

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Rediseño de la Planta Depuradora de Aguas Residuales en
la comunidad Santa María del Fiat – Olón

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Itati Jamileth Arteaga Bravo

Douglas Steven Núñez Olmedo

GUAYAQUIL - ECUADOR

II PAO 2023

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mi maravillosa familia, en especial a mis padres José Arteaga y Francisca Bravo, por estar presente en cada etapa de mi vida estudiantil, por darme el apoyo que necesitaba en tiempos difíciles. A mis hermanas Angélica Arteaga y Jenny Arteaga que han sido ejemplo para mí; a mi hermano, a quien aprecio mucho y aspiro verlo pronto culminar sus estudios. Finalmente, este proyecto me lo dedico a mí, reconociendo la constancia y dedicación que le he otorgado. Este proceso me ha ayudado a entender y poner en prácticas conceptos que he aprendido en estos últimos años de estudios.

Itati Jamileth Arteaga Bravo

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado a mis papas,
Mario Humberto Núñez Cela y Mónica
Susana Olmedo Cadena que han sido mi
bastón, un apoyo incondicional y mi
inspiración para seguir este duro camino. A
mi hermana Cynthia Dennise Núñez
Olmedo que siempre me escucho, aconsejo
y creyó en mí. Y finalmente me la dedico a
mí, porque solo yo sé todo los obstáculos y
adversidades que pase durante este
trayecto, gracias a mí por siempre insistir,
persistir, resistir y nunca desistir.

Douglas Steven Núñez Olmedo

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por permitirme terminar esta etapa universitaria, por darme la sabiduría que necesitaba tener. A mi ejemplar tutora MS.c. Bethy Merchán quien nos ha guiado en este camino, aconsejado desde el primer hasta el último día del desarrollo de este proyecto. A mi mejor amigo y compañero Douglas Núñez, por el apoyo y contribución en cada avance de este proyecto. A mi amigo Juan Andrés Cedeño quien me ha brindado su amistad y animado a seguir adelante. A mi novio José Basurto por haberme impartido sus conocimientos ingenieriles y por su apoyo incondicional.

Itati Jamileth Arteaga Bravo

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme dado la capacidad y salud de culminar mi etapa universitaria, a mi familia por siempre apoyarme en todo lo que me he propuesto, a mi tutora la MS.c. Bethy Merchán que siempre tuvo predisposición de guiarnos y brindarnos todos sus conocimientos para poder realizar un trabajo excelente, a mi mejor amiga y compañera de tesis Itati Arteaga por tener la paciencia y dedicación para culminar juntos este trabajo, a mi gran amigo Richard Francis que siempre me escucho y me supo aconsejar para poder salir adelante. De igual forma agradezco a todas las personas que contribuyeron en mi formación académica, profesional y personal.

Douglas Steven Núñez Olmedo

Declaración Expresa

Nosotros Itati Jamileth Arteaga Bravo y Douglas Steven Núñez Olmedo acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 26 de enero del 2024.



firmado electrónicamente por:
ITATI JAMILETH
ARTEAGA BRAVO

Itati Jamileth Arteaga Bravo

Douglas Steven Núñez Olmedo

Evaluadores



Firmado electrónicamente por:
LENIN ALEXANDER
DENDER AGULLAR

MSc. Lenin Dender
Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
BETHY GUILLERMINA
MERCHAN SANMARTIN

MSc. Bethy Merchán
Tutor de proyecto

Resumen

Las aguas residuales, producto de las actividades antropogénicas, representan un impacto ambiental crítico, que requiere supervisión y gestión adecuada. La comunidad Sta. María del Fiat tiene 1546 habitantes y descarga sus aguas residuales en una Planta Depuradora que funciona mediante un proceso de aireación. Esta planta presenta problemas de lodos flotantes en el tanque clarificador, posiblemente por escasa extracción de lodos mediante el caudal de purga. El objetivo de este proyecto es rediseñar la planta de lodos activados de la comunidad Santa María del Fiat mediante ensayos de laboratorio, análisis de operaciones y procesos unitarios para la optimización del sistema depurador. Los análisis realizados demostraron que la presencia de lodos en la superficie del clarificador influye en la calidad del efluente, presentando cargas contaminantes que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) indicados en el TULSMA (SST=303mg/L>130mg/L; DQO=254mg/L>200mg/L; Coliformes Fecales=54000>2000mg/L). De la misma forma las dimensiones del clarificador no son adecuadas para la correcta decantación de los lodos, es por ello, que se rediseñó un nuevo clarificador con dimensiones óptimas y su ubicación en la parte posterior de la planta actual (L=4.5m, A=2m, H=3.5m, Pendiente de tolva=60°). Se concluye que el caudal de purga desempeña un papel crucial para eliminar microorganismos filamentosos, controlando su proliferación y mejorando la eficiencia del proceso; este caudal debe ser de 0,77 m³/d. Así mismo, la propuesta de la infraestructura de saneamiento adecuada contribuye con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 6, 11, 12, 13, 14, 15 y 17.

Palabras Clave: Depuración, lodos activados, carga contaminante, rediseño.

Abstract

Wastewater, a product of anthropogenic activities, represents a critical environmental impact that requires monitoring and proper management. The community of Sta. María del Fiat has 1,546 inhabitants and discharges its wastewater to a wastewater treatment plant that operates by means of an aeration process. This plant has problems with floating sludge in the clarifier tank, possibly due to poor sludge removal through the purge flow. The objective of this project is to redesign the activated sludge plant of the Santa Maria del Fiat community by means of laboratory tests, operation analysis and unit processes for the optimization of the purification system. The analyses performed showed that the presence of sludge on the surface of the clarifier influences the quality of the effluent, presenting pollutant loads that exceed the Maximum Permissible Limits (MPL) indicated in the TULSMA (TSS=303mg/L>130mg/L; COD=254mg/L>200mg/L; Fecal Coliforms=54000>2000mg/L). Likewise, the dimensions of the clarifier are not adequate for the correct settling of the sludge; therefore, a new clarifier was redesigned with optimal dimensions and its location at the rear of the current plant (L=4.5m, W=2m, H=3.5m, hopper slope=60°). It is concluded that the purge flow rate plays a crucial role in eliminating filamentous microorganisms, controlling their proliferation and improving the efficiency of the process; this flow rate should be 0.77 m³/d. Likewise, the proposal for adequate sanitation infrastructure contributes to Sustainable Development Goals 3, 6, 11, 12, 13, 14, 15 and 17.

Keywords: *Wastewater treatment, activated sludge, pollutant load, redesign.*

Índice general

Evaluadores.....	¡Error! Marcador no definido.
Resumen	I
Abstract.....	II
Índice general	III
Abreviaturas.....	VII
Simbología.....	VIII
Índice de figuras.....	IX
Índice de tablas.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIV
Capítulo 1	1
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Presentación general del problema	3
1.3 Justificación del problema	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
2. Materiales y métodos	7
2.1 Revisión de literatura.....	7
2.2 Área de estudio	14

2.3	Trabajo de campo y laboratorio	21
2.3.1	Toma de muestras.....	21
2.3.2	Trabajo de laboratorio.....	23
2.3.3	Medición de caudales	24
2.3.4	Levantamiento de infraestructura.....	26
2.4	Análisis de datos	26
2.4.1	Población y Caudales.....	26
2.4.2	Caracterización del agua residual.....	28
2.4.3	Ensayo V30	32
2.4.4	Planos As Built	33
2.5	Análisis de alternativas.....	36
Capítulo 3	40
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	41
3.1	Diseños	41
3.1.1	Diseño del pretratamiento.....	41
3.1.1.1	Sistema de Rejillas	41
3.1.2	Diseño de la depuración biológica (Lodos Activados mediante Aireación Prolongada).....	47
3.1.3	Diseño del clarificador.....	59
3.1.4	Diseño del lecho de secado	63
3.2	Especificaciones técnicas.....	66
Capítulo 4	67

4.	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	68
4.1	Descripción del proyecto (máximo de 300 palabras).....	68
4.2	Línea base ambiental	70
4.2.1	Medio biofísico.....	70
4.2.2	Medio socioeconómico.....	74
4.3	Actividades del proyecto.....	75
4.4.	Identificación de impactos ambientales	76
4.5.	Valoración de impactos ambientales	85
4.6.	Medidas de prevención/mitigación.....	93
4.6.1.	Construcción:.....	93
4.6.2.	Operación y mantenimiento:	95
Capítulo 5	96
5.	PRESUPUESTO	97
5.1.	Estructura Desglosada de Trabajo.....	97
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios.....	98
5.3.	Descripción de cantidades de obra.....	100
5.4.	Valoración integral del costo del proyecto.....	102
5.5.	Cronograma de obra.....	102
Capítulo 6	103
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
	Conclusiones	104
	Recomendaciones	107

BIBLIOGRAFÍA.....	109
PLANOS Y ANEXOS	115
ANEXO A: MEDICIÓN DE CAUDALES.....	116
ANEXO B: CÁLCULO DE PARAMETRÓS PARA EL SOTR.....	122
ANEXO C: SELECCIÓN DE AIREADORES Y BOMBAS.....	125
ANEXO D: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE OBRA.....	128
ANEXO E: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN	204

Abreviaturas

ESPOL	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
PDAR	Planta Depuradora de Aguas Residuales
TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
PBA	Proceso Biológico Aerobio
AR	Aguas Residuales
ARI	Aguas Residuales Industriales
ARP	Aguas Residuales Pluviales
ARS	Aguas Residuales Sentinas
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
GADM	Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
RAE	Real Academia Española
PDyOT	Plan de Desarrollo y Ordenanza Territorial
LMP	Límites Máximo Permisible
CAPEX	Gastos de capital
OPEX	Gastos operativos y de mantenimiento
CIP	Cámara de Industrias y Producción
IEE	Instituto Especial Ecuatoriano
MAPAG	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

Simbología

SD	Sólidos Sedimentables
SDT	Sólidos Disueltos Totales
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SSF	Sólidos Suspendidos Fijos
SSV	Sólidos Suspendidos Volátiles
ST	Sólidos Totales
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
P	Fósforo Total
N	Nitrógeno Amoniacal
L/s	Litros por segundos
m ³ /s	metros cúbicos por segundos
Mgal/d	Mega galones por día
L/hab·d	Litros por habitante por día

Índice de figuras

Figura 2.1 Esquema metodológico.....	13
Figura 2.2 Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales.....	15
Figura 2.3 Partes del Pretratamiento de la PDAR	17
Figura 2.4 Partes del Tratamiento Secundario	18
Figura 2.5 Partes del Sedimentador.....	19
Figura 2.6 Puntos de toma de muestra y ensayo V30.....	21
Figura 2.7 Toma de muestra P1, entrada del sistema	22
Figura 2.8 Toma de muestra P2, salida del sistema.....	22
Figura 2.9 Ensayo V30, P3	22
Figura 2.10 Toma de parámetros de campo	22
Figura 2.11 Ensayo de DBO ₅ , Laboratorio de Sanitaria.....	24
Figura 2.12 Ensayo de sólidos sedimentables, Laboratorio de Sanitaria.....	24
Figura 2.13 Medición de tirante, (P1)	25
Figura 2.14 Medición de tirante, (P2)	25
Figura 2.15 Variación de caudales instantáneos.....	28
Figura 2.16 Muestra inicial de fango	33
Figura 2.17 Muestra de fango decantado, 30 min	33
Figura 2.18 Muestra de fango decantado, 120 min	33
Figura 2.19 Muestra de fango flotante, 150 min	33
Figura 2.20 Diseño original de la PDAR Sta. María del Fiat [Fundación Sta. María del Fiat]....	34
Figura 2.21 Vista en planta del diseño en implantación de la PDAR Sta. María del Fiat, unidades (metro).....	34
Figura 2.22 Corte A-A del diseño en implantación de la PDAR Sta. María del Fiat, unidades (metro).....	34
Figura 3.1 Diagrama de procesos de la PDAR.....	41

Figura 3.2 Cortes del rediseño del clarificador	63
Figura 3.3 Corte del diseño de lecho de secado	65
Figura 4.1 Mapa de ubicación	68
Figura 4.2 Mapa de ubicación que indica las zonas que son protegidas Protected Planet, 2023	69
Figura 4.3 Clasificación de los climas de la península de Santa Elena de acuerdo con INAMHI [PDyOT - Santa Elena, 2023].....	70
Figura 4.4 Mapa Geopedológico de Santa Elena [Elaborado a partir del Mapa Geopedológico del IEE, 2012]	72
Figura 4.5 Esquema de sistema depurador de lodos activados [Autores]	80
Figura 4.6 Sistema de rejillas de planta depuradora [Autores]	81
Figura 4.7 Tanque aireador y clarificador de planta depuradora	82
Figura 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo	97
Figura C.1 Modelos de aireador tipo Venturi [VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-a]	125
Figura C.2 Curvas de rendimiento bomba aireador sumergible [VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-a].....	126
Figura C.3 Modelos bomba sumergible UT Tsurumi [VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-b]	126
Figura C.4 Curvas de rendimiento bomba sumergible tsurumi UTC.5 [VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-b]	127
Figura E.1 Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales	205
Figura E.2 Plano de rediseño, vista en planta	206
Figura E.3 Sistema de rejillas de planta depuradora	207
Figura E.4 Tratamiento secundarios - Tanque de aireación y clarificador	208
Figura E.5 Lecho de secado	210

Índice de tablas

Tabla 2.1 Componentes físicos de las aguas residuales.....	7
Tabla 2.2 Biodegradabilidad del agua	12
Tabla 2.3 Población de la comunidad Sta. María del Fiat.....	15
Tabla 2.4 Características de la PDAR de lodos activados Sta.	16
Tabla 2.5 Variación de temperatura, precipitación y humedad de Olón.....	20
Tabla 2.6 Ensayos de laboratorio.....	23
Tabla 2.7 Característica de tuberías a la entrada y salida del sistema	25
Tabla 2.8 Crecimiento poblacional Sta. María del Fiat	26
Tabla 2.9 Resultados de los parámetros de campo	29
Tabla 2.10 Caracterización del agua residual	30
Tabla 2.11 Biodegradabilidad del agua de la PDAR de Sta. María del Fiat	32
Tabla 2.12 Resultados del ensayo de sedimentación de lodos	33
Tabla 2.13 Resultados del ensayo V30.....	35
Tabla 2.14 Matriz de Likert.....	37
Tabla 2.15 Valoración de alternativas planteadas	38
Tabla 3.1 Caudales de diseño.....	42
Tabla 3.2 Factor Pico F.....	42
Tabla 3.3 Información usual para el diseño de rejillas de limpieza mecánica y manual.....	44
Tabla 3.4 Tabla de resultados del pretratamiento del Rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat.....	47
Tabla 3.5 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	47
Tabla 3.6 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	48
Tabla 3.7 Resultados de concentraciones iniciales y cargas de diseño	49
Tabla 3.8 Parámetros de diseño para tanques de aireación.....	50

Tabla 3.9 Valores característicos para el diseño de los parámetros en procesos seleccionado de lodos activados	50
Tabla 3.10 Dimensiones propuestas para el reactor biológico	51
Tabla 3.11 Valores de a' y b' en función de la carga másica [WTE, 2008]	52
Tabla 3.12 Tabla de resultados del biorreactor del Rediseño de la PDAR de Sta.	57
Tabla 3.13 Tabla de resultados del sedimentador secundario del Rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat.....	62
Tabla 4.1 Población futura Sta. María del Fiat.....	74
Tabla 4.2 Acciones relevantes en el proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales	75
Tabla 4.3 Impacto ambiental de limpieza de terreno y movimiento de tierras.....	77
Tabla 4.4 Impacto ambiental de cimentación y superestructura	78
Tabla 4.5 Impacto ambiental de instalación de equipos automatizados	79
Tabla 4.6 Impacto ambiental del uso de la infraestructura	83
Tabla 4.7 Impacto ambiental del mantenimiento de la infraestructura	85
Tabla 4.8 Ponderación de pesos para la evaluación de acciones	87
Tabla 4.9 Escala de valoración cualitativa.....	87
Tabla 4.10 Matriz de Leopold de impactos ambientales de la PDAR – Fase Constructiva	89
Tabla 4.11 Matriz de Leopold de impactos ambientales de PDAR – Fase operativa y de mantenimiento	90
Tabla 4.12 Valoración final - Fase Constructiva	91
Tabla 4.13 Valoración final – Fase operativa y de mantenimiento.....	92
Tabla 5.1 Tabla de cantidades de obra	100
Tabla 6.1 Costos de Construcción, operación y mantenimiento de PDAR	107
Tabla A.1 Velocidades y caudales instantáneos, primer día valoración final	116
Tabla A.2 Velocidades y caudales instantáneos, segundo día	118

Tabla A.3 Velocidades y caudales instantáneos, tercer día.....	120
Tabla B.1 Concentración de oxígeno disuelto a diferentes temperaturas.....	122
Tabla B.2 Tipos dispositivos para aireación del agua.....	123

Índice de planos

Plano 1	Planos As Built: Vista en Planta N+4,50; Vista Lateral Izquierda; Vista Lateral Derecha
Plano 2	Planos As Built: Vista Planta N+3,50; Corte A-A
Plano 3	Planos As Built: Vista Posterior; Vista Frontal
Plano 4	Planos As Built: Corte B-B; Corte A-C; Vista 3D
Plano 5	Planos de Rediseño: Vista en Planta N+4,50
Plano 6	Planos de Rediseño: Proceso general de la Planta
Plano 7	Planos de Rediseño: Vista Posterior; Vista Frontal
Plano 8	Planos de Rediseño: Vista Lateral Derecha; Vista Lateral Izquierda
Plano 9	Planos de Rediseño: Corte A-A; Corte B-B
Plano 10	Planos de Rediseño: Corte D-D; Corte A-C; Vista 3D
Plano 11	Planos de Rediseño: Detalle del armado del rediseño del clarificador; Sección B-B
Plano 12	Planos de Rediseño: Detalle del armado del rediseño del clarificador; Sección D-D
Plano 13	Planos de Rediseño: Sección E-E, lecho de secado

Capítulo 1

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El agua es la fuente de vida de los seres vivos; la humanidad utiliza este recurso potabilizado para el consumo propio y el desarrollo de diferentes actividades: aseo personal, uso doméstico, agrícola, procesos industriales, generación de energía, recreación, turismo, entre otros (Dieter, 2014; Hussam, 2013). De manera paralela, en los últimos años, la población mundial ha tenido un aumento significativo que ha incrementado la demanda de agua dulce y por resultado, también la degradación ambiental (Nasrollahi et al., 2020).

Las aguas residuales (AR) son el producto del uso del agua potable. Está compuesta por contaminantes de tipo sólidos, microorganismos, nutrientes, metales pesados, microcontaminantes, materia disuelta y particulada, que causan el deterioro ambiental (Reid et al., 2019). De manera general, las AR se pueden clasificar en aguas residuales domésticas (ARD), industriales (ARI), pluviales (ARP) y de sentinas (ARS) (López Vázquez et al., 2017).

Las ARD resultan del uso del agua dulce provenientes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales. Poseen una carga alta de contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables (Imron et al., 2023). Mientras que, las ARI son las aguas desechadas por fábricas, industrias de fabricación de productos consumibles o manufacturados, se caracteriza por tener un elevado nivel de químicos y metales pesados (Cisneros, 2011; Izah et al., 2023; Nasr, 2022; Thomas & Thomas, 2022).

A nivel mundial, el 80% de las AR son vertidas en un cuerpo de agua sin ser depuradas (Mundial Bank, 2020). En Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021), en el 2020, el 23.2% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) descargaban las AR directamente a cuerpos de agua. La disposición final fueron 56.7% en ríos, 36.1% en quebradas y el restante en acequias de riego, canal, mar y esteros.

Las AR deben ser depuradas antes de ser descargadas en algún cuerpo receptor de agua dulce o salada (río, arroyo, lagos o mares) (Coha et al., 2021; Krzeminski et al., 2019; Lafi et al., 2018). La depuración desempeña un papel esencial en la preservación de la salud humana y del ambiente. Mediante operaciones y procesos unitarios, se logra eliminar gran parte de los contaminantes (Hakami et al., 2020; Shon et al., 2006).

Las operaciones físicas unitarias como la flotación y sedimentación separan los contaminantes sin reaccionar con el agua; mientras que los procesos químicos unitarios como floculación-coagulación, y los procesos biológicos unitarios (aerobio, anaerobio y anóxicos), sí reaccionan con el agua. De esta forma se logra la eliminación de contaminantes, se facilita la gestión de los subproductos generados y se cumple con la normativa sobre calidad del agua vertida (Raheem et al., 2018).

Los lodos activados son un proceso de depuración biológico aerobio que puede darse en cultivos fijos (adheridos en un medio de soporte) y en cultivos libres (en suspensión) (Crites & Tchobanoglous, 2000). Su nombre proviene de la producción de una masa de lodos activada por el suministro de oxígeno a los microorganismos contenidos en ese lodo y dentro de un reactor donde son capaces de metabolizar y consumir la materia orgánica presente en el agua residual (Castillo Reinoso et al., 2020; Rajasulochana & Preethy, 2016).

Las ARD poseen una gran variedad de microorganismos capaces de remover materia orgánica, patógenos y nutrientes, el empleo del tratamiento por lodos activados ofrece una buena alternativa para su depuración (Englande & Krenkel, 2003; Wang et al., 2023).

1.2 Presentación general del problema

La Planta Depuradora de Aguas Residuales utiliza el proceso biológico aerobio (PBA). Actualmente, la planta presenta algunos problemas críticos. Los lodos producidos por el PBA, se encuentran flotando en el clarificador, lo que sugiere una baja sedimentabilidad. Esto puede ser un indicativo de la formación inadecuada de flóculos, una mala separación entre los lodos y

el agua depurada. Además, se tiene que el tiempo de sedimentación no es el apropiado para que se produzca la separación de lodos y el agua clarificada, lo que contribuye a la presencia de lodos flotantes en el clarificador de la planta.

El tema de recirculación de lodos es esencial en este tipo de proceso de depuración de aguas residuales, y forma parte de los problemas que están presente en la PDAR.

Actualmente, el tiempo de recirculación y la cantidad de lodos depurados que se recirculan al reactor biológico, podría ser insuficiente, lo que podría contribuir a la flotación de los lodos en el clarificador.

Por otro lado, la PDAR tiene un pretratamiento insuficiente. Es un sistema de rejillas con barras muy separadas que permiten fácilmente el paso de sólidos que terminan en el reactor biológico, lo cual retarda los procesos.

1.3 Justificación del problema

La resolución de los problemas identificados en la PDAR de lodos activados es crucial para garantizar el funcionamiento eficiente y sostenible de la planta. Al abordar los problemas presentados, se mejoraría la separación de los lodos y el agua depurada, obteniendo como resultado un efluente final con una mayor claridad y calidad. Además, la corrección del tiempo de sedimentación y la mejora de la recirculación fomenta una actividad microbiana más saludable, aumentando la eficiencia de la eliminación de contaminantes presentes del afluente, y reduciendo la carga contaminante en el cuerpo receptor de la planta. A su vez, la calidad del efluente final cumplirá con estándares regulatorios propuestos por la normativa vigente, que en el Ecuador le corresponde a aquellos indicados en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Por otro lado, no abordar estos problemas puede acarrear una serie de consecuencias negativas para el medio ambiente y los habitantes que se encuentran viviendo alrededor de la planta. La presencia de los lodos flotantes en el clarificador afecta la calidad del efluente

tratado lo que aumenta el riesgo de contaminación ambiental y pone en peligro la salud pública. Así mismo, la recirculación insuficiente, puede reducir la eficacia del sistema depurador; acumulando microorganismos patógenos y diferentes contaminantes en el sistema. La falta de acciones correctivas podría causar daños en los equipos que, actualmente, tiene la planta.

Finalmente, el no tratar estos problemas, el efluente final no cumpliría con los estándares regulatorios del TULSMA y podría afectar la viabilidad de la planta a mediano y largo plazo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Rediseñar la planta de lodos activados de la comunidad Santa María del Fiat mediante ensayos de laboratorio, análisis de operaciones y procesos unitarios en la determinación de rendimientos para la optimización del sistema depurador.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar la eficiencia del sistema depurador de lodos activados de la planta de Sta. María del Fiat mediante la recopilación y análisis de información existente, más ensayos de laboratorio y medición de caudales, para la determinación de la carga contaminante y la eficiencia de cada una de las operaciones y procesos unitarios.
2. Rediseñar el sistema depurador mediante la propuesta de una infraestructura de saneamiento adecuada para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y Bienestar), 6 (Agua Limpia y Saneamiento), 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), 12 (Producción y Consumo Responsable), 13 (Acción por el Clima), 14 (Vida Submarina), 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres y 17 (Alianzas para Lograr los Objetivos).
3. Elaborar un análisis ambiental, planos, presupuesto, y especificaciones mediante técnicas de ingeniería y software especializados para la ejecución del proyecto.

Capítulo 2

2. Materiales y métodos

2.1 Revisión de literatura

Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, el **agua residual** es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original (TULSMA, 2015a).

La **caracterización del agua residual** es el proceso destinado al conocimiento integral y estadísticamente confiable de las características del agua residual e integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos (TULSMA, 2015a).

Componentes *físicos*:

Las principales características físicas de un agua residual son el contenido de sólidos, turbiedad, color, olor, temperatura, conductividad eléctrica.

Tabla 2.1

Componentes físicos de las aguas residuales

¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
Sólidos Totales	ST	Residuo remanente después de que la muestra ha sido evaporada y secada a una temperatura específica.
Sólidos volátiles totales	SVT	Sólidos que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los ST son calcinados
Sólidos fijos totales	SFT	Residuo que aparece después de incinerar los ST

Sólidos suspendidos totales	SST	Fracción de ST retenido sobre un filtro, el cual es medido después de ser secado a una temperatura específica
Sólidos suspendidos volátiles	SSV	Pueden ser volatizados e incinerados cuando los SST son calcinados.
Sólidos suspendidos fijos	SSF	Residuo remanente después de calcinar SST
Sólidos disueltos totales	SDT	Comprende coloides [tamaño 0.001 a 1um] y sólidos disueltos
Sólidos disueltos volátiles	SDV	Pueden ser volatizados cuando los SDT son calcinados
Sólidos disueltos fijos	SDF	Residuos después de calcinar SDT
Sólidos sedimentables	SD	Se sedimentan por fuera de la suspensión dentro de un periodo de tiempo específico.
Turbiedad	NTU	Propiedad de dispersión de luz en las aguas residuales por la presencia de material residual coloidal en suspensión
Color	-	Es causado por sólidos suspendidos, materia coloidal y sustancias en solución.
Olor	-	Se dan debido a los gases durante el proceso de descomposición de materia orgánica.
Temperatura	T	La temperatura del agua residual es más elevada que del agua potable debido a las cargas que posee.

Conductividad	CE	Medida de la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica
---------------	----	-----------------------------------------------------------------------------

Nota: Información tomada de la bibliografía de Crites & Tchobanoglous (2000)

Componentes Químicos Inorgánicos:

- pH: Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro (INEN, 1992).
- Nitrógeno: Esencial para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes y bioestimuladores. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia de este en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales y domésticas mediante procesos biológicos (Metcalf & Eddy, 1995).
- Fósforo: El contenido de fósforo en las aguas residuales es de gran interés, este elemento constituye un factor imprescindible para la vida de los organismos acuáticos al formar parte de su estructura. Las aguas residuales domésticas son ricas en fósforo.
- Metales: Arsénico, cadmio, calcio, cromo, cobalto entre otros. Los metales que en cantidades relativamente pequeñas son dañinos se clasifican como tóxicos; otros metales que son necesarios para el crecimiento de organismos se clasifican como no tóxicos.
- Gases: nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3), y el metano (CH_4). Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente (Metcalf & Eddy, 1995).

Componentes Químicos Orgánicos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5): Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20 °C) (INEN, 1992).

- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica (carbonácea) del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o di cromato en una prueba que dura dos horas (INEN, 1992).

Componentes Biológicos:

- Organismos patógenos: Procedentes de desechos humanos como bacterias, virus, helmintos y protozoos (Metcalf & Eddy, 1995).
- Coliformes totales: Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 °C o 37 °C (INEN, 1992).
- Coliformes totales: Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 °C o 37 °C (INEN, 1992).

La presencia de estos componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos produce contaminación en el afluente de la descarga; debido a esto, las AR deben recibir una depuración antes de ser descargadas a un cuerpo receptor. El tratamiento convencional de aguas residuales es aquel que está conformado ya sea por un tratamiento preliminar, un tratamiento primario, un tratamiento secundario y un tratamiento avanzado aplicado de manera individual o en conjunto de acuerdo con la eficiencia requerida (TULSMA, 2015a).

Sin embargo, de esta definición, es importante anotar que, para efectos de este documento, se llamará, conforme nos indica la Real Academia Española (RAE), “depuración” para el caso de las aguas residuales domésticas y tratamiento, también para las aguas claras. Esta confusión se da por la traducción exacta del término “treatment” al español sin mayor análisis.

De manera similar, en el INEN (1992) se define a estos tratamientos como:

- Tratamiento Preliminar: (1) Acondicionamiento de un desecho antes de ser descargado en el sistema de alcantarillado. (2) Procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario (desmenuzado, cribas, desarenadores, etc.)
- Tratamiento Primario: (1) Las primeras facilidades de tratamiento del agua residual en una planta, usualmente sedimentación, pero no oxidación biológica. (2) La remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión, pero poco o nada de la materia en estado coloidal y disuelta. (3)

Procesos de tratamiento que incluyen clarificación con o sin adición de químicos, se incluye también los procesos de tratamiento de los lodos primarios.

- Tratamiento Secundario: (1) Nivel de tratamiento por encima de tratamiento primario en donde se alcanzan eficiencias de remoción de DBO y sólidos del orden del 85%. (2) Tratamiento biológico, generalmente lodos activados o filtros biológicos, con facilidades para manejo de lodos. Se aplica también a lagunas de estabilización con un alto grado de remoción.
- Tratamiento Terciario: Término que implica tratamiento adicional al secundario y que está siendo reemplazado por tratamiento avanzado de aguas residuales.
- Tratamiento Avanzado: Proceso de tratamiento físico-químico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros como:
 - Remoción de sólidos en suspensión (micro cribado, clarificación química, filtración, etc.)
 - Remoción de complejos orgánicos disueltos (adsorción, oxidación química, etc.)
 - Remoción de compuestos inorgánicos disueltos (destilación, electrodiálisis, intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química, etc.)

- Remoción de nutrientes (nitrificación desnitrificación, desgasificación del amoníaco, precipitación química, asimilación biológica, etc.)

Los tratamientos de las AR producen subproductos, uno de ellos es el lodo residual. El lodo, al igual que el agua residual, debe recibir un tratamiento. El INEN (1992) define al tratamiento de lodos como el **proceso de estabilización, acondicionamiento y deshidratación de lodos**.

El proceso que el AR debe recibir puede seleccionarse según la biodegradabilidad o biodegradación del agua, la cual, es la degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos, en el suelo, cuerpos receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales (INEN, 1992) y está en relación directa de la DQO y la DBO₅.

Tabla 2.2

Biodegradabilidad del agua

BIODEGRADABILIDAD DEL AGUA	DQO/DBO₅	DBO₅/DQO	PROCESO SUGERIDO
Muy biodegradable	Menor de 2.5	Mayor de 0.4	Biológico
Biodegradable	Entre 2.5 y 5	Entre 0.2 y 0.4	Biológico – Físico Químico – Físico
Poco biodegradable	Mayor de 5	Menor de 0.2	Físico - Químico

Nota: Información tomada de la bibliografía de von Sperling (2007)

Un proceso biológico sugerido para pequeñas comunidades es el proceso de lodos activados (Crites & Tchobanoglous, 2000). El INEN (1992) utiliza las siguientes definiciones:

- Proceso de **lodos activados**: proceso en el cual se somete a aeración una mezcla (licor mezclado) de lodo activado y el agua residual. El licor mezclado es sometido a sedimentación para recirculación y/o disposición del lodo activado.

- Licor mezclado. Mezcla de lodo activado y desecho líquido, que se encuentran bajo aeración en el proceso de lodos activados.
- Lodo activado de recirculación: lodo recirculado del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el proceso de lodos activados, que consiste principalmente de biomasa y con alguna cantidad de sólidos inorgánicos.
- Lodo activado de exceso: parte del lodo activado que se retira del proceso para tratamiento y disposición posterior (v. gr. espesamiento, digestión o secado).
- Lodo crudo: lodo retirado de tanques de sedimentación primaria.
- Edad del lodo: Parámetro de diseño y operación en el proceso de lodos activados que resulta de la relación de la masa de sólidos volátiles en el tanque de aeración entre la masa de sólidos volátiles removidos del sistema por día. La dimensión del parámetro es tiempo y se expresa en días.

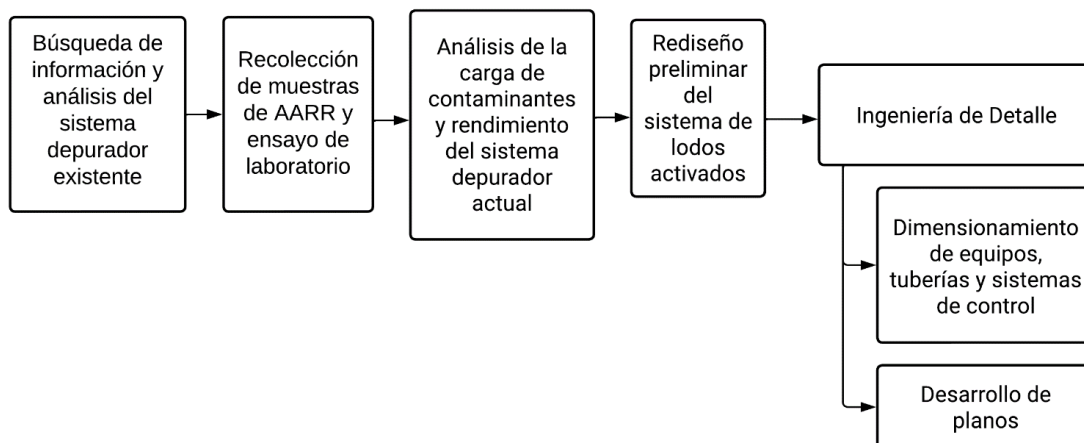
Factor de carga: Parámetro operacional y de diseño del proceso de lodos activados que resulta de dividir la masa de sustrato (kg DBO/d) que alimenta a un tanque de aeración, entre la masa de microorganismos en el sistema, representada por la masa de sólidos volátiles.

Para efectuar el presente proyecto se aplicará la metodología indicada en la Figura 2.1.

La metodología se ha diseñado con el propósito de guiar el proceso de rediseño de una planta depuradora de lodos activados, con el objetivo de lograr una mejora integral en su eficiencia operativa y sostenibilidad ambiental. Mediante un enfoque estructurado y progresivo, esta metodología aborda cada fase del rediseño, desde la búsqueda y análisis de la información de la PDAR existente hasta el detalle de ingenierías del rediseño de la PDAR.

Figura 2.1

Esquema metodológico



Nota. La figura 2.1 presenta el esquema metodológico que se llevará a cabo para realizar el proyecto.

2.2 Área de estudio

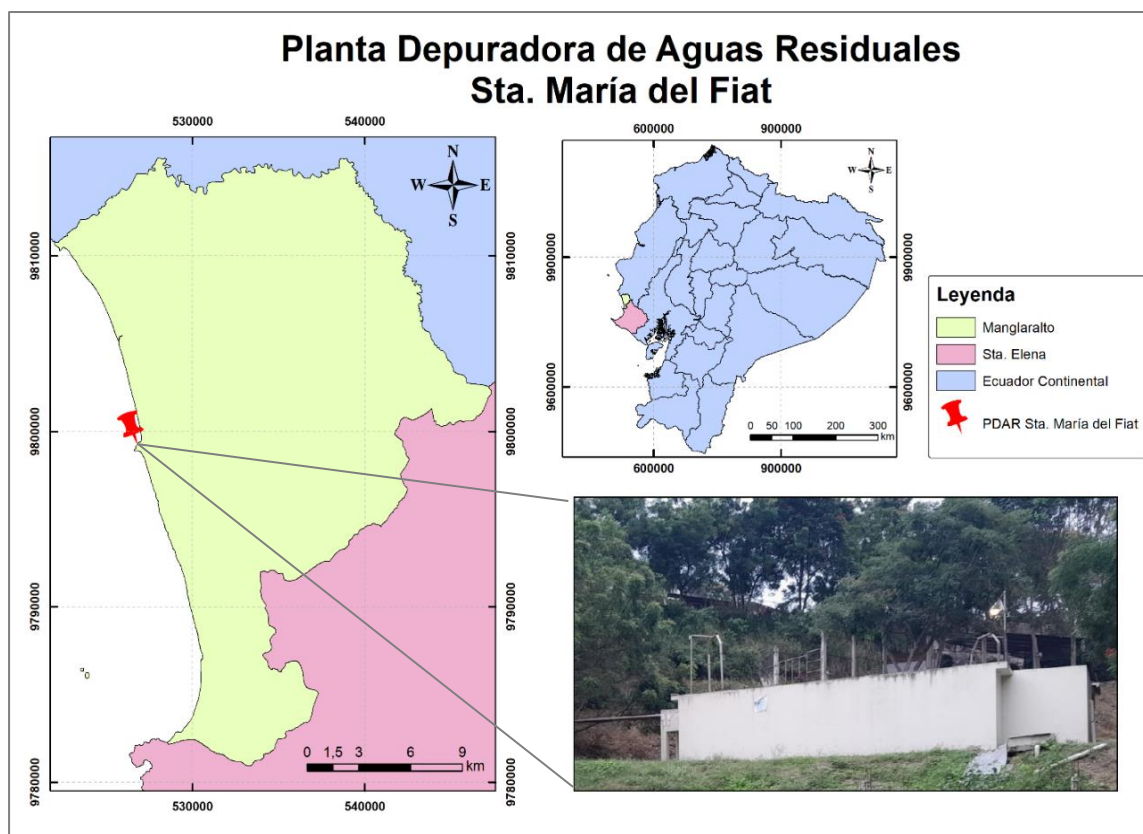
El primer tipo de depuración que tuvo la comunidad de Sta. María del Fiat fue un pozo séptico, las aguas residuales llegaban a ser depositadas para luego ser extraídas. El lodo que se producía se lo secaba en el secador de lodos que la comunidad había diseñado para luego ser vendido como abono o fertilizante. Sin embargo este pequeño emprendimiento no fue rentable y lo abandonaron.

Luego querían aprovechar el biogás que se producía para utilizarlo en la cocina de la fundación, por lo cual, crearon dos digestores de biogás. A pesar de que, si se producía biogás, la presión a la que llegaba al lugar de destino no era suficiente debido a la diferencia de altura. Ya que la cocina de la fundación se encontraba en cotas más arriba que los digestores. Actualmente, este sistema no se encuentra en funcionamiento.

En el 2013, inició el funcionamiento de la PDAR de Lodos Activados de la comunidad para depurar las aguas residuales domésticas que producía la comunidad, la cual se ubicada en la comuna Olón perteneciente a la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena, Figura 2.2. La Tabla 2.3 muestra la conformación de habitantes actual de la comunidad.

Figura 2.2

Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales



Nota. La figura 2.2 muestra la ubicación en el mapa y una foto actual de la PDAR.

Tabla

2.3

Población de la comunidad Sta. María del Fiat

POBLACIÓN ACTUAL, AÑO 2023

30	Niños de 0 a 3 años - Casa de acogida
1270	Estudiantes de 3 a 7 años - Unidad Educativa
54	Profesores - Unidad Educativa
12	Personal Administrativo - Unidad Educativa
25	Misioneras y voluntarios

120	Niños de 3 a 17 años - Casa de acogida
25	Educadoras y voluntarios - Casa de Acogida
10	Personal de apoyo
1546	TOTAL

Nota: Datos propios de Fundación Sta. María del Fiat (2023)

Dentro de la comunidad hay un santuario, el cual es atractivo turístico para creyentes, donde llegaban hasta 600 peregrinos diarios en tiempo de feriados. Sin embargo, el santuario se encuentra al borde del colapso debido a la baja estabilidad del suelo y actualmente se encuentra cerrado. Es por ello por lo que esta cantidad de personas, no se la considera en la Tabla 2.3.

La PDAR consta de un pretratamiento de rejillas, tiene el objetivo de retener sólidos grandes. Utiliza un tratamiento secundario basado en lodos activados, tiene dos aireadores con potencia de 2 HP cada uno. Una vez realizado el proceso de aireación, el agua depurada pasa a un sedimentador secundario de forma rectangular con fondo de pirámide truncada; este tiene la función sedimentar los lodos, posee dos bombas sumergibles con el fin de recircular los lodos sedimentados al biorreactor. Además, tiene una salida en el fondo para realizar la eliminación o purga de los lodos en exceso que funciona con una válvula externa. La Tabla 2.4 indica las dimensiones de cada sección, y las Figuras 2.3, 2.4 y 2.5 muestran las partes que conforman la PDAR.

Tabla 2.4

Características de la PDAR de lodos activados Sta.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE REJILLAS		
Diámetro	mm	12
Separación	mm	10

Características del biorreactor de lodos activados

Longitud	m	9,42
Ancho	m	4,97
Profundidad Útil	m	1,84
Borde Libre	m	0,66
Profundidad Total	m	2,50
Volumen Útil	m ³	86,14
Volumen Total	m ³	117

Características del sedimentador secundario

Longitud	m	2,56
Ancho	m	1,94
Profundidad Total	m	2,50
Pendiente	°	26
Volumen Útil	m ³	8,93
Volumen Total	m ³	11,16

Nota: Datos propios (2024)

Figura 2.3

Partes del Pretratamiento de la PDAR



Nota. La figura muestra la entrada del afluente al pretratamiento, el sistema de rejillas y como el agua ingresa al biorreactor.

Figura 2.4

Partes del Tratamiento Secundario



Nota. La figura muestra la entrada del afluente al biorreactor, la estructura metálica que sostiene a los equipos de aireación.

Figura 2.5

Partes del Sedimentador



Nota. La figura muestra la entrada del agua residual al clarificador, los dos equipos de bombeo para la recirculación.

En cuanto a la temperatura, Olón registra una temperatura media anual de 22.0°C, según (Climate Data.org, 2021). Olón se ubica en el hemisferio norte. El verano se inicia a finales de junio y finaliza en septiembre. La precipitación anual en esta localidad es de aproximadamente 795 mm. La menor cantidad de lluvia ocurre en agosto; el promedio de este mes es 15 mm. En febrero, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 161 mm. La variación en la precipitación entre los meses más secos y húmedos es 146 mm. Y la variación en la temperatura anual está alrededor de 3.7°C, Tabla 2.5.

Tabla 2.5

Variación de temperatura, precipitación y humedad de Olón.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
Temperatura media (°C)	24.3	24.9	25.1	24.7	23.6	22.4	21.8	21.4	21.4	21.6	22	23.1
Temperatura min. (°C)	22.7	23.4	23.5	23.1	22.3	21.1	20.4	19.9	19.8	20	20.3	21.4
Temperatura máx. (°C)	26.9	27.2	27.5	27.1	26.1	25	24.7	24.7	24.9	24.9	25.6	26.4
Precipitación (mm)	108	161	155	117	70	35	25	15	25	19	20	45
Humedad (%)	82	84	84	85	86	85	83	82	82	82	81	81
Días lluviosos (días)	10	14	14	12	10	6	4	2	4	3	3	5
Horas de sol (horas)	6.1	6.7	7.0	6.4	3.9	2.7	2.3	2.5	2.6	2.3	3.0	4.7

Nota: Datos tomados de Climate Data.org (2021)

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Toma de muestras

Se realizaron dos salidas de campo para tomar muestras de agua residual en la PDAR de Santa María del Fiat con el fin de realizar la caracterización del AR. El tipo de muestreo fue puntual, y se lo realizó en dos puntos de la planta: entrada (P1) y salida (P2) del sistema. En campo, también se realizó el ensayo de V30 para conocer el volumen que ocupa un litro de fango después de 30 minutos de decantación, se lo realizó en la purga del clarificador, (P3), Figura 2.6.

Figura 2.6

Puntos de toma de muestra y ensayo V30



Nota. La figura muestra los puntos de toma de muestra para son ensayos de laboratorio, pretratamiento P1, salida del efluente del clarificador P2. Para el ensayo V30 el P3 corresponde a la purga de lodos.

Se tomaron parámetros de campo con una Multiparamétrica HACH HQ40 en cada punto de muestreo: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos.

A continuación, se presentan las Figuras 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 donde se puede visualizar el trabajo realizado por los suscritos.

Figura 2.7

Toma de muestra P1, entrada del sistema



Figura 2.8

Toma de muestra P2, salida del sistema



Figura 2.9

Ensayo V30, P3



Figura 2.10

Toma de parámetros de campo



2.3.2 Trabajo de laboratorio

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra y en un laboratorio externo. Por cuestión de presupuesto, los ensayos realizados en el laboratorio externo solo se realizaron en el primer muestreo.

Tabla 2.6

Ensayos de laboratorio

LABORATORIO DE SANITARIA	LABORATORIO EXTERNO
Determinación de componentes físicos	
- Sólidos Sedimentables (SS)	
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)	- N/A
- Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)	
- Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	
Determinación de componentes químicos	
	- Fósforo Total
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	- Nitrógeno Amoniacal
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)	- Amonio
	- Nitrato
	- Nitrito
Determinación de componentes biológicos	
- Coliformes Totales	- Coliformes Fecales

Nota: Datos propios de Fundación Sta. María del Fiat (2023)

Figura 2.11

Ensayo de DBO₅, Laboratorio de Sanitaria

**Figura 2.12**

Ensayo de sólidos sedimentables, Laboratorio de Sanitaria



2.3.3 Medición de caudales

El caudal es parte fundamental del proyecto, se realizó mediciones de caudales cada 60 minutos por un lapso de 72 horas seguidas, en el P1 y P2 del sistema.

Para ello se medía el tirante insertando una regla metálica en la tubería, luego se realizaba relaciones hidráulicas y finalmente se obtenía el caudal instantáneo. Para este proceso, se necesita conocer las características de las tuberías de entrada y salida del sistema, Tabla 2.7.

Tabla 2.7

Característica de tuberías a la entrada y salida del sistema

CARACTERÍSTICAS DE TUBERÍA

P1		P2	
Diámetro interno, D [mm]	100	Diámetro interno, D [mm]	100
Pendiente, S [%]	5	Pendiente, S [%]	5
Material	PVC	Material	PVC

Nota: Datos propios (2024)

Figura 2.13

Medición de tirante, (P1)



Figura 2.14

Medición de tirante, (P2)



2.3.4 Levantamiento de infraestructura

El levantamiento de la infraestructura de la planta se lo realizó con los instrumentos básicos de medición: flexómetro y cinta métrica, con el fin de obtener los planos As Built de la PDAR.

2.4 Análisis de datos

2.4.1 Población y Caudales

Según el Plan de Desarrollo y Ordenanza Territorial de Santa Elena (PDyOT - Santa Elena, 2023), la parroquia Manglaralto tuvo una tasa de crecimiento poblacional de 2.57% entre los años 2001 y 2010.

La comunidad Santa María del Fiat, está conformada por 1546 habitantes y no tiene planes de expansiones a grandes rasgos. Se tomará una tasa de 0.9% de crecimiento poblacional para la comunidad de Santa María del Fiat, un tercio del crecimiento poblacional de la parroquia de Manglaralto. En un periodo de diseño de 20 años, la población aumentaría a 1844 habitantes, Tabla 2.8.

Tabla 2.8

Crecimiento poblacional Sta. María del Fiat

CRECIMIENTO POBLACIONAL		0,9%
#	AÑO	Población (hab)
0	2023	1546
1	2024	1560
2	2025	1574
3	2026	1588
4	2027	1602

5	2028	1616
6	2029	1630
7	2030	1644
8	2031	1659
9	2032	1674
10	2033	1689
11	2034	1704
12	2035	1719
13	2036	1734
14	2037	1749
15	2038	1764
16	2039	1780
17	2040	1796
18	2041	1812
19	2042	1828
20	2043	1844

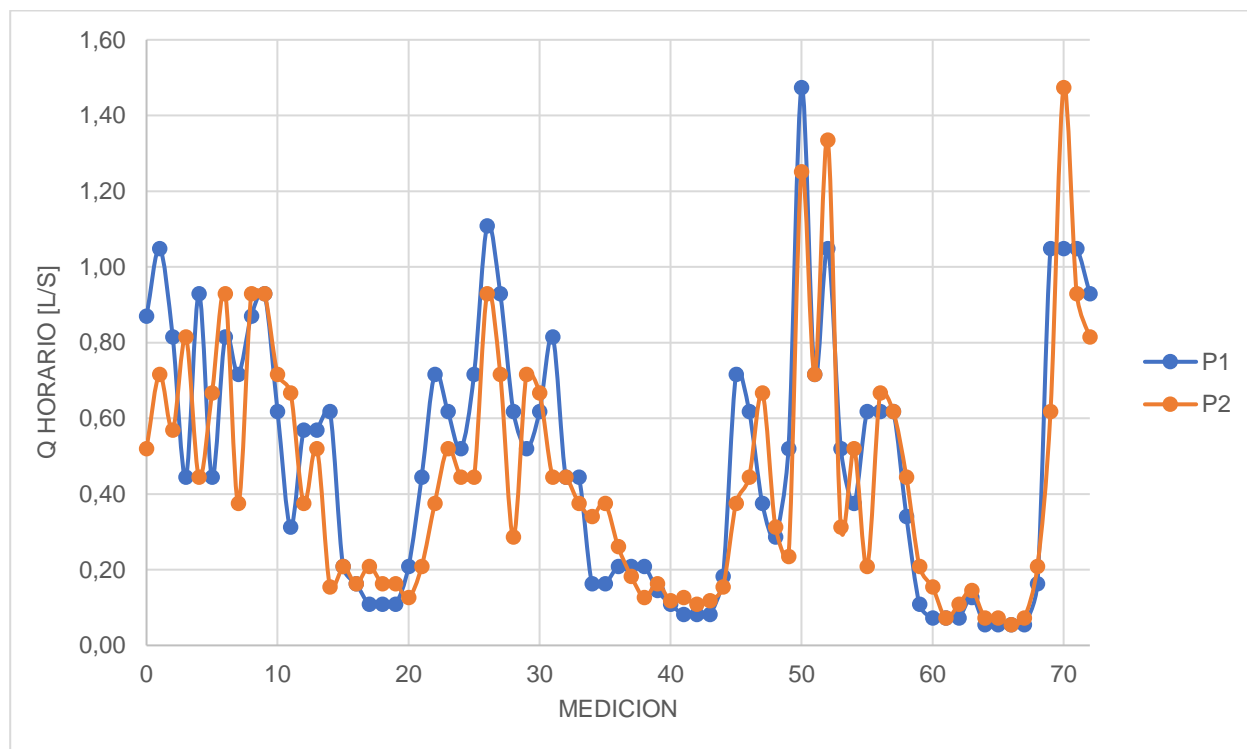
Nota: Datos propios (2024)

La variación del caudal que ingresa (P1) y sale (P2) de la PDAR de Sta. María del Fiat se muestra en la Figura 2.15. Los caudal máximo, mínimo y medio medidos en el lapso de 72 horas en la entrada a la planta es de 1.48 L/s, 0.05 L/s y 0.49 L/s respectivamente y los caudales de salida son 1.48 L/s, 0.05 L/s y 0.44 L/s. En el día ingresaba aproximadamente 43427 L de agua residual y salía 39464 L de agua depurada. La diferencia regresaba al reactor biológico por recirculación y se evaporaba en el proceso.

En general, los caudales mayores se daban en horas de receso de la Unidad Educativa Sta. María del Fiat y en las horas pico de desayuno, almuerzo y cena. Por lo contrario, los caudales mínimos se registraron en horas de la madrugada.

Figura 2.15

Variación de caudales instantáneos



2.4.2 Caracterización del agua residual

Algunos parámetros del agua residual pueden variar con el tiempo, desde la toma de muestra en el campo hasta la llegada de las muestras al laboratorio. Por esta razón se realiza la medición de los parámetros de campo. La Tabla 2.9 muestra los resultados de los parámetros de campo; el oxígeno disuelto (OD) en el primer muestreo no fue posible realizarlo por fallas en la sonda de lectura del OD. De la misma forma, la medición de la salinidad no fue posible realizarla en el segundo muestreo.

Tabla 2.9*Resultados de los parámetros de campo*

PARÁMETROS DE CAMPO				
Parámetro	Primer Muestreo		Segundo Muestreo	
	P1	P2	P1	P2
pH	8	7	6,87	6,15
Temperatura (T) [°C]	25,7	26,9	26,2	25,7
Conductividad eléctrica (CE) [mS/cm]	6,58	6,24	5,74	3,69
Sólidos Disueltos Totales (STD) [g/L]	6,57	6,21	2,92	2,37
Salinidad	3,6	3,4	-	-
Oxígeno disuelto (OD) [mg/L]	-	-	2,25	4,09

Nota: Datos propios (2024)

La caracterización del agua es importante para conocer los diferentes componentes que tiene el AR. El TULSMA (2015a) establece Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminante que debe de tener un AR para ser descargada en un cuerpo de agua.

La Tabla 2.10 muestra la caracterización del agua residual y los LMP para descargar en un cuerpo de agua dulce, los valores rojos indican que superan el LMP.

Tabla 2.10*Caracterización del agua residual*

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA							
Ensayo	Unidad	Primer Muestreo		Segundo Muestreo		Descarga en un cuerpo de agua dulce	
		P1	P2	P1	P2	LMP	
Sólidos Sedimentables	SD	mg/L	7,00	0,10	5,00	0,01	-
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/L	6570	6210	2920	2370	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	462	303	430	82	130
Sólidos Suspendidos Fijos	SSF	mg/L	156	195	176	36	-
Sólidos Suspendidos Volátiles	SSV	mg/L	306	108	254	46	-
Sólidos Totales	ST	mg/L	7032	6513	3350	2452	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	1052	254	567	104	200

Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	212	35	400	22	100
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	TNTC**	1120	TNTC**	1160	-
Coliformes Fecales*	NMP	NMP/100ml	4700	54000	-	-	2000
Fósforo Total*	P	mg/L	6	3	-	-	10
Nitrógeno Amoniacal*	N	mg/L	150	-	-	-	30
Amonio*		mg/L	193	-	-	-	-
Nitrato*		mg/L	-	88	-	-	-
Nitrito*		mg/L	-	<1,3	-	-	-

*Ensayo realizado en Laboratorio Externo

**TNTC: demasiado numerosos para contar

Nota: Datos propios (2024)

La PDAR de la comunidad de Santa María del Fiat tiene problemas con la generación de lodos flotantes en el clarificador, esto genera que los SST, la DQO y los coliformes fecales superen el LMP. Los valores del primer muestreo son mayores a los del segundo muestreo debido a que en el segundo había menos cantidad de lodos en el primer muestreo.

Además, una semana antes del primer muestreo, la planta sufrió un corte eléctrico por 4 días, lo que provocó que exista mayor cantidad de contaminantes tanto en el reactor biológico como en el clarificador.

La relación $DBO_5/DQO > 0,5$ y la relación $DQO/DBO_5 < 2$, indica que se trata de un agua “Muy Biodegradable”, según la Tabla 2.2; el proceso que se sugiere para este tipo de agua es un proceso Biológico.

Tabla 2.11

Biodegradabilidad del agua de la PDAR de Sta. María del Fiat

BIODEGRADABILIDAD DEL AGUA		
Relación	Segundo Muestreo	Proceso sugerido
DBO_5/DQO	0,71	Biológico
DQO/DBO_5	1,42	

Nota: Datos propios (2024)

2.4.3 Ensayo V30

Las Figuras 2.16 y 2.17 muestran el ensayo de decantación de fangos V30. Mientras que, la Figura 2.18 muestra el fango flotante después de 150 minutos de iniciar el ensayo.

El fenómeno de lodos flotantes se lo conoce como *hinchamiento* o *bulking*, y puede ser causado por: (1) el crecimiento de organismos filamentosos que no sedimentan o (2) el crecimiento de microorganismos que incorporan grandes volúmenes de agua en su estructura celular, haciendo que su densidad se aproxime a la del agua evitando así que sedimenten (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Figura 2.16

Muestra inicial de fango

**Figura 2.17**

Muestra de fango decantado, 30 min

**Figura 2.18**

Muestra de fango decantado, 120 min

**Figura 2.19**

Muestra de fango flotante, 150 min

**Tabla 2.12**

Resultados del ensayo de sedimentación de lodos

ENSAYO V30

Volumen de muestra	L	1
Decantación, 30 min	ml	270
Decantación, 120 min	ml	220

Nota: Datos propios (2024)

2.4.4 Planos As Built

Los planos As Built permiten identificar las dimensiones reales y compararla con las medidas de diseño. Los planos se encuentran en la sección Anexos, la Figura 2.20, muestra el diseño que debería de tener la actualmente la PDAR; mientras que la Figura 2.21 y 2.22

indican la distribución y medidas reales de la PDAR. De la misma forma, Tabla 2.13 contiene las dimensiones de diseño e implantación.

Figura 2.20

Diseño original de la PDAR Sta. María del Fiat [Fundación Sta. María del Fiat]

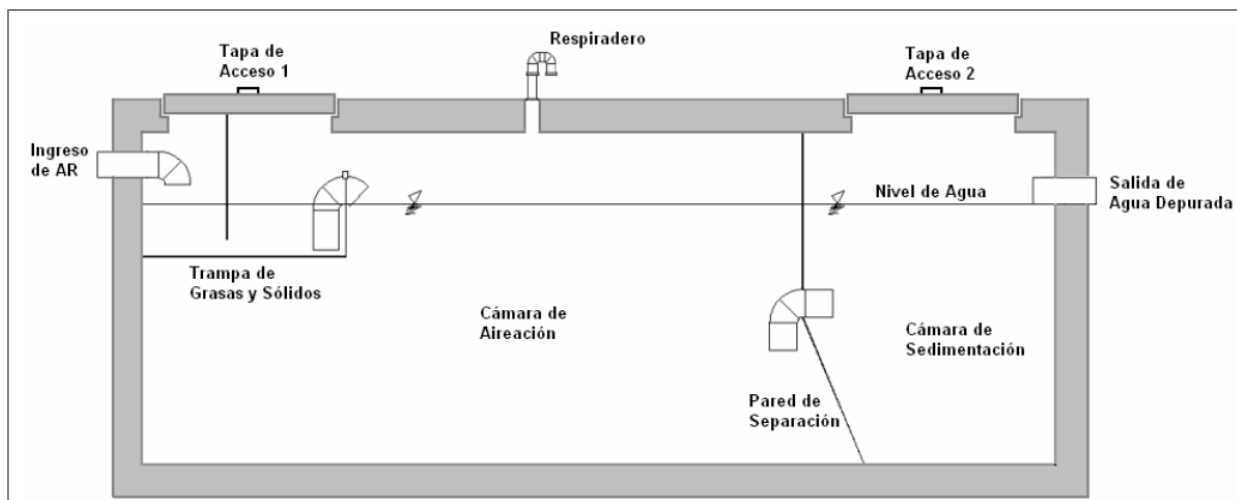


Figura 2.21

Vista en planta del diseño en implantación de la PDAR Sta. María del Fiat, unidades (metro)

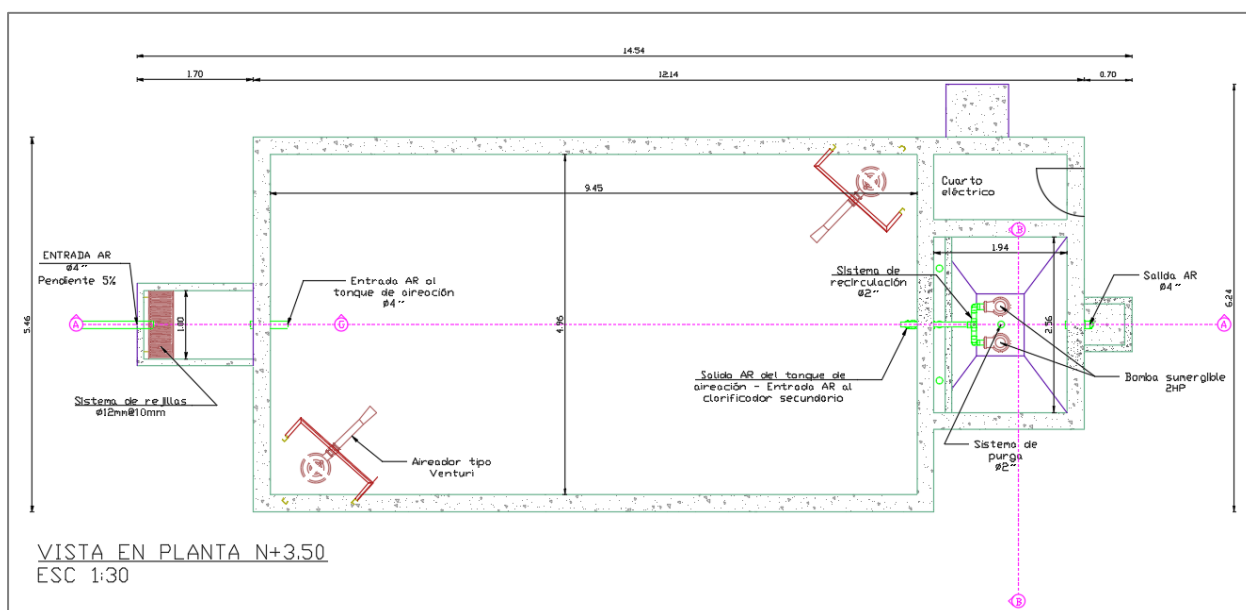


Figura 2.22

Corte A-A del diseño en implantación de la PDAR Sta. María del Fiat, unidades (metro)

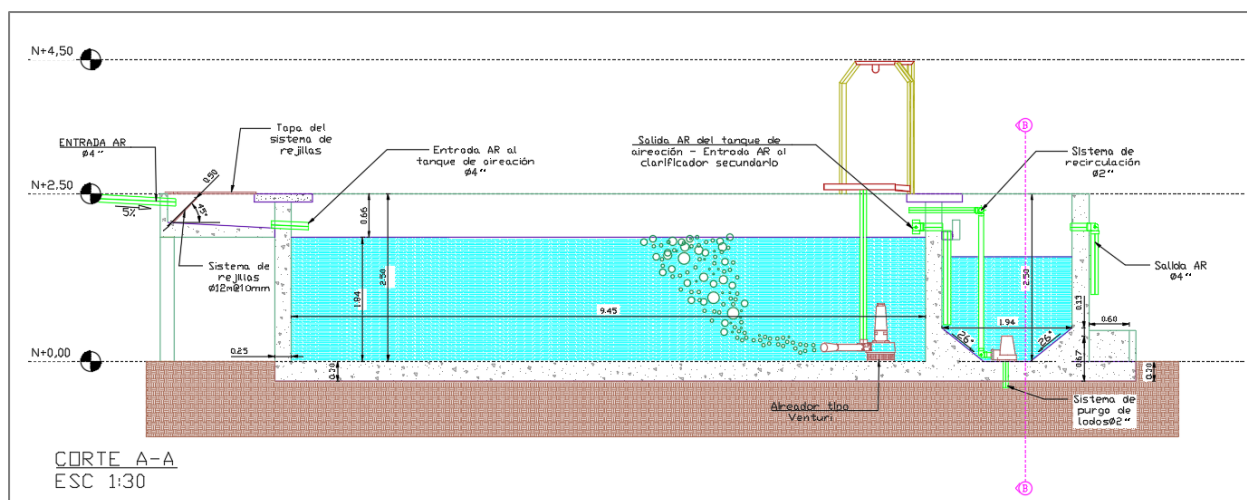


Tabla 2.13

Resultados del ensayo V30

		UNIDAD	DIMENSIONES DE DISEÑO	DIMENSIONES REALES
Biorreactor	Longitud	m	12	9,42
	Ancho	m	6	4,97
	Profundidad	m	4	2,5
	Volumen Total	m ³	288	117
	Borde Libre	m	0,25	0,66
	Volumen Útil	m ³	270	86,14
Clarificador	Longitud*	m	sin datos	2,56
	Ancho*	m	sin datos	1,94
	Profundidad*	m	sin datos	2,00
	Longitud**	m	sin datos	0,90
	Ancho**	m	sin datos	0,70

Profundidad**	m	sin datos	0,50
Pendiente**	0	sin datos	26
Volumen Total	m ³	sin datos	11,16
Borde Libre	m	sin datos	0,45
Volumen Útil	m ³	sin datos	8,93

*Sección rectangular del clarificador

**Sección tolva del clarificador

Nota: Datos propios (2024)

2.5 Análisis de alternativas

Para proponer alternativas de rediseño de la PDAR, primero se identificarán las restricciones del proyecto:

- Simplicidad de operación.
- Factor de forma de construcción.
- Limitación en ensayos de laboratorio.
- Desconocimiento de la población histórica de la comunidad.

En base a las siguientes consideraciones se plantearán las alternativas que cumplan con las restricciones del proyecto descritas.

- **Consideraciones Técnicas (40%):** considera los estudios preliminares como la caracterización del agua residual y parámetros biocinéticos, facilidades constructivas e influencia de la temperatura en el diseño.
- **Consideraciones Sociales (20%):** corresponde a si el diseño es aplicable o no a pequeñas comunidades, aceptación de esta, accesibilidad y equidad del servicio.
- **Consideraciones Económicas (20%):** para los costos de implementación (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX).

- **Consideraciones Ambientales (20%):** considera la eficiencia y afectaciones del recurso hídrico, así como la flora y fauna del lugar de la planta en su totalidad. Cantidad de desechos y residuos que la planta produce y el monitoreo ambiental que se debe de realizar.

La métrica que se utilizará para evaluar los criterios para cada alternativa planteada es la Matriz de Likert, la cual es un método de valoración cuantitativa que indica el nivel de aceptación o rechazo de una declaración (Heiberger & Robbins, 2014). Esta escala toma el valor de 1 como "muy desfavorable" hasta 5 para "totalmente favorable", Tabla 2.14.

Tabla 2.14

Matriz de Likert

VALORES DE PUNTUACIÓN				
Totalmente favorable	Parcialmente favorable	Ni favorable, ni desfavorable	Parcialmente desfavorable	Muy desfavorable
5	4	3	2	1

Nota: Datos propios (2024)

Por lo tanto, se proponen las siguientes alternativas de rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat:

- **Alternativa 1 (A1):** Aplicar un proceso de *aireación extendida o prolongada*; que se lleva a cabo en su totalidad de forma aeróbica, el tiempo de retención es de entre 18 y 36 horas. En esta alternativa, se siguen los pasos del diseño original de la PDAR.
- **Alternativa 2 (A2):** Aplicar un proceso de *aireación extendida o prolongada*; en un sistema de lodos activados para comunidades pequeñas. Es un proceso similar al proceso convencional de flujo pistón, requiere una carga orgánica baja, un tiempo de aireación largo, difusores de aire o aireadores mecánicos como sistema de aireación y tiene una eficiencia de eliminación de DBO del 75 – 95%. En esta alternativa, se siguen los pasos de

diseño de un proceso de lodos activados con aireación extendida según el texto de Crites & Tchobanoglous (2000).

- **Alternativa 3 (A3):** Aplicar un proceso de *mezcla completa*; utilizado en aplicaciones generales de procesos de lodos activados. El proceso es resistente frente a cargas de choque, pero susceptible al desarrollo de organismos filamentosos. Además, se basa en un modelo cinético del crecimiento biológico. Utiliza un modelo de flujo pistón, difusores de aire o aireadores mecánicos como sistema de aireación y tiene una eficiencia de eliminación de DBO del 85 – 95%. En esta alternativa, se siguen los pasos de diseño de un proceso de lodos activados utilizando un sistema de mezcla completa según el texto de Metcalf & Eddy (1995).

Tabla 2.15

Valoración de alternativas planteadas

Consideraciones de Evaluación		ALTERNATIVAS		
		A1	A2	A3
Consideraciones Técnicas				
Estudios preliminares (caracterización del agua y parámetros biocinéticos)	10%	4	4	2
Facilidades constructivas	20%	3	3	4
Influencia de la temperatura	10%	1	4	2
Total Ponderado	40%	22%	28%	24%
Consideraciones Sociales				
Aplicable a comunidades pequeñas	5%	5	5	3
Aceptación por parte de la comunidad	10%	3	4	4
Accesibilidad y equidad	5%	5	5	5

Total Ponderado	20%	16%	18%	16%
Consideraciones Económicas				
Costos de Implementación (CAPEX)	5%	3	4	5
Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX)	15%	3	4	4
Total Ponderado	20%	12%	16%	17%
Consideraciones Ambientales				
Eficiencia de la planta	10%	2	5	5
Generación de desechos y residuos	5%	1	3	5
Monitoreo ambiental continuo	5%	5	5	5
Total Ponderado	20%	10%	18%	20%
TOTAL	100%	60%	80%	77%

Nota: Datos propios (2024)

Según la valoración de las alternativas planteadas, Tabla 2.15, la alternativa dos (A2) tiene el mayor porcentaje de cumplimiento con las ponderaciones propuestas, es decir que se rediseñará la PDAR de Sta. María del Fiat basándose en un proceso de aireación extendida según el texto de Crites & Tchobanoglous (2000)

Capítulo 3

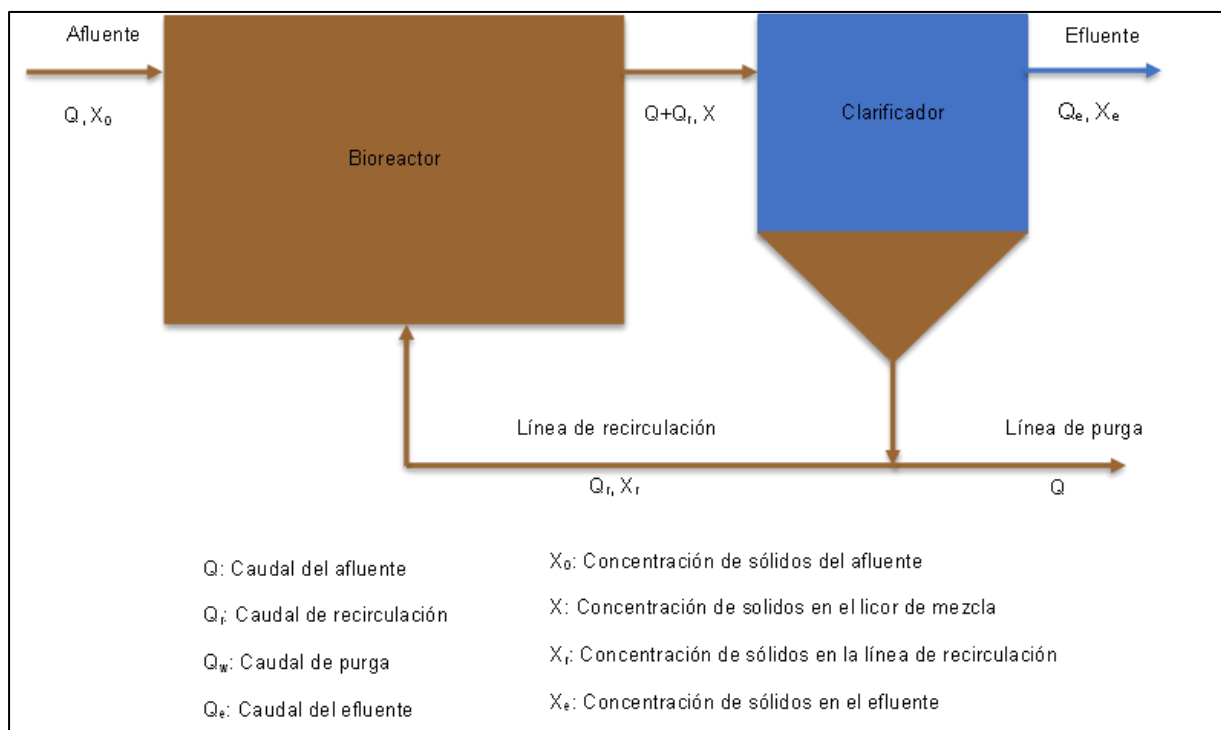
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

Se rediseñará la PDAR de Sta. María del Fiat con un proceso de lodos activados mediante la alternativa ganadora que consiste en aireación extendida o prolongada. Se considerará un sistema de rejillas, un biorreactor y un clarificador secundario, Figura 3.1. A partir de ello se realizará una comparación con los que actualmente están en el sitio.

Figura 3.1

Diagrama de procesos de la PDAR



3.1.1 Diseño del pretratamiento

3.1.1.1 Sistema de Rejillas

a) Determinación de velocidades y caudales del afluente (V , Q) y efluente (V_e , Q_e)

Mediante la medición de caudales por 72 horas, se determinaron las velocidades y caudales del afluente (entrada de la planta) y del efluente (salida de la planta), ver en Anexo A; así como las velocidades instantáneas. Obteniendo un caudal promedio por día de 43,43 y

39,46 m³/d al ingreso y salida de la planta respectivamente y una velocidad promedio de 0,736 m/s en el afluente y 0,739 en el efluente, Tabla 3.1.

Tabla 3.1

Caudales de diseño

DÍAS DE MEDICIÓN	CAUDALES			VELOCIDADES		
	Q	Q _e	Unidad	V	V _e	Unidad
Día 1	49598	42885	L/d	0,813	0,795	m/s
Día 2	37316	33649	L/d	0,722	0,725	m/s
Día 3	43367	41859	L/d	0,674	0,697	m/s
	43427	39464	L/d	0,736	0,739	m/s
Promedio	43,43	39,46	m ³ /d			
	4,83E-04	4,38E-04	m ³ /s			
	0,011	0,010	Mgal/d			

Nota: Datos propios (2024)

b) Determinación del Factor Pico (F)

$$F = \frac{\text{Caudal Prom Max Diario}}{\text{Caudal Prom Diario}} \quad (3.1)$$

Tabla 3.2

Factor Pico F

	AFLUENTE	EFLUENTE
Caudal Max [L/s]	1,474	1,474
Caudal Prom Diario [L/s]	0,483	0,438
F	3,054	3,361

Nota: Datos propios (2024)

c) Diseño del canal de entrada

➤ *Área requerida del canal de entrada*

$$A_{req} = \frac{Q}{V} \quad (3.2)$$

Donde:

A_{req} = Área requerida para el canal, m^2

Q = Caudal del afluente, m^3/s

V = Velocidad del afluente, m/s

$$A_{req} = \frac{4,83E - 04 \left(\frac{m^3}{s}\right)}{0,736 \left(\frac{m}{s}\right)} = 0,0007 m^2$$

➤ *Área propuesta del canal de entrada*

El canal de entrada será diseñado con una tubería de PVC de 4" de diámetro, cuyo diámetro interior es de 0,1 m

$$A = \frac{\pi * \Phi^2}{4} \quad (3.3)$$

Donde:

Φ = Diámetro interno del canal, m

π = Constante (3,1416)

$$A = \frac{\pi * 0,1^2}{4} = 0,008 m^2$$

d) Diseño de rejillas: El agua residual que ingresa a la PDAR, llega a través de tubo de PVC de 4". El AR pasa por un sistema de rejillas que se ubica en una caja con dimensiones de

0,95 m de longitud y 0,50 m de ancho. De forma paralela, se diseña el sistema de rejillas con una limpieza manual, referenciados con los valores de la Tabla 3.3:

Tabla 3.3

Información usual para el diseño de rejillas de limpieza mecánica y manual

PARÁMETRO	UNIDAD	LIMPIEZA MANUAL	LIMPIEZA MECÁNICA
Tamaño de rejillas:			
Ancho	mm	5 - 15	5 - 15
Profundidad	mm	25 - 37,5	25 - 37,5
Separación entre barras	mm	25 - 50	50 - 75
Pendiente en relación con la vertical	°	30 - 45	0 - 30
Velocidad de aproximación	m/s	0,3 - 0,6	0,6 - 1
Pérdida de carga admisible	mm	150	150

Nota: Información tomada de la bibliografía de Metcalf & Eddy (1995)

➤ *Área útil del canal en la zona de la rejilla*

$$A_r = B_c * \frac{L}{L + b} * \left(1 - \frac{G}{100}\right) \quad (3.4)$$

Donde:

A_r = Área útil del canal en la zona de la rejilla, m²

B_c = Ancho del canal, m

L = Espacio entre barrotes, m

b = Ancho de barrote, m

G = Grado de colmatación, usualmente 30%

$$A_r = 0,95(m) * \frac{0,01(m)}{0,01(m) + 0,012(m)} * \left(1 - \frac{30}{100}\right) = 0,27 m^2$$

➤ *Número de barras*

$$\# = \frac{B_c - L}{b + L} \quad (3.5)$$

Donde:

= Número de barras

B_c = Ancho del canal, m

L = Espacio entre barrotes, m

b = Ancho de barrote, m

$$\# = \frac{0,95(m) - 0,01(m)}{0,012(m) + 0,01(m)} = 20$$

➤ *Pérdida de carga*

$$h_f = 1,43 \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right) \quad (3.6)$$

Donde:

1,43 = coeficiente empírico que incluye pérdidas por turbulencias y formación de remolinos

V = Velocidad del afluente, m/s

v = Velocidad de aproximación, m/s. Tabla 3.3 = 0,6 m/s

g = Aceleración de la gravedad, 9,81 m²/s

$$h_f = 1,43 \left(\frac{0,736 \left(\frac{m}{s}\right)^2 - 0,6 \left(\frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,81 \left(\frac{m^2}{s}\right)} \right) = 0,01 m = 1 cm$$

➤ *Pérdida de carga a un 50% de obstrucción*

$$h_L = 1,67 \left(\frac{V_c^2 - v^2}{2g} \right) \quad (3.7)$$

Donde:

1,67 = coeficiente de flujo para la rejilla obstruida

V_c = Velocidad a través de la rejilla obstruida al 50%

$$V_c = V * \frac{100}{\% \text{ de obstrucción}} \quad (3.8)$$

v = Velocidad de aproximación, m/s

g = Aceleración de la gravedad, 9,81 m²/s

$$V_c = 0,736 \left(\frac{m}{s} \right) * \frac{100}{50} = 1,47 \frac{m}{s}$$

$$h_L = 1,67 \left(\frac{1,47 \left(\frac{m}{s} \right)^2 - 0,1 \left(\frac{m}{s} \right)^2}{2 * 9,81 \left(\frac{m^2}{s} \right)} \right) = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

El ingreso actual de la PDAR es suficiente, es decir que se puede seguir utilizando el canal de ingreso actual. El pretratamiento es indispensable para prevenir daños en las bombas y aireadores del sistema posterior; ya que, con el sistema de rejillas, se evita el paso de los sólidos grandes como tapas de botellas, cachas de bolígrafos, piedras que no son retenidos previo al ingreso del sistema. La Tabla 3.4, muestra el resumen de los resultados del diseño del sistema de rejillas, el cual consta de 20 barras con un ancho de 12 mm (circular o cuadrada), altura de 55 cm, inclinado a 30° con la horizontal y separadas a 1 cm.

Tabla 3.4

Tabla de resultados del pretratamiento del Rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat

PRETRATAMIENTO			
Área requerida para el canal	A_{req}	0,0007	m ²
Área del canal	A	0,008	m ²
Diámetro de canal de entrada	Φ	0,10	m
Ancho de rejilla	B	0,95	m
Pendiente en relación con la vertical		30	°
Abertura entre barras	e	0,01	m
Ancho de barra	t	0,012	m
Número de barras	#	20	

Nota: Datos propios (2024)

3.1.2 Diseño de la depuración biológica (Lodos Activados mediante Aireación Prolongada)

a. Calidad esperada del efluente

El efluente esperado, de acuerdo con la tabla 9 del TULSMA (2015a), descarga de agua residual en un cuerpo de agua dulce, debe de tener las características indicadas en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200

Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/l	100
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	2000
Fósforo Total	P	mg/l	10
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	30

Nota: Datos tomados de TULSMA (2015a)

Sin embargo, estas características no serían tan apropiadas para el sitio del proyecto, puesto que no existe tal cuerpo de agua dulce como lugar de descarga, ya que se descarga directamente al suelo, en cuyo caso se deben de seguir las recomendaciones del (TULSMA, 2015b) donde se indica que no se permite descargas de aguas residuales directamente al suelo; el inconveniente es que no indica ni determina rangos y valores permisibles. De manera paralela, la Cámara de Industrias y Producción (CIP, n.d.), realizó una revisión del TULSMA (2015a) y propuso las siguientes concentraciones de agua residuales para descargar a un cuerpo de agua dulce:

Tabla 3.6

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	80
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/l	50
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	Remoción > al 99,9 %
Fósforo Total	P	mg/l	10
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	30

Nota: Datos tomados de CIP, n.d.

Con todas estas consideraciones, el proyecto va a tener las siguientes concentraciones en el efluente final:

$$DBO_5 \leq 50$$

$$DQO \leq 100$$

$$SST \leq 80$$

Cargas de diseño

$$carga\ de\ diseño\ \left(\frac{lb}{d}\right) = C * Q * Fc \quad (3.9)$$

Donde:

C = Concentración inicial del contaminante, mg/L

Q = Caudal del afluente, Mgal/d

Fc = Factor de conversión (8,34)

Tabla 3.7

Resultados de concentraciones iniciales y cargas de diseño

CONTAMINANTE		CONCENTRACIÓN INICIAL		CARGAS DE DISEÑO	
Demanda Bioquímica del Oxígeno	DBO ₅	400	mg/L	38	lb/d
Demanda Química de Oxígeno	DQO	567	mg/L	54	lb/d
Nitrógeno Orgánico	N org	234	mg/L	22	lb/d
Nitrógeno Amoniacal	NH ₃ -N	150	mg/L	14	lb/d
Sólidos Suspendidos Totales	SST	430	mg/L	41	lb/d
Fósforo Total	P	6	mg/L	1	lb/d

Nota: Datos propios (2024)

$$DBO_5 = 400 \left(\frac{mg}{L}\right) * 0,011 \left(\frac{Mgal}{d}\right) * 8,34 = 38 \frac{lb}{d}$$

b. Tamaño del reactor biológico

➤ *Tamaño requerido para el reactor biológico*

$$V_{req} = \frac{Q * S_0}{X * (F/M)} \quad (3.10)$$

Donde:

V_{req} = Volumen requerido para el reactor, Mgal

Q = Caudal del afluente, Mgal

S_0 = Concentración de DBO₅ en el afluente, mg/L

X = Concentración de los SSLM (Sólidos Suspendidos en el Licor de Mezcla o Tanque de Aireación), mg/L. Se asume 4,5 kg/m³ (4500 mg/L) de la Tabla 3.8

F/M = Relación alimento – microorganismo, d⁻¹. Se asume 0,04 de la Tabla 3.9

Tabla 3.8

Parámetros de diseño para tanques de aireación

TIPO DE PROCESO	REMOCIÓN DE DBO %	SSLM KG/M ³	% DE RETORNO
Aireación Prolongada	90 - 95	3 - 6	100 - 300

Nota: Datos tomados del INEN (1992)

Tabla 3.9

Valores característicos para el diseño de los parámetros en procesos seleccionado de lodos activados

TIPO DE PROCESO	θC D	F/M D ⁻¹	Q _R /Q
Aireación Prolongada	20 - 40	0,04 – 0,10	0,5 – 1,50

Nota: Datos tomados de la bibliografía de Crites & Tchobanoglous (2000)

$$V_{req} = \frac{\left(0,011 \left(\frac{Mgal}{d}\right) * 400 \left(\frac{mg}{L}\right)\right)}{4500 \left(\frac{mg}{L}\right) * 0,04 (d^{-1})} = 0,025 Mgal = 96 m^3$$

➤ *Tamaño propuesto para el reactor biológico*

Tabla 3.10

Dimensiones propuestas para el reactor biológico

Longitud	9,5	m
Ancho	5	m
Profundidad	2,1	m
V útil	99,75	m³
Borde Libre	0,4	m
V total	118,75	m³

c. Tiempo de Retención Hidráulica

➤ *Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)*

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (3.11)$$

Donde:

V = Volumen útil del reactor, m³

Q = Caudal del afluente, m³/d

$$TRH_{req} = \frac{99,75 (m^3)}{43,43 \left(\frac{m^3}{d}\right)} = 2,3 \text{ día} = 55 \text{ h}$$

d. Necesidades de oxígeno

➤ *Requerimiento Real del Oxígeno (AOR)*

$$AOR = a' * Q(S_0 - S) * \frac{1}{10^3} + b' * V * X \quad (3.12)$$

Donde:

a' = Coeficiente de respiración para síntesis. Depende de la carga másica, 0,05

Q = Caudal del afluente, m^3/d

S_0 = concentración de DBO_5 en el afluente, mg/L

S = concentración de DBO_5 en el efluente, mg/L

b' = Coeficiente de respiración endógena. Depende de la carga másica, 0,05

V = Volumen útil del reactor, m^3

X = Concentración de SSVLM, kg/m^3

Tabla 3.11

Valores de a' y b' en función de la carga másica [NTE, 2008]

cm	a'	b'	cm	a'	b'
1	0,5	0,136	0,3	0,555	0,108
0,7	0,5	0,131	0,2	0,59	0,092
0,5	0,5	0,123	0,1	0,642	0,066
0,4	0,53	0,117	0,05	0,66	0,04

$$AOR = 0,652 * 43,43 \frac{m^3}{d} \left(400 \frac{mg}{L} - 20 \frac{mg}{L} \right) * \frac{1}{10^3} + 0,066 * 99,75 m^3 * 2,66 \frac{kg}{m^3} = 28 \frac{kg O_2}{d}$$

➤ *Requerimiento Real del Oxígeno (SOTR)*

$$AOR = \frac{1}{C_{\infty 20}^*} * [\alpha * SOTR * \theta^{T-20}] * (\tau \beta \Omega C_{\infty 20}^* - C) \quad (3.13)$$

Donde:

SOTR = Tasa de transferencia de oxígeno estándar, (WTE, 2008)

AOR = Requerimiento Real del Oxígeno

$C_{\infty 20}^*$ = Valor de saturación del oxígeno disuelto al nivel del mar a 20°C, mg/l

α = tipo de dispositivo eyector de aire

θ = Factor de corrección del coeficiente de transferencia de masa para el cambio de temperatura (1,024)

T = Temperatura del agua residual, C

τ = Factor de corrección de temperatura para la saturación del oxígeno

β = Saturación del oxígeno reducido por la salinidad del agua (0,95 – 0,98)

Ω = Factor de corrección de la presión

C = Concentración de oxígeno disuelto en el tanque de aireación, mg/L

En el Anexo B, se observan el cálculo de los diferentes parámetros de la ecuación 3.13.

$$AOR = \frac{1}{9,74} * [0,95 * SOTR * 1,024^{(27-20)}] * (0,877 * 0,98 * 0,997 * 9,74 - 2) = 0,731 SOTR$$

$$SOTR = \frac{AOR}{0,731} = \frac{28 \frac{kg O_2}{d}}{0,731} = 39 \frac{kg O_2}{d} = 1,6 \frac{kg O_2}{h}$$

e. Caudal de aire necesario

Se asume que por cada 100 unidades de masa de aire existen 23,15 unidades de masa de oxígeno.

$$Q_{aire} = SOTR * \frac{100 \text{ kg aire}}{23,15 \text{ kg } O_2} * \frac{1}{\rho_{aire}} \quad (3.14)$$

Donde:

ρ_{aire} = Densidad del aire; 1,210 kg/m³

$$Q_{aire} = 1,6 \frac{\text{kg } O_2}{h} * \frac{100 \text{ kg aire}}{23,15 \text{ kg } O_2} * \frac{1}{1,210 \frac{\text{kg aire}}{m^3}} = 6 \frac{m^3}{h}$$

La selección de aireador sumergible se encuentra en Anexo C.

f. Caudal de recirculación (Q_r)

Realizando un balance de masas alrededor del biorreactor, Figura 3.1, se obtiene que:

$$Q(X_0) + Q_r(Q_r) = (Q + Q_r)(X) \quad (3.15)$$

Donde:

Q = Caudal del afluente, Mgal/d

Q_r = Caudal recirculado Mgal/d

X_0 = Concentración de SST en el afluente, mg/L

X_r = Concentración de SST en la línea de recirculación, mg/L. Se asume 10000 mg/L

X = SSLM en el reactor, mg/L

De la ecuación 3.15, se tiene la relación de recirculación Q_r/Q (α) que expresado en porcentaje representa el porcentaje de recirculación y con ello obtener el caudal de recirculación (Q_r)

$$\alpha = \frac{Q_r}{Q} = \frac{X}{(X_r - X)} \quad (3.16)$$

$$\alpha = \frac{Q_r}{Q} = \frac{4500 \left(\frac{mg}{L}\right)}{\left(10000 \left(\frac{mg}{L}\right) - 4500 \left(\frac{mg}{L}\right)\right)} = 0,82$$

$$Q_r = 0,82 * 0,011 \left(\frac{Mgal}{d}\right) = 0,009 \frac{Mgal}{d} = 35,51 \frac{m^3}{dia}$$

g. Caudal de purga (Q_w)

$$Q_w = \frac{V_{req}X - Q_e X_e \theta_c}{X_r \theta_c} \quad (3.17)$$

Donde:

Q_w = Caudal de purga, Mgal /d

V_{req} = Volumen requerido del reactor, Mgal

X = SSLM en el reactor, mg/L

X_r = Concentración de SST en la línea de recirculación, mg/L

X_e = Concentración de SST en el efluente, mg/L

θ_c = Tiempo de retención celular, d. Asumido de la Tabla 3.9

$$Q_w = \frac{0,025 (Mgal) * 4500 \left(\frac{mg}{L}\right) - 0,010 \left(\frac{Mgal}{d}\right) * 80 \left(\frac{mg}{L}\right) * 40(d)}{10000 \left(\frac{mg}{L}\right) * 40(d)}$$

$$Q_w = 0,0002 \frac{Mgal}{d} = 0,77 \frac{m^3}{dia}$$

h. Lodos para recircular y purgar

$$Lodos \ para \ recircular = X_r * Q_r * Fc \quad (3.18)$$

$$\text{Lodos para purgar} = X_r * Q_w * Fc \quad (3.19)$$

Donde:

X_w = Cantidad de lodos a purgar, lb/d

X_r = Concentración de SST en la línea de recirculación, mg/L

Q_r = Caudal recirculado Mgal/d

Q_w = Caudal de purga, Mgal /d

Fc = Factor de conversión (8,34)

$$\text{Lodos para recircular} = 10000 \left(\frac{mg}{L} \right) * 0,0009 \left(\frac{Mgal}{d} \right) * 8,34 = 782 \frac{lb}{d} = 355 \frac{kg}{d}$$

$$\text{Lodos para purgar} = 10000 \left(\frac{mg}{L} \right) * 0,0002 \left(\frac{Mgal}{d} \right) * 8,34 = 17 \frac{lb}{d} = 8 \frac{kg}{d}$$

i. Eficiencia de la planta

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100 \quad (3.20)$$

Donde:

E = Eficiencia, %

S_0 = Concentración inicial de DBO_5 , mg/L

S = Concentración final de DBO_5 , mg/L

$$E = \frac{400 \left(\frac{mg}{L} \right) - 20 \left(\frac{mg}{L} \right)}{400 \left(\frac{mg}{L} \right)} * 100 = 95\% \quad (3.21)$$

Como depuración secundaria se ha rediseñado el sistema de aireación, tanque de aireación o el biorreactor, los resultados de muestran en la Tabla 3.12. En este tipo de depuración, la oxigenación desempeña un papel fundamental en los procesos de lodos

activados, siendo esencial para mantener un ambiente biológico óptimo. La introducción controlada de oxígeno en el reactor biológico ayuda a que microorganismos descompongan eficientemente la materia orgánica presente en el agua residual. Este proceso promueve la formación y estabilidad de flóculos biológicos, mejorando la sedimentación de los lodos facilitando su separación en el clarificador. Para ello, se necesita un aireador sumergible con potencia de 0,75 kW.

El volumen del reactor define la capacidad del sistema para mantener la biomasa y la velocidad de sedimentación. Las dimensiones de la PDAR actual son: 9,42 m de longitud, 4,97 m de ancho, 2,5 m de profundidad total, de esta profundidad se tiene un borde libre de 0,66 m; con estas dimensiones se tiene un volumen útil de 86,14 m³ y un volumen total (considerando el borde libre) de 117 m³, Tabla 2.4. Mientras que, las dimensiones propuestas para el rediseño son: 9,50 m de longitud, 5,00 m de ancho, 2,5 m de profundidad total, de esta profundidad se tiene un borde libre de 0,4 m; con estas dimensiones se tiene un volumen útil de 99,75 m³ y un volumen total de 119 m³.

Por otro lado, la recirculación en los sistemas de lodos activados es vital para mantener la biomasa adecuada, es decir que, al devolver parte del efluente tratado al reactor biológico, se garantiza un suministro constante de microorganismos esenciales para el proceso biológico. La recirculación mejora la eficiencia de la depuración y optimiza la clarificación del efluente final. Por lo cual, el caudal de recirculación (Q_r) es de 35,51 m³/d, se va a necesitar una bomba sumergible con potencia de 0,25 kW.

Tabla 3.12

Tabla de resultados del biorreactor del Rediseño de la PDAR de Sta.

BIOREACTOR

Volumen Requerido del reactor	V_{req}	96	m^3
Volumen Útil del reactor	V	99,75	m^3
Volumen Total del reactor	V_t	118,75	m^3
Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	55	h
Caudal del afluente	Q	43,43	m^3/d
Caudal del efluente	Q_e	39,46	m^3/d
Caudal de recirculación	Q_r	35,51	m^3/d
Número de bombas sumergibles para recirculación	#	1	-
Potencia de bomba sumergible para recirculación	P	0,25	kW
Concentración de sólidos del afluente	X_0	430	mg/L
Concentración de sólidos en línea de recirculación	X_r	10000	mg/L
Concentración de sólidos del efluente	X_e	80	mg/L
Requerimiento Real de Oxígeno	SOTR	1,6	Kg/h
Caudal de aire	Q_{aire}	6	m^3/h
Número de aireadores sumergibles	#	1	-
Potencia del aireador sumergible	P	0,75	kW

Lodos para recircular

355

kg/d

Nota: Datos propios (2024)

3.1.3 Diseño del clarificador

a) Velocidad inicial de sedimentación

$$V_i = V_{max} * \exp(-K * 10^{-6} * X) \quad (3.22)$$

Donde:

V_i = Velocidad de sedimentación, pie/h

V_{max} = Velocidad máxima de sedimentación de la interfase, por lo general 23 pie/h

K = Constante, en general 600 L/mg para licor mezclado de lodos activados con un IVL de 150

X = SSLM en el reactor, mg/L

$$V_i = 23 \left(\frac{\text{pie}}{\text{h}} \right) * \exp \left(-(500) * 10^{-6} * 4500 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \right) = 2,4 \frac{\text{pie}}{\text{h}} = 0,7 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

b) Tasa de carga superficial

$$CS_{\text{diseño}} = \frac{V_i * 179,5}{FS} \quad (3.23)$$

Donde:

$CS_{\text{diseño}}$ = Carga superficial, gal/pie²·d

V_i = Velocidad de sedimentación, pie/h

179,5 = Factor de conversión de pie/h a gal/pie²·d

FS = Factor de seguridad, en general 1,75 a 2,5

$$CS_{diseño} = \frac{2,4 \left(\frac{pie}{h}\right) * 179,5}{2} = 218 \frac{gal}{pie^2 \cdot d} = 9 \frac{m^3}{m^2 \cdot d}$$

c) Área transversal requerida para sedimentador secundario (A_{req})

$$A_{req} = Q * CS_{diseño} \quad (3.24)$$

Donde:

Q = Caudal del sedimentador, m³/d

CS_{diseño} = Carga superficial, m³/m²·d

$$A_{req} = \frac{79 \left(\frac{m^3}{d}\right)}{9 \left(\frac{m^3}{m^2 \cdot d}\right)} = 8,77 m^2 \approx 9 m^2$$

Se propone un ancho de 2 m y longitud del clarificador de 4,5 m; obteniendo un área de 9 m².

d) Carga de sólidos en el sedimentador secundario (SLR)

$$SLR = \frac{(1 + \alpha) * Q * X}{24 * A_{req}} \quad (3.25)$$

Donde:

α = Relación de recirculación, (Q_r/Q)

Q = Caudal del afluente, m³/d

X = SSLM en el reactor, mg/L

A_{req} = Área transversal requerida para clarificador secundario, m²

$$SLR = \frac{(1 + 0,82) * 43,43 \left(\frac{m^3}{d}\right) * 4500 \left(\frac{mg}{L}\right)}{24 * 1000 * 9 (m^2)} = 1,64 \frac{kg}{m^2 \cdot h}$$

El clarificador existente tiene una longitud de 2,56 m, un ancho de 1,94 m y una profundidad total de 2,50 m (Tabla 2.4). Qasim et al., (2002) recomiendan una relación longitud/ancho (L/A) que oscile entre 2 y 3, el (INEN, 1992) menciona que la relación ancho/profundidad (A/P) debe estar comprendida entre 1 y 2, la profundidad (P) puede estar entre 3,5 a 5 m; para instalaciones pequeñas (hasta 300 m³/d) se puede diseñar sedimentadores rectangulares sin mecanismos de lodos; en ese caso se diseña tipo pirámide o tolva en todo su fondo, la cual deben de tener una inclinación (I) de 60° con la horizontal como mínimo (Organización de Salud, 2006). Las relaciones de dimensiones de la PDAR construida son (L/A) 1, (A/P) 1, (P) 2,5 m, (I) 26°; lo que indica que no se cumplen con las relaciones y medidas de diseño recomendadas en este tipo de procesos. El diseño propuesto en este proyecto, Tabla 3,13, y las relaciones para el clarificador son (L/A) 2, (A/P) 1, (P) 3,5 m, (I) 60° que sí cumplen con las consideraciones de diseño.

El clarificador existente tiene una longitud de 2,56 m, un ancho de 1,94 m y una profundidad total de 2,50 m (Tabla 2.4). Qasim et al., (2002) recomiendan una relación longitud/ancho (L/A) que oscile entre 2 y 3, el (INEN, 1992) menciona que la relación ancho/profundidad (A/P) debe estar comprendida entre 1 y 2, la profundidad (P) puede estar entre 3,5 a 5 m; para instalaciones pequeñas (hasta 300 m³/d) se puede diseñar sedimentadores rectangulares sin mecanismos de lodos; en ese caso se diseña tipo pirámide o tolva en todo su fondo, la cual deben de tener una inclinación (I) de 60° con la horizontal como mínimo (Organización de Salud, 2006). Las relaciones de dimensiones de la PDAR construida son (L/A) 1, (A/P) 1, (P) 2,5 m, (I) 26°; lo que indica que no se cumplen con las relaciones y medidas de diseño recomendadas en este tipo de procesos. El diseño propuesto en este

proyecto, Tabla 3,13, y las relaciones para el clarificador son (L/A) 2, (A/P) 1, (P) 3,5 m, (I) 60° que sí cumplen con las consideraciones de diseño.

Por otro lado, en el clarificador ocurre la denominada "purga de lodos", es decir, la eliminación controlada de una fracción de los lodos activados del sistema; este proceso es crucial para prevenir la acumulación excesiva de sólidos y mantener la salud del proceso biológico. La purga ayuda a controlar la presencia de bacterias filamentosas, las cuales son microorganismos que pueden proliferar y formar sobrenadantes en el reactor, lo que resulta en una mala sedimentación (lodos flotantes) y baja clarificación. El caudal de purga debe ser alrededor de 0,77 m³/d.

Tabla 3.13

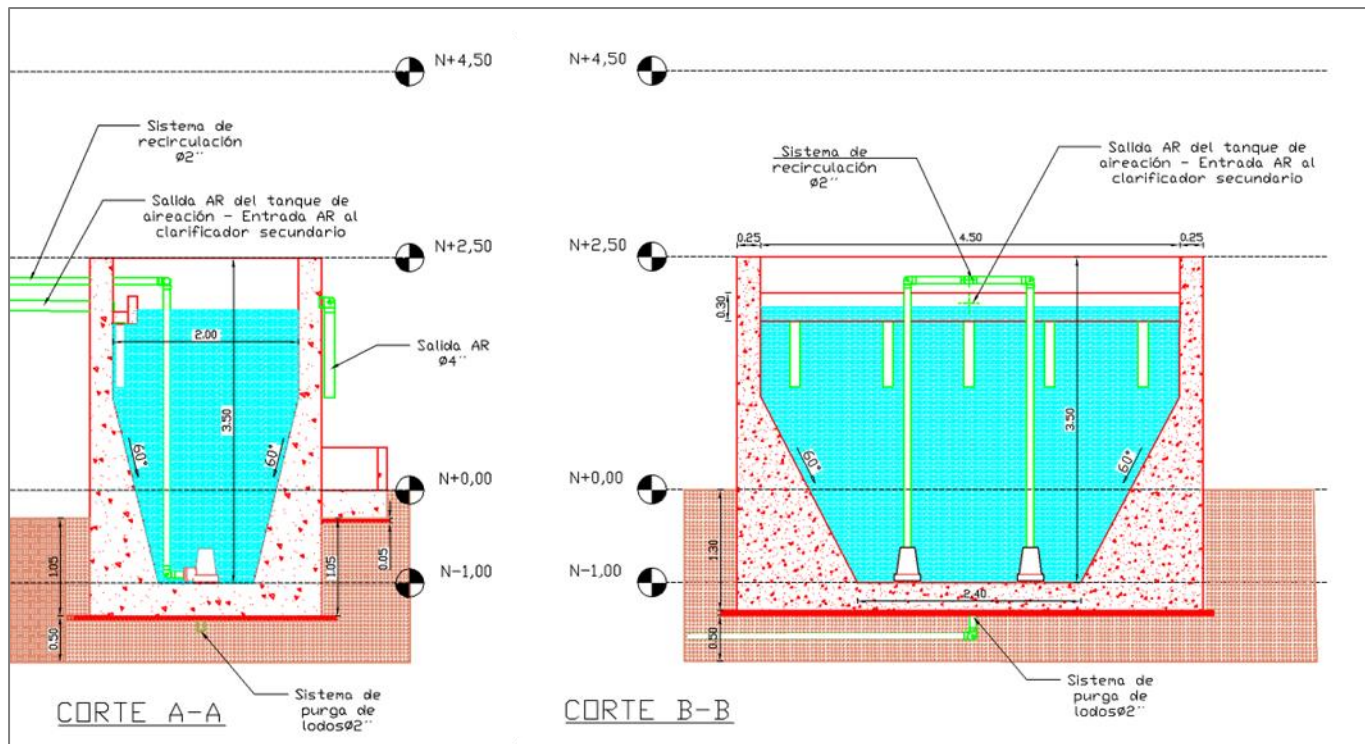
Tabla de resultados del sedimentador secundario del Rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat

SEDIMENTADOR SECUNDARIO			
Área requerida	Areq	9	m ²
Longitud	L	4,5	m
Ancho	A	2	m
Área	A	9	m ²
Carga superficial	CSdiseño	9	m ³ /m ² ·h
Carga de sólidos	SLR	1,64	kg/m ₂ ·h
Profundidad	H	3,5	m
Caudal de purga	Qw	0,77	m ³ /d

Nota: Datos Propios (2024)

Figura 3.2

Cortes del rediseño del clarificador



3.1.4 Diseño del lecho de secado

a. Carga de sólidos en el lodo

$$M_S = (P)(PPC_{SST}) \quad (3.26)$$

Donde:

M_S = carga de sólidos en el lodo, kg SST/d

P = Población proyectada al periodo de diseño, hab

PPC_{SST} = Producción per cápita de sólidos suspendidos totales, (6 -12) g SST/hab*d

$$M_S = (1844 \text{ hab}) \left(6 \frac{\text{g SST}}{\text{hab} * \text{d}} \right) \left(\frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}} \right) = 11.064 \frac{\text{kg SST}}{\text{d}}$$

b. Tiempo del ciclo operacional

$$T = T_d + T_c \quad (3.27)$$

Donde:

T = Tiempo del ciclo operacional, d

T_d = Tiempo de secado, d

T_c = Tiempo de limpieza, d

$$T = 7 \text{ dias} + 1 \text{ dias} = 8 \text{ dias}$$

c. Volumen de lodos deshidratados por ciclo, m³/ciclo

$$V_S = Q_S * T \quad (3.28)$$

$$V_S = 0.77 \text{ m}^3/\text{d} * 8 \text{ d} = 6.2 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

d. Área superficial requerida de lecho de secado

$$A = \frac{M_S * T}{SLR} \quad (3.29)$$

Donde:

A = Área superficial requerida de lecho de secado, m²

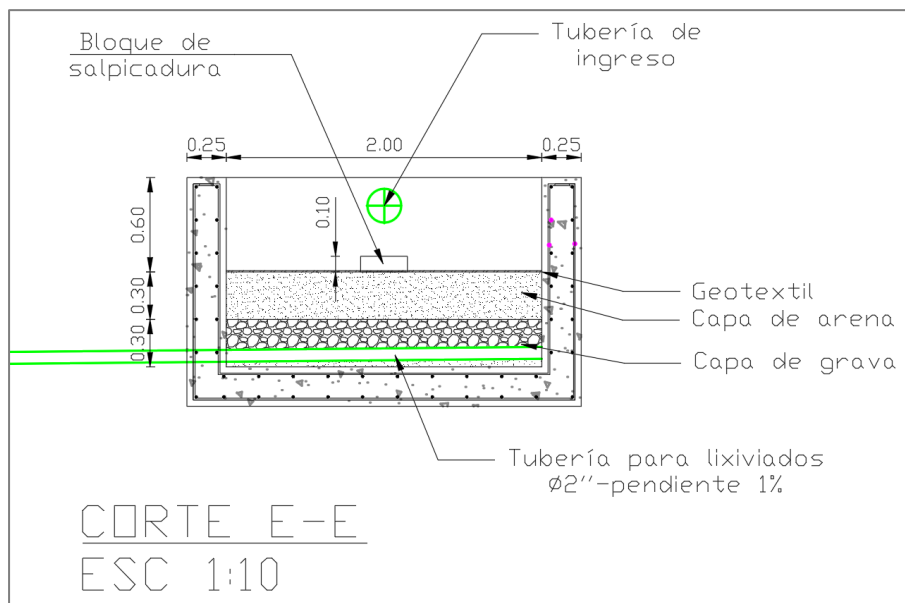
SLR = Carga de sólidos, kg SST/m² * d

$$A = \frac{11.064 \text{ kg SST}/d * 8 d}{39.95 \text{ kg SS}/m^2d} = 2.2 \text{ m}^2$$

El lecho de secado para los lodos de purga tendrá una longitud de 1,5 m y un ancho de 2 m, obteniendo un área de 3 m² siendo mayor al área requerida (2,22 m²). Tendrá una profundidad útil de 40 cm y un borde libre de 20 cm (60 cm de profundidad total para lodos). Además, tendrá un bloque de salpicadura ubicado en la entrada de lodos para asegurar su distribución uniforme, dispersar la fuerza con la que ingresa el lodo y proteger el material filtrante. Para el material filtrante se utilizará una capa de grava con espesor de 30 cm y tamaño de 3 mm; sobre la grava, se colocará una capa de arena de 30 cm de tamaño de 1 mm. Bajo el material filtrante se instalará tuberías de drenaje lateral para el drenaje de lixiviados, el tamaño de esta tubería es de 2" con pendiente mínima de 1% (Alzate Leal, 2021).

Figura 3.3

Corte del diseño de lecho de secado



En el Anexo F, se observan los planos de detalle del rediseño de la PDAR de Sta. María del Fiat.

3.2 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas se centrarán en las actividades a realizar para rediseñar el clarificador secundario de la PDAR de Sta. María del Fiat, así como la adecuación de los digestores de lodos y el lecho de secado que se encuentran en la zona de la PDAR Las especificaciones técnicas se indican en el Anexo D.

Capítulo 4

4. ANÁLISIS AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto (máximo de 300 palabras)

El alcance del análisis ambiental se enfoca en evaluar los posibles efectos ambientales derivados de la implementación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales (PDAR), en Sta. María del Fiat, Figura 4.1. Esto implica un análisis exhaustivo de los ecosistemas acuáticos circundantes, la calidad del agua y la biodiversidad local, centrándose en la identificación de los posibles impactos negativos causados por el proceso de depuración.

Figura 4.1

Mapa de ubicación



Nota. Figura de ubicación de la PDAR extraída de Google Earth [Google Earth]

La valoración ambiental va a considerar tecnologías modernas de monitoreo ambiental, incluyendo muestreos de agua y sedimentos, así como análisis detallados de la calidad del

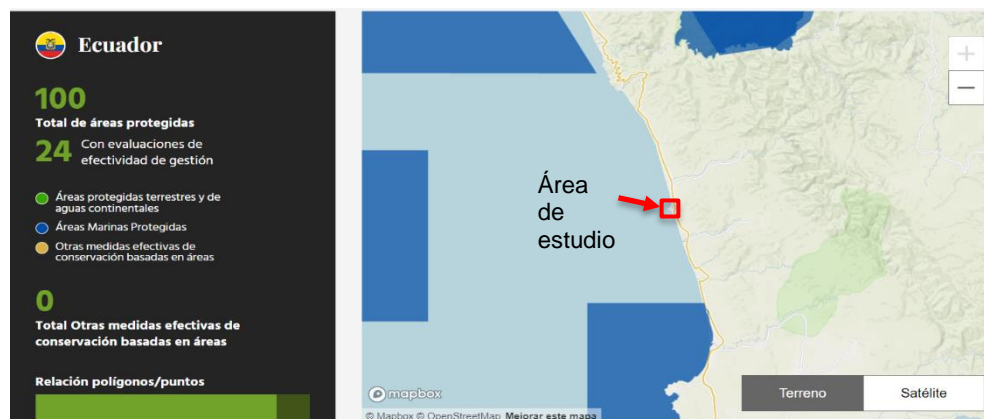
agua en el punto de descarga. La metodología para medir y caracterizar el impacto ambiental se basará en índices establecidos para la calidad del agua, la biodiversidad acuática y la salud de los ecosistemas.

Una vez seleccionada una de las alternativas, se valorará cómo la implementación (construcción de la alternativa, labores de operación y mantenimiento) va a afectar al ecosistema local. En este, la valoración ambiental incluye analizar los aspectos físicos que engloba al aire, agua y el suelo, en los biológicos se tiene la flora y fauna y por último los socioeconómicos. Se identificará cuáles de estos parámetros estarán siendo afectados, luego de esto, la sección de análisis ambiental va a determinar cuáles van a hacer las medidas de mitigación que se van a proponer para disminuir, mitigar y compensar estos impactos ambientales

Para elaborar todo este análisis y valoración se partirá de la línea base pasando por la valoración, proponiendo medidas de mitigación y, por último, con el presupuesto que permitan la disminución de la afectación al ambiente que la construcción y la operación de la planta depuradora de aguas residuales de lodos activados ocasiona al ambiente. Según Protected Planet (2023) la zona en estudio no es un área protegida terrestre ni de aguas continentales.

Figura 4.2

Mapa de ubicación que indica las zonas que son protegidas Protected Planet, 2023



En relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), esta investigación se alinea principalmente con el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento) y el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), dado su enfoque en preservar la calidad del agua local y el equilibrio ecológico, considerando la demanda de recursos naturales durante la construcción y operación de la planta.

4.2 Línea base ambiental

La línea base se refiere al estado de un sistema en momento específico, previo a cualquier modificación posterior. También se define como las condiciones presentes en el momento de la investigación en un área que podría verse afectada por actividades industriales o humanas (TULSMA, 2015a). Es por ello por lo que, en esta sección se describe las condiciones actuales en la que se encuentra la zona de estudio en el medio biofísico (clima, suelo, agua, olores, fauna) y en el medio socioeconómico (población actual y futura).

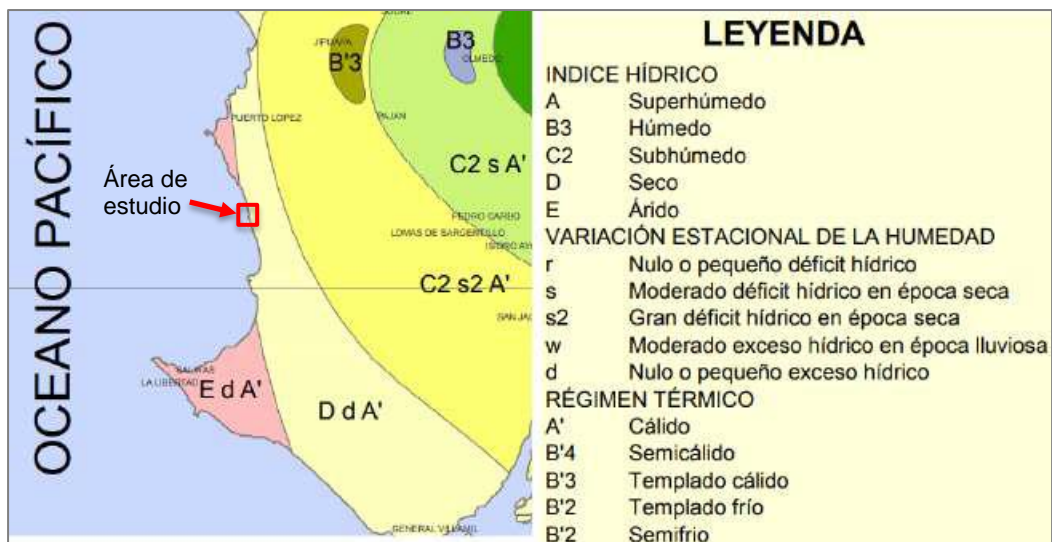
4.2.1 Medio biofísico

4.2.1.1 Clima

Según el PDyOT - Santa Elena (2023), el clima del área de estudio, lo clasifica como D d A', es decir, que tiene un índice hídrico seco (D); variación estacional de la humedad nulo o pequeño exceso hídrico (d) y con un régimen térmico cálido (A'), Figura 4.3.

Figura 4.3

Clasificación de los climas de la península de Santa Elena de acuerdo con INAMHI [PDyOT - Santa Elena, 2023]



La temperatura media anual es de 22.0°C, las máximas temperaturas se dan en los meses de febrero, marzo y abril, alcanzando los 27°C, mientras que las temperaturas más bajas, se dan en los meses de agosto y septiembre, llegando a 19.8°C. La precipitación anual es de aproximadamente 795 mm. La menor cantidad de lluvia ocurre en agosto, con un promedio de 15 mm. En febrero, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 161 mm. La variación en la precipitación entre los meses más secos y húmedos es 146 mm (Climate Data.org, 2021), Tabla 2.5.

4.2.1.2 Suelo

Los suelos son mayoritariamente de tipo franco arcilloso, con una fertilidad natural moderada gracias a la combinación de arena, limo y arcilla; en algunas referencias se indica que es idóneo para actividades agrícolas. Es esencial aprovechar estas condiciones para promover la agricultura en el área.

En cuanto a los desafíos ambientales, la región enfrenta problemas significativos como la degradación de los ecosistemas, la deforestación de los bosques nativos y manglares, la

contaminación debido a desechos sólidos y líquidos, la escasez de agua y el aumento no planificado de la población.

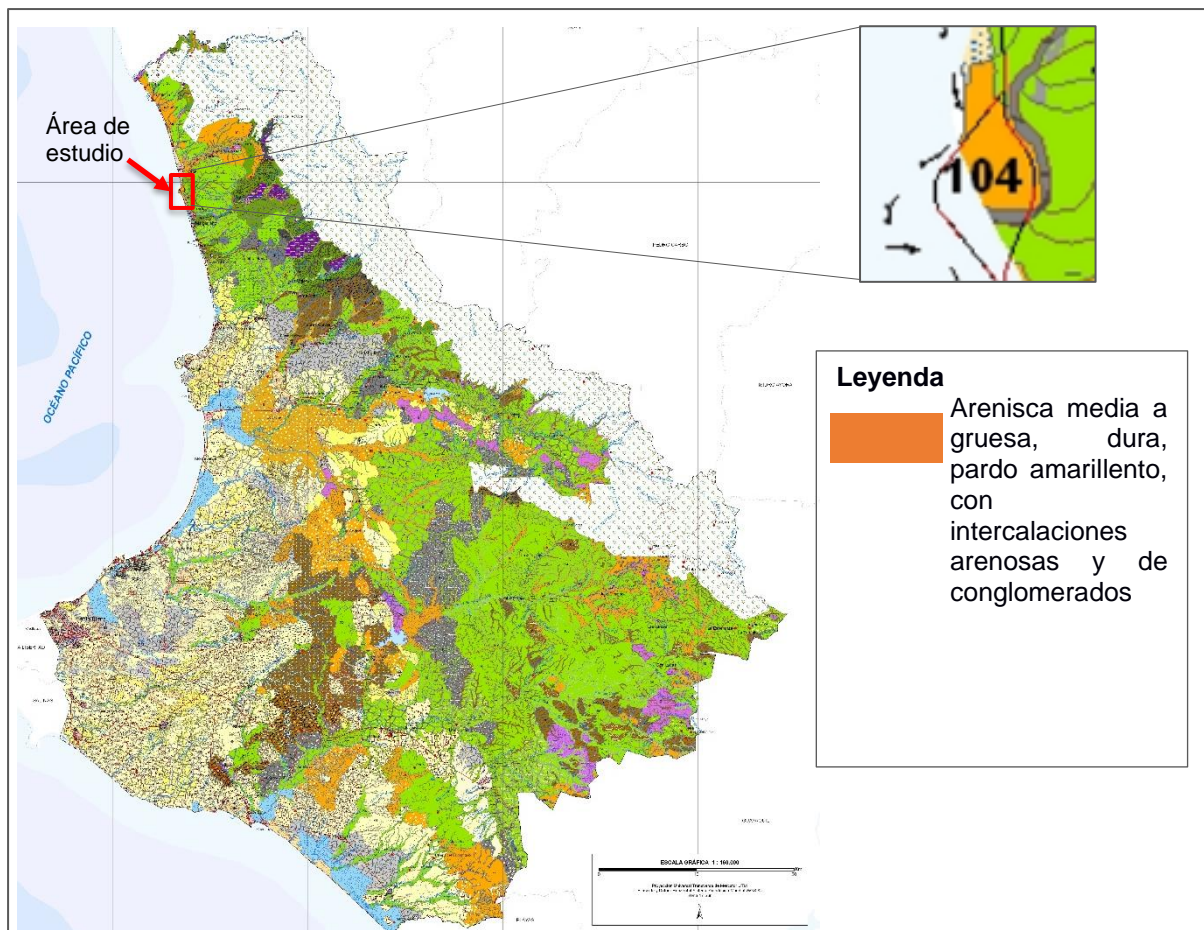
Manglaralto alberga diversos ecosistemas marinos y costeros, incluyendo acantilados, arrecifes rocosos, playas y áreas intermareales. El ecosistema de playas es dinámico debido al turismo en comunidades como San Pedro, Valdivia, Libertador Bolívar, Cadeate, San Antonio, Manglaralto, Montañita, Olón, Curía, San José, Las Núñez y La Entrada. Sin embargo, también es vulnerable debido al impacto ambiental causado por las actividades humanas y al uso excesivo y deterioro del suelo.

En las zonas intermareales, habitan numerosas especies pequeñas como estrellas de mar, erizos de mar y corales, que desempeñan un papel crucial en los ciclos de vida de peces, crustáceos y moluscos. Estos ecosistemas se extienden alrededor de la Punta del Santuario de Olón, rodeando particularmente los acantilados de la Rinconada y San Pedro, (PDyOT - Manglaralto, 2023).

El tipo de roca y/o depósitos superficiales que hay en el área de estudio son arenisca media a gruesa, dura, pardo amarillento, con intercalaciones arenosas y de conglomerados. Estos tipos de suelos se caracterizan por ser suelos francos en superficie y arcillosos a profundidad, bien drenados, muy superficiales, con frecuente pedregosidad en superficie, pH ligeramente alcalino y con baja fertilidad, según un estudio del Instituto Especial Ecuatoriano junto a el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (IEE & MAPAG, 2012).

Figura 4.4

Mapa Geopedológico de Santa Elena [Elaborado a partir del Mapa Geopedológico del IEE, 2012]



4.2.1.3 Agua

La cuenca hidrográfica de Manglaralto abarca los ríos Valdivia, Olón, Manglaralto, Atravesado, los cuales son de tipo permanentes; este tipo de ríos experimentan cambios en su caudal tanto estacionales como diarios, siendo influenciados por variaciones de cobertura vegetal, patrones de precipitación y otros factores atmosféricos como la nubosidad, insolación y evaporación. Además, la cuenca incluye ríos intermitentes como el río Grande, los cuales llevan agua solo durante ciertas épocas del año, generalmente en periodos de lluvia (PDyOT - Manglaralto, 2023).

4.2.1.4 Olores

Las aguas residuales tienen un olor característico. La PDAR que se encuentra en funcionamiento actualmente, no emite olores que puedan causar molestia a los habitantes de los alrededores de la planta.

4.2.1.5 Fauna

Según el PDyOT, la fauna existente en la parroquia de Manglaralto se divide en:

- a) **Aves:** Garza real, garza nevada, garza bueyera, martín pescador, chorlito collarejo, cigüeñuela de cuello negro, zarapito trinador.
- b) **Peces:** Robalo gualajo, mojarra palometa, chaparra o sardineta, lisa blanca, chame o chalaco.
- c) **Crustáceos:** Jaiba verde, cangrejo violinista, camarón blanco, camarón manudo.

En el caso del sitio en estudio, es posible encontrar aves como el pájaro carpintero, pili, gavilanes, loros, entre otras aves.

4.2.2 Medio socioeconómico

4.2.2.1 Población futura

Se proyecta una población futura a 20 años de 1844 habitantes en la comunidad de Santa María del Fiat. Actualmente no se tiene planificado el incremento de infraestructuras que permitan el aumento de la población.

Tabla 4.1

Población futura Sta. María del Fiat

CRECIMIENTO POBLACIONAL		0,9%
#	AÑO	Población (hab)

0	2023	1546
20	2043	1844

Nota: Datos propios (2024)

4.3 Actividades del proyecto

El rediseño de la PDAR implica una serie de actividades que buscan mejorar la eficiencia y capacidad de depuración de las aguas residuales. La tabla 4.2 desglosa las actividades que se han identificado podrían causar algún tipo de impacto ambiental.

Tabla 4.2

Acciones relevantes en el proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales

I. CONSTRUCCIÓN

1. Limpieza de terreno y movimiento de tierras

1.1 Desbroce de vegetación

1.2 Excavación

1.3 Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos

2. Cimentación y Superestructura

2.1 Fundición de Cimentación

2.2 Fundición de muros

2.3 Fundición de losa

2.4 Reubicación e Instalación de tuberías

3. Instalación de equipos automatizados

3.1. Reubicación de bombas sumergibles del clarificador

3.2. Empernado de bombas sumergible en el clarificador

II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4. Uso de la infraestructura

- 4.1. Generación de desechos (Pretratamiento: rejas, rejillas)
 - 4.2. Generación de oxígeno para la depuración secundaria (Tanque de aireación)
 - 4.3. Generación y secado de lodos (Clarificador)
 - 4.4. Rendimiento y monitoreo de las descargas (afluente – efluente)
-

5. Mantenimiento

- 5.1. Desbroce de vegetación
 - 5.2. Retiro de natas de tanque de aireación
 - 5.3. Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos (basura que sale del pretratamiento, natas, vegetación y lodos)
 - 5.4. Mantenimiento de equipos de bombeo y ejes de izado
 - 5.5. Mantenimiento de sistema eléctrico
-

Nota: Datos propios (2024)

4.4. Identificación de impactos ambientales

I. CONSTRUCCIÓN

1. Limpieza de terreno y movimiento de tierras

Este, es el primer paso para comenzar cualquier construcción de una obra civil:

1.1. Desbroce de vegetación

El desbroce de la vegetación consiste en todas las operaciones como, cortar, desenraizar y retirar de los sitios de la construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier tipo de vegetación que esté comprendida en el área de construcción. Estas operaciones pueden ser realizadas de forma manual, o mediante el empleo de equipos mecánicos.

1.2. Excavación

La excavación es una parte importante del movimiento de tierras que sirve para el acondicionamiento del terreno en donde se va a trabajar, removiendo los materiales existentes in situ, para luego proceder con la nivelación y finalmente fundir la edificación.

1.3. Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos

Los desechos que se obtienen de los procesos de desbroce y excavación serán llevados a un lugar específico designado para la colocación de estos residuos, a su vez, el aprovechamiento de algunos residuos derivados de los procesos servirá para ser reutilizados en diferentes áreas.

Tabla 4.3

Impacto ambiental de limpieza de terreno y movimiento de tierras

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Aire	Emisiones de gases a la atmósfera
Suelo	Alteración de la capa fértil del suelo, erosión del suelo
Agua	No existe nivel freático por lo que no hay afectaciones al agua
Flora	Generación de residuos vegetales (ramas y hojas)
Fauna	Pérdida de hábitat y biodiversidad
Económico	No afecta la parte económica, salvo los pagos por la ejecución de las actividades
Social	Genera fuentes de trabajo
Población actual y futura	No afecta a la población

Nota: Datos propios (2024)

2. Cimentación y Superestructura

Se cimentan las estructuras de soporte, a su vez los demás elementos estructurales que conforman la PDAR.

2.1. Fundición de cimentación

Se cimentan las estructuras de soporte del clarificador como zapatas, y riostras con el fin de soportar la carga que transmite toda la edificación, el afluente y los equipos de tratamiento.

2.2. Fundición de muros

Se funden los muros de la superestructura del tanque clarificador.

2.3. Fundición de losa

Este elemento será colocado en la parte superior de la superestructura del tanque clarificador.

2.4. Reubicación e instalación de tuberías

La reubicación e instalación de las tuberías comprende al sistema que conforma los diferentes tratamientos de depuración en la planta conectando al tanque de aireación y clarificación.

Tabla 4.4

Impacto ambiental de cimentación y superestructura

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Aire	Emisiones de gases a la atmósfera
Suelo	Contaminación del suelo, residuos de fundición
Agua	El agua no sufre alteración
Flora	Residuos formados por los materiales de la fundición afecta a la flora aledaña a la construcción
Fauna	Perdida de hábitat y biodiversidad

Económico	No afecta económicamente
Social	No afecta en la parte social, genera fuente de empleo
Población actual y futura	Alteración del paisaje, ruido y vibraciones

Nota: Datos propios (2024)

3. Instalación de equipos automatizados

Consiste en la correcta colocación de bombas en el clarificador.

3.1. Reubicación de bombas sumergibles del clarificador

Consiste en la reubicación e instalación de los equipos de bombeo que son parte de los diferentes tratamientos en la depuración del afluente, para posteriormente ser ejecutados.

3.2. Empernado de bombas sumergibles en el clarificador

Este proceso se basa en asegurar por medio de placas y pernos la estructura conformada por los perfiles, a los elementos estructurales.

Tabla 4.5

Impacto ambiental de instalación de equipos automatizados

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Aire	Es afectado debido a los gases muy tóxicos que emanan están acciones, como el corte y soldadura
Suelo	No es afectado
Agua	No es afectado
Flora	No es afectado
Fauna	No es afectado
Económico	Consumo energético

Social	No afecta en la parte social, genera fuente de empleo
Población actual y futura	Genera ruido e incomodidad por la labor

Nota: Datos propios (2024)

II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

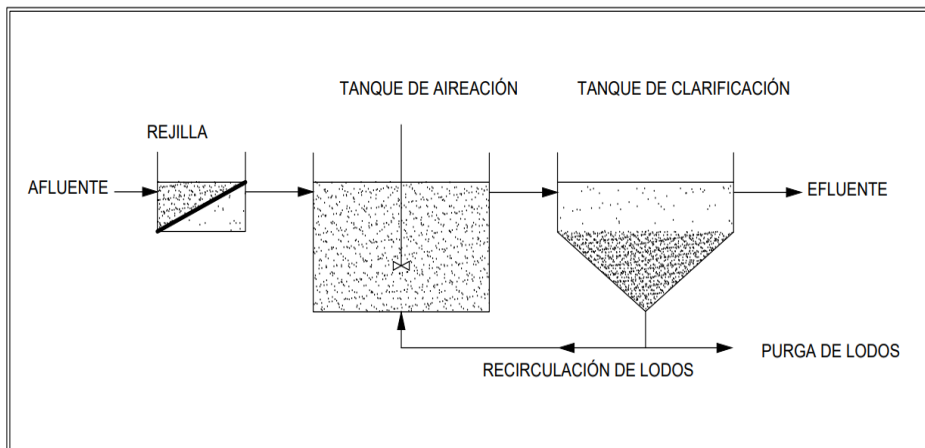
La explotación de la planta hace referencia al funcionamiento diario que la planta tendrá. Es importante mencionar que las plantas depuradoras de aguas residuales producen mayores impactos ambientales cuando están en funcionamiento en comparación a cuando se están construyendo.

4. Uso de la infraestructura

La explotación de la planta depuradora se basa en una serie de procesos detallados en el siguiente esquema. Existen varias alternativas de depuración de aguas residuales en este caso, se detallará la depuración mediante lodos activados.

Figura 4.5

Esquema de sistema depurador de lodos activados [Autores]



4.1. Generación de desechos (Pretratamiento: rejas, rejillas)

Este proceso consiste en la retención de sólidos de gran tamaño, como maderas o plásticos, entre otros, con el objetivo de proteger a los equipos mecánicos como bombas y evitando las obstrucciones en las tuberías.

Figura 4.6

Sistema de rejillas de planta depuradora [Autores]



Luego de que el afluente pasar por la rejilla con distintos tipos de residuos, el agua que atraviesa este sistema por acción de la gravedad se deposita en el tanque de aireación el cual, es el siguiente tratamiento.

4.2. Generación de oxígeno para la depuración secundaria (Tanque de aireación)

El principal objetivo del tratamiento secundario es disminuir la materia orgánica disuelta, convirtiéndola mediante microorganismos en materia sedimentable. Aquí se tiene al reactor biológico el cual es considerado el corazón de la planta depuradora, ya que realiza la oxidación biológica y se decantan en el clarificador.

Este último mencionado, también pertenece al tratamiento secundario que consiste en que las partículas sólidas del agua que ingresa del tanque de aireación, en el clarificador, se sedimentan en el fondo, mientras que, en la parte superior de este, queda el agua limpia la cual será evacuada mediante rebose por una tubería.

Figura 4.7

Tanque aireador y clarificador de planta depuradora



4.3. Generación y secado de lodos (Clarificador)

La función principal de la planta depuradora es la eliminación de la materia orgánica que contiene el agua que ingresa ella, esta materia al pasar por los distintos tratamientos irá formando el lodo. Estos lodos, al cumplir su vida útil, se sedimentan mediante una tolva en el clarificador y una parte se devuelve para la línea de recirculación y otra es purgado hacia el exterior, este último, también es reutilizado como compost en la agricultura.

4.4. Rendimiento y monitoreo de las descargas (afluente – efluente)

El efluente es el flujo del agua residual tratada, y esta tiene que cumplir con los límites máximos permisibles para ser descargada en el cuerpo de agua receptor. Los contaminantes al encontrarse con una carga baja, al juntarse con el cuerpo de agua receptor, este puede realizar su proceso de autodepuración.

Tabla 4.6

Impacto ambiental del uso de la infraestructura

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Aire	Residuos expuestos al ambiente, contaminación, evapotranspiración de los tanques de aireación y calificación.
Suelo	Residuos en el pretratamiento y disposición final de lodos
Agua	Disposición final de efluente tratado hacia el cuerpo receptor, posible alteración química
Flora	Afecta a la vegetación aledaña a la descarga del afluente
Fauna	Afectación a la fauna acuática
Económico	No es afectado
Social	No es afectado
Población actual y futura	No es afectado directamente

Nota: Datos propios (2024)

5. Mantenimiento

5.1. Desbroce de vegetación

En la etapa de mantenimiento, el desbroce de la vegetación implica la limpieza del área que rodea a la planta, con el fin de que esta estructura cuente con un fácil acceso hacia ella y poder realizar los mantenimientos pertinentes sin complicaciones. Esta actividad se realizará cada determinado tiempo.

5.2. Retiro de natas de tanque de aireación

Las natas es un residuo orgánico que se forma en el proceso de aireación y se encuentra sobrenadante en la superficie del tanque de aireación y adheridos a los muros. Este proceso se realiza de forma manual.

5.3. Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos (basura que sale del pretratamiento, natas, vegetación y lodos)

Estos desechos producto del desbroce y limpieza del área aledaña a planta serán puestos en un lugar específico designado para la colocación de estos residuos y su respectivo procesamiento.

5.4. Mantenimiento de equipos de bombeo y ejes de izado

Este proceso consiste en realizar los respectivos mantenimientos preventivos y correctivos con el fin de que los equipos se encuentren siempre operativos y no tengan fallas para que realicen su función de forma eficiente.

5.5. Mantenimiento de sistema eléctrico

Este mantenimiento será realizado con la finalidad de optimizar la eficiencia eléctrica de la planta, para que no exista fallos en los procesos de depuración, ni daños en los equipos eléctricos.

Tabla 4.7

Impacto ambiental del mantenimiento de la infraestructura

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Aire	Limpieza de área de la planta, desbroce y manejo de residuos
Suelo	Alteración de la capa fértil del suelo, erosión del suelo
Agua	No es afectado
Flora	Esa afectado debido al desbroce de la vegetación para mantener la accesibilidad a la planta
Fauna	No es afectada
Económico	No es afectada
Social	No es afectada, general fuente de empleo
Población actual y futura	Generación de ruido

Nota: Datos propios (2024)

4.5. Valoración de impactos ambientales

Los impactos ambientales descritos con anterioridad serán valorados mediante el método de matriz de Leopold, el cual es una manera de jerarquizar y resumir los distintos impactos ambientales causados por las construcciones de obras civiles, haciendo énfasis en aquellos que son de gran magnitud. Cada parámetro establecido en la Tabla 4.2 se califica según la escala de valoración cualitativa.

Esta matriz de causa y efecto se encarga de evaluar la importancia de impacto ambiental mediante 3 criterios descritos a continuación:

- **Extensión:** Hace referencia al área de influencia del impacto ambiental relacionando el entorno en donde se desarrolla el proyecto, este se divide diferentes aspectos a ser calificados que son: puntual, particular, local, generalizada y regional.
- **Duración:** Es el tiempo que dura la afectación ambiental, esta se subdivide en esporádica, temporal, periódica, recurrente y permanente.
- **Reversibilidad:** Indica la posibilidad de volver a las condiciones iniciales antes de que se produzca el impacto ambiental.

Según Boris (2020) la estimación de la importancia es en base a la ecuación 4.1.

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (4.1)$$

Donde:

Imp = Valor de importancia del impacto ambiental

E = Criterio de extensión

We = Peso del criterio de extensión

D = Criterio de duración

Wd = Peso del criterio de duración

R = Criterio de reversibilidad

Wr = Peso del criterio de reversibilidad

A continuación, en la Tabla 4.8 se muestran los pesos para cada criterio de evaluación en donde la suma debe ser igual a 1.

Tabla 4.8*Ponderación de pesos para la evaluación de acciones*

CARACTERÍSTICA	PESO
Extensión	0,4
Duración	0,35
Reversibilidad	0,25
Total	1

Nota: Datos propios (2024)

La matriz de valoración cualitativa de Leopold propuesta por Boris (2020) se estima mediante la ecuación 4.2.

Donde:

IA = Valor de Impacto Ambiental

I = Impacto generado

M = Magnitud del impacto

Finalmente, la valoración del impacto ambiental según Boris (2020), se categoriza por medio de su repercusión como se muestra en la Tabla 4.10.

Tabla 4.9*Escala de valoración cualitativa*

CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL (IA)
Altamente significativo	$IA \leq -6.5$
Significativo	$-4.5 \geq IA \geq -6.5$

Despreciable	$0 \geq IA \leq -4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota: Datos tomados de Boris (2020)

Tabla 4.10

Matriz de Leopold de impactos ambientales de la PDAR – Fase Constructiva

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES								
		CONSTRUCCIÓN								
		Limpieza de terreno, movimiento de tierras y cimentación							Instalación de equipos automatizados	
		COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	Desbroce de vegetación	Excavación	Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos	Fundición de cimentación	Fundición de muros	Fundición de losa	Reubicación e instalación de tuberías
Medio FÍSICO	Aire	-1 2,5	-1 2,5	-1 2,5	-5 5	-5 5	-5 5	-1 1	1 1	1 1
	Suelo	-2,5 5	-5 5	-2,5 5	-5 5	-5 5	-5 5	1 1	1 1	1 1
	Agua	1 1	1 1	1 1	-1 2,5	-1 2,5	-1 2,5	1 1	1 1	1 1
Medio BIÓTICO	Flora	-5 5	-2,5 1	-2,5 2,5	-1 1	-1 1	-1 1	1 1	1 1	1 1
	Fauna	-5 5	-1 1	-2,5 2,5	-1 1	-1 1	-1 1	1 1	1 1	1 1
Medio SOCIOECONÓMICO	Económica	1 1	1 2,5	5 5	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
	Social	1 2,5	1 2,5	1 2,5	1 2,5	1 2,5	1 2,5	1 2,5	1 1	1 1
	Población actual y futura	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1

Nota: Datos propios (2024)

Tabla 4.11

Matriz de Leopold de impactos ambientales de PDAR – Fase operativa y de mantenimiento

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																	
		COMPONENTES		FACTORES AMBIENTALES		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO													
						Uso de la infraestructura				Mantenimiento									
						Generación de desechos (Pretratamiento: rejillas, rejillas)	Generación de oxígeno para la depuración secundaria (Tanque de aireación)	Rendimiento y monitoreo de las descargas (afluente – efluente)	Generación y secado de lodos (Clarificador)	Desbroce de vegetación	Retiro de natas de tanque de aireación	Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos	Mantenimiento de equipos de bombeo y ejes de izado	Mantenimiento sistema eléctrico					
Medio FÍSICO	Aire	-1	2,5	-1	2,5	-1	2,5	-2,5	2,5	-5	2,5	-10	10	-10	10	-5	5	-5	5
	Suelo	-2,5	5	-5	5	-2,5	5	-5	5	-1	2,5	-2,5	5	-2,5	5	-1	1	-1	1
	Agua	1	1	1	1	1	2,5	-1	2,5	-1	2,5	-1	2,5	-1	2,5	-10	10	-10	10
Medio BIÓTICO	Flora	-5	5	-1	1	-2,5	2,5	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
	Fauna	-5	5	1	1	-2,5	2,5	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Medio SOCIOECONÓMICO	Económico	1	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	1	2,5	1	2,5	1	2,5	-2	1	-2	1
	Social	1	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1	2,5	1	2,5	-1	1	-1	1
	Población actual y futura	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	2,5	1	2,5	-1	2,5	-1	2,5	1	1	1	1

Nota: Datos propios (2024)

Tabla 4.12

Valoración final - Fase Constructiva

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES													
CONSTRUCCION													
COMPONENTES		FACTORES AMBIENTALES		Limpieza de terreno y movimiento de tierras					Instalación de equipos automatizados		Resultados		
				Desbroce de vegetacion	Excavacion	Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos	Fundición de cimentación	Fundición de muros	Fundición de losa	Reubicación e instalación de tuberías	Empernado de estructura para soporte de equipos	Colocación de equipos	TOTAL
Medio FÍSICO	Aire	-1,6	-1,6	-1,6	-5,0	-5,0	-5,0	-1,0	1,0	1,0	-18,7	9,0	-2,1
	Suelo	-3,5	-5,0	-3,5	-5,0	-5,0	-5,0	1,0	1,0	1,0	-24,1	9,0	-2,7
	Agua	1,0	1,0	1,0	-1,6	-1,6	-1,6	1,0	1,0	1,0	1,3	9,0	0,1396
Medio BIÓTICO	Flora	-5,0	-1,6	-2,5	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-9,1	9,0	-1,0
	Fauna	-5,0	-1,0	-2,5	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-8,5	9,0	-0,9
Medio SOCIOECONÓMICO	Económico	1,0	1,6	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	13,6	9,0	1,5
	Social	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,0	1,0	13,1	9,0	1,5
	Población actual y futura	1,0	-1,6	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,4	9,0	1,2
SUMA		-10,5	-6,6	2,5	-10,0	-10,0	-10,0	6,6	8,0	8,0	-22,1	72,0	-0,3

Nota: Datos propios (2024)

Tabla 4.13

Valoración final – Fase operativa y de mantenimiento

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES											
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										Resultados	
		Uso de la infraestructura				Mantenimiento							
		COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	Generación de desechos (Pretratamiento: rejillas, rejillas)	Generación de oxígeno para la depuración secundaria	Rendimiento y monitoreo de las descargas (afluente – efluente)	Generación y secado de lodos (Clarificador)	Desbroce de vegetación	Retiro de natas de tanque de aireación	Logística para disposición de desechos y aprovechamiento de residuos	Mantenimiento de equipos (bombas)	Mantenimiento sistema eléctrico	TOTAL
Medio FÍSICO	Aire	-1,6	-1,6	-1,6	-2,5	-3,5	-10,0	-10,0	-5,0	-5,0	-40,8	9,0	-4,5
	Suelo	-3,5	-5,0	-3,5	-5,0	-1,6	-3,5	-3,5	-1,0	-1,0	-27,7	9,0	-3,1
	Agua	1,0	1,0	1,0	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-10,0	-10,0	-23,3	9,0	-2,6
Medio BIÓTICO	Flora	-5,0	-1,0	-2,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-14,5	9,0	-1,6
	Fauna	-5,0	1,0	-2,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-12,5	9,0	-1,4
Medio SOCIOECONÓMICO	Económico	1,0	1,0	1,0	2,5	1,6	1,0	1,0	-1,4	-1,4	6,3	9,0	0,7
	Social	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	-1,0	-1,0	8,0	9,0	0,9
	Población actual y futura	1,0	1,0	1,0	2,5	1,6	-1,0	-1,0	1,0	1,0	7,1	9,0	0,8
SUMA		-11,1	-2,6	-6,1	-3,6	-3,0	-16,1	-16,1	-19,4	-19,4	-97,5	72,0	-1,4

Nota: Datos propios (2024)

4.6. Medidas de prevención/mitigación

En base a los factores que contribuyen en el desarrollo de los impactos ambientales propuestos con anterioridad, en el rediseño de la planta depuradora en Santa maría del Fiat, se proponen medidas de prevención y mitigación, para las distintas actividades a realizar en el proyecto.

4.6.1. Construcción:

Aire

- En los caminos de acceso a la planta depuradora, rociarlos con agua de forma periódica para así poder disminuir el levantamiento de polvo causadas por el tránsito de maquinaria pesada.
- En la logística para el tratamiento de los diferentes residuos y desechos generados, implementar lugares específicos de depósito, para que estos, puedan ser tratados y aprovechados de forma eficiente.

Suelo

- Proponer prácticas de conservación adecuadas que sean implementadas en lugares aledaños a la planta depuradora.
- Implementar una geomalla alrededor de la planta para que los residuos debido a la fundición de los elementos estructurales no afecten de manera directa al suelo.
- Los residuos de este proceso constructivo tienen que ser puestos a disposición en vertederos en sitios legalmente establecidos para dicha actividad.
- Limpieza y cierre de obra

Flora

- Se debe reforestar otras zonas para así poder recuperar la vegetación debido a las actividades que demanda el proceso constructivo.

Fauna

- Al ser una zona ya intervenida, no existe presencia de abundante fauna ni especies en peligro que puedan ser afectadas por esta actividad, más sin embargo se tiene que proponer acciones, en el caso de que existiera alguna especie en peligro.

Social

- Implementación de señalización y letreros informativos con el fin de indicar a los moradores de la comunidad, y para todas las personas involucradas en la obra como trabajadores y conductores de vehículos, que el área se encuentra restringida debido a las obras de mantenimiento, mejoramiento o construcción, así también los pasos de libre circulación.
- Realizar una socialización de la obra con la comunidad con el objetivo de informar a los mismos, sobre el trabajo que se realizará en el área, los beneficios, problemas que resolverá la ejecución del proyecto, y los posibles inconvenientes que esta intervención puede causarles durante el proceso constructivo.
- Ejecutar charlas de mediación con la comunidad para que cada morador pueda expresarse, de tal manera que los trabajadores de la obra y la comunidad lleguen a un acuerdo y tomen acciones que ayuden a resolver estas peticiones.
- Desarrollar charlas de seguridad y salud ocupacional para los trabajadores y que les permita reconocer y corregir los posibles riesgos en el proceso constructivo de la obra.

4.6.2. Operación y mantenimiento:

Aire

- Crear un plan de limpieza cada determinado tiempo, con la finalidad de mantener los distintos tipos de tratamientos y la superestructura limpia de desechos que puedan reducir la eficiencia de la planta depuradora.

Suelo

- Poner a una correcta disposición los residuos generados en la depuración, en este caso los lodos de la clarificación, una vez secos, sirven para la agricultura como compost o abono, lo que contribuirá al crecimiento de plantaciones.

Agua y Flora

- Aprovechamiento del agua tratada para ser reutilizada en la agricultura junto con los lodos purgados.

Fauna

- Realizar un constante control de los límites máximos permisibles del efluente para que sea seguro para la fauna acuática y se vea alterada.

Comunidad:

- Implementación de señalización y letreros informativos con el fin de indicar a los moradores de la comunidad, y encargados de mantenimiento de la planta de las diferentes áreas de la planta depuradora y los posibles riesgos al ingresar a la misma.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

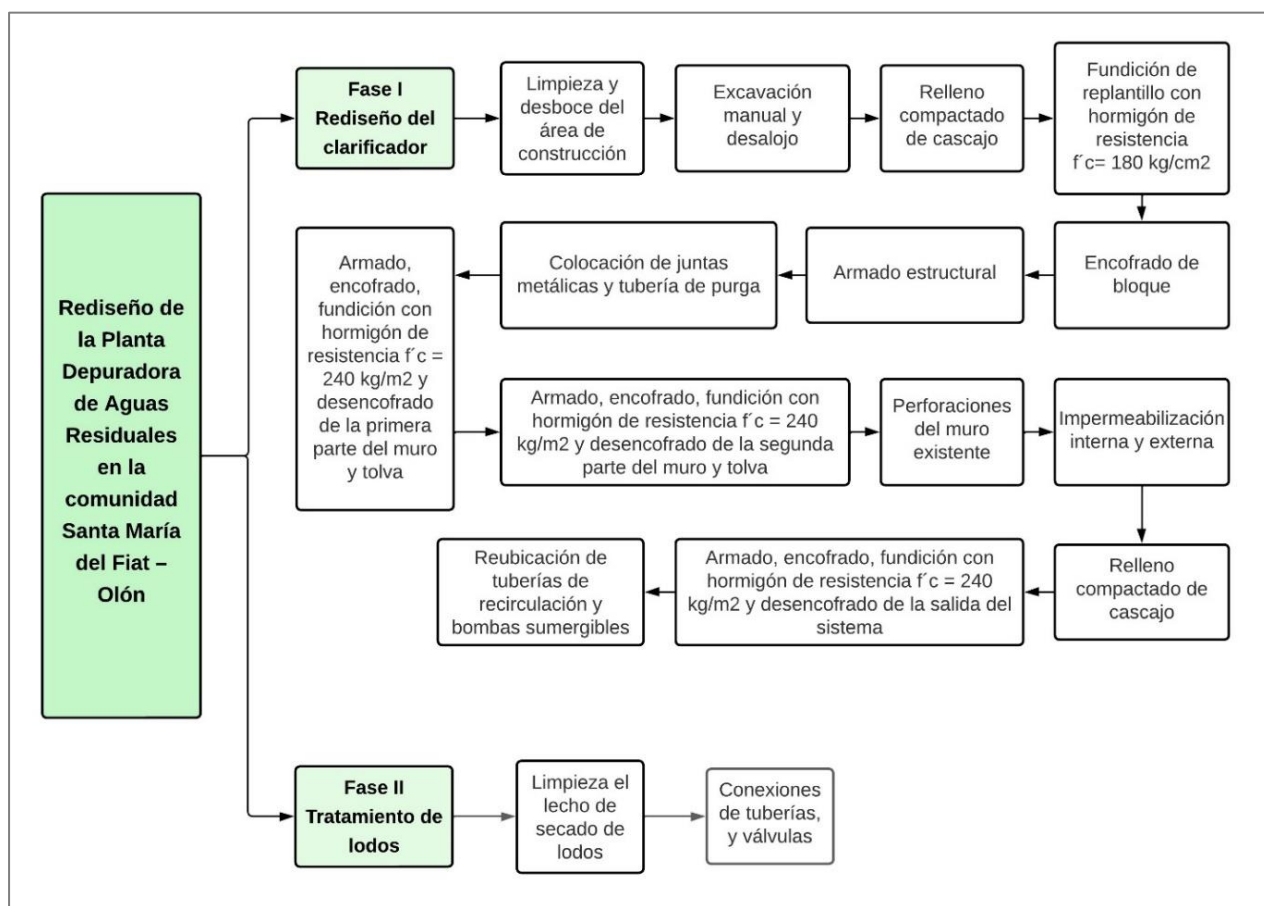
5.1. Estructura Desglosada de Trabajo

La Estructura Desglosada del Trabajo, Figura 5.1, detalla la descripción de las actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, con el objetivo de facilitar la comprensión e identificación de las categorías implicadas en el conjunto de actividades.

El proyecto consta de tres fases: (i) rediseño del clarificador, (ii) tratamiento de lodos de purga utilizando el lecho de secado y (iii) plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental, esta última fase se la realiza mientras se está realizando las fases uno y dos.

Figura 5.1

Estructura Desglosada de Trabajo



5.2. Rubros y análisis de precios unitarios

Los rubros se describen en los siguientes puntos:

1. Desbroce y limpieza, incluye desalojo
2. Suministro e instalación de tubería de PVC de 110 mm
3. Suministro e instalación de tubería de PVC de 75 mm
4. Instalación de bomba 2HP Trifásica para sistema de recirculación (LEO)
5. Vaciado y limpieza de lodos
6. Demolición de elementos estructurales, incluye desalojo
7. Excavación manual, incluye desalojo
8. Relleno compactado con cascajo
9. Replanteo de hormigón, $e=5\text{cm}$, $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
10. Encofrado de bloque, $e=10 \text{ cm}$
11. Encofrado y desencofrado de plywood para muros
12. Fundición con hormigón de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
13. Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 110 mm
14. Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 75 mm
15. Instalación de tubo metálico
16. Instalación de juntas metálicas en muros
17. Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62
18. Impermeabilización exterior con igol denso
19. Acero de refuerzo varillas corrugadas $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (incluye provisión, configurado y colocación)
20. Reubicación de sistemas, incluye tuberías de sistema de salida de agua depurada del clarificador, sistema de recirculación, sistema purga

22. Instalación de bomba 2HP Trifásica para extracción de agua bioreactor-digestores
23. Extracción manual de lodos
24. Instalación de Codo de PVC 90° de 110 mm
25. Instalación de Unión de PVC de 110 mm
26. Desinstalación e instalación de bombas sumergibles existentes del clarificador
27. Instalación de válvula de 110 mm
28. Cinta de advertencia y señalización
29. Letreros informativos
30. Riego de la zona de trabajo
31. Control y monitoreo de ruido
32. Control y monitoreo de material particulado
33. Socialización de la obra con la comunidad
34. Charlas de mediación con la comunidad
35. Charlas de seguridad y salud ocupacional
36. Limpieza y cierre de obra
37. Instalación de caudalímetros entrada y salida
38. Filtros para lecho de secado
39. Instalación de Geomalla
40. Instalación de válvula de compuerta

Para el análisis de precio unitario de cada rubro se consideró los costos directos que se generan por la utilización de herramientas y equipo, mano de obra, materiales y transporte.

Además, se añadió un porcentaje del 12% que representa el costo indirecto.

En el Anexo D se describen las especificaciones técnicas de cada rubro, el análisis de precios unitarios y el presupuesto referencial de la obra.

5.3. Descripción de cantidades de obra

La Tabla 5.1 muestra el rubro, la unidad de medición y la cantidad de cada rubro propuesto. Estas cantidades se obtuvieron por medio de los planos, de los cuales se estimaron áreas (m^2), volúmenes (m^3), metros lineales (ml), peso en kilogramos (kg), unidades (u) y globales (gbl) de los rubros a realizar para la ejecución de la obra, tanto para el desarrollo de la primera fase (rediseño del clarificador), de la segunda fase (tratamiento de lodos) y tercera fase (plan de limpieza, seguridad y manejo ambiental).

Tabla 5.1

Tabla de cantidades de obra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
FASE I	REDISEÑO DEL CLARIFICADOR		
1	Desbroce y limpieza, incluye desalojo	m^2	40,00
7	Excavación manual, incluye desalojo	m^3	48,55
8	Relleno compactado con cascajo	m^3	17,00
9	Replanteo de hormigón, $e=5\text{cm}$, $f'c = 180$ kg/cm^2	m^3	0,77
10	Encofrado de bloque, $e=10$ cm	m^2	20,25
11	Encofrado y desencofrado de plywood para muros	m^2	64,36
12	Fundición con hormigón de resistencia $f'c = 240$ kg/cm^2	m^3	35,01
13	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 110 mm	gbl	1,00

14	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 75 mm	gbl	1,00
15	Instalación de tubo metálico	ml	6,00
16	Instalación de juntas metálicas en muros	ml	14,00
17	Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62	m ²	45,50
18	Impermeabilización exterior con igol denso	m ²	26,00
19	Acero de refuerzo varillas corrugadas f'y=4200 kg/cm ² (incluye provisión, configurado y colocación)	kg	1235,98
20	Reubicación de sistemas, incluye tuberías de sistema de salida de agua depurada del clarificador, sist de recirculación, sist purga	gbl	1,00
26	Desinstalación e instalación de bombas sumergibles existentes del clarificador	u	2,00
37	Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta	u	2
FASE II TRATAMIENTO DE LODOS UTILIZANDO EL LECHO DE SECADO			
1	Desbroce y limpieza, incluye desalojo	m ²	92,2
2	Suministro e instalación de tubería de PVC de 110 mm	ml	6,77
24	Instalación de Codo de PVC 90° de 100 mm	u	2
25	Instalación de Unión de PVC de 110 mm	u	2
27	Instalación de válvula mariposa de 110 mm	u	1
38	Filtros para lecho de secado	m ³	1.8
39	Instalación de Geotextil	m ²	3
40	Instalación de válvula de compuerta	u	2

FASE III PLAN DE LIMPIEZA, SEGURIDAD Y MANEJO AMBIENTAL			
28	Cinta de advertencia y señalización	u	1,00
29	Letreros informativos	u	4,00
30	Riego de la zona de trabajo	tanquero	1,00
31	Control y monitoreo de ruido	u	1,00
32	Control y monitoreo de material particulado	u	1,00
33	Socialización de la obra con la comunidad	u	2,00
34	Charlas de mediación con la comunidad	u	2,00
35	Charla de seguridad y salud ocupacional	u	2,00
36	Limpieza y cierre de obra	m ²	100,00

Nota: Datos propios (2024)

5.4. Valoración integral del costo del proyecto

El costo total del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación (manejo ambiental) es de USD 21,536.93 + IVA. En la sección de anexos, (Anexo D) se encuentran los detalles del costo total.

5.5. Cronograma de obra

El proyecto tiene una duración de 32 días laborables. El detalle del cronograma de obra se encuentra en el Anexo D.

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se evaluó la eficiencia del sistema depurador de lodos activados de la planta de Sta. María del Fiat mediante la recopilación y análisis de información existente, más ensayos de laboratorio y medición de caudales, con los que se determinó la carga contaminante y la eficiencia de cada una de las operaciones y procesos unitarios.
 - a. La planta atiende a una población de 1546 habitantes. La caracterización muestra valores de carga contaminantes en DBO_5 de 400 mg/L, DQO de 567 mg/L, y SST de 430 mg/L; la clasificación es de media carga, y se trata de un agua residual muy biodegradable, por tener una relación DQO/DBO menor a 2. Se obtuvo una dotación de agua residual de 28 L/hab·día.
 - b. El rendimiento en forma global es de 80%, que aparentemente cumpliría con la norma, sin embargo, se observan sobrenadantes en el clarificador que se están descargando de forma directa.
 - c. En el análisis del pretratamiento (sistema de rejillas) se obtuvo que las dimensiones son adecuadas y óptimas para cumplir su función; sin embargo, el ángulo de inclinación del sistema debe incrementar de 30° a 45° , para una mejor separación de residuos sólidos que facilite el mantenimiento del sistema.
 - d. Los resultados de los ensayos de laboratorio condujeron a la elección de un proceso de aireación extendida o prolongada, siguiendo los criterios de diseño de Crites & Tchobanoglous (2000); con ello se demostró que las medidas actuales del biorreactor (dimensiones) son aceptables y no necesita un rediseño. Por tanto, el tanque de aireación, a pesar de que tiene una aireación tipo Venturi que se

- considera de baja eficiencia; por las condiciones geográficas y climáticas (presión y temperatura) resultó ser eficiente, no así el clarificador.
- e. A través del análisis de campo V30 y V120 del lodo purgado, se identificó la presencia de bacterias filamentosas que causan el ascenso del lodo a la superficie a del clarificador en un tiempo de 150 minutos, formando capas espesas.
 - f. El caudal de purga desempeña un papel crucial para eliminar microorganismos filamentosos, controlando su proliferación y mejorando la eficiencia del proceso. La acumulación de lodos del sistema compromete la capacidad de la planta, impacta negativamente a la calidad del efluente e impone una carga adicional a los sistemas de aireación y bombeo. Por tanto, la planta tiene un gasto de energía innecesario debido a la falta de extracción de lodos.
2. Se rediseñó el sistema depurador mediante la propuesta de una infraestructura de saneamiento adecuada cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 6, 11, 12, 13, 14, 15 y 17.
- a. Se propuso el rediseño del clarificador rectangular de hormigón armado a ser ubicado en la parte posterior de la planta actual. Tendrá una longitud de 4.5 m, un ancho de 2 m, profundidad de 3.5 m (0.5 m de borde libre), y el ángulo de inclinación de la tolva de 60° , obteniendo un volumen total de 24 m^3 y un volumen útil de 20 m^3 . El tiempo de retención hidráulico es de 30 horas, con una carga superficial de $9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$, las que cumplen con las consideraciones de diseño, mejorando la capacidad de depuración del afluente.
 - b. La recirculación de lodos del clarificador al tanque aireador se realizará cada 3 horas, alternando los equipos de bombeo, teniendo una duración del proceso de 60

segundos. De manera paralela el proceso de purga de lodos deberá ejecutarse cada 2 días por un periodo de 92 segundos.

- c. Se presenta un manual de operación y mantenimiento **preliminar** con el fin de proporcionar a los operadores de la planta, la información necesaria para utilizarlo eficientemente y mantenerlo en condiciones óptimas a lo largo de su vida útil.
 - d. Revisar las mediciones periódicas de los caudales, para ello, el diseño incluye dos caudalímetros: uno a la entrada y otro a la salida del sistema para verificar que las condiciones de diseño se cumplan, controlar el flujo hidráulico, y tomar correctivos a tiempo.
3. Se elaboró un análisis ambiental, planos, presupuesto y especificaciones mediante técnicas de ingeniería y software especializado para la ejecución del proyecto.
- a. En la parte posterior de la planta, hay suficiente espacio para construir un nuevo clarificador que genera un impacto ambiental bajo porque se trata de una zona ya intervenida.
 - b. La demolición del clarificador existente fue una de las opciones para su rediseño, esto implicaba la generación de una gran carga de material particulado ocasionando un impacto ambiental medio y un coste mayor (USD 15 000.00 + IVA) que la construcción de un nuevo clarificador (USD 18 000.00 + IVA).
 - c. El análisis para el tratamiento de lodos reveló que la adecuación de los tanques biodigestores para el funcionamiento como tanques clarificadores, demanda costos adicionales, aproximadamente (USD 4 000 + IVA), debido a la necesidad de adquirir equipos de bombeo para el transporte del afluente y recirculación de lodos.

- d. En el tratamiento de lodos, el lecho de secado resulta menos económico que adecuar los biodigestores, pero esta opción no es eficiente debido a la profundidad de los biodigestores, que hace que los lodos no se sequen rápidamente.
- e. En la fase constructiva del nuevo clarificador se estimó un costo total de construcción - CAPEX de USD 21,536.93 + IVA, gastos de operación y mantenimiento - OPEX de USD 719.64 + IVA. A continuación, la tabla 6.1 detalla los costos de las fases que incluye el rediseño:

Tabla 6.1

Costos de Construcción, operación y mantenimiento de PDAR

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN - (CAPEX) – NO INCLUYE IVA	
Rediseño de Clarificador Secundario	USD 15,825.67
Tratamiento de lodos utilizando el Lecho de Secado (reacondicionamiento)	USD 3,099.52
Plan de Limpieza, Seguridad y Manejo Ambiental (control del polvo y ruido, etc)	USD 2,611.74
Costo total	USD 21,536.93
GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - (OPEX) – NO INCLUYE IVA	
Operación y mantenimiento (mensual) (gasto energético)	USD 143.60
Operación y mantenimiento (anual) (gasto energético)	USD 1763.20

Nota. Datos Propios

Recomendaciones

1. De manera prioritaria, actualizar el manual preliminar de OPEX.

2. Seguir las medidas de prevención y mitigación ambiental para contrarrestar el impacto que causará el proceso constructivo, operativo y de mantenimiento de la planta.
 - a. Realizar limpiezas periódicas en el sistema de rejillas para evitar la acumulación y el paso de sólidos que puedan afectar la eficiencia del tanque de aireación.
 - b. Realizar las limpiezas respectivas en el biorreactor, eliminando las natas y el moho que se forman y se acumula en las paredes.
 - c. Ejecutar mantenimientos preventivos a los equipos de bombeo y aireación para prevenir daños futuros y paralización en el sistema de depuración.
3. Realizar la purga y recirculación de lodos según el tiempo indicado en el manual ajustado de operación y mantenimiento, para evitar la acumulación de lodos viejos en el clarificador, por consiguiente, la formación de bacterias filamentosas que ocasionaría escape de los lodos a la superficie con carga contaminante alta.
4. Automatizar el sistema de purga de lodos y recirculación para evitar la presencia diaria de un operador optimizando el rendimiento de la PDAR, por ejemplo, un sistema Scada.
5. Los lodos extraídos periódicamente de la planta serán dispuestos en lechos de secado, facilitando la percolación del líquido, optimizando así el aprovechamiento de este recurso para actividades agrícolas y ganaderas como compost en las mismas instalaciones de Sta. María del Fiat.
6. Este tipo de planta de tratamiento es importante en la económica circular aprovechando el efluente final que sale de planta depuradora como riego en la agricultura.
7. Se recomienda analizar la necesidad de construir una cubierta en los tanques de aireación y clarificación con el fin de evitar el aumento del volumen y dilución del agua en épocas de precipitaciones altas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzate Leal, L. M. (2021). Evaluación del dimensionamiento de los lechos de secado en diferentes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales del Oriente Antiqueño. In 2021. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21603/5/AlzateLina_2021_DimensionamientoLechosSecado.pdf
- Boris, T. (2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental*. <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>
- Cámara de Industrias y Producción. (n.d.). *Revisión del Texto de Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente. Libro VI: De la Calidad Ambiental. ANEXO 1. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua*. Retrieved December 25, 2023, from <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>
- Castillo Reinoso, A. M., Criollo Quizphi, E. C., & Oñate Oñate, M. P. (2020). Diseño e implementación de una PTAR por lodos activos a escala de laboratorio, Facultad de Ciencias Espoch. *Ciencia Digital*, 4(1), 385–406. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1119>
- Cisneros, B. J. (2011). Safe Sanitation in Low Economic Development Areas. *Treatise on Water Science*, 4, 147–200. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53199-5.00082-8>
- Climate Data.org. (2021). *Climate Data*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/santa-elena-province/olon-874944/>
- Coha, M., Farinelli, G., Tiraferri, A., Minella, M., & Vione, D. (2021). Advanced oxidation processes in the removal of organic substances from produced water: Potential, configurations, and research needs. *Chemical Engineering Journal*, 414, 128668. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.128668>

- Crites, & Tchobanoglous. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Santafé de Bogotá.
- Dieter, H. H. (2014). Drinking-Water Criteria (Safety, Quality, and Perception). *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition*, 227–235. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00493-0>
- Englande, A. J., & Krenkel, P. A. (2003). Waste water Treatment and Water Reclamation. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 639–670. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00818-8>
- Hakami, M. W., Alkhudhiri, A., Al-Batty, S., Zacharof, M.-P., Maddy, J., & Hilal, N. (2020). Ceramic Microfiltration Membranes in Wastewater Treatment: Filtration Behavior, Fouling and Prevention. *Membranes*, 10(9), 248. <https://doi.org/10.3390/membranes10090248>
- Heiberger, R. M., & Robbins, N. B. (2014). Design of Diverging Stacked Bar Charts for Likert Scales and Other Applications. *Journal of Statistical Software*, 57(5), 1–32. <https://doi.org/10.18637/JSS.V057.I05>
- Hussam, A. (2013). Potable Water: Nature and Purification. *Monitoring Water Quality: Pollution Assessment, Analysis, and Remediation*, 261–283. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59395-5.00011-X>
- Imron, M. F., Firdaus, A. A. F., Flowerainsyah, Z. O., Rosyidah, D., Fitriani, N., Kurniawan, S. B., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., & Wibowo, Y. G. (2023). Phytotechnology for domestic wastewater treatment: Performance of Pistia stratiotes in eradicating pollutants and future prospects. *Journal of Water Process Engineering*, 51, 103429. <https://doi.org/10.1016/J.JWPE.2022.103429>
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*.

- Instituto Especial Ecuatoriano, & Ministerio de Agricultura, G. A. y P. (2012). *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000*.
- Izah, S. C., Ngun, C. T., Iniaghe, P. O., Aigberua, A. O., & Odubo, T. C. (2023). Processes of decontamination and elimination of toxic metals from water and wastewaters. *Metals in Water*, 239–262. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95919-3.00003-3>
- Krzeminski, P., Tomei, M. C., Karaolia, P., Langenhoff, A., Almeida, C. M. R., Felis, E., Gritten, F., Andersen, H. R., Fernandes, T., Manaia, C. M., Rizzo, L., & Fatta-Kassinos, D. (2019). Performance of secondary wastewater treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern implicated in crop uptake and antibiotic resistance spread: A review. *Science of The Total Environment*, 648, 1052–1081. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.130>
- Lafi, R., Gzara, L., Lajimi, R. H., & Hafiane, A. (2018). Treatment of textile wastewater by a hybrid ultrafiltration/electrodialysis process. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 132, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2018.08.010>
- López Vázquez, C. M., Buitrón Méndez, G., García, H. A., & Cervantes Carrillo, F. J. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño. *Water Intelligence Online*, 16, 9781780409146. <https://doi.org/10.2166/9781780409146>
- Nasr, M. (2022). Aquatic pollution and wastewater treatment system. *Algae and Aquatic Macrophytes in Cities: Bioremediation, Biomass, Biofuels and Bioproducts*, 23–37. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824270-4.00006-7>
- Normativa Ambiental. (2015a). *Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente. Libro VI: De la Calidad Ambiental. ANEXO 1. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua*.

Normativa Ambiental. (2015b). *Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente. Libro VI: De la Calidad Ambiental. ANEXO 2. Norma de la calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.*

Organización de Salud. (2006). *NORMA OS.090 - PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.*

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-Santa Elena. (2020).

Plan de Desarrollo y Ordenanza Territorial - GAD - Manglaralto. (2023).

Protected Planet. (2023). *The World Database on Protected Areas (WDPA) y World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM).*

www.protectedplanet.net



Qasim, S. R., Motley, E. M., & Zhu Guang. (2002). *Water Works Engineering: Planning, Design, and Operation.*

Raheem, A., Sikarwar, V. S., He, J., Dastyar, W., Dionysiou, D. D., Wang, W., & Zhao, M. (2018). Opportunities and challenges in sustainable treatment and resource reuse of sewage sludge: A review. *Chemical Engineering Journal*, 337, 616–641.

<https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2017.12.149>

Rajasulochana, P., & Preethy, V. (2016). Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. *Resource-Efficient Technologies*, 2(4), 175–184. <https://doi.org/10.1016/J.REFFIT.2016.09.004>

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., Kidd, K. A., MacCormack, T. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Smol, J. P., Taylor, W. W., Tockner, K., Vermaire, J. C., Dudgeon, D., & Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94(3), 849–873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>

- Rodriguez, D. J., Serrano, H. A., Delgado, A., Nolasco, D., & Saltiel, G. (2020). *From Waste to Resource Shifting paradigms for smarter wastewater interventions in Latin America and the Caribbean*. www.worldbank.org
- Shon, H. K., Vigneswaran, S., & Snyder, S. A. (2006). Effluent Organic Matter (EfOM) in Wastewater: Constituents, Effects, and Treatment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36(4), 327–374. <https://doi.org/10.1080/10643380600580011>
- Tchobanoglous, George., Burton, F. L. (Franklin L., & Metcalf & Eddy. (1995). *Wastewater engineering : treatment, disposal, and reuse* (Vol. 1). McGraw-Hill.
- Terán, C., Argüello, J., Cando, C., Salazar, D., & Muñoz, J. (n.d.). *Unidad Elaborado por: Revisado por*. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Thomas, O., & Thomas, M. F. (2022). Industrial wastewater. *UV-Visible Spectrophotometry of Waters and Soils*, 385–416. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90994-5.00013-7>
- von Sperling, M. (2007). *Wastewater characteristics, treatment and disposal* (Vol. 1). IWA Publishing.
- VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES. (n.d.-a). *bomba aireador sumergible BER Tsurumi Autoaspirante*  . Retrieved December 17, 2023, from <https://vvaindustrial.com/tsurumi-bombas/ber-aireador-tsurumi-sumergible-autoaspirante/>
- VVA Industrial SUPPLIES & SERVICES. (n.d.-b). *Bomba sumergible tsurumi UT pump UT*  . Retrieved December 17, 2023, from <https://vvaindustrial.com/tsurumi-bombas/bomba-sumergible-ut-tsurumi/>
- Wang, Q., Zhang, C., & Zhou, D. (2023). Revisión de la literatura sobre el tratamiento mixto de aguas residuales industriales basado en el cometabolismo microbiano.[基于微生物共代谢的工业废水混合处理研究现状与展望]. *Tumu Yu Huanjing Gongcheng*

Xuebao/Journal of Civil and Environmental Engineering, 45(5), 222–237.

<https://doi.org/10.11835/j.issn.2096-6717.2022.111>

WTE. (2008). *Wastewater treatment: how to convert AOR oxygen into SOTR - WTE*.

<https://www.wteitaly.com/en/news/wastewater-treatment-how-to-convert-aor-oxygen-into-sotr/>

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO A: MEDICIÓN DE CAUDALES

Tabla A.1

Velocidades y caudales instantáneos, primer día valoración final

#	HORA	AFLUENTE			EFLUENTE			AFLUENTE	EFLUENTE
		h [cm]	V [m/s]	Q [m ³ /s]	h [cm]	V _e [m/s]	Q _e [m ³ /s]	Q [L/s]	Q _e [L/s]
0	9:15	1,85	0,971	0,00087	1,50	0,856	0,00052	0,870	0,520
1	10:15	2,00	1,017	0,00105	1,70	0,924	0,00072	1,049	0,716
2	11:15	1,80	0,958	0,00081	1,55	0,873	0,00057	0,815	0,569
3	12:15	1,40	0,823	0,00044	1,80	0,958	0,00081	0,445	0,815
4	13:15	1,90	0,987	0,00093	1,40	0,823	0,00044	0,930	0,445
5	14:15	1,40	0,823	0,00044	1,65	0,907	0,00067	0,445	0,667
6	15:15	1,80	0,958	0,00081	1,90	0,987	0,00093	0,815	0,930
7	16:15	1,70	0,924	0,00072	1,30	0,789	0,00038	0,716	0,375
8	17:15	1,85	0,971	0,00087	1,90	0,987	0,00093	0,870	0,930
9	18:15	1,90	0,987	0,00093	1,90	0,987	0,00093	0,930	0,930
10	19:15	1,60	0,890	0,00062	1,70	0,924	0,00072	0,618	0,716
11	20:15	1,20	0,750	0,00031	1,65	0,907	0,00067	0,313	0,667
12	21:15	1,55	0,873	0,00057	1,30	0,789	0,00038	0,569	0,375
13	22:15	1,55	0,873	0,00057	1,50	0,856	0,00052	0,569	0,520
14	23:15	1,60	0,890	0,00062	0,85	0,573	0,00015	0,618	0,154
15	0:15	1,00	0,657	0,00021	1,00	0,657	0,00021	0,209	0,209

16	1:15	0,90	0,607	0,00016	0,90	0,607	0,00016	0,163	0,163
17	2:15	0,60	0,405	0,00011	1,00	0,657	0,00021	0,109	0,209
18	3:15	0,60	0,405	0,00011	0,90	0,607	0,00016	0,109	0,163
19	4:15	0,60	0,405	0,00011	0,90	0,607	0,00016	0,109	0,163
20	5:15	1,00	0,657	0,00021	0,70	0,472	0,00013	0,209	0,127
21	6:15	1,40	0,823	0,00044	1,00	0,657	0,00021	0,445	0,209
22	7:15	1,70	0,924	0,00072	1,30	0,789	0,00038	0,716	0,375
23	8:15	1,60	0,890	0,00062	1,50	0,856	0,00052	0,618	0,520
24	9:15	1,50	0,856	0,00052	1,40	0,823	0,00044	0,520	0,445
SUMA								13,78	11,91
MAX								1,049	0,930
MIN								0,109	0,127
PROMEDIO DIARIO								0,551	0,477

Nota: Datos propios (2024)

Tabla A.2*Velocidades y caudales instantáneos, segundo día*

#	HORA	AFLUENTE			EFLUENTE			AFLUENTE	EFLUENTE
		h [cm]	V [m/s]	Q [m ³ /s]	h [cm]	V _e [m/s]	Q _e [m ³ /s]	Q [L/s]	Q _e [L/s]
24	9:15	1,50	0,856	0,00052	1,40	0,823	0,00044	0,520	0,445
25	10:15	1,70	0,924	0,00072	1,40	0,823	0,00044	0,716	0,445
26	11:15	2,05	1,032	0,00111	1,90	0,987	0,00093	1,108	0,930
27	12:15	1,90	0,987	0,00093	1,70	0,924	0,00072	0,930	0,716
28	13:15	1,60	0,890	0,00062	1,15	0,727	0,00029	0,618	0,287
29	14:15	1,50	0,856	0,00052	1,70	0,924	0,00072	0,520	0,716
30	15:15	1,60	0,890	0,00062	1,65	0,907	0,00067	0,618	0,667
31	16:15	1,80	0,958	0,00081	1,40	0,823	0,00044	0,815	0,445
32	17:15	1,40	0,823	0,00044	1,40	0,823	0,00044	0,445	0,445
33	18:15	1,40	0,823	0,00044	1,30	0,789	0,00038	0,445	0,375
34	19:15	0,90	0,607	0,00016	1,25	0,772	0,00034	0,163	0,341
35	20:15	0,90	0,607	0,00016	1,30	0,789	0,00038	0,163	0,375
36	21:15	1,00	0,657	0,00021	1,10	0,704	0,00026	0,209	0,261
37	22:15	1,00	0,657	0,00021	0,95	0,634	0,00018	0,209	0,182
38	23:15	1,00	0,657	0,00021	0,70	0,472	0,00013	0,209	0,127
39	0:15	0,80	0,539	0,00015	0,90	0,607	0,00016	0,145	0,163
40	1:15	0,60	0,405	0,00011	0,65	0,438	0,00012	0,109	0,118
41	2:15	0,45	0,303	0,00008	0,70	0,472	0,00013	0,082	0,127

42	3:15	0,45	0,303	0,00008	0,60	0,405	0,00011	0,082	0,109
43	4:15	0,45	0,303	0,00008	0,65	0,438	0,00012	0,082	0,118
44	5:15	0,95	0,634	0,00018	0,85	0,573	0,00015	0,182	0,154
45	6:15	1,70	0,924	0,00072	1,30	0,789	0,00038	0,716	0,375
46	7:15	1,60	0,890	0,00062	1,40	0,823	0,00044	0,618	0,445
47	8:15	1,30	0,789	0,00038	1,65	0,907	0,00067	0,375	0,667
48	9:15	1,15	0,727	0,00029	1,20	0,750	0,00031	0,287	0,313
SUMA								10,37	9,35
MAX								1,108	0,930
MIN								0,082	0,109
PROMEDIO DIARIO								0,415	0,374

Nota: Datos propios (2024)

Tabla A.3*Velocidades y caudales instantáneos, tercer día*

#	HORA	AFLUENTE			EFLUENTE			AFLUENTE	EFLUENTE
		h [cm]	V [m/s]	Q [m ³ /s]	h [cm]	V _e [m/s]	Q _e [m ³ /s]	Q [L/s]	Q _e [L/s]
48	9:15	1,15	0,727	0,00029	1,20	0,750	0,00031	0,287	0,313
49	10:15	1,50	0,856	0,00052	1,05	0,681	0,00023	0,520	0,235
50	11:15	2,30	1,099	0,00147	2,15	1,059	0,00125	1,474	1,251
51	12:15	1,70	0,924	0,00072	1,70	0,924	0,00072	0,716	0,716
52	13:15	2,00	1,017	0,00105	2,20	1,073	0,00133	1,049	1,335
53	14:15	1,50	0,856	0,00052	1,20	0,750	0,00031	0,520	0,313
54	15:15	1,30	0,789	0,00038	1,50	0,856	0,00052	0,375	0,520
55	16:15	1,60	0,890	0,00062	1,00	0,657	0,00021	0,618	0,209
56	17:15	1,60	0,890	0,00062	1,65	0,907	0,00067	0,618	0,667
57	18:15	1,60	0,890	0,00062	1,60	0,890	0,00062	0,618	0,618
58	19:15	1,25	0,772	0,00034	1,40	0,823	0,00044	0,341	0,445
59	20:15	0,60	0,405	0,00011	1,00	0,657	0,00021	0,109	0,209
60	21:15	0,40	0,270	0,00007	0,85	0,573	0,00015	0,073	0,154
61	22:15	0,40	0,270	0,00007	0,40	0,270	0,00007	0,073	0,073
62	23:15	0,40	0,270	0,00007	0,60	0,405	0,00011	0,073	0,109
63	0:15	0,70	0,472	0,00013	0,80	0,539	0,00015	0,127	0,145
64	1:15	0,30	0,202	0,00005	0,40	0,270	0,00007	0,054	0,073
65	2:15	0,30	0,202	0,00005	0,40	0,270	0,00007	0,054	0,073

66	3:15	0,30	0,202	0,00005	0,30	0,202	0,00005	0,054	0,054
67	4:15	0,30	0,202	0,00005	0,40	0,270	0,00007	0,054	0,073
68	5:15	0,90	0,607	0,00016	1,00	0,657	0,00021	0,163	0,209
69	6:15	2,00	1,017	0,00105	1,60	0,890	0,00062	1,049	0,618
70	7:15	2,00	1,017	0,00105	2,30	1,099	0,00147	1,049	1,474
71	8:15	2,00	1,017	0,00105	1,90	0,987	0,00093	1,049	0,930
72	9:15	1,90	0,987	0,00093	1,80	0,958	0,00081	0,930	0,815
SUMA								12,05	11,63
MAX								1,474	1,474
MIN								0,054	0,054
PROMEDIO DIARIO								0,482	0,465

Nota: Datos propios (2024)

ANEXO B: CÁLCULO DE PARAMETRÓS PARA EL SOTR

$$AOR = \frac{1}{C_{\infty 20}^*} * [\alpha * SOTR * \theta^{T-20}] * (\tau \beta \Omega C_{\infty 20}^* - C) \quad (3.14)$$

➤ *Parámetro $C_{\infty 20}^*$*

$$C_{\infty 20}^* = C_{s20}^* (1 + 0,03858 * h)$$

Donde:

C_{s20}^* = Parámetro de la Table B.1, a una temperatura de 20 °C (9,09 mg/L)

h = Sumergencia del difusor, m

Tabla B.1

Concentración de oxígeno disuelto a diferentes temperaturas

T [°C]	C_{st}^* [MG/L]	T [°C]	C_{st}^* [MG/L]	T [°C]	C_{st}^* [MG/L]	T [°C]	C_{st}^* [MG/L]
1	14,22	11	11,03	21	8,91	31	7,56
2	13,83	12	10,78	22	8,74	32	7,43
3	13,46	13	10,54	23	8,58	33	7,31
4	13,11	14	10,31	24	8,42	34	7,18
5	12,77	15	10,08	25	8,26	35	7,07
6	12,45	16	9,87	26	8,11	36	6,95
7	12,14	17	9,67	27	7,97	37	6,84
8	11,84	18	9,47	28	7,83	38	6,73
9	11,56	19	9,28	29	7,69	39	6,62

10 11,29 20 9,09 30 7,56 40 6,52

Nota: Datos tomados de WTE (2008)

$$C_{\infty 20}^* = 9,09 (1 + 0,03858 * 1,75) = 9,70 \frac{mg}{L}$$

➤ *Parámetro α*

El parámetro α depende del tipo de dispositivo que se va a utilizar, en este proyecto se empleará un aireador tipo Venturi que actúa como eyector de aire. Por lo cual este parámetro tendrá un valor de 0,95 según lo indicado en la Tabla B.2.

Tabla B.2

Tipos dispositivos para aireación del agua

TIPO DE DISPOSITIVO	α
Difusor de burbujas finas	0,65
Difusor de burbujas medianas	0,70
Eyectores	0,95

Nota: Datos tomados de WTE (2008)

➤ *Parámetro τ*

$$\tau = \frac{C_{st}^*}{C_{s20}^*}$$

Donde:

C_{st}^* = Saturación de la superficie de oxígeno disuelto a la temperatura t y la presión barométrica estándar (101,0 kPa). Para la temperatura del agua residual a 27 C, el valor corresponde a 7,97 mg/L, Tabla B.1

$$\tau = \frac{7,97 \frac{mg}{L}}{9,09 \frac{mg}{L}} = 0,877$$

➤ *Parámetro Ω*

$$\Omega = P_b/P_s ; \quad P_b = 101,32 e^{-1,19*10^{-4}*alt}$$

Donde:

Pb = Presión barométrica en el sitio ‘

Ps = presión estándar, 101,32 kPa

alt = m.s.n.m. del sitio, la PDAR está ubicada a 25 m.s.n.m


$$\Omega = \frac{101,32 e^{-1,19*10^{-4}*25}}{101,32 \text{ kPa}} = \frac{101,02 \text{ kPa}}{101,32 \text{ kPa}} = 0,997$$

ANEXO C: SELECCIÓN DE AIREADORES Y BOMBAS

El aireador que se utilizará para el biorreactor será tipo Venturi. Este tipo de equipos son indicados para la agitación/aireación de aguas residuales. Ideales para todo tipo de oxigenación de efluentes orgánicos en los cuales sea necesaria una aportación extra de oxígeno. El aireador se basa en el efecto Venturi, el cual inyecta en el fluido a tratar aire superficial consiguiendo una óptima mezcla de agitación/aireación en su instalación, Figura C.1.

Figura C.1

Modelos de aireador tipo Venturi [NVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-a]

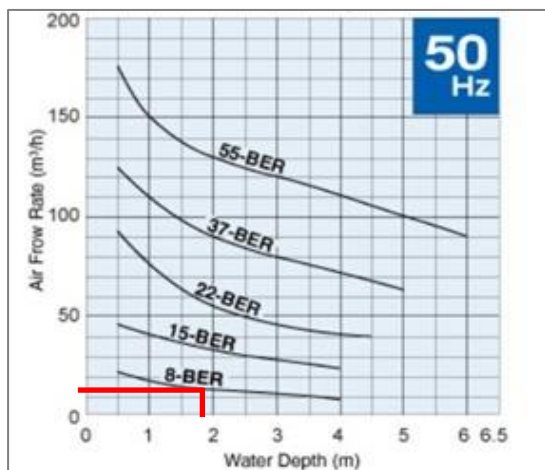
	Diámetro de succión (mm)	modelo	Potencia de salida (kW)	RPM	Tamaño de partícula que pasa materia extraña (mm)	Profundidad máxima del agua *1 (m)
	25	8-BER	0.75	2850	20	4 / 3.5
	32	15-BER	1.5	2850	20	4
	50	22-BER	2.2	1450	35	4.5
	50	37-BER	3.7	1450	35	5
	50	55-BER	5.5	1450	35	6

*1 La profundidad máxima del agua es el límite de carga del motor.

La Figura C.2 las Curvas de rendimiento bomba aireador sumergible. El presente diseño requiere un aireador con capacidad de eyectar un caudal de aire de aproximadamente, 6 m³/h con una profundidad de líquido de 1,75 m. La bomba que cumple con estos requerimientos es el modelo **8 – BER**.

Figura C.2


Curvas de rendimiento bomba aireador sumergible [NVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-a]



En el clarificador, se necesita bombas para realizar la respectiva recirculación del clarificador al birreactor. Para ello se va a considerar los modelos de Bomba sumergible UT Tsurumi, Figura C.3.

Figura C.3

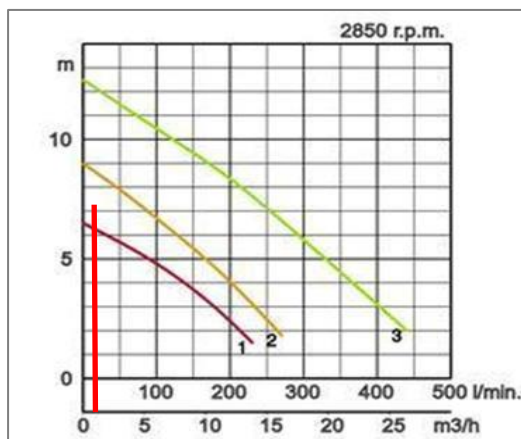
Modelos bomba sumergible UT Tsurumi [NVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-b]



Modelo		COLOR CURVA	Salida descarga mm	Potencia de salida en Kw	Fases	r.p.m.	Altura a caudal 0 m	Max. Caudal l/min.	Sistema de arranque
Instalación transport.	Con sistema de tubos guías								
40UT2.25	opcional	1	40	0,25	3	2850	6,5	230	directo
40UT2.25S	opcional		40	0,25	1	2850	6,5	230	directo
50UT2.4	opcional	2	50	0,4	3	2850	9,0	270	directo
50UT2.4S	opcional		50	0,4	1	2850	9,0	270	directo
50UT2.75	opcional	3	50	0,75	3	2850	12,5	440	directo
50UT2.75S	opcional		50	0,75	1	2850	12,5	440	directo

Figura C.4

Curvas de rendimiento bomba sumergible tsurumi UTC.5 [NVA Industrial SUPPLIES & SERVICES, n.d.-b]



El caudal de recirculación de este proyecto es 35,51 m³/d (1 m³/h). Según la Figura C.4, el modelo de bomba 40UT2.25 es capaz de bombear este caudal.

ANEXO D: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE OBRA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Desbroce y limpieza (incl. Desalojo) – Código: 1

Descripción:

Consistirá en despejar el área de terreno donde se encuentran los digestores para llevar a cabo la adecuación. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de estos elementos estructurales y sus alrededores o zonas de mantenimiento y libre acceso, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación.

Especificaciones:

La limpieza deberá ser realizada manualmente. Se debe desalojar todo el material no usado proveniente del desbroce y la limpieza, este debe colocarse fuera del área de construcción debiendo depositarse en los sitios determinados para su aprovechamiento. Los huecos y cortes dejados por la remoción de árboles y arbustos, se debe rellenar con material seleccionado compactado. Se deberá mantener el área de trabajo, libre de agua mediante drenajes temporales u otro medio, de acuerdo como se requiera para el buen desarrollo del proyecto.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como: machete, gancho, pala, barra, compactadora de madera.

Mano de obra: Peón (Est. Oc. E2)

2. Suministro e instalación de tubería de PVC de Φ : 110mm – Código: 2**Descripción:**

Conducto o pieza hueca de forma cilíndrica, alargada utilizada para conducir fluidos

Especificaciones:

Esta tubería de PVC de Φ : 110 mm x 3m, está constituida por material termoplástico compuesto de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. Se unirá mediante soldadura con solventes con espesores de pared adecuada. Las características, presiones y requisitos mínimos estarán cubiertos por las normas ASTM D 1785, ASTM -D 2241-69. e INEN 1330, 1331, 1369 y 1373. El tipo de tubería es desagüe (tipo B).

Unidad de medición:

Metro lineal (ml)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como pico, pala, barra.

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

3. Suministro e instalación de tubería de PVC de Φ : 75mm – Código: 3**Descripción:**

Conducto o pieza hueca de forma cilíndrica, alargada utilizada para conducir

Especificaciones:

Esta tubería de PVC Φ : 75 mm x 3 m desagüe está constituida por material termoplástico compuesto de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. Se unirá mediante soldadura con solventes, con espesores de pared adecuada. Las características, presiones y requisitos mínimos estarán cubiertos por las normas ASTM D 1785, ASTM -D 2241-69. e INEN 1330, 1331, 1369 y 1373. El tipo de tubería es desagüe (tipo B)

Unidad de medición:

Metro lineal (ml)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como pico, pala, barra.

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

4. Instalación de bomba Trifásica 3HP para sistema de recirculación – Código: 4

Descripción:

La bomba Trifásica 3HP es una máquina que opera hidráulicamente, tiene la capacidad de transferir energía a los fluidos, a través de fuerzas centrifugas. Su principal objetivo es transferir fluidos por medio de un aumento de presión.

Especificaciones:

Esta bomba cuenta con un cuerpo en fundición de hierro, un impulsor de bronce, un eje de acero inoxidable el cual prolonga la vida útil del equipo y también con una protección térmica, el cual ayuda a soportar temperaturas de los fluidos por encima de los 90°C.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como playo, playo de presión, llave de presión, llave pico de loro, llave francesa.

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2)

5. Vaciado y limpieza de lodos en el digestor – Código: 5**Descripción:**

Este rubro se basa en la extracción de lodos acumulados en los digestores adecuados los cuales cumplen con la función temporal del tanque clarificador hasta que este se encuentre habilitado.

Especificaciones:

Este rubro será ejecutado mediante el empleo de un camión cisterna con sistema de bomba de vacío para realizar la succión, limpieza, transporte y disposición final de los lodos de los biodigestores.

Unidad de medición:

Global (gbl)

Equipo mínimo:

Camión cisterna con sistema de bomba de vacío

Mano de obra:

Operador

6. Demolición de estructuras de hormigón, incluye desalojo – Código: 6**Descripción:**

Este trabajo consiste en el derrocamiento de elementos de hormigón en las áreas indicadas en los planos (muros y tolva) y su desalojo a lugares determinados.

Especificaciones:

Se realizará con las herramientas y equipo adecuados, las estructuras a ser derrocada será la definida en el proyecto. Como parte del derrocamiento deberá considerarse el retiro todo tipo de las instalaciones o implementos existentes en dichas estructuras. Al momento del derrocamiento se deberá tener mucho cuidado con afectar cualquier tipo de instalaciones, luminarias, etc. adyacentes al área de trabajo. Una vez que se ha acopiado el material producto de las demoliciones, se procederá a cargarlo mecánicamente para su posterior transporte y disposición final en sitio autorizado. No se dejarán acumular cantidades de material de desalojo que interfieran con la ejecución de otros rubros o que puedan contribuir con la contaminación o causar molestias en general.

Unidad de medición:

Metro cubico (m³)

Materiales mínimos:

Herramientas menores tales como: Martillo Neumático de 25 kg, cincel para corte – demolición, combo de acero, pala.

Equipo mínimo:

Volqueta de 12 m3

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), Chofer: Volquetas (Estr. Oc. C1)

7. Excavación manual, incluye desalojo – Código: 7

Descripción:

La excavación manual es el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales (suelo común, con agua, arcilla, limos, arenas, meteorizada) por métodos ordinarios tales como pico, pala, supeditados únicamente al esfuerzo humano. mientras que el desalojo se describe como el cargado de material, para cuyo efecto se utilizarán métodos mecánicos como cargadora frontal, por ejemplo.

Especificaciones:

Para iniciar la excavación se debe marcar, delimitar y trazar el área a excavar, utilizando la herramienta manual. Se debe realizar el afloje y ruptura del material, con pico y/o pala para poder remover y extraer el material, dejándolo ubicado en los costados de la excavación con un ancho mínimo de separación igual a la mitad de la altura del depósito y en ningún caso menor a un metro. Se realizará la remoción y extracción de raíces o materias extrañas que invaden el interior de la excavación, de manera que al rellenar el área excavada no se introduzcan en ella. Una vez que se ha acopiado el material producto de las excavaciones, se procederá a cargarlo mecánicamente para su posterior transporte y disposición en botadero autorizado. No se dejarán acumular cantidades de material de desalojo que interfieran con la ejecución de otros rubros o que puedan contribuir con la contaminación o causar molestias en general.

Unidad de medición:

Metro cubico (m³)

Materiales mínimos:

Equipo de protección personal, faja.

Equipo mínimo:

Herramientas menores: picos, palas, barretas, cargadora frontal

Mano de obra:

Operador de cargadora frontal, peón (Estr. Ocup. E2).

8. Relleno compactado con cascajo – Código: 8**Descripción:**

Se entenderá por relleno la preparación, colocación y suministro, de material de mejoramiento (cascajo), hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente.

Especificaciones:

Antes de ejecutar el relleno de una zona se limpiará la superficie del terreno eliminando las plantas, raíces u otras materias orgánicas. El material del relleno debe estar libre de material orgánico y de cualquier otro material comprimible. Podrá emplearse el material de préstamo, los que se harán en capas sucesivas no mayores de 20 cm. de espesor, debiendo ser bien compactadas y regadas en forma homogénea, a humedad óptima, para que el material empleado alcance su máxima densidad seca. Se deberá tener muy en cuenta que el proceso de compactación incluida con la máquina adecuada, garantiza un correcto trabajo de los elementos de cimentación, y que una deficiente compactación repercutirá en el total de elementos estructurales.

Unidad de medición:

Metro cubico(m³)

Materiales mínimos:

Cascajo mediano y fino, agua potable

Equipo mínimo:

Compactador mediano, herramientas menores tales como pico, pala.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

9. Replanteo de hormigón, e=5 cm, f'c = 180 kg/cm² – Código: 9**Descripción:**

Es el hormigón simple, generalmente de baja resistencia, utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales, tuberías y que no requiere el uso de encofrados. El objetivo es la construcción de replantillos de hormigón, especificados en planos estructurales, documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

Especificaciones:

Para la dosificación del hormigón se debe observar la resistencia, consistencia y tamaño máximo de los áridos, las características técnicas, forma de medida, mezclado, colocado y curado, que son los datos a partir de los cuáles se determina las cantidades de material necesarios para obtener el hormigón de 180 kg/cm² de resistencia. Para fundir los replantillos, se colocará una capa mínima de 5 cm de espesor. El vertido no debe efectuarse a mayores alturas (dos metros como máximo en caída libre), procurando que su dirección sea vertical. Se debe utilizar cemento resistente a sulfatos por encontrarse el proyecto en zona costera.

Unidad de medición:

Metro cubico (m³)

Materiales mínimos:

Cemento portland (50Kg), hormigón premezclado 180 kg/cm², agua para el curado

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como pico, pala, barra, vibradores, carretilla.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), albañil (Estr. Ocup. D2)

10. Encofrado de bloque, e = 10cm

Descripción:

Es la construcción de muros verticales continuos, compuestos por unidades de bloques de hormigón, ligados artesanalmente mediante mortero y/o concreto fluido. El objetivo de este rubro es el disponer de encofrado por debajo de la estructura nueva del tanque clarificador.

Especificaciones:

Previamente a la ejecución del rubro, se verificará en planos la distribución del encofrado. Se inicia con la colocación de una capa de mortero el replantillo, la que deberá estar libre de sedimentos, agregados sueltos, polvo u otra causa que impida la perfecta adherencia del mortero, para continuar con la colocación de la primera hilera de bloques. Las capas de mortero, que no podrán tener un espesor inferior a 10 mm., se colocará en las bases y cantos de los bloques para lograr que el mortero siempre se encuentre a presión, y no permitir el relleno de las juntas verticales desde arriba.

Los bloques por colocarse deberán estar perfectamente limpios y secos en las caras de contacto con el mortero. Éstos se recortarán mecánicamente, en las dimensiones exactas a su utilización y no se permitirá su recorte a mano. Todas las hiladas que se vayan colocando deberán estar perfectamente niveladas y aplomadas, cuidando de que entre hilera e hilera se produzca una buena trabazón, para lo que las uniones verticales de la hilera superior deberán terminar en el centro del bloque inferior. El encofrado se elevará en hileras horizontales uniformes, hasta alcanzar los niveles y dimensiones especificadas en planos.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos:

Bloque alivianado, 20x40x10 cm, Mortero cemento-arena 1:5

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como bailejo, plomada, nivel, piola, clavos

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), albañil (Estr. Ocup. D2).

11. Encofrado y desencofrado de plywood para muros – Código: 11**Descripción:**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y herramientas para construir, colocar y retirar las estructuras para confinar el concreto

Especificaciones:

Los encofrados tendrán por función confinar el concreto, los encofrados serán de plywood, el proyecto y ejecución de los encofrados deberá permitir que el montaje y desencofrado se realice fácil y gradualmente. El retiro de los encofrados se iniciará tan pronto como el concreto sea lo suficientemente para no sufrir daños.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos:

Planchas Plywood 15 mm (encofrado), alambre recocido 20kg #18, clavos, desmoldante Separol, cuartones 2x4 encofrado.

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como martillo, barra, playo de corte, plomada.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2)

12. Fundición con hormigón de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – Código: 12**Descripción:**

Se entiende por hormigón al producto endurecido de la mezcla del cemento, agua y agregados pétreos, en proporciones adecuadas. Se utilizará este tipo de hormigones para los elementos que vengan especificados en los diseños y planos. Este hormigón simple de 280 kg/cm², incluye toda la mano de obra, dirección, materiales, herramientas, equipo, transporte y todos los medios de construcción necesarios para los trabajos en cemento y hormigón dentro del conjunto, como se estipule en los planos y/o se halle descrito en las especificaciones a fin de terminar las edificaciones con acabados de primera calidad.

Especificaciones:

En general, es conveniente realizar la ejecución progresiva del muro por tramos, garantizando un recíproco encostramiento de las secciones del muro y la impermeabilidad del conjunto. Con el hormigón simple elaborado en obra o premezclado se procederá a colocar en capas de espesor que permitan un fácil vibrado y compactación del hormigón que se va vertiendo. Este procedimiento se lo repetirá hasta completar las dimensiones del muro, según planos del proyecto. Las tuberías que funcionarán para la salida del agua depurada y para el sistema de recirculación, deben de ser colocadas antes de la fundición taponándolas para evitar que el ingreso del concreto.

En el momento de desencofrado, se cuidará de no provocar daños y desprendimientos en las aristas del muro fundido, y de existir se procederá a cubrir las fallas en forma inmediata, por medio de un mortero de similares características al hormigón utilizado. Las juntas de construcción deberán mantener el diseño y forma preestablecida (preferiblemente machihembrada), debiendo estar totalmente limpias y humedecidas, para proseguir con el siguiente tramo. En las juntas de dilatación, deberá colocarse, preferiblemente al centro, el material de sellado.

Unidad de medición:

Metro cubico (m³)

Materiales mínimos:

Cemento premezclado, cemento portland 50 kg, agua para lechada.

Equipo mínimo:

Herramienta menor como pala, bailejo, vibrador.

Mano de obra:

Albañil (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2), Operador de concreteira

13. Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de Φ : 110 mm –

Código: 13

Descripción:

Es una perforación circular realizado en el muro de hormigón para la instalación de la tubería de Φ : 110 mm.

Especificaciones:

La perforación la realizará por parte de un subcontratista que realice esta actividad. Una vez realizada la perforación colocar la tubería y a su alrededor agregar pegamento para asegurar adherencia entre la tubería y el muro de hormigón. En este rubro también se realiza la instalación del nuevo sistema de salida del agua depurada del clarificador que se conecta con la tubería del sistema anterior que llega al tanque de reserva, además, la instalación del sistema de purga que se conecta con el anterior sistema.

Unidad de medición:

Global (glb)

Equipo mínimo:

Ninguno

Materiales mínimos:

Silicón transparente 3.0 onz, tubo PVC desagüe Φ : 110mm.x 3m, pegamento pvc, unión PVC Φ : 110 mm, codo 90° PVC Φ : 110 mm, tee PVC Φ : 110 mm.

Mano de obra:

Plomero (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2)

14. Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de Φ :75 mm –**Código: 14****Descripción:**

Es un hueco realizado en el muro de hormigón para la instalación de la tubería de Φ : 75 mm.

Especificaciones:

La perforación será ejecutada por parte de un subcontratista que realice esta actividad. Una vez realizada la perforación colocar la tubería y a su alrededor agregar el pegamento SILICON TRANSPARENTE 3.0 ONZ en la sección para asegurar adherencia entre la tubería y el muro de hormigón. En este rubro también se realiza la instalación del nuevo sistema de recirculación, que incluye la instalación de tuberías y accesorios de Φ : 75 mm, movimiento y conexión de bombas sumergibles con las tuberías.

Unidad de medición:

Global (glb)

Equipo mínimo:

Ninguno

Materiales mínimos:

Silicón transparente 3.0 onz, tubo PVC desagüe Φ : 75 mm x 3m de largo, pegamento pvc, unión PVC Φ : 75 mm, codo 90° PVC Φ : 75 mm, tee PVC Φ : 75 mm.

Mano de obra:

Plomero (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2)

15. Instalación de tubería estructural negra cuadrada - metálica 100x100x2.00 mm –

Código: 15

Descripción:

Es tubo metálico cuadrado negro tiene una longitud de 6 metros, según las normas de fabricación NTE INEN 2415.

Especificaciones:

Esta tubería metálica de 6 m de longitud será anclada en el terreno a 1 metro de distancia entre el tanque de aireación y el nuevo tanque de aireación que se diseñó, este con el fin de formar una estructura metálica que soporte las tuberías de paso de agua del tanque de aireación al clarificador y la tubería de recirculación de lodos del clarificador al tanque de aireación ya que estos están separados por una distancia de 2 metros.

Unidad de medición:

Metro lineal (ml)

Materiales mínimos:

Tubería estructural negra cuadrada

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como martillo, combo, amoladora, disco de corte, soldadora.

Mano de obra:

Albañil (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2)

16. Instalación de juntas metálicas en muros, e = 2 mm – Código: 16**Descripción:**

Una junta metálica es la fundición de un muro se utiliza con el fin de controlar y gestionar las grietas que puedan surgir en la estructura de concreto debido a la contracción, expansión térmica u otras deformaciones.

Especificaciones:

Medir y cortar la junta metálica según las dimensiones especificadas del diseño. Soldar la placa o junta metálica de 30 cm de ancho y 2 mm de espesor de forma paralela al muro, en el centro.

Unidad de medición:

Metro lineal (ml)

Materiales mínimos:

Agua para el curado, junta metálica de 30 cm x 2 mm

Equipo mínimo:

Herramienta menor como, moladora, disco de corte, martillo, cizalla de corte

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

17. Impermeabilización interior de muros con pintura epóxica Sikaguard 62 – Código: 17**Descripción:**

Este rubro comprende la aplicación del impermeabilizador en los interiores de muros y tolva como protección anticorrosiva. Este es un recubrimiento de 2 componentes 100% sólidos (conforme a "Deutsche Bauchemie"), elaborado con base de resinas epóxicas, libre de solventes y con alta resistencia química. Puede aplicarse sobre superficies secas de metal o de concreto absorbente húmedo o seco.

Especificaciones:

Este rubro se ejecutará mediante un subcontratista. Antes de la aplicación, revise que las condiciones sean adecuadas; contenido de humedad del substrato, humedad relativa y punto de rocío. El impermeabilizador debe ser aplicado con brocha de cerdas largas, rodillo de pelo corto resistente a solventes sin pelusa o con equipo airless. Debe protegerse de encharcamientos, condensación y agua, por al menos 24 horas.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos:

Impermeabilizador Sikaguard 62

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como, brocha, rodillo.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

18. Impermeabilización exterior con Igol Denso – Código: 18**Descripción:**

Este rubro comprende la aplicación de impermeabilizante en el exterior de los muros. Este es una solución de asfaltos refinados reforzada con elastómeros y compuestos plastificantes adhesivos resistentes al vapor. No contiene alquitranes y no es emulsión. Sirve para proteger e impermeabilizar superficies enterradas, muros de contención, sobrecimientos, jardines y tanques.

Especificaciones:

La superficie debe estar limpia, libre de material suelto y seca. Debido a su consistencia se debe aplicar con llana metálica. Se recomienda aplicar 2 manos para mayor protección.

Unidad de medición:

Metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos:

Impermeabilizante Igol Denso

Equipo mínimo:

Herramientas menores como brocha y rodillos.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2)

19. Acero de refuerzo varillas corrugadas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (incluye provisión, configurado y colocación) – Código: 19**Descripción:**

Hace referencia al suministro, traslado hasta la obra, cortado, doblado y colocado en obra del acero de refuerzo indicado en los respectivos planos estructurales o detalles constructivos, incluyendo la mano de obra necesaria para este trabajo.

Especificaciones:

Para todos los elementos que conforman la estructura de la edificación y que necesiten de refuerzo de hierro, se utilizará hierro corrugado, de los diámetros especificados en los planos, y con límites de fluencia de 4200 Kg/cm². Las varillas deberán estar libres de óxido, sin grasa, aceite, pintura o materiales extraños que impidan una adherencia perfecta en el concreto.

Unidad de medición:

Kilogramos (kg)

Materiales mínimos:

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, alambre recocido # 18.

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como cizalla de corte, moladora, disco de corte, playo de corte, guantes.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), Ferrero (Estr. Ocup. D2)

20. Reubicación de sistema de recirculación (incl. Tuberías de sistema de salida de agua depurada de clarificador, sistema de recirculación, sistema de purga) – Código: 20**Descripción:**

La reubicación del sistema de recirculación consiste en la colocación de las tuberías que comprende la salida del efluente tratado en esta planta depuradora de aguas residuales, así también para la parte de la recirculación de lodos y sistema de purga.

Especificaciones:

Las tuberías serán reubicadas según los planos y propuestas de diseño y estudios realizados en el presente documento. Estas tuberías de PVC de Φ : 110 mm x 3m y Φ : 75 mm x 3m, están constituidas por material termoplástico compuesto de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. Se unirán mediante los respectivos accesorios de PVC como codo 90 mm, unión de Φ : 75mm, tee Φ : 75 mm, codo Φ : 75mm y soldadura con solventes y con espesores de pared adecuada. Las características, presiones y requisitos mínimos estarán cubiertos por las normas ASTM D 1785, ASTM -D 2241-69. e INEN 1330, 1331, 1369 y 1373. El tipo de tubería es desagüe (tipo B).

Unidad de medición:

Global (gbl)

Materiales mínimos:

Tubo PVC desagüe Φ : 110mm.x 3m, unión PVC Φ : 110 mm, codo 90 PVC Φ : 110 mm, tubo PVC desagüe Φ : 75mm.x 3m, unión PVC Φ : 75 mm, tee PVC Φ : 75 mm, codo 90 PVC Φ : 75 mm, soldadura con solventes.

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como pico, pala, guantes.

Mano de obra:

Plomero (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2).

22. Instalación de bomba 3HP Trifásica para extracción de agua biorreactor-digestores –***Código: 22*****Descripción:**

La bomba Trifásica 3HP es una máquina que opera hidráulicamente, tiene la capacidad de transferir energía a los fluidos, a través de fuerzas centrifugas. Su principal objetivo es transferir fluidos por medio de un aumento de presión.

Especificaciones:

Esta bomba cuenta con un cuerpo en fundición de hierro, un impulsor de bronce, un eje de acero inoxidable el cual prolonga la vida útil del equipo y también con una protección térmica el cual ayuda a soportar temperaturas de los fluidos por encima de los 90°C.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como playo, playo de presión, llave de presión, llave pico de loro, llave francesa. Bomba Trifásica

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

23. Instalación de Codo de PVC 90° de Φ : 110 mm – Código: 23

Descripción:

El codo de PVC 90° de Φ : 110 mm es un accesorio que tiene como función principal la unión con una tubería de PVC en instalaciones para evacuación de agua.

Especificaciones:

Este codo de PVC es fabricado con materiales de inercia química por lo que resiste el ataque de aguas y suelos agresivos. Este codo de PVC 90° será colocado en las uniones entre una tubería y otra según los planos y diseño establecido.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como equipo de protección personal

Materiales:

Codo 90 PVC Φ : 110 mm, pegamento para PVC

Mano de obra:

Plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

24. Instalación de Unión de PVC 90° de Φ : 110 mm – Código: 24

Descripción:

Esta unión de PVC 90° de Φ : 110 mm es un accesorio que tiene como función principal la unión con una tubería de PVC en instalaciones para evacuación de agua.

Especificaciones:

Esta unión de PVC se fabrica con materiales de inercia química por lo que resiste el ataque de aguas y suelos agresivos. Esta unión de PVC 90° será colocado en las uniones entre una tubería y otra según los planos y diseño establecido

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como equipo de protección personal

Materiales:

Codo 90 PVC Φ : 110 mm, pegamento para PVC.

Mano de obra:

Plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

25. *Desinstalación e Instalación de bombas 3HP Trifásicas sumergibles existentes del clarificador – Código: 25*

Descripción:

La bomba Trifásica 3HP es una máquina que opera hidráulicamente, tiene la capacidad de transferir energía a los fluidos, a través de fuerzas centrifugas. Su principal objetivo es transferir fluidos por medio de un aumento de presión.

Especificaciones:

Esta bomba cuenta con un cuerpo en fundición de hierro, un impulsor de bronce, un eje de acero inoxidable el cual prolonga la vida útil del equipo y también con una protección térmica el cual ayuda a soportar temperaturas de los fluidos por encima de los 90°C. Estas bombas serán desinstaladas para poder ser reubicadas en la nueva estructura para que siga cumpliendo con sus funciones respectivas en el clarificador.

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como playo, playo de presión, llave de presión, llave pico de loro, llave francesa. Bomba Trifásica.

Materiales:

Teflón.

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

26. Desinstalación e instalación de bombas sumergibles existentes del clarificador –***Código: 26*****Descripción:**

Este ítem se refiere a la desinstalación de las bombas sumergible del clarificador anterior y la instalación de las mismas bombas al clarificador nuevo. del equipo de

Especificaciones:

Se contratará especialistas eléctricos y plomero para las desinstalación e instalaciones de las bombas sumergibles.

Unidad de medición:

Unidad (u).

Equipo mínimo:

Equipo de protección personal y herramientas menores como playo, playo de presión, llave de presión, llave pico de loro, llave francesa.

Materiales:

Teflón.

Mano de obra:

Electricista, plomero, peón.

27. Instalación de Válvula mariposa de 110 mm – Código: 27**Descripción:**

La válvula mariposa está diseñada para fluidos tales como el agua potable y bruta, aguas de piscina, hidrocarburos, aire o gas seco y caliente, fluidos abrasivos, pulverulentos, alimentarios. Sin embargo, antes de montar la válvula en la instalación, verificar que las condiciones de servicio son compatibles con los datos indicados en la placa de identificación, con este folleto de instrucciones y con los datos del constructor (ficha técnica, tarifa, departamento técnico).

Especificaciones:

La válvula debe tener disposición de doble excentricidad con relación al eje. La válvula debe contar con estanqueidad bidireccional, para instalar en cualquier posición. Su estanqueidad esta normada según DIN EN 12266-1, y puede alcanzar hasta 0.1bar. Las distancias entre cara y cara están basadas bajo la norma UNE-EN 558-1 serie básica 14. El sello del eje debe garantizar el sellado del exterior e interior. El sello elástico debe fijarse al disco mediante sistema mecánico, o mediante un sistema que evite el deterioro o despegue por corrosión. Las perforaciones de las bridas están dimensionadas y taladradas según la norma EN 1092-1; ISO 5211 o ISO 7005-2. La operación de la válvula es manual por volante o con actuador eléctrico según determine el proyecto. El vástago de accionamiento de la válvula no debe estar en contacto con el medio. Todas las piezas de contacto con el medio cumplen con las normas KTW y DVGW o equivalentes.

Durante la manipulación y la instalación la válvula no se debe sujetar ni transportar por su órgano de maniobra. La válvula se manipulará con ayuda de cinchas adecuadas con el fin

de no deteriorar el revestimiento del cuerpo. Todo aparato que haya soportado un golpe fuerte deberá ser devuelto para su protección. Una fisura invisible a simple vista podría provocar con el tiempo una fuga. Las operaciones de instalación deben realizarse bajo la responsabilidad de un jefe de obra respetando las instrucciones y consignas de seguridad locales. La manipulación de las válvulas con su mando debe ser realizada por personal entrenado y habilitado en todos los aspectos técnicos de la manipulación. Antes de la instalación el conducto deberá ser despresurizado y purgado (vaciado de su fluido) con el fin de evitar cualquier peligro para el operario. La tubería debe estar correctamente alineada con el fin de que no se fuerce la válvula.

Instalación sobre una tubería existente:

1. Verificar que: - las caras de bridas están limpias y no dañadas. - la válvula puede insertarse entre las bridas sin dificultad y sin dañar el anillo. Separar las bridas con una herramienta adecuada (sin dañar las bridas) si el montaje es demasiado justo. - el diámetro interior de las bridas es conforme a las dimensiones del cuadro "cotas de bridas". - que nada impide la libertad del obturador en el momento de la maniobra de la válvula.
2. Cerrar la mariposa con el fin de que se sitúe entre 5 y 10 mm en el interior del cuerpo. Si el obturador está demasiado abierto, se puede dañar con las bridas.
3. Deslizar la válvula entre las bridas. Centrar el cuerpo de la válvula y colocar todos los tornillos. Está prohibido utilizar junta suplementaria o grasa entre la válvula y las bridas.
4. Abrir completamente la válvula.
5. Mantener la válvula bien alineada con las bridas mientras se retiran los separadores y se atornillan las tuercas a mano.
6. Cerrar suavemente la válvula y verificar que la mariposa gira libremente

Unidad de medición:

Unidad (u)

Equipo mínimo:

Herramientas menores como playo, playo de presión, llave de presión, llave pico de loro, llave francesa.

Materiales:

Válvula mariposa Φ : 110 mm con palanca + bridas + pernos, pegamento PVC.

Mano de obra:

Maestro de obra (Est. Ocup. C2), plomero (Est. Ocup. D2), peón (Est. Ocup. E2).

28. Cinta de advertencia y señalización – Código: 28

Descripción:

Comprende todas las actividades requeridas para el suministro y colocación de un cerco provisional que cumpla la función de delimitar un área restringida, peligrosa o de riesgo, sitios de construcción, advertencia en zonas de trabajo, etc. con la finalidad de prever accidentes vehiculares o peatonales.

Especificaciones:

El objetivo de este rubro es la colocación de cinta delimitadora del área de construcción con leyenda "peligro", fabricado en polietileno resistente a la intemperie. Cinta reflectiva. Fácil manejo. Altamente visible y ligera.

Unidad:

Metro (m).

Materiales mínimos:

Cinta reflectiva

Equipo mínimo:

Herramienta menor como tijeras o navaja.

Mano de obra:

Estructuras Ocupacionales: E2

29. Letreros informativos – Código: 29**Descripción:**

Este rubro consiste en el suministro e instalación de letreros metálicos informativos, que servirá como señal reglamentaria, ubicados en los sitios estratégicos.

Especificaciones:

El objetivo de este rubro es colocar la señalética necesaria, en las áreas indicadas, será fabricado con tubo de poste galvanizado. Las uniones soldadas serán con soldadura moderna, presentando las superficies soldadas siempre firmes y uniformes en toda su extensión. No deben existir porosidades ni grietas en la superficie soldada.

Unidad:

Unidad (u).

Materiales mínimos:

Señales de precaución y advertencia.

Equipo mínimo:

Herramientas menores tales como playo de corte, tijera, navaja.

Mano de obra:

Peón.

30. Riego de la zona de trabajo – Código: 30**Descripción:**

El riego en las vías de ingreso a una construcción se lleva a cabo para controlar el polvo generado por las actividades de movimiento de tierras, excavación y construcción. Esta

práctica contribuye a mantener la estabilidad del terreno al mejorar la cohesión y resistencia del suelo, además de promover un entorno de trabajo más seguro al reducir la emisión de polvo.

Especificaciones:

El tanquero transporta agua y, durante su recorrido por las vías de acceso a la construcción, libera agua de manera controlada sobre el suelo. Los rociadores o mangueras distribuyen uniformemente el agua, humedeciendo el terreno y suprimiendo el polvo. Este proceso se lleva a cabo antes y durante las actividades de construcción para mantener la estabilidad del suelo, controlar la emisión de polvo y mejorar las condiciones de trabajo, contribuyendo así a la seguridad y el cumplimiento ambiental en el sitio de construcción.

Unidad:

Tanquero.

Materiales mínimos:

Agua.

Equipo mínimo:

Tanquero de agua.

Mano de obra:

Chofer o Peón (Estr. Ocup. E2).

31. Control y monitoreo de ruido – Código: 31

Descripción:

Este rubro comprende en la utilización de un sonómetro digital con el fin de controlar y monitorear el ruido en la zona de intervención.

Unidad:

Unidad (u).

Equipos mínimos:

Sonómetro digital.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2).

32. Control y monitoreo de material particulado – Código: 32

Descripción:

Este rubro comprende en la utilización de un equipo/muestreo, monitoreo/análisis con el fin de controlar y monitorear el material particulado generados en la zona de intervención.

Unidad:

Unidad (u).

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal, equipos/muestreo, monitoreo/análisis.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2).

33. Socialización de la obra con la comunidad – Código: 33

Descripción:

Este rubro comprende en brindar charlas informativas de la construcción a ejecutar, rutas alternas y el beneficio que tendrán los habitantes gracias a la implementación de la obra con el fin de evitar oposición al proceso de construcción.

Unidad:

Unidad (u).

Materiales:

Charlas informativas, pancartas, carteles, folletos.

Equipos mínimos:

Ninguno.

Mano de obra:

Residente de obra.

34. Charlas de mediación con la comunidad – Código: 34**Descripción:**

Este rubro se ejecuta en el caso de presentarse problemas entre la población y la construcción de la obra, mediante charlas de mediación con la comunidad para llegar a un acuerdo y continuar con la ejecución de obra.

Unidad:

Unidad (u).

Materiales:

Pancartas, carteles, folletos.

Equipos mínimos:

Ninguno.

Mano de obra:

Residente de obra.

35. Charlas de seguridad y salud ocupacional – Código: 35**Descripción:**

Este rubro trata acerca de brindar charlas de capacitación en seguridad del personal, tanto en información sobre letreros, uso de los EPPs y del botiquín de primeros auxilios con la finalidad de tomar medidas de seguridad y estar preparados ante cualquier posible accidente laboral.

Unidad:

Unidad (u).

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal.

Materiales:

Charla de seguridad y salud ocupacional.

Mano de obra:

Residente de obra.

36. Limpieza y cierre de la obra – Código: 36

Descripción:

Este rubro comprende la finalización de obra, se limpian los escombros del lugar en el que se realizó la construcción y se entrega la obra al cliente.

Unidad:

Unidad (u).

Equipos:

Herramienta menor tales como, palas, recogedores de basura, costales, fundas

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2), Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)

37. Instalación de caudalímetros a la entrada y salida de la PDAR– Código: 37

Descripción:

Los caudalímetros magnéticos funcionan según el principio de la ley de inducción electromagnética de Faraday para medir la velocidad del líquido. Siguiendo la ley de Faraday, los caudalímetros magnéticos miden la velocidad de los líquidos conductores en las tuberías, como agua, ácidos, cáusticos y lodos. En orden de uso, uso del caudalímetro magnético en la industria de agua / aguas residuales, química, alimentos y bebidas, energía, pulpa y papel, metales y minería, y aplicaciones farmacéuticas.

Especificaciones:

El medidor de magnesio funciona según la ley de Faraday y mide un medio conductor con una conductividad superior a $5 \mu\text{s} / \text{cm}$ y un rango de flujo de $0,2$ a $15 \text{ m} / \text{s}$. Un medidor de flujo electromagnético es un medidor de flujo volumétrico que mide la velocidad de flujo de un líquido a través de una tubería.

El principio de medición de los caudalímetros magnéticos se puede describir de la siguiente manera: cuando el líquido pasa por la tubería al caudal de v con un diámetro D , dentro del cual se crea una densidad de flujo magnético de B mediante una bobina de excitación, el siguiente electromotor E es generado en proporción a la velocidad de flujo v : $E = K \times B \times V \times D$, donde: E es la fuerza electromotriz inducida, K es la constante del metro, B es la densidad de inducción magnética, V es la velocidad de flujo promedio en la sección transversal del tubo de medición y por último, D que corresponde al diámetro interior del tubo de medición.

El medidor de flujo electromagnético no tiene partes móviles ni partes que bloqueen el flujo, lo que no causará pérdida de presión y no causará problemas como desgaste y bloqueo. El medidor de flujo electromagnético es un instrumento de medición de flujo volumétrico, que no se ve afectado por la temperatura, viscosidad, densidad y conductividad (dentro de un cierto rango) del medio medido durante el proceso de medición.

El rango del sensor de flujo electromagnético es amplio, hasta $1: 100$. Además, el medidor de flujo electromagnético es solo proporcional al caudal promedio del medio medido y no tiene nada que ver con el estado de flujo simétrico (flujo laminar o flujo turbulento). Los caudalímetros electromagnéticos no tienen inercia mecánica, son sensibles a la reacción, pueden medir el flujo pulsante instantáneo y tienen una buena linealidad, por lo que el convertidor puede convertir directamente la señal de medición en una salida de señal estándar. El tipo SUP-LDG se puede indicar localmente y el tipo SUP-LDGR se puede transmitir a larga distancia.

Unidad:

Unidad (u)

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal y Herramientas menores como playo, playo de presión, destornillador, llave pico de loro, llave francesa.

Materiales:

Teflón

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), electricista (Estr. Ocup. D2), plomero (Estr. Ocup. D2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

38. Filtros para lecho de secado – Código: 38**Descripción:**

La arena deberá ser limpia, libre de materia orgánica, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. El ripio se lo empleará en los trabajos de hormigón y deberá ser producto de banco natural o de trituración de piedras sanas.

Especificaciones:

El ripio y la arena que servirán como filtro para el lecho de secado serán colocados en los dos lechos de secado diseñados, cada filtro tendrá un espesor de 30 cm, se colocara el ripio y luego el área, estos materiales deben ser distribuidos en toda el área del lecho de secado.

Unidad:

Metro cúbico (m³)

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal, palas y carretilla.

Materiales:

Ripio y arena.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

39. Instalación de Geotextil tejido– Código: 39

Descripción:

El Geotextil tejido, se fabrica con un proceso de fibras de polipropileno tejidas entre sí, lo cual tiene como resultado un tejido altamente resistente. Este tipo de geotextil se usa principalmente para refuerzo de suelos y vías, refuerzo de muros de contención, entre otros. De igual manera se usa para separación de suelos.

Especificaciones:

El geotextil tejido, servirá como filtro para la percolación del líquido que contienen los lodos en los lechos de secado diseñados, este geotextil será colocado antes de la capa de filtro de arena, esto facilitará la limpieza y el mantenimiento de los lechos de secado y la extracción de los lodos de manera eficiente.

Unidad:

Metro cuadrado (m²)

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal.

Materiales:

Geotextil tejido, tijeras, estacas.

Mano de obra:

Peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

40. Instalación de válvula de compuerta– Código: 40**Descripción:**

Se entenderá por válvula de compuerta el dispositivo de apertura o cierre para controlar el paso de agua por una tubería. El dispositivo de control consiste en una compuerta de desplazamiento transversal a la dirección del flujo.

Especificaciones:

En el presente proyecto se empleará una válvula de compuerta para la ejecución de la purga de lodos del clarificador hacia los lechos de secado. El rubro incluye el suministro de la válvula, los pernos de acero, el respectivo empaque entre bridas; así como, su mecanismo de accionamiento (con o sin volante).

Unidad:

Unidad (u)

Equipos mínimos:

Equipos de protección personal y herramientas menores como, playo, destornillador.

Materiales:

Válvula de compuerta, pegamento PVC.

Mano de obra:

Plomero (Estr. Ocup. D2), peón (Estr. Ocup. E2), maestro mayor (Estr. Ocup. C1).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	1				
RUBRO:	Desbroce y limpieza, incluye desalojo				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0,0800				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,067
SUBTOTAL M					0,067
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	4,00	4,1	16,40	0,080	1,312
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,33	0,43	0,080	0,035
SUBTOTAL N					1,347
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,414
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,170
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,584
VALOR OFERTADO:					1,58
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	2				
RUBRO:	Suministro e instalación de tubería de PVC de 110 mm				
UNIDAD:	ml				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1600				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,101
SUBTOTAL M					0,101
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	0,1600	1,296
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,1	4,10	0,1600	0,656
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,33	0,43	0,1600	0,069
SUBTOTAL N					2,021
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC 110 mm x 3 m desagüe PLASTIGAMA	U	0,33	14,46	4,820	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 946cc PLASTIGAMA	cc	0,01	15,64	0,156	
Soldadura P/TUB PVC Polilimpia 125cc PLASTIGAMA	cc	0,01	2,71	0,027	
SUBTOTAL O					5,004
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				7,126
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,855
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,981
VALOR OFERTADO:				7,98	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	3				
RUBRO:	Suministro e instalación de tubería de PVC de 75 mm				
UNIDAD:	ml				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1600				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,101
SUBTOTAL M					0,101
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	0,1600	1,296
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,1600	0,656
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,1600	0,073
SUBTOTAL N					2,025
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC 75 mm x 3 m desagüe PLASTIGAMA	UNIDAD	1,00	12,49	12,490	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 946cc PLASTIGAMA	cc	0,03	15,64	0,469	
Soldadura P/TUB PVC Polilimpia 125cc PLASTIGAMA	cc	0,03	2,71	0,081	
SUBTOTAL O					13,041
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,167
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					1,820
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,987
VALOR OFERTADO:					16,99
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	4				
RUBRO:	Instalación de bomba 3HP Trifásica para sistema de recirculación (LEO)				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	2,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					2,491
SUBTOTAL M					2,491
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	2,0000	24,300
Electricista (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	2,0000	16,400
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	2,0000	8,200
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	2,0000	0,910
SUBTOTAL N					49,810
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Bomba 2HP TrifásicaLEO	u	1,00	850,0000	850,000	
SUBTOTAL O					850,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					902,301
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12% 108,276
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1010,577
VALOR OFERTADO:					1010,58
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	5				
RUBRO:	Vaciado y limpieza de lodos				
UNIDAD:	gbl				
RENDIMIENTO (h/u):	0,8889				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBCONTRATO: Extraxcion de lodos	d	1,00	300,00	300,000	
SUBTOTAL O					300,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					300,000
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12% 36,000
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					336,000
VALOR OFERTADO:					336,00
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	6				
RUBRO:	Demolición de elementos estructurales, incluye desalojo				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	0,8889				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					1,014
Martillo Neumático	1,00	17,50	17,50	0,8889	15,556
Volqueta de 12 m3	1,00	38,63	38,63	0,8889	34,338
SUBTOTAL M					50,907
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,10	12,30	0,8889	10,933
CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	1,00	5,95	5,95	0,8889	5,289
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,8889	0,404
Operador de equipo liviano (Es. Oc. D2)	1,00	4,10	4,10	0,8889	3,644
SUBTOTAL N					20,271
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					71,178
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12% 8,541
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					79,719
VALOR OFERTADO:					79,72
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	7				
RUBRO:	Excavación manual, incluye desalojo				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1067				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,092
Cargadora frontal	1,00	1,87	1,87	0,1067	0,199
SUBTOTAL M					0,292
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,10	12,30	0,1067	1,312
Operador de Cargadora frontal	1,00	4,55	4,55	0,1067	0,485
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,1067	0,049
SUBTOTAL N					1,846
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,138
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,257
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,394
VALOR OFERTADO:				2,39	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	8				
RUBRO:	Relleno compactado con cascajo				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	0,3200				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,267
Compactador mediano	1,00	1,87	1,87	0,3200	0,598
SUBTOTAL M					0,866
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	0,3200	3,888
Operador de equipo liviano (Es. Oc. D2)	1,00	4,10	4,10	0,3200	1,312
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,3200	0,146
SUBTOTAL N					5,346
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Cascajo mediano y fino	m3	1,35	5,06	6,831	
Agua	m3	0,15	3,13	0,470	
SUBTOTAL O					7,301
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,512
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					1,621
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,133
VALOR OFERTADO:					15,13
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	9				
RUBRO:	Replanto con hormigón pobre, e=5cm, f'c = 180 kg/cm2				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	0,3200				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,268
Vibrador	1,00	4,06	4,06	0,3200	1,299
SUBTOTAL M					1,567
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Albañil (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,3200	1,312
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	0,3200	2,592
Operador de equipo liviano (Es. Oc. D2)	1,00	4,10	4,10	0,3200	1,312
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,3200	0,146
SUBTOTAL N					5,362
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Hormigón premezclado 180 kg/cm2	m3	1,00	106,90	106,900	
Servicio de bombeo	m3	1,00	11,50	11,500	
Inhibidor de corrosión	m3	0,00	18,00	0,000	
SUBTOTAL O					118,400
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
Sobrecarreo	m3		1,00	14,52	14,520
SUBTOTAL P					14,520
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				139,849
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 16,782
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				156,631
	VALOR OFERTADO:				156,63

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	10				
RUBRO:	Encofrado de bloque, e=10 cm				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0,2667				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,223
SUBTOTAL M					0,223
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Albañil (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,2667	1,093
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	0,2667	3,240
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,2667	0,121
SUBTOTAL N					4,455
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Bloque Alivianado de pomez 20x40x10 cm	u	12,50	0,38	4,750	
Mortero cemento-arena 1:5	m3	0,02	81,37	1,627	
SUBTOTAL O					6,377
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				11,055
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 1,327
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,381
VALOR OFERTADO:				12,38	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	11				
RUBRO:	Encofrado y desencofrado de plywood para muros				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1860				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,194
SUBTOTAL M					0,194
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Carpintero (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	0,1860	1,526
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	0,1860	2,260
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,1860	0,085
SUBTOTAL N					3,871
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Alambre recocido 20kg #18	kg	0,10	1,58	0,158	
Clavos	lbs	0,93	0,72	0,670	
Cuarton 2x4 encofrado	u	0,40	3,45	1,380	
Plywood 15 mm (encofrado)	u	0,11	39,18	4,310	
Desmoldante Separol	kg	0,10	3,90	0,390	
SUBTOTAL O					6,907
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,972
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					1,317
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,288
VALOR OFERTADO:					12,29
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	12				
RUBRO:	Fundición con hormigón resistente a los sulfatos de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	0,8000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Herramientas menores 5% de M.O.					0,688
Vibrador	1,00	4,06	4,06	0,8000	3,248
SUBTOTAL M					3,936
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Albañil (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,8000	3,280
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	0,8000	6,480
Operador de equipo liviano (Es. Oc. D2)	1,00	4,55	4,55	0,8000	3,640
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,8000	0,364
SUBTOTAL N					13,764
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	$C = A \times B$	
Hormigón premezclado resistente a los sulfatos con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	m3	1,00	121,71	121,710	
Servicio de bombeo	m3	1,00	11,50	11,500	
Inhibidor de corrosión	m3	1,00	18,00	18,000	
SUBTOTAL O					151,210
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	$C = A \times B$
Sobrecarreo		m3	1,00	14,52	14,520
SUBTOTAL P					14,520
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					183,430
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12%
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					205,442
VALOR OFERTADO:					205,44
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	13				
RUBRO:	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 110 mm				
UNIDAD:	gbl				
RENDIMIENTO (h/u):	4,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					4,981
SUBTOTAL M					4,981
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	4,0000	16,400
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	4,0000	48,600
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	4,0000	1,820
Albañil (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	4,0000	32,800
SUBTOTAL N					99,620
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC desague 110mm.x 3m.	u	0,25	14,46	3,615	
Tee PVC 110 mm	u	1,00	3,08	3,080	
SILICON RTV TRANSPARENTE 3.0 ONZ # 66BR PERMATEX	u	0,33	3,14	1,047	
Subcontrato: Perforación en concreto armado para pasante de tubería de diametro de 110 mm y 25 cm de profundidad	u	1,00	70,00	70,000	
SUBTOTAL O					77,742
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				182,343
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%				21,881
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				204,224
VALOR OFERTADO:				204,22	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	14				
RUBRO:	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 75 mm				
UNIDAD:	gbl				
RENDIMIENTO (h/u):	4,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					4,171
SUBTOTAL M					4,171
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	4,0000	16,400
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	4,0000	32,400
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	4,0000	1,820
Operador de equipo liviano (Es. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	4,0000	32,800
SUBTOTAL N					83,420
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC desague 75mm.x 3m.	u	4,00	12,49	49,960	
SILICON RTV TRANSPARENTE 3.0 ONZ # 66BR PERMATEX	u	0,33	3,14	1,047	
Subcontrato: Perforación en concreto armado para pasante de tubería de diametro de 75 mm y 25 cm de profundidad	u	1,00	65,00	65,000	
SUBTOTAL O					116,007
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					203,598
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					24,432
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					228,029
VALOR OFERTADO:					228,03
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	15				
RUBRO:	Instalación de tubo metálico				
UNIDAD:	ml				
RENDIMIENTO (h/u):	16,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subcontrato: Instalacion de tubo metalico	ml	1	35,00	35,00	
SUBTOTAL O					35,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	35,000
				COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES	12% 4,200
				OTROS INDIRECTOS:	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	39,200
				VALOR OFERTADO:	39,20
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA					
Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	16				
RUBRO:	Instalación de juntas metálicas en muros				
UNIDAD:	ml				
RENDIMIENTO (h/u):	0,4000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subcontrato: Colocación de juntas metálicas 30 cm de ancho 2mm	ml	1,00	26,00	26,000	
SUBTOTAL O					26,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				26,000
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 3,120
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				29,120
VALOR OFERTADO:				29,12	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	17				
RUBRO:	Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0,0800				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subcontrato: Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62	m2	1,00	30,00	30,00	
SUBTOTAL O					30,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					30,000
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12% 3,600
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					33,600
VALOR OFERTADO:					33,60
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	18				
RUBRO:	Impermeabilización exterior con igol denso				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0,2667				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subcontrato: Impermeabilización exterior con igol denso	m2	1,00	6,00	6,00	
SUBTOTAL O					6,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6,000
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,720
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6,720
VALOR OFERTADO:				6,72	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	19				
RUBRO:	Acero de refuerzo varillas corrugadas f'y=4200 kg/cm2 (incluye provisión, configurado y colocación)				
UNIDAD:	kg				
RENDIMIENTO (h/u):	0,0114				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,012
Cizalla de corte	0,50	0,08	0,04	0,0114	0,0005
SUBTOTAL M					0,012
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Fierrero (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	0,0114	0,094
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	0,0114	0,139
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,0114	0,005
SUBTOTAL N					0,238
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	1,05	1,23	1,292	
Alambre Recocido #18	u	0,03	2,36	0,074	
SUBTOTAL O					1,366
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,616
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,194
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,810
VALOR OFERTADO:					1,81
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	20				
RUBRO:	Reubicación de sistemas, inc tuberías de sist de salida de agua depurada del clarificador, sist de recirculación, sist purga				
UNIDAD:	gbl				
RENDIMIENTO (h/u):	8,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					9,942
SUBTOTAL M					9,942
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	8,0000	65,600
Peón (Estr. Ocup. E2)	4,00	4,05	16,20	8,0000	129,600
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	8,0000	3,640
SUBTOTAL N					198,840
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC desague 110mm.x 3m.	u	6,00	14,46	86,760	
Unión PVC 110 mm	u	4,00	1,38	5,520	
Codo 90 PVC 110 mm	u	2,00	2,86	5,720	
Tubo PVC desague 75mm.x 3m.	u	17,67	12,49	220,657	
Unión PVC 75 mm	u	9,00	1,49	13,410	
Tee PVC 75 mm	ml	1,00	2,23	2,230	
Codo 90 PVC 75 mm	u	7,00	1,88	13,160	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 946cc PLASTIGAMA	cc	0,21	15,64	3,284	
Soldadura P/TUB PVC Polilimpia 125cc PLASTIGAMA	cc	0,21	2,71	0,569	
SUBTOTAL O					351,310
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					560,092
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					67,211
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					627,303
VALOR OFERTADO:					627,30
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	22				
RUBRO:	Instalación de bomba 3HP Trifásica para extracción de agua bioreactor-digestores				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	1,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					1,245
SUBTOTAL M					1,245
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	1,0000	4,100
Peón (Estr. Ocup. E2)	3,00	4,05	12,15	1,0000	12,150
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	1,0000	0,455
Electricista (Estr. Ocup. D2)	2,00	4,10	8,20	1,0000	8,200
SUBTOTAL N					24,905
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Bomba 3HP Trifásica LEO	u	1,00	850,00	850,000	
SUBTOTAL O					850,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					876,150
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES					12% 105,138
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					981,288
VALOR OFERTADO:					981,29
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	24				
RUBRO:	Instalación de Codo de PVC 90° de 100 mm				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1067				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,046
SUBTOTAL M					0,046
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,1067	0,437
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	0,1067	0,432
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,1067	0,049
SUBTOTAL N					0,918
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Codo 90 PVC 110 mm	u	1,00	2,86	2,860	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 946cc PLASTIGAMA	cc	0,03	15,64	0,469	
Soldadura P/TUB PVC Polilimpia 125cc PLASTIGAMA	cc	0,03	2,71	0,081	
SUBTOTAL O					3,411
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,374
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,525
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,899
VALOR OFERTADO:					4,90
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	25				
RUBRO:	Instalación de Union de PVC de 110 mm				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0,1067				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,046
SUBTOTAL M					0,046
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,1067	0,437
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	0,1067	0,432
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,1067	0,049
SUBTOTAL N					0,918
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Unión PVC 110 mm	u	1,00	1,38	1,380	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 946cc PLASTIGAMA	cc	0,03	15,64	0,469	
Soldadura P/TUB PVC Polilimpia 125cc PLASTIGAMA	cc	0,03	2,71	0,081	
SUBTOTAL O					1,931
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,894
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,347
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,242
VALOR OFERTADO:				3,24	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	26				
RUBRO:	Desinstalacion e instalacion de bombas sumergibles existentes del clarificador				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	1,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBCONTRATO: Desinstalacion e instalacion de bombas sumergibles existentes del clarificador	u	1,00	120,00	120,000	
SUBTOTAL O					120,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				120,000
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 14,400
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				134,400
VALOR OFERTADO:				134,40	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	27				
RUBRO:	Instalación de Valvula mariposa de 110 mm				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0,2667				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,115
SUBTOTAL M					0,115
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1,00	4,10	4,10	0,2667	1,093
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	0,2667	1,080
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,2667	0,121
SUBTOTAL N					2,295
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Válvula mariposa PN10 110 mm con palanca + bridas + pernos	u	1,00	163,18	163,180	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 255cc PLASTIGAMA	cc	0,03	4,96	0,149	
Polilimpia	gln	0,05	21,68	1,084	
SUBTOTAL O					164,413
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				166,822
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%				20,019
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				186,841
VALOR OFERTADO:				186,84	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	28				
RUBRO:	Cinta de advertencia y señalización				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0,2000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,045
SUBTOTAL M					0,045
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	0,2000	0,810
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	0,2000	0,091
SUBTOTAL N					0,901
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Cinta Reflectiva 3m	U	3,00	19,98	59,940	
SUBTOTAL O					59,940
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				60,886
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 7,306
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				68,192
VALOR OFERTADO:				68,19	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	29				
RUBRO:	Letreros informativos				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	2,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,856
Soldadora Eléctrica	1,00	3,75	3,75	2,0000	7,500
SUBTOTAL M					8,356
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	2,0000	16,200
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	2,0000	0,910
SUBTOTAL N					17,110
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Letrero informativo 2.40x3.60m, tubo galvanizado 2", Tool 1/2	u	1,00	780,00	780,000	
Anclaje de H°S°(210 Kg/cm2)	m3	0,50	110,00	55,000	
SUBTOTAL O					835,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				860,466
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 103,256
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				963,721
VALOR OFERTADO:				963,72	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	30				
RUBRO:	Riego de la zona de trabajo				
UNIDAD:	tanquero				
RENDIMIENTO (h/u):	1,6000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,684
Tanquero	1,00	40,00	40,00	1,6000	64,000
SUBTOTAL M					64,684
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2,00	4,05	8,10	1,6000	12,960
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0,10	4,55	0,46	1,6000	0,728
	0,00	0,00	0,00	1,6000	0,000
SUBTOTAL N					13,688
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Agua	m3	10,00	1,30	13,000	
SUBTOTAL O					13,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				91,372
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 10,965
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				102,337
VALOR OFERTADO:				102,34	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	31				
RUBRO:	Control y monitoreo de ruido				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	5,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O. Sonómetro digital	0,50	40,00	20,00	5,0000	1,013 100,000
SUBTOTAL M					101,013
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	5,0000	20,250
SUBTOTAL N					20,250
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				121,263
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 14,552
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				135,814
VALOR OFERTADO:				135,81	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	32				
RUBRO:	Control y monitoreo de material particulado				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	5,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
EQUIPO/MUESTREO, MONITOREO/ANÁLISIS	0,5	30,0	15,00	5,0000	75,000
SUBTOTAL M					75,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	1,00	4,05	4,05	5,0000	20,250
SUBTOTAL N					20,250
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				95,250
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 11,430
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				106,680
VALOR OFERTADO:				106,68	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	33				
RUBRO:	Socialización de la obra con la comunidad				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	1,5000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Residente de obra	1,00	4,56	4,56	1,5000	6,840
SUBTOTAL N					6,840
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6,840
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,821
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,661
VALOR OFERTADO:				7,66	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	34				
RUBRO:	Charlas de mediación con la comunidad				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	1,5000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Residente de obra	1,00	4,56	4,56	1,5000	6,840
SUBTOTAL N					6,840
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6,840
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,821
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7,661
VALOR OFERTADO:				7,66	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	35				
RUBRO:	Charla de seguridad y salud ocupacional				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	1,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Residente de obra	1,00	4,56	4,56	1,0000	4,560
SUBTOTAL N					4,560
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4,560
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0,547
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				5,107
VALOR OFERTADO:				5,11	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	36				
RUBRO:	Limpieza y cierre de obra				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	1,0000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0,810
SUBTOTAL M					0,810
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	4,00	4,05	16,20	1,0000	16,200
SUBTOTAL N					16,200
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0,000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				17,010
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 2,041
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				19,051
VALOR OFERTADO:				19,05	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	37				
RUBRO:	Instalación de caudalímetros entrada y salida				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0.3000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0.374
SUBTOTAL M					0.374
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	3.00	4.05	12.15	0.3000	3.645
Electricista (Estr. Ocup. D2)	2.00	4.10	8.20	0.3000	2.460
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1.00	4.10	4.10	0.3000	1.230
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0.10	4.55	0.46	0.3000	0.137
SUBTOTAL N					7.472
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Caudalímetro electromagnético SUP-LDG	u	1.00	550.0000	550.000	
SUBTOTAL O					550.000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				557.845
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 66.941
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				624.786
VALOR OFERTADO:				624.79	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	38				
RUBRO:	Filtros para lecho de secado				
UNIDAD:	m3				
RENDIMIENTO (h/u):	1.2000				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0.500
SUBTOTAL M					0.500
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2.00	4.05	8.10	1.2000	9.720
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0.05	4.55	0.23	1.2000	0.273
SUBTOTAL N					9.993
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Ripio	m3	1.00	18.00	18.000	
Arena	m3	1.00	10.75	10.750	
SUBTOTAL O					28.750
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				39.243
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 4.709
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				43.952
VALOR OFERTADO:				43.95	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	39				
RUBRO:	Instalación de Geomalla				
UNIDAD:	m2				
RENDIMIENTO (h/u):	0.2500				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0.158
SUBTOTAL M					0.158
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón (Estr. Ocup. E2)	2.00	4.05	8.10	0.2500	2.025
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	1.00	4.55	4.55	0.2500	1.138
SUBTOTAL N					3.163
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Geotextil tejido	m2	1.00	3.75	3.750	
Estacas	u	4.00	0.15	0.600	
SUBTOTAL O					4.350
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				7.671
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES				12% 0.920
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.591
VALOR OFERTADO:				8.59	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN				
NOMBRE DE OFERENTE:	ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ				
CÓDIGO	40				
RUBRO:	Instalación de válvula de compuerta				
UNIDAD:	u				
RENDIMIENTO (h/u):	0.1500				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% de M.O.					0.065
SUBTOTAL M					0.065
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero (Estr. Ocup. D2)	1.00	4.10	4.10	0.1500	0.615
Peón (Estr. Ocup. E2)	1.00	4.05	4.05	0.1500	0.608
Maestro mayor (Estr. Ocup. C1)	0.10	4.55	0.46	0.1500	0.068
SUBTOTAL N					1.291
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Válvula mariposa PN10 110 mm con palanca + bridas + pernos	u	1.00	163.18	163.180	
Soldadura P/TUB PVC Polipega 255cc PLASTIGAMA	cc	0.03	4.96	0.149	
Polilimpia	gln	0.05	21.68	1.084	
SUBTOTAL O					164.413
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.000
** ESTOS PRECIOS NO INVLUYEN IVA Guayaquil, 11 de enero de 2024	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				165.768
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%				19.892
	OTROS INDIRECTOS:				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				185.660
VALOR OFERTADO:				185.66	

PRESUPUESTO

NOMBRE DEL PROYECTO: REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN

NOMBRE DE OFERENTE: ITATI ARTEAGA Y DOUGLAS NUÑEZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
FASE I	REDISEÑO DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO				
1	Desbroce y limpieza, incluye desalojo	m2	\$ 1,58	40,00	\$ 63,35
7	Excavación manual, incluye desalojo	m3	\$ 2,39	48,55	\$ 116,24
8	Relleno compactado con cascajo	m3	\$ 15,13	17,00	\$ 257,26
9	Replanteo con hormigón pobre, e=5cm, f'c = 180 kg/cm2	m3	\$ 156,63	1,00	\$ 156,63
10	Encofrado de bloque, e=10 cm	m2	\$ 12,38	20,25	\$ 250,72
11	Encofrado y desencofrado de plywood para muros	m2	\$ 12,29	64,36	\$ 790,87
12	Fundición con hormigón resistente a los sulfatos de resistencia f'c = 280 kg/cm2	m3	\$ 205,44	35,01	\$ 7.192,52
13	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 110 mm	gbl	\$ 204,22	1,00	\$ 204,22
14	Perforación de muro de hormigón e instalación de tubería de PVC de 75 mm	gbl	\$ 228,03	1,00	\$ 228,03
15	Instalación de tubo metálico	ml	\$ 39,20	6,00	\$ 235,20
16	Instalación de juntas metálicas en muros	ml	\$ 29,12	14,00	\$ 407,68

17	Impermeabilización interior con pintura epóxica Sikaguard 62	m2	\$	33,60	45,50	\$	1.528,80
18	Impermeabilización exterior con igol denso	m2	\$	6,72	26,00	\$	174,72
19	Acero de refuerzo varillas corrugadas f'y=4200 kg/cm2 (incluye provisión, configurado y colocación)	kg	\$	1,81	1235,98	\$	2.236,96
20	Reubicación de sistemas, inc tuberías de sist de salida de agua depurada del clarificador, sist de recirculación, sist purga	gbl	\$	464,10	1,00	\$	464,10
26	Desinstalación e instalación de bombas sumergibles existentes del clarificador	u	\$	134,40	2,00	\$	268,80
37	Instalación de caudalímetros entrada y salida de la planta	u	\$	624,79	2,00	\$	1.249,57
						\$	15.825,67

FASE II TRATAMIENTO DE LODOS UTILIZANDO EL LECHO DE SECADO

1	Desbroce y limpieza, incluye desalojo	m2	\$	1,58	92,2	\$	146,01
2	Suministro e instalación de tubería de PVC de 110 mm	ml	\$	7,98	6,77	\$	54,03
24	Instalación de Codo de PVC 90° de 100 mm	u	\$	4,90	2	\$	9,80
25	Instalación de Unión de PVC de 110 mm	u	\$	3,24	2	\$	7,32
27	Instalación de Válvula mariposa de 110 mm	u	\$	186,84	1	\$	186,84
9	Replanteo con hormigón pobre, e=5cm, f'c = 180 kg/cm2	m3	\$	156,63	1	\$	156,63
11	Encofrado y desencofrado de plywood para muros	m2	\$	12,29	22	\$	270,34

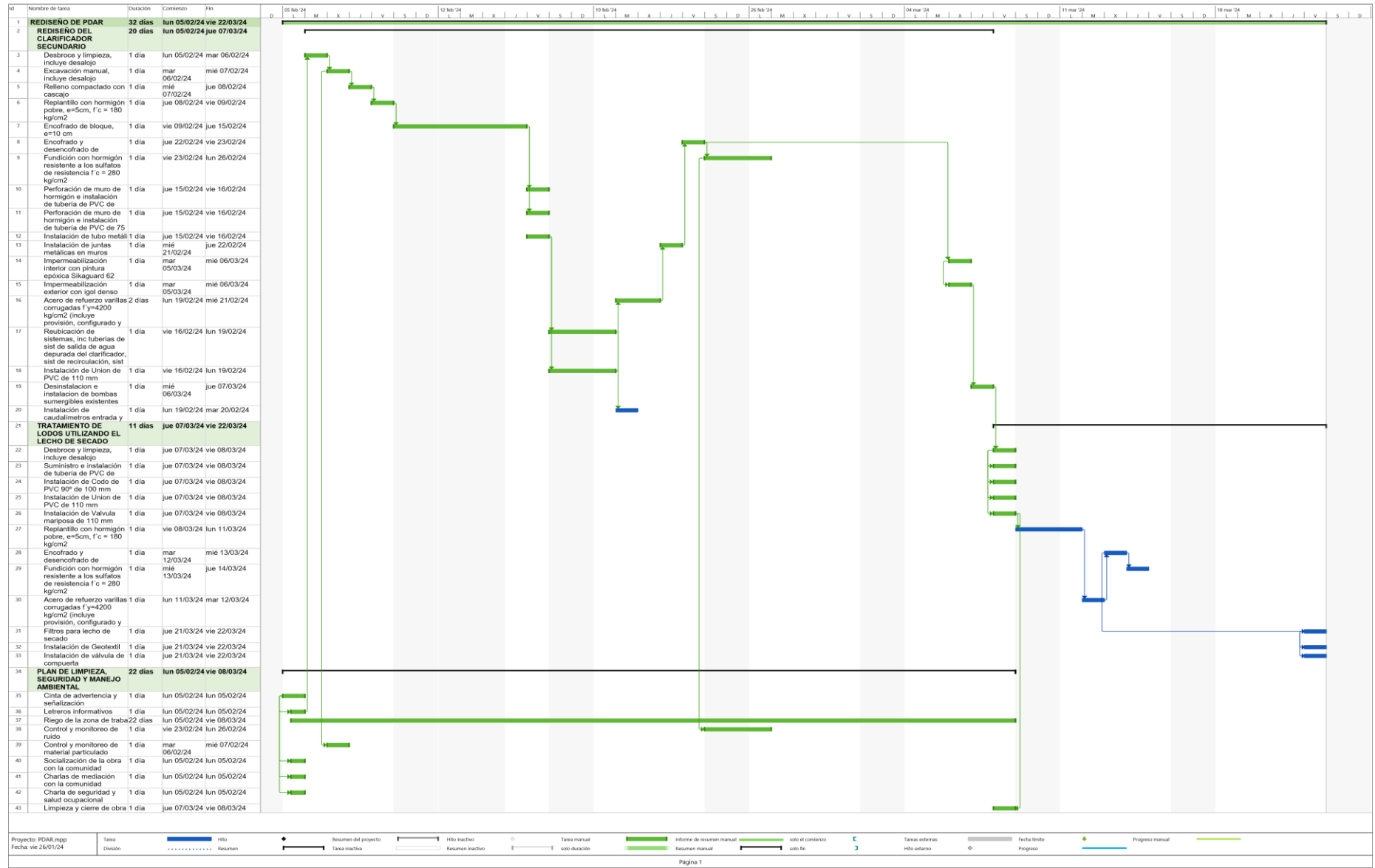
12	Fundición con hormigón resistente a los sulfatos de resistencia f'c = 280 kg/cm2	m3	\$ 205,44	7	\$ 1.438,09
19	Acero de refuerzo varillas corrugadas f'y=4200 kg/cm2 (incluye provisión, configurado y colocación)	kg	\$ 1,81	195,73	\$ 354,25
38	Filtros para lecho de secado	m3	\$ 43,95	1,8	\$ 79,11
39	Instalación de Geotextil	m2	\$ 8,59	3	\$ 25,77
40	Instalación de válvula de compuerta	u	\$ 185,66	2	\$ 371,32
					\$ 3.099,52

FASE III PLAN DE LIMPIEZA, SEGURIDAD Y MANEJO AMBIENTAL

28	Cinta de advertencia y señalización	u	\$ 68,19	1,00	\$ 68,19
29	Letreros informativos	u	\$ 84,52	4,00	\$ 338,09
30	Riego de la zona de trabajo	tanquero	\$ 102,34	1,00	\$ 102,34
31	Control y monitoreo de ruido	u	\$ 135,81	1,00	\$ 135,81
32	Control y monitoreo de material particulado	u	\$ 106,68	1,00	\$ 106,68
33	Socialización de la obra con la comunidad	u	\$ 7,66	2,00	\$ 15,32
34	Charlas de mediación con la comunidad	u	\$ 7,66	2,00	\$ 15,32
35	Charla de seguridad y salud ocupacional	u	\$ 5,11	2,00	\$ 10,21
36	Limpieza y cierre de obra	m2	\$ 19,05	100,00	\$ 1.905,12
					\$ 2.697,09

TOTAL	\$ 21.536,93
--------------	---------------------

CRONOGRAMA DE OBRA



ANEXO E: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA MARÍA DEL FIAT – OLÓN

1. PRESENTACIÓN DEL MANUAL

El presente manual de operación y mantenimiento de la PDAR, se realizó con el fin de aportar con herramientas necesarias para manejar adecuadamente la planta de tratamiento de la comunidad Santa María del Fiat, garantizando que la calidad del efluente final que tendrá como disposición final un cuerpo de agua dulce, cumplirá con estándares regulatorios propuesto por la normativa vigente, que en el Ecuador le corresponde a aquellos indicados en el Texto Unificado de la Legislación del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Asistir de consulta y orientación al personal responsable de la operación y mantenimiento de la Planta Depuradora de Aguas Residuales de la comunidad Santa María del Fiat – Olón.

2.2. ESPECÍFICOS

1. Orientar al personal operativo y de mantenimiento de la planta depuradora mediante las especificaciones operativas de los equipos e instalaciones para su optimización.
2. Realizar las operaciones, proceso, mantenimiento y limpieza de la planta depuradora según el tiempo establecido en cada actividad mejorando la calidad del efluente.

3. ALCANCE

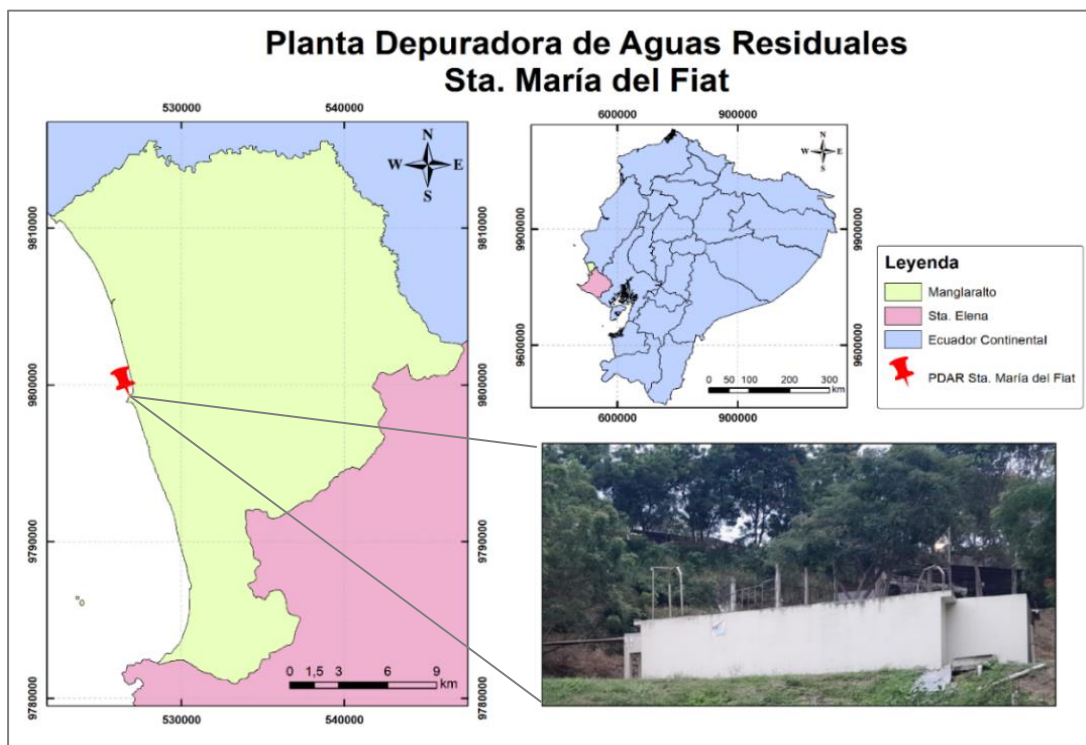
Este manual comprende el funcionamiento de cada uno de los procesos que integra la depuración de aguas residuales mediante el proceso de lodos activos que comprenden desde el ingreso de afluente hasta la descarga en un cuerpo receptor de agua dulce y la disposición final de lodos de purga.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PDAR

La planta depuradora de aguas residuales se distribuye en un área aproximada de 95 m², y se encuentra ubicada en la comuna Olón perteneciente a la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena.

Figura E.1

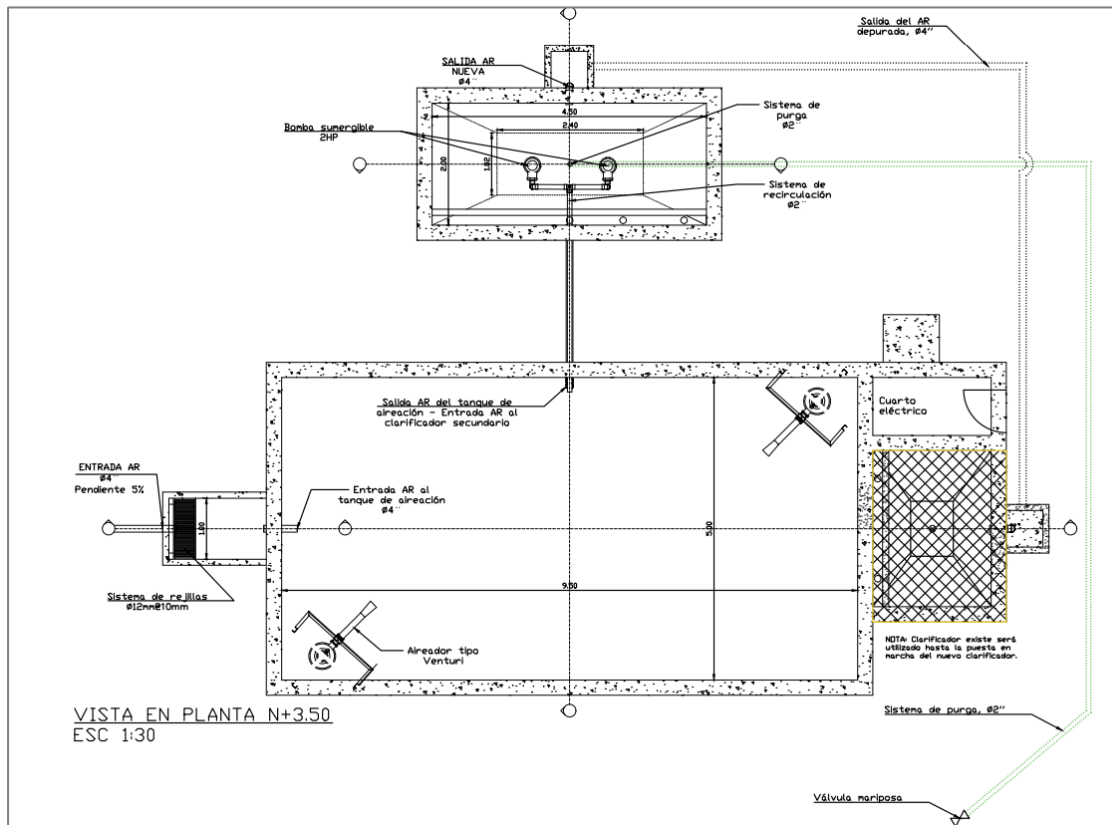
Ubicación de la Planta Depuradora de Aguas Residuales



La planta consta de 3 etapas de tratamiento como se puede observar a continuación la distribución de la superestructura para los diferentes procesos.

Figura E.2

Plano de rediseño, vista en planta



5. ETAPAS DEL TRATAMIENTO

Como se mencionó con anterioridad, la planta consta de 3 etapas de tratamiento:

- Pretratamiento (sistema de rejillas)
- Tratamiento secundario: Lodos activados (Sistema de aireación) + decantación (clarificador secundario)
- Tratamiento de lodos (Digestión más lecho de secado)

5.1. PRETRATAMIENTO (SISTEMA DE REJILLAS)

Este proceso consiste en la retención de sólidos de gran tamaño, como maderas o plásticos, entre otros, con el objetivo de proteger a los equipos mecánicos como bombas y evitando las obstrucciones en las tuberías.

Figura E.3

Sistema de rejillas de planta depuradora



Luego de que el afluente pasar por la rejilla con distintos tipos de residuos, el agua que atraviesa este sistema por acción de la gravedad se deposita en el tanque de aireación el cual, es el siguiente tratamiento. Las rejillas cuentan con un ancho de 0.95 m, con una abertura entre las barras de 0.01 m y una pendiente en relación con la vertical de 30°.

OBSERVACIÓN

El sistema de rejillas debe estar siempre limpio y sin restos de residuos como se puede observar en la imagen, ya que estos residuos sólidos podrían ingresar al tanque de aireación y podrían dañar los equipos. También, las rejillas deberán siempre estar limpias y sin óxido ya que esto altera la condición del afluente y su acumulación retiene residuos.

5.2. TRATAMIENTO SECUNDARIO: LODOS ACTIVADOS (SISTEMA DE AIREACIÓN) + DECANTACIÓN (CLARIFICADOR)

El principal objetivo de este tratamiento biológico que se refiere a un sistema de aireación es disminuir la materia orgánica disuelta, convirtiéndola mediante microorganismos en materia sedimentable. Aquí se tiene al reactor biológico el cual es considerado el corazón de la planta depuradora, ya que realiza la oxidación biológica y se decantan en el clarificador.

Figura E.4

Tratamiento secundario - Tanque de aireación y clarificador



El tratamiento secundario de un sistema de clarificación se basa en partículas sólidas del agua que ingresan del tanque de aireación, en el clarificador se sedimentan en el fondo, mientras que, encima, queda el agua limpia, que se evacuará con rebose por una tubería.

El tanque de aireación tiene una longitud de 9.72 m, un ancho de 5.46 m y una profundidad de 2.5 m. El clarificador consta de una longitud de 4.5 m, un ancho de 2 m, profundidad de 3.5 m y el ángulo de inclinación de la tolva de 60°.

La recirculación de lodos del clarificador a el tanque aireador se realizará cada 3 horas, alternando los equipos de bombeo, teniendo una duración del proceso de 60 segundos. De manera paralela el proceso de purga de lodos deberá ejecutarse diariamente por un periodo de 46 segundos.

OBSERVACIÓN

Como se puede observar en el tanque aireador existe la presencia de natas, y también crecimiento de moho en las paredes de este, eso se debe a que no se realizar los mantenimientos adecuados cada cierto tiempo, es por ello que se recomienda seguir con las instrucciones del manual, con el fin de alargar la eficiencia de cada sistema de la planta.

Así mismo, en el tanque clarificador se observa la presencia de lodos subiendo a la superficie esto se debe a la presencia de microorganismos filamentosos que se forman al no realizar la purga de lodos a su debido tiempo.

5.3. TRATAMIENTO DE LODOS (LECHO DE SECADO)

La función principal de la planta depuradora es la eliminación de la materia orgánica que contiene el agua que ingresa ella, esta materia al pasar por los distintos tratamientos irá formando el lodo. Estos lodos, al cumplir su vida útil, se sedimentan mediante una tolva en el clarificador y una parte se devuelve para la línea de recirculación y otra es purgado hacía el exterior, y será puesto colocado en lechos de secado en donde irán eliminando el agua que

contienen mediante evaporación para que finalmente este producto pueda ser aprovechado y reutilizado en la agricultura como compost, el cual es un producto que sirve como abono para los cultivos.

El lecho de secado tendrá una longitud de 1,5 m, un ancho de 2 m, una profundidad total de 0.6 m, en donde, 0.40 m es de profundidad útil y 0.2 de borde libre, esto con el fin de mejorar el secado de lodos ya que una mayor profundidad implica más tiempo para que este elimine toda el agua que contiene. El sistema cuenta con un bloque de salpicadura ubicado en la entrada para asegurar su distribución uniforme, los lechos de secado cuentan con 3 capas de material filtrante de líquido, un geotextil tejido el cual servirá como separador entre el agregado fino y los lodos, este agregado fino tendrá un espesor de 30 cm, de igual manera la siguiente capa será de agregado grueso con un espesor de 30 cm. Bajo el material filtrante se instalará tuberías de drenaje lateral para el drenaje de lixiviados, el tamaño de esta tubería es de 2" con pendiente mínima de 1%.

Figura E.5

Lecho de secado



OBSERVACIÓN

Los lodos tienen que ser purgados mediante una válvula cada cierto tiempo como indique las especificaciones del manual. Estos lodos serán puestos en el lecho de secado el cual tendrá una profundidad menor a 1 metro para que pueda secarse de forma rápida.

6. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AFLUENTE Y EFLUENTE

En la planta depuradora se debe ejecutar controles de calidad del afluente y del efluente, con el fin de prevenir algún tipo de desperfecto en el funcionamiento de los equipos y así mismo evaluar la eficiencia de estos, y también verificar la calidad del agua que recibe el cuerpo receptor.

El muestreo se debe realizar a la entrada y salida de la planta depuradora, las muestras de agua residual deben corresponder a un método estándar. Este método se basa en recipientes de muestreo, lavar cada uno de estos recipientes 3 veces, con el agua de cada punto de análisis, finalmente se toman las distintas muestras y estas deben ser almacenadas en un congelador o icopor para ser llevadas al laboratorio y realizarles los distintos tipos de ensayos como: DBO5, DQO, SST, coliformes fecales y insitu se deben medir los siguientes parámetros como pH, temperatura, conductividad.

7. PREPARACIÓN Y OPERACIÓN

Antes de comenzar con las actividades del sistema depurador de tratamiento de aguas residuales después de un paro de operación, limpieza o mantenimiento se debe emplear las siguientes recomendaciones:

- Establecer las distintas tareas del técnico operador de la planta.
- Revisar toda la información de la planta depuradora, de acuerdo con el manual para evitar posibles problemas de ejecución de esta.
- Preparar la bitácora o agenda en donde se llevará a cabo las anotaciones de los registros.

- De acuerdo con las necesidades de la PDAR, realizar una lista de las herramientas que servirán de uso para los próximos mantenimientos, reparaciones y mantenimientos.

8. ACTIVIDADES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

8.1. SISTEMA DE REJILLAS

- a. Limpiar y retirar el moho y natas que se acumulan en la salida de la tubería de captación de agua residual en la entrada del pretratamiento
- b. Verificar que no exista obstrucciones en las rejillas
- c. Limpiar el sistema de rejillas de los residuos sólidos que ingresan a en el pretratamiento.
- d. Verificar que no exista presencia de oxido en las barras de la rejilla.
- e. Retirar los residuos sólidos que quedan en el tanque de pretratamiento y que pueden obstruir el paso del afluente al tanque de aireación.

8.2. TANQUE DE AIREACIÓN

- a. Retirar las natas que se forman en la superficie del tanque.
- b. Limpiar y retirar de las paredes del tanque el moho que se acumula en estas.
- c. Para la limpieza y mantenimiento del equipo de bombeo, de acuerdo con las dimensiones del tanque, son necesarias dos bombas de aireación. Se debe inhabilitar un equipo mientras el otro equipo sigue en funcionamiento, esto con el fin de no cesar su función, se levanta al equipo mediante un sistema de poleas que se encuentra en la estructura metálica y se procede a realizarle el correcto mantenimiento y limpieza, este proceso se repetirá con el segundo equipo de aireación.

8.3. TANQUE CLARIFICADOR

- a. En cuanto a la acumulación de lodos, el operador tiene que raspar la tolva del clarificador, con la finalidad de impulsar hacia abajo el lodo que se acumula en las paredes de esta, para un fácil retorno al tanque de aireación.

- b. No agitar con tanta fuerza pues se pierde el efecto de la clarificación, el proceso se realizará semanal o cuando el operador considere necesario. Tomar precaución con las tuberías de PVC que se encuentran en el fondo del tanque.
- c. Observar en el periodo de recirculación si la concentración del lodo es baja, esto es un indicativo de que se encuentra el lodo obstruyendo los canales internos en el fondo del clarificador. Se debe mover cuidadosamente los lodos del fondo para el correcto paso hacia el tanque de aireación.
- d. Si existe grasa en el tanque, se debe retirar de forma manual.

8.4. PURGA DE LODOS

- a. Para el sistema de purga de lodos existirá una válvula que estará conectada al clarificador por medio de tuberías de PVC, si al abrir esta válvula la concentración de lodos es baja puede existir una obstrucción o concentración de lodos al final de la tolva del clarificador, raspar y mover cuidadosamente estos para su correcta purga.

8.5. SISTEMA ELÉCTRICO

- a. Revisar periódicamente el sistema eléctrico de la planta, que se encuentre en buen estado, al encontrarse la planta en un ambiente tropical, el sistema eléctrico suele sulfatarse lo que puede ocasionar que los equipos sufran problemas de voltaje y se dañen.
- b. También verificar que no exista algún breaker que se haya apagado.

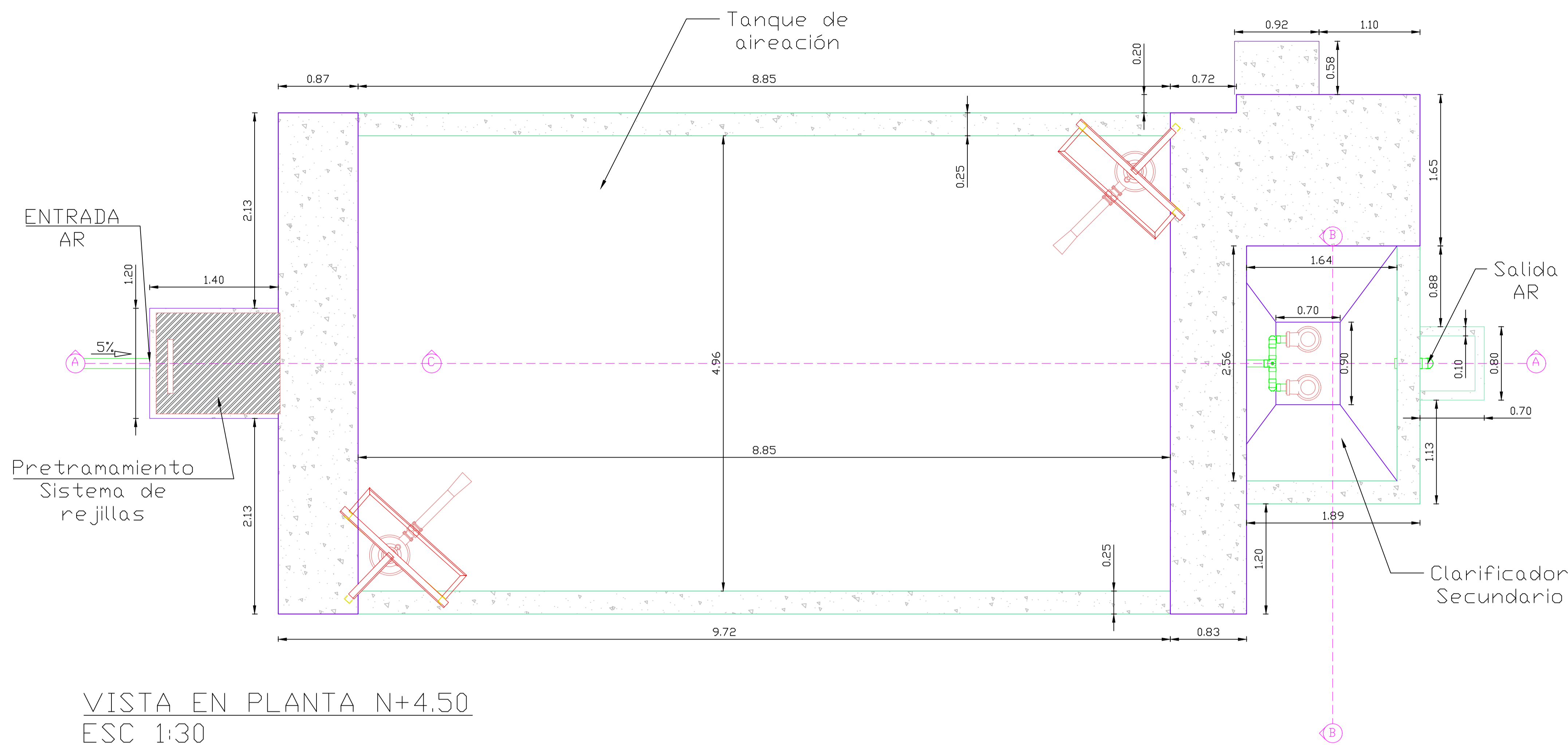
9. ACTIVIDADES GENERALES

- a. Limpiar y retirar de los tanques los residuos que se forman.
- b. Mantener limpia la rejilla del pretratamiento de la planta, retirar los materiales no degradables como papeles, toallas sanitarias etc. Estos elementos serán dispuestos como residuos sólidos.

- c. Limpiar las bocas de las tuberías de entrar y salidas del afluente y efluente respectivamente.
- d. Revisar que la operación eléctrica sea la correcta (amperaje y voltaje)
- e. Revisar que la operación de los equipos de bombeo y aireación funcionen de manera correcta.
- f. Revisar y si es el caso destapar la tubería de recirculación de lodos.
- g. Verificar que la válvula de la tubería de purga de lodos se encuentre en buen estado.

10. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE TRABAJO

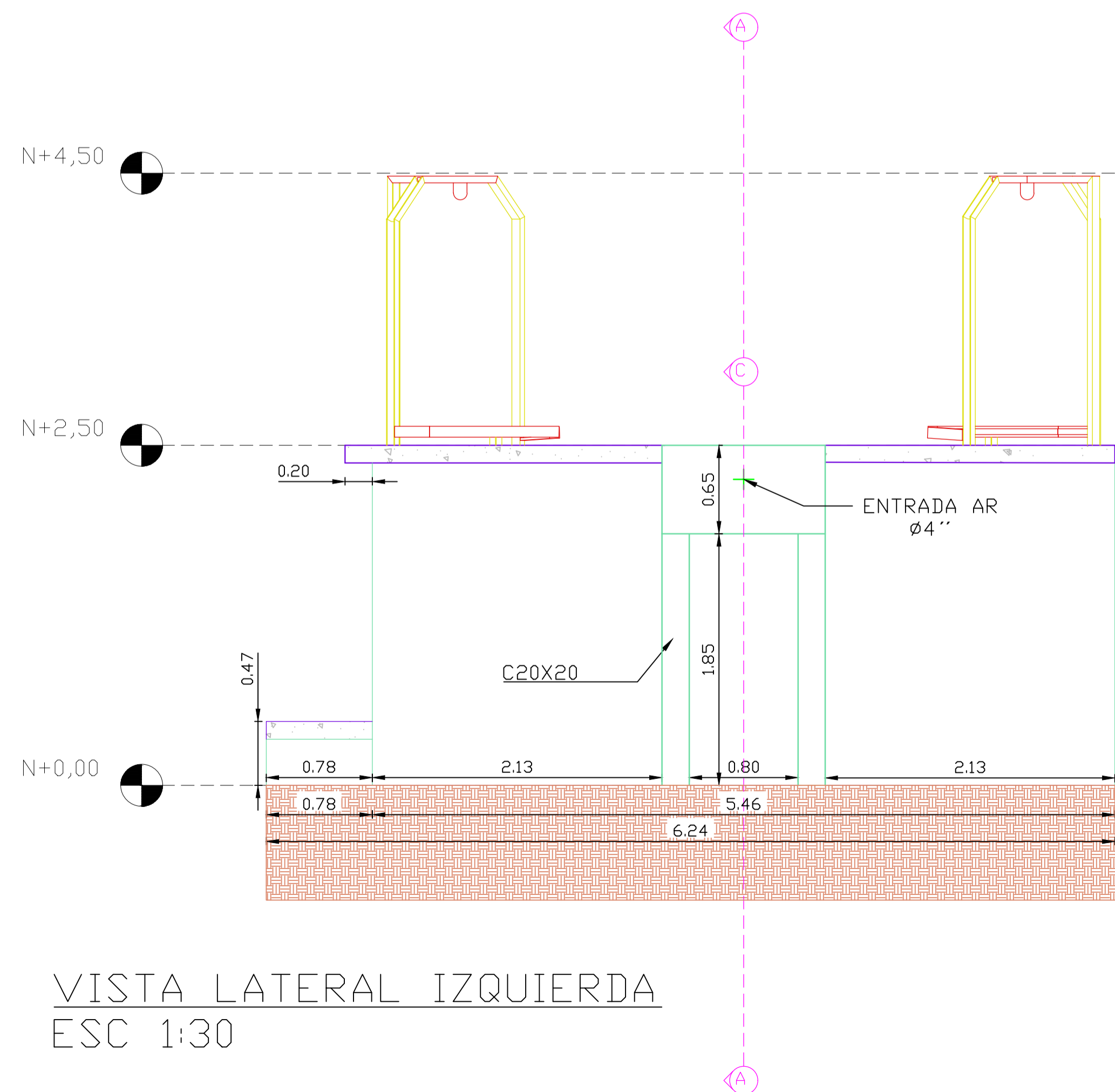
- a. Espátula y pala: para retirar los residuos del sistema de rejillas y del tanque por donde circula el agua hasta la entrada al tanque de aireación.
- b. Cepillo de alambre: para retirar, si es el caso, el exceso de óxido de las barras de la rejilla.
- c. Manguera a presión: para la limpieza de las instalaciones de la planta.
- d. Recoge hojas: facilita la limpieza, su forma ovalada y red plana permiten recoger eficientemente hojas, natas y demás desechos flotantes en el tanque de aireación, evitando que se hundan y se acumulen en el fondo de este.
- e. Carretilla: ayuda con el transporte de lodos y también de los residuos producto de la limpieza de la PDAR
- f. Escoba: sirve para limpiar y recoger la suciedad o los restos de residuos producto del mantenimiento de la planta.
- g. Recipientes: para muestreo del afluente y efluente en la entrada y salida de la planta respectivamente.
- h. Guantes de caucho: para manipulación de herramientas de limpieza.
- i. Mascarilla industrial: protección por los olores y para evitar posibles infecciones respiratorias.



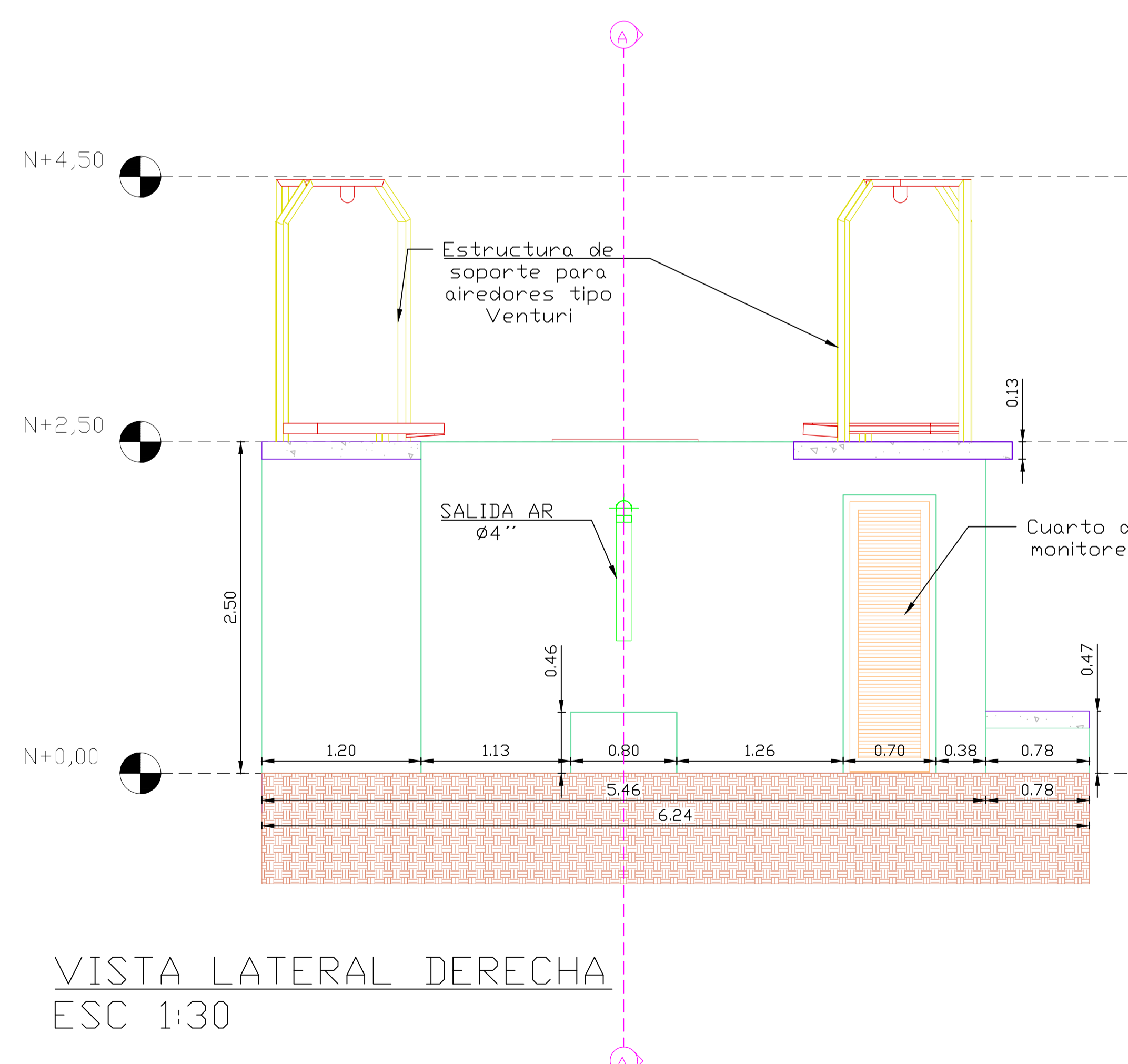
VISTA EN PLANTA N+4.50
ESC 1:30



Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón



VISTA LATERAL IZQUIERDA
ESC 1:30



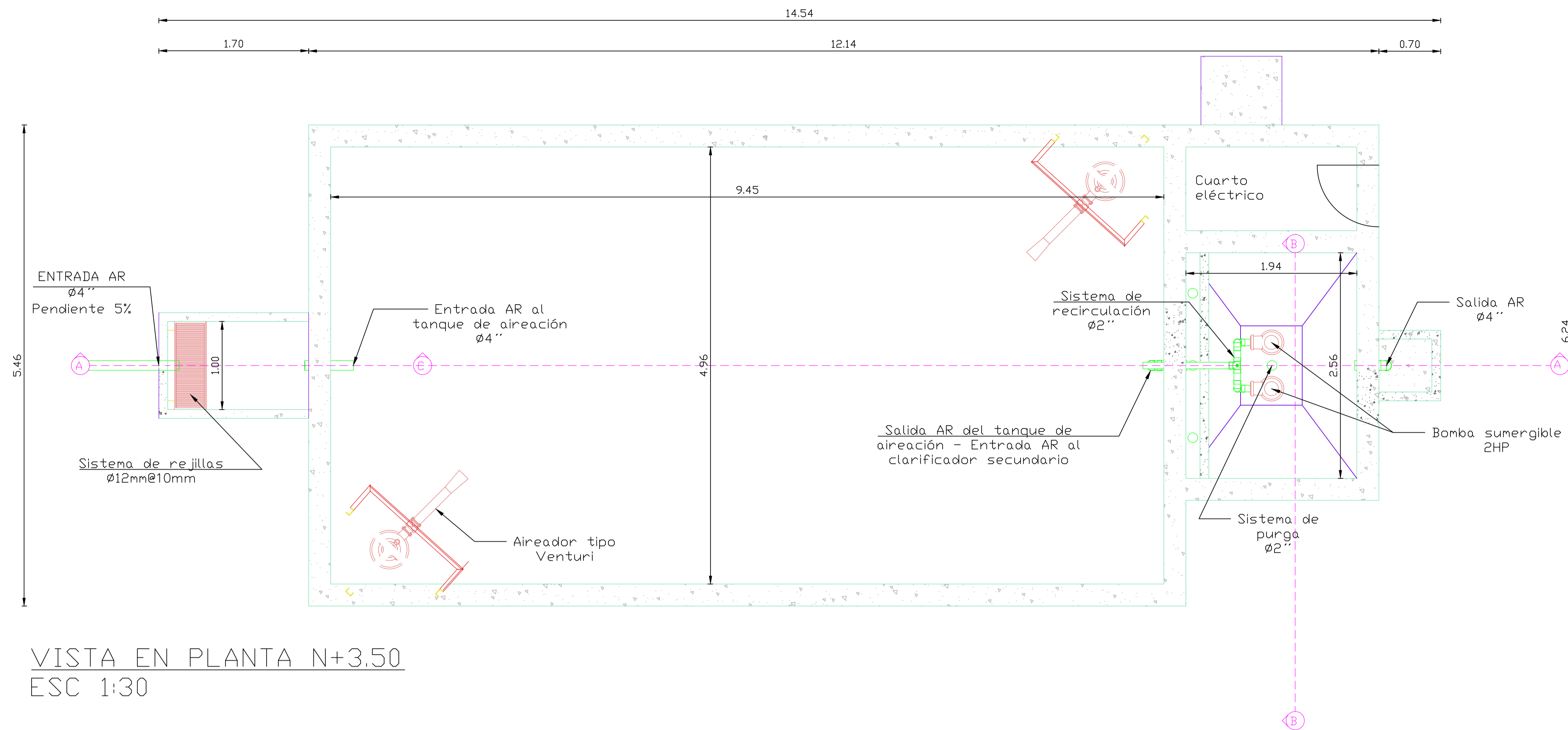
VISTA LATERAL DERECHA
ESC 1:30

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos As Built: Vista en Planta N+4,50; Vista Lateral Izquierda; Vista Lateral Derecha

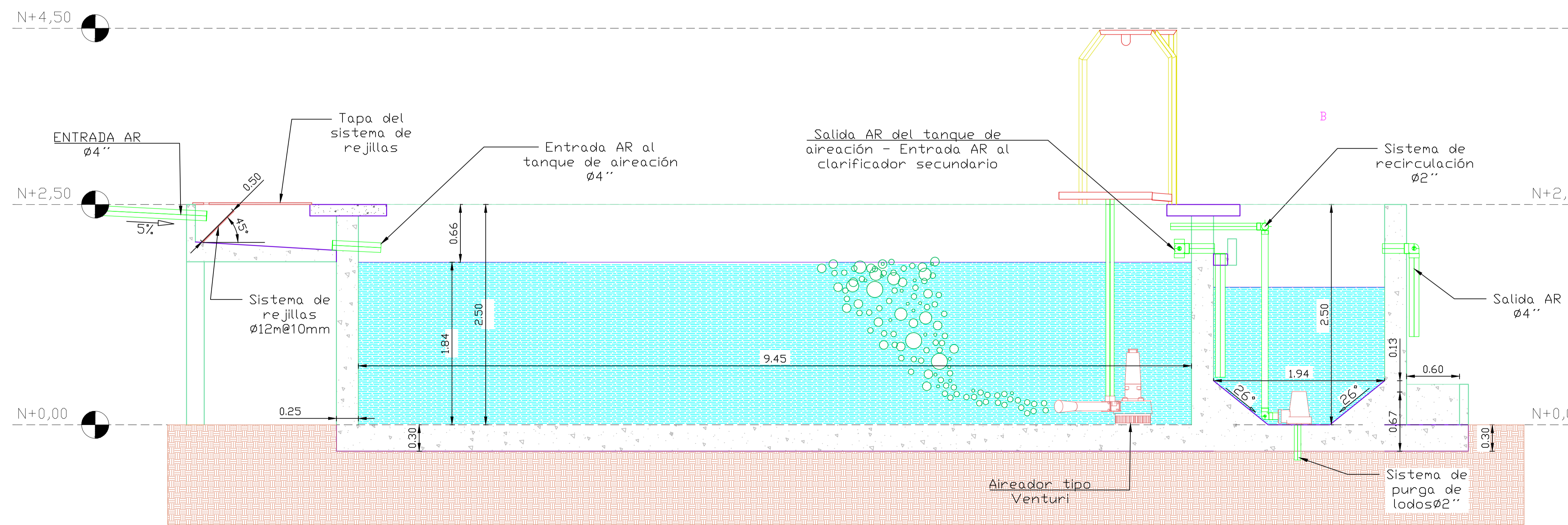
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 1/10	Escala: Indicadas



VISTA EN PLANTA N+3.50
ESC 1:30

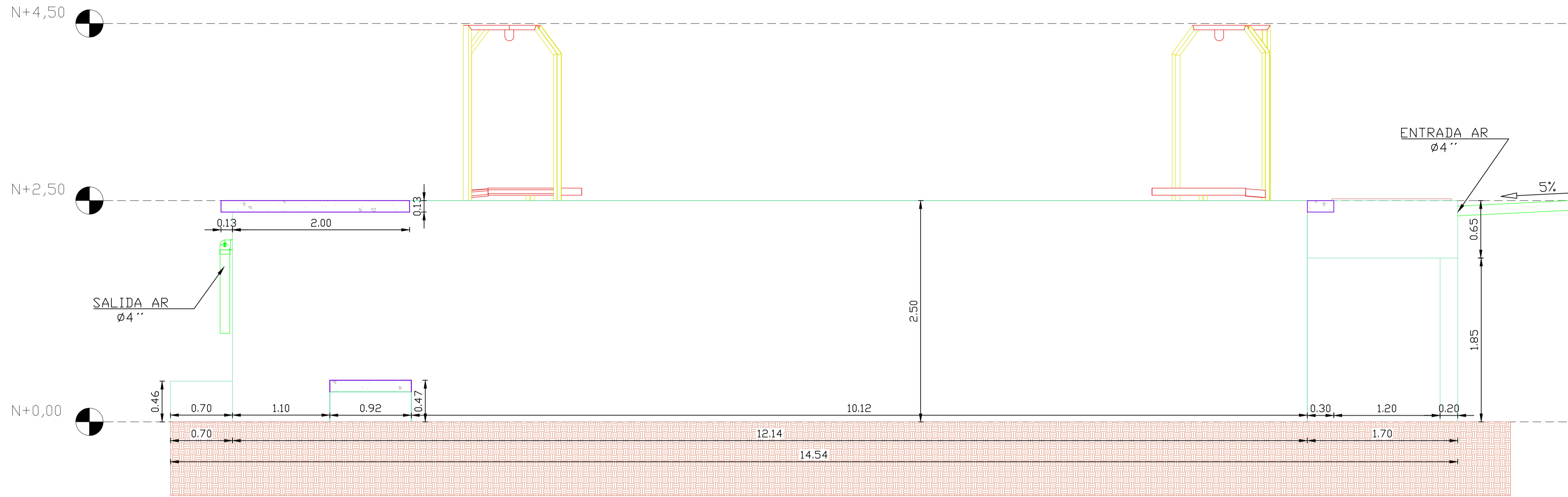


Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

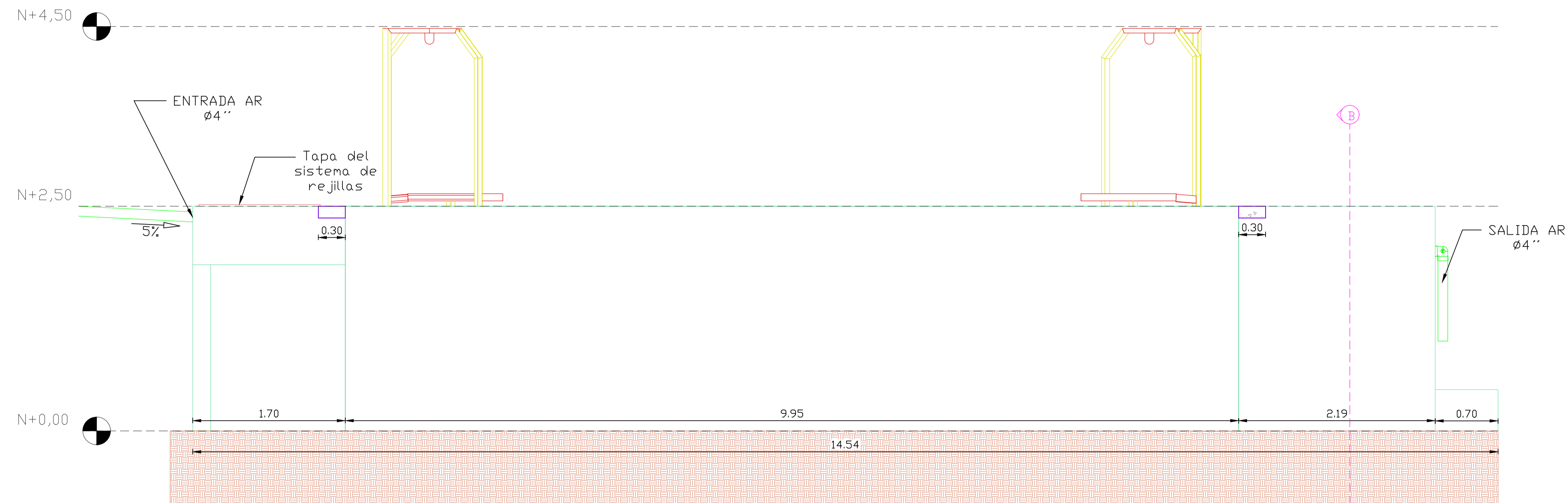


CORTE A-A
ESC 1:30

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA			
PROYECTO: Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón			
CONTENIDO: Planos As Built: Vista Planta N+2,50; Corte A-A			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 2/10	Escala: Indicadas



VISTA POSTERIOR
ESC 1:30



VISTA FRONTAL
ESC 1:30



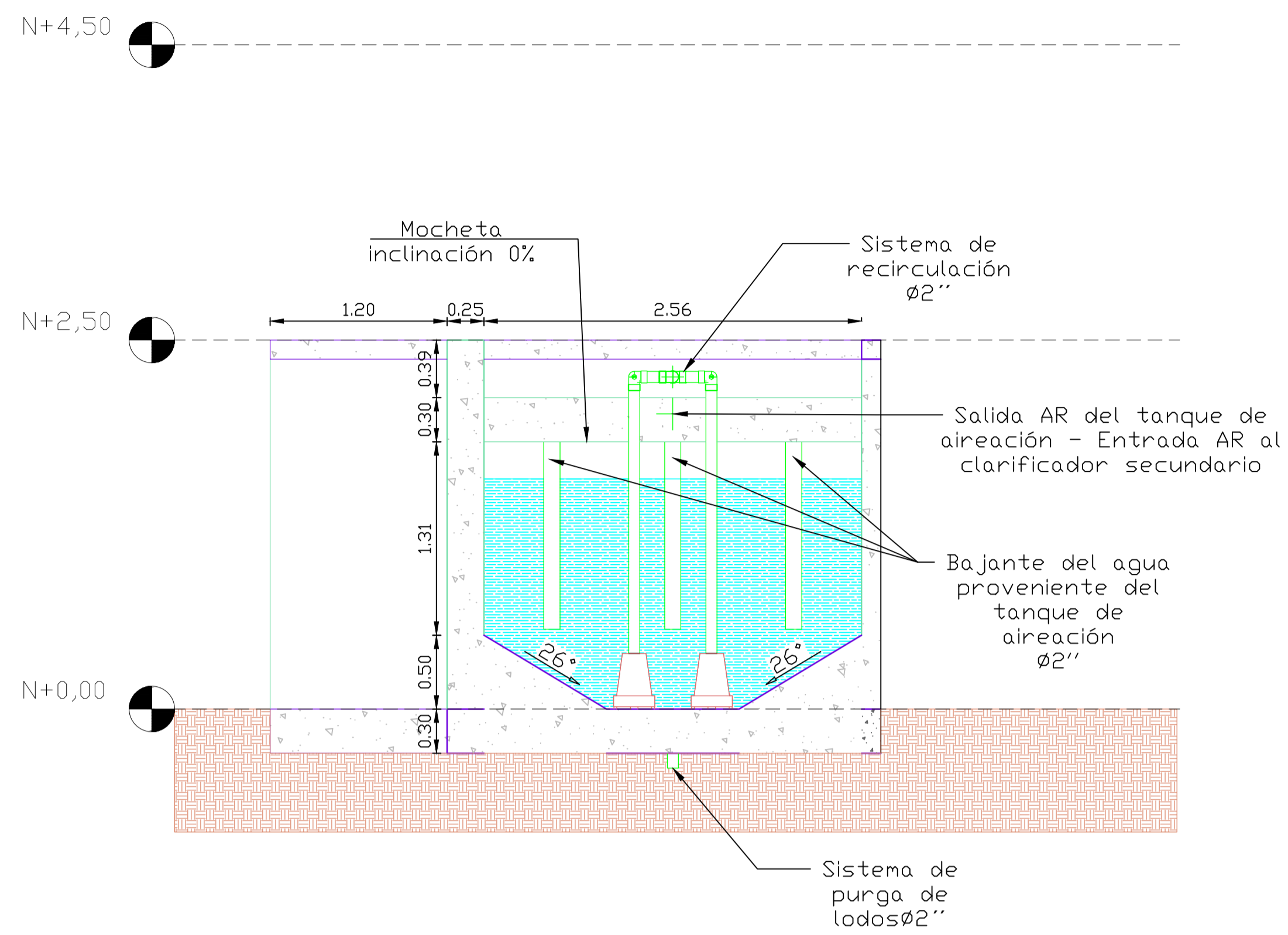
Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

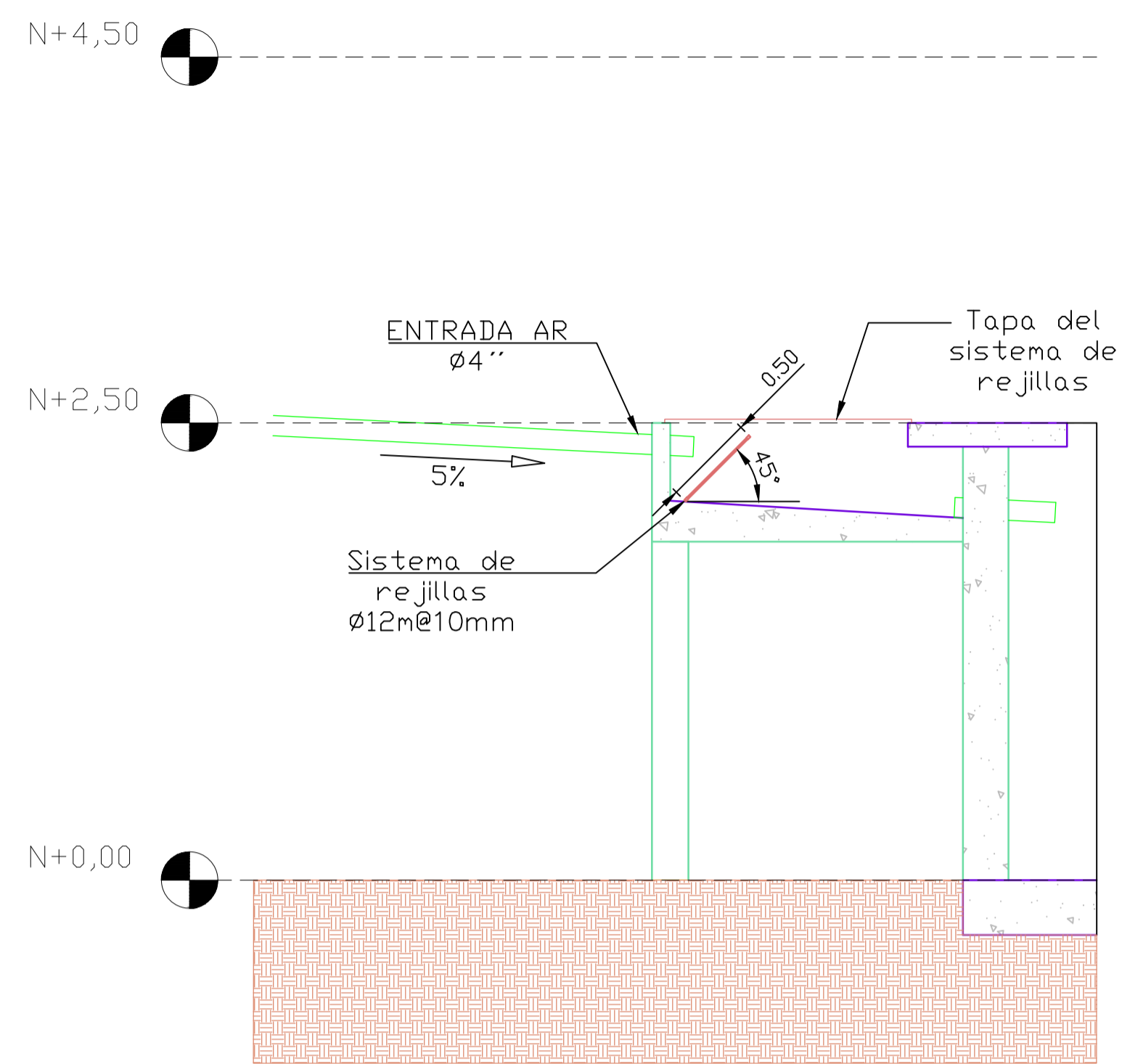
PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos As Built: Vista Posterior; Vista Frontal

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: A 3/10 Escala: Indicadas



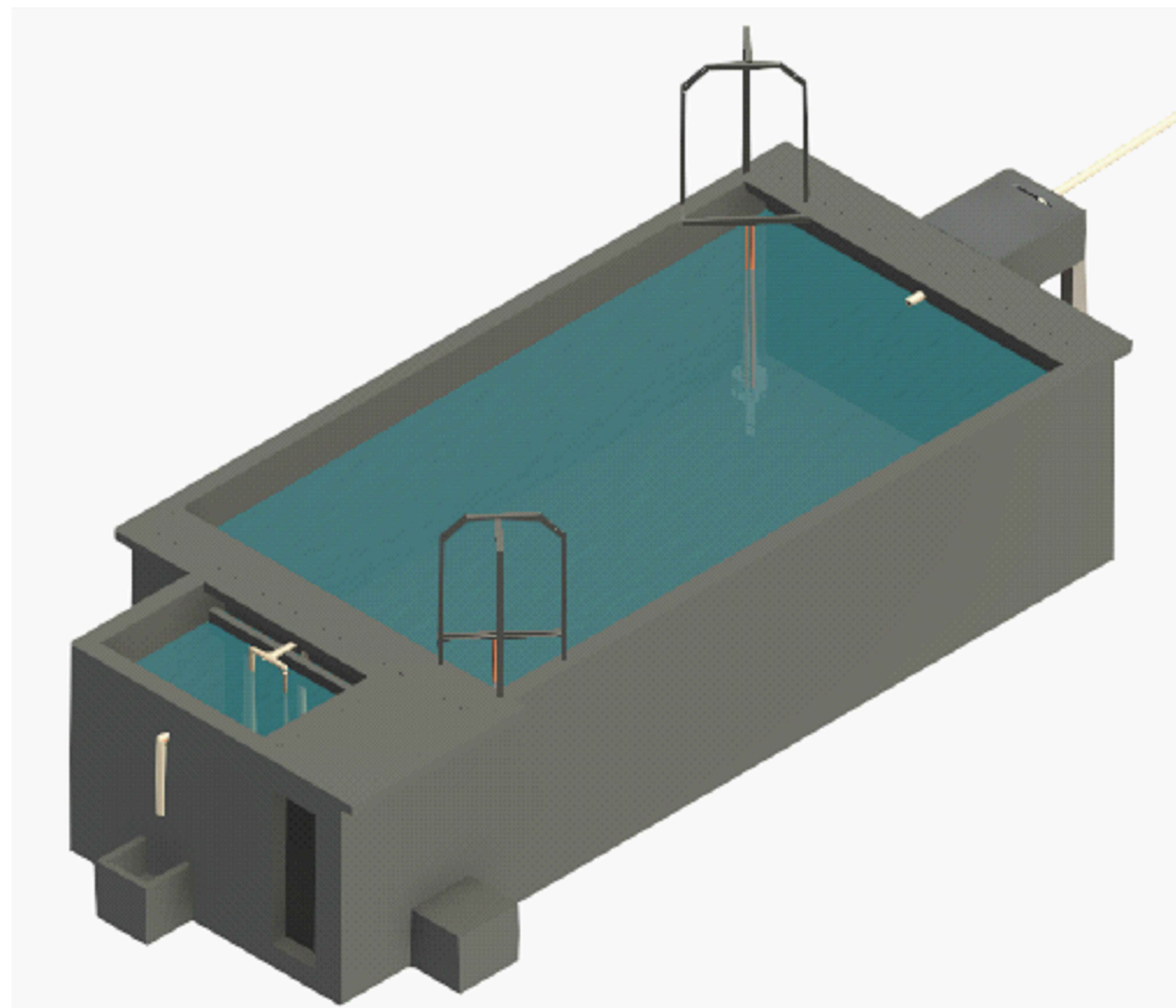
CORTE B-B
ESC 1:30



CORTE A-C
ESC 1:30



Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

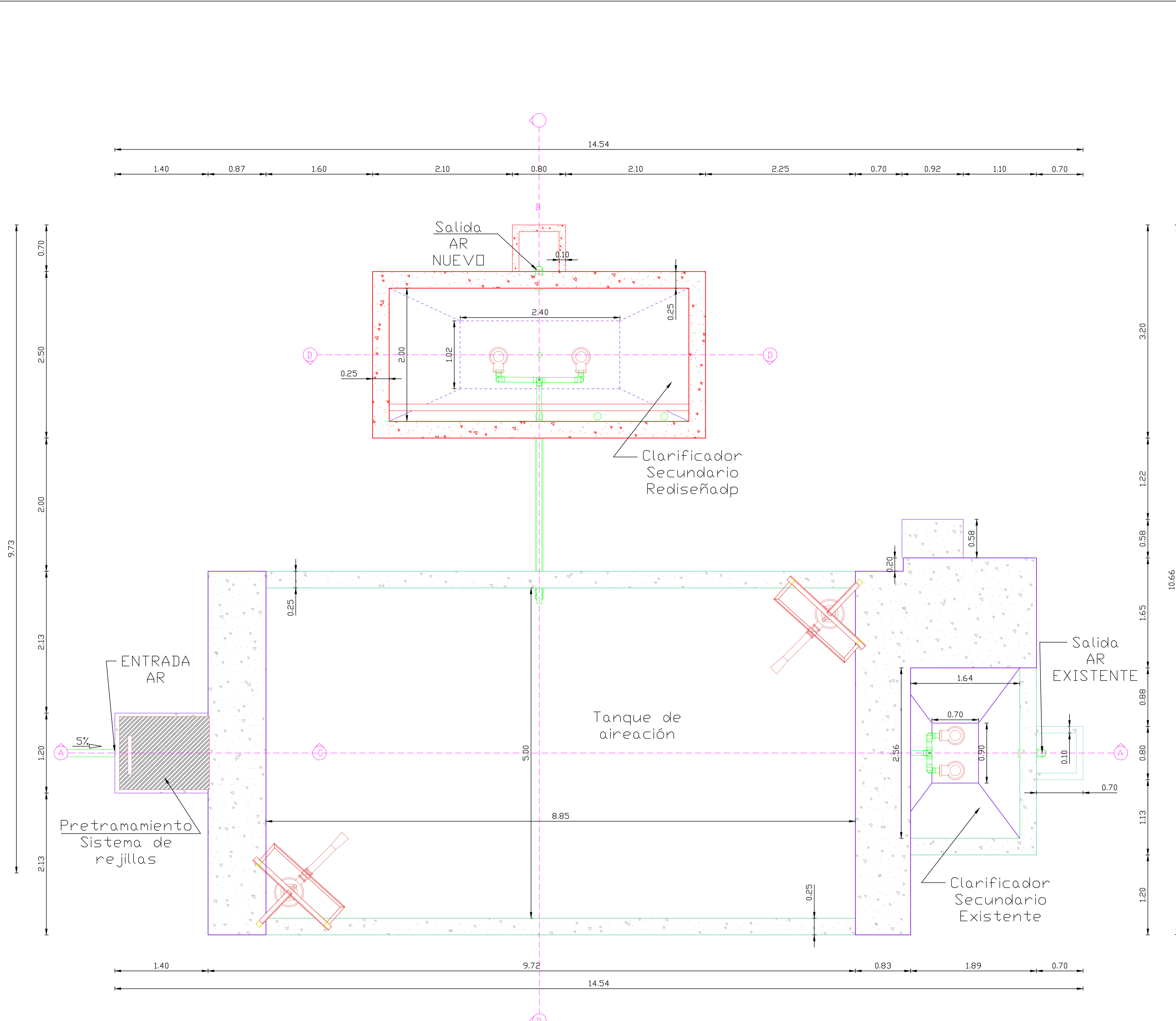


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos As Built: Corte B-B; Corte A-C; Vista 3D

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 4/10	Escala: Indicadas



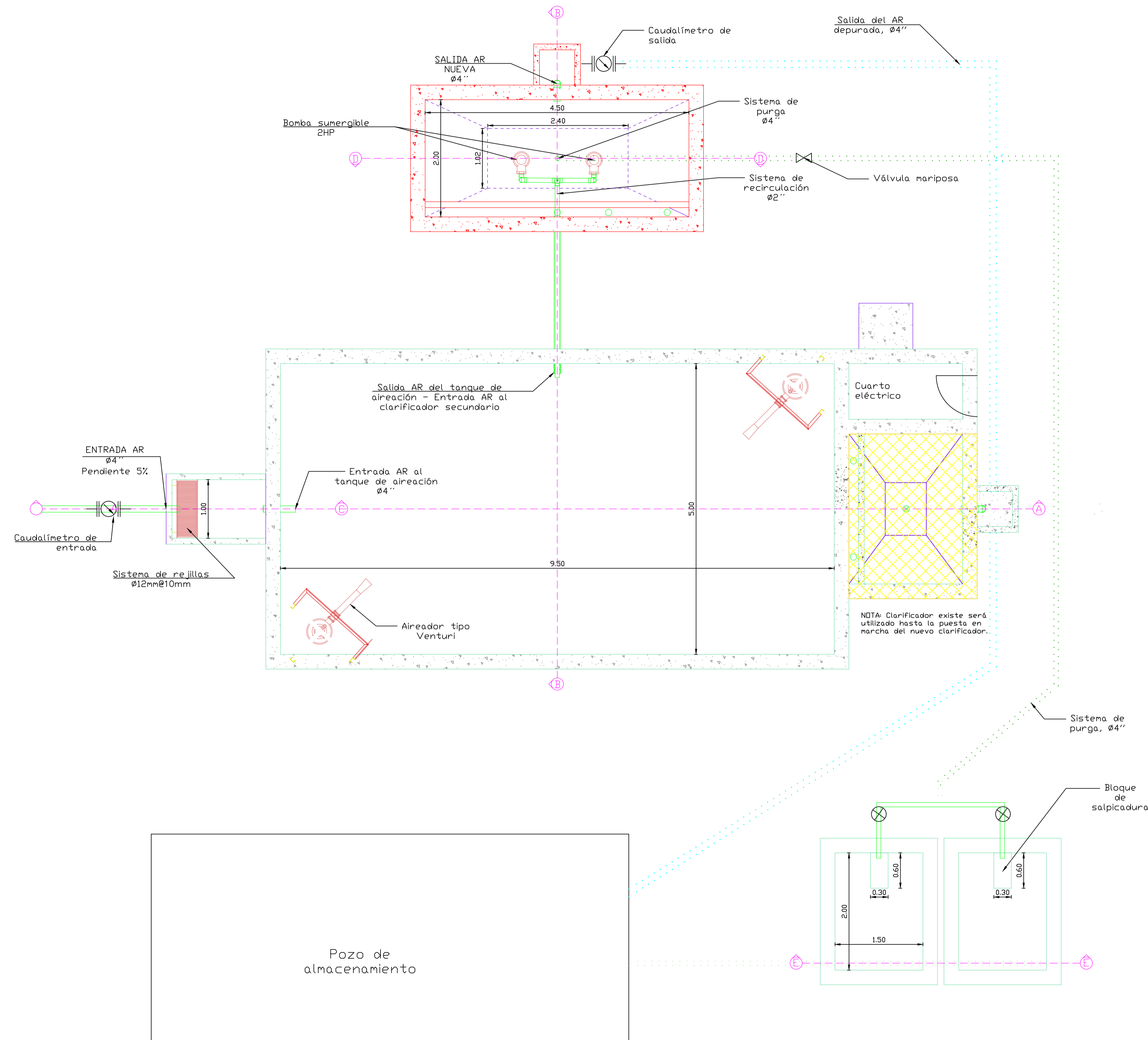
Provincia: Santa Elena
 Ciudad: Santa Elena
 Parroquia: Manglaralto
 Sector: Comuna Olón

VISTA EN PLANTA N+4.50
 ESC 1:30

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA			
PROYECTO: Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón			
CONTENIDO: Planos de Rediseño: Vista en Planta N+4,50			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 5/10	Escala: Indicadas



Provincia: Santa Elena
 Ciudad: Santa Elena
 Parroquia: Manglaralto
 Sector: Comuna Olón



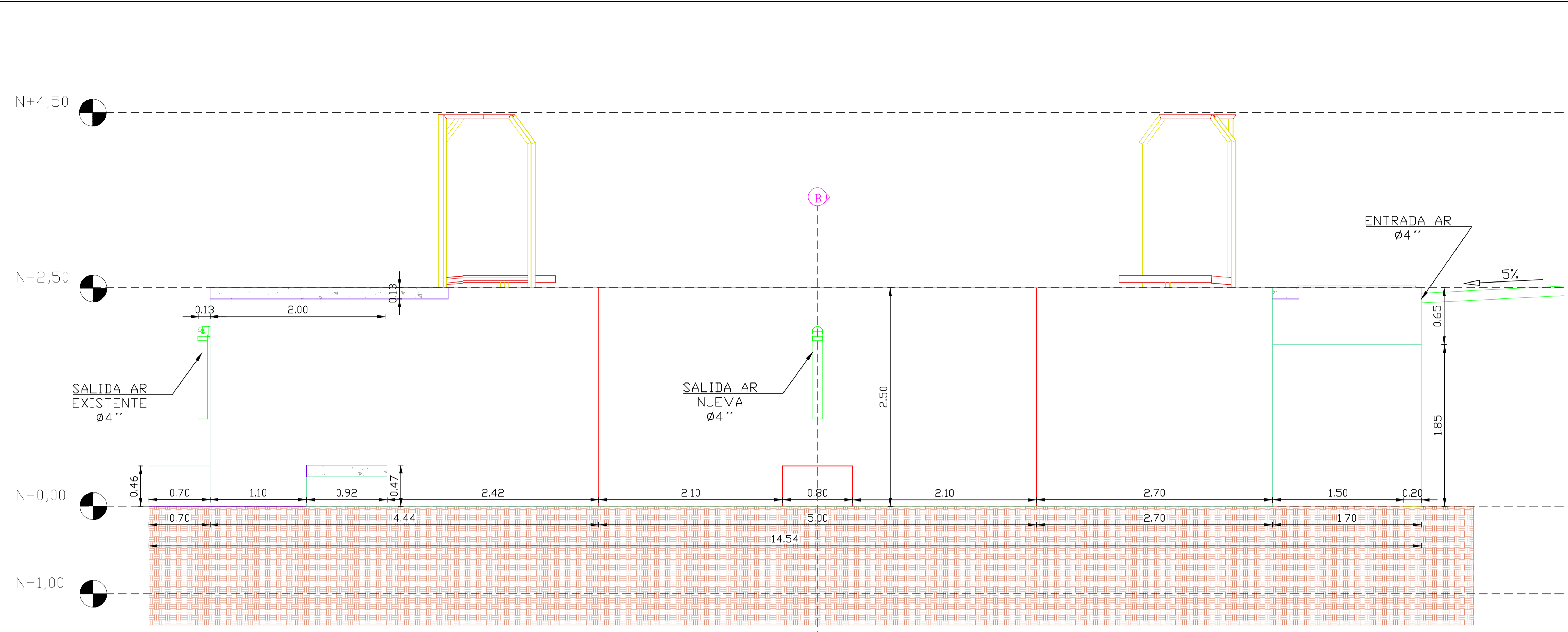
PROCESO GENERAL DE LA PLANTA
 ESC 1:40

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

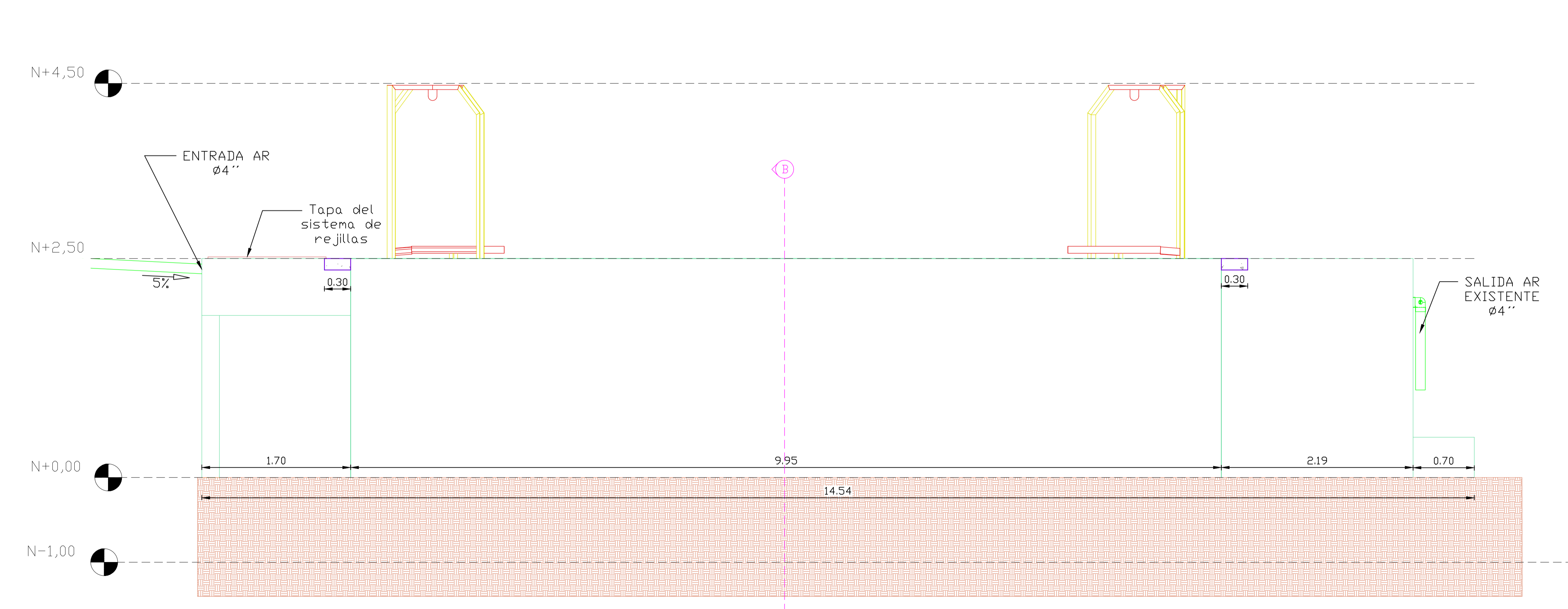
PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos de Rediseño: Proceso general de la Planta

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 6/10	Escala: Indicadas



VISTA POSTERIOR
ESC 1:30

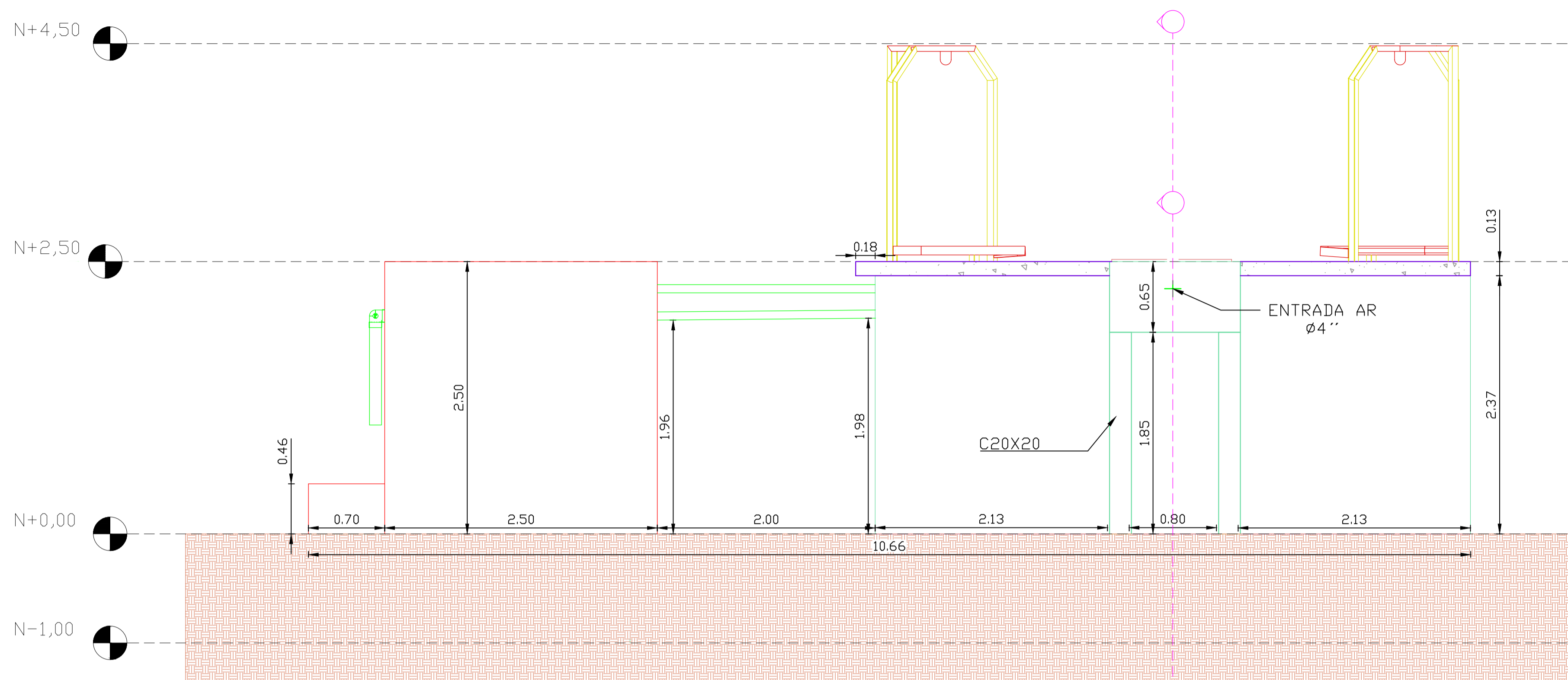


VISTA FRONTAL
ESC 1:30

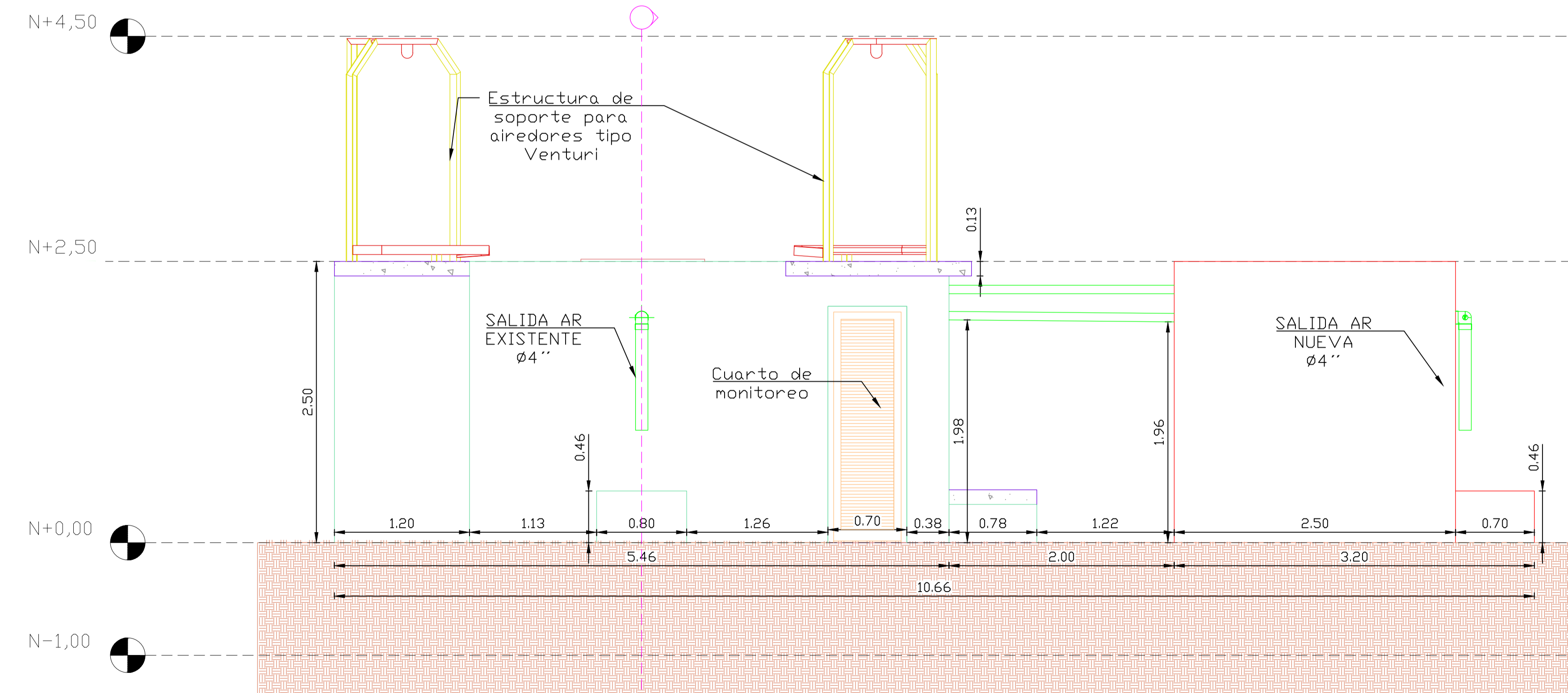


Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA			
PROYECTO: Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón			
CONTENIDO: Planos de Rediseño: Vista Posterior; Vista Frontal			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán		Lámina: A 7/10	Escala: Indicadas



VISTA LATERAL IZQUIERDA
ESC 1:30



VISTA LATERAL DERECHA
ESC 1:30



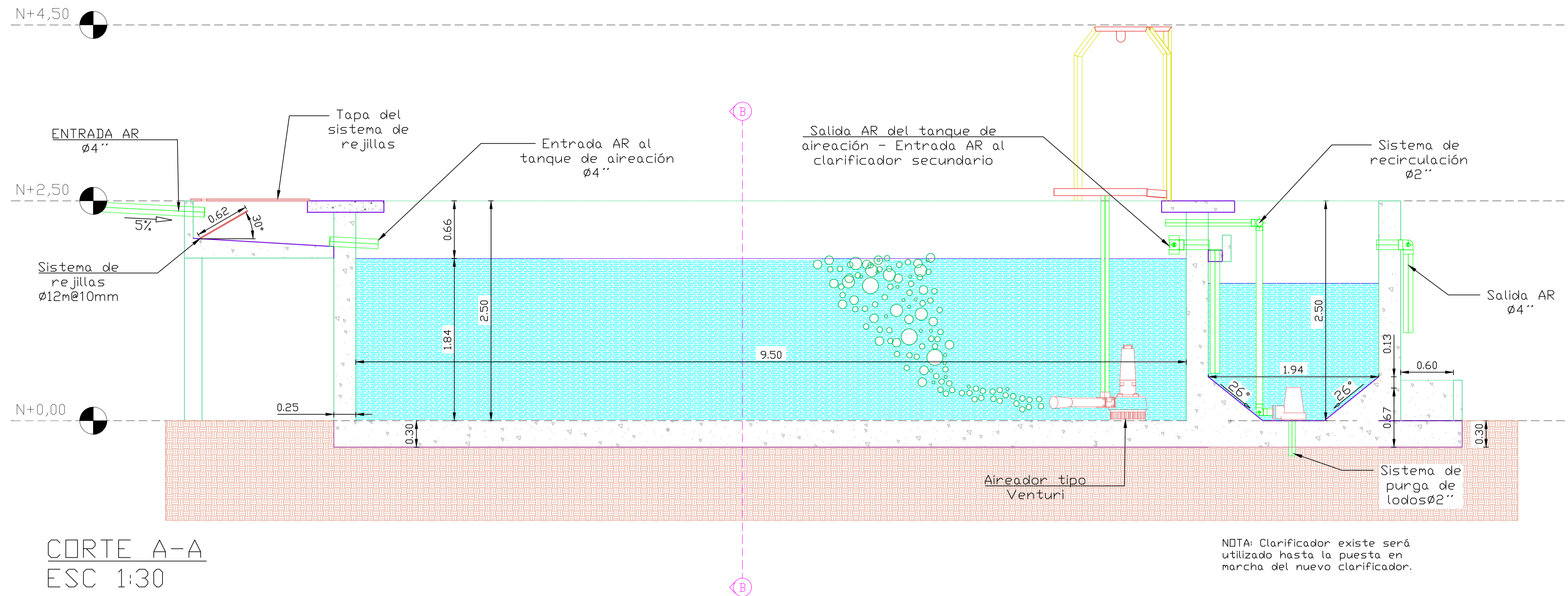
Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos de Rediseño: Vista Lateral Derecha; Vista Lateral Izquierda

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores de Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: A 8/10 Escala: Indicadas

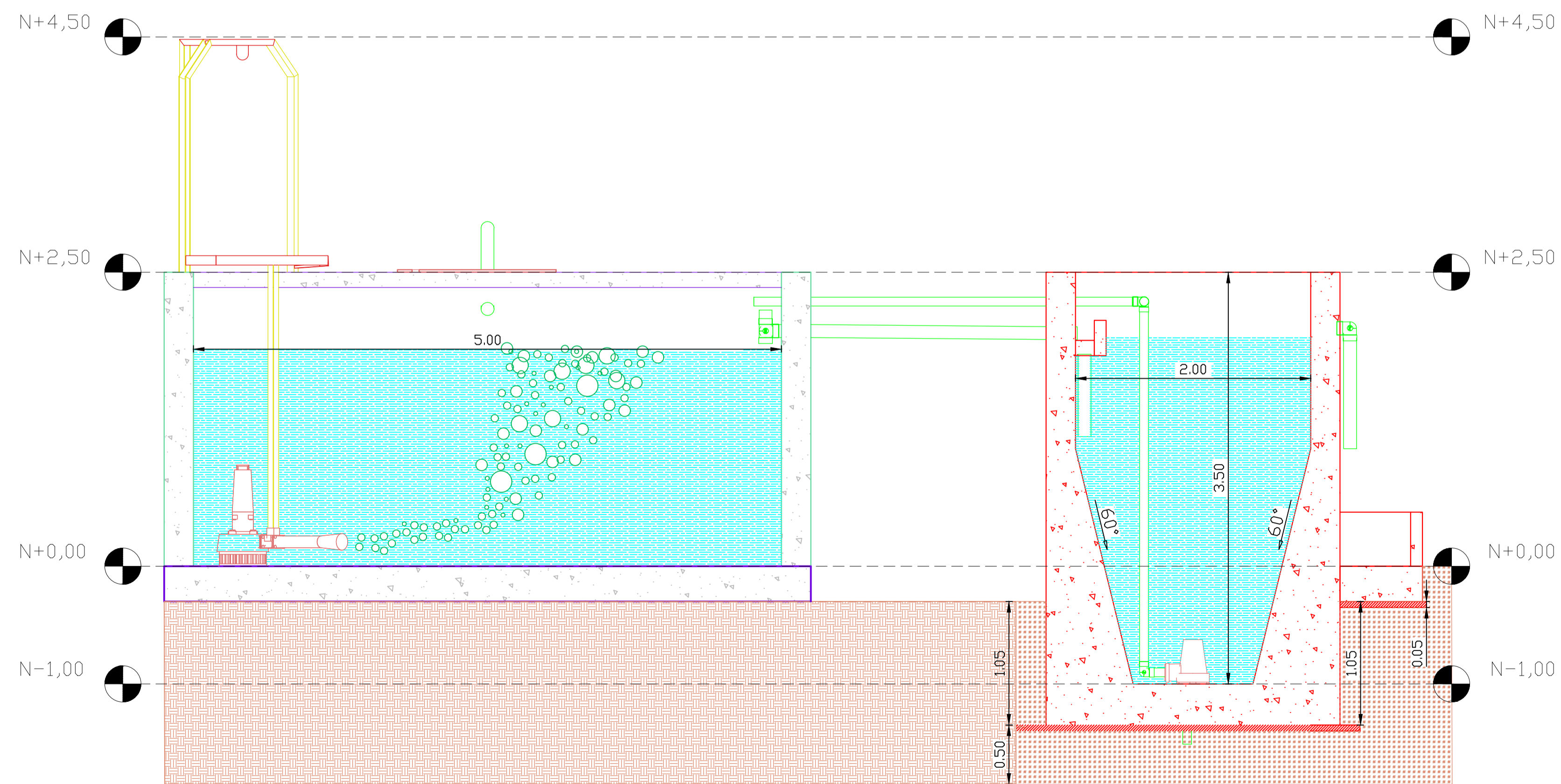


CORTE A-A
ESC 1:30

NOTA: Clarificador existe será utilizado hasta la puesta en marcha del nuevo clarificador.



Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón



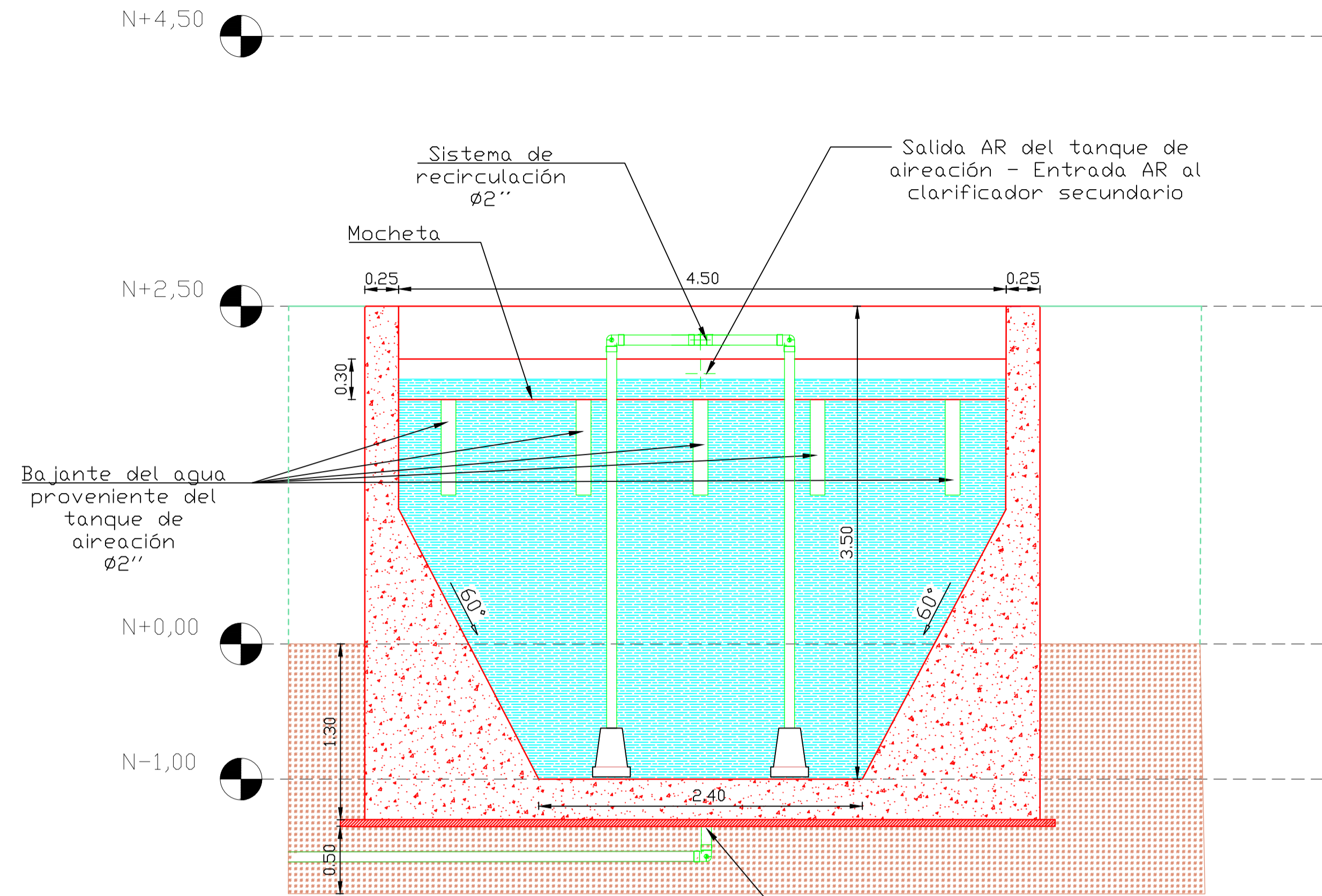
CORTE B-B
ESC 1:30

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

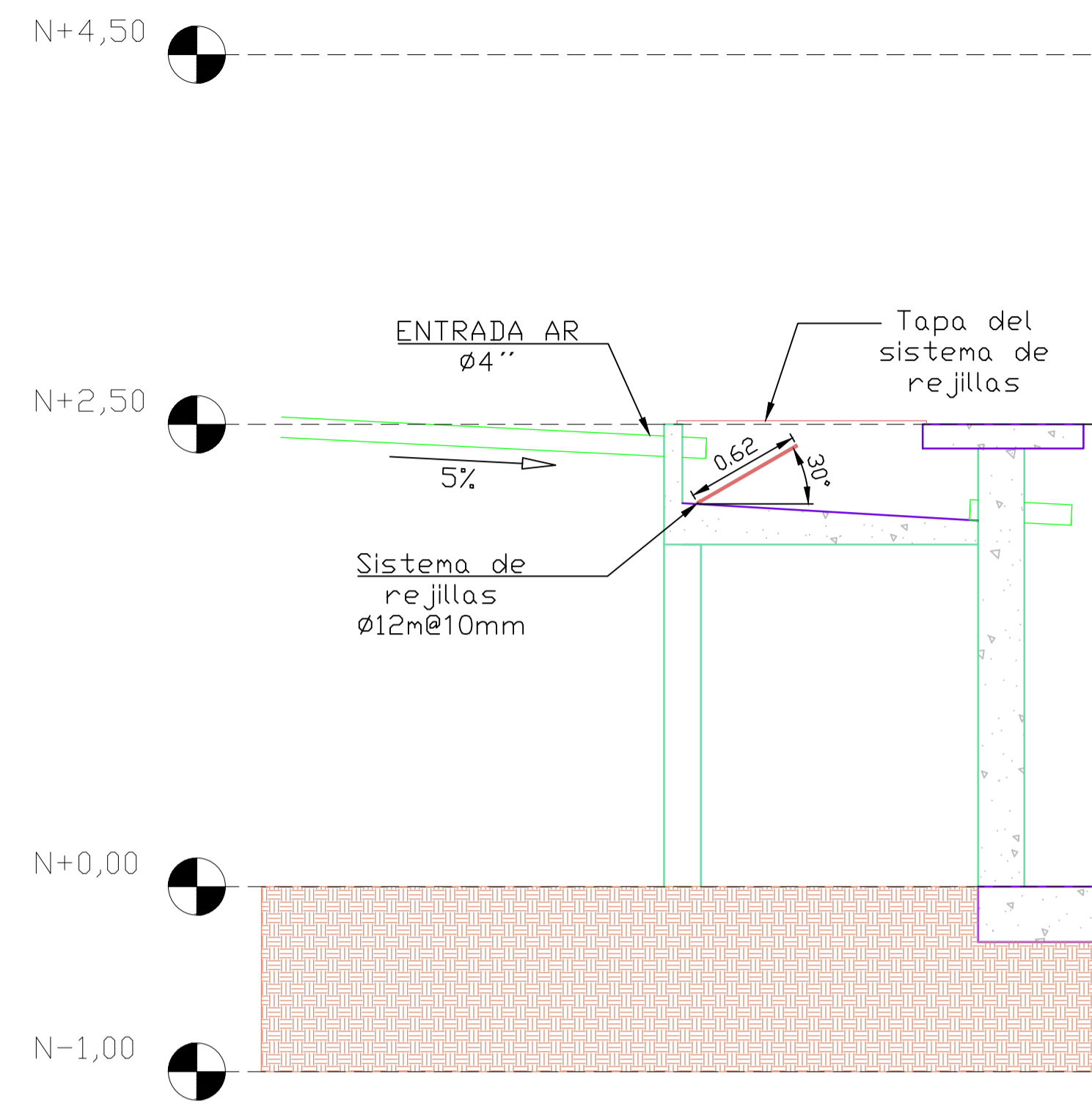
PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos de Rediseño: ; Corte A-A; Corte B-B

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores de Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: A 9/10 Escala: Indicadas



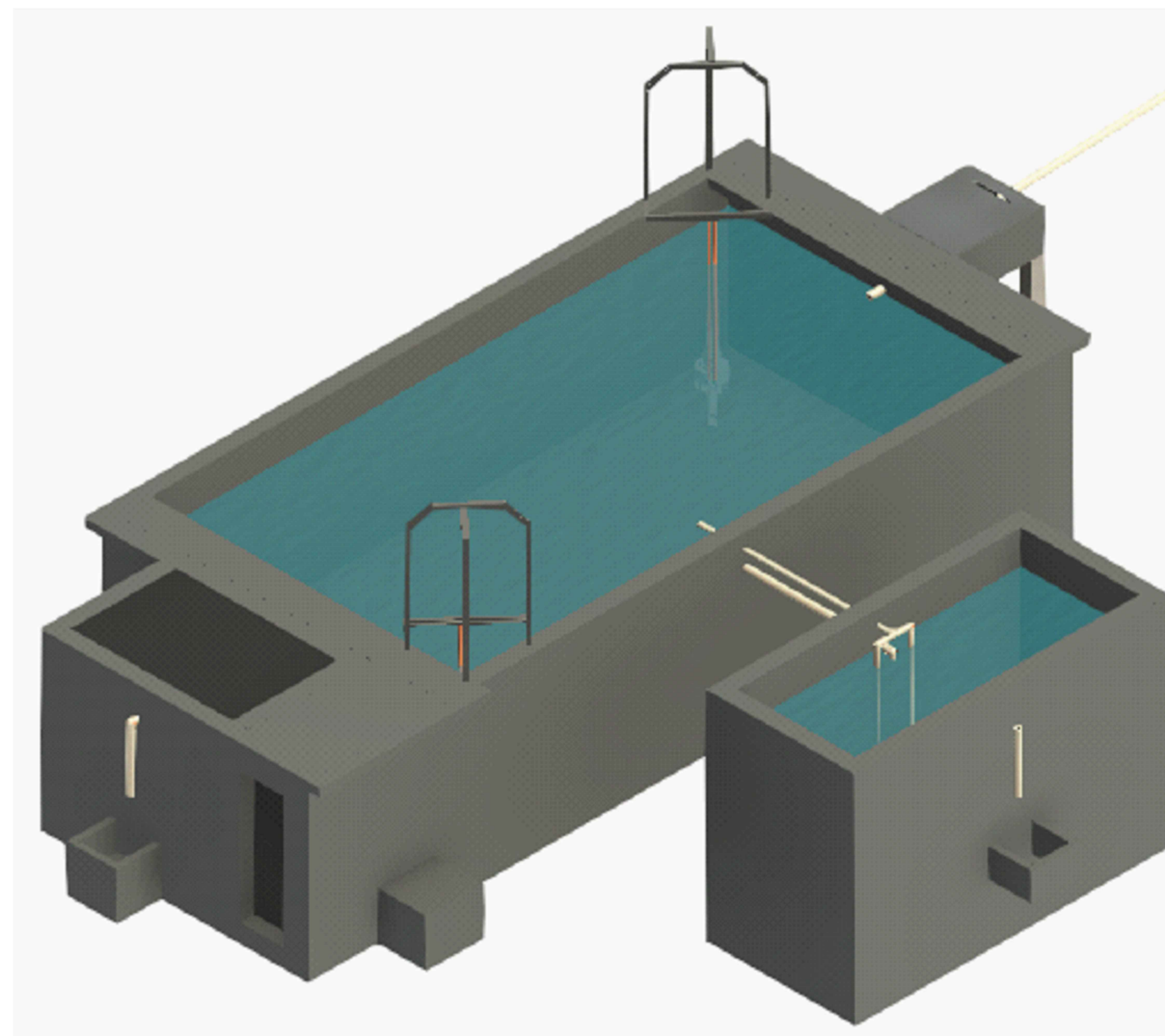
CORTE D-D
ESC 1:30



CORTE A-C
ESC 1:30



Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

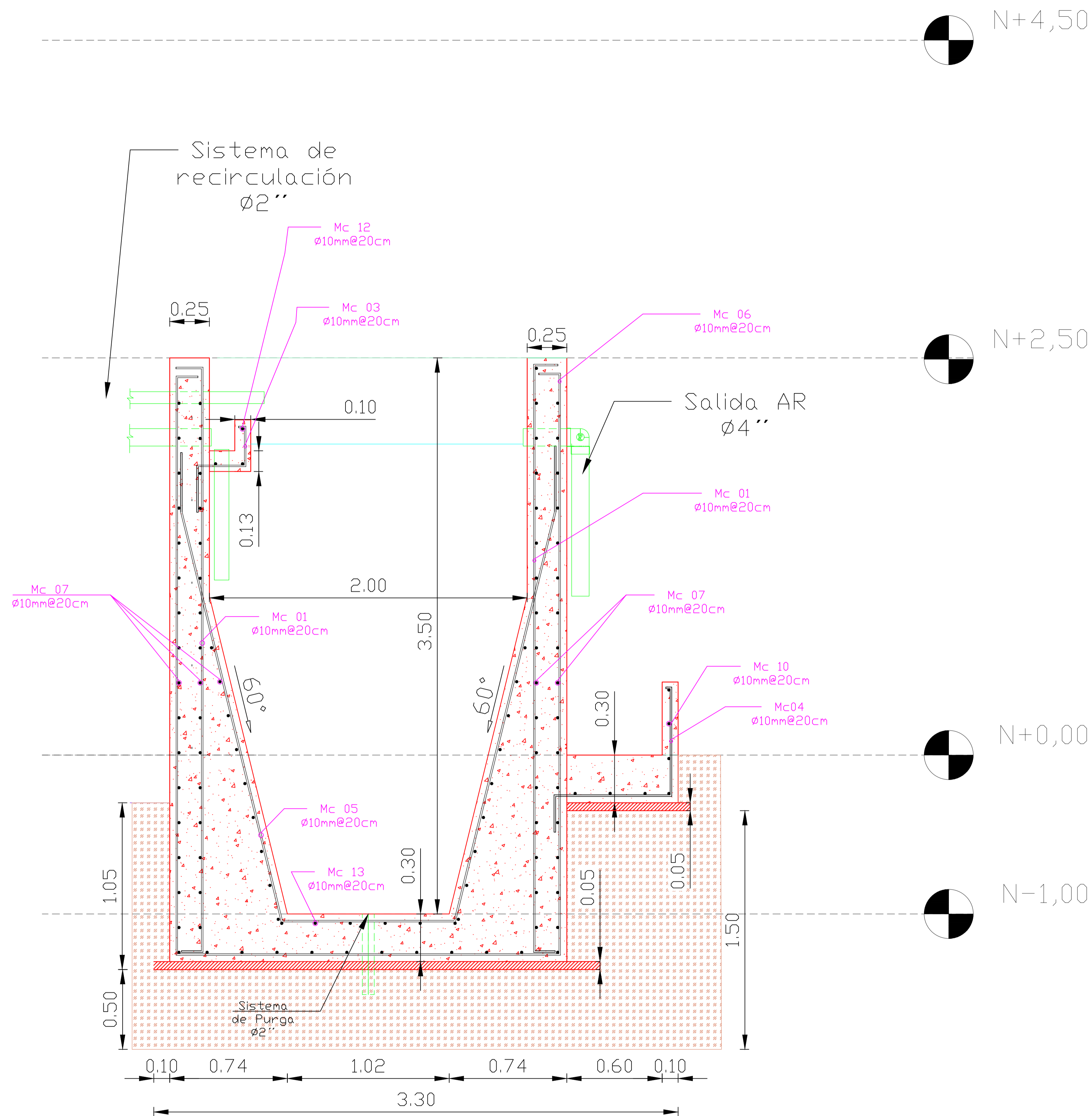


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos de Rediseño: Corte D-D; Corte A-C; Vista 3D

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores de Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: A 10/10 Escala: Indicadas

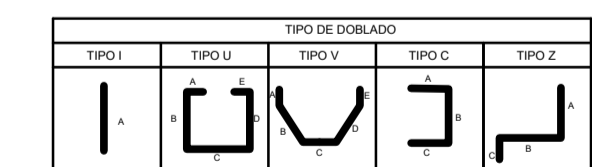


Provincia: Santa Elena
 Ciudad: Santa Elena
 Parroquia: Manglaralto
 Sector: Comuna Olón

- Hormigón actual en sitio, $f'c=240\text{kg/cm}^2$
- Hormigón nuevo de rediseño, $f'c=240\text{kg/cm}^2$
- Hormigón de replantillo, espesor 5cm, $f'c=180\text{kg/cm}^2$
- Clarificador provisional
- Relleno con cascajo compactado
- Terreno natural

- Recubrimiento del hormigón estructural será de 4 cm.
- El acero de refuerzo deberá tener una resistencia a la fluencia de 4200 kg/cm².
- Todo el proceso constructivo será realizado a lo indicado en las especificaciones técnicas.

ID	Tipo	Diámetro mm	Peso Unitario Kg/m	Dimensiones					Longitud Desarrollada m	Cantidad Und.	Longitud Total m	Peso Total Kg
				a m	b m	c m	d m	e m				
Mc 01	C	10	0.6165	0.17	3.70	0.17			4.04	45	181.8	112.09
Mc 03	Z	10	0.6165	0.25	0.30	0.25			0.80	23	18.4	11.34
Mc 04	Z	10	0.6165	0.68	0.73	0.23			1.64	4	6.6	4.04
Mc 05	V	10	0.6165	0.40	2.65	1.09	2.65	0.40	7.19	11	79.1	48.76
Mc 06	U	10	0.6165	0.13	3.53	2.42	3.66	0.13	9.87	21	207.3	127.79
Mc 07	I	10	0.6165	4.92					4.92	82	403.4	248.74
Mc 10	I	10	0.6165	2.42					2.42	7	16.9	10.44
Mc 12	I	10	0.6165	4.92					4.92	3	14.8	9.10
Mc 13	V	10	0.6165	0.40	2.56	2.46	2.56	0.40	8.38	6	50.3	31.00
Mc 14	U	10	0.6165	0.13	3.72	4.68	3.72	0.13	12.38	10	123.8	76.33
Mc 17	C	10	0.6165	0.24	1.67	0.11			2.02	10	20.2	12.45
Mc 16	C	10	0.6165	0.13	3.64	0.13			3.90	10	39.0	24.04
Mc 15	I	10	0.6165	2.42					2.42	82	198.4	122.35
SUMA											838.48	



DETALLE DEL ARMADO DEL REDISEÑO DEL CLARIFICADOR; SECCIÓN B-B
 ESC 1:15

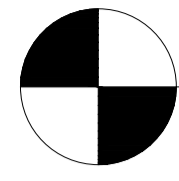
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
 Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

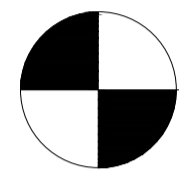
CONTENIDO:
 Planos de Rediseño: Detalle del armado del rediseño del clarificador; Sección B-B

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Específicos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: E 1/3
			Escala: Indicadas

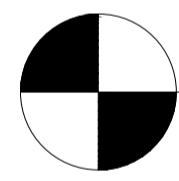
N+4,50



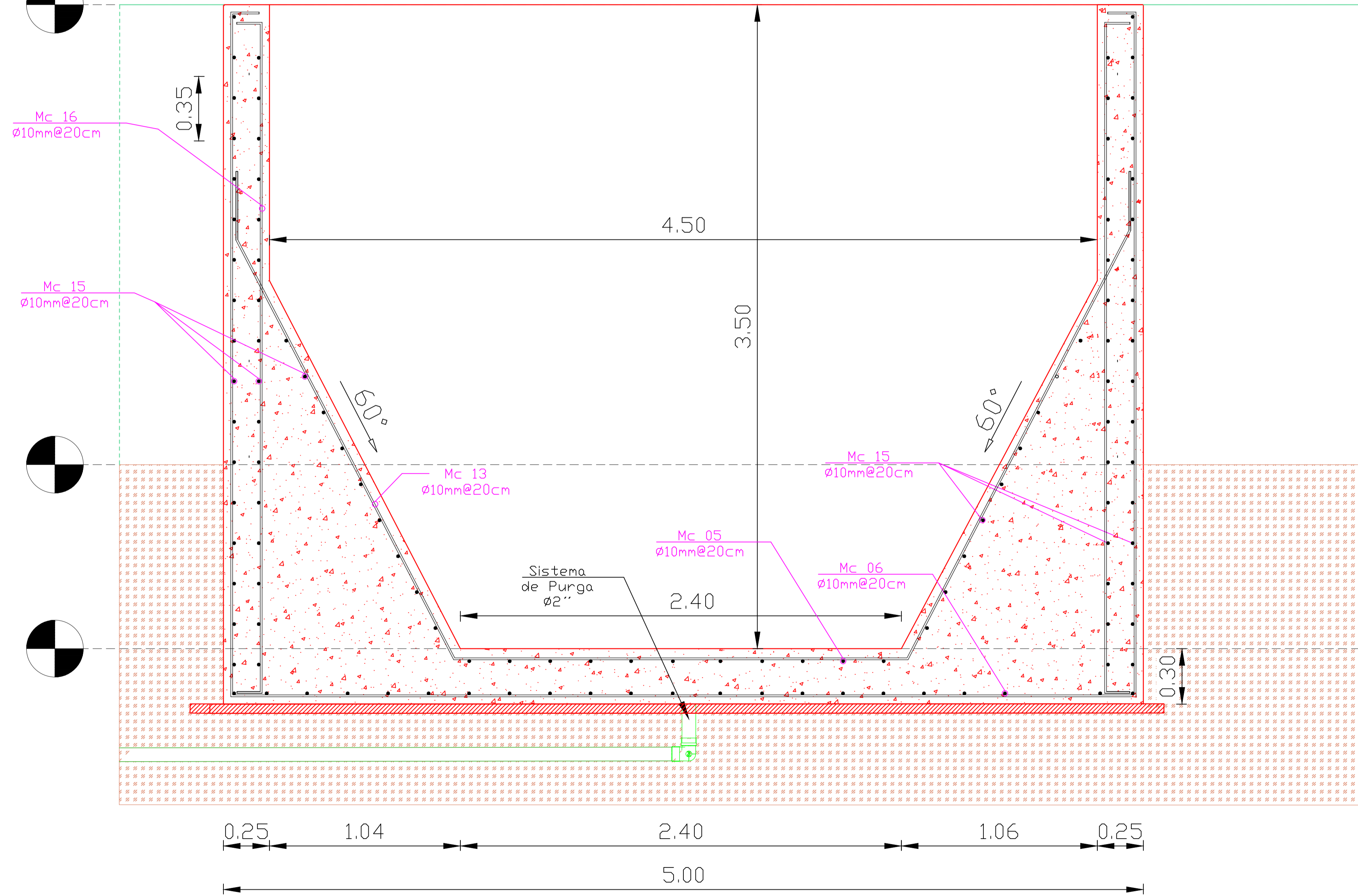
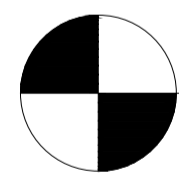
N+2,50



N+0,00



N-1,00



DETALLE DEL ARMADO DEL REDISEÑO DEL CLARIFICADOR; SECCIÓN D-D
ESC 1:15

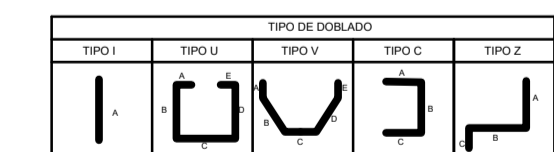


Provincia: Santa Elena
Ciudad: Santa Elena
Parroquia: Manglaralto
Sector: Comuna Olón

- Hormigón actual en sitio, $f'c=240\text{kg/cm}^2$
- Hormigón nuevo de rediseño, $f'c=240\text{kg/cm}^2$
- Hormigón de replantillo, espesor 5cm, $f'c=180\text{kg/cm}^2$
- Clarificador provisional
- Relleno con cascajo compactado
- Terreno natural

- Recubrimiento del hormigón estructural será de 4 cm.
- El acero de refuerzo deberá tener una resistencia a la fluencia de 4200 kg/cm².
- Todo el proceso constructivo será realizado a lo indicado en las especificaciones técnicas.

ID	Tipo	Diámetro mm	Peso Unitario Kg/m	Dimensiones					Longitud Desarrollada m	Cantidad Und.	Longitud Total m	Peso Total Kg
				a	b	c	d	e				
Mc 01	C	10	0.6165	0.17	3.70	0.17			4.04	45	181.8	112.09
Mc 03	Z	10	0.6165	0.25	0.30	0.25			0.80	23	18.4	11.34
Mc 04	Z	10	0.6165	0.68	0.73	0.23			1.64	4	6.6	4.04
Mc 05	V	10	0.6165	0.40	2.65	1.09	2.65	0.40	7.19	11	79.1	48.76
Mc 06	U	10	0.6165	0.13	3.53	2.42	3.66	0.13	9.87	21	207.3	127.79
Mc 07	I	10	0.6165	4.92					4.92	82	403.4	248.74
Mc 10	I	10	0.6165	2.42					2.42	7	16.9	10.44
Mc 12	I	10	0.6165	4.92					4.92	3	14.8	9.10
Mc 13	V	10	0.6165	0.40	2.56	2.46	2.56	0.40	8.98	6	50.3	31.00
Mc 14	U	10	0.6165	0.13	3.72	4.68	3.72	0.13	12.38	10	123.8	76.33
Mc 17	C	10	0.6165	0.24	1.67	0.11			2.02	10	20.2	12.45
Mc 16	C	10	0.6165	0.13	3.64	0.13			3.90	10	39.0	24.04
Mc 15	I	10	0.6165	2.42					2.42	82	198.4	122.35
SUMA												838.48



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

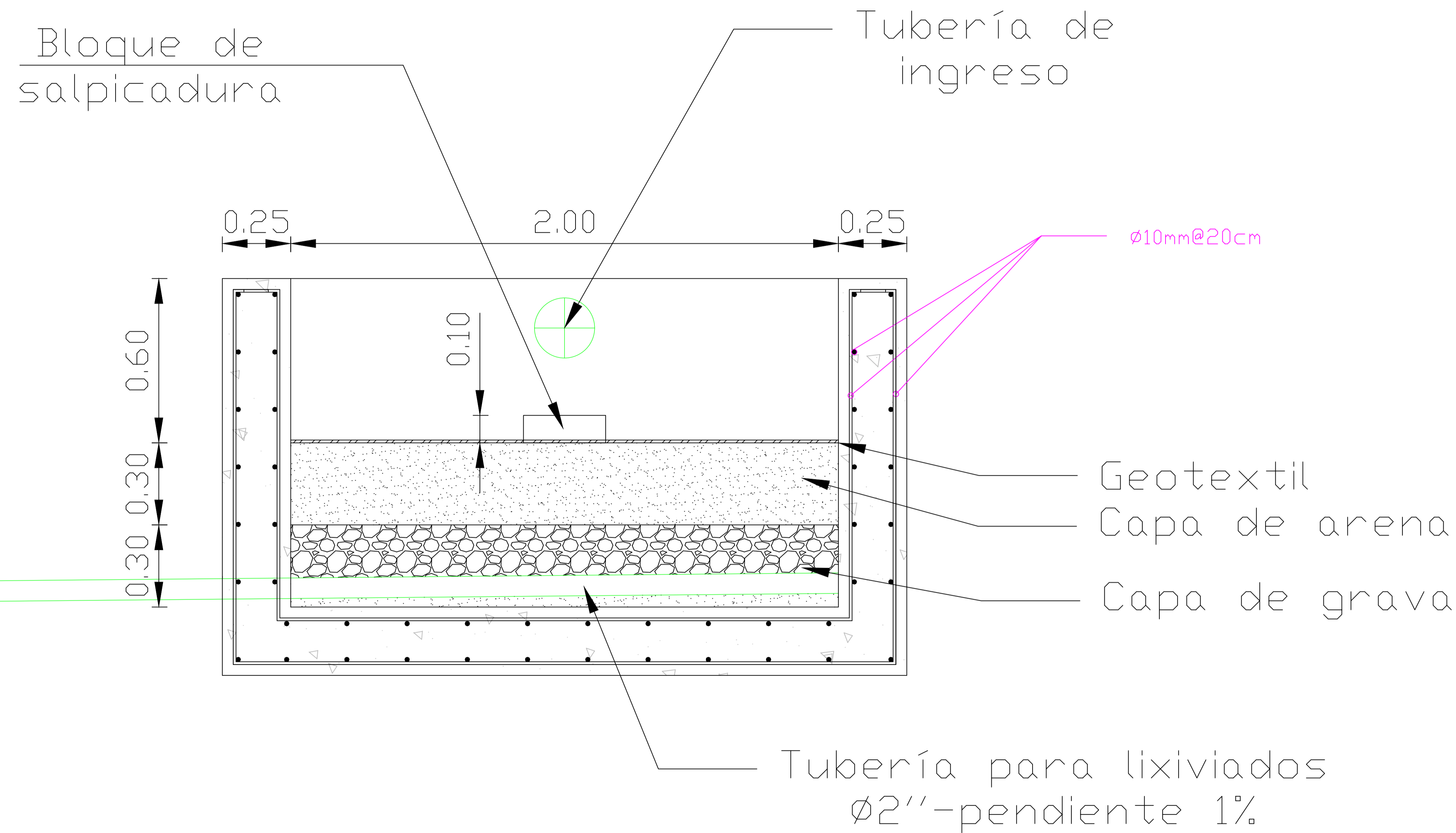
PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

CONTENIDO:
Planos de Rediseño: Detalle del armado del rediseño del clarificador; Sección D-D

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: E 2/3
			Escala: Indicadas

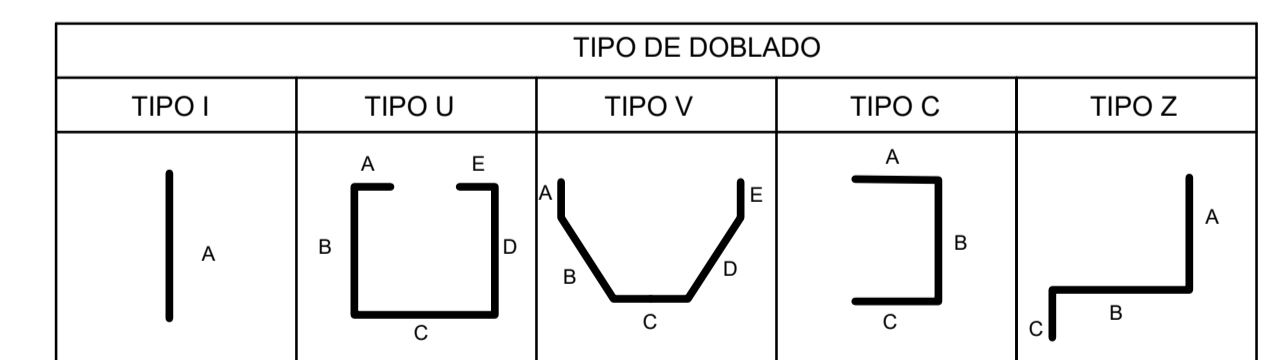


Provincia: Santa Elena
 Ciudad: Santa Elena
 Parroquia: Manglaralto
 Sector: Comuna Olón



CORTE E-E
 ESC 1:10

ID	Tipo	Diámetro mm	Peso Unitario Kg/m	Dimensiones					Longitud Desarrollada m	Cantidad Und.	Longitud Total m	Peso Total Kg
				a	b	c	d	e				
MC 18	U	10	0.6165	0.13	1.37	2.42	1.37	0.13	5.42	14	77.0	47.45
MC 19	U	10	0.6165	0.13	1.2	2	1.2	0.13	4.66	14	66.2	40.80
MC 20	U	10	0.6165	0.13	1.37	1.92	1.37	0.13	4.92	19	94.5	58.24
MC 21	U	10	0.6165	0.13	1.2	1.5	1.2	0.13	4.16	19	79.9	49.24
SUMA											195.73	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA DE LA TIERRA

PROYECTO:
Rediseño de la Planta Depuradora de Agua Residual de la comunidad de Santa María del Fiat - Olón

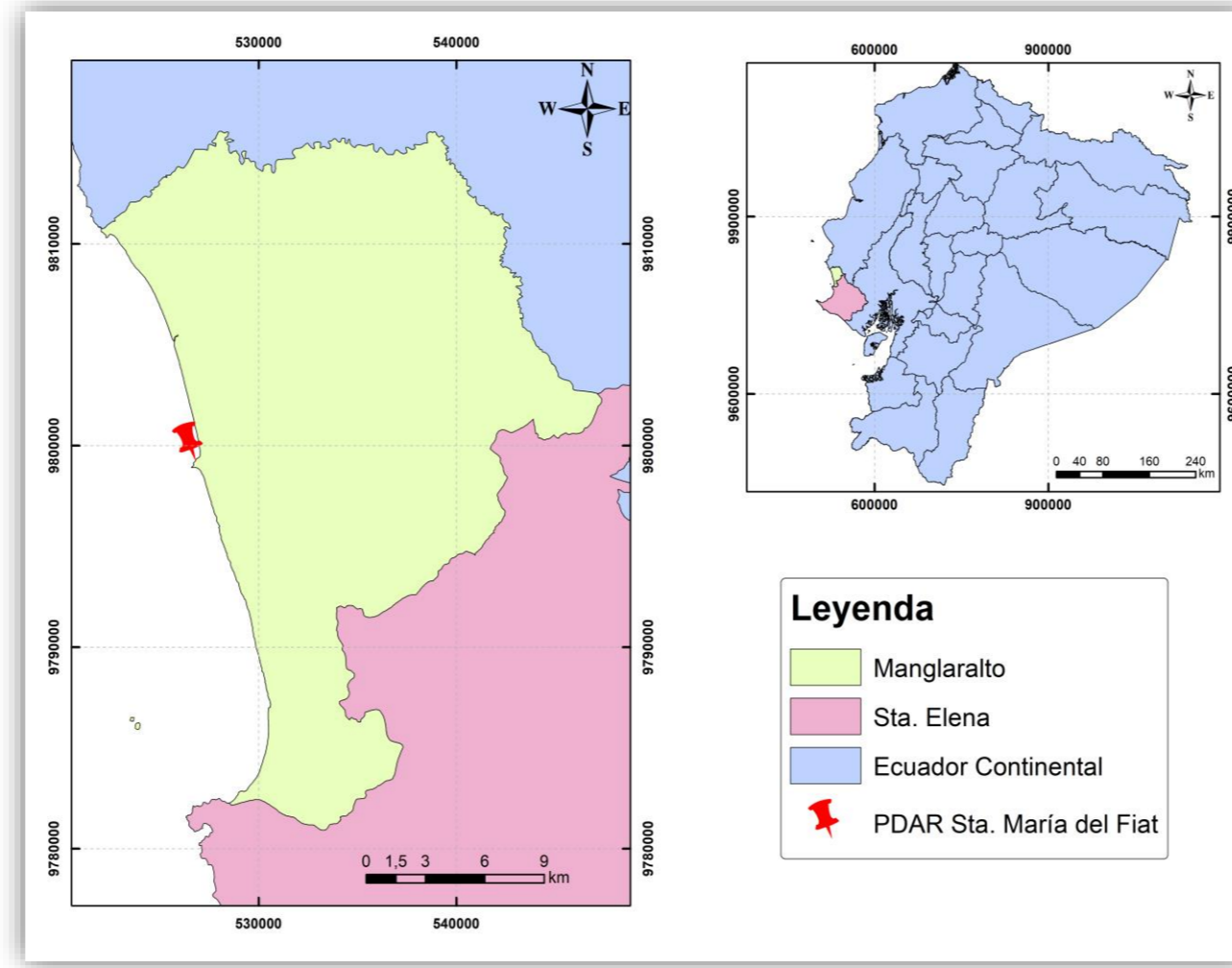
CONTENIDO:
Planos de Rediseño: Sección E-E, lecho de secado

Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Tutores d Conocimientos Especificos: Ing. Lenin Dender	Estudiantes: Itati Arteaga Bravo Douglas Núñez Olmedo	Fecha de Entrega: 25 de Ene, 2024
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Bethy Merchán			Lámina: E 3/3 Escala: Indicadas

REDISEÑO DE LA PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD STA. MARÍA DEL FIAT - OLÓN

PROBLEMA

Los lodos producidos por el proceso biológico aerobio se encuentran **flotando** en el clarificador, puede ser indicativo de la presencia de **bacterias filamentosas**.



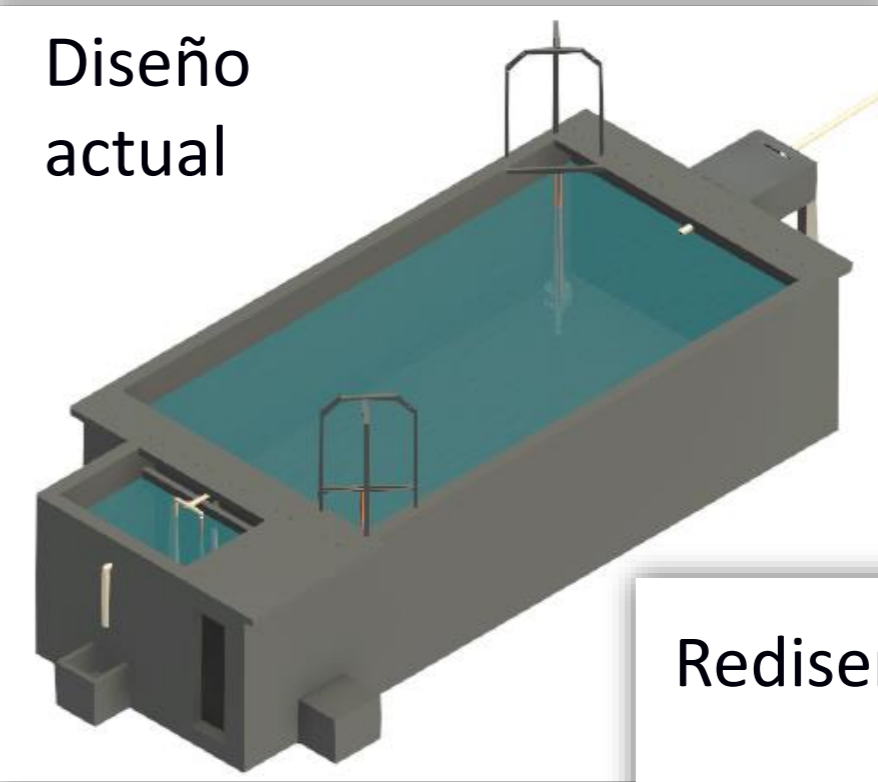
OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la planta de lodos activados de la comunidad Santa María del Fiat mediante ensayos de laboratorio, análisis de operaciones y procesos unitarios en la determinación de rendimientos para la optimización del sistema depurador.

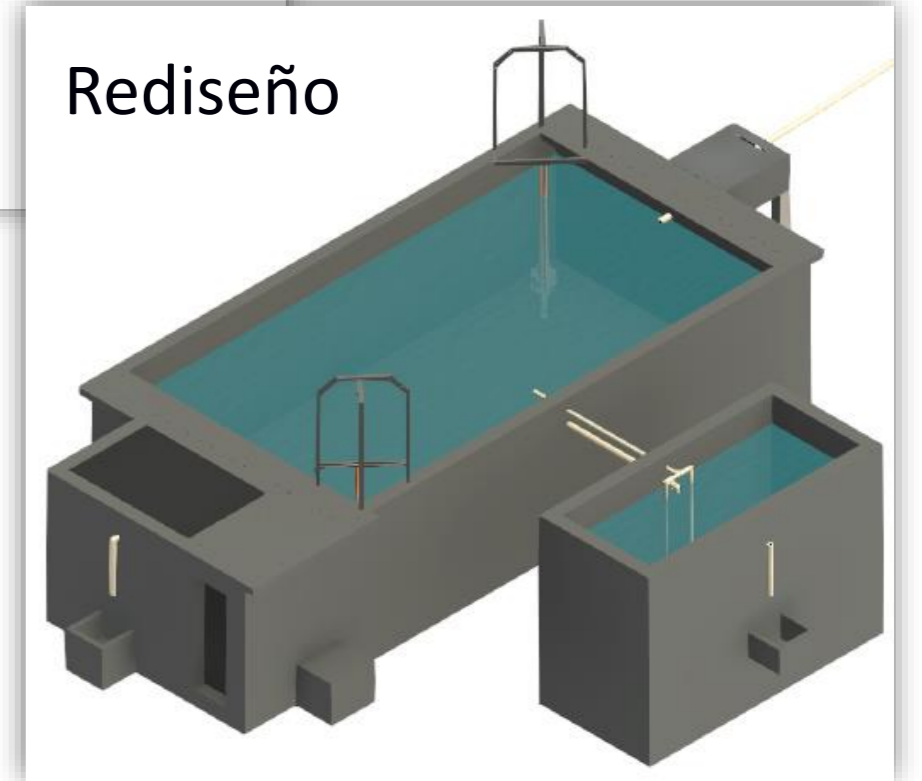
PROPUESTA

REDISEÑO DE LA PDAR	
Aplicar un proceso de aireación extendida o prolongada en un sistema de lodos activos	Aprovechan materia orgánica y nutrientes que vienen en las aguas residuales domésticas.
	Tiempo de aireación permanente.
	Aireadores mecánicos como sistema de aireación.
	Eficiencia de eliminación de la DBO entre el 75% a 95%
Clarificador	Sigue los criterios de diseño propuestos por Crites & Tchobanoglous (2000)
	Construir un nuevo clarificador con dimensiones adecuadas

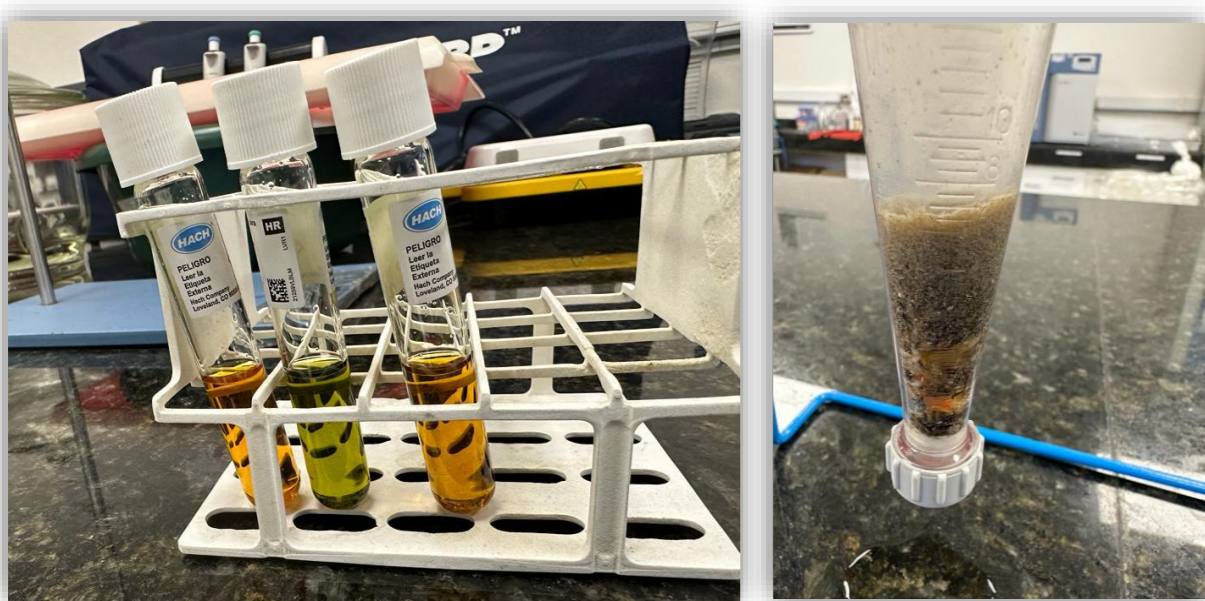
Diseño actual



Rediseño



RESULTADOS



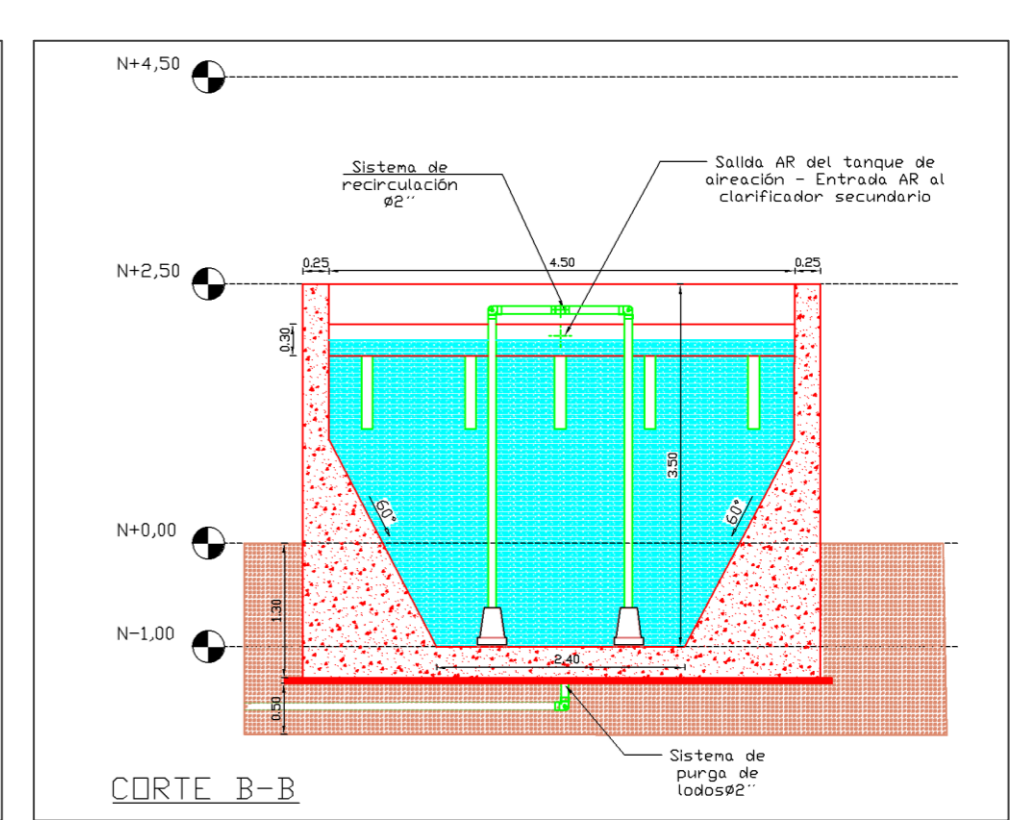
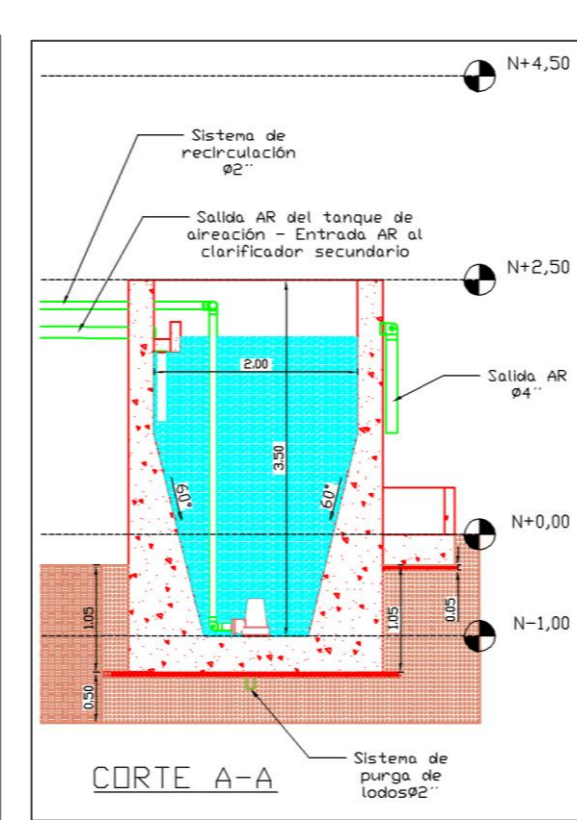
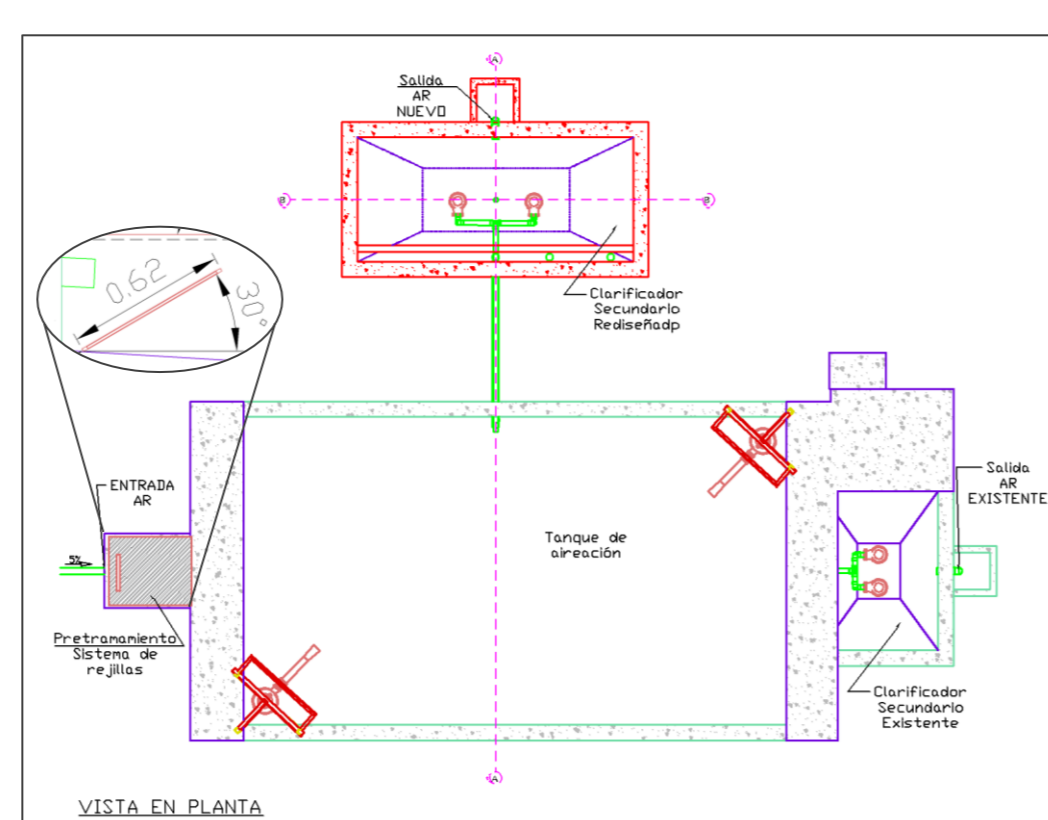
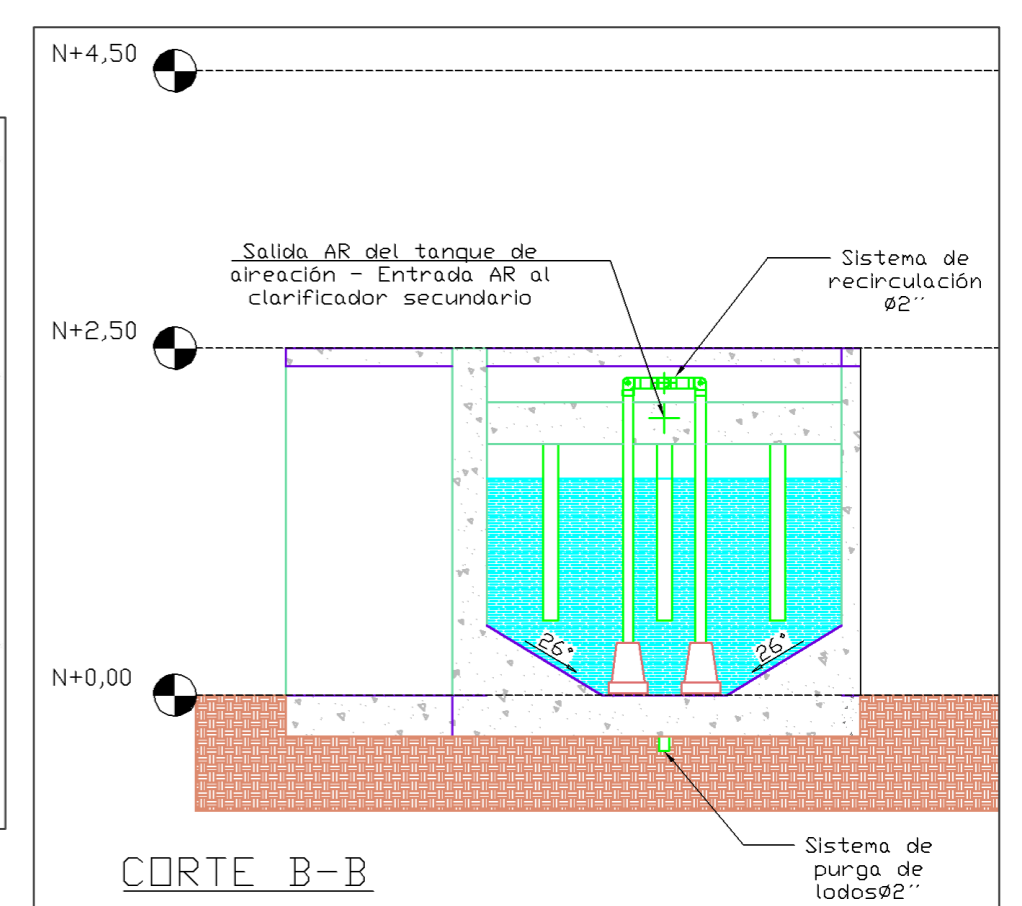
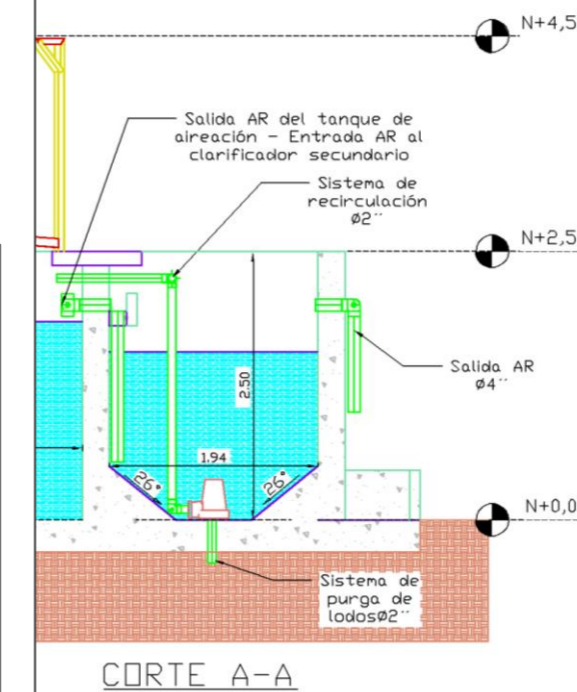
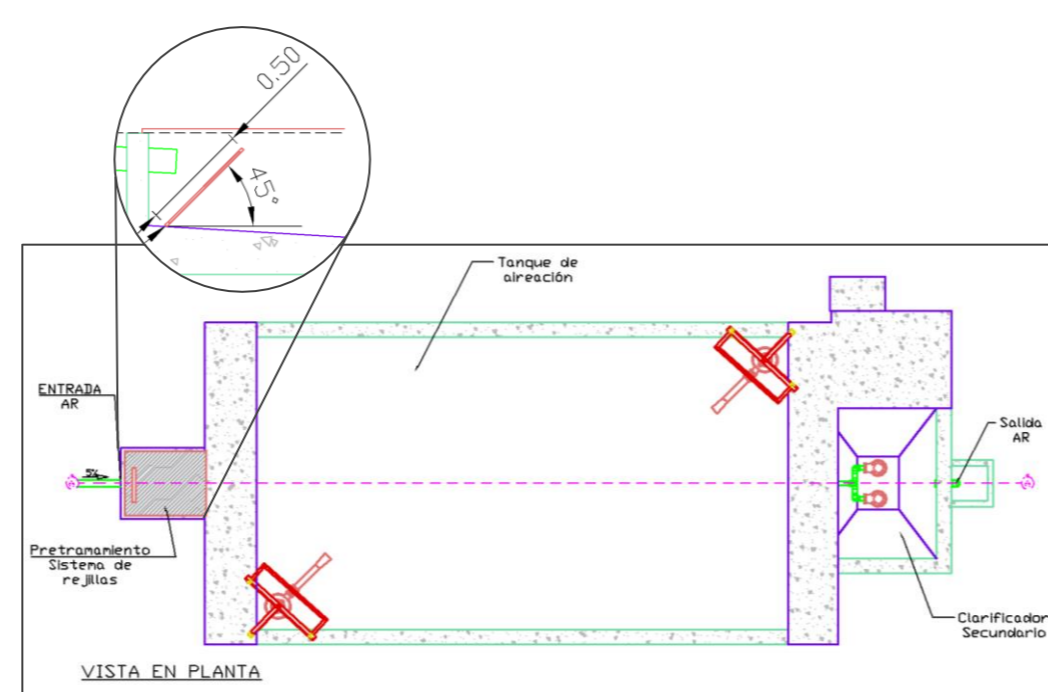
CARACTERIZACIÓN DEL AGUA				
Ensayos	Unidades	Muestreo		Límites Máximos Permisibles (LMP)
		Entrada	Salida	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	430	82	130
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	567	104	200
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	400	22	100
Coliformes Fecales	NMP/100ml	4700	54000	2000
Fósforo Total (P)	mg/L	6	3	10

SISTEMA DE REJILLAS	
Eficiencia	95%

BIORREACTOR	
Eficiencia	100%

CLARIFICADOR			
	Unidades	Dimensiones actuales	Rediseño
Longitud*	m	2,56	4,50
Ancho*	m	1,94	2
Profundidad*	m	2,00	1,49
Longitud**	m	0,90	2,4
Ancho**	m	0,70	1,02
Profundidad**	m	0,50	2,01
Profundidad total	m	2,50	3,5
Pendiente**	°	26	60
Volumen Total	m ³	11,16	24,23
Borde Libre	m	0,45	0,5
Volumen Util	m ³	8,93	19,73
L/A	-	1,32	2
A/P	-	1	1

*Sección rectangular del clarificador
**Sección tolva del clarificador



CONCLUSIONES

- La planta atiende a una población de 1546 habitantes. Mediante la caracterización del agua, se evidenció que se trata de un tipo de agua muy biodegradable; el rendimiento de la planta en forma global es de 80% debido a la presencia de lodos sobrenadantes en el clarificador.
- El caudal de purga desempeña un papel crucial para eliminar microorganismos filamentosos, controlando su proliferación y mejorando la eficiencia del proceso.
- Se rediseñó el sistema depurador mediante la propuesta de una infraestructura de saneamiento adecuada cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 6 y 11.

