



DISEÑO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

“BARRIO TZANJUYU”

MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

GUATEMALA, 05 SEPTIEMBRE 2020

CONTENIDO

MEMORIA DESCRIPTIVA	3
FUNCIONAMIENTO	3
TRAMPA DE SÓLIDOS	3
TRAMPA DE GRASA	3
ESTACIÓN DE ELEVACIÓN	4
REACTOR ANÓXICO Y DESNITRIFICADOR	4
REACTOR AERÓBICO Y NITRIFICADOR	4
SEDIMENTADOR:	5
CLORADOR Y TANQUE DE CONTACTO DE CLORO	5
EQUIPO MECÁNICO:	5
OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO AERÓBICAS	8
BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO	9
MEMORIA DE CALCULO	10
CAUDAL DE DISEÑO	10
PARAMETROS DE DISEÑO:	11
DISEÑO DE PRETRATAMIENTO EXISTENTE	12
DISEÑO DE TRAMPA DE SÓLIDOS “REJILLAS” EXISTENTE	12
DISEÑO DE TRAMPA DE GRASA EXISTENTE	13
DISEÑO DE ESTACIÓN DE BOMBEO A CONSTRUIRSE	15
DISEÑO TANQUE DE IGUALACIÓN A CONSTRUIRSE	15
DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN	16
PARAMETROS DE DESCARGA	16
CARGA HIDRAULICA:	16
CARGAS CONTAMINANTES:	16
DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES DE AIREACIÓN	17
CALCULO DE VOLUMEN PARA DESNITRIFICACIÓN EN ETAPA ANOXICA	17
CALCULO DE AREA DE SEDIMENTACIÓN	17
CALCULO DE VOLUMEN TANQUE DE CONTACTO DE CLORO (MOD 2)	18
CALCULO DE VOLUMEN DE DIGESTOR DE LODOS (EXISTENTE)	18
CALCULO DE CANTIDAD DE AIRE NECESARIO	18
MEMORIA TÉCNICA	20
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS	20
BIBLIOGRAFÍA	21



MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente sistema de depuración será para el tratamiento exclusivo de las “aguas residuales especiales municipales”, provenientes de:

- Preparación de alimentos.
- Descargas de aguas negras (servicios sanitarios, mingitorios e inodoros).
- Aguas grises (lavamanos y duchas).
- Aguas residuales comerciales menores.

El proceso de depuración a implementar es de tipo “AIREACIÓN IFAS-MBBR” el cual es un procedimiento ampliamente utilizado en los países Industrializados para el tratamiento de los efluentes domésticos de aguas residuales.

En él se aprovecha tanto la acción oxidante del oxígeno contenido en el aire, como la acción Biodegradable de ciertas bacterias, que utilizan la materia orgánica de las aguas servidas como alimento. Bajo condiciones normales de operación, una planta de aireación extendida trabaja sin producir olores desagradables, logrando un efluente de agua tratada **Inodora, Incolora**, con bajo contenido de **Sólidos en Suspensión**, baja **Demanda Bioquímica de Oxígeno**, y un alto contenido de Oxígeno Disuelto. Dicho efluente tratado puede ser desechado fácilmente sin provocar problemas al medio ambiente, o puede ser utilizado para riego.

FUNCIONAMIENTO

La planta está compuesta principalmente por los siguientes elementos: **Pretratamiento (trampa de sólidos, trampa de grasa y estación de elevación), Reactor Anóxico-Desnitrificador, Reactores Biológico Aerobios, Sedimentador (Clarificador), Digestor de lodos, Tanque de contacto de cloro y Equipo Mecánico**. La evacuación de lodos se deberá llevar a cabo a través de una empresa especializada y autorizada para el manejo de lodos, la cual debe contar con todos los permisos municipales y del Ministerio de Ambiente.

TRAMPA DE SÓLIDOS

La planta de tratamiento se ha diseñado con una trampa de sólidos EXISTENTE para retener sólidos gruesos (mayores de 1.5 cm y 2.5 cm).

TRAMPA DE GRASA

Consiste en un cajón de concreto con 3 cortinas intermedias y un juego de accesorios EXISTENTE, en las cuales se separa la grasa y las arenas. La grasa por tener un peso específico menor al del agua flota en la superficie y las arenas por ser más pesada que el agua se acumulan en el fondo de la trampa.

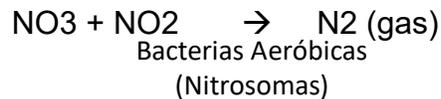


ESTACIÓN DE ELEVACIÓN

Consiste en un cajón de concreto con un sistema de mezcla para evitar sedimentación en el fondo de él y un juego de bombas que traslada el agua pretratada hacia la estación depuradora de aguas residuales.

REACTOR ANÓXICO Y DESNITRIFICADOR

El tanque anóxico se utiliza para llevar a cabo la desnitrificación, este es un proceso biológico el cual se genera por la asimilación bacteriana del Oxígeno de los Nitritos y Nitratos presentes en el lodo retornado de la etapa de clarificación, con este tratamiento se logra la reducción necesaria de Nitrógeno Total para estar dentro de la norma de este parámetro, exigida en el acuerdo gubernativo 12-2011.



REACTOR AERÓBICO Y NITRIFICADOR

Este lo constituye el reactor el cual es parte medular del proceso, ya que en él se llevan a cabo las reacciones necesarias para la reducción de la materia orgánica.

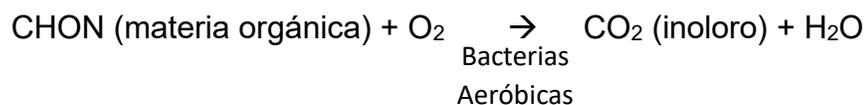
En el reactor genera el crecimiento de los microorganismos que llevan a cabo la asimilación de los contaminantes orgánicos, el proceso da lugar a la generación de una suspensión que se conoce como lodo activado, el cual posteriormente se adhiere en el medio portador de colonia.

Normalmente para procesos de reacción de aguas domésticas, el tiempo de retención hidráulico del reactor biológico varía entre 18 y 36 horas, en caso de que la DBO sea muy elevada, las altas concentraciones de material orgánico obligan a que el proceso requiera mucho más tiempo, teniéndose casos en los que el tiempo de residencia puede llegar a ser de 68 horas (por ejemplo, en los casos de Restaurantes de Comida Rápida). Sin embargo para el caso del reactor MBBR, estos tiempos se reducen al aumentar la capacidad de retención de biomasa.

Posteriormente, se complementa la NITRIFICACIÓN la cual lleva a cabo la oxidación química del Nitrógeno Amoniacal el cual es oxidado a Nitritos y Nitratos.

Las reacciones involucradas en el proceso son las siguientes:

Asimilación bacteriana de la materia carbonosa (orgánica):



Oxidación química del Nitrógeno Amoniacal:





SEDIMENTADOR:

El sedimentador es un dispositivo también muy importante en el proceso, ya que el mal funcionamiento de éste puede provocar un aumento en la concentración de material orgánico del efluente, por ello se ha diseñado con un parámetro muy conservador de carga de superficie.

Debido a que el lodo activado que se genera en el reactor biológico es levemente más denso (más pesado) que el agua, cuando el lodo activado se deja en reposo existe una espontánea separación del agua y el lodo, generando un flujo de este último hacia el fondo del sedimentador y dejando en la superficie agua clarificada, la cual es recolectada por rebalse en el vertedero de descarga de la planta.

Los lodos concentrados que se acumulan en el fondo del sedimentador son retornados al compartimiento anaeróbico, ingresando posteriormente por vasos comunicantes al reactor biológico, la alta concentración de microorganismos en el ingreso del reactor activa el proceso biológico, de ahí su nombre (“Proceso de Lodos Activados”).

CLORADOR Y TANQUE DE CONTACTO DE CLORO

El clorador es un dispositivo que utiliza tabletas de Hipoclorito de Calcio, las cuales se disuelven al paso del agua tratada a través del clorador, generando de esta manera la disolución de Acido Hipocloroso (cloro) el cual tiene acción germicida.

El tanque de contacto de cloro para el MODULO 2 se ha diseñado con el objetivo de proveer el tiempo adecuado para que el cloro reduzca el contenido microbiológico del efluente, el objetivo es que a la descarga de este dispositivo el efluente cumpla con la norma de tener conteos de coliformes menores a 1×10^4 (NMP).

EQUIPO MECÁNICO:

Soplador (blower): El soplador suministra el aire necesario en el reactor biológico, en el que se utiliza para la mezcla del lodo activado y principalmente para suministrar el oxígeno necesario para que se lleven a cabo los procesos biológicos de la planta de tratamiento.

Difusores de burbuja fina: el diseño de la planta de tratamiento contempla la utilización de difusores de burbuja fina tipo membrana, los cuales tienen eficiencias superiores a los difusores tradicionales de burbuja media, generando un aumento en la eficiencia del proceso y también una reducción en el consumo de energía eléctrica.

Soplador sumergible: este equipo se encontrará instalado dentro del tanque de igualación y de los tanques anóxicos, cuya función es proveer una mezcla homogénea a razón de 20 – 30 SCFM/1000 pies³.

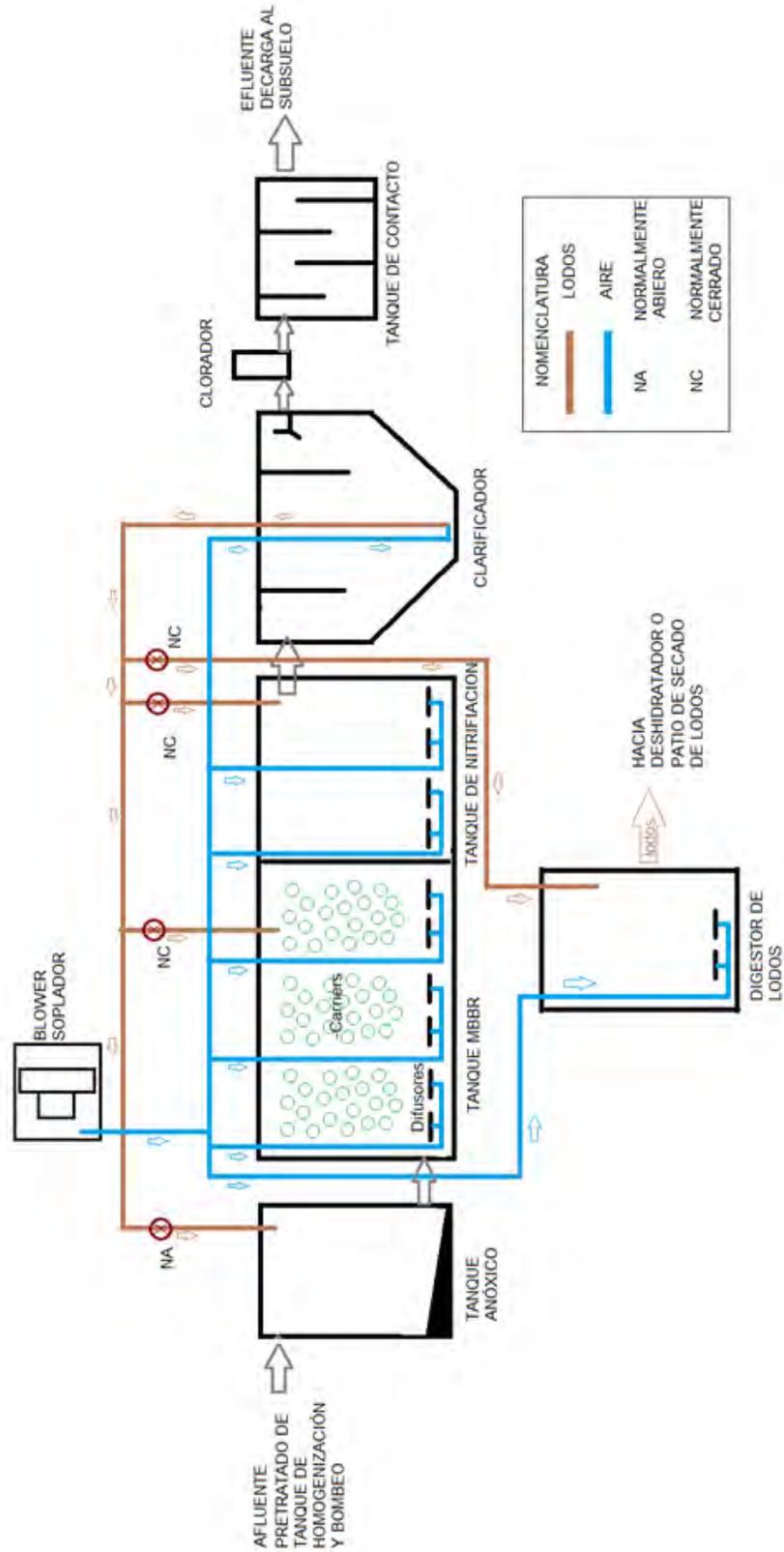


NOTA:

- Los puntos de muestreo serán en la caja de registro de ingreso y en la descarga del tanque de cloración, la medición de caudal se hará en la descarga del clorador, por tener una sección conocida.
- Según el acuerdo gubernativo 236-2006, “para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reúso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar análisis. Para el efecto se contratará a un laboratorio certificado. Además, el muestreo se efectuará, según el reglamento de la siguiente forma:

Número de muestras simples para conformar una muestra compuesta e intervalos por muestreo		
Horas por día que opera la actividad que genera la descarga de aguas residuales	Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo mínimo en horas entre toma de muestras simples
Menor que 8	2	2
De 8 a 12	3	3
Mayor que 12	4	3

- 4 muestras simples para conformar una muestra compuesta.
- El intervalo entre cada toma de muestra será como mínimo 3 horas. El lodo que se obtiene del digester es estable y se deberá digerir un total de 10 días como mínimo a través de un proceso aeróbico
- El lodo que se obtiene del digester es estable y se deberá digerir un total de 10 días como mínimo a través de un proceso aeróbico (cuenta con difusores de aire para ello y está conectado a la tubería de distribución de aire de la planta de tratamiento). El digester de lodos deberá ser evacuado a través de un camión cisterna por medio de una empresa externa y autorizada para su disposición final.





OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO AERÓBICAS

Las plantas de aireación extendida son equipos sumamente confiables para el tratamiento de aguas negras. Sin embargo, deben tenerse con ellas los siguientes cuidados:

- 1) Nunca debe instalarse una planta sub dimensionada en cuanto a capacidad hidráulica y / o carga orgánica para tratar un problema específico. Una planta sub dimensionada proporcionará al efluente un menor tiempo de residencia y, por tanto, un menor grado de tratamiento. De modo que, en nuestro caso, la exigencia es la requerida por la carga orgánica. Una característica importante de una planta sub dimensionada es la generación de malos olores.
- 2) Debe evitarse que a las plantas de tratamiento lleguen en Exceso químicos fuertes (Ejemplo: soda cáustica, cloro), podrían disminuir, o incluso eliminar, la colonia de bacterias que reside en la planta y que lleva a cabo el efecto de biodegradación, ***si estos químicos son usados tal como se indica en sus etiquetas, no representan ningún problema para el funcionamiento de las plantas de tratamiento.*** Debe cuidarse también que la temperatura del agua a la entrada de la planta no sea, por alguna razón específica, excesivamente alta (más de 35 grados centígrados).
- 3.) El exceso de grasa, el cual a pesar de ser un material biológico; representa un riesgo para un funcionamiento adecuado de las plantas de tratamiento, esto debido a que sus cadenas orgánicas muy ramificadas dificultan la acción de los microorganismos que se desarrollan en los procesos de lodos activados, esto puede provocar inclusive un aumento en la demanda de oxígeno, haciendo insuficiente la cantidad de aire insuflado al proceso y generando problemas de mal olor.
- 4.) A la planta debe llegar solo agua y material orgánico susceptible de descomposición. Materiales como pañales desechables, peines, cepillos de dientes, empaques plásticos, etc, no serán descompuestos por la planta, y afectarán el desempeño de la misma. El papel higiénico, servilletas y otros sí son descompuestos.

Estas plantas NO REQUIEREN el uso de bombas adicionales para recirculación de lodos. Lo hacen con el mismo sistema de aireación por lo que se ahorra en energía eléctrica.



BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Se siguieron los siguientes criterios para el diseño del sistema de tratamiento de las Aguas Residuales

- Carga contaminante típica para aporte aguas residuales de tipo comercial.
- Estimación de dotaciones y caudales típicos de la actividad generadora.
- Normativas y Legislaciones vigentes (Acuerdo Gubernativo 12-2011).
- Neutralización de gases malolientes por tratamiento aeróbico.
- Sistema estable y con capacidad para asimilar fluctuaciones en caudal o carga.
- Mediano costo de Construcción, operación y mantenimiento para el sistema de aguas residuales municipales.
- Pretratamiento para el acondicionamiento del efluente (infraestructura existente).
- Sistema biológico aeróbico como tratamiento secundario.
- Reactor anóxico con retorno de lodos para la asimilación del nitrógeno orgánico.
- Desinfección del efluente por medio de un sistema de tratamiento terciario con cloración (modulo 2).
- Simplicidad de Operación.
- Lodos residuales estables de fácil manipulación posteriores a la unidad de Digestión (infraestructura existente).
- Moderado consumo de energía eléctrica.
- Descarga del efluente tratado hacia el Lago de Atitlán.

Para efectos de cumplir con estos criterios, se decidió la modularización del sistema, lo cual facilitará las necesarias tareas de mantenimiento, considerando el caudal de diseño para el número de usuarios a conectarse al alcantarillado en el barrio Tzanjuyú, proyectadas a 25 años.



MEMORIA DE CALCULO PROYECTO TZANJUYU, PANAJACHEL, SOLOLÁ

CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño será el caudal de aguas residuales para la población futura al final de la vida útil del proyecto.

Teniendo en cuenta que el caudal medido en el vertedero instalado para la descarga de aguas domésticas (Q_{dom}) de 4.85 L/s y el caudal estimado para el aporte comercial (hoteles, negocios y restaurantes) Q_{com} de 4.66 L/s, se tiene un caudal actual (Q_o) equivalente a **9.51 L/s** (4.85 + 4.66). Considerando un tiempo de vida útil (t) del proyecto en **25 años**, se proyectará la población futura de diseño ($Q_{diseño}$) para el año 2045 utilizando el modelo geométrico a una tasa de crecimiento (r) del **1.84** (Plan de Desarrollo Municipal, 2007, p.20), por lo tanto:

$$Q_{diseño} = Q_o(1+r)^t \rightarrow Q_{diseño} = 9.51*(1+0.0184)^{25} = \mathbf{15.0 \text{ L/s}}$$

Se estima una dotación promedio por habitante equivalente (D) de **200 L/habitante/día** (Criterio INFOM-UNEPAR para áreas periurbanas), y un factor de retorno asumido (fr) de aguas residuales del **85%**, por tanto, la población (N) equivalente a beneficiarse del proyecto será:

$$Q_{diseño} = D*N*fr \rightarrow N = Q_{diseño}/(D*fr)$$

$$N = (15\text{L/s} * 86,400 \text{ s/día}) / (200 \text{ L/hab/día} * 0.85) = 7,624 \text{ habitantes}$$

Considerando un factor de hora máximo f_{hm} (factor pico) típico de 2.30 se obtiene lo siguiente:

- Caudal presente: 9.51 litros/segundo (821.66 m³/día)
- Caudal futuro: 15.00 litros/segundo (1296.00 m³/día)
- Caudal de diseño: 15.00 litros/segundo (840.00 m³/día)
- Factor pico: 2.3
- Caudal de hora máxima: 34.50 litros/segundo (124.20 m³/hora)

PARAMETROS DE DISEÑO:

Con base a los resultados de la caracterización de aguas residuales de muestras compuestas realizados por el Laboratorio de la AMSCLAE, realizada se considera que dichos resultados corresponden al aporte de aguas domésticas. La sumatoria del caudal de aguas domésticas (Q_{dom}) y el caudal comercial (Q_{com}) estimado según mapeo realizado a los 26 hoteles y hospedajes, 10 comedores y restaurantes, 10 comercios y negocios y 1 escuela; equivale al caudal total de diseño:

$$Q_{diseño} = Q_{dom} + Q_{com}$$

Se calcula la concentración “total” (C_t) en cada uno de los parámetros para el Efluente neto ($Q_{diseño}$) con la fórmula del promedio ponderado: $C_t = (\sum C_i * Q_i) / \sum Q_i$; donde C_i es la concentración del parámetro en el i-ésimo efluente y Q_i es el caudal del i-ésimo efluente. Obteniendo de esta manera los parámetros para el diseño del efluente:

No.	Parámetros	Agua doméstica	Agua comercial	Diseño
1	pH (U de pH)	7.75	7.75	7.75
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅ (mg/L)	435	600	515.85
3	Demanda Química de Oxígeno, DQO (mg/L)	705	1200	947.56
4	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	235	275	254.60
5	Sólidos Sedimentables (mg/L/h)	3	6	4.47
6	Nitrógeno Total (mg/L)	40	70	54.70
7	Fósforo Total (mg/L)	8	14	10.94
8	Color Aparente (U Pt-Co)	392	820	601.72
9	Grasas y aceites (mg/L)	20	100	59.20
10	Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	1xe8	1xe8	1xe8
11	Caudal (L/s)	4.85	4.66	9.51
12	FP	2.3	2.3	2.30

Redondeando los valores anteriores se obtienen la caracterización de diseño de las aguas residuales que ingresarán al sistema de tratamiento

PARAMETRO/DÍA	A UTILIZAR
DBO5 (mg/l - O2)	515
DQO (mg/l - O2)	948
COLOR (U Pt-CO)	600
RELACION DQO/DBO	1.8
FOSFORO TOTAL (mg/l - P)	11
GRASAS Y ACEITES mg/l	59
MATERIAL FLOTANTE	PRESENTE
NITROGENO TOTAL (mg/l - N)	55
pH (in situ)	6-7
SOLIDOS SEDIMENTABLES (mL/L)	5
SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	255
TEMPERATURA PROMEDIO (in situ) (°C)	16-22
COLIFORMES FECALES TOTALES (NMP/100ml)	1x10 ⁸

Tabla No. 1

DISEÑO DE PRETRATAMIENTO EXISTENTE DISEÑO DE TRAMPA DE SOLIDOS “REJILLAS” EXISTENTE

Rejilla 1

Consideraciones:

- Espesor de rejilla 1: 6.35 mm
- Espaciamiento: 2.5 cm
- Numero de rejillas en Canal: 20
- Área efectiva:

*Area efectiva: (Base de canal – numero de rejillas * espesor) * Altura hidraulica*

$$Area\ efectiva: (0.50 - 20 * .00635) * 0.1150 = 0.0429\ m^2$$

- Coeficiente de descarga “C”: 0.60
- Perdida de carga “H”:



$$H = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{CA} \right)^2 \quad 1$$

$$H = \frac{1}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} \left(\frac{0.0345 \text{ m}^3/\text{s}}{0.60 * 0.0429 \text{ m}^2} \right)^2 = 0.09 \text{ m}$$

Ecuación 1

Rejilla 2

Consideraciones:

- Espesor de rejilla 1: 6.35 mm
- Espaciamiento: 1.5 cm
- Numero de rejillas en Canal: 33
- Área efectiva:

*Area efectiva: (Base de canal – numero de rejillas * espesor) * Altura hidraulica*

$$\text{Area efectiva: } (0.50 - 33 * .00635) * 0.1150 = 0.0332 \text{ m}^2$$

- Coefficiente de descarga “C”: 0.60
- Perdida de carga “H”:

$$H = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{CA} \right)^2 \quad 2$$

$$H = \frac{1}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} \left(\frac{0.03450 \text{ m}^3/\text{s}}{0.50 * 0.0332 \text{ m}^2} \right)^2 = 0.15 \text{ m}$$

Ecuación 2

Dimensiones de escurridor:

- Ancho: 30 cm
- Longitud: 60 cm

DISEÑO DE TRAMPA DE GRASA EXISTENTE

Consideraciones:

- Tiempo de retención: 4 minutos (agua especial municipal).
- Densidad de grasas y aceites: 0.937
- Capacidad de carga por m²: 0.25 m²/L

¹ ROMEO ROJAS JAIRO ROMEO, “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES” PAG. 289 – METCALF & EDDY, “INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES” PAG 232.

² ROMEO ROJAS JAIRO ROMEO, “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES” PAG. 289 – METCALF & EDDY, “INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES” PAG 232.



- d. Relación largo/ancho: 1.5 – 2.5
- e. Litros de grasa por cada L/s: 40
- f. Factor pico: 2.3
- g. Caudal de diseño = 34.50 L/s

Área de espejo de agua de desengrasador:

$$A_D = Q_d * C_c = \text{Caudal de diseño MAX} * \text{Capacidad de carga} * FON$$

Ecuación 3³

$$A_D = \left(34.50 \frac{L}{s}\right) * \left(0.25 \frac{m^2}{L}\right) * 0.745 = 6.4256 \cong 6.405 m^2$$

FON: Factor operativo para remoción de natas

Volumen de desengrasador:

$$V_D = Q * t * FOS$$

Ecuación 4

$$V_D = 0.0345 \frac{m^3}{s} * 240s * 1.586 = 13.132 m^3 = 13.13 m^3$$

FOS: Factor operativo para remoción de sólidos

Profundidad de Desengrasador:

$$H_{hD} = \frac{V_D}{A_D} = \frac{12.30 m^3}{6.15 m^2} = 2.00 m$$

Ecuación 5

Volumen de almacenamiento de grasas:

$$V_{AG} = Q * c_{Ag} = 0.452 \frac{L}{s} * 40 \frac{L}{s} = 18.08 L \cong 0.0181 m^3/día$$

Altura de almacenamiento de grasas:

$$H_{Ag} = \frac{V_{AG}}{A_d} = \frac{0.0181 m^3}{0.480 m^2} = 0.0377 m \cong 0.05m$$

³ Norma DIN 4041



DISEÑO DE ESTACIÓN DE BOMBEO A CONSTRUIRSE

Consideraciones:

- a. Tiempo de operación: 45 minutos.
- b. Tiempo de reposo: 15 minutos.
- c. Caudal de hora máxima: 34.50 litros/segundo (124.20 m³/hora)
- d. Factor de seguridad: 50%
- e. Caudal de bombeo: 53.25 litros/segundo (186.30 m³/hora)
- f. Numero de equipos: 6
- g. Caudal por equipo: 31.05 m³/hora (136.72 gpm \cong 140 gpm)

Tiempo de reposo = tiempo de retención = 15 min

Volumen de retención = 31.95 m³ \cong 32.00 m³

DISEÑO TANQUE DE IGUALACIÓN A CONSTRUIRSE

Consideraciones:

- a. Caudal de Diseño: 15 litros/segundo (54.00 m³/hora)
- b. Caudal de hora máxima: 34.50 litros/segundo (124.20 m³/hora)
- c. Tiempo de duración de caudal máximo: 5.5 horas
- d. Tiempo de retención mínimo: 30 min.

Volumen de Igualación:

$$V_{Ig} = \text{Volumen de Compensación} + \text{Volumen mínimo}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen de compensación} &= (Q_{max} - Q_{med}) * t_d \\ &= (124.20 \text{ m}^3/\text{hora} - 54.00 \text{ m}^3/\text{hora}) * 4 \text{ horas} = 307.80 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volumen mínimo} = Q_{med} * t_r = 54.00 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} * 0.50 \text{ horas} = 27 \text{ m}^3$$

$$V_{Ig} = 307.80 \text{ m}^3 + 27.00 \text{ m}^3 = 334.80 \text{ m}^3$$

DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN

PARAMETROS DE DESCARGA

PARAMETRO/DÍA	EFLUENTE
DBO5 (mg/l - O2)	30
DQO (mg/l - O2)	60
COLOR (U Pt-CO)	400
RELACION DQO/DBO	2
FOSFORO TOTAL (mg/l - P)	3
GRASAS Y ACEITES mg/l	10
MATERIAL FLOTANTE	AUSENTE
NITROGENO TOTAL (mg/l - N)	5
pH (in situ)	6-7
SOLIDOS SEDIMENTABLES (mL/L)	0.1
SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	40
TEMPERATURA PROMEDIO (in situ) (°C)	18-23
COLIFORMES FECALES TOTALES (NMP/100ml)	500

Límites máximos permisibles para descarga al Lago de Atitlán⁴

CARGA HIDRAULICA:

Para términos de operación, redundancia y crecimiento, se propone realizar dos módulos de depuración de aguas residuales municipales. Por tal motivo, en adelante se realizarán los cálculos para la mitad de caudal como aporte de aguas residuales.

$$Q_{DE\ DISEÑO} = 1,296,000.00 \text{ litros/día} = 1,296.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{POR\ MODULO} = 648,000 \text{ litros/día} = 648.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

CARGAS CONTAMINANTES:

$$DBO_5 = 400 \text{ mg/l}$$

$$Q_{DIARIO} = 420,000 \text{ litros/día}$$

$$CARGA\ ORGANICA = A = DBO_5 * Q_{DIARIO} = 400 \frac{mg}{L} * 420,000 \text{ L} = 168,000,000 \text{ mg}$$

$$A = ALIMENTO = 168.00 \text{ Kg } DBO_5$$

⁴ ACUERDO GUBERNATIVO 12-2011, ARTÍCULO 11



DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES DE AIREACIÓN

Ecuación general:

$$VR_o = \frac{Q_{DIARIO} * S_o}{\left(\frac{A}{M}\right) * X_{AR}}$$

Ecuación No. 5⁵

REACTORES AEROBIOS		
Solidos Suspendidos Volatiles en el Licor Mezcla SSVLM (mg/l) X combinado	12240	TRH (HORAS)
volumen de aireación	207.44	7.68
REACTOR MBBR (m ³)	155.58	5.76
REACTOR NITRIFICACIÓN (m ³)	51.86	1.92

CALCULO DE VOLUMEN PARA DESNITRIFICACIÓN EN ETAPA ANOXICA.

Capacidad de asimilación de Nitrógeno respecto a la asimilación de DBO5

VD/VBA	Edad de lodos θ_c (días)	Relación kg N-NO ₃ / kg DBO ₅
0.2	12	0.05
0.3	13	0.08
0.4	15	0.11
0.5	18	0.14

Relación para desnitrificación⁶

DESNITRIFICACIÓN		
NITROGENO A REMOVER	25	TRH (HORAS)
RELACION N-NO ₃ /DBO ₅	0.05	
Reactor Anóxico (m ³)	128.85	4.77

CALCULO DE AREA DE SEDIMENTACIÓN

VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN		
Carga de superficie (m ³ / m ² h)	1.45	TRH (HORAS)
Factor punta	2.30	
Area (m ²)	42.83	4.76

⁵ ROMEO ROJAS JAIRO ROMEO, "TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES" PAG. 450 – METCALF & EDDY, "INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES" PAG 620.

⁶ UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO, "Diplomado en Tratamiento de aguas industriales"

CALCULO DE VOLUMEN TANQUE DE CONTACTO DE CLORO (MODULO 2)

Tiempo de evacuación = 30 min a caudal pico

VOLUMEN DEL TANQUE DE CONTACTO DE CLORO		
Tiempo de detención (minutos)	30	TRH (HORAS)
Volumen en (m ³)	31.05	1.15

Se utilizará pastillas de hipoclorito de calcio al 60%.

CALCULO DE VOLUMEN DE DIGESTOR DE LODOS (TANQUE EXISTENTE)

Producción de lodo P _x (kg/día)	101.56
Lodo producido de desecho (kg/día)	126.95
Caudal de lodos de desecho Q _w (m ³ /día)	8.46
Caudal de recirculación Q _R (m ³ /día)	216.00
Tasa de Recirculación R	33%

Volumen del Digestor de lodos		
Generación de lodo m ³ /d	6.77	TRH (HORAS)
Días de almacenamiento y digestión	10.00	
Volumen del Digestor de lodos (m ³)	67.71	2.51

CALCULO DE CANTIDAD DE AIRE NECESARIO

CANTIDAD DE AIRE NECESARIO	
Sumergencia de los difusores, m	2.90
Aire requerido para estabilizar la materia orgánica (SCFM)	903.30
Aire requerido incluyendo retorno de lodos y skimmer (SCFM)	1129.13



TABLA DE RESUMEN DE PROCESOS

TABLA RESUMEN							
DESCRIPCIÓN	ANCHO (m)	LARGO (m)	AREA (m2)	ALTURA HIDRAULICA (m)	VOLUMEN EFECTIVO (m3)	UNIDADES	TRH (hrs)
TRAMPA DE SOLIDOS	0.50	3.05	1.53	0.11	0.17	1	0.00
TRAMPA DE GRASAS	2.10	3.05	6.41	2.05	13.13	1	0.24
ESTACIÓN DE BOMBEO	3.20	3.20	10.24	3.15	32.26	1	0.60
TANQUE DE IGUALACIÓN	4.60	24.25	111.55	3.00	334.65	1	6.20
TANQUE ANOXICO	4.60	9.35	43.01	3.00	129.03	2	4.78
TANQUE DE AIREAICON MBBR	4.60	11.25	51.75	3.00	155.25	2	5.75
TANQUE DE AIREAICON NITRIFICACIÓN	4.60	3.75	17.25	3.00	51.75	2	1.92
CLARIFICADOR	4.60	9.40	43.24	3.00	129.72	2	4.80
TANQUE DIGESTOR DE LODOS	4.20	6.90	28.98	3.00	86.94	1	1.61
TANQUE DE CONTACTO DE CLORO	2.60	4.60	11.96	2.60	31.10	1	0.58
CAJA DE REGISTRO DE SALIDA	1.00	2.00	2.00	0.11	0.22	1	0.00

***Las medidas y volúmenes constructivos de los elementos pueden variar respecto a los volúmenes calculados, debido a consideraciones de fabricación y ejecución.**



MEMORIA TÉCNICA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Soplador trilobular	Capacidad de aireación:565 SCFM/módulo Potencia: 25 HP/soplador Presión de operación: 5 PSI	Unidad	4
Sistema de distribución de aire	Material de fabricación: HG	Unidad	2
Barra de difusores	Material: HG Numero de difusores por barra: 6 Sistema de acople y cierre: ECOTEC BDBF Difusor: Burbuja fina SSI	Unidad	88
Sistema de retorno de lodos	Air lift Ø 4" con tubería PVC 160 PSI Tubería de inyección de aire HG Sistema de acople y cierre: ECOTEC SRL	Unidad	4
Desnatador	Sistema de desnatado: ECOTEC SDD	Unidad	8
Soplador Sumergible en tanque de igualación	Capacidad de aireación:47 SCFM Potencia: 5 HP Presión de operación: 1.42 – 4.26 PSI	Unidad	3
Soplador Sumergible en tanque de igualación	Capacidad de aireación:90 SCFM Potencia: 7.5 HP Presión de operación: 4.26 PSI	Unidad	2
Medio de retención de Colonia	Medio de retención de colonia ECOTEC BCH 4000	m2	219,056



BIBLIOGRAFÍA

1. ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO. (2013). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “Tratamiento y Principios de Diseño”*. (Tercera Edición). Colombia; Escuela Colombiana de Ingeniería. CAPITULO 17 Y 18
2. METCALF-EDDY- (2003). *TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES*. (Cuarta Edición). New York; McGraw-Hill. CAPITULO 6, 8 Y 10
3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE CARGA ORGANICA USANDO REACTORES SECUENCIALES. (2016). Disponible en: <http://www.cec.uchile.cl/~leherrer/BT53A/SBR/sbrdise.htm> (Acceso 13 de agosto de 2016).
4. SUAREZ LOPEZ JOAQUIN, JACOME BURGOS ALFREDO & URES RODRIGUEZ PABLO. (2015). *REACTORES CON FUNCIONAMIENTO SECUENCIAL (FT-BIO-002)*. (Primera Edición). España; Universidad Da Coruña.
5. GIL JORDANO DANIEL. (2010). *TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN PROCESO SBR*. (Primera Edición). Zaragoza; DEISA.
6. UNIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358041/EXE/leccin_34_secado_del_lo do.html. 09/Septiembre/2016.
7. OPS/CEPIS/05.158UNATSABAR, (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES*. Lima, Perú.

PLAN DE INVERSION MULTIANUAL
PROYECTO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
TZANJUYÚ, PANAJACHEL, SOLOLÁ.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUYUP					
ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
1	PRETRATAMIENTO	global	1.00	Q285,754.30	Q285,754.30
2	TANQUE DE IGUALACIÓN	global	1.00	Q1,780,873.77	Q1,780,873.77
3	MODULO 1A	global	1.00	Q2,284,463.46	Q2,284,463.46
4	MODULO 1B	global	1.00	Q2,284,463.46	Q2,284,463.46
5	MODULO 2A	global	1.00	Q1,890,111.38	Q1,890,111.38
6	MODULO 2B	global	1.00	Q2,150,742.32	Q2,150,742.32
7	CASETA DE EQUIPO MODULO 1	global	1.00	Q295,175.40	Q295,175.40
8	CASETA DE EQUIPO MODULO 2	global	1.00	Q295,175.40	Q295,175.40
9	POZOS DE ABSORCIÓN	global	1.00	Q75,920.00	Q75,920.00
10	MANEJO DE LODOS	global	1.00	Q1,304,387.50	Q1,304,387.50
11	EQUIPO DE RESPALDO	global	1.00	Q414,700.00	Q414,700.00
TOTAL					Q13,061,767.00
PLAN DE INVERSIÓN MULTI ANUAL					
ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
1	PRETRATAMIENTO	global	1.00	Q285,754.30	Q285,754.30
7	CASETA DE EQUIPO MODULO 1	global	1.00	Q295,175.40	Q295,175.40
8	CASETA DE EQUIPO MODULO 2	global	1.00	Q295,175.40	Q295,175.40
9	POZOS DE ABSORCIÓN	global	1.00	Q75,920.00	Q75,920.00
TOTAL ETAPA 1					Q952,025.10
3	MODULO 1A	global	1.00	Q2,284,463.46	Q2,284,463.46
5	MODULO 2A	global	1.00	Q1,890,111.38	Q1,890,111.38
TOTAL ETAPA 2					Q4,174,574.85
2	TANQUE DE IGUALACIÓN	global	1.00	Q1,780,873.77	Q1,780,873.77
11	EQUIPO DE RESPALDO	global	1.00	Q414,700.00	Q414,700.00
10	MANEJO DE LODOS	global	1.00	Q1,304,387.50	Q1,304,387.50
TOTAL ETAPA 3					Q3,499,961.27
4	MODULO 1B	global	1.00	Q2,284,463.46	Q2,284,463.46
6	MODULO 2B	global	1.00	Q2,150,742.32	Q2,150,742.32
TOTAL ETAPA 4					Q4,435,205.78
TOTAL					Q13,061,767.00

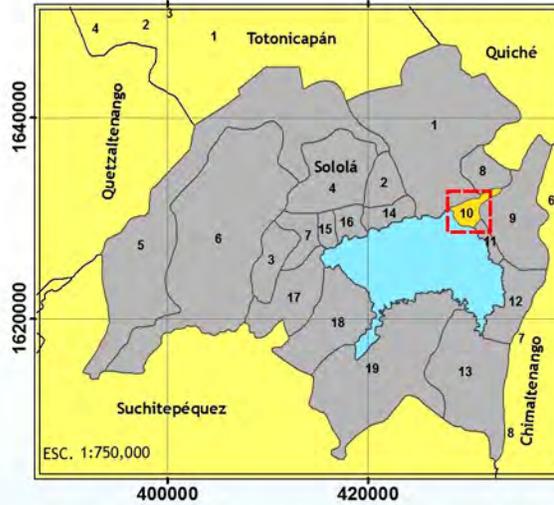
PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL PROYECTO

LONGITUD	LATITUD
91° 09' 41.05" W	14° 44' 33.91" N

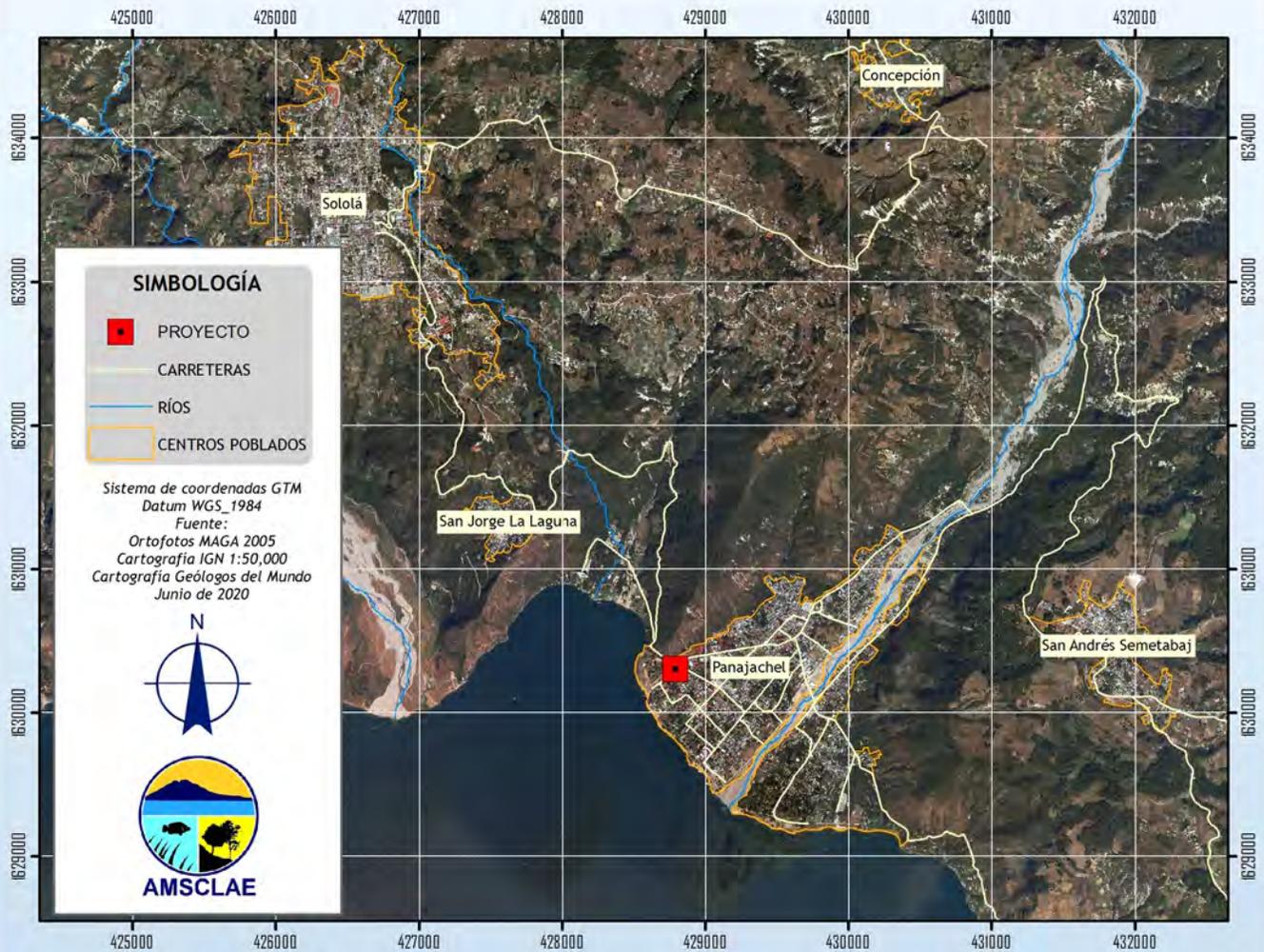
Fca. _____ No. _____ Folio _____
 Libro _____ De _____



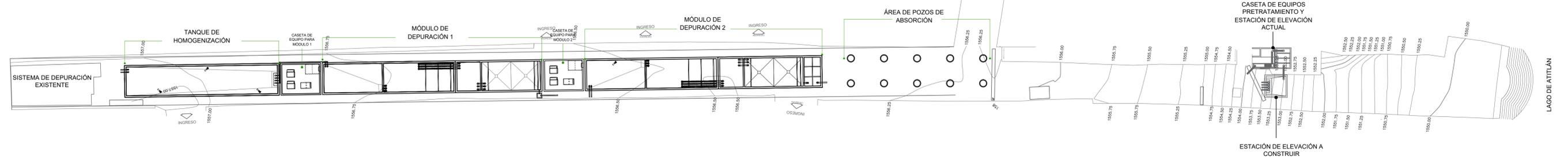
COORDENADAS DEL MUNICIPIO

LONGITUD	LATITUD
91° 09' 21.00" W	14° 44' 10.00" N

No.	Municipio
1	Sololá
2	San José Chacayá
3	Santa María Visitación
4	Santa Lucía Utatlán
5	Nahualá
6	Santa Catarina Ixtahuacán
7	Santa Clara La Laguna
8	Concepción
9	San Andres Semetabaj
10	Panajachel
11	Santa Catarina Palopó
12	San Antonio Palopó
13	San Lucas Tolimán
14	Santa Cruz La Laguna
15	San Pablo La Laguna
16	San Marcos La Laguna
17	San Juan La Laguna
18	San Pedro La Laguna
19	Santiago Atitlán



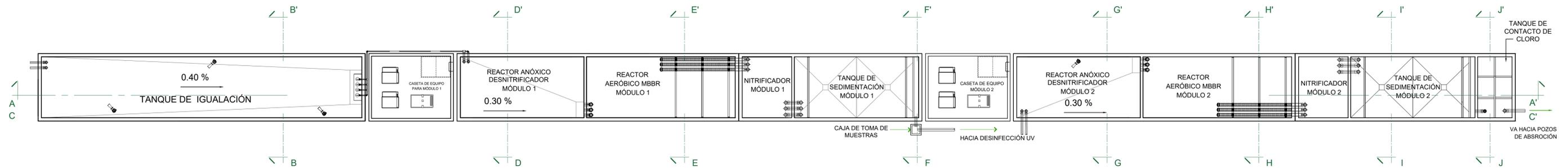
FINCA (S) No.	FOLIO (S) No.	LIBRO (S) No.	DE:
CIRCUNSCRIPCIÓN: MUNICIPIO DE PANAJACHEL		DEPARTAMENTO: SOLOLÁ	
DENOMINACIÓN: S/D			
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.			
OTORGANTE:			
ADQUIRIENTE:			
ÁREA DE TERRENO:	ESCALA: 1:50,000	FECHA: JUNIO 2020	



PLANTA DE UBICACIÓN

PTAR TZANJUJU

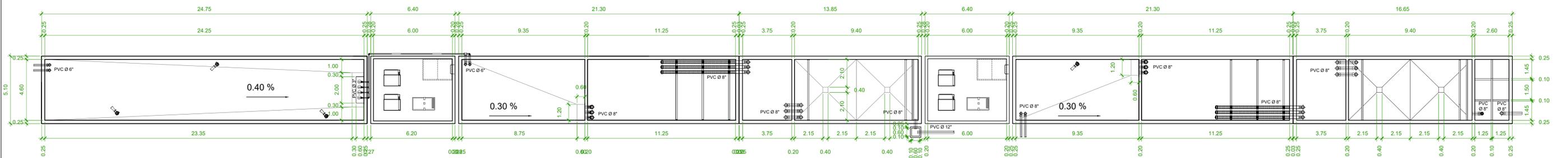
ESC:1:325



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

PTAR TZANJUJU

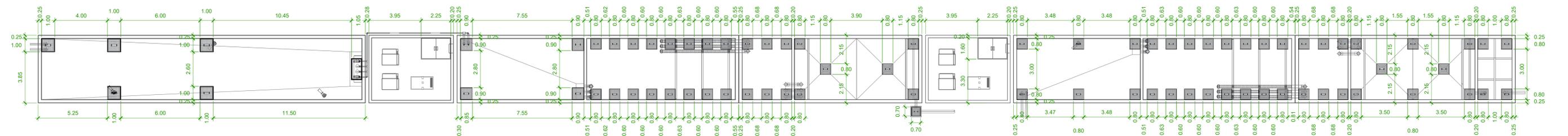
ESC:1:150



PLANTA DE ACOTADA

PTAR TZANJUJU

ESC:1:150



PLANTA DE REGISTRO

PTAR TZANJUJU

ESC:1:150

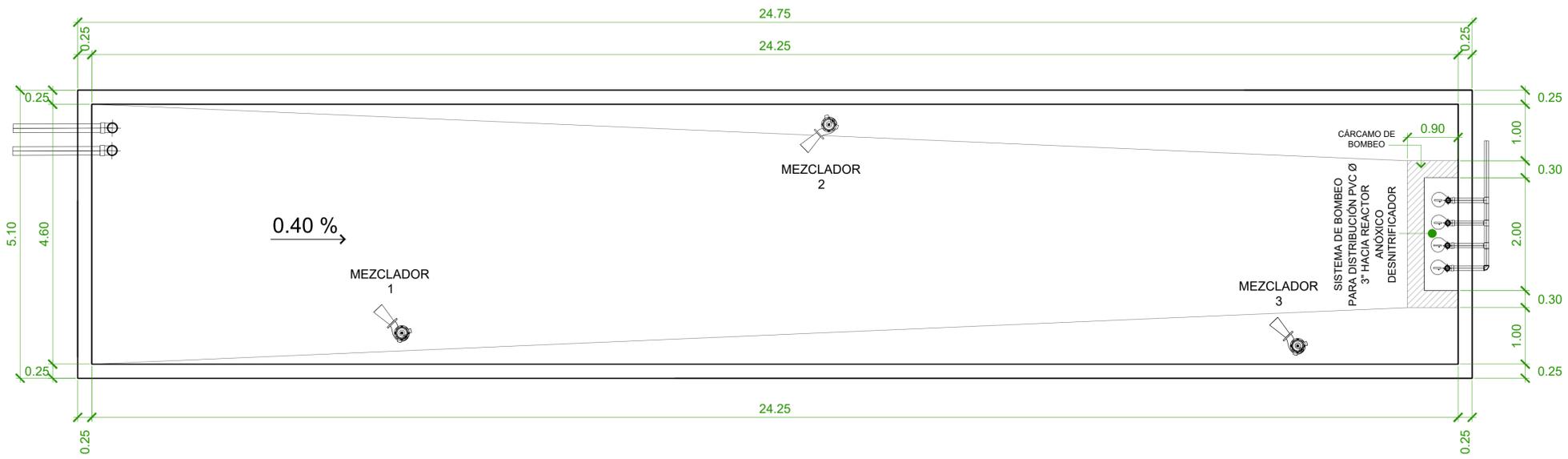
PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.

FECHA:
DICIEMBRE 2.020
ESCALA:
INDICADA
DIBUJO:
DISEÑO:
CÁLCULO:

CONTENIDO: PLANTA DE COMPONENTES SISTEMA DE TRATAMIENTO
UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUJU,
PANAJACHEL, SOLOLÁ.

HOJA
No. 002
013

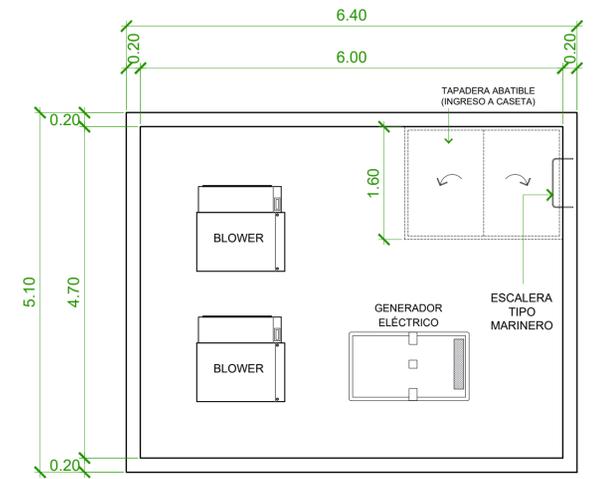
F. _____ F. _____



PLANTA DE TANQUE DE IGUALACIÓN

PTAR TZANJUUYU

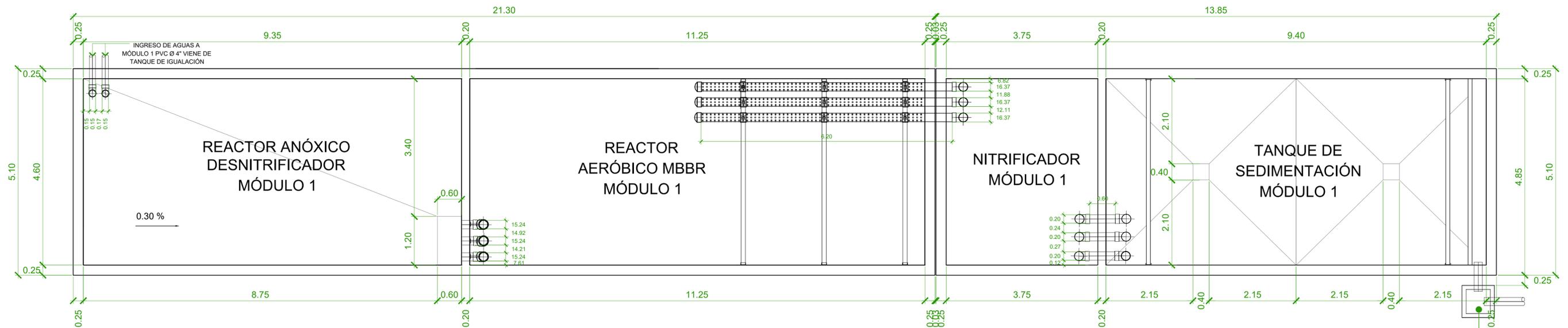
ESC:1:50



CASETA DE EQUIPO MÓDULO 1 Y 2

PTAR TZANJUUYU

ESC:1:50

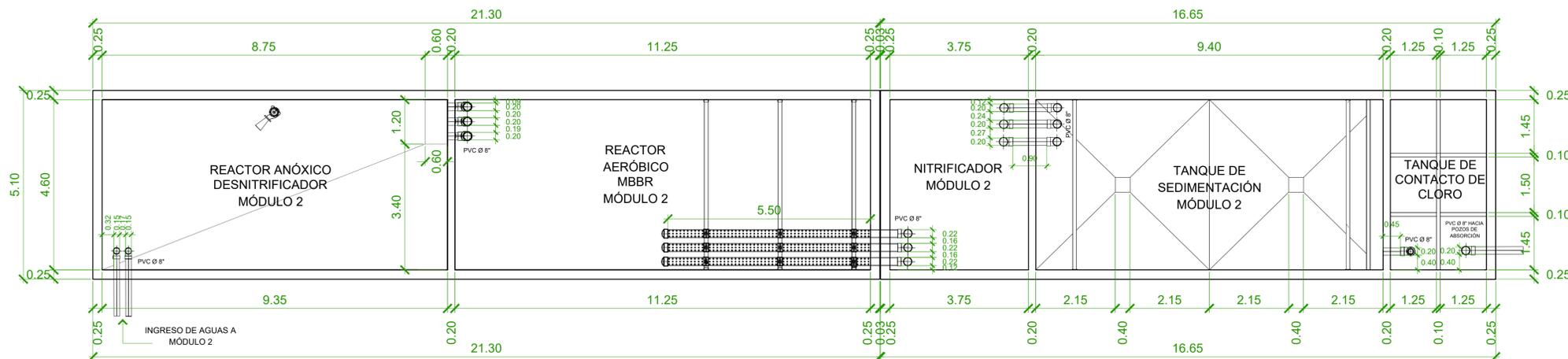


PLANTA DE MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUUYU

CAJA DE TOMA DE MUESTRAS VER DETALLE

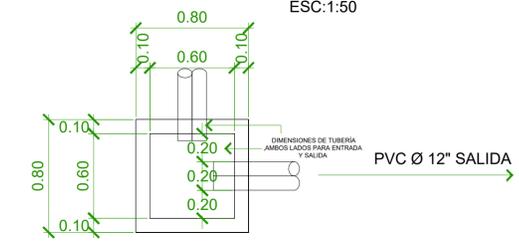
ESC:1:50



PLANTA DE MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUUYU

ESC:1:75

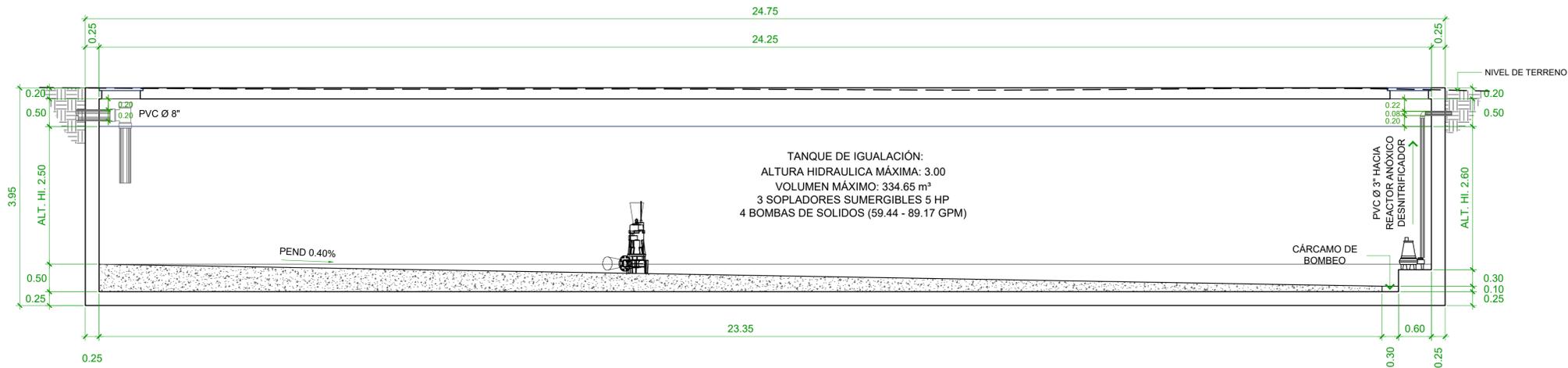


CAJA DE TOMA DE MUESTRAS

PTAR TZANJUUYU

ESC:1:25

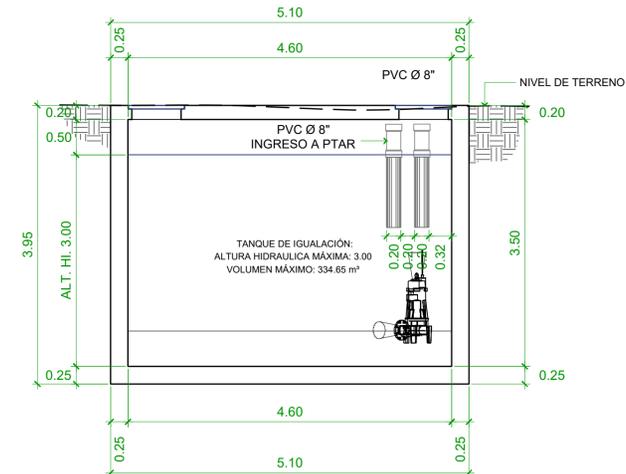
PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUUYU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.		
FECHA: DICIEMBRE 2.020	CONTENIDO: PLANTA TANQUE DE IGUALACIÓN, MÓDULO 1 Y MÓDULO 2	
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUUYU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	HOJA No. 003 / 013
DIBUJO:	F. _____	
DISEÑO:	F. _____	
CÁLCULO:	F. _____	



SECCIÓN A-A' TANQUE DE IGUALACIÓN

PTAR TZANJUJU

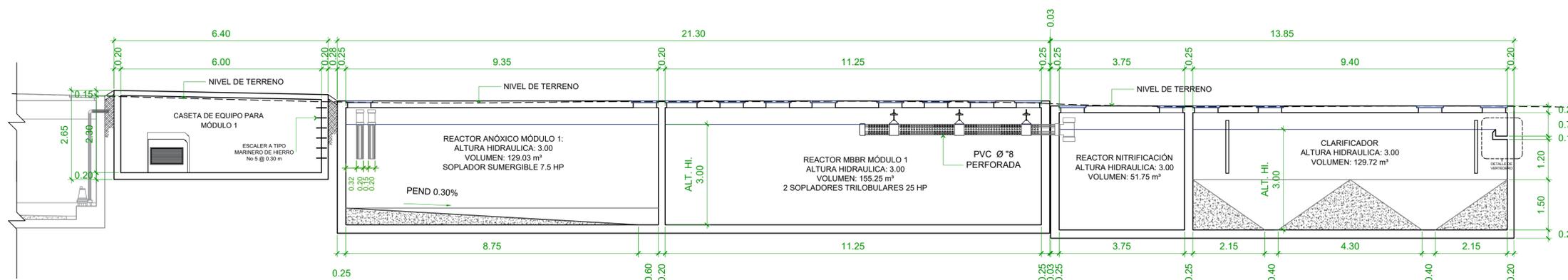
ESC: 1 :50



SECCIÓN B-B' TANQUE DE IGUALACIÓN

PTAR TZANJUJU

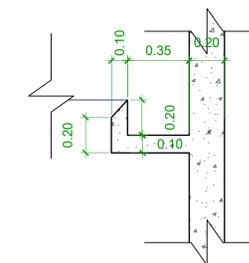
ESC: 1 :50



SECCIÓN C-C' MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUJU

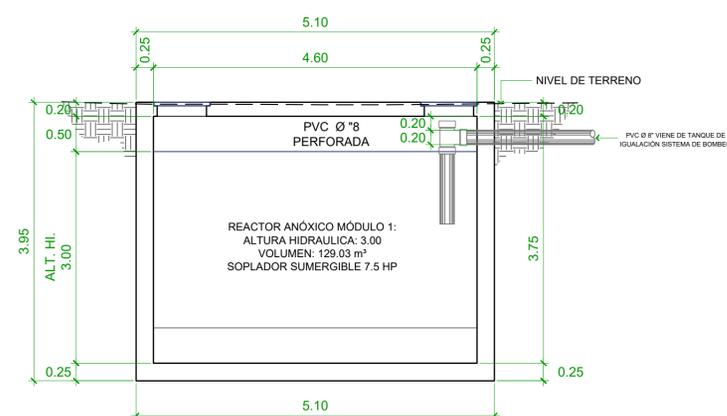
ESC: 1 :75



DETALLE DE VERTEDERO

PTAR TZANJUJU

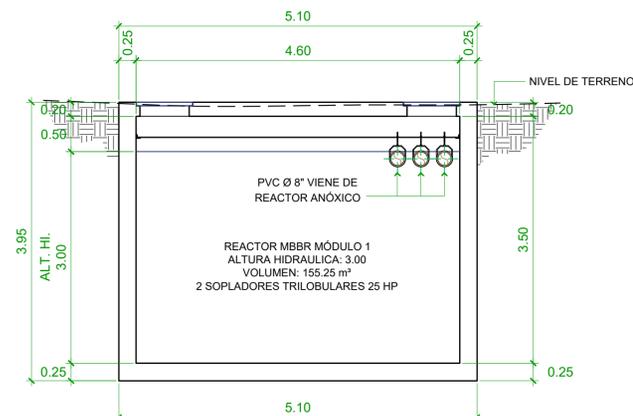
ESC: 1 :50



SECCIÓN D-D' MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUJU

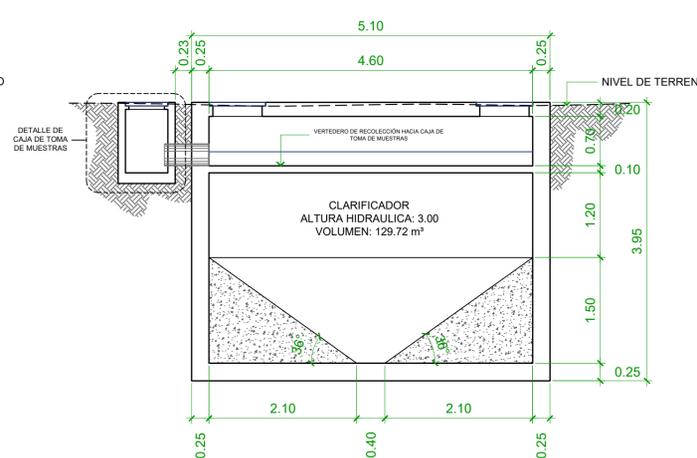
ESC: 1 :50



SECCIÓN E-E' MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUJU

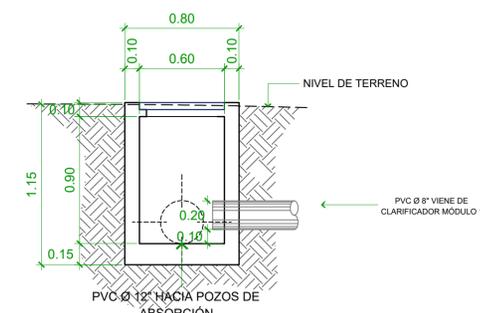
ESC: 1 :50



SECCIÓN F-F' MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUJU

ESC: 1 :50

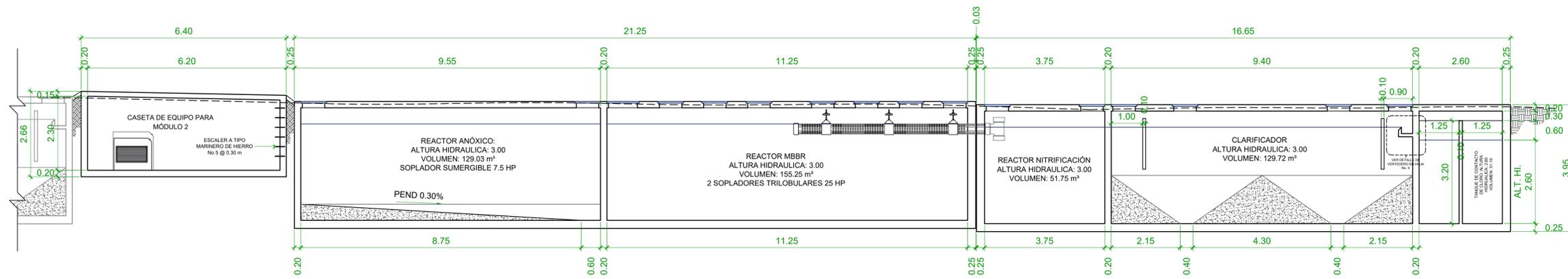


CAJA DE TOMA DE MUESTRAS

PTAR TZANJUJU

ESC: 1 :25

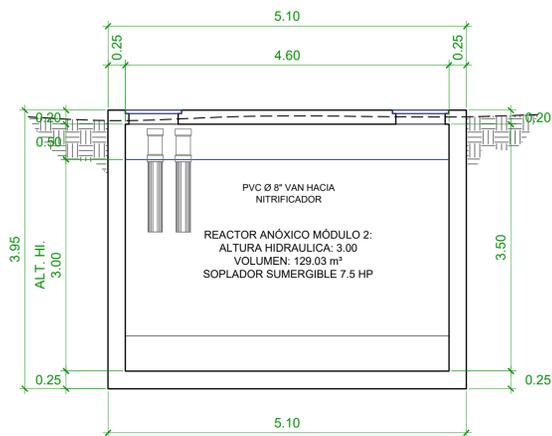
PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.			
FECHA: DICIEMBRE 2020	CONTENIDO: SECCIONES TANQUE DE IGUALACIÓN Y MÓDULO 1		
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	HOJA No. 004 013	
DIBUJO:			
DISEÑO:			
CÁLCULO:	F. _____	F. _____	



SECCIÓN C-C' MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUUYU

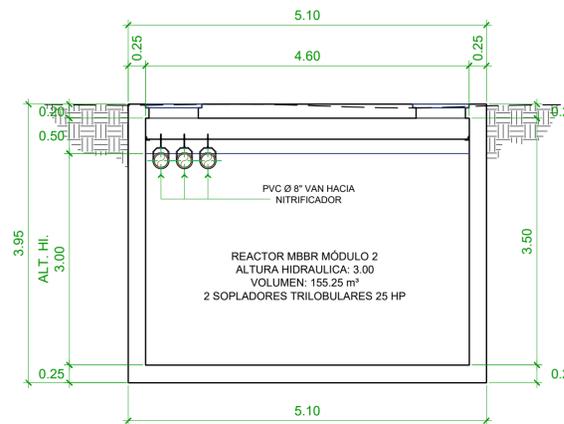
ESC: 1 :75



SECCIÓN G-G' MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUUYU

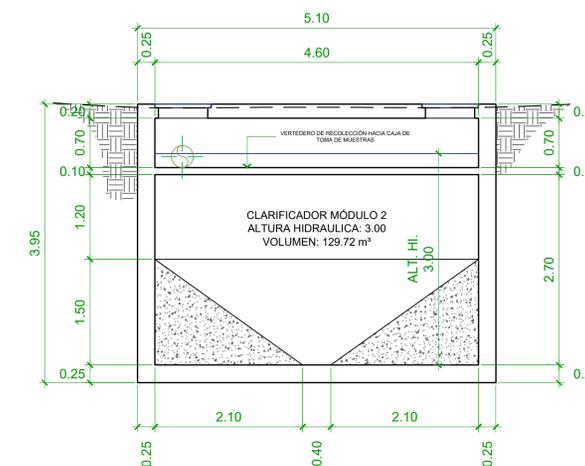
ESC: 1 :50



SECCIÓN H-H' MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUUYU

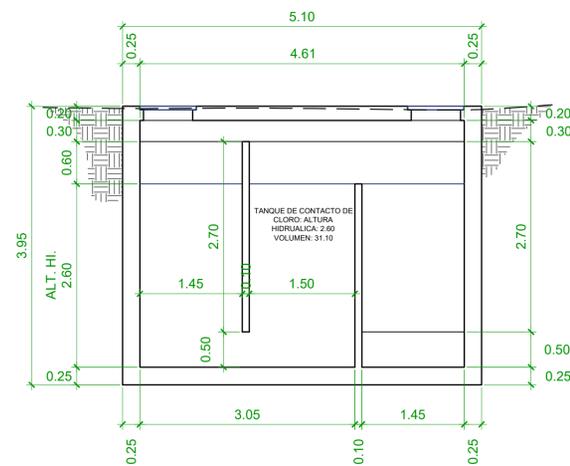
ESC: 1 :50



SECCIÓN I-I' MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUUYU

ESC: 1 :100

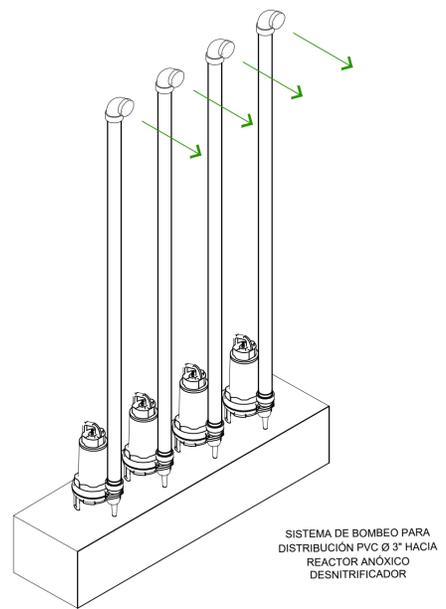
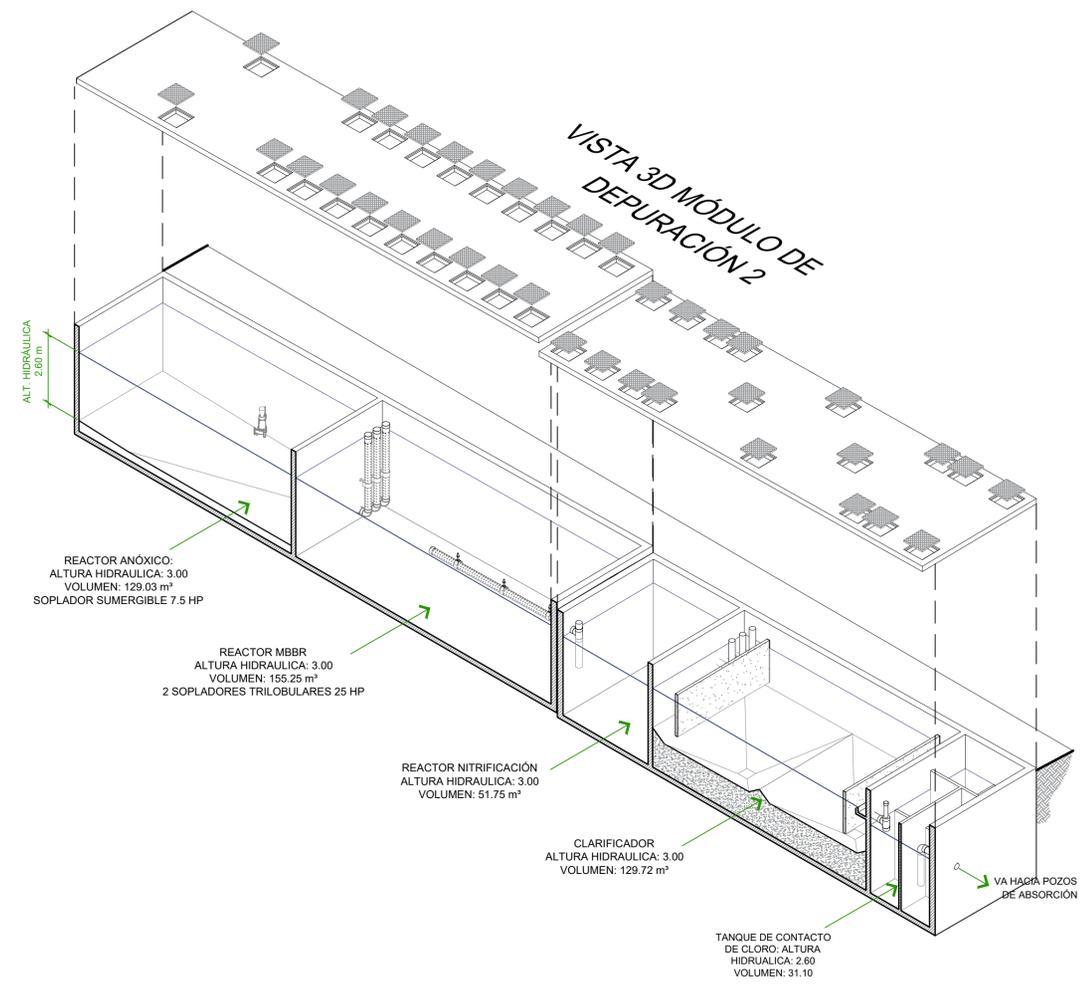
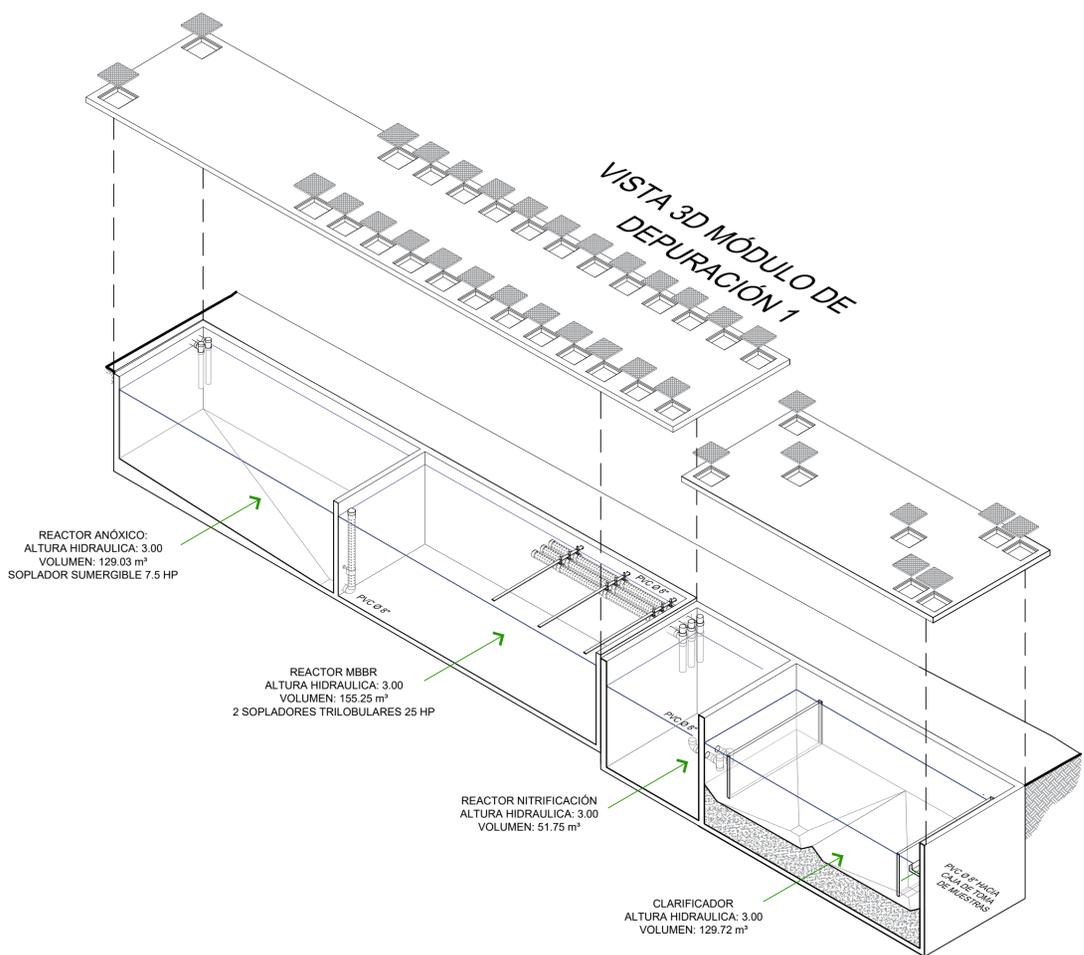
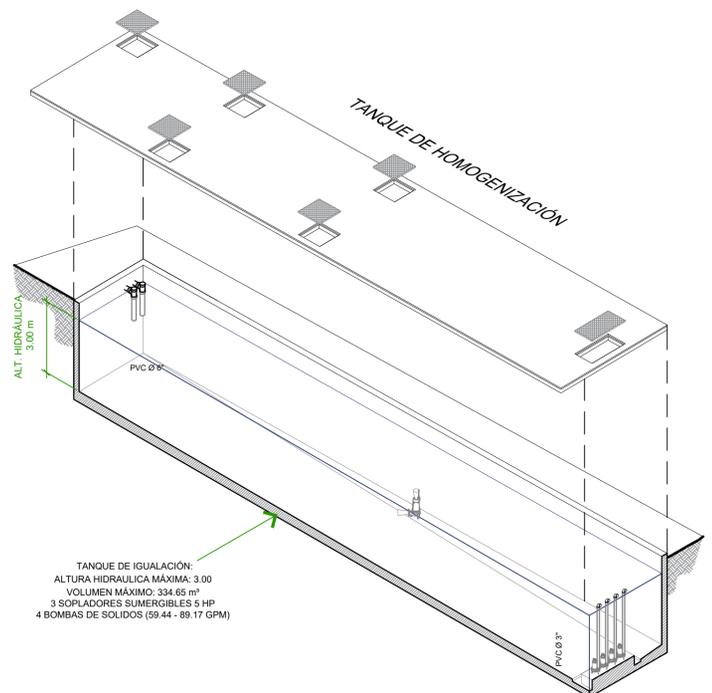


SECCIÓN J-J' MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

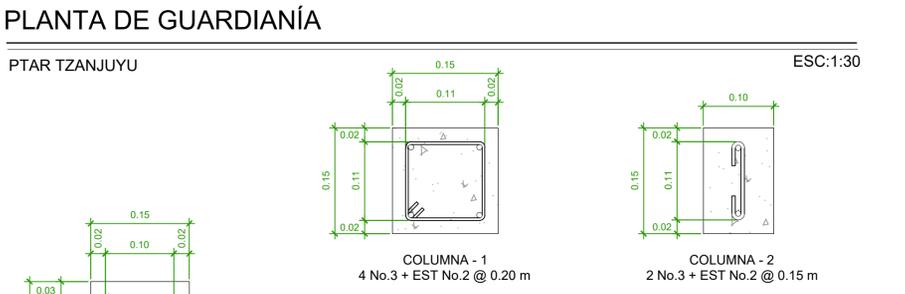
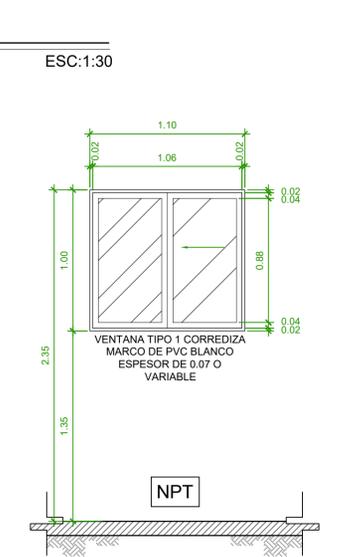
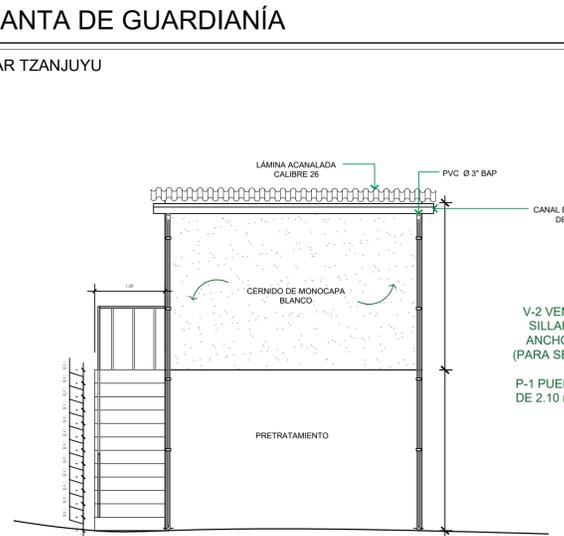
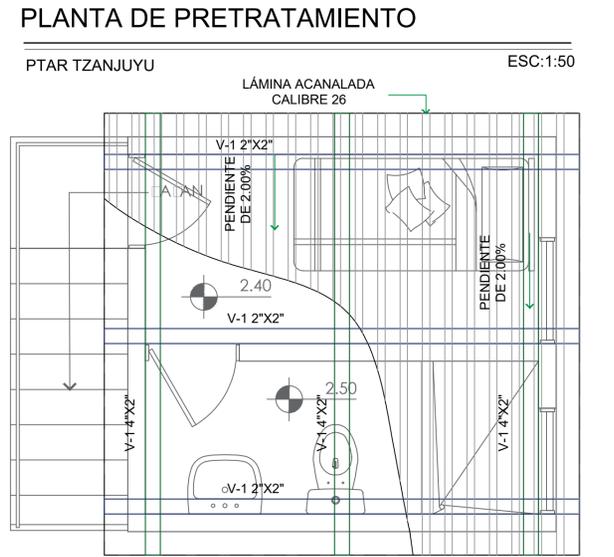
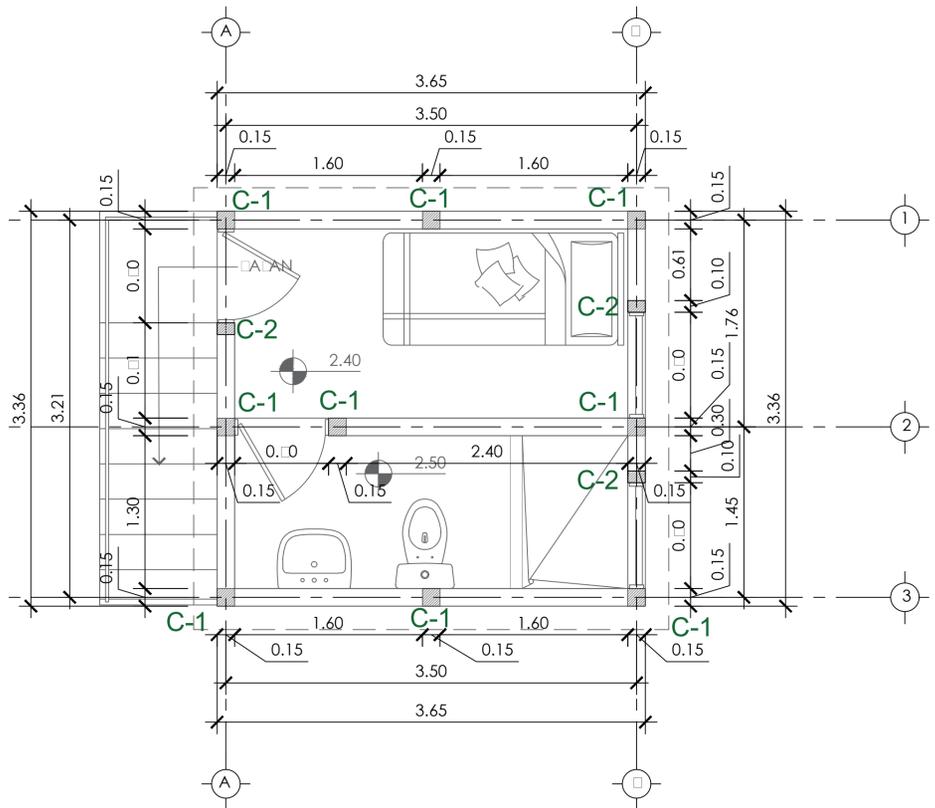
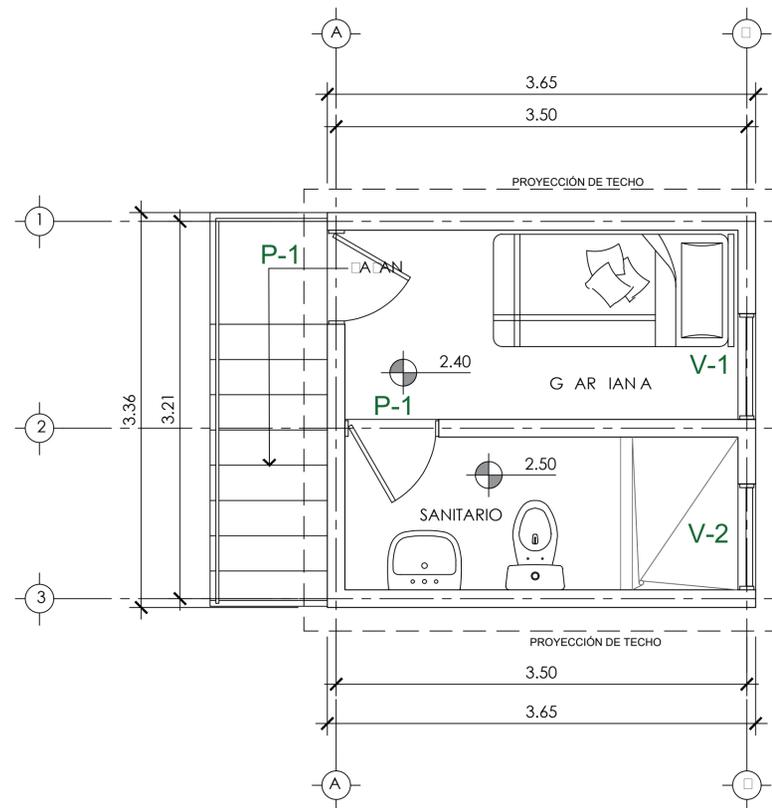
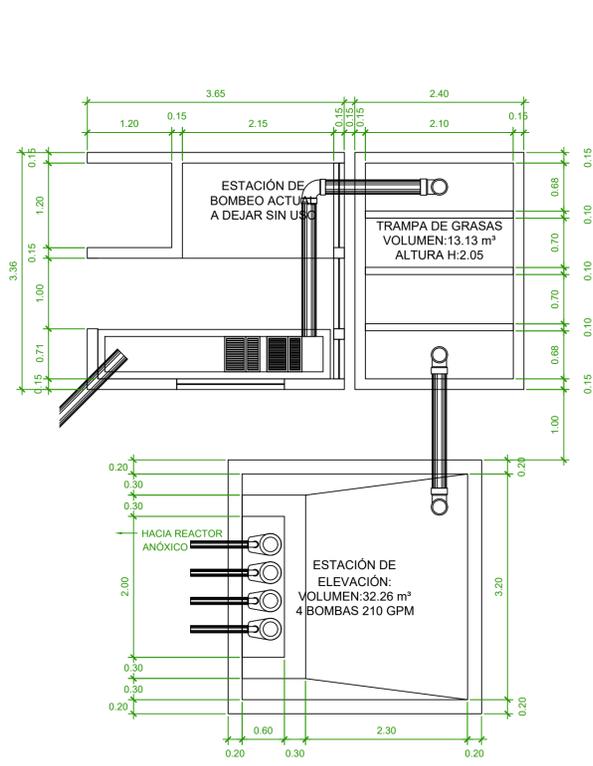
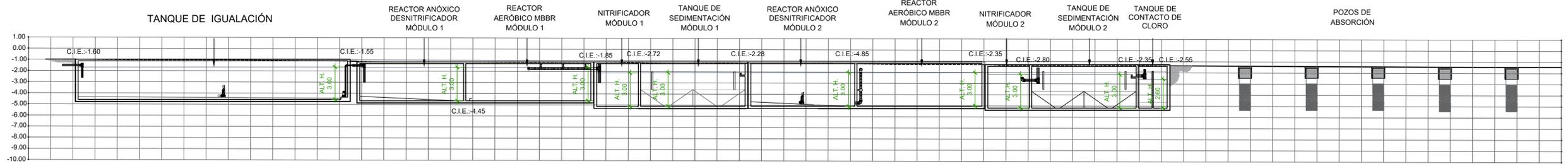
PTAR TZANJUUYU

ESC: 1 :100

PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUUYU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.		
FECHA: DICIEMBRE 2020	CONTENIDO: SECCIONES MÓDULO 2	
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUUYU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	HOJA No. 005 013
DIBUJO:	F. _____	
DISEÑO:	F. _____	
CÁLCULO:	F. _____	



PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUYÚ, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	
FECHA: DICIEMBRE 2.020	CONTENIDO: ISOMÉTRICOS SISTEMA DE TRATAMIENTO
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUYÚ, PANAJACHEL, SOLOLÁ.
DIBUJO:	HOJA No. 006 / 013
DISEÑO:	F. _____
CÁLCULO:	F. _____



PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	
FECHA: DICIEMBRE 2.020	CONTENIDO: PLANTA PRETRATAMIENTO Y GUARDIANÍA
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.
DIBUJO:	HOJA No. 007 / 013
DISEÑO:	
CÁLCULO:	

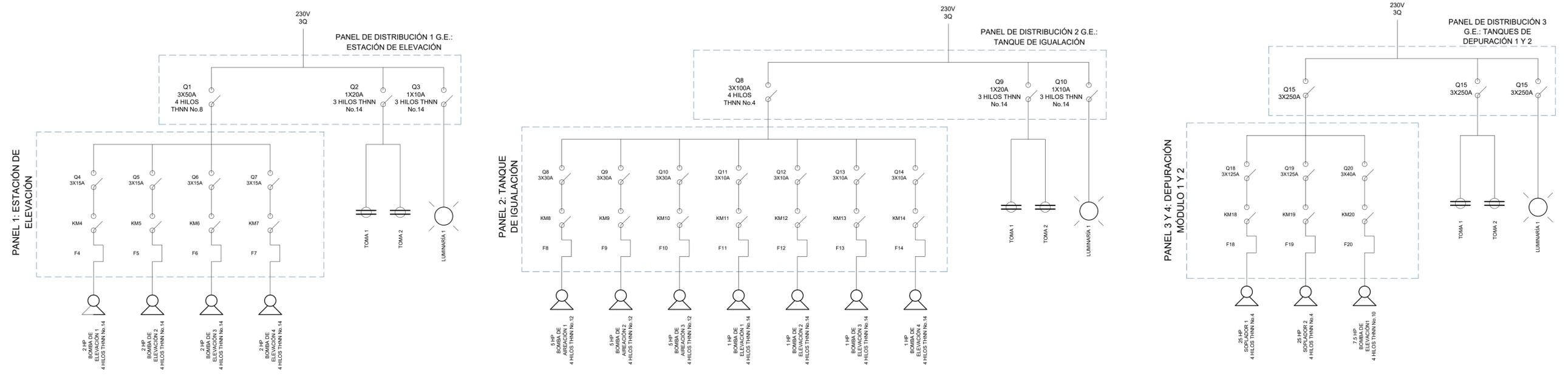
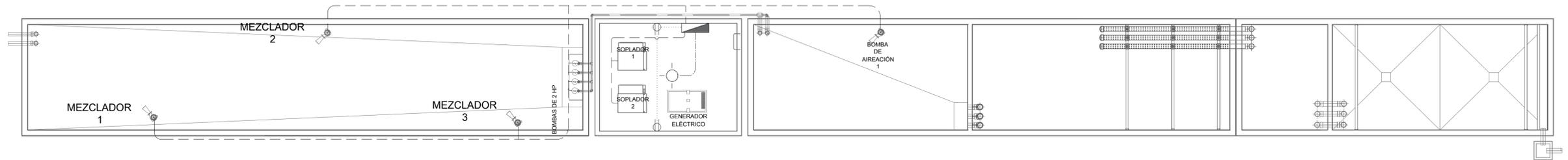


DIAGRAMA UNIFILAR

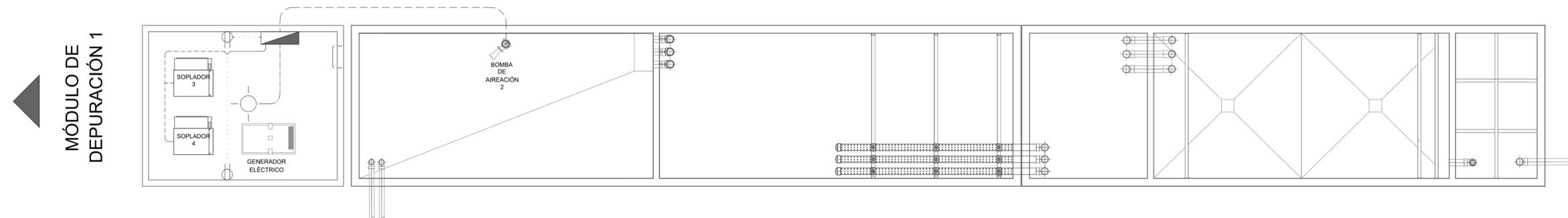
PTAR TZANJUJU



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, TANQUE DE IGUALACIÓN Y MÓDULO DE DEPURACIÓN 1

PTAR TZANJUJU

ESC: 1:100



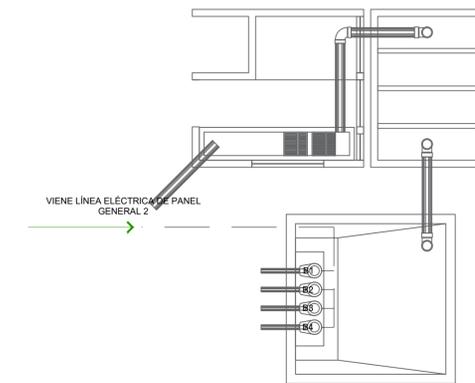
INSTALACIÓN ELÉCTRICA, TANQUE DE IGUALACIÓN Y MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PTAR TZANJUJU

ESC: 1:75

NOMENCLATURA

- PANEL DE CONTROL GENERAL
- LÍNEA ELECTRICA, 230 V PARA EQUIPO
- LÍNEA ELECTRICA, ILUMINACIÓN
- LÍNEA ELECTRICA, FUERZA
- LUMINARÍA
- TOMACORRIENTE DE 110V A UNA ALT. DE 0.45 m A PARTIR DE NPT



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, PRETRATAMIENTO

PTAR TZANJUJU

ESC: 1:75

MÓDULO DE DEPURACIÓN 2

PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.		
FECHA: DICIEMBRE 2.020	CONTENIDO: PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO TZANJUJU, PANAJACHEL, SOLOLÁ.	HOJA No. 008 / 013
DIBUJO:	F. _____	
DISEÑO:	F. _____	
CÁLCULO:	F. _____	

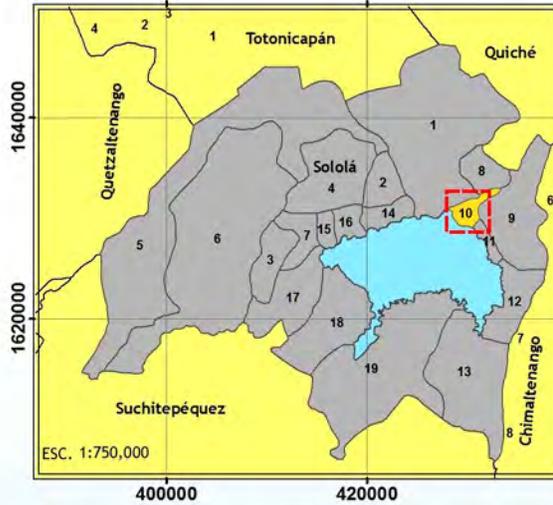
PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL PROYECTO

LONGITUD	LATITUD
91° 09' 41.05\" W	14° 44' 33.91\" N

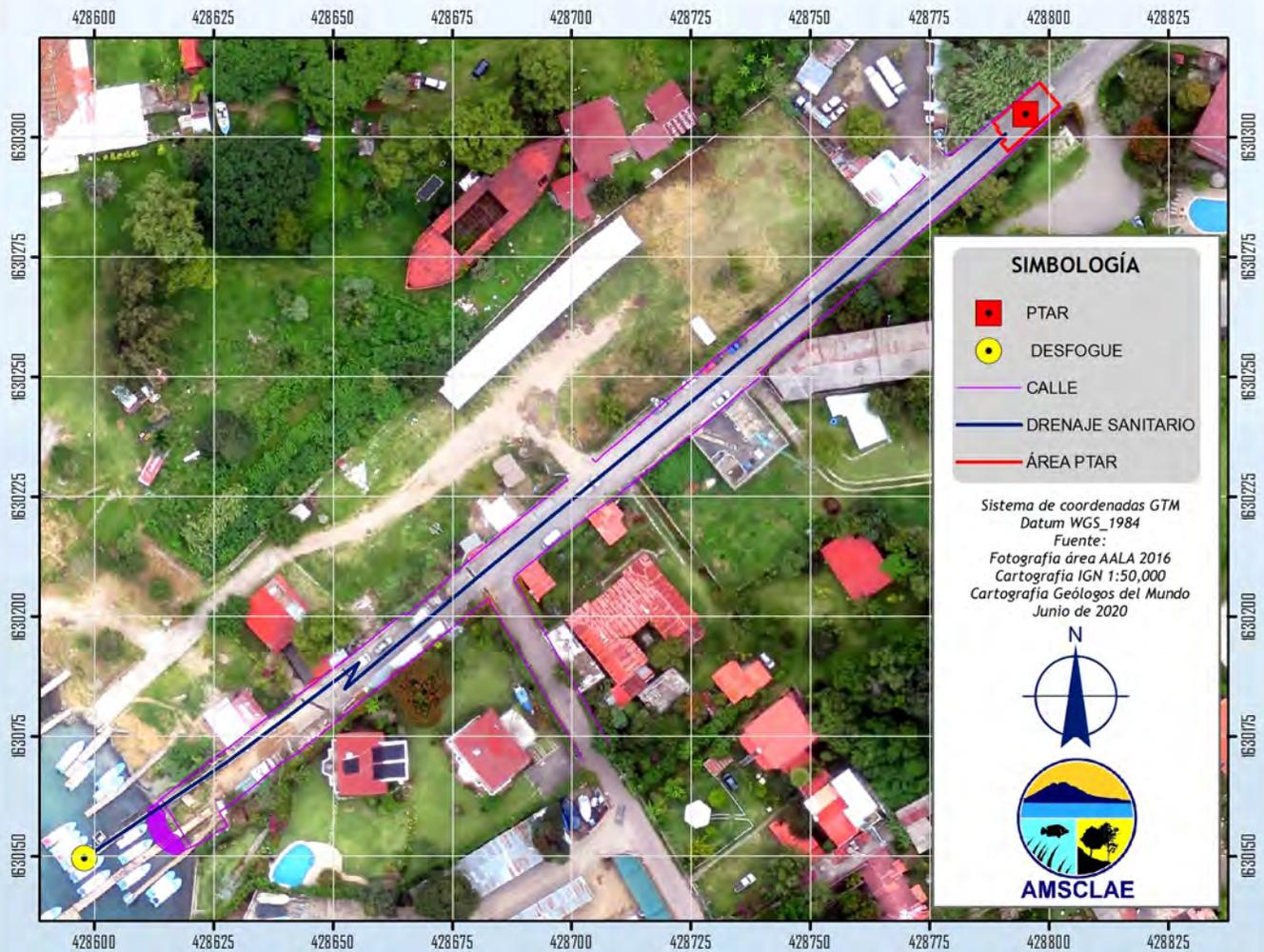
Fca. _____ No. _____ Folio _____
 Libro _____ De _____



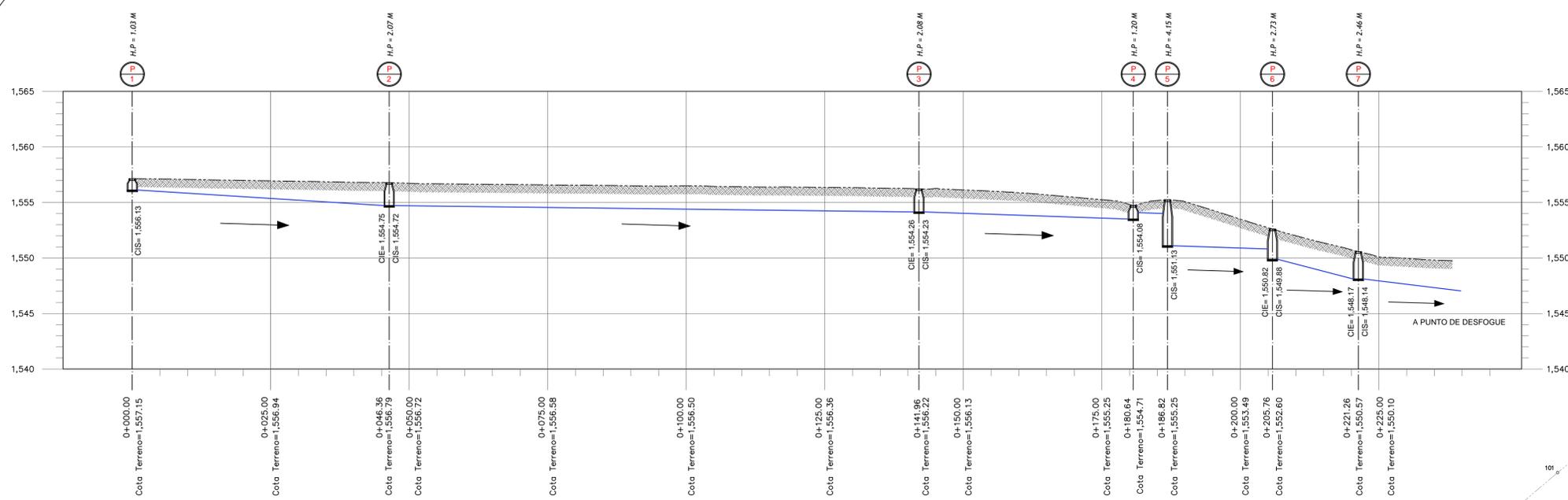
COORDENADAS DEL MUNICIPIO

LONGITUD	LATITUD
91° 09' 21.00\" W	14° 44' 10.00\" N

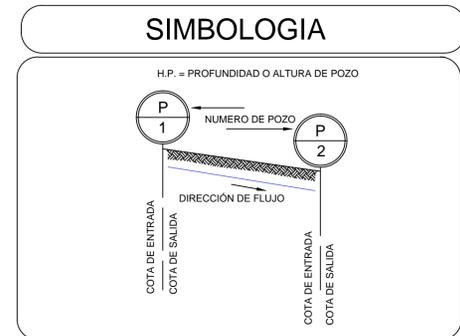
No.	Municipio
1	Sololá
2	San José Chacayá
3	Santa María Visitación
4	Santa Lucía Utatlán
5	Nahualá
6	Santa Catarina Ixtahuacán
7	Santa Clara La Laguna
8	Concepción
9	San Andres Semetabaj
10	Panajachel
11	Santa Catarina Palopó
12	San Antonio Palopó
13	San Lucas Tolimán
14	Santa Cruz La Laguna
15	San Pablo La Laguna
16	San Marcos La Laguna
17	San Juan La Laguna
18	San Pedro La Laguna
19	Santiago Atitlán



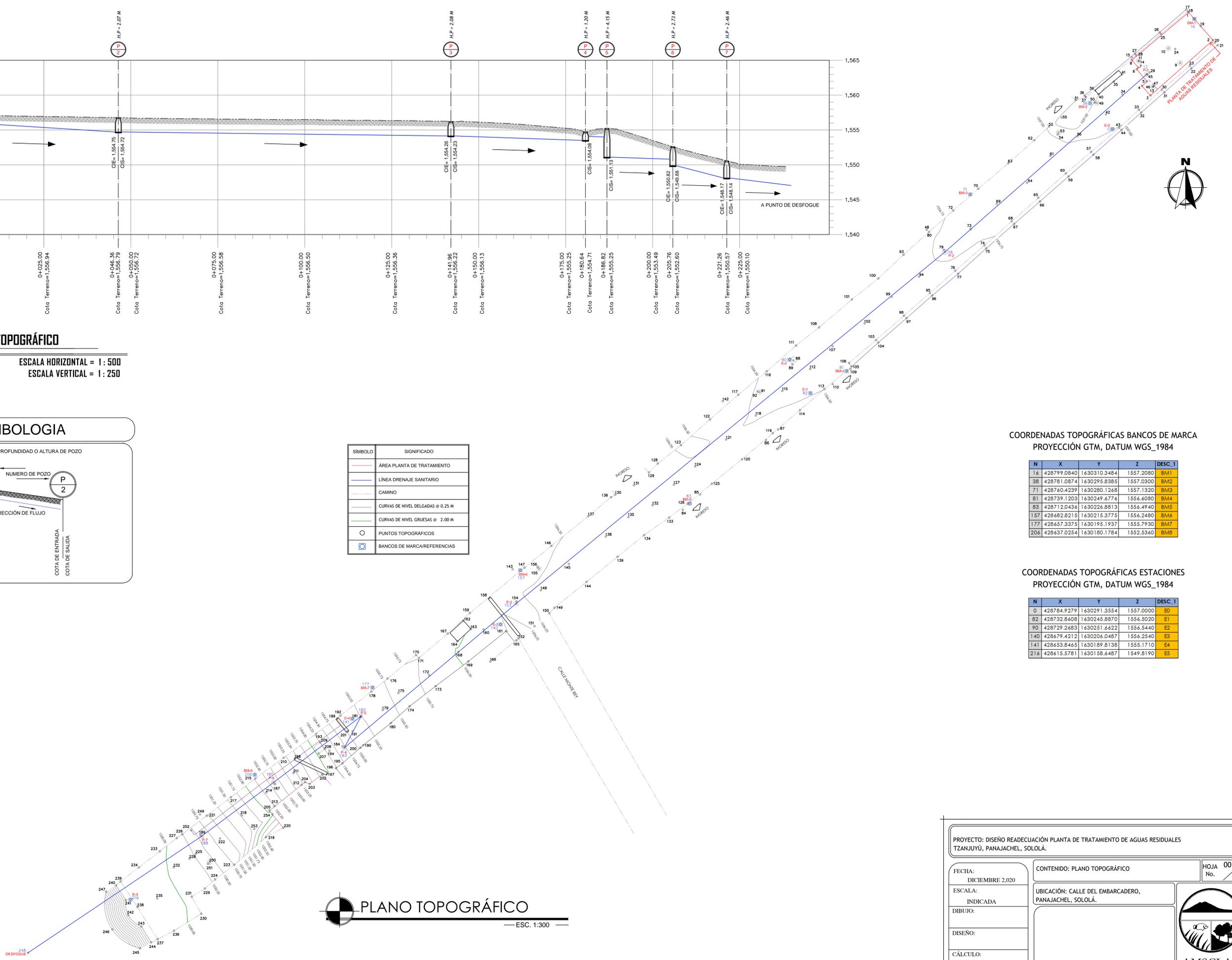
FINCA (S) No.	FOLIO (S) No.	LIBRO (S) No.	DE:
CIRCUNSCRIPCIÓN: MUNICIPIO DE PANAJACHEL		DEPARTAMENTO: SOLOLÁ	
DENOMINACIÓN: S/D			
UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO, TZANJUYÚ, PANAJACHEL, SOLOLÁ.			
OTORGANTE:			
ADQUIRIENTE:			
ÁREA DE TERRENO:	ESCALA: 1:1,500	FECHA: JUNIO 2020	



PERFIL TOPOGRÁFICO
 ESCALA HORIZONTAL = 1 : 500
 ESCALA VERTICAL = 1 : 250



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ÁREA PLANTA DE TRATAMIENTO
	LÍNEA DRENAJE SANITARIO
	CAMINO
	CURVAS DE NIVEL DELGADAS @ 0.25 M
	CURVAS DE NIVEL GRUESAS @ 2.00 M
	PUNTOS TOPOGRÁFICOS
	BANCOS DE MARCA/REFERENCIAS



COORDENADAS TOPOGRÁFICAS BANCOS DE MARCA
 PROYECCIÓN GTM, DATUM WGS_1984

N	X	Y	Z	DESC. 1
16	428799.0840	1630310.3484	1557.2080	BM1
38	428781.0874	1630295.8385	1557.0300	BM2
71	428740.4239	1630280.1268	1557.1320	BM3
81	428739.1203	1630249.6776	1556.6080	BM4
83	428712.0436	1630226.8813	1556.4940	BM5
157	428682.8215	1630215.3775	1556.2480	BM6
177	428657.3375	1630195.1937	1555.7930	BM7
206	428637.0254	1630180.1784	1552.5360	BM8

COORDENADAS TOPOGRÁFICAS ESTACIONES
 PROYECCIÓN GTM, DATUM WGS_1984

N	X	Y	Z	DESC. 1
0	428784.9279	1630291.3554	1557.0000	E0
82	428732.8608	1630245.8870	1556.5020	E1
90	428729.2683	1630251.6622	1556.5440	E2
140	428679.4212	1630206.0487	1556.2540	E3
141	428653.8465	1630189.8138	1555.1710	E4
216	428615.5781	1630158.6487	1549.8190	E5

PLANO TOPOGRÁFICO
 ESC. 1:300

PROYECTO: DISEÑO READECUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 TZANJUYÚ, PANAJACHEL, SOLOLÁ.

FECHA: DICIEMBRE 2, 2020

ESCALA: INDICADA

DIBUJO:

DISEÑO:

CÁLCULO:

CONTENIDO: PLANO TOPOGRÁFICO

UBICACIÓN: CALLE DEL EMBARCADERO, PANAJACHEL, SOLOLÁ.

HOJA 001 / No. 013