



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Proyecto "TECNOLOGIA DE POST TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL PARA
OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA"



01 DE ABRIL AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

FRANCO CAMILA

Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco" -Año 2021

Proyecto: "TECNOLOGIA DE POST TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL PARA
OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA"

Práctica Profesional Supervisada

Índice

Resumen de la PPS	2
Cronograma de las actividades desarrolladas	3
Valoración de las actividades desarrolladas	4
Estudio del proceso de tratamiento.	4
Fundamento del proyecto	4
Tratamiento biológico de aguas residuales	4
Sistemas VSB	6
Filtros de roca.....	7
Relevamiento topográfico	7
Diagrama de flujos y planos	9
Diagrama de flujo	9
Unidades	10
Planos.....	12
Tramos de cañería	22
Listado de materiales	22
Bomba	22
Cuantificación del movimiento de suelos.....	24

Resumen de la PPS

La práctica profesional supervisada es en el marco del proyecto "*Tecnología de post tratamiento biológico de agua residual para optimizar la actividad productiva*" del cual es director el Ingeniero Marcelo Ambrosio. El mismo fue presentado en el llamado a la presentación de Proyectos Federales de Innovación productiva (PFIP) en el año 2017; promovido por el Consejo Federal de Ciencia y Técnica (COFECYT), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

El proyecto se basa en la construcción de un sistema de post-tratamiento por filtros biológicos a escala productiva, en Finca "Los Olivares", del Sr. Jorge Ranea, productor agrícola, ubicado PATEP de la ciudad de Puerto Madryn (Chacra 16), Chubut, Argentina, que lleva adelante un cultivo de seis hectáreas de olivos. El establecimiento tiene una producción estable, consumo de agua durante todo el año, suficiente para un proyecto escalable (1500 m³/mes) y factibilidad de vigilancia de las instalaciones. La selección de éste predio se justifica en la naturaleza innovadora del proyecto y la factibilidad de una rápida puesta en régimen. Se realizará el seguimiento analítico de la calidad del efluente, así como las variables operativas del sistema de post-tratamiento.

La construcción y puesta en marcha del postratamiento permitirá optimizar la actividad productiva, al mejorar la calidad del agua de reúso empleada en el riego de las plantaciones (nitrificación total, reducción de los sólidos suspendidos y su calidad bacteriológica), permitiendo un futuro desarrollo eco-turístico asociado ya que este sistema de post-tratamiento implementado, formará parte del circuito turístico demostrativo de la Finca "Los Olivares" del proceso de obtención de aceite de oliva.

Como otros entes intervinientes se tiene a La Municipalidad como promotora del uso de la tecnología propuesta para los productores de las áreas que usan el agua cloacal tratada. Para esto se prevé una colaboración intermunicipal entre la Subsecretaría de Producción (Secretaría de Hacienda) y la Secretaría de Ecología y Protección Ambiental. Por otro lado, el Ministerio de Ambiente y Control de desarrollo Sustentable y la Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación productiva como autoridades que dan el aval institucional del proyecto. Por último, las universidades de la ciudad (UNPSJB y la UTN) tienen en rol de elaboración de proyecto, supervisión, control operación, recolección y análisis de datos, además de dar participación de pasantes a dichas actividades de puesta en marcha y control.

Los objetivos del proyecto son:

- ✓ Desarrollar una tecnología de post-tratamiento biológico de agua residual urbana tratada, mediante la utilización de filtros biológicos, a fines de lograr el mejoramiento de la calidad del agua de riego posibilitando una fertirrigación de diferentes cultivos, como el cultivo de olivares. Se aplicará para el desarrollo del prototipo la tecnología de "Filtro biológico aireado anaerobio – aerobio", con recirculación.
- ✓ Desarrollar un prototipo de post-tratamiento de escala demostrativa de forma de obtener los niveles de tratamiento requeridos para las aplicaciones en cuanto a la nitrificación total de las distintas formas de nitrógeno a nitrato, reducción de sólidos suspendidos, carga orgánica y bacteriológica.
- ✓ Evaluar la eficiencia del sistema de pos tratamiento, controlando la calidad del agua del afluente y efluente, determinando la evolución de los parámetros de calidad del suelo,

las condiciones climáticas y el aporte de fertilizante requerido, relacionándolos con la producción de olivos obtenida por hectárea.

- ✓ Posibilitar la ampliación de actividades productivas
- ✓ Potenciar el desarrollo eco turístico del emprendimiento productivo, mostrando el sistema de pos tratamiento natural empleado para garantizar la calidad del agua de reúso empleada.
- ✓ Implementar actividades de promoción para la lograr una reducción en la demanda de agua potable de uso poblacional

Cronograma de las actividades desarrolladas

Previo a este título, se redactó una introducción acerca del proyecto en el que se realizó la práctica profesional supervisada a la cual se hará referencia en el presente informe. En este punto se abordarán los objetivos y actividades específicas realizadas en el marco de dicho proyecto.

1. Se realizará un estudio del proceso de tratamiento: Un marco teórico donde se desarrollará el funcionamiento de los filtros biológicos anaerobios-aerobios y cómo aplicarlos para obtener niveles de tratamiento requeridos en cuanto a la nitrificación total, reducción de sólidos suspendidos, carga orgánica y bacteriológica.
2. Se llevará a cabo un relevamiento topográfico del sitio de emplazamiento, colocación de estacas y nivelación; de tal forma de tener noción de los desniveles del terreno a la hora de hacer la excavación de los filtros y la implantación de los demás componentes del sistema.
3. Se elaborará un diagrama de flujo del sistema y una serie de planos como: Corte y planta del sistema, plano de localización, planos de detalle de cada una de las unidades (Tanque de alimentación filtro anaerobio, filtro anaerobio, cámara de alimentación filtro anaerobio y aerobio, filtro aerobio, tanque de agua tratada y recirculación, tanque de almacenamiento de agua tratada y estación de bombeo.
4. Verificación hidráulica diámetros cañerías (gravedad y bombeo)
5. Un listado de materiales (cañerías y accesorios)
6. Por último una evaluación del movimiento de suelo a realizar para cuantificar el material árido requerido para rellenar los filtros biológicos.

Valoración de las actividades desarrolladas

Estudio del proceso de tratamiento.

Fundamento del proyecto

La necesidad de post tratamiento de los efluentes de Lagunas Facultativas, se debe a que sus efluentes poseen niveles de DQO, nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+), SST y carga bacteriológica, que superan en algún caso los establecidos por la Normativa Provincial vigente en la Provincia del Chubut, para reúso o vertido en cuerpos receptores (Decreto N°1540/16 que reglamenta parcialmente la Ley XI N°35), y las recomendados Organización Mundial de la Salud para aguas de riego. El post tratamiento de las Lagunas Facultativas, se efectuó por medio de Lagunas de Maduración o Filtros de Roca, que de acuerdo a lo indicado por Mara, D.D, producen la reducción de la carga orgánica (SST 40% y DBO5 56%) y bacteriología (Coliformes Totales 80% y Escherichia Coli 70%), aunque no nitrificación, debido a su funcionamiento como tratamiento anaerobio. Este investigador planteó como alternativa la construcción de Filtros de Roca Aireados, en los que se mejoran los niveles de reducción de SST, DBO5, y NH_4^+ por nitrificación, lográndose relaciones de SST/DBO5/ NH_4^+ de $\leq 10/15/5$. En éste trabajo se estudió el post tratamiento mediante Filtros Biológicos Aireados, empleando como material de relleno arcilla expandida de diámetro 2 – 8 mm, con el objeto de desarrollar unidades compactas al incrementar la CHv y CHs. Sobre éste relleno se desarrolló una biopelícula bacteriana, que en sus reacciones metabólicas, bajo distintas condiciones ambientales (aeróbicas, anóxicas o anaerobias), reduce el valor de los parámetros de carga, al emplear la materia orgánica y otros componentes del agua residual tratada como sustrato.

Tratamiento biológico de aguas residuales

Todos los procesos biológicos que se emplean en el tratamiento de aguas residuales tienen su origen en procesos y fenómenos que se producen en la naturaleza. El proceso de tratamiento biológico consiste en el control del medio ambiente de los microorganismos de modo que se consigan condiciones de crecimiento óptimas. Las principales aplicaciones de estos procesos son: la eliminación de la materia orgánica carbonosa del agua residual, medida como DBO, COT o DQO; la nitrificación; la desnitrificación; la eliminación de fósforo; y la estabilización de fangos. Los principales procesos biológicos aplicados al tratamiento de agua residual se dividen procesos aerobios, procesos anóxicos y procesos anaerobios.

Procesos aerobios: Se basan en la capacidad de degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos utilizando el oxígeno como aceptor de electrones. Esto permite a las células conseguir rendimientos energéticos elevados que conlleva a la producción de fangos.

Filtro aerobio

El filtro aerobio consiste en un lecho formado por un medio filtrante al que se adhieren los microorganismos, y a través del cual percola el agua residual. El medio filtrante suele estar formado por piedras (su diámetro oscila entre 2,5 y 10 cm), o diferentes materiales plásticos de relleno. La profundidad del lecho varía en cada diseño entre 0,9 y 2,5 m, con una profundidad media de 1,8 m.

En un proceso biológico de este tipo, los microorganismos se adhieren a un medio soporte y crecen sobre él, formando la película que degrada la materia orgánica y sustancias contaminantes. Como los microorganismos no son arrastrados fuera del sistema por el líquido,

en estos reactores se alcanza no solo una alta concentración de microorganismos sino también elevadas edades de lodo. En la medida en que se adhiere la materia soluble, coloidal y suspendida sobre la biopelícula esta crece y al hacerlo aumenta su grosor ocasionando que la actividad propiamente aeróbica se limite solamente a una capa de 2 ó 3 mm de espesor por debajo de la superficie.

Procesos anóxicos: El proceso en el cual nitrógeno del nitrato es convertido biológicamente a nitrógeno gas en la ausencia de oxígeno

Proceso de nitrificación y desnitrificación

Tiene como objetivo la eliminación del nitrógeno que hay en un residuo. Se trata de un proceso microbiológico en el cual el amonio es oxidado por bacterias autótrofas en presencia de oxígeno y carbono inorgánico (nitrificación) y a continuación este nitrato es reducido por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular gas, en ausencia de oxígeno y presencia de carbono (Desnitrificación). El nitrógeno molecular es un gas inerte, componente mayoritario de la atmósfera.

- Desnitrificación: proceso que usa el nitrato como aceptor terminal de electrones en condiciones anóxicas (ausencia de oxígeno). La Desnitrificación heterótrofa puede ser con cultivo fijo que se lleva a cabo en un reactor en columna que contiene piedras o alguno de los diversos materiales sintéticos sobre los que crecen bacterias.
- Nitrificación: es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito seguido por la oxidación de esos nitritos en nitratos hecha por dos especies de bacterias. La nitrificación forma parte del proceso de mineralización que es la descomposición completa de materia orgánica con la liberación de compuestos nitrogenados disponibles para los vegetales completando ciclo del nitrógeno.

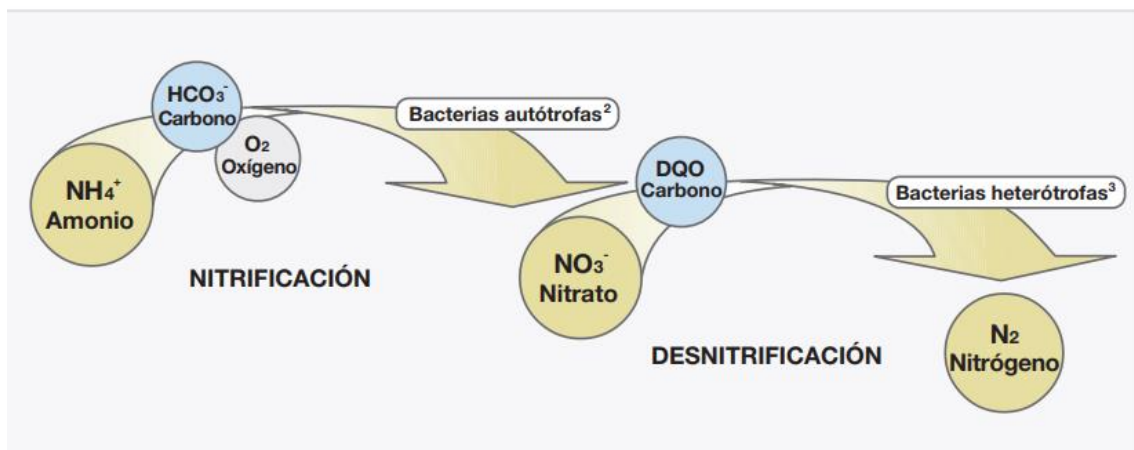


Imagen N°1-Esquema de nitrificación

Procesos anaerobios: Permiten la degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Esto conlleva a que la producción de lodos sea baja en comparación a uno aerobio. No es posible la eliminación de nutrientes mediante únicamente un proceso de este tipo.

Filtro anaerobio

El filtro anaerobio es una columna rellena de diversos tipos de medios sólidos que se utiliza para el tratamiento de la materia orgánica carbonosa contenida en el agua residual. El agua a tratar fluye en sentido ascendente entrando en contacto con el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias anaerobias.

Sistemas VSB

Un sistema VSB (vegetated submerged bed) convencional tiene los siguientes componentes: una tubería de entrada, membrana de arcilla sintética, cuenca revestida, medios sueltos que llenan la cuenca, un humedal de vegetación plantada en el medio y una tubería de salida con un sistema de control de nivel de agua. Usan un flujo horizontal continuo y saturado. Debido a las condiciones anaeróbicas asociadas, son aptos para desnitrificación. El valor de carbono orgánico suministrado por las plantas depende de las formas en que se encuentra el nitrógeno en el sistema. La descomposición de las plantas sumergidas son fuentes potenciales de carbono biodegradable para desnitrificación pero también son fuentes de nitrógeno orgánico el cual es fácil de convertir en amoníaco. Debido a la predominante condición anaeróbica la descomposición de biomasa proveerá más carbono orgánico para la descomposición de las plantas en la parte superior; en donde se encuentra la zona aeróbica. La descomposición de la biomasa en la parte superior (incluidos nitratos) se transportan dentro de la vegetación por infiltración. La eliminación de nitratos aumenta de un 30% A 80 % cuando en la parte superior la vegetación incluye pasto y paja.

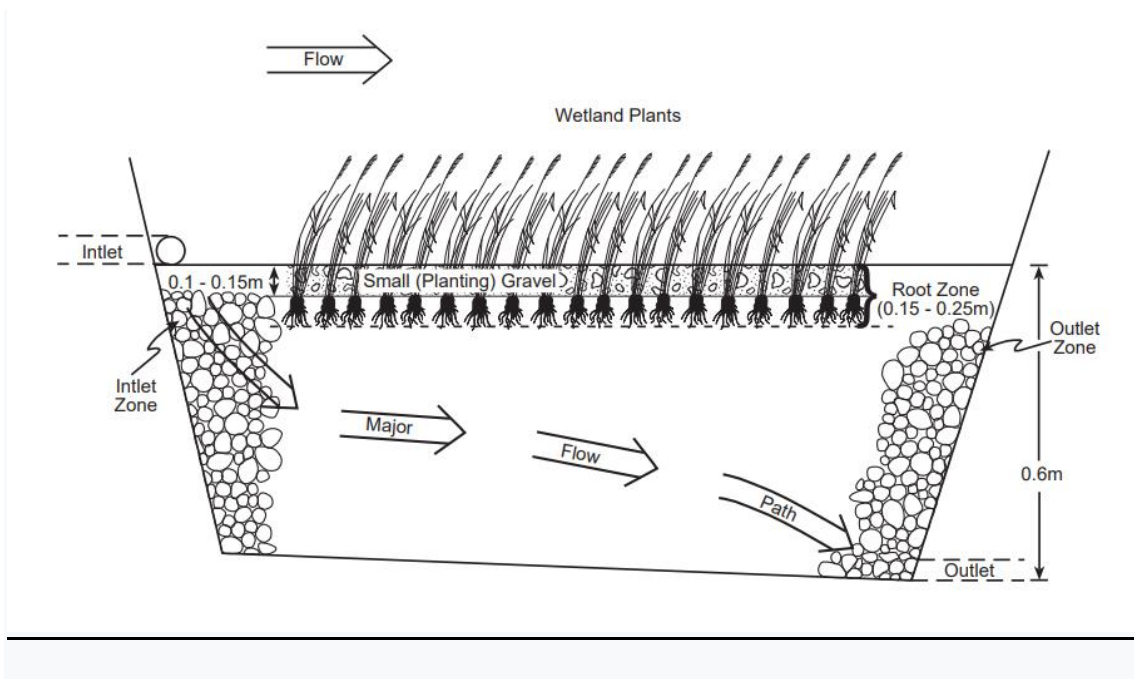


Imagen N°2-Sistemas VSB

Filtros de roca

Estos se utilizan para eliminar las algas de las lagunas de efluentes. Consisten en lechos de roca sumergida de entre 75 y 200 mm, a través del cual pasa el efluente de la laguna horizontal o verticalmente. Los que proporcionan mejor rendimiento son los de flujo vertical. En los filtros de roca las algas se asientan o adhieren en la roca donde comienza la descomposición en la superficie. Los sistemas correctamente diseñados podrán diseñar un efluente final con una demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y sólidos suspendidos totales con una concentración menor a 30 mg/l. Como se mencionó en general los sistemas de flujo vertical funcionan mejor; en algunos sistemas el efluente se colecta en una cañería enterrada en el lecho rocoso mientras que en otros se descarga a aguas abiertas del lado aguas abajo del lecho del filtro.

El filtro de roca es de uso continuo y de bajo costo y mantenimiento. Se utiliza para el tratamiento de aguas residuales. En general, las concentraciones de amonio exceden a las iniciales, lo cual se debe a la descomposición anaeróbica de las algas en el lecho. El líquido fluye hacia una tubería perforada enterrada a lo largo de la base del filtro y se va recogiendo en vertederos a los costados del lecho cerca de la superficie de la roca.

Relevamiento topográfico

Con el equipamiento necesario (nivel, mira, cinta métrica, estacas, trípode) se procedió a realizar una nivelación simple, la cual es aquella en la cual desde un punto o una sola posición del aparato se puede conocer las cotas o elevaciones de los diferentes puntos que se desea nivelar.

Un paso previo fue localizar el sector disponible para la implantación de los filtros y demás componentes del sistema; localizar un punto base en el tanque australiano de almacenamiento de agua tratada, dándole una cota de 100 así respecto a ese se calcularán los desniveles del resto de los puntos. Luego se cambió el nivel de lugar y, volviendo a tomar la medición del punto base, se mide el desnivel de éste respecto al tanque australiano existente (tanque N°1).

Por último, se midieron las distancias entre cada punto y entre los tanques australianos.

A continuación la tabla con las mediciones y un esquema donde se observarán las cotas de cada punto (tomando como referencia la cota 100 del punto Base)

PV	LS	LM	LI	PC	COTA
BM	0.780	0.705	0.630	100.705	100.000
1	1.040	0.960	0.880		99.745
2	1.120	1.040	0.960	100.705	99.665
3	1.325	1.300	1.275		99.405
4	1.425	1.400	1.375	100.705	99.305
5	1.615	1.538	1.460		99.168
6	1.715	1.635	1.555	100.705	99.070
7	1.685	1.608	1.530		99.098
BM	1.315	1.380	1.445	101.380	100.000
TANQUE 1	0.615	0.690	0.765		100.690

Tabla N°1-Relevamiento topográfico

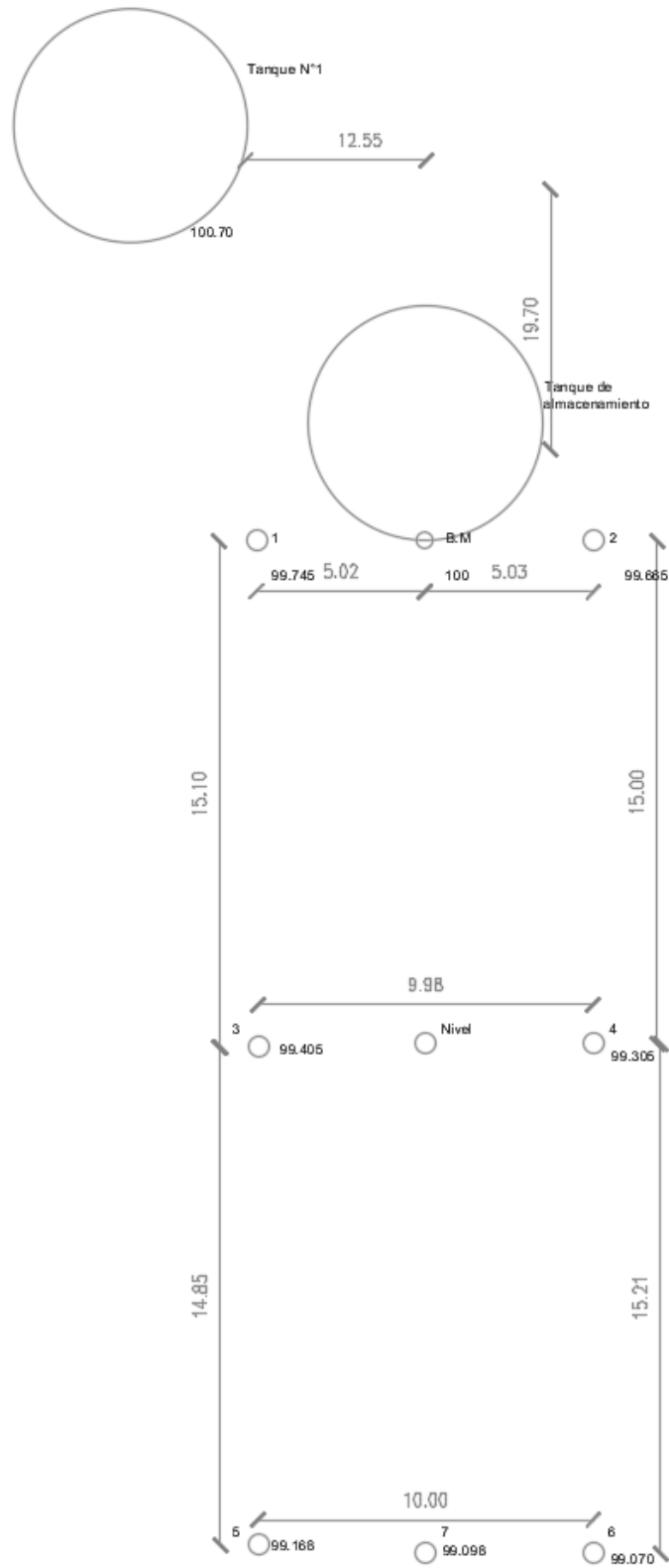


Imagen N°3-Relevamiento topográfico.Puntos

Diagrama de flujos y planos

Diagrama de flujo

A continuación un diagrama de flujo del proceso donde se verán los distintos componentes y la dirección del flujo de agua. En él se hará referencia a los componentes con un número y a los tramos de cañerías con letras, de tal forma de detallar cada uno de ellos posteriormente.

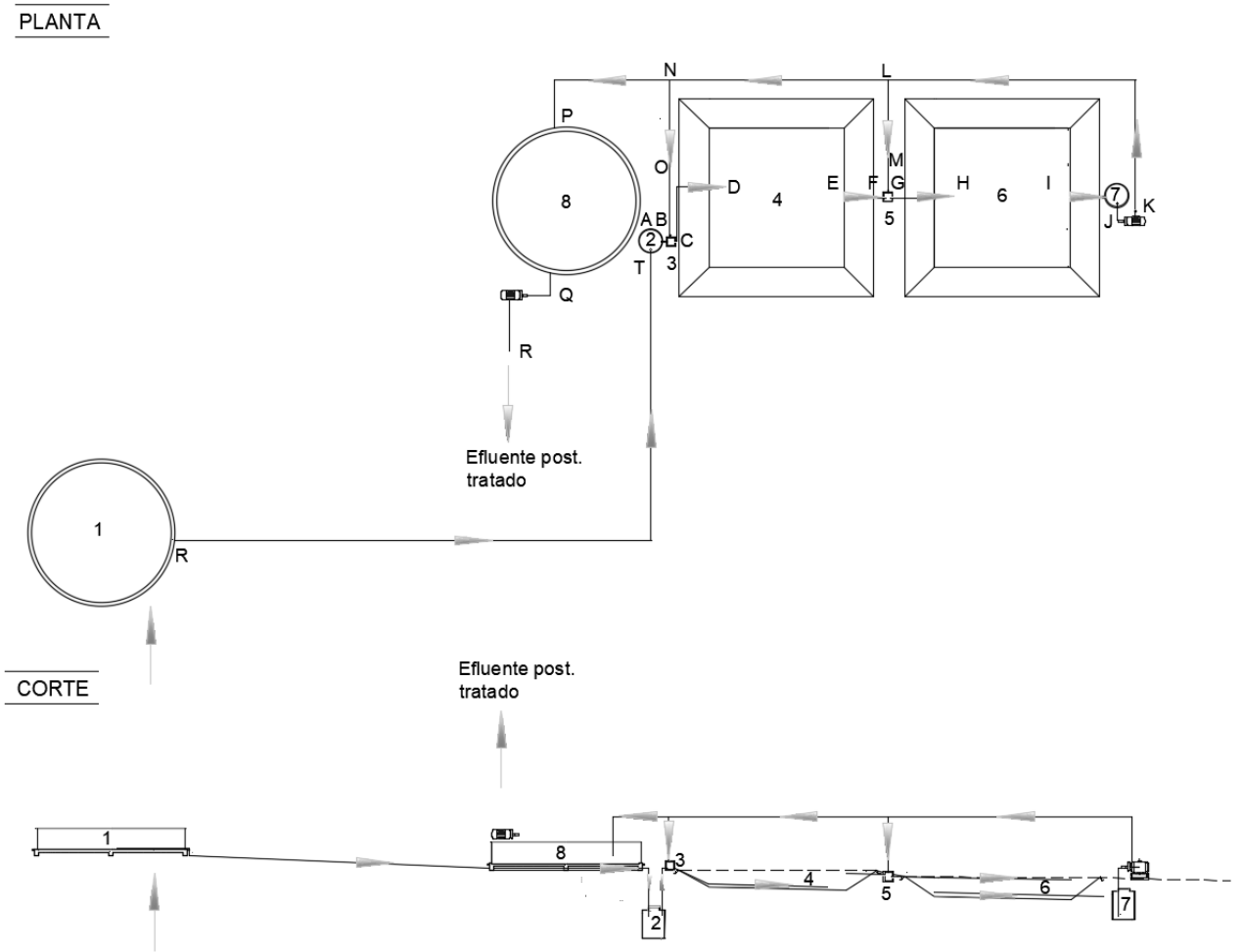


Imagen N°4-Diagrama de flujo

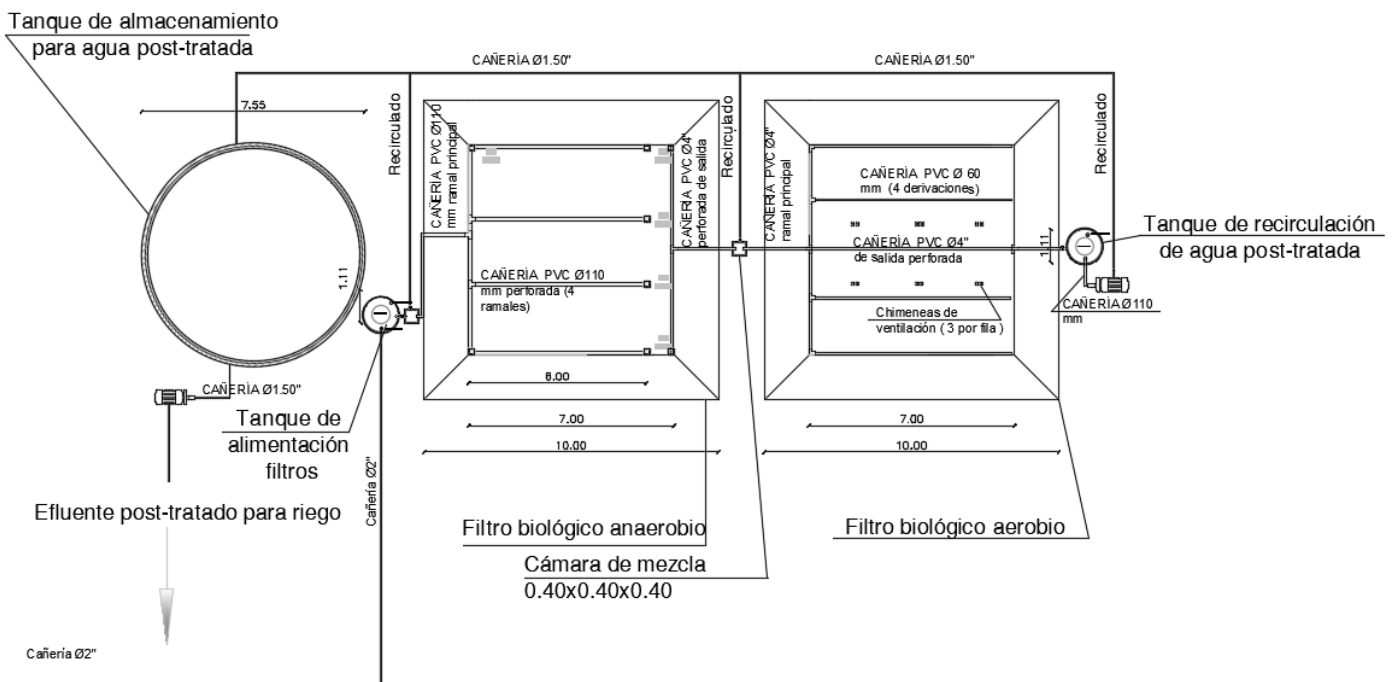
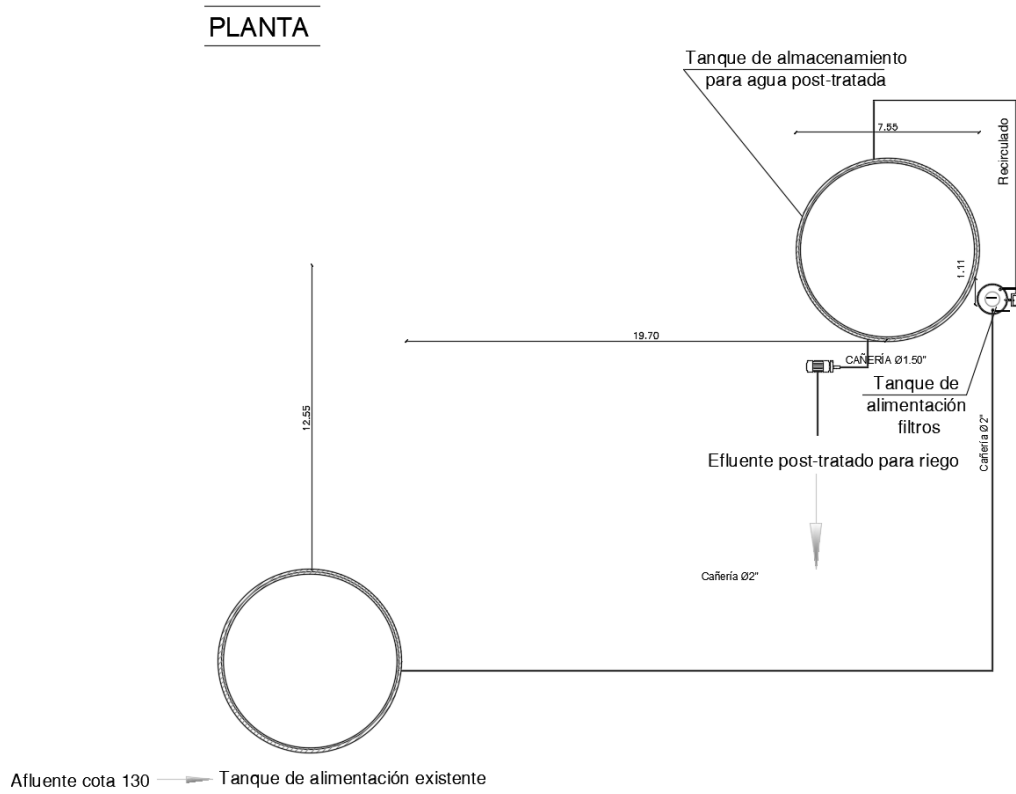
Unidades

1. **Tanque australiano existente:** El tanque actualmente existente, es un tanque de 8 chapas galvanizadas de aproximadamente 47 m³ (diámetro 7.5 m). A ese tanque llega el agua tratada desde la estación de bombeo de la Estación de bombeo de Cota 130. A ese tanque llega una manguera de 1 ½", controlada por un flotante. De este tanque sale una cañería de 2" que llega al tanque de alimentación del filtro anaerobio (tanque de 1.1 m³). La salida del tanque cuenta con un accesorio T, una enterrosca, unión doble, válvula esférica, y un niple enchufe a rosca, todo de 2".
2. **Tanque de alimentación planta de postratamiento:** El tanque es de polietileno de 1,1 m³. La alimentación se realiza desde la cañería de bombeo de Cota 130 (cañería de 2" con una válvula flotante bebedero de 2"). La salida del agua es mediante una cañería de polietileno de 1 1/2 " que ingresará a la cámara de alimentación. Para esto se necesita una conexión para tanque, enterrosca, unión doble, enterrosca, una válvula solenoide normal abierta enclavada con cierre desde el tanque de agua tratada, enterrosca, válvula esférica, y un niple rosca enchufe; todo de 1 ½".
3. **Cámara de mezcla alimentación Filtro Anaeróbico:** La misma es una cámara de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, de mezcla del ingreso de 1 ½" sin válvula y una cañería de recirculación de agua tratada de 1 ½" con válvula y niple. La cañería de salida es de 110 mm.
4. **Filtro Anaeróbico:** Sus dimensiones son de 7m x 7 m. El filtro Anaeróbico es de flujo ascendente desde el costado de ingreso al rebalse en el extremo opuesto. Contiene material de terreno clasificado compactado en el fondo y pendiente de 2% hacia la descarga, una lámina de polietileno de 200 μm sobre el material de suelo compactado, una membrana de polietileno de 500 μm colocada sobre la lámina la cual se fija enterrada y tapada con el suelo retirado en una zanja perimetral, una cama de arena de 0.05 m de espesor sobre la que se descargará el árido de relleno. La cañería de ingreso de agua se hace desde la cámara de alimentación con cañerías de 110 mm sobre la lámina de polietileno; la misma se divide en 4 ramales de 6 metros de largo y perforadas en ambos laterales con φ 0,01m cada 0,10 m. La salida es un vertedero sobrenadante, ubicado a 0.25 m debajo del nivel del árido.
5. **Cámara de mezcla alimentación Filtro Aeróbico:** Es una cámara de 0,40 x 0,40 x 0,40 m de mezcla. A la misma ingresa la cañería de 110 mm, se conecta la cañería de retorno de 1 ½" y la salida con una cañería de 110 mm.
6. **Filtro Aeróbico:** Sus dimensiones son de 7m x 7m. El filtro Aeróbico de flujo descendente, el agua tratada egresa por cañería colectora en el fondo del filtro. Tiene los mismos componentes que el filtro anaerobio (terreno clasificado, lámina de polietileno, membrana de polietileno, cama de arena) La cañería de ingreso de agua desde la cámara de alimentación de 110mm, conectada desde la cámara de alimentación ingresa sobre el material de relleno y se divide en 4 ramales de 60mm distribuidos a lo ancho del filtro, y perforadas a ambos laterales con φ 0,01m cada 0,10 m. Cuenta además con chimeneas de ventilación largas (dos filas a lo ancho del filtro, con tres unidades cada una de 110mm y longitud de 1.5m perforadas con orificios de φ 10 mm en los primeros 0.4 desde el fondo) y chimeneas cortas (dos filas a lo ancho del filtro con tres unidades cada una, de longitud de 0.30 m, diámetro 110 mm, y ubicadas

a 0.10 m dentro del material árido) La salida es mediante una descarga de fondo mediante una conexión Brida pasa tanque y cañería de 110 mm hasta el tanque de agua tratada.

7. **Tanque de agua tratada.** El tanque es de polietileno de 1,1 m³. El efluente del filtro Aeróbico ingresa al tanque mediante una cañería de 110 mm. La salida del tanque se efectúa mediante una bomba sumergible 0,5HP, con una cañería de 1 ½" que va al recirculado y al tanque de agua tratada. Los accesorios en la cañería de salida son: enterrosca, enchufe, unión doble, enterrosca, válvula y niple rosca enchufe, todos de 1 ½".
8. **Tanque de almacenamiento de agua tratada:** Es un tanque australiano de 8 chapas de chapas galvanizadas de aproximadamente 47 m³ (diámetro 7.5 m). El ingreso de agua es mediante una válvula flotante bebedero con cañería de 1 1/2 " a la estación de bombeo de agua tratada para riego. Por otro lado, la salida debe contener una conexión para tanque australiano, enterrosca, unión doble, niple y enchufe y válvula, todo de 1 ½".

El plano de planta y corte general del sistema es el siguiente:



CORTE

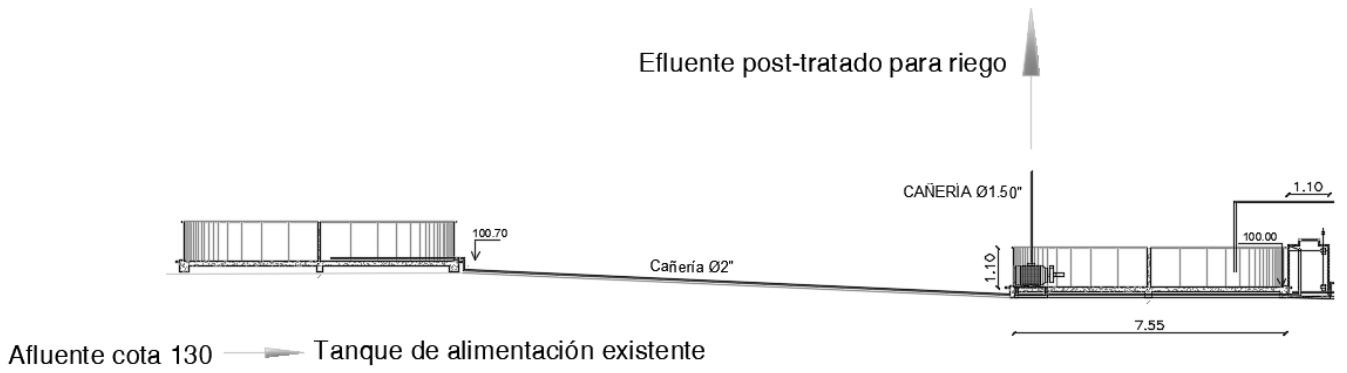


Imagen N°7-Corte general de los tanques australianos

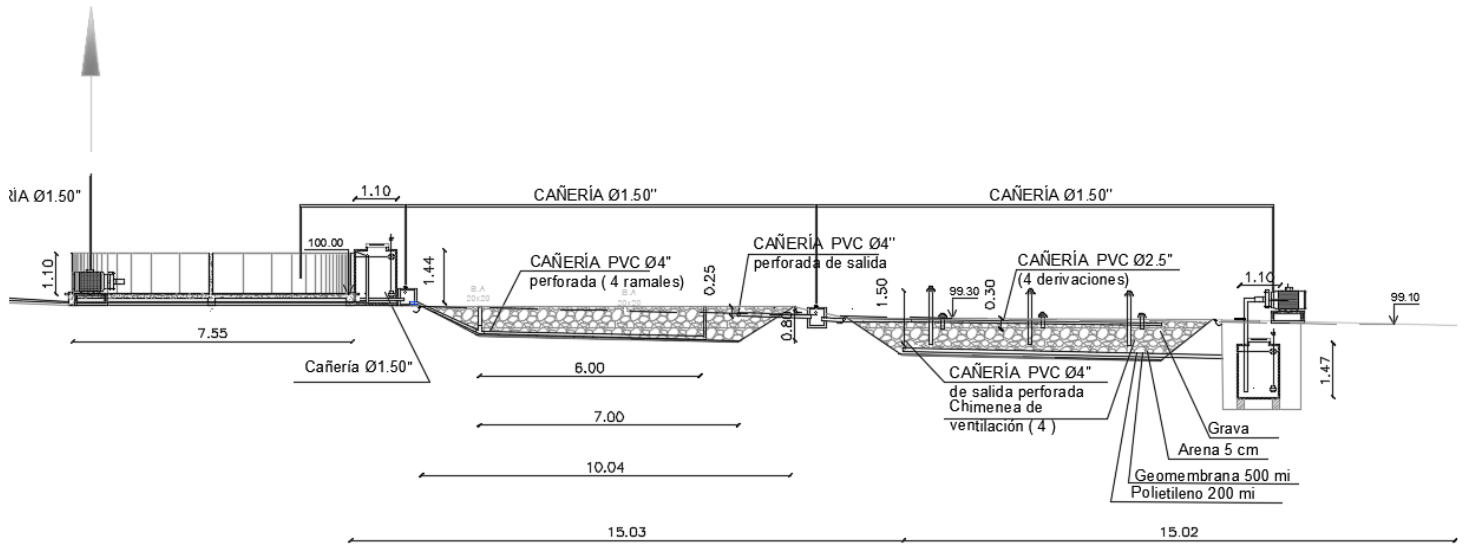


Imagen N°8-Corte general de los tanque de almacenamiento y filtros

Los detalles de cada componente:

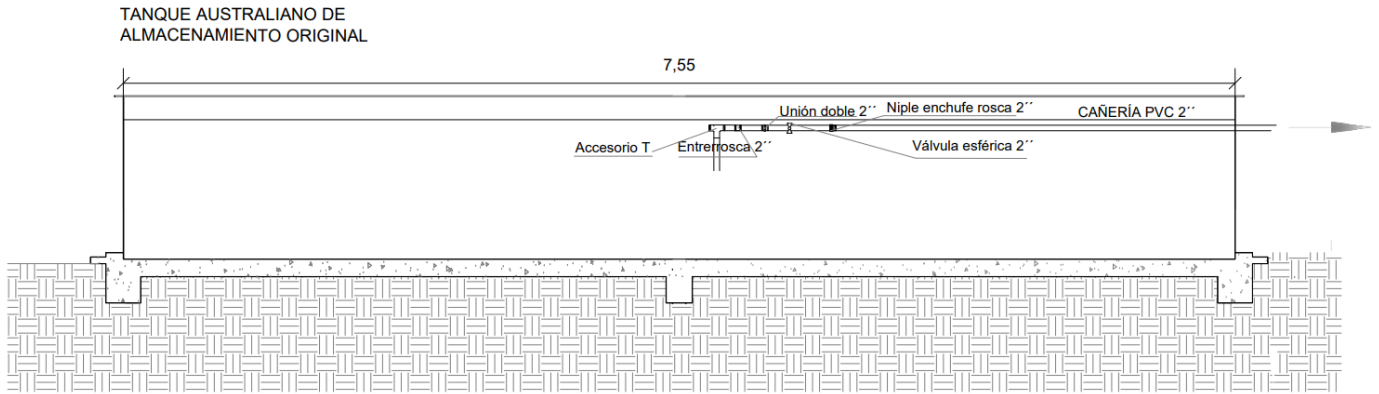


Imagen N°9-Detalle del tanque de almacenamiento australiano original

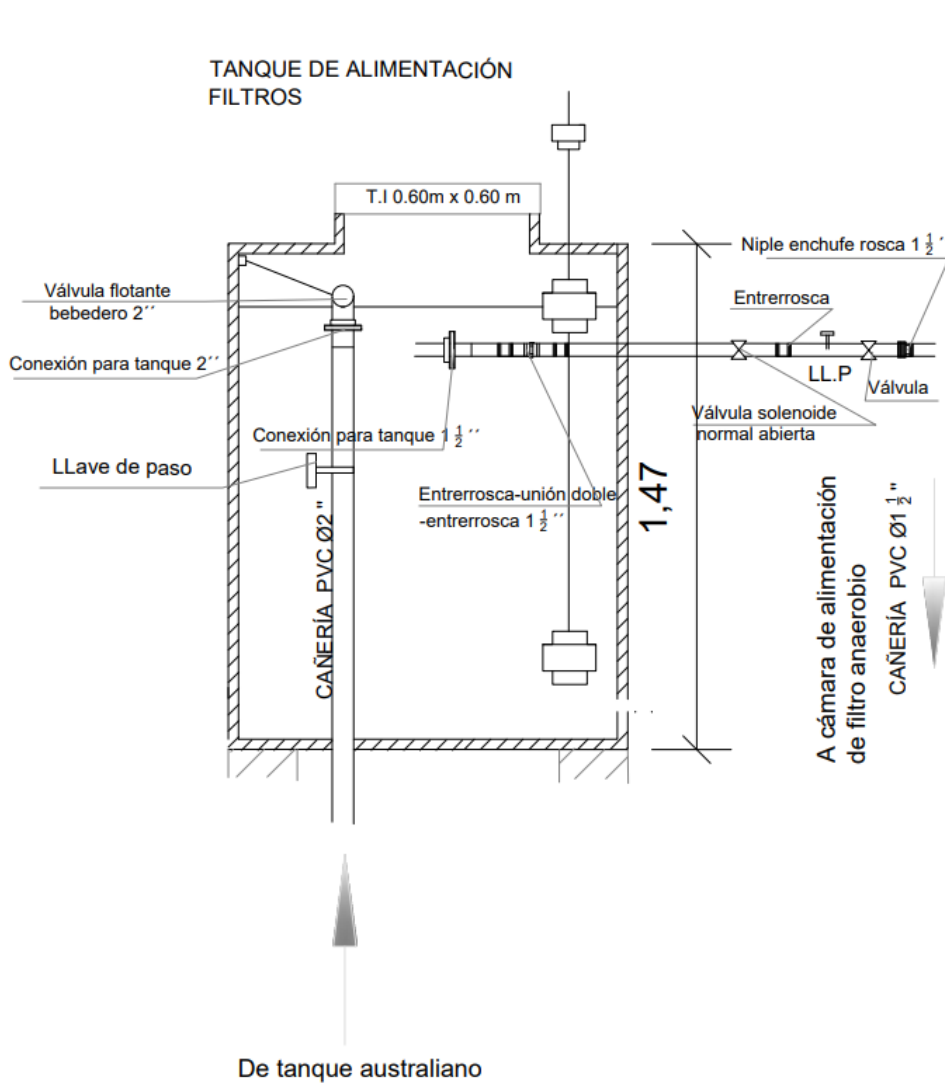
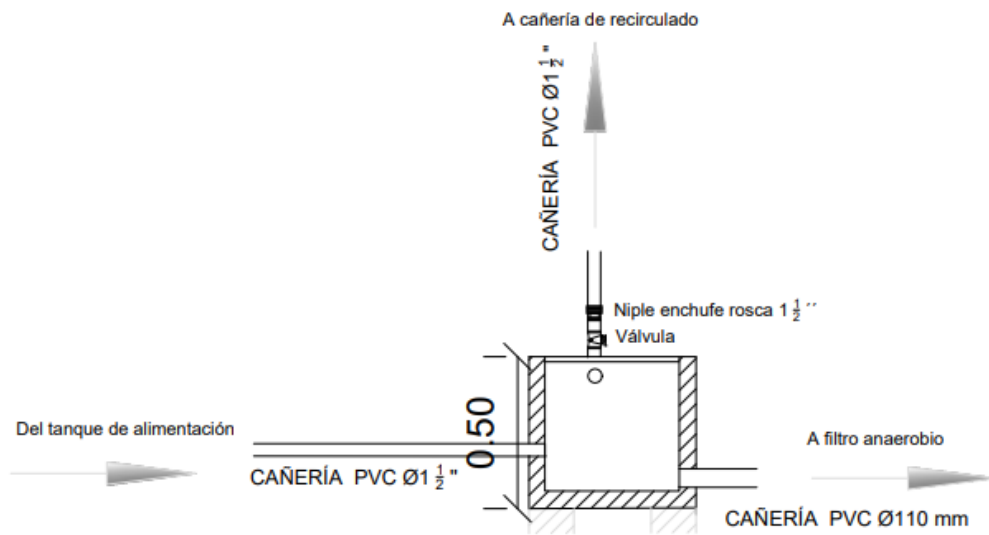


Imagen N°10-Detalle del tanque de alimentación

CÁMARA DE ALIMENTACIÓN 1



CÁMARA DE ALIMENTACIÓN 2

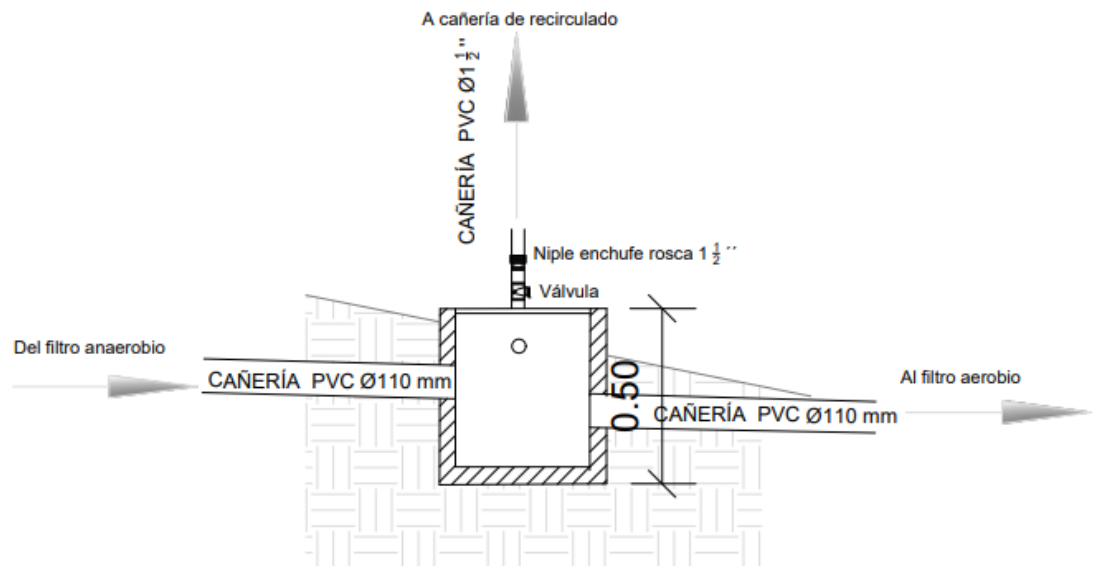
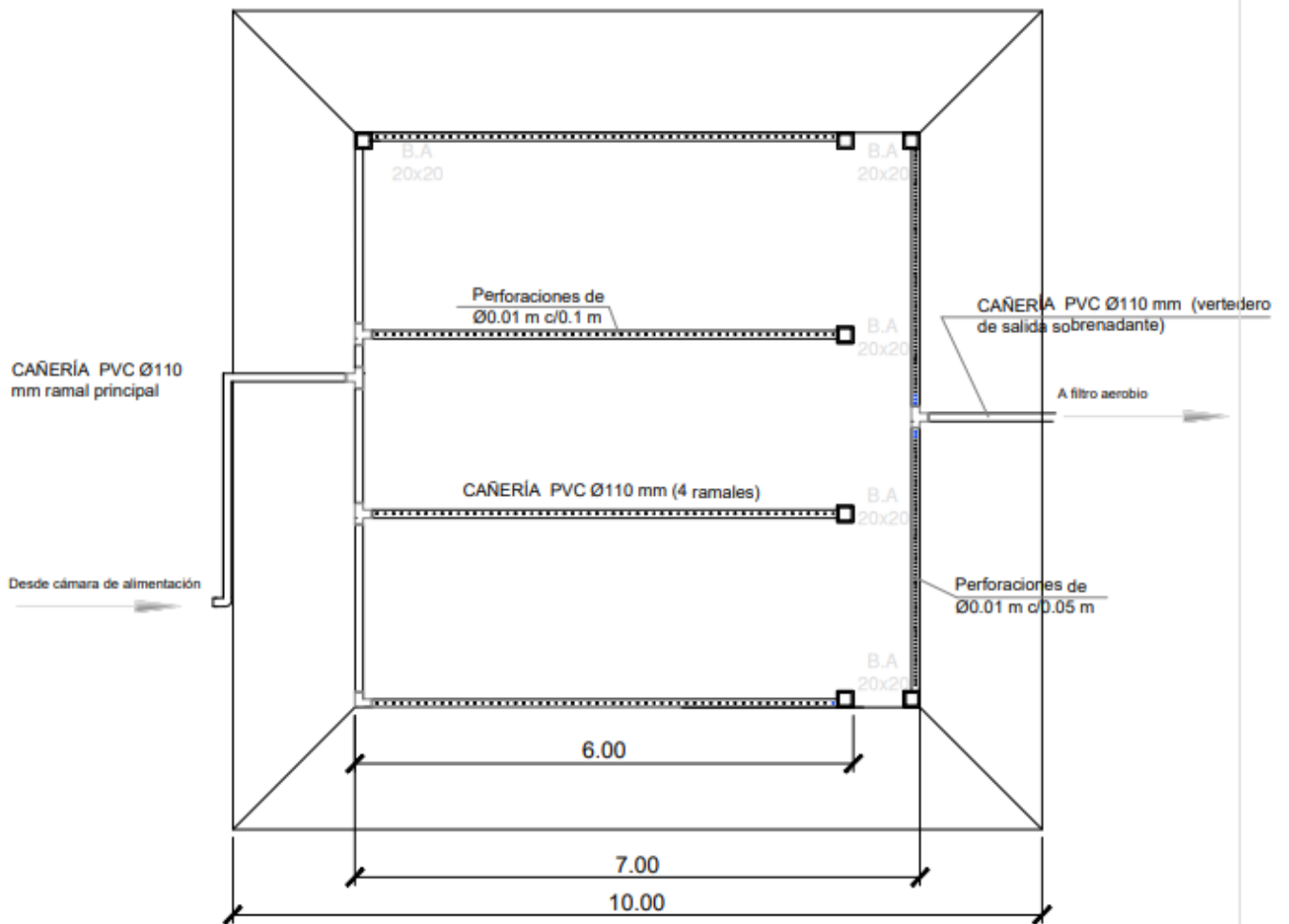


Imagen N°11-Detalle de las cámaras de alimentación

FILTRO ANAEROBIO-PLANTA



FILTRO ANAEROBIO-CORTE

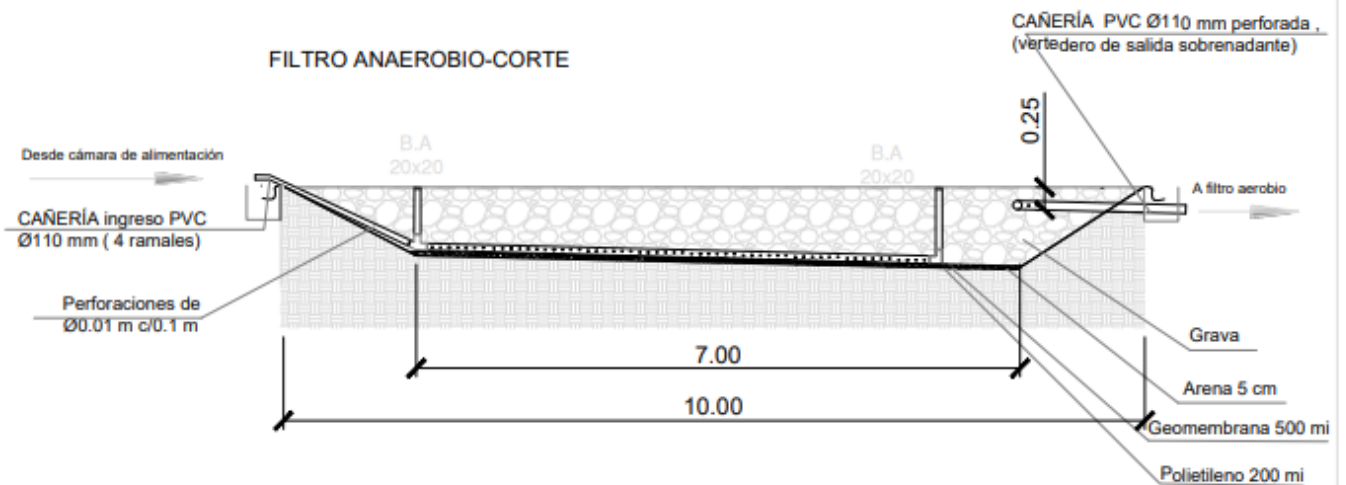
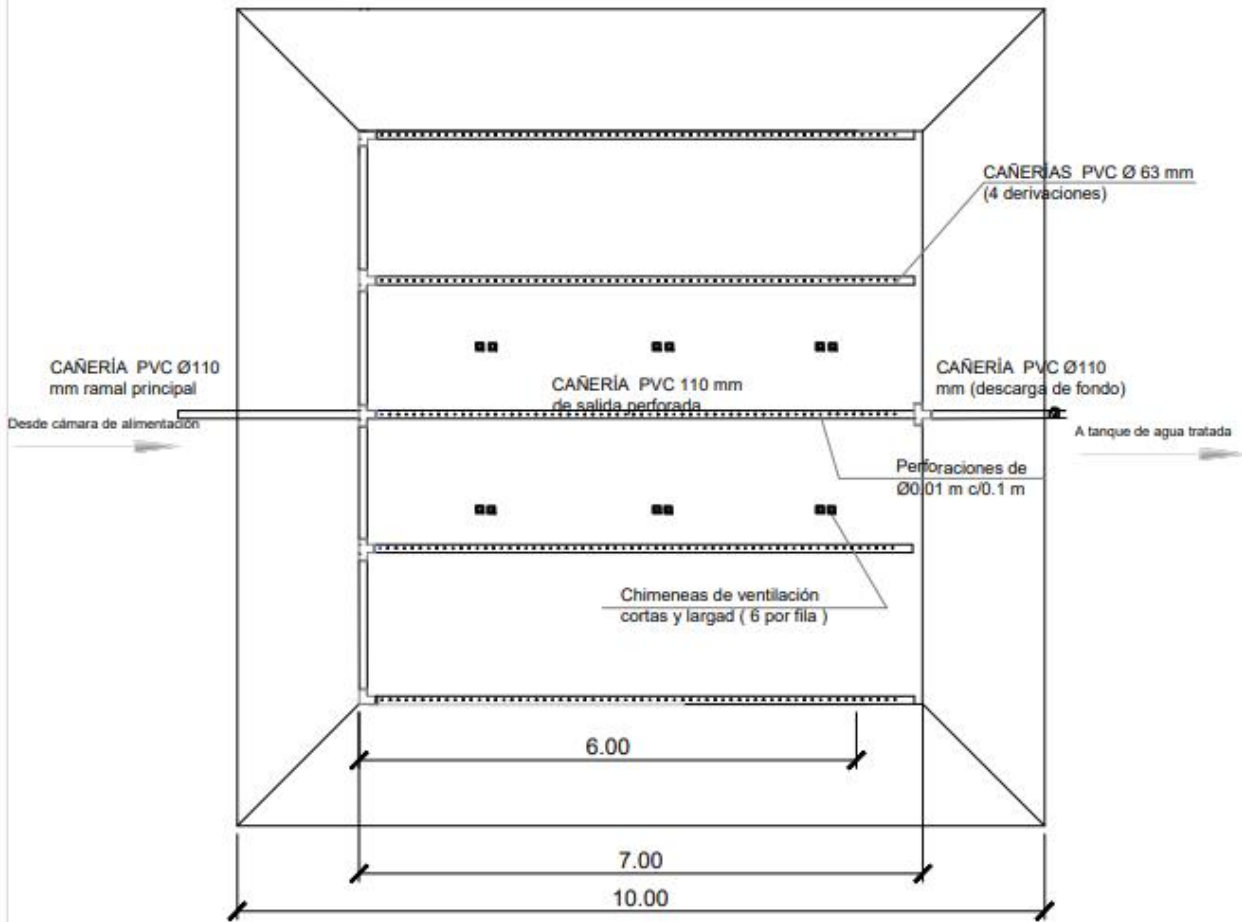


Imagen N°12-Detalle del filtro anaerobio

FILTRO AEROBIO-PLANTA



FILTRO AEROBIO-CORTE

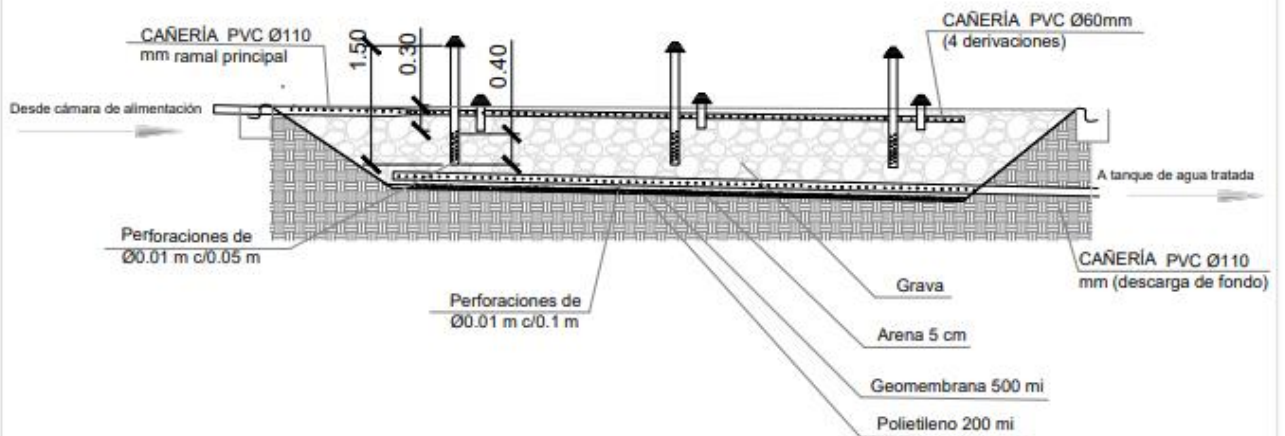


Imagen N°13-Detalle del filtro aerobio

Detalle de la entrada del filtro anaerobio y aerobio

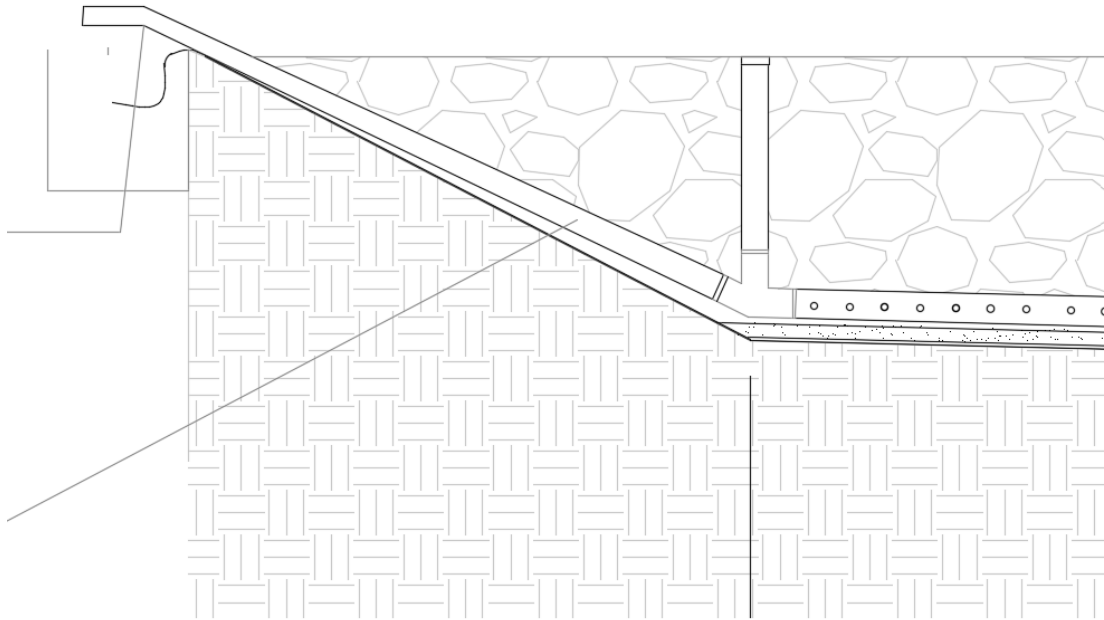


Imagen N°14-Detalle de la entrada del filtro anaerobio

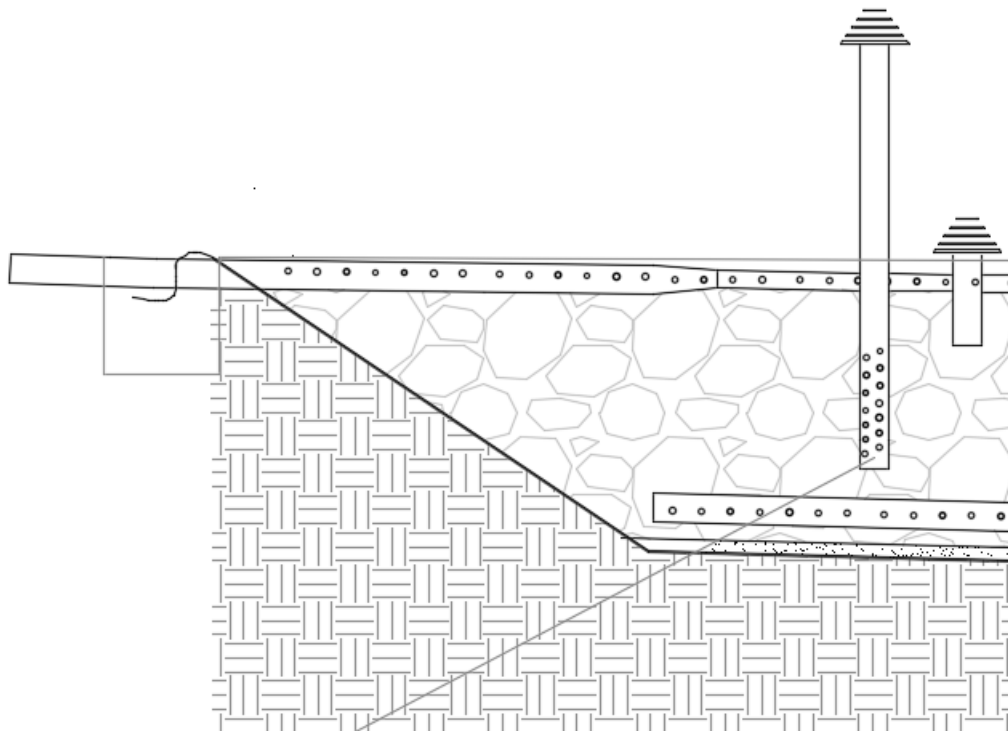


Imagen N°15- Detalle de la entrada del filtro aerobio

Detalle de la salida del filtro anaerobio y aerobio

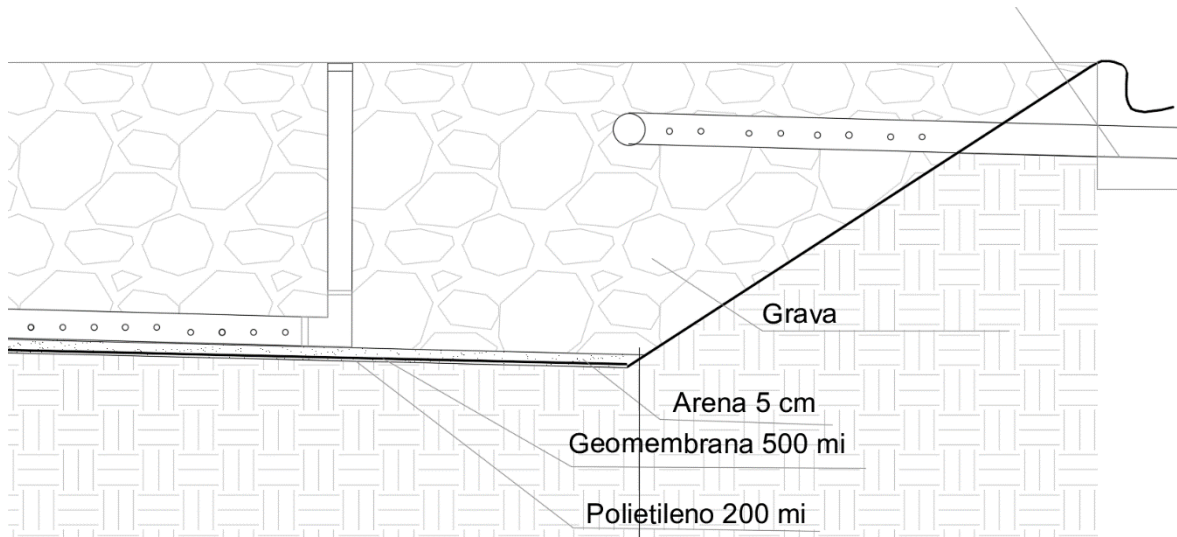


Imagen N°16- Detalle de la salida del filtro anaerobio

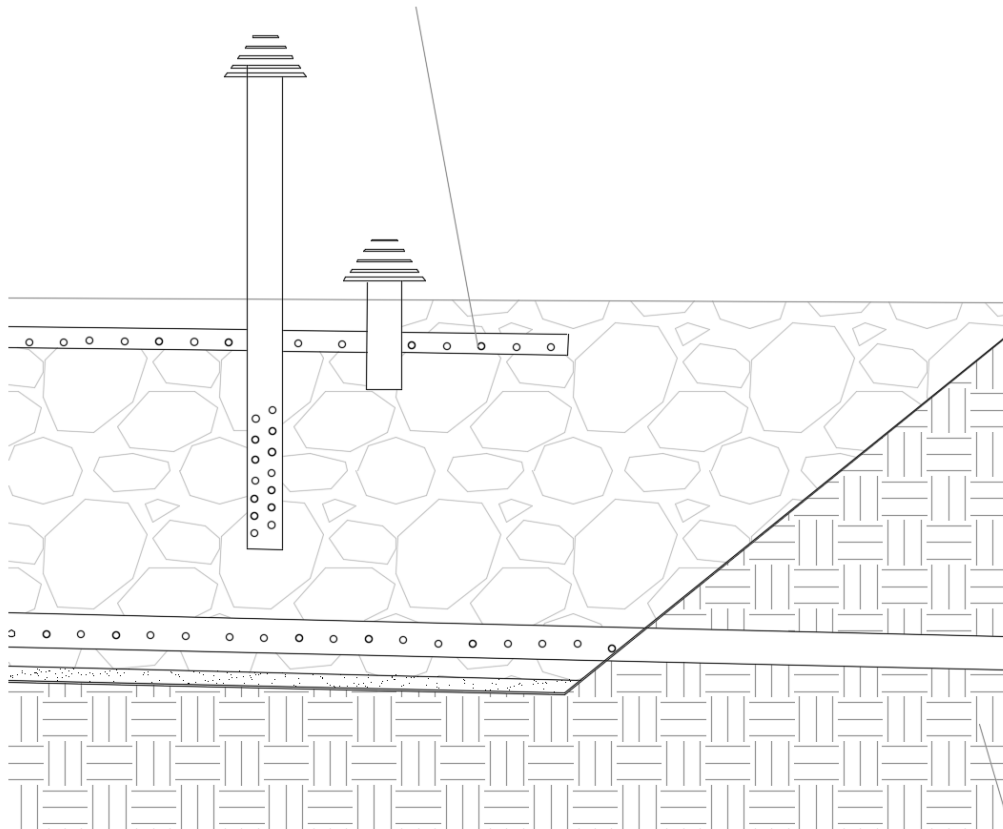


Imagen N°17- Detalle de la salida del filtro aerobio

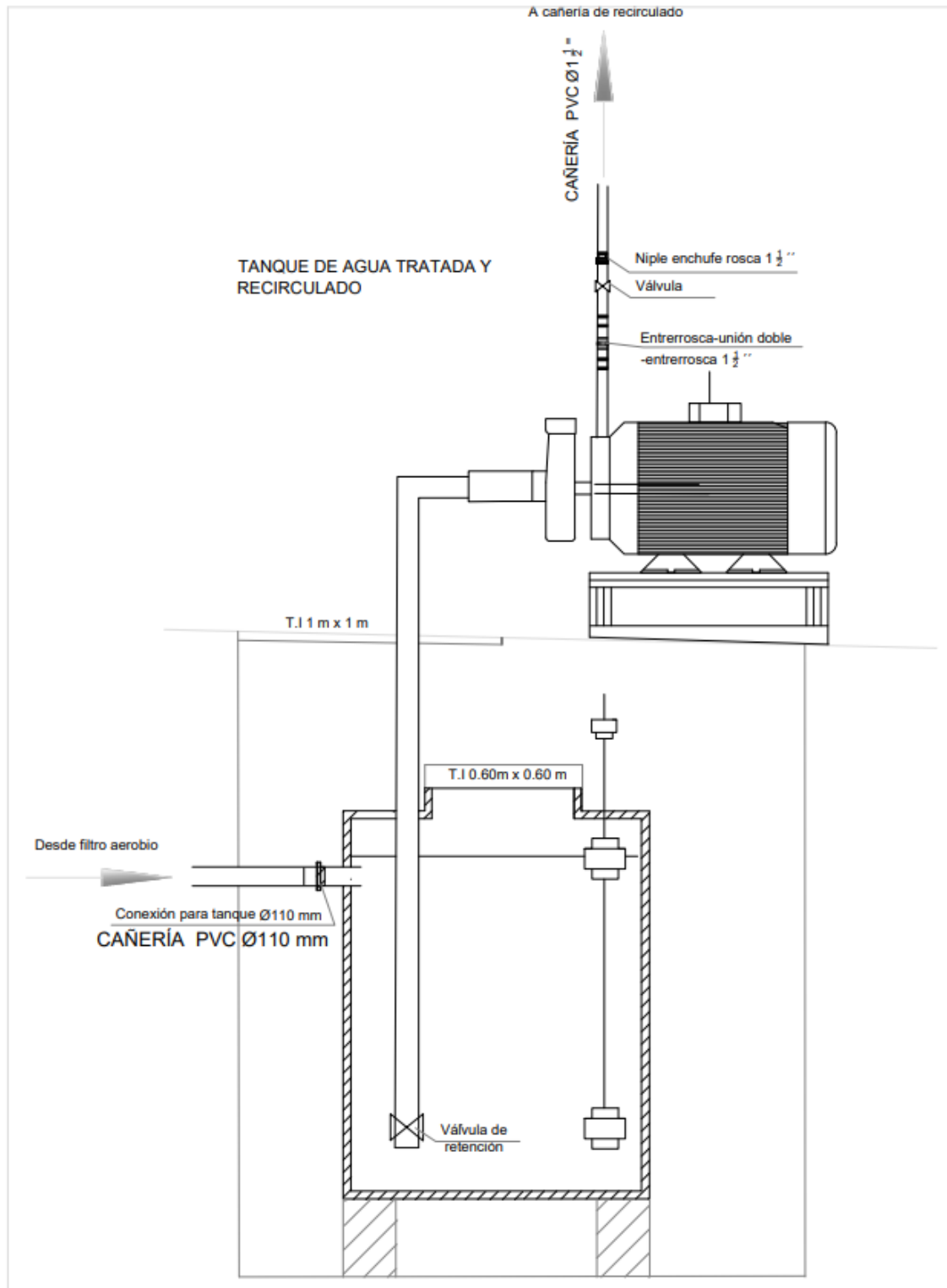


Imagen N°18- Detalle de la entrada del tanque de agua tratada y recirculada

TANQUE AUSTRALIANO DE ALMACENAMIENTO AGUA TRATADA

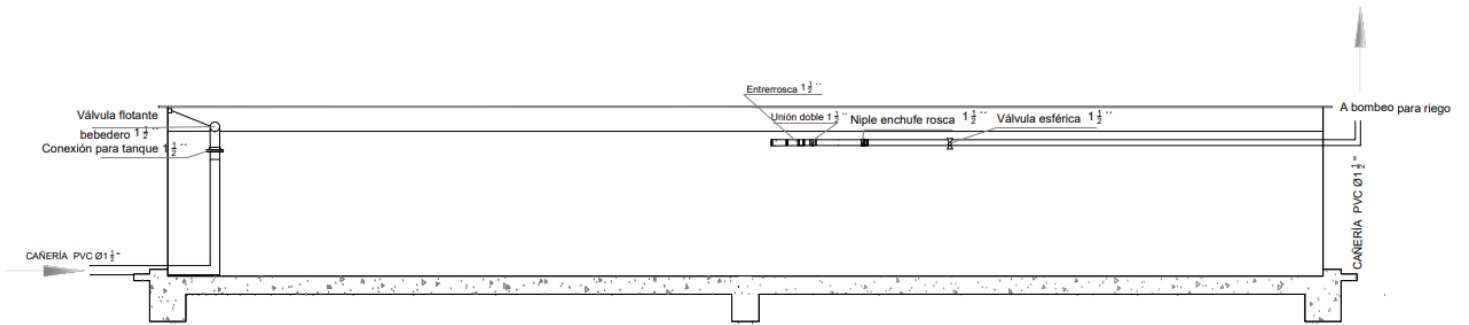


Imagen N°18- Detalle del tanque australiano de almacenamiento de agua tratada

Por último la localización de la planta de tratamiento en una captura satelital de la finca:



Imagen N°20- Localización de la planta en el predio

Tramos de cañería

TRAMO	DIÁMETRO	CAUDAL MÁXIMO	FLUJO
R-T	2" (51 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	gravedad
A-B	1 ½" (38 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	gravedad
C-D	110 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
D-E	110 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
E-F	110 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
G-H	110 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
H-I	60 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
I-J	110 mm	100 m ³ /día (1,16 l/s)	gravedad
K-L	1 ½" (38 mm)	100 m ³ /día (1,16 l/s)	bombeo
L-M	1 ½" (38 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	bombeo
L-N	1 ½" (38 mm)	100 m ³ /día (1,16 l/s)	bombeo
N-O	1 ½" (38 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	bombeo
N-P	1 ½" (38 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	bombeo
Q-R (INSTALACIÓN EXISTENTE)	1 ½" (38 mm)	50 m ³ /día (0,58 l/s)	bombeo

Tabla N°2-Tramos de cañería

Listado de materiales

A continuación una tabla donde se detallan los metros de cañería y cantidad de accesorios:

METROS DE CAÑERÍA PVC (M)	CANTIDAD DE CODOS		CANTIDAD DE T	
CAÑERÍA 1.5"	56.47	60	11	4
CAÑERÍA 2"	40.88	44	4	2
CAÑERÍA 110 MM	78.95	82	10	6
CAÑERÍA 60 MM	27.32	31	2	2

Tabla N°3-Metros de cañería y cantidad de accesorios

Bomba

La bomba elegida es una bomba sumergible marca SUM Pluvius. Las mismas tienen una profundidad máxima de 7 metros, funcionan de manera automática ya que cuentan con un control automático incorporado que activa la bomba al aumentar el nivel del agua y la apaga al bajar el nivel de desagote. No requieren armado ni instalación.

Las bombas sumergibles, son bombas que funcionan completamente sumergidas dentro de un líquido. El motor, que está acoplado dentro del cuerpo de la bomba, se cierra herméticamente, para que el agua no pueda acceder a él. La bomba de agua sumergible se introduce dentro del líquido, generalmente agua, empujándolo hacia la superficie. El motor de las bombas sumergibles transforma la energía cinética en energía centrífuga y por último en energía de presión, lo que eleva el agua hacia afuera del pozo.

A continuación las características de la bomba elegida:

Tabla de características

MODELO	Tipo de Agua	Cau (lts/h)	POT.		vol.	
			(W)	(hP)	V	HZ
SUM L 400	Limpias	7000	400	0.5	220	50
SUM L 550	Limpias	11000	550	0.7	220	50
SUM S 400	Sucias	8000	400	0.5	220	50
SUM S 750	Sucias	13000	750	1.0	220	50
SUM S 900A	Sucias	14000	900	1.2	220	50

Imagen N°21-Tabla de características de la bomba

$$Q = 8000 \frac{lt}{hs}$$

$$Potencia = 0.5 HP$$

Por otro lado se tiene la curva de la bomba o diagrama de rendimiento el cual describe el funcionamiento de la bomba, es un gráfico que representa la relación única entre la altura de agua en metros con el caudal en litros/minuto. La altura total entregada por la bomba disminuye a medida que el caudal aumenta. Las características geométricas del impulsor son las que definen la curva característica de la bomba.

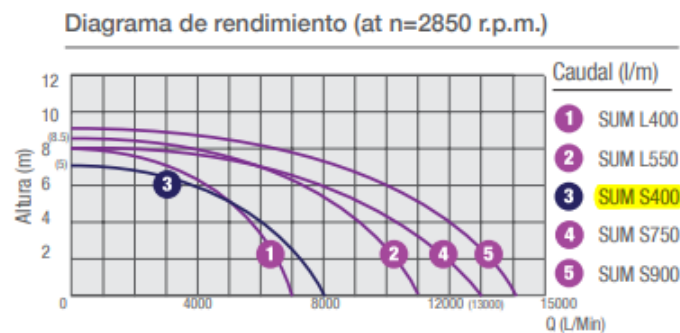


Imagen N°22 –Diagrama de rendimiento

En este caso se ve que en el punto de máxima eficiencia, para 3000 l/min de caudal bombeado se pueden suministrar 6 metros de altura. Se ve que ampliamente funciona en el sistema ya que en el presente caso se debe bombear 0.019 l/minuto y suministrar 3 metros de altura.

Cuantificación del movimiento de suelos

Para la cuantificación del volumen de suelos a extraer de los filtros, se tomó el área lateral y multiplicó por el lado (7 m) y luego se le sumó el área del talud lateral multiplicado por dos. Esto teniendo en cuenta la nivelación de terreno, y se llevó a cabo el mismo procedimiento para ambos filtros. Luego se calculó el volumen de material a colocar para nivelar el terreno en los filtros, como el área de nivelación por 10 metros (ancho superficial del filtro). A continuación las tablas y los esquemas:

Movimiento de suelos (extracción)					
	Lado 1 (m)	Lado 2 (m)	Área lateral (m ²)	Talud (m ³)	Volumen total (m ³)
Filtro anaerobio	7.00	7.00	6.55	15.00	60.85
Filtro aerobio	7.00	7.00	9.00	15.00	78.00

Movimiento de suelos (para nivelar filtros)			
Lado 1 (m)	Lado 2 (m)	Área lateral (m ²)	Volumen (m ³)
11.34	10	1.24	12.40
12.01	10	0.24	2.40

Tabla N°4-Cuantificación del movimiento de suelos

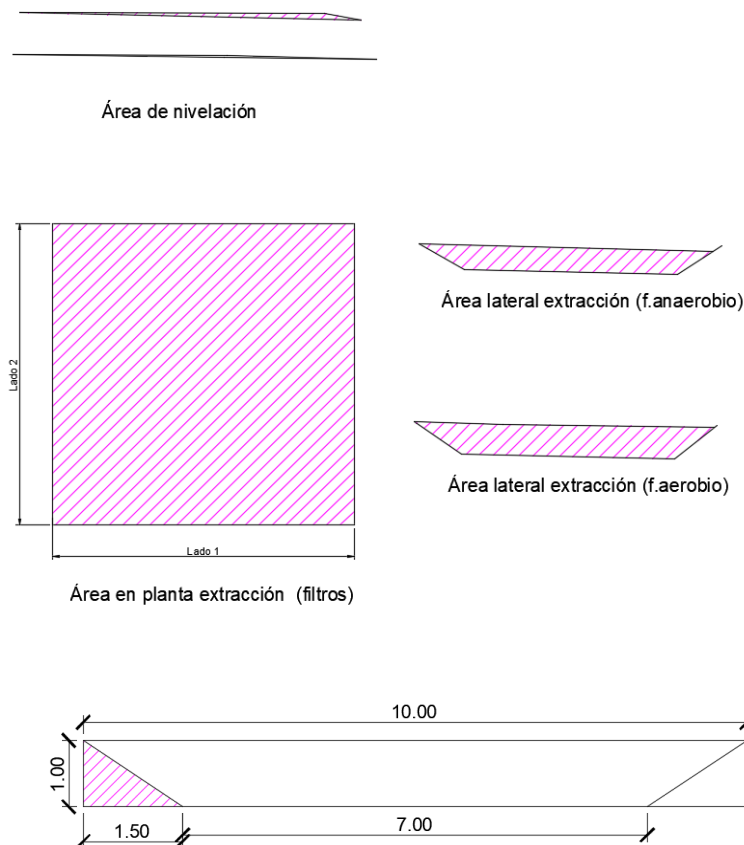


Imagen N°23-Áreas de filtros para la cuantificación del movimiento de suelos