidad de contacto con las sedimentitas terciarias a poco más de 10 metros.

Una vez conocido el perfil geológico del sitio, se replanteará el perfil constructivo del pozo.

Queda el riesgo de encontrar el piso del acuífero a menor profundidad con lo que el rendimiento potencial del pozo sería menor.

### 5.2. – Perforación del pozo principal

La perforación del pozo principal se realizará con un trépano de diámetro suficiente como para abrir una perforación de 200 mm . Se recomienda el empleo de lodos orgánicos de tipo de goma guar, (Regress o Revert) pero el operador puede emplear bentonita de uso petrolero, de acuerdo con su práctica.

Una vez alcanzado el fondo proyectado se colocarán las cañerías en el interior del pozo, según el diseño indicado.

Se recomienda el empleo de soldadura eléctrica, con previo calentamiento de las partes con soplete para evitar la generación de fisuras transversales. Asimismo, se recomienda dejar enfriar antes de introducir en el pozo el tramo soldado.

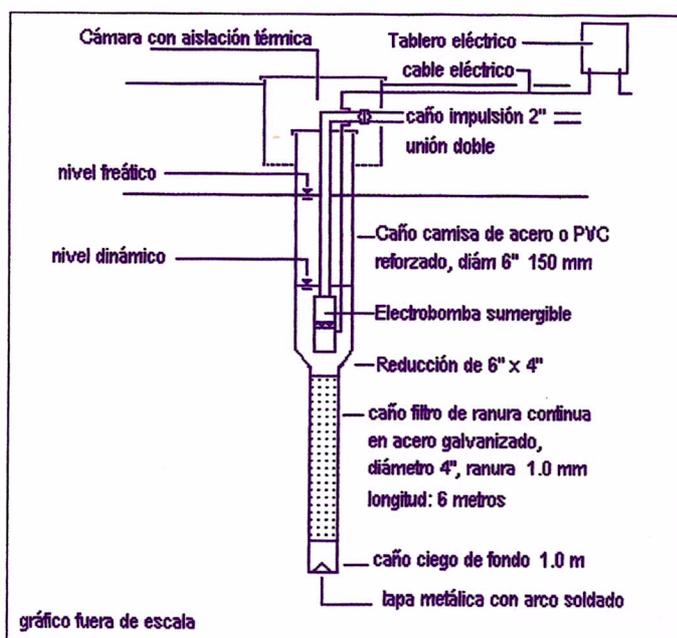
Debido a la escasa longitud del pozo, pocas soldaduras serán necesarias.

Una vez en su sitio, se asegurará la verticalidad del pozo evitando que se apoye el caño filtro en el fondo.

Se bombeará con una bomba de superficie o con un compresor para comenzar a producir el asentamiento de las partículas de grava contra el filtro de ranura continua y la consiguiente limpieza del pozo. Es probable que se produzca un importante ingreso de arena dentro del pozo, mientras se va desarrollando el acuífero en las proximidades de la zona filtrante.

Este proceso puede insumir varias horas de bombeo interrumpido. Se recomienda el empleo de sistema de lavado por jet de los filtros con la misma bomba del equipo de perforación.

Durante todas estas maniobras se realizará un control permanente de los materiales extraídos (arenas). Recién cuando se compruebe que el ingreso de arena es mínimo, se colocará la electrobomba sumergible.



Con la electrobomba instalada, se procederá a bombear el pozo a caudales crecientes, controlando la variación de los niveles dinámicos.

Una vez estabilizado el nivel dinámico a un caudal determinado como el óptimo, puede realizarse un ensayo de bombeo expeditivo, con medición de los niveles de recuperación al cesar el bombeo.

### 5.3. – Terminación del pozo

Terminadas las tareas constructivas y determinadas las condiciones de operación del pozo, se excavará en su derredor hasta una profundidad de 1.20 m, por debajo del nivel de terreno, y de la profundidad de congelamiento de suelo.

La cámara se construirá con paredes laterales y tapa removible, con material de aislamiento térmico y todas las medidas necesarias para impedir el congelamiento del agua en la cañería.

El fondo de la cámara se dejará sin revestir ni impermeabilizar, con el fin de impedir una eventual acumulación de agua y entrada en el pozo. Esta medida preventiva evitará la contaminación accidental del pozo.



El caño camisa del pozo será cortado a una altura mayor a 0.30 m del fondo del pozo y se colocará una tapa de acero con virola o pestaña hacia la parte inferior. En el centro, se corta un orificio para permitir el paso del caño de la bomba que en este caso sería de 2" nominales.

Se colocará en la salida del caño de impulsión de la bomba, luego del codo de 2", una válvula esclusa, una "T" con un grifo simple para muestreo (optativo, porque la muestra de agua puede extraerse de otro punto del circuito, antes de la subida al tanque reservorio) y una conexión del tipo de unión doble, para poder retirar la bomba ante un eventual cambio o reparación.

#### 5.4. - Cuadro eléctrico

La bomba sumergible puede ser activada automáticamente desde sensores de nivel en el tanque reservorio o por medio de presóstatos.

La electrobomba tendrá una potencia no mayor de 5 HP, por lo que se colocará el tablero de arranque y protección, a impedancia variable, según lo provea el fabricante de la bomba o construido "ad hoc" siguiendo las recomendaciones del fabricante del motor de la bomba.

#### 5.5. – Medidas preventivas

Antes de poner en servicio el pozo se procederá a su desinfección por medio de una inyección de solución clorógena (hipoclorito) introducida por medio de una cañería plástica hasta el fondo de la perforación.

Es preferible que la inyección sea diluída, evitando fuertes concentraciones. Se diluye 40 mililitros de solución de hipoclorito concentrado (de concentración 100g de Cloro por litro) en 200 litros.

Se puede realizar antes de instalar la bomba y dejar que el cloro desprenda solo y se disipe en la atmósfera o bien, con la bomba instalada, bombear el pozo, vertiendo al exterior hasta dejar de percibir el olor a cloro.

Las tapas de la cámara y del pozo deben permanecer cerradas todo el tiempo salvo cuando alguna operación requiera su apertura.

#### 5.6. – Bomba de repuesto

Para evitar un inconveniente prolongado de falta de agua, se recomienda contar con una bomba de repuesto, cable sumergible, material de conexión (aislante termocontraíble y/o cinta de caucho autovulcanizante) y los elementos del tablero que puedan tener algún desperfecto (contactores). Una alternativa es contar con un motor de repuesto, para un eventual reemplazo del mismo.



### 5.7. – Caudalímetro

De acuerdo con las normativas locales, será necesario instalar un caudalímetro totalizador en algún punto del circuito de impulsión de agua. En el mismo sitio se puede colocar un grifo de muestreo y una llave esclusa.

### 5.8. – Materiales de construcción del pozo

. Caño camisa de diámetro 6" nominales, de acero o PVC reforzado tipo AMANCO 150 mm. Se empleará un solo tramo de 6 metros.

. Reducción de 6" a 4". Si no se consigue en el comercio se deberá construir especialmente.

. Caño filtro de ranura continua, tipo Johnson, de diámetro 4" nominales, con abertura de ranura de 1.0 mm, con una longitud de 6 metros, en dos tramos de 3 metros, con juntas con anillos de soldadura.

. Caño ciego de fondo, en acero galvanizado con tapa metálica de fondo con un arco enganche en hierro de construcción, soldado en lado interior para una eventual maniobra de izamiento. El caño tendrá una longitud entre 0,50 m y 1,0 m de acuerdo con la profundidad final del pozo.

. Electrobomba sumergible: se colocará una electrobomba, con diámetro suficiente menor a 110 mm, por encima de los filtros. Se preferirá una bomba con rotores y estatores preparados para soportar la presencia de materiales abrasivos (bronce o acero), descartándose los equipos con material policarbonato otro material sintético. El motor deberá ser de 3 HP a 5 HP de potencia para asegura un caudal superior a 10 m<sup>3</sup>/hora.

### 5.8. – Producción

Se espera que el caudal de producción de un pozo de estas características supere largamente los 10 m<sup>3</sup>/hora, porque se espera un caudal específico elevado, por el tipo de material encontrado.

La producción requerida puede ser suplida entonces colocando una bomba de superiores características con un motor de mayor potencia, lo cual es posible gracias al diámetro de 150 mm del encamisado.

La producción diaria será de 100 m<sup>3</sup>/hora y se estima un consumo mensual de 2200 m<sup>3</sup>.

## 6 – Pozo excavado con drenes laterales

### 6.1. – Introducción

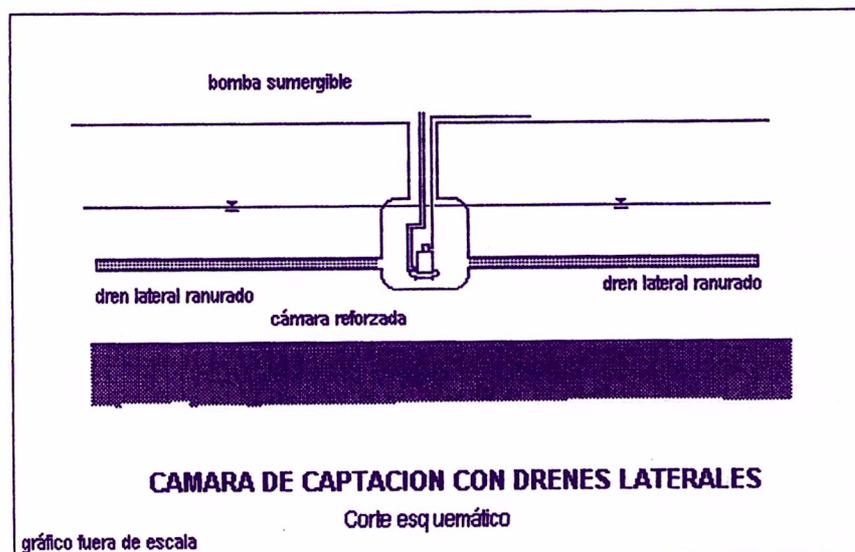
La construcción de este tipo de captaciones no convencionales es posible en condiciones como las que se encuentran en la zona de estudio:

- . Acuífero de alta permeabilidad, compuesto por gravas y arenas gruesas.
- . Nivel estático cercano a la superficie, a menos de 3.50 m desde el nivel del terreno.

En estos casos es posible el empleo de equipos de movimiento de suelos, como retroexcavadoras, así como también emplear elementos sencillos para la construcción.

### 6.2. – Diseño del pozo cavado

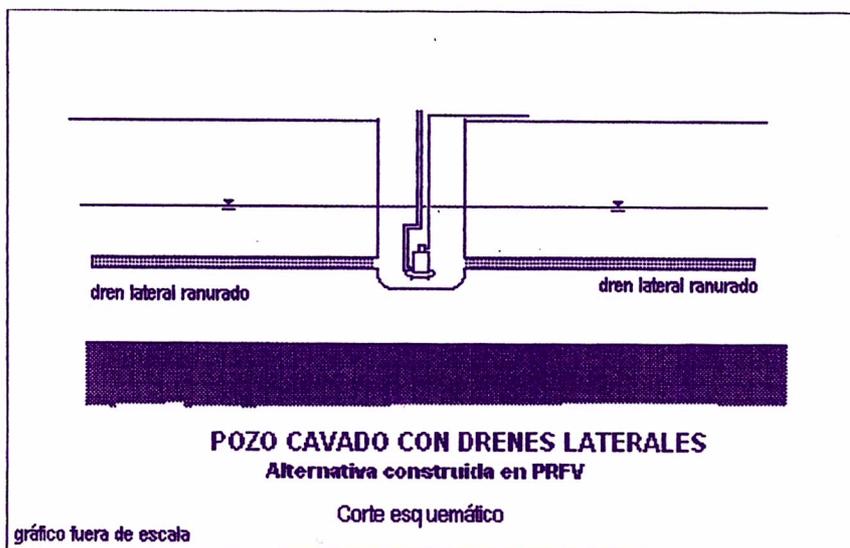
El pozo es un sistema que se compone de una cámara central con dos drenes laterales y un tubo de acceso. Todos estos elementos pueden ser de materiales sintéticos, facilitando el armado y la instalación en el pozo.



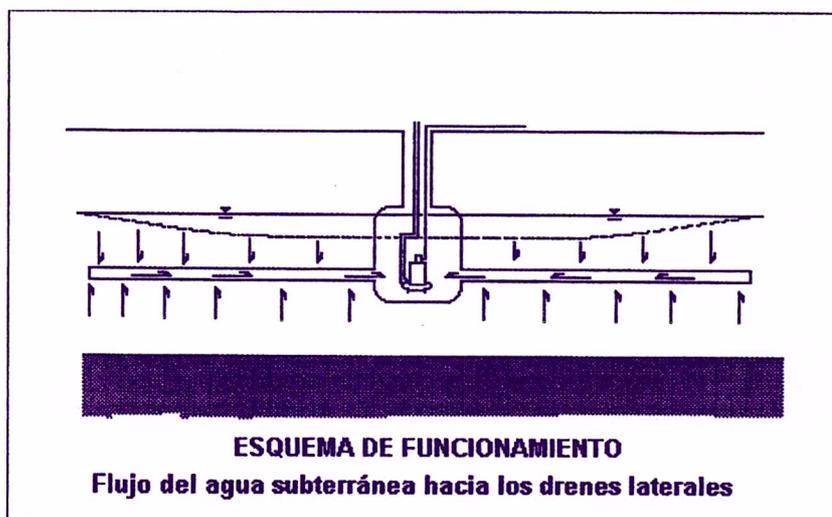
La cámara central puede ser un tanque de pvc de tipo rotado, a la que deberá reforzar con capas de PRFV para darle una mayor resistencia al colapso por la presión litostática exterior.

La presión litostática es la ejercida sobre las paredes de la cámara por la columna de materiales de grava y arena suprayacente. Esta presión puede ser de más de 6 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de más de 4 metros por debajo del nivel del terreno. La presencia de materiales sueltos y en medio saturado activa la fluxión y el efecto puede ser negativo al producir el colapso de la cámara.

Una alternativa es el reemplazo de la cámara por un caño de PRFV cilíndrico, de diámetro cercano a 1.00 m. La profundidad será la misma con la colocación de los drenes a 5.00 m bajo el nivel del terreno.



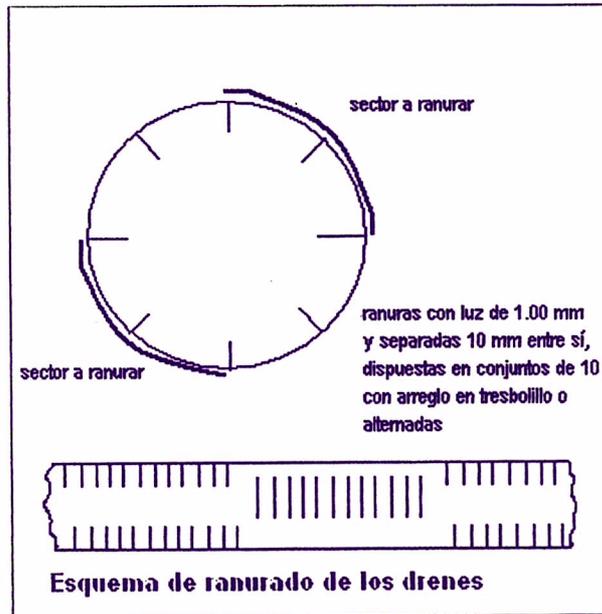
En ambos casos el funcionamiento de la captación es el mismo dado que el ingreso de agua se produce por los drenes laterales.



Este sistema crea una extensa superficie de drenaje efectiva de 4.7 m<sup>2</sup> que se obtiene de calcular la superficie total de ambos drenes de 10 metros cada uno y 75 mm de diámetro.

Los drenes están contruídos con caño flexible de PVC (tipo gas), con una pared de 6 mm y 75 mm de diámetro. Estos caños serán ranurados con sierra o disco con una

abertura de luz de 1.00 mm, por secciones de 10 ranuras iguales dispuestas en forma alternada

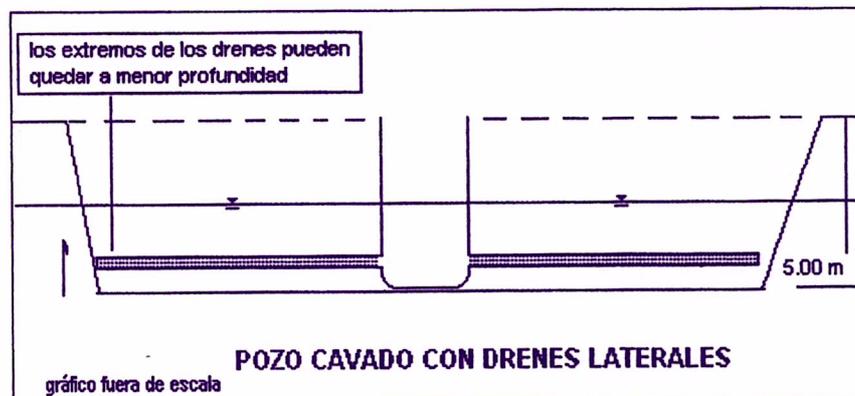


### 6.3. – Excavación e instalación

La instalación de los sistemas de captación con drenes laterales, requiere de la excavación del sector donde se instala la cámara central y las zanjas laterales para la colocación de los drenes.

El ideal será la instalación del fondo a una profundidad de 1.50 m por debajo del nivel freático, aunque esa profundidad puede ser menor hacia los extremos de los drenes laterales.

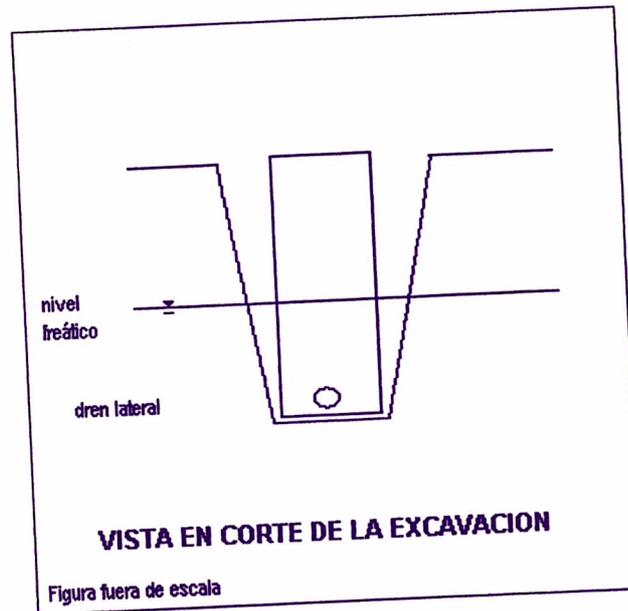
Esta pendiente hacia la cámara central permite que el flujo de agua arrastre los materiales finos hacia la cámara.



Julio A. de la Vega, geólogo consultor



Los extremos internos de los drenes deben ser instalados conectados previamente a la cámara central y luego depositados en el fondo de la excavación.



El relleno de los espacios huecos deberá ser efectuado con sumo cuidado, colocando grava fina y limpia sobre los drenes hasta cubrir el nivel freático, una vez superado el nivel saturado, se rellena con material sin seleccionar.

#### 6.4. – Bombeo

Es probable que se pueda extraer un elevado caudal de este tipo de captación pero limitándose a los caudales de consumo, el impacto en el acuífero será imperceptible.

*Julio A. de la Vega*  
Julio Argentino de la Vega  
Geólogo consultor  
Matrícula Profesional n° 1022  
Consejo Superior de Geología  
Jurisdicción nacional