

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

*“Diseño de sistema descentralizado de tratamiento de aguas residuales
basado en Humedales Artificiales para la Zona 4 de la ESPOL.”*

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Aguirre Sotomayor Fernando José

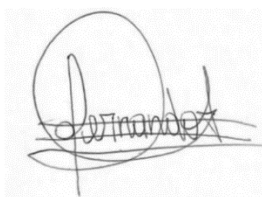
Suárez Ubilla Tomás Alejandro

GUAYAQUIL - ECUADOR

I PAO 2023

Declaración Expresa

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Fernando José Aguirre Sotomayor y Tomás Alejandro Suárez Ubilla damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Fernando José
Aguirre Sotomayor



Tomás Alejandro
Suárez Ubilla

DEDICATORIA

A mis padres, Fernando y Sofía, motor y motivo de mi vida, fuente de mis más sólidas inspiraciones, valores e ideales. Sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis hermanos y segundos padres, Fernando Javier y Yarizell, por cuidar de mi desde el primer día de esta etapa, por alentarme, apoyarme y creer en mí.

A Francisco, quien me inspira y motiva más de lo que imagina, y por quien trato de ser un mejor ser humano.

A mi familia, amigos y cada persona que durante estos 5 años aportaron a mi crecimiento y me permitieron creer que este sueño era posible.

Fernando José Aguirre Sotomayor

DEDICATORIA

A mis padres José y Yessenia, sin ustedes nada de esto podría ser posible, gracias a sus enseñanzas y consejos he podido crecer como hijo, hermano, persona y profesional, se merecen esto y más.

A mis hermanos, por estar ahí cuando los necesite.

A Pelu y Nico por siempre darme su patita cuando sentía que todo se me venía abajo.

Tomás Alejandro Suárez Ubilla

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme en los días más duros y las noches más largas, y nunca dejar de hacerme sentir su presencia.

A Tommy, el mejor compañero de tesis que pude pedir, sin ti nada sería posible.

A la Arq. Eunice Lindao, por haber confiado en mí desde el primer momento.

Al Fernando que un día lo soñó, al Fernando que día y noche trabajó por este sueño, y al Fernando que sigue soñando, lo hicimos.

A todos los docentes, compañeros de FICT y mi Ekipo Dinamita, por permitirme crear los mejores recuerdos de mi vida durante estos 5 años.

Y para finalizar, Kimberly, José y muy especialmente, Andrea, por ser los mejores compañeros que pude tener.

Fernando José Aguirre Sotomayor

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi motor durante este largo camino.

A Fernando, por el apoyo y la entrega a durante el desarrollo de este proyecto.

A la M.Sc. Fernanda Mejía, por todo el apoyo y las enseñanzas.

Y a todos mis amigos y futuros colegas, que estuvieron a lo largo de esta etapa ayudándome y alentándome.

Tomás Alejandro Suárez Ubilla

EVALUADORES

Ing. Ingrid Orta Zambrano

Ing. Cristian Salas Vázquez

RESUMEN

Ante la creciente tendencia de promover modos de vida sostenibles, los sistemas extensivos constituyen una alternativa óptima para el tratamiento del agua. Actualmente en la ESPOL, la Zona 4, constituye el área con mayor infraestructura para servicio, recreación y vivienda. No obstante, es la única que no posee conexión a la red de alcantarillado institucional, pues cuenta con un sistema propio para la disposición de aguas servidas, que no ha recibido mantenimiento en los últimos años. El presente estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales basado en humedales artificiales, que supla el servicio de la zona y se asocie a los Objetivos de Desarrollo Sostenible #6 y #15. La metodología empleada constó de: i. Levantamiento de información, socialización con el cliente y evaluación técnico-visual, ii. Análisis y procesamiento de datos, en laboratorio, caracterizando el agua producida; y en gabinete, refiriendo a diferentes normativas, finalizando con el iii. Diseño de la propuesta. Como resultado, se logró diseñar un proyecto holístico, que consta de: la repotenciación del sistema existente, 3 etapas de tratamiento, y un sistema de almacenamiento que reutiliza el agua tratada para irrigación de áreas verdes, generando un ahorro monetario. Adicionalmente, se obtuvieron planos, cronogramas y presupuestos complementarios al diseño. Concluyendo, el proyecto garantiza la remoción contaminante y promueve una cultura sostenible, que reemplaza a un sistema que no puede garantizar el tratamiento necesario para este tipo de aguas; e impulsa el desarrollo de este tipo de tratamientos en el mercado local de la construcción.

Palabras Clave: Sostenibilidad, Humedal Artificial, Deshidratador de Lodos, Dotación

ABSTRACT

Given the growing trend of promoting sustainable ways of life, extensive systems are an optimal alternative for water treatment. Currently in ESPOL, Zone 4, constitutes the area with the greatest infrastructure for service, recreation, and housing. However, it is the only one that does not have a connection to the institutional sewerage network, since it has its own system for the disposal of sewage, which has not received maintenance in recent years. The objective of this study is to design a wastewater treatment system based on artificial wetlands, which supplies the service in the area and is associated with the Sustainable Development Goals #6 and #15. The methodology used consisted of: i. Gathering of information, socialization with the client and technical-visual evaluation, ii. Analysis and processing of data, in the laboratory, characterizing the produced water; and in cabinet, referring to different regulations, ending with iii. Design of the proposal. As a result, it was possible to design a holistic project, which consists of the repowering of the existing system, 3 treatment stages, and a storage system that reuses the treated water for irrigation of green areas, generating monetary savings. Additionally, plans, schedules, and budgets complementary to the design were obtained. Concluding, the project guarantees pollutant removal and promotes a sustainable culture, which replaces a system that cannot guarantee the necessary treatment for this type of water; and promotes the development of this type of treatment in the local construction market.

Keywords: Sustainability, Constructed Wetland, Sludge Dehydrator, Endowment

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA	I
DEDICATORIA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
EVALUADORES	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS.....	XVIII
SIMBOLOGÍA.....	XIX
ÍNDICE DE FIGURAS	XX
ÍNDICE DE PLANOS.....	XXIII
ÍNDICE DE TABLAS	XXIV
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Presentación general del problema.....	3
1.3 Información básica	5
1.4 Justificación del problema	5
1.5 Objetivos	6
1.5.1 Objetivo General.....	6
1.5.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO 2.....	8

2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1	Revisión de literatura.....	8
2.2	Área de estudio	13
2.2.1	Información preliminar	13
2.2.2	Topografía	15
2.2.3	Drenaje Natural	16
2.2.4	Zonas de expansión y protección	17
2.2.5	Elección de la zona para implementación de humedal.....	17
2.3	Trabajo de Campo y Laboratorio.....	19
2.3.1	Cronograma de trabajos a realizar	19
2.3.2	Visita técnica al sitio	19
2.3.3	Preparación de la campaña de muestreo.....	23
2.3.4	Lugar de muestreo.....	27
2.3.5	Parámetros por analizar	27
2.3.6	Tipo de muestro y materiales requeridos.....	27
2.3.7	Muestreo.....	29
2.3.8	Trabajo de laboratorio.....	30
2.4	Análisis de datos	31
2.5	Análisis de alternativas.....	38
2.5.1	Alternativas para el Diseño de la Etapa 1	38
2.5.1.1	Humedal Artificial de flujo Superficial	38
2.5.1.2	Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Vertical.....	38
2.5.1.3	Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Horizontal	39
2.5.2	Alternativas para el Diseño de la Etapa 2.....	39
2.5.2.1	Descarga del Efluente en Zanjas de Infiltración	39
2.5.2.2	Descarga del Efluente en un Cuerpo de Agua	39

2.5.2.3	Descarga del Efluente en un Tanque de Bombeo para Riego de la Zona 40	
2.5.3	Criterios de evaluación	40
2.5.3.1	Parámetro de Evaluación: Criterio y Preferencia del Cliente.....	40
2.5.3.2	Parámetro de Evaluación: Costos de Ejecución del Proyecto	41
2.5.3.3	Parámetro de Evaluación: Tiempo de Ejecución de Obra	41
2.5.3.4	Parámetro de Evaluación: Impacto Ambiental.....	42
2.5.3.5	Parámetro de Evaluación: Costos de Mantenimiento del Proyecto.....	42
2.5.4	Ponderación de los Parámetros	43
2.5.4.1	Escala de Likert.....	43
2.5.4.2	Asignación de Porcentajes de Ponderación	43
2.5.5	Evaluación de las Alternativas.....	45
2.5.5.1	Humedal Artificial de flujo Superficial	45
2.5.5.2	Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Vertical.....	46
2.5.5.3	Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Horizontal	47
2.5.5.4	Descarga del Efluente en Zanjas de Infiltración	48
2.5.5.5	Descarga del Efluente en un Cuerpo de Agua	49
2.5.5.6	Descarga del Efluente en un Tanque de Bombeo para Riego de la Zona 50	
2.6	Elección de la Alternativa.....	52
2.6.1	Etapa I	52
2.6.2	Etapa II	52
CAPÍTULO 3.....		54
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	54
3.1	Diseños	54
3.1.1	Población de diseño	54
3.1.2	Dotaciones.....	56

3.1.3	Caudal de diseño.....	57
3.1.3.1	Caudal medio	57
3.1.3.2	Caudal de punta diario	57
3.1.3.2	Caudal de punta horario	58
3.1.4	Pretratamiento	58
3.1.4.1	Zona de desbaste.....	58
3.1.4.2	Desarenador.....	61
3.1.5	Tratamiento primario.....	64
3.1.5.1	Tanque Imhoff	64
3.1.5.2	Humedal artificial para deshidratación de lodos.	75
3.1.6	Tratamiento secundario	78
3.1.6.1	Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical	78
3.1.7	Diseño del tanque de agua para riego.....	82
3.1.8	Red de tuberías y colectores de A.A.S.S.....	84
3.1.8.1	Diámetro de tubería.....	85
3.1.8.2	Borde libre	87
3.1.8.3	Velocidad.....	88
3.1.8.4	Fuerza tractiva.....	89
3.2	Especificaciones Técnicas	91
CAPÍTULO 4.....		93
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	93
4.1	Descripción del Proyecto.....	93
4.2	Línea base ambiental	94
4.2.1	Medio físico – químico	94
4.2.1.1	Clima	94
4.2.1.2	Suelo	94
4.2.2	Medio biótico	94

4.2.2.1 Flora	94
4.2.2.2 Fauna	95
4.2.3 Medio socio – cultural	95
4.2.3.1 Infraestructura Física	95
4.2.3.2 Educación	95
4.3 Actividades del proyecto	96
4.4 Identificación de impactos ambientales	97
4.5 Valoración de impactos ambientales	99
4.6 Medidas de prevención/mitigación	104
CAPÍTULO 5.....	107
5. PRESUPUESTO.....	107
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo	107
5.2 Rubros y análisis de precios unitarios	111
5.3 Descripción de cantidades de obra	114
5.4 Valoración integral del costo del proyecto	117
5.5 Cronograma de obra	123
CAPITULO 6.....	128
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
6.1 Conclusiones.....	128
6.2 Recomendaciones	130
BIBLIOGRAFÍA.....	132
PLANOS Y ANEXOS.....	136
I ANEXO – ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	137
A001. Limpieza y desbroce del terreno	138
A002. Letrero de obra.	138
A003. Cerramiento provisional.	139
A004. Suministro e instalación de baterías sanitarias.....	139

A005. Instalación de caseta de guardianía y bodega.	140
A006. Instalación eléctrica.	140
A007. Instalación de agua.....	141
B008. Excavación a maquinaria.....	141
B009. Demolición de estructura existente.....	142
C010. Replanteo y nivelación.	142
C011. Excavación manual de zanjas.	143
C012. Relleno compactado con material del sitio.	143
C013. Relleno compactado con material de mejoramiento.....	144
C014. Entibado de zanjas.	145
C015. Colocación de cama de arena.....	145
C016. Suministro e instalación de tuberías PVC Ø160mm.....	146
C017. Construcción de cajas de registro (incluye tapa).....	147
D018. Excavación manual de zanjas.	148
D019. Entibado de zanjas.	148
D020. Replanteo de Hormigón Simple $f'c=140$ kg/cm ²	149
D021. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	150
D022. Hormigón para muros $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	151
D023. Tarrajeo con impermeabilizante.	151
D024. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	152
D025. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200$ kg/cm ²	153
D026. Hormigón para muros $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	154
D027. Acero de refuerzo para muros $f_y=4200$ kg/cm ²	154
D028. Acero para rejillas finas y gruesas.....	155

D029. Excavación manual de zanjas.	156
D030. Entibado de zanjas.	156
D031. Replanteo de Hormigón Simple $f'c=140$ kg/cm ²	157
D032. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	158
D033. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200$ kg/cm ²	158
D034. Hormigón para muros $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	159
D035. Tarrajeo con impermeabilizante.	160
D036. Suministro e instalación de accesorios para el tanque Imhoff.	161
D037. Replanteo y trazado de zona de decantación.	161
D038. Hormigón para zona de decantación $f'c=210$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	162
D039. Suministro e Instalación de tuberías para extracción de lodos.	162
D040. Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente.	164
D041. Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente.	165
D042. Replanteo y nivelación.	166
D043. Excavación a maquinaria.	166
D044. Impermeabilización con Geomembrana.	167
D045. Suministro y siembra de pasto alemán.	168
D046. Suministro e Instalación de tuberías para salida del humedal artificial.	168
D047. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm).	170
D048. Colocación de Arena (5mm).	170
D049. Colocación de Arena (0.06-4mm).	171
D050. Replanteo y nivelación.	171
D051. Excavación a maquinaria.	172
D052. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm ² (Incluye Encofrado y Desencofrado).	173

D053. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	174
D054. Hormigón para muros $f'_c=240\text{ kg/cm}^2$ (Incluye Encofrado y Desencofrado).	174
D055. Acero de refuerzo para muros $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	175
D056. Suministro y colocación de lodos consolidados.....	176
D057. Suministro e Instalación de tuberías para distribución de lodos.	177
D058. Suministro e Instalación de tuberías para tuberías de aireación.	178
D059. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm).	179
D060. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 5mm).	179
D061. Replanteo y nivelación.	180
D062. Excavación a maquinaria.	181
D063. Mampostería de bloque macizo.....	181
D064. Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente.....	182
E065. Suministro de equipos de protección personal.	183
E066. Letreros informativos/Preventivos.....	183
E067. Cintas de señalización.....	184
E068. Parantes de caña/madera con dados de hormigón.	185
E069. Conos de tráfico.....	186
E070. Reuniones Informativas (Socialización del Proyecto con la comunidad). ...	186
E071. Monitoreo y medición de ruido.....	187
E072. Monitoreo y medición de polvo (PM 10 y PM 2,5).	188
E073. Agua para control de polvo.....	189
E074. Contenedor para disposición de desechos.	190
E075. Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	191
E076. Fumigación del área.	192
E077. Podado de vegetación sembrada.	192
E078. Limpieza final de obra.....	193

II ANEXO – ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	194
III ANEXO – PLANOS	268
IV ANEXO – CRONOGRAMA.....	¡Error! Marcador no definido.

ABREVIATURAS

COPOL	Colegio Politécnico
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
FCV	Facultad de Ciencias de la Vida
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
GIF	Gerencia de Infraestructura Física
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental

SIMBOLOGÍA

Øint	Diámetro interno de tubería
f'c	Resistencia a la compresión del hormigón
fy	Resistencia a la tracción
PVC	Policloruro de Vinilo
H.S.	Hormigón Simple
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
NTK	Nitrógeno Total Kjeldahl
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SSF	Sólidos Suspendidos Fijos
SSV	Sólidos Suspendidos Volátiles
SS	Sólidos Sedimentables
Ha	Hectárea
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
A	Área
P	Población
L	Litros
Q	Caudal
S	Pendiente
V	Volumen

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Zonificación del campus Gustavo Galindo [Aguayo, 2020].	1
Figura 1.2 Propuesta de mejora del sistema de tratamiento del área de tecnologías [Vintimilla y Quiñonez, 2020].	2
Figura 1.3 Humedal subsuperficial propuesto [Vintimilla y Quiñonez, 2020].	2
Figura 1.4 Propuesta de alcantarillado sanitario para zona 4. [Arias y Fernández, 2021].	3
Figura 2.1 Humedal artificial de la Universidad Nacional de Ingeniería [Pastor, Arias, & Miglio, 2017].	10
Figura 2.2 Corte transversal y longitudinal de humedales artificiales de flujo superficial [Ortega, Ferrer, Salas, Aragón, & Real, 2010].	12
Figura 2.3 Corte transversal y longitudinal de humedales artificiales de flujo subsuperficial [Ortega, Ferrer, Salas, Aragón, & Real, 2010].	13
Figura 2.4 Ubicación de pozos sépticos zona 4 [Elaboración propia, 2023].	14
Figura 2.5 Conexiones de las edificaciones a los pozos sépticos [Cruz & Hidalgo, 2021].	15
Figura 2.6 Topografía de Espol [Cruz & Hidalgo, 2021].	15
Figura 2.7 División de subcuencas en ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].	16
Figura 2.8 División de microcuencas en ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].	16
Figura 2.9 Zonas de expansión y protección permanente de ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].	17
Figura 2.10 Zonas de posible implantación [Elaboración propia, 2023].	18
Figura 2.11 Pozo Séptico B [Elaboración propia, 2023].	20
Figura 2.12 Tubería de ingreso pozo séptico B [Elaboración propia, 2023].	20
Figura 2.13 Tubería de ingreso al pozo séptico C [Elaboración propia, 2023].	20
Figura 2.14 Pozo séptico C [Elaboración propia, 2023].	20
Figura 2.15 Pozo séptico D [Elaboración propia, 2023].	21
Figura 2.16 Tubería de ingreso al pozo séptico D [Elaboración propia, 2023].	21
Figura 2.17 Tubería de ingreso al pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].	21
Figura 2.18 Pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].	21
Figura 2.19 Pozo séptico A [Elaboración propia, 2023].	22
Figura 2.20 Pozo séptico A [Elaboración propia, 2023].	22
Figura 2.21 Tubería de ingreso pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].	23

Figura 2.22 Estado actual del pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].	23
Figura 3.1 Reporte de asistencia presentado por la aplicación de registro a gimnasios, "Crosshero" [Cáceres, 2023].	54
Figura 3.2 Reporte de asistencia presentado por la aplicación de registro a piscina, "Crosshero" [Cáceres, 2023].	55
Figura 3.3 Vistas del canal de desbaste [Elaboración propia,2023].	64
Figura 3.4 Elementos de la zona de decantación [García & Corzo, 2008].	67
Figura 3.5 Zonas del tanque Imhoff [García & Corzo, 2008].	71
Figura 3.6 Vista en planta del tanque Imhoff [Elaboración propia, 2023].	74
Figura 3.7 Vista en elevación del tanque Imhoff [Elaboración propia,2023].	75
Figura 3.8 Vista en planta de humedal de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].	78
Figura 3.9 Vista en elevación del humedal para deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].	78
Figura 3.10 Vista en planta de humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].	82
Figura 3.11 Vista en elevación de humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].	82
Figura 3.12 Alturas y materiales del humedal artificial [Elaboración propia, 2023].	82
Figura 3.13 Zonas a regar con agua tratada [Elaboración propia, 2023].	83
Figura 3.14 Sistema propuesto para tratamiento y recolección de aguas residuales [Elaboración propia, 2023].	84
Figura 4.1 Matriz de Correlación Parámetros Ambientales vs. Magnitud del Impacto [Elaboración propia, 2023].	97
Figura 4.2 Matriz de Leopold - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023]	98
Figura 4.3 Matriz de Operación - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023].	98
Figura 4.4 Matriz de Leopold - Fase de Abandono [Elaboración propia, 2023]	99
Figura 4.5 Escala de Valoración Matriz de Leopold [Elaboración propia, 2023].	100
Figura 4.6 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023].	101
Figura 4.7 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Operación [Elaboración propia, 2023].	102

Figura 4.8 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Abandono [Elaboración propia, 2023]..... 103

Figura 4.9 Clasificación del Impacto - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023] 104

Figura 4.10 Clasificación del Impacto - Fase de Operación [Elaboración propia, 2023] 104

Figura 4.11 Clasificación del Impacto - Fase de Abandono [Elaboración propia, 2023] 104

Figura 5.1 Estructura de desglose de trabajo [Elaboración propia, 2023]. 107

Figura 5.2 Fase de planificación [Elaboración propia, 2023] 108

Figura 5.3 Fase de diseño [Elaboración propia, 2023]. 108

Figura 5.4 Suministro de materiales [Elaboración propia, 2023]. 109

Figura 5.5 Fase de construcción [Elaboración propia, 2023]..... 110

Figura 5.6 Desglose de entregables [Elaboración propia, 2023]. 110

Figura 5.7 Cronograma de Obra - Diagrama de Gantt [Elaboración propia, 2023]..... 127

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1. Tratamiento Secundario del Humedal de Flujo Subsuperficial
- PLANO 2. Pretratamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
- PLANO 3. Tratamiento Primario – Tanques Imhoff
- PLANO 4. Tratamiento de Lodos – Deshidratador de Lodos
- PLANO 5. Tuberías, Colectores y Cajas de Registro – Red AA. SS
- PLANO 6. Tuberías, Colectores y Cajas de Registro – Red AA. SS – Detalles 1
- PLANO 7. Tuberías, Colectores y Cajas de Registro – Red AA. SS – Detalles 2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Eficiencia de remoción del humedal de la Universidad Nacional de Ingeniería [Pastor, Arias, & Miglio, 2017]	10
Tabla 2.2 Información de pozos existentes en la zona 4 [Elaboración propia, 2023].	14
Tabla 2.3 Cronograma de trabajos [Elaboración propia, 2023].	19
Tabla 2.4 Parámetros a muestrear [Elaboración propia, 2023].	28
Tabla 2.5 Ensayos y sus metodologías [Elaboración propia, 2023].	30
Tabla 2.6 Resultados de los parámetros inestables [Elaboración propia, 2023].	33
Tabla 2.7 Resultados de ensayos de sólidos [Elaboración propia, 2023].	34
Tabla 2.8 Resultados de ensayos de DQO [Elaboración propia, 2023].	34
Tabla 2.9 Resultados de ensayos de DQO [Elaboración propia, 2023]	34
Tabla 2.10 Resultado de ensayos realizados por un laboratorio externo [Deproinsa, 2023].	35
Tabla 2.11 Caracterización del agua de Guayaquil [Interagua, 2016].	36
Tabla 2.12 Caracterización de aguas residuales Universidad Nacional de Ucayali [Rivera & Arévalo, 2015].	37
Tabla 2.13 caracterización de aguas residuales de la universidad nacional de ingeniería [Pastor, Arias & Miglio, 2017].	37
Tabla 2.14 Parámetros de diseño [Elaboración propia, 2023].	37
Tabla 2.15 Análisis de alternativa HAFS [Elaboración propia, 2023].	45
Tabla 2.16 Análisis de alternativa de HAFSSv [Elaboración propia, 2023].	46
Tabla 2.17 Análisis de alternativa de HAFSSh [Elaboración propia, 2023.]	47
Tabla 2.18 Análisis de zanjas de infiltración [Elaboración propia, 2023].	48
Tabla 2.19 Análisis descarga a cuerpo de agua [Elaboración propia, 2023]. ...	49
Tabla 2.20 Análisis de tanque de bombeo para zona de riego [Elaboración propia, 2023].	50
Tabla 2.21 Análisis en conjunto de la etapa I de tratamiento [Elaboración propia, 2023].	52
Tabla 2.22 Análisis de etapa II disposición de aguas tratadas [Elaboración propia, 2023].	52
Tabla 3.1 Dotaciones de las diferentes instalaciones [Elaboración propia, 2023].	56

Tabla 3.2 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas [Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2009].	57
Tabla 3.3 Resultados de caudales de diseño [Elaboración propia, 2023].	58
Tabla 3.4 Valores recomendados de los parámetros necesarios para el diseño de un canal de desbaste y sus respectivas rejillas [García & Corzo, 2008].	58
Tabla 3.5 Parámetros de diseño definidos [Elaboración propia, 2023].	60
Tabla 3.6 Dimensionamiento del canal de desbaste [Elaboración propia,2023].	61
Tabla 3.7 Valores recomendados de los parámetros necesarios para el dimensionamiento de desarenadores [García & Corzo, 2008].	61
Tabla 3.8 Parámetros definidos para el diseño del desarenador [Elaboración propia,2023].	63
Tabla 3.9 Resultados del dimensionamiento del desarenador [Elaboración propia,2023].	63
Tabla 3.10 Parámetros de diseño de tanques Imhoff [García & Corzo, 2008].	64
Tabla 3.11 Dimensionamiento de tanques Imhoff [Elaboración propia, 2023].	69
Tabla 3.12 Resultados del dimensionamiento del tanque Imhoff [Elaboración propia, 2023].	73
Tabla 3.13 Porcentajes de remoción generados por tanques Imhoff [Mejía, 2021].	73
Tabla 3.14 Calidad del efluente de los tanques Imhoff [Elaboración propia,2023].	74
Tabla 3.15 Parámetros de diseño de humedal de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].	75
Tabla 3.16 Dimensionamiento de humedales de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].	77
Tabla 3.17 Parámetros de diseño del humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].	80
Tabla 3.18 Dimensionamiento de humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].	81
Tabla 3.19 Dimensionamiento del tanque de agua para riego [Elaboración propia, 2023].	83
Tabla 3.20 Longitud de tuberías del sistema planteado [Elaboración propia, 2023].	84

Tabla 3.21 Dimensiones de pozos [INEN, 1992].....	85
Tabla 3.22 Distancia entre pozos de revisión [INEN, 1992].	85
Tabla 3.23 Catalogo de tuberías [Novafort,2019].....	86
Tabla 3.24 Caudales de diseño y diámetros de tuberías del sistema propuesto [Elaboración propia, 2023].....	86
Tabla 3.25 Relaciones hidráulicas en el diseño [Elaboración propia, 2023].....	88
Tabla 3.26 Velocidades obtenidas en el diseño [Elaboración propia, 2023]. ...	89
Tabla 3.27 Tensión tractiva en las tuberías de diseño [Elaboración propia,2023].	90
Tabla 3.28 Cotas de diseño del sistema de recolección de aguas residuales [Elaboración propia, 2023].....	91
Tabla 4.1 Actividades por Fase del Proyecto. [Elaboración Propia, 2023]	96
Tabla 4.2 Clasificación del Impacto Ambiental	100
Tabla 4.3 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Construcción. [Elaboración Propia, 2023]	105
Tabla 4.4 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Operación. [Elaboración Propia, 2023]	106
Tabla 4.5 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Desalojo. [Elaboración Propia, 2023]	106
Tabla 5.1 Resumen de rubros [Elaboración propia, 2023].	111
Tabla 5.2 Resumen de cantidades de obra [Elaboración propia, 2023].	114
Tabla 5.3 Presupuesto total del proyecto [Elaboración propia, 2023].	117
Tabla 5.4 costos por etapas [Elaboración propia, 2023].	121
Tabla 5.5 Costos por metro cuadrado [Elaboración propia, 2023].	121
Tabla 5.6 Comparación entre proyectos [Elaboración propia,2023].....	122

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Debido a la gran extensión del campus Gustavo Galindo, el Programa de Sostenibilidad, a partir del “Informe de Aguas Residuales Campus Gustavo Galindo”, zonificó las 657.99 ha. con los que cuenta la institución en 16 zonas.

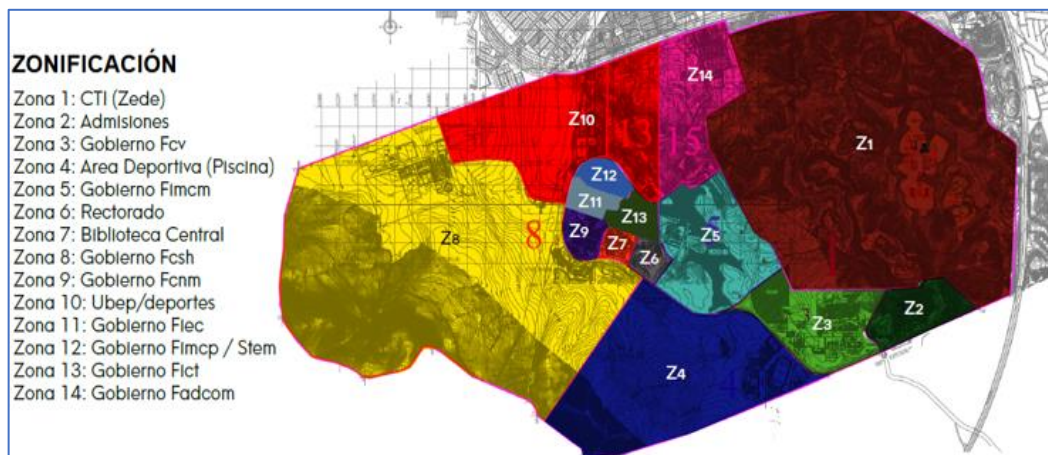


Figura 1.1 Zonificación del campus Gustavo Galindo [Aguayo, 2020].

En este documento se indica la existencia de 16 pozos sépticos, que no son monitoreados periódicamente. 4 de estos pozos se ubican en la zona 4. Por ello, reciben las aguas residuales de las suites de docentes, la vinculación con el bosque protector, la planta purificadora y embotelladora, el centro de compostaje y el área deportiva, que abarca piscina, gimnasio y comedor. Los demás pozos se corresponden con las suites de docentes y el nuevo plan habitacional para estudiantes. Es importante señalar que están conectados por medio de ductos a la zona 3. Su efluente, en conjunto con el de otros 15 edificios, conforman el Gobierno FCV. Su contenido se descarga en una laguna anaerobia, que no realiza el tratamiento adecuado antes de verter el caudal hacia el bosque protector (Aguayo, 2020)

En respuesta a esta problemática, se ha presentado propuestas no solo para conectar los pozos sépticos existentes, sino también para rediseñar la laguna de oxidación de la zona de tecnologías. La primera propuesta fue realizada por Vintimilla y Quiñonez (2020). En esta tesis se propuso la construcción de un desarenador y la conversión de la laguna de oxidación a un humedal artificial de tipo subsuperficial horizontal (Figura 1.2 y 1.3).

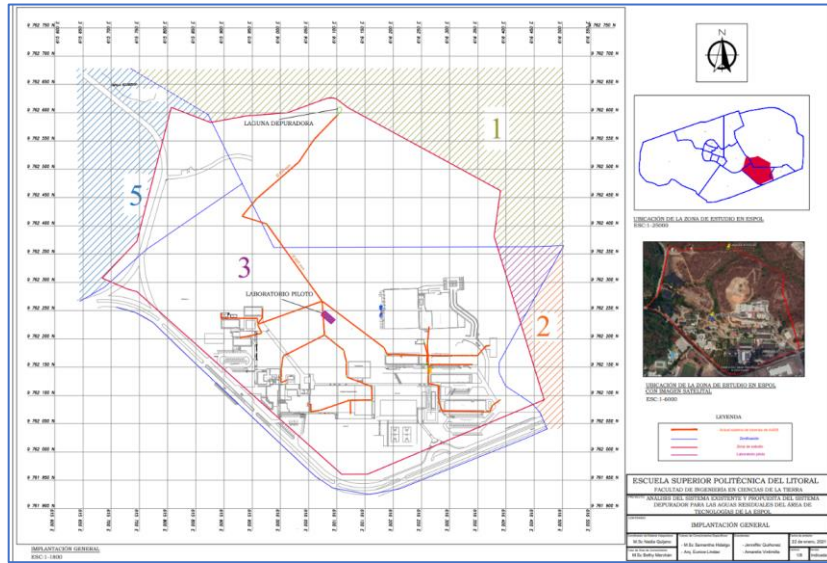


Figura 1.2 Propuesta de mejora del sistema de tratamiento del área de tecnologías [Vintimilla y Quiñonez, 2020].

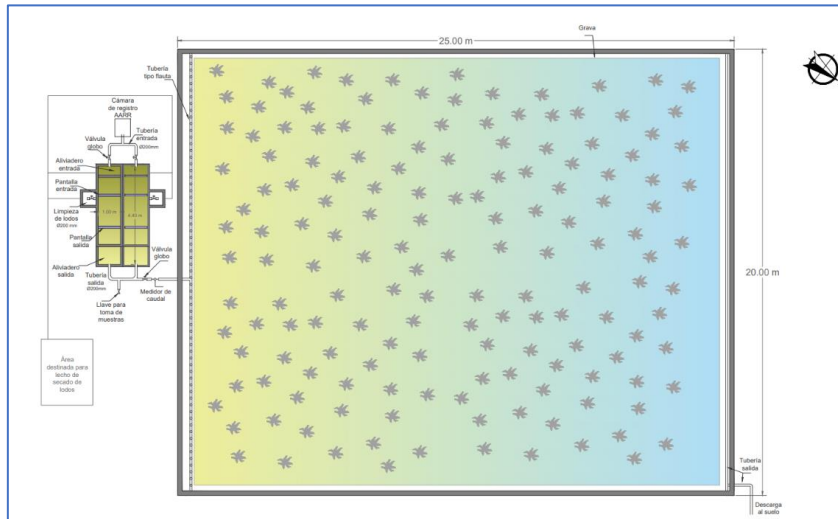


Figura 1.3 Humedal subsuperficial propuesto [Vintimilla y Quiñonez, 2020].

La segunda propuesta (Arias y Fernández, 2021) se enlaza con lo realizado por Vintimilla y Quiñonez. En esta ocasión, se conecta los edificios de la zona 4, que poseen pozos sépticos, al sistema existente (Figura 1.4).

contando con 10000 y 1500 estudiantes, respectivamente. A esta cifra se suma los 531 profesores enrolados en la institución. El campus Gustavo Galindo, hogar de la universidad, también alberga otros organismos como colegios, laboratorios de investigación e industrias dedicadas al desarrollo sostenible. De acuerdo con lo establecido en el “Plan maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para ESPOL” (Cruz e Hidalgo, 2021), la extensión del campus es de 657.99 ha. De esta extensión, 332.2 ha. se corresponden con bosque y vegetación protegida y 124.30 ha. con la zona urbanizada. Además, 132.10 ha. configuran la ZEDE (Zonas Especiales de Desarrollo Económico). El territorio restante pertenece a distintas entidades, como al Cuerpo de Bomberos o el Grupo de Operaciones Especiales.

El sector de tecnologías de la ESPOL engloba a la Facultad de Ciencias de la Vida, el Colegio Politécnico del Litoral (COPOL), los gimnasios, la piscina y la vinculación con el bosque protector. Este sector se encuentra parcialmente conectado al sistema de aguas servidas, que descarga en una laguna de estabilización anaerobia. El efluente generado es infiltrado al suelo. Sin embargo, de acuerdo con el informe del manejo de aguas residuales en el campus realizado en el 2019, la laguna no recibe ningún tipo de mantenimiento ni monitoreo. Por su parte, las edificaciones que no se encuentran conectadas al sistema existente, se manejan por medio de pozos sépticos, cuyo mantenimiento o monitoreo no ha sido establecido.

Por medio de este trabajo, se desarrolla una solución sostenible al manejo de aguas residuales de todas las edificaciones sin conexión al sistema de alcantarillado. Al mismo tiempo, se presenta a la universidad un caso de estudio e investigación a partir del uso de un método alternativo de tratamiento de aguas, que no es invasivo con el bosque protector donde se implementa.

1.3 Información básica

El programa de sostenibilidad de la ESPOL (M.A. Aguayo, comunicación personal, 6 de enero del 2023) otorgó la siguiente información básica:

- La propuesta de Plan Maestro de Agua Potable, Aguas Sanitarias y Aguas Lluvias del Campus Gustavo Galindo.
- Los informes de Aguas Residuales del Campus Gustavo Galindo, realizados por LABCESTTA S.A.
- Los datos meteorológicos medidos por el Centro de Energías Renovables y Alternativas (CERA) de ESPOL.
- El informe de metros cúbicos de agua residual tratados en las plantas existentes del campus Gustavo Galindo.
- El resumen de consumo de agua potable del 2017 al 2022 en el campus Gustavo Galindo.

1.4 Justificación del problema

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), más del 80% de las aguas residuales producto de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, provocando su contaminación. Además, 4 billones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes o letrinas (como se citó en Organización de las Naciones Unidas, 2015). En cuanto al Ecuador, el 85.9% de las personas tienen acceso a saneamiento básico (INEC, 2017), sin embargo, solo el 60.43% de la población cuenta con acceso a alcantarillado. Esto indica que gran parte de la población maneja las aguas residuales por medio de pozos sépticos o pozos ciegos, letrinas, y, en el peor de los casos, sin forma de saneamiento alguno (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2020).

Una problemática relacionada es que solo el 22.4% del agua distribuida a nivel nacional por los GAD Municipales ingresa a plantas de tratamiento (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2021). Al igual que el resto del país, el campus Gustavo Galindo cuenta con zonas que no se conectan al

alcantarillado sanitario de la institución. Por tanto, no poseen el respectivo tratamiento ni monitoreo periódico, causando infiltraciones de aguas residuales en el bosque protector.

Debido a la falta de mantenimiento de los pozos sépticos ubicados en la zona 4, se descarga las aguas residuales al bosque protector. Por medio de los acuíferos, el agua residual llega al lago de ingenierías, produciendo la eutrofización del cuerpo de agua. Esto quiere decir que, se “enriquece los nutrientes del sistema acuático, promoviendo un aumento en la densidad del fitoplancton lo cual deriva en una pérdida de la calidad del agua, así como las condiciones anóxicas” (García Lozano, 2016, pag.).

El proyecto busca atender 2 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ONU, 2015): el número 6, Agua Limpia y Saneamiento, y el número 15, Vida de Ecosistemas Terrestres. Por ello, se busca un manejo correcto de las aguas residuales producidas en la zona de estudio, que simultáneamente evitará la contaminación del lago de ESPOL y de las zonas colindantes.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales con base en humedales artificiales, que supla el servicio de la Zona 4 del Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y se asocie a los Objetivos de Desarrollo Sostenible #6 (Agua Limpia y Saneamiento) y #15 (Vida de Ecosistemas Terrestres).

1.5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el sistema de tratamiento de aguas existente de la Zona 4 de ESPOL, caracterizando la calidad del agua residual producida y analizando las condiciones técnicas del sistema vigente, para la determinación de su factibilidad proyectada a la población futura.

- Plantear soluciones de diseño, por medio de un estudio de factibilidad que considere aspectos de ingeniería, localización, costos de construcción, operación y mantenimiento, de modo que se garantice el mayor índice de eficiencia para atender a la necesidad de la Zona 4.
- Promover el desarrollo sostenible de la zona 4, a través de la reutilización del agua tratada, para el riego de vegetación adyacente al lugar del proyecto y el ahorro de recursos.

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Los humedales artificiales son un sistema natural de tratamiento de aguas residuales. Esto quiere decir que depuran el agua a partir de mecanismos y procesos que no requieren energía externa o químicos para asegurar eficiencia en la eliminación de contaminantes. Son tecnologías no convencionales, que se caracterizan por sus bajos costos de construcción, mantenimiento, consumo energético e impacto ambiental reducido (García & Corzo, 2008).

Los humedales artificiales se clasifican en 2 grupos. El primero incluye a los de flujo superficial, que forman una lámina de agua en la superficie del humedal que está en contacto con los tallos de las plantas emergentes, cuya interacción producirá el tratamiento. Los segundos son los de flujo subsuperficial. En esta tecnología, se crea un flujo de agua en el sustrato filtrante sobre el que se coloca la vegetación que se encargara de realizar el tratamiento (Salas et al.).

El empleo de humedales artificiales como tecnología para tratamiento de aguas residuales data su origen a inicios de los años 50 de la mano de la botánica Kathe Seidel, del Max Plank Institute de Alemania. Seidel diseñó un sistema de tratamiento denominado “Root Zone Method” en conjunto con Reinhold Kickuth, cuyo funcionamiento era como el de un humedal de flujo subsuperficial, teniendo como principal característica el uso de arcilla como sustrato (Salas et al.).

El primer humedal artificial de flujo subsuperficial a escala real, basado en los estudios y ensayos realizados por el Max Plank Institute, fue construido en 1974 en Europa. La principal problemática de los primeros humedales fue la colmatación de sustratos como consecuencia del uso de sustratos

filtrantes del suelo natural de la zona. Por lo que, a inicios de los 80, se logró controlar con medios filtrantes como gravillas y gravas, garantizando el comportamiento hidráulico óptimo, produciéndose un “boom” en el uso de estos sistemas de tratamiento (Salas et al.).

Por otro lado, los humedales artificiales de flujo superficial se desarrollaron a inicios de los 70, en los Estados Unidos, como un sistema de tratamiento terciario o afino para aguas con una depuración inicial (Salas et al.). En los primeros años, los humedales artificiales solo se utilizaban para el tratamiento de aguas grises o descargas con un contenido de carga orgánica de baja concentración (Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento).

Desde el año 2000, a partir de diferentes procesos de experimentación y ensayos, realizados por un sinnúmero de organizaciones científicas, se mejoró estos sistemas de tratamiento. De este modo, se estableció conocimientos en mecanismos físicos, químicos, biológicos e hidráulicos (Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento).

En la actualidad, los humedales son útiles para el tratamiento de aguas residuales urbanas, industriales, pluviales y agrícolas. A eso se le suma su uso para la deshidratación de lodos. Esta tecnología es implementada a nivel mundial en países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Bélgica, Francia y España. Este último es uno de los referentes en el uso de humedales, habiendo construido alrededor de 40 unidades en los últimos 5 años. Los humedales de flujo subsuperficial son los más comunes (Salas et al.).

Dentro de la realidad de América Latina y el Caribe solo el 0.22% de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales corresponden a humedales artificiales. El 80% de esta cifra se ubica en 4 países: Brasil (37%), Argentina (19%), México (13%) y Colombia (12%) (Mazzeo, 2020). En México se ha desarrollado humedales de flujo subsuperficial, que han mostrado alta eficiencia en la depuración de parámetros como sólidos

suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes y patógenos. Sin embargo, esta tecnología aún tiene muchos vacíos en cuanto a fenómenos suscitados durante los procesos de remoción de contaminantes, que aún no han sido analizados (Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento).

En cuanto al contexto sudamericano, Perú ha implementado estas tecnologías en distintas instituciones, principalmente educativas, presentando proyectos similares al que se quiere realizar. En el año 2003, la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima desarrolló un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Este humedal cuenta con un tratamiento primario que emplea un tanque sedimentador de 2500 L. El caudal promedio de tratamiento es 0.25 L/s y cuenta con un área de 216 m², de 36 m. de largo y 6 m. de ancho. Con estas características se obtuvo resultados mostrados en la Tabla 2.1 (Pastor et al. 2017).

Tabla 2.1 Eficiencia de remoción del humedal de la Universidad Nacional de Ingeniería [Pastor, Arias, & Miglio, 2017]

Parámetro	Desagüe a la salida del tanque de sedimentación	Desagüe a la salida del humedal	
		Valor	%
DBO5 (mg/l)	190	14	93
Sólidos suspendidos (mg/l)	95.50	24.5	74
Coliformes fecales (NMP/100ml)	4.9x10 ⁷	1.1x10 ³	99.99



Figura 2.1 Humedal artificial de la Universidad Nacional de Ingeniería [Pastor, Arias, & Miglio, 2017].

Los humedales son sistemas naturales compuestos por canales o lagunas, que cuentan con vegetación en las zonas húmedas y realizan los procesos depurativos por medio de la interacción del fluido con el sustrato, la vegetación y los microorganismos (García & Corzo, 2008). El sustrato provee de soporte a la vegetación y a una biopelícula compuesta por una población microbiana, que forma parte del proceso de depuración de sustancias que afectan a la calidad del agua. Por su parte, la vegetación cumple la función de oxigenar el sustrato, consumir los nutrientes y brindar soporte para la formación de la biopelícula. Es importante recalcar que el tipo de vegetación a usar son plantas acuáticas emergentes como carrizos, juncos, aneas o helófitos, que tienen la capacidad de crecer en aguas de baja profundidad y arraigarse al sustrato (Salas, Pidre, & Sánchez).

Este sistema de tratamiento reproduce los procesos de depuración realizados por zonas húmedas naturales. Deben cumplir ciertas características para ser denominados humedal artificial: confinamiento e impermeabilización del área destinada para el humedal, evitando infiltración del agua circundante; y colocación de sustratos, para garantizar el enraizamiento de plantas (Ortega, Ferrer, Salas, Aragón, & Real, 2010).

Como se indicó, el sistema se clasifica de acuerdo con el tipo de flujo. Los de flujo superficial presentan una película de agua inferior a los 40 cm, que circula a través de los tallos de la vegetación y se encuentra expuesta a la atmósfera. Este tipo de humedal requiere grandes extensiones de terreno. Por lo general, es utilizado como tratamiento secundario. El ingreso del agua residual se realiza de manera continua y los procesos de biodegradación son producto de la fijación de una película bacteriana en los tallos, hojas y raíces de las especies vegetales instaladas en el humedal (Salas, Pidre, & Sánchez).

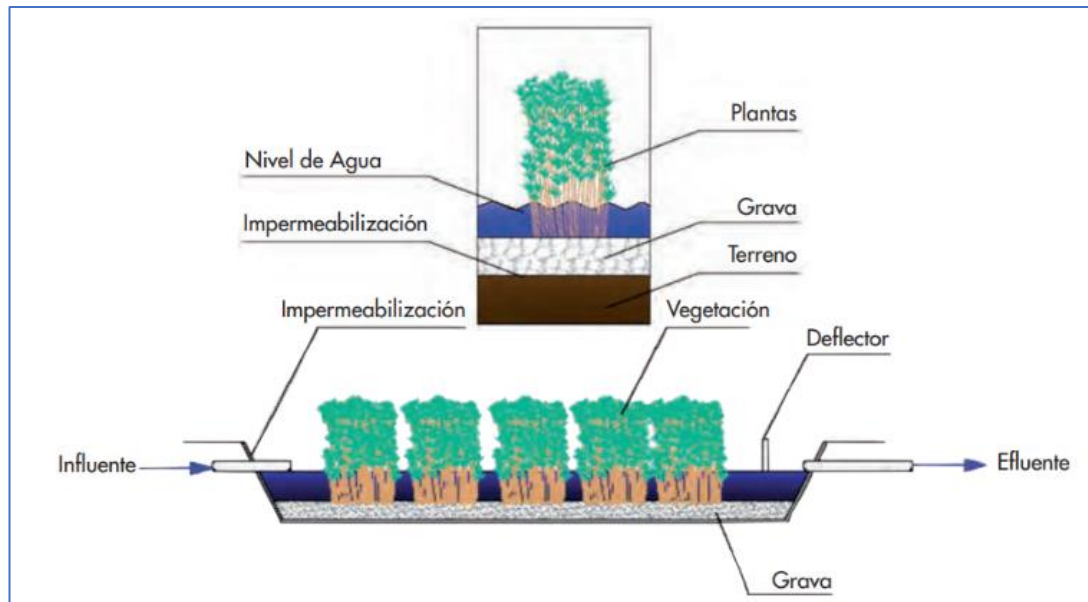


Figura 2.2 Corte transversal y longitudinal de humedales artificiales de flujo superficial [Ortega, Ferrer, Salas, Aragón, & Real, 2010].

Por su parte, los humedales artificiales de flujo subsuperficial manejan el flujo de agua residual por medio de un material granular con la suficiente permeabilidad. Este material simultáneamente permite enraizar las especies vegetales, como el carrizo. Por lo general, este tipo de humedales es utilizado para poblaciones menores a 2000 habitantes (Salas, Pidre, & Sánchez)..

Entre las diferencias con los de flujo superficial, estos no requieren grandes áreas, no presentan malos olores ni mosquitos. Presentan mejores respuestas ante los cambios de temperatura. Sin embargo, estos son más costosos en el ámbito constructivo (Salas, Pidre, & Sánchez).

Los subsuperficiales, se subdividen en horizontales y verticales, en la primera, la alimentación se da forma continua, en un sustrato compuesto de material granular con espesores de 60 cm. Para los verticales el flujo ingresa al humedal de forma intermitente, los espesores del sustrato filtrante pueden llegar a tener 1 m. La principal diferencia entre estos grupos es el tiempo de retención, en los horizontales puede ser de días y en los verticales solo llegan a ser un par de horas (Salas, Pidre, & Sánchez).

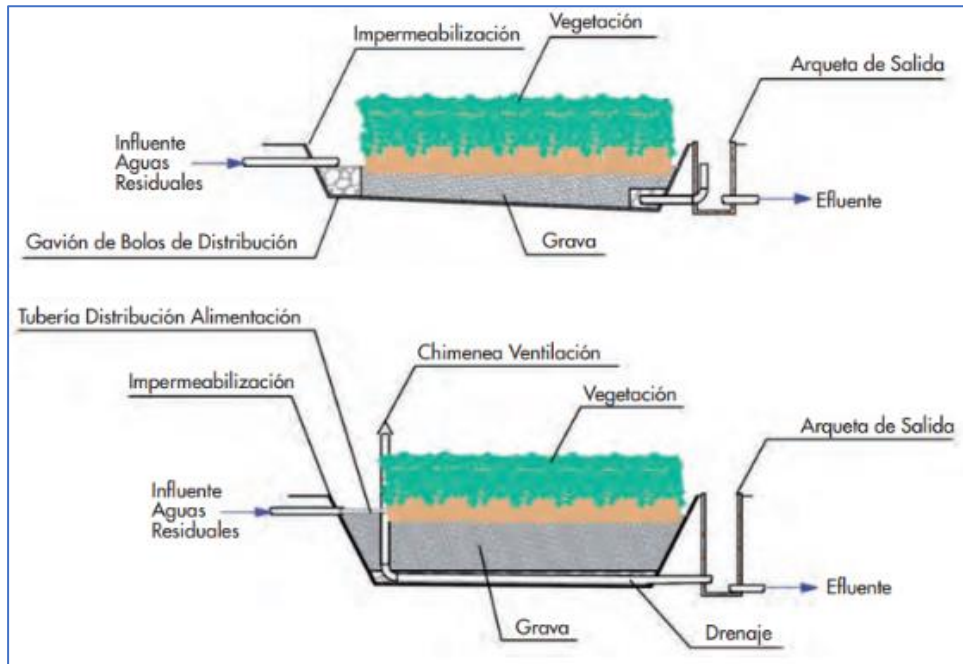


Figura 2.3 Corte transversal y longitudinal de humedales artificiales de flujo subsuperficial [Ortega, Ferrer, Salas, Aragón, & Real, 2010].

2.2 Área de estudio

2.2.1 Información preliminar

El plan de diseño y ejecución del proyecto está previsto a ubicarse en el Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en la Ciudad de Guayaquil. Dicho campus se subdivide en 14 zonas clasificadas para su atención administrativa y sanitaria. El presente proyecto de titulación pretende atender a la Zona 4, asociada al área de tecnologías de la institución, que cuenta con 6 tanques sépticos (Ver Tabla 2.2 y Figura 2.4 y 2.5).

Tabla 2.2 Información de pozos existentes en la zona 4 [Elaboración propia, 2023].

Pozo Séptico	Color del indicador en la Figura 2.4	Edificaciones conectadas	Coordenadas X	Coordenadas Y
A	Turquesa	Recibe el efluente del pozo B	615801	9762120
B	Rojo	Piscina, comedor y estadio de futbol	615797	9762073
C	Verde	Gimnasio	615755	9761970
D	Azul	Bodega de pasivos	615705	9761992
E	Blanco	Suites de profesores, vinculación con el bosque protector, planta purificadora y embotelladora, centro de compostaje.	6155682	9762192
F	Amarillo	Caseta de guardianía, baños y duchas para estudiantes, bar cancha de tenis	615654	9761914

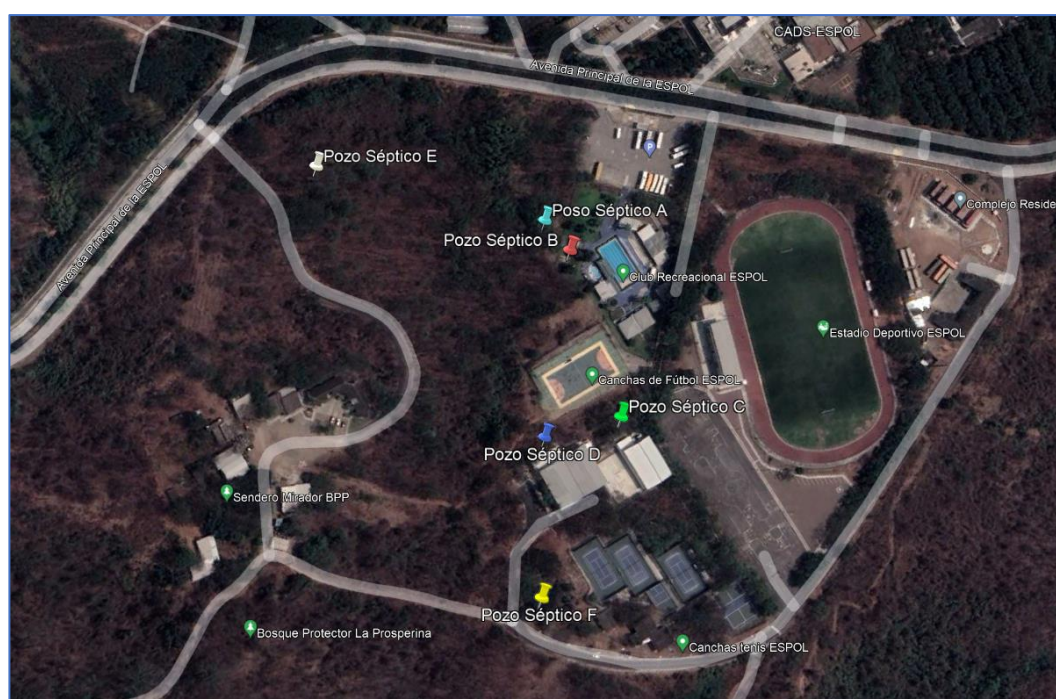


Figura 2.4 Ubicación de pozos sépticos zona 4 [Elaboración propia, 2023].

2.2.3 Drenaje Natural

La propuesta del plan maestro de agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, también presenta subcuencas, microcuencas y los puntos de descarga de cada uno. El análisis de drenaje natural es útil para definir los puntos de posible descarga del agua previamente tratada, ya sea en un cuerpo de agua, o en alguna quebrada existente.

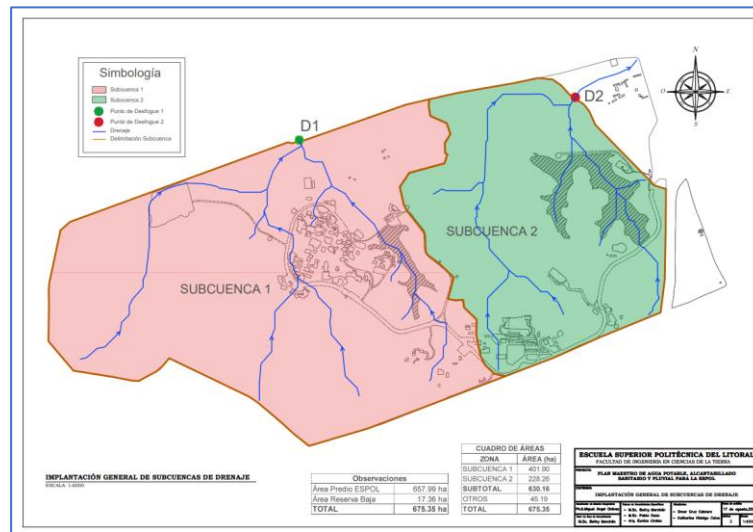


Figura 2.7 División de subcuencas en ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].

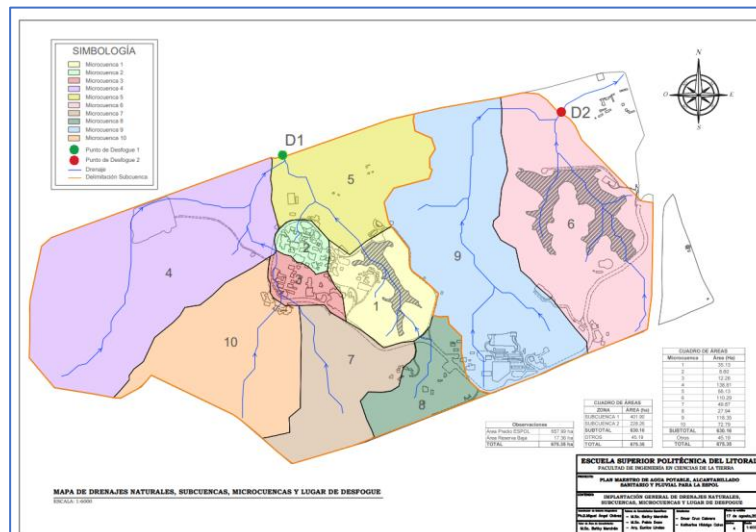


Figura 2.8 División de microcuencas en ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].

2.2.4 Zonas de expansión y protección

La ESPOL está ubicada dentro del bosque protector la Prosperina. En consecuencia, existen límites de construcción e intervención que deben ser respetados. Estos son establecidos en conjunto por la universidad y el Ministerio del Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Se delimitan 4 zonas, dos de núcleos, una de protección permanente y una zona de amortiguamiento (Figura 2.9). En las 3 primeras no se puede intervenir de ninguna manera. En la última, de acuerdo con lo indicado por el cliente, se puede implantar el sistema de tratamiento. Simultáneamente, señalaron que la zona de protección permanente está en un proceso de replanteamiento del lindero, permitiéndonos construir.

Por su parte, las zonas de expansión son definidas por la institución académica, siendo espacios destinados para obras de infraestructura. En la actualidad estos espacios están cubiertos por bosques de teca que forman parte de los recursos pasivos con los que cuenta el campus.

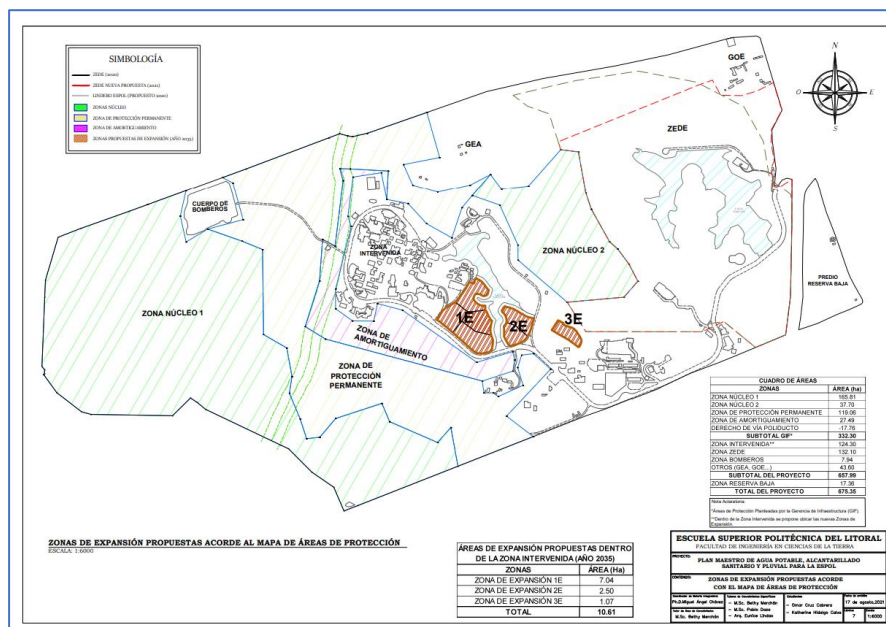


Figura 2.9 Zonas de expansión y protección permanente de ESPOL [Cruz & Hidalgo, 2021].

2.2.5 Elección de la zona para implementación de humedal

2.3 Trabajo de Campo y Laboratorio

2.3.1 Cronograma de trabajos a realizar

Al inicio se planteó el siguiente cronograma de actividades para el trabajo de campo y laboratorio.

Tabla 2.3 Cronograma de trabajos [Elaboración propia, 2023].

Actividad	Cronograma				
	3 de mayo	4 de mayo – 5 de mayo	19 de junio	19 de junio – 23 de junio	21 de junio
Visita técnica al sitio	x				
Preparación de campaña de muestreo		x			
Toma de muestras			x		
Ensayos				x	
Procesamiento de datos					x

El cronograma de actividades planteado no se cumplió debido a imprevistos en la etapa de visita técnica al sitio. El departamento de mantenimiento no facilitó dos encargados para acceder a los pozos localizados en medio del bosque a tiempo. Sin embargo, tratamos de mantener el esquema expuesto en la tabla 2.3.

2.3.2 Visita técnica al sitio

La finalidad de la visita técnica fue determinar el estado actual de los pozos, la ubicación y la existencia de alguno que no conste en los planos de la propuesta de plan maestro de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial.

Se realizaron 2 visitas técnicas previo a la toma de muestras. En la primera se revisaron 4 de los 6 pozos existentes, los cuales denominamos B, C, D y F (tabla 2.2 y figura 2.4).

- Pozo Séptico B



Figura 2.11 Pozo Séptico B [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.12 Tubería de ingreso pozo séptico B [Elaboración propia, 2023].

- Pozo Séptico C



Figura 2.13 Tubería de ingreso al pozo séptico C [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.14 Pozo séptico C [Elaboración propia, 2023].

La situación actual de estos pozos es preocupante, la mitad trabajan al máximo de su capacidad, siendo el pozo C el más crítico. Como se visualiza en la figura 2.13, la tubería de ingreso al pozo se encuentra “ahogada” por el nivel aguas residuales. Esto es un indicador, no solo del estado actual del tanque, sino también de la carencia de mantenimiento y limpieza de estos. Es importante recalcar que este pozo recibe las aguas residuales producidas por el gimnasio de estudiantes. Recibe alrededor de 30 estudiantes por hora, y a esto se le suma el grupo de alumnos que

curso la materia “Entrenamiento de fuerza” los cuales pueden llegar a ser 20 por hora (L. Cáceres, comunicación personal, 15 de junio del 2023).

Por otro lado, el pozo B está cercano a alcanzar su máxima capacidad. Recibe el flujo producido por el comedor de piscina, los camerinos del estadio de futbol, y los baños de piscina, los cuales también son utilizados por estudiantes después de pasar por las instalaciones del gimnasio. El tanque produce malos olores y prolifera el crecimiento de mosquitos.

- Pozo Séptico D



Figura 2.15 Pozo séptico D [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.16 Tubería de ingreso al pozo séptico D [Elaboración propia, 2023].

- Pozo Séptico E.



Figura 2.18 Pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.17 Tubería de ingreso al pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].

Los pozos D y E no se encuentran en una situación tan deplorable como los ya descritos. Debido a que no se encuentran conectados a edificaciones con gran afluencia de estudiantes o personal.

Los pozos no han recibido ningún tipo de mantenimiento en los últimos años, no poseen el diseño adecuado ni cuentan con respiraderos (M. Huacon, comunicación personal, 15 de junio del 2023).

Dentro de estos se produce una acumulación de gases nocivos para la salud. Además, muchos están infiltrando directamente al suelo, siendo fuente de contaminación del ecosistema de ESPOL.

En la segunda visita realizada se inspeccionó los pozos A y E, que se encuentran dentro del bosque. Estos corresponden un peligro para el ecosistema, y para los seres vivos que habitan a su alrededor (Figura 2.19, 2.20, 2.21, 2.22).

- Pozo séptico A.



Figura 2.20Pozo séptico A [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.19 Pozo séptico A [Elaboración propia, 2023].

- Pozo séptico E.



Figura 2.21 Tubería de ingreso pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].



Figura 2.22 Estado actual del pozo séptico E [Elaboración propia, 2023].

Los pozos sépticos A y E están totalmente destruidos, el agua residual sobresale del confinamiento que deberían producir las paredes.

El pozo A recibe el efluente del pozo B, correspondiente a piscina. Este fue diseñado para recibir el flujo e infiltrarlo directamente al suelo de la zona. Por medio del drenaje natural del terreno, el flujo llega al lago de ingenierías, contaminándolo. Este es uno de los cuerpos de agua más importantes para el desarrollo de vida en el campus gustavo galindo.

Por su parte el pozo E es el lugar de vivienda de la llama. Está expuesta a gases nocivos para los seres vivos como el metano, debido a la falta de mantenimiento del tanque y su estructura.

2.3.3 Preparación de la campaña de muestreo.

Antes de indicar qué se realizó en la campaña de muestreo, es importante conocer ciertos conceptos claves que se describirán a continuación.

La campaña de muestreo o de monitoreo es una actividad realizada para la adquisición de información sobre parámetros de calidad del agua. La información es tomada en estaciones fijas de monitoreo y a intervalos regulares. Se extrae información con el muestreo y análisis de las

muestras en laboratorio e in-situ con medidores portátiles. (Ministerio del Ambiente)

El análisis de muestras es denominado caracterización de desechos. Es un proceso cuyo objetivo es determinar de manera confiable e integral las cualidades del agua residual identificando componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos. Estos se obtienen a partir de mediciones realizadas en campo, cuyo análisis en el laboratorio indica concentración de contaminantes, masas por unidad de tiempo y por unidad de producto (Ministerio del Ambiente).

- Los parámetros físicos son todos los contaminantes que no reaccionan con el medio. Estos no se los puede considerar como índices absolutos de contaminación. Sin embargo, otorgan una idea de la cantidad de contaminante con las que puede contar el agua a analizar (Dirección de Recursos Hídricos, 2017). Entre estos: temperatura, color, sabor, turbidez, conductividad eléctrica, etc.
- Parámetros químicos, son todos los contaminantes que reaccionan con el agua, ejemplos de estos:
 - La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos que se encuentran en el agua para estabilizar la materia orgánica biodegradable. El ensayo de la DBO determina la cantidad de oxígeno consumido por los organismos presentes en la muestra a ensayar, por lo que se debe asegurar que la muestra va a estar dotada de oxígeno a lo largo de la experimentación. Este parámetro se mide en mgO/mL el ensayo se realiza por 5 días a una temperatura de 20°C (Navarro, 2007).
 - La demanda química de oxígeno (DQO) es una medida de la cantidad necesaria de oxígeno para oxidar la materia orgánica en el agua residual. El ensayo se realiza utilizando sales inorgánicas de permanganato o di cromato para realizar la oxidación, esta

prueba toma 2 horas. (Insitituto Ecuatoriano de Normalización, 1992)

- La materia orgánica es un contaminante producto de distintos tipos de actividades, ya sea ganadera, urbana, agrícola o industrial. Este contaminante está compuesto de un sin número de partículas macroscópicas, coloidales o macromoléculas disueltas que influyen en los parámetros físicos del cuerpo de agua generando cambios en el color, olor, sabor y desarrollo de microorganismos patógenos. La concentración de materia orgánica se la puede determinar directamente midiendo la cantidad de carbono orgánico total, o a partir de las mediciones de DBO y DQO. (Fuentes, Ramos, Jiménez, & Esparza, 2015)
 - El Nitrógeno y sus compuestos derivados son sustancias esenciales para el desarrollo metabólico de todo organismo vivo. Sin embargo, en exceso puede constituir un problema de contaminación. Este elemento tiene la habilidad de formar un gran número de compuestos, como el Amonio (NH_4^+), amoniaco (NH_3) y compuestos nitrogenados (CN). Estas sustancias producen problemas ambientales como aumento de acidez, aumento de concentraciones hasta alcanzar niveles tóxicos aportan al desarrollo de eutroficación (Cárdenas & Sánchez, 2013).
 - El fósforo en aguas residuales está presente por efecto de agentes limpiadores como detergentes y heces, las cuales están compuestas de 2.5 a 5% de este elemento, en forma de P_2O_5 , las concentraciones de este contaminante suelen oscilar entre 6 y 20 [mg/L]. (Sánchez, Gebara, Aglio, & Matsumoto, 2013)
 - Entre otros parámetros químicos tenemos aceites y grasas, detergentes, hidrocarburos, fenoles, etc.
- La contaminación biológica en agua es producto de la presencia de heces de origen animal. Las aguas con alta carga de materia orgánica de procedencia doméstica proliferan organismos patógenos con capacidad de producir afecciones como colera, diarrea, y tífus.
Patógenos asociados con la contaminación del agua:

- Las bacterias son microorganismos unicelulares, cuyo material genético forma parte del citoplasma. Se protege por medio de una pared que las rodea y le otorga las características que las diferencian una de otra. Hay bacterias patógenas, inocuas y beneficiosas. (Universidad de Sevilla, 2022)

Entre las más comunes tenemos E. Coli, Salmonella, Shigella spp, Vibrio Cholerae, etc.

- Los virus son microorganismos infecciosos que están compuestos por segmentos de ADN o ARN cubiertos por una pared proteica. No se puede replicar por sí mismo, necesita infectar otras células para poder generar copias. (National Human Genome Research Institute, 2023)

Los virus más comunes son Poliovirus, Virus de hepatitis A, Enterovirus, Rotavirus.

- Los protozoarios son una forma inferior de vida animal. Corresponden a organismos celulares completos y autocontenidos con actividades funcionales de mayor complejidad en comparación a bacterias y virus. Tienen una gran adaptabilidad, y por lo general causan grandes desordenes gastrointestinales.

Los protozoarios más conocidos son Entamoeba histolytica, Giardia y Cryptosporidium. (Paulino, Apella, Pizarro, & Blesa)

Para evaluar la calidad microbiológica del agua se utiliza la determinación de las unidades formadoras de colonias. Esta técnica consiste en un recuento de microorganismos cultivables que se lleva a cabo por siembra directa en un medio de cultivo selectivo solido de un volumen de agua, o por medio de la técnica de la membrana filtrante. El número de UFC (unidades formadoras de colonias) contables debe estar comprendido entre 30 y 100, y el límite de detección es < 102 UFC/ml. (Paulino, Apella, Pizarro, & Blesa)

Una vez entendido estos parámetros se establece el lugar de muestreo, el tipo de muestreo, los parámetros a analizar, los materiales necesarios y la disponibilidad de los laboratorios.

2.3.4 Lugar de muestreo

Se analizó la facilidad de toma de muestra, que tan representativa es la muestra, frecuencia de uso de equipos sanitarios y el estado actual de los pozos. Tomando en consideración estos parámetros definimos que la mejor opción es el pozo séptico B. Este brinda facilidad de acceso, el pozo no corresponde a un peligro para la salud y el muestreo es sencillo se lo realiza desde la tubería de ingreso al pozo.

2.3.5 Parámetros por analizar

Se definieron parámetros químicos, físicos y biológicos para así poder definir, la cantidad de muestreos y el tipo de muestreo a realizar.

En parámetros físicos se determinó medir temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles.

En parámetros químicos se analizó la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, nitrógeno Kjeldahl total, y fósforo total.

En parámetros biológicos se determinó la cantidad de coliformes fecales.

2.3.6 Tipo de muestro y materiales requeridos

Con los parámetros a ensayar definidos, se considera el tipo de muestreo a realizar, es importante conocer las diferentes técnicas:

- Muestreo puntual, son tomas individuales realizadas de forma manual o automática, considerando una profundidad específica. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)
- Muestras periódicas, se realizan en intervalos de tiempo fijos, cronometrando el tiempo de recolección de la muestra. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)
- Muestras continuas, se realizan a flujos fijos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)

- Muestras en serie, se realizan las tomas de muestra en un punto específico a varias profundidades. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)
- Muestras compuestas, es la toma de varias muestras puntuales que se unen para formar una muestra compuesta. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)

Tabla 2.4 Parámetros a muestrear [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Tipo de muestreo	Intervalo	Cantidad de muestras	Comentarios
Temperatura	Puntual	10:00 – 16:00	4	Estas mediciones son de parámetros inestables por lo que se utilizaron las muestras de DBO
pH	Puntual	10:00 – 16:00	4	
Oxígeno disuelto	Puntual	10:00 – 16:00	4	
Conductividad eléctrica	Puntual	10:00 – 16:00	4	
Sólidos disueltos totales	Puntual	10:00 – 16:00	4	
Demanda bioquímica de oxígeno	Puntual	10:00 – 16:00	4	Se tomaron muestras de 1000ml. Se requieren 4 botellas de vidrio ámbar
Demanda química de oxígeno	Puntual	10:00 – 16:00	4	Se tomaron muestras de 1000ml. Se requieren 4 botellas de vidrio ámbar
Sólidos suspendidos totales	Compuesto	8:00 – 16:00	5	Se tomaron muestras de 200ml hasta alcanzar los 1000ml. Se requiere una botella plástica de 1lt
Sólidos suspendidos fijos	Compuesto	8:00 – 16:00	5	Se tomaron muestras de 200ml hasta alcanzar los 1000ml. Se requiere una botella plástica de 1lt

Solidos suspendidos volátiles	Compuesto	8:00 – 16:00	5	Se tomaron muestras de 200ml hasta alcanzar los 1000ml. Se requiere una botella plástica de 1lt
Sedimentación	Compuesto	8:00 – 16:00	5	Se tomaron muestras de 200ml hasta alcanzar los 1000ml. Se requiere una botella plástica de 1lt
Nitrógeno Kjeldahl total	Compuesto	09:00 – 16:00	14	-
Fosforo total	Compuesto	09:00 – 16:00	14	-
Amonio	Compuesto	09:00 – 16:00	14	-
Coliformes fecales	Compuesto	09:00 – 16:00	14	-

Para definir los volúmenes de muestra a tomar nos basamos en la normativa INEN 2169 denominada “Agua. Calidad de Agua. Técnicas de Muestreo”. A la vez, el mismo código indica la forma de preservación de la muestra una vez tomada y movilizada al laboratorio, para realizar esta actividad indica el uso de un “cooler” y hielo para mantener las muestras en refrigeración a una temperatura entre 1 y 5°C.

2.3.7 Muestreo

El muestreo se dividió en 2 partes, la primera fue realizada por los encargados de este proyecto integrador. En esta etapa se muestreo para los siguientes parámetros:

- Temperatura
- pH
- Oxígeno disuelto
- Conductividad eléctrica
- Solidos suspendidos totales
- Solidos suspendidos fijos
- Solidos suspendidos volátiles

- Sólidos sedimentables

Esta actividad se realizó el 19 de junio de 2023, con los intervalos indicados en la tabla 2.4.

Por otra parte, la segunda etapa fue realizada por el personal especializado del laboratorio “DEPROINSA”, los cuales desarrollaron la actividad el 22 de junio de 2023. Tomaron las respectivas muestras para el ensayo de nitrógeno total kjedahl, fósforo total, amonios y coliformes fecales NMP, en los intervalos horarios definidos en la tabla 2.4.

2.3.8 Trabajo de laboratorio

Al igual que el muestreo, este se dividió en 2 etapas, en los que se desarrollaron los siguientes ensayos manejando la metodología expresada por Norma Técnica Ecuatoriana respectiva para cada uno, sin embargo, es importante recalcar que algunos de estos no se encuentran normados dentro del país.

Tabla 2.5 Ensayos y sus metodologías [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Número de muestras a ensayar	Normativa
pH	4	Agua. Determinación de pH. NTE INEN 973.
Temperatura	4	-
Conductividad eléctrica	4	-
Oxígeno disuelto	4	-
DBO5.	4	Agua. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). NTE INEN 1202.
DQO.	4	Agua. Demanda Química de Oxígeno (DQO). NTE INEN 1203.
Sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles.	1	-

Solidos Sedimentables.	1	-
Nitrógeno Kjeldahl total	Definidas por el laboratorio	Agua. Determinación de Nitrógeno Orgánico. NTE INEN 1102
Fosforo total	Definidas por el laboratorio	-
Coliformes fecales	Definidas por el laboratorio	-
Amonios	Definidas por el laboratorio	-

La determinación de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, DBO5, DQO, Solidos suspendidos totales, fijos, volátiles, y solidos sedimentables fueron realizados en el laboratorio de sanitaria de la facultad de ciencias de la tierra. Los 5 primeros parámetros se midieron el mismo día del muestreo mediante la multiparamétrica. Por su parte las muestras de DBO fueron colocadas en el respirador el lunes 19 de junio, y se obtuvieron los resultados el viernes 23 de junio. Los ensayos restantes se realizaron el día 20 de junio. Todos los resultados se exponen en el apartado de análisis de datos.

Los ensayos de nitrógeno kjedhal total, fosforo total, coliformes fecales y amonios fueron realizados por el laboratorio "DEPROINSA". Este está acreditado para dos de los 4 ensayos. Sin embargo, por el carácter académico de este documento, los resultados obtenidos serán útiles para tomar las decisiones de diseño pertinentes.

2.4 Análisis de datos

Tras haber detallado el proceso de Gabinete y Laboratorio en el apartado anterior, así como también la composición teórica que soporta la investigación del presente proyecto integrador. En el presente apartado se establece el análisis de los datos procesados en mediciones, inspección,

reconocimiento de la zona, y composición de data para la ejecución del diseño de las alternativas de solución.

Partiendo del proceso de reconocimiento y selección de la zona de estudio, es necesario remarcar que, dentro del área geográfica, los espacios disponibles para la ejecución de proyectos de infraestructura en ESPOL son limitados. Como se describió en el capítulo 1 de la presente memoria, ESPOL se rodea por el Bosque Protector “La Prosperina”, área destinada a la protección de especies de flora y fauna nativa e introducidas a la zona, al ser este un espacio reconocido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, antes conocido como Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). Se requirió del uso del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para establecer las posibles zonas de intervención del proyecto sin que estas generen impacto ambiental directivo y agresivo al bosque. En el acuerdo ESPOL – Bosque Protector “La Prosperina”, se determinaron ciertos linderos que delimitan el catastro de la universidad, así como también el establecimiento de Zonas de Expansión Urbanística, Zonas de Amortiguamiento y Zonas de Protección.

Empleando el software de uso libre Google Earth Pro, se realizó la preselección de espacios de posible ocupación para el desarrollo de humedales. Adicionando la herramienta de análisis de perfiles de terreno, se filtró parte de las zonas, buscando optimizar el recurso económico y generando el menor impacto ambiental por movimiento de tierras y deforestación. Tras el filtrado de datos, se comparó y contrastó las zonas con las áreas delimitadas para la expansión urbanística y zonas de amortiguamiento permitidas para la construcción, de forma que se establecieron las alternativas de aplicabilidad para los Humedales. Cabe mencionar que este proceso también atiende a los requerimientos del cliente, tomando como sugerencia los espacios que ellos desean ocupar y respetando las restricciones impuestas que buscan precautelar la imagen y salud de los ocupantes de las zonas cercanas.

Una vez establecida la zona de aplicación, se efectuó el reconocimiento y evaluación del sistema actual de tratamiento de la zona (pozos sépticos y conexiones entre edificios). La descripción de este apartado se encuentra transcrita previamente en la presente memoria. La diferencia recae en que este apartado analiza los resultados de la campaña de muestreo y trabajo de laboratorio de las muestras obtenidas.

La campaña englobó en la toma de Muestras Compuestas durante 8 horas de uso del servicio con intervalos de medición cada 2 horas. Al tiempo que se efectuó Muestreo Fijo para el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Una vez realizado el trabajo de laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados, para mediciones de: Parámetros Físicos de la Muestra (Temperatura, pH, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales), Ensayo de todos los Sólidos (Sólidos Disueltos Fijos, Sólidos Suelos Totales, Sólidos Suelos Volátiles), Sólidos Sedimentables, DBO5 y DQO:

Tabla 2.6 Resultados de los parámetros inestables [Elaboración propia, 2023].

Muestreo Compuesto					
	Submuestra 1	Submuestra 2	Submuestra 3	Submuestra 4	Submuestra 5
Hora	08h20	10h03	12h01	14h09	16h01
Cantidad	1 Lt	1 Lt	1 Lt	1 Lt	1 Lt
pH	-	8.08	8.82	8.43	7.04
Conductividad Eléctrica	-	380 uS/cm	527 uS/cm	186 uS/cm	150 uS/cm
Sólidos Disueltos Totales	-	190 mg/Lt	269 mg/Lt	-	71.5 mg/Lt
Oxígeno Disuelto	-	6.47 mg/Lt	6.74 mg/Lt	7.07 mg/Lt	7.49 mg/Lt
	-	76%	78.70%	71.70%	91.40%
Temperatura	-	22.5 °C	22 °C	23 °C	24.7 °C

En cuanto a los valores que no se expresan o reflejan en la tabla previa, se debe a la ausencia o fallo del equipo de laboratorio proporcionado por la universidad, no obstante, con los valores obtenidos se puede establecer una media diaria sobre el muestreo efectuado.

De la muestra que se compuso por 5 submuestras, se establecieron los ensayos de todos los sólidos y el ensayo de sólidos sedimentables, se obtuvo:

Tabla 2.7 Resultados de ensayos de sólidos [Elaboración propia, 2023].

Ensayo de Todos los Sólidos		
P1	26783.4	mg
P2	27015.9	mg
P3	26791.9	mg
Vmuestra	100	ml
SST	2325	mg/mL
SSF	2240	mg/mL
SSV	85	mg/mL
Ensayo Sólidos Sedimentables		
SS10min	0.1	ml/Lt
SS60min	0.35	ml/Lt

En cuanto a los parámetros de análisis en laboratorio, de los resultados obtenidos para los Ensayos de DBO5 y DQO, se apreció un factor de dispersión entre mediciones considerable, mismo que puede estar asociado a diferentes causales de análisis, como, por ejemplo: la demanda de servicio en la hora de la medición, la población de uso el día del muestreo, factor de variación inherente al punto de medición. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del ejercicio en laboratorio.

Tabla 2.8 Resultados de ensayos de DQO [Elaboración propia, 2023].

Ensayo DQO		
Muestras	Medición	Unidad
M1 - 10AM – Q	336	mg/L
M2 - 12PM – Q	61	mg/L
M3 - 2PM – Q	215	mg/L
M4 - 4PM – Q	-8	mg/L
B	0	mg/L

Tabla 2.9 Resultados de ensayos de DQO [Elaboración propia, 2023]

Ensayo DBO5			
Respirador	Muestras	Medición	Unidad
Puerto 1 Respirador Inferior	M1 - 10AM	481	mg/L
Puerto 2 Respirador Inferior	M2 - 12PM	8.7	mg/L
Puerto 1 Respirador Superior	M3 - 2PM	49	mg/L
Puerto 2 Respirador Superior	M4 - 4PM	10	mg/L

Un punto por tomar en consideración en este análisis, dada su fundamental importancia, es que las muestras de DBO y DQO tomadas, pese a corresponder al mismo punto de muestreo y mismo horario de recolección, no corresponden a la misma muestra. Se tomaron submuestras diferentes para el análisis correspondiente de cada parámetro, dada la recomendación correspondiente en la normativa aplicada a estos ensayos, de modo que cada submuestreo, preservó la calidad en cuanto a no exposición a oxígeno, protección a la exposición de luz solar, temperatura de enfriamiento para preservación de muestra, y no agitación para evitar intercambio gaseoso.

Por ende, al comparar estos valores, no se debe caer en el error de pensar que incumplen con los lineamientos básicos en la medición de estos ensayos, o que, en su defecto, representan muestras aberrantes a la medición, sino que son datos independientes asociados a factores de externalidad que pueden ser evitados al efectuar campañas de muestreo mayoritarias en el rango de tiempo y comparar los resultados arrojados.

Por otro lado, como se indicó en el apartado de trabajo de laboratorio, se contrató a “Deproinsa”, los cuales realizaron un muestreo compuesto de 8 horas con tomas cada hora. Se midieron los siguientes parámetros, nitrógeno Kjeldahl total, fósforo total, coliformes fecales y amonios. Los resultados se los puede visualizar en la tabla 2.10

Tabla 2.10 Resultado de ensayos realizados por un laboratorio externo [Deproinsa, 2023].

Resultados de ensayos			
Parámetros	Unidades	Resultados	Método de Análisis
Amonio	mg/l	11.38	DP.PEE.AG.29 / HACH 10031
Coliformes fecales NMP	NMP/100mL	<1.00	PEE-GQM-MB-69
Fósforo total	mg/L	<1.50	DP.PEE.AG.15/HACH 10127
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	mg/L	12.86	PEE-GQM-FQ-42

Los resultados están muy por debajo de los valores comunes de aguas residuales. Esto es el resultado de una dilución provocada durante el muestreo, al tomar distintas muestras con distintos grados de contaminación.

Es importante recalcar que ambos muestreos se realizaron en un solo día, bajo ciertas condiciones ambientales, con aforos reducidos y en un solo punto de muestreo por lo que no se los puede tomar como resultados totalmente representativos. Para lograr esto, se requiere una campaña de muestreo en los que se realicen tomas de muestras durante todo un año en ambas estaciones para poder definir la verdadera calidad de las aguas a depurar, por esto se definirán los parámetros (DBO, BQO, Sólidos suspendidos, Fósforo total, Nitrógeno total Kjeldahl) a partir de una comparación entre distintas caracterizaciones de aguas residuales análogas a las que se pueden producir dentro de la zona de estudio.

La primera caracterización por tomar en consideración es la de Guayaquil, esta fue presentada por Interagua en el año 2016 con sus respectivas fechas de muestreo (Ver tabla 2.11).

Tabla 2.11 Caracterización del agua de Guayaquil [Interagua, 2016].

Fechas de muestreo	Parámetros			
	ST mg/L	SVT mg/L	DBO mg/L	NTK mg/L
04/01/2016	674	82	139	23

02/06/2016	973	88	138	61.6
05/12/2016	611	78	185	31.7
Promedio	753	83	154	39

Entrando más en el ámbito de una institución universitaria, se presentan parámetros medidos en dos entidades del país vecino, Perú. La primera caracterización se realizó en la universidad nacional de Ucayali, en donde se realizaron 18 muestreos simples durante el mes de noviembre del año 2014, en los cuales se analizaron diversos parámetros como pH, temperatura, DBO, nitrógeno total, fósforo total, SST, SSTV, y coliformes fecales (Rivera & Arévalo, 2015).

Tabla 2.12 Caracterización de aguas residuales Universidad Nacional de Ucayali [Rivera & Arévalo, 2015].

Parámetro	Unidades	Valor
DBO5	mg/L	264.61
Nitrógeno Total	mg/L	74.72
Fosforo total	mg/L	10.67
SST	mg/L	182.44
SSTV	mg/L	27.72
Coliformes fecales	NMP/100ml	5.77E+07

Por su parte en la CITRAR (Centro de Investigación de Tratamiento de Aguas Residuales) de la universidad nacional de ingeniería de Lima, se obtuvieron las siguientes concentraciones de ciertos contaminantes (Pastor, Arias, & Miglio, 2017) (Ver Tabla 2.13).

Tabla 2.13 caracterización de aguas residuales de la universidad nacional de ingeniería [Pastor, Arias & Miglio, 2017].

Parámetro	Unidades	Valor
DBO	mg/L	190
Solidos Suspendidos	mg/L	95.50
Coliformes Fecales	NMP/100mL	4.9E+07

A partir de estas 3 caracterizaciones diferentes y los resultados obtenidos por medio de la experimentación, determinamos las concentraciones iniciales de diseño de agua residual para la planta de tratamiento planteada.

Tabla 2.14 Parámetros de diseño [Elaboración propia, 2023]

Parámetro	Unidades	Valor
DBO	mg/L	205
DQO	mg/L	400
Nitrógeno Total Kdhjal	mg/L	49.90
SST	mg/L	900
Coliformes fecales	NMP/100mL	3.831E+7
Fosforo total	mg/L	12

2.5 Análisis de alternativas

Dada la naturaleza de este proyecto integrador, el proceso de diseño y presentación de las alternativas aplicables se subdivide en 2 etapas, la primera que engloba el diseño del pretratamiento y el tratamiento, y la segunda que corresponde al diseño del proceso postratamiento. De ahí se tiene:

2.5.1 Alternativas para el Diseño de la Etapa 1

2.5.1.1 Humedal Artificial de flujo Superficial

Los Humedales que emplean un Flujo Superficial se caracterizan por la presencia visual de los lodos y fangos distribuidos por el caudal afluente en el área de tratamiento. Su diseño es sencillo la capa de agua rodea los 40 cm con caudal de ingreso continuo y que generalmente van acompañados de procesos de pretratamiento que dan soporte a la funcionalidad de esta alternativa.

2.5.1.2 Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Vertical

En cuanto respecta a los Humedales de Flujo Subsuperficial existen diversos tipos según el sentido del flujo, específicamente hablando del Flujo Vertical, estos sistemas se caracterizan por estar constituidos por una capa de material granular que soporta el tratamiento, además de ventajas como la necesidad de una menor extensión de terreno y menor proliferación de olores o plagas de insectos.

2.5.1.3 Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Horizontal

Similar a la alternativa que lo precede en los humedales de flujo subsuperficial horizontal el tiempo de retención hidráulica para el tratamiento puede llegar a alcanzar periodos de varios días, de ahí también que su extensión resulta mayor y ocupa grandes áreas para el tratamiento. Las ventajas de este tipo de humedal es que permite una mejor distribución de la vegetación sembrada y por ende periodos de mantenimiento menores, así como también un mejor control de olores y disminución de la proliferación de insectos o plagas.

2.5.2 Alternativas para el Diseño de la Etapa 2

2.5.2.1 Descarga del Efluente en Zanjas de Infiltración

Las Zanjas de Infiltración representan un modelo amigable para el medio ambiente, se favorecen y dependen del terreno y zona en la que se los aplica, dado que es necesario conocer la tasa de retención hidráulica y la tasa de infiltración según el tipo de suelo de conformación geológica de la zona. Estos modelos requieren grandes extensiones de terreno a lo largo, con pequeñas secciones a lo ancho para garantizar el control del caudal que infiltra. Parte de sus limitantes también constituyen la presencia de cuerpos de agua cercano que pudieran llegarse a contaminar por la infiltración del agua tratada. Pero, en la otra mano, resultan ser proyectos económicos con poca necesidad de mantenimiento y bajo impacto ambiental.

2.5.2.2 Descarga del Efluente en un Cuerpo de Agua

En el desarrollo histórico del modelo de Humedal Artificial se ha buscado se genere la descarga del efluente en un cuerpo de agua cercano, de preferencia, no estático para que no genere carga contaminante, esto principalmente dado a que pese que existe tratamiento puede persistir parte microbiológica u orgánica en el efluente. En este proyecto en

específico, no se cuenta con un cuerpo de agua no estático cercano al humedal, pero si un lago artificial que favorece la descarga. Este proceso se limita por una serie de restricciones del cliente y por parámetros de impacto ambiental que se busca reducir. Las descargas directas en sí constituyen un ahorro económico en OPEX y CAPEX puestas a consideración.

2.5.2.3 Descarga del Efluente en un Tanque de Bombeo para Riego de la Zona

Los sistemas de bombeo para riego de vegetación son comúnmente empleados en las zonas agropecuarias, llegando a requerir de grandes volúmenes de agua al día para la atención plena de la zona. Estos sistemas a la vez suelen ser complementados por una serie de suplementos y compuestos orgánicos que favorecen al crecimiento de la Flora. Bajo esta lógica, nace la opción de proveer al sistema de tratamiento recirculación postratamiento. Los parámetros analizados en Gabinete y Laboratorio reflejan tasas de presencia de Fósforo, así como componentes orgánicos que pueden beneficiar a las zonas inmediatas al humedal, a la vez que constituyen un aporte ecológico en el ahorro del recurso hídrico y económico al disminuir el gasto por consumo de agua potable. Sin embargo, se debe también considerar que estos sistemas requieren de sistemas de bombeo e instalaciones para el transporte del agua que incurre en gastos operativos y tiempo de ejecución.

2.5.3 Criterios de evaluación

2.5.3.1 Parámetro de Evaluación: Criterio y Preferencia del Cliente

La necesidad de sistemas óptimos de tratamiento de agua residual para garantizar la salud y seguridad de los usuarios de los diferentes servicios que ofrece la universidad siempre será parte de sus prioridades. El presente proyecto surge de la necesidad de reestructurar un sistema existente que, en base a las evaluaciones de técnicos con experiencia en el área de Sostenibilidad, ya han cumplido su vida útil y no están

generando la disposición final esperada (Aguayo, 2020). El proyecto de implementación de Humedales Artificiales en la Zona 4 de ESPOL corresponde a una inversión propia de la universidad a través de la Gerencia de Infraestructura Física, quien vincula su necesidad con la FICT y sus estudiantes y docentes encargados para el análisis, diseño y evaluación de diferentes propuestas que transformen las necesidades existentes en proyectos holísticos, sostenibles, investigativos, aplicables y ejecutables en periodos futuros.

2.5.3.2 Parámetro de Evaluación: Costos de Ejecución del Proyecto

Si bien los costos de ejecución de un proyecto se asocian a diversos factores como el tiempo, área, materiales, obras preliminares, entre otros. El enfoque principal de este parámetro abarca no solo los apéndices mencionados, sino, el beneficio que representa este tipo de sistemas frente a otros típicos en el mercado. Según AGUILAR (2014) en su análisis comparativo de sistemas de tratamiento de agua, presenta análisis a Costos Anuales Uniformes Equivales demostrando ahorros significativos en los costos de ejecución de sistemas tipo Humedal Artificial, frente a sistemas tradicionales.

2.5.3.3 Parámetro de Evaluación: Tiempo de Ejecución de Obra

El parámetro descrito a continuación engloba el desarrollo en la escala temporal de aplicación del proyecto. Tal como se ha descrito a lo largo de la presente memoria, la ejecución de este tipo de proyectos se subdivide en etapas, y las propias etapas en periodos de adaptabilidad, interacción, etc. El tiempo de ejecución, por ende, es un parámetro fundamental para tomar en consideración dado que de él depende la correcta ejecución y etapas para que el proyecto funcione de la manera óptima según el diseño al cual se someta.

2.5.3.4 Parámetro de Evaluación: Impacto Ambiental

Dado que una de las restricciones físicas de la zona geográfica es la presencia de un área protegida para la conservación de especies de flora y fauna endémicas de la zona, el parámetro de impacto ambiental constituye entonces, una arista fundamental para evitar se vulnere especies a conservar, deforestación o contaminación a las zonas aledañas a los sistemas existentes, así como también las áreas anexas al proyecto que se busca desarrollar en la presente memoria.

No obstante, este apéndice, interactúa a la vez con el mercado y la industria contemporánea de la construcción civil. La ejecución de proyectos de gran escala conlleva una serie de afectaciones y/o contaminación por la demanda de materiales, espacio físico y adaptación de terrenos. De ahí que este proyecto busque asociarse a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, y transforme la realidad de la industria constructiva sostenible en el futuro.

2.5.3.5 Parámetro de Evaluación: Costos de Mantenimiento del Proyecto

Similar al análisis previo de costos de operación y ejecución del proyecto, los sistemas tipo Humedal Artificial, como cualquier obra civil, requieren de un plan de cuidado y mantenimiento continuo posterior al proyecto para que este perdure en el tiempo con la calidad similar al diseño previsto. Según AGUILAR (2014), la aplicación de este tipo de sistemas de tratamiento, en su análisis posterior a la ejecución, brinda beneficios para el cliente en la medida que genera ahorro significativo en los planes de mantenimiento asociados, focalizando sus operaciones en el control de crecimiento vegetativo cultivado en el propio sistema.

2.5.4 Ponderación de los Parámetros

Para la selección de la propuesta óptima en el desarrollo de este proyecto, se empleó una combinación entre el análisis por escala de Likert, y el proceso ponderativo de criterios técnicos requeridos por el cliente.

2.5.4.1 Escala de Likert

La Escala de Likert corresponde a un Método de Investigación Psicométrica, que permite evaluar una serie de factores según su tipo y el propósito investigativo, mediante el uso de categorías cerradas y donde es posible interpretar los datos a través de métodos estadísticos útiles en procesos investigativos. (Hammond, 2023)

La escala mostrada a continuación, es la Escala de Likert del tipo Acuerdo, misma que puede extrapolarse y seguir la misma lógica en proceso de análisis de favorabilidad, siendo: 1. Muy Desfavorable 2. Desfavorable 3. Indiferente 4. Favorable 5. Muy Favorable.



Gráfica 2.2 Escala de Likert del tipo Acuerdo [Elaboración propia, 2023]

2.5.4.2 Asignación de Porcentajes de Ponderación

Dadas las restricciones y factores externos que influyen en la ejecución del proyecto, se establecieron diferentes porcentajes ponderativos que serán proporcionales al grado de importancia que posee el criterio para el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos planteados.

- Criterio y Preferencia del Cliente: 30%

Tal como se expresó en el diagrama de flujo de la metodología del proyecto, en la fase de socialización con el cliente se expresó abiertamente las necesidades de este, las condiciones para la ubicación geográfica en cuanto a la ejecución de la obra, así como también, parte de la explicación de zonas de descarga, parámetros ambientales a respetar, entre otros. Dado que el cliente es quien financia y ejecuta el proyecto ocupa el mayor porcentaje ponderativo del método.

- Costo de Ejecución de Obra: 25%

Al proyecto estar asociado con una institución de educación pública, el presupuesto anual asignado para el desarrollo de sus actividades también engloba el desarrollo y mantenimiento infraestructural, de ahí que, el proyecto debe apuntar a la austeridad y balance económico para su posible ejecución futura.

- Costo de Mantenimiento de Obra: 20%

Siguiendo la misma lógica del parámetro anterior, y adicionando parte del atractivo económico inherente de esta propuesta, son los reducidos costos de mantenimiento asociados a este tipo de proyecto, frente a otros sistemas existentes en el mercado, no obstante, el porcentaje engloba condiciones como el área de atención, tiempo requerido y facilidad de aplicación, y de ahí el porqué de su porcentaje.

- Impacto Ambiental: 15%

Parte de los objetivos del proyecto integrador, conectan los criterios contemporáneos de la industria, así como también tratan de seguir los lineamientos sugeridos por organismos no gubernamentales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), este criterio abarca la importancia de la Construcción Sostenible así como también el cuidado a las especies existentes en la zona, y la facilidad para que este tipo de proyectos que intentan imitar el comportamiento de la naturaleza funcione de la manera prevista.

- Tiempo de Ejecución de Obra: 10%

Si bien este parámetro se liga con los costos de ejecución, el proyecto brinda las bondades para poder ser desarrollo por etapas, mientras el mismo sistema se estabiliza, acopla y adapta al ecosistema, de ahí que la facilidad para la adaptabilidad nos permite asignar la menor ponderación al criterio.

2.5.5 Evaluación de las Alternativas

En función a los parámetros descritos en el apartado 2.5.3 y el esquema de ponderación y selección de propuestas mencionado en la sección 2.5.4, se evaluaron las alternativas de diseño tanto de la Etapa de ejecución del proyecto I y II, teniendo así:

2.5.5.1 Humedal Artificial de flujo Superficial

Tabla 2.15 Análisis de alternativa HAFS [Elaboración propia,2023].

Etapa 1 - Alternativa 1		Humedal del Flujo Superficial				
Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%		X			
Costo de Ejecución	25.00%				X	
Tiempo de Ejecución	10.00%			X		
Impacto Ambiental	15.00%	X				
Costo de Mantenimiento	20.00%			X		
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** Parte de la solicitud del cliente es que el proyecto sea ubicado en una zona geográficamente alejada de los servicios e infraestructura ocupadas por estudiantes, docentes o administrativos; principalmente para evitar problemas por olor o plagas, este último parámetro, aunque controlado se ve reflejado en esta propuesta en mayor medida que las otras dos opciones.
- **Costo de Ejecución:** El diseño a flujo superficial resulta en comparativa más competitivo que las otras dos opciones dado a que el modo en el que fluye el caudal afluente al humedal es más sencillo que en las otras propuestas.

- **Tiempo de Ejecución:** Este apéndice en la escala de favorabilidad se encuentra en el centro dado a que, si bien maneja tiempos similares a las otras opciones, el área que ocuparía según el prediseño es en cierta medida grande de ahí que requiera de mayor tiempo para realizarse.
- **Impacto Ambiental:** El diseño a flujo superficial pudiera visualmente no resultar agradable, sumado a la posibilidad de enfrentarse con olores y proliferación de mosquitos por el estancamiento del agua hasta cumplir el tiempo de retención hidráulica del sistema.
- **Costo de Mantenimiento:** Este sistema en comparación a las otras 2 propuestas pudiera implicar costos de mantenimiento un poco más altos debido a que se pudiera llegar a requerir un sistema de control de insectos y olores.

2.5.5.2 Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Vertical

Tabla 2.16 Análisis de alternativa de HAFSSv [Elaboración propia, 2023].

Etapa 1 - Alternativa 2		Humedal del Flujo Subsuperficial Vertical				
Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%					X
Costo de Ejecución	25.00%				X	
Tiempo de Ejecución	10.00%			X		
Impacto Ambiental	15.00%				X	
Costo de Mantenimiento	20.00%				X	
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** A diferencia de la opción anterior, esta propuesta se acopla de manera precisa a las restricciones del cliente, ocupa la menor área, hay un mejor manejo de olores y menos proliferación de insectos, permitiendo colocarla en espacios prudentemente alejados de la infraestructura y que no impliquen mayor molestia.
- **Costo de Ejecución:** Similar a la opción anterior, este apéndice fortalece su competitividad dado a que, al tener un área

proporcionalmente menor, emplea menos gastos en movimiento de tierra, vegetación sembrada, obras de ingeniería, etc.

- **Tiempo de Ejecución:** Como se explica en el apartado de costo, al implicar una menor área disminuye a la vez el tiempo de obra, no obstante, al requerir de un flujo subsuperficial la dificultad aumenta en cierta medida, esto respecto al tiempo pudiera llegar a requerir un poco más de ahí su valor en la escala.
- **Impacto Ambiental:** La ventaja de que el caudal afluyente sea subsuperficial permite que el tratamiento de lodos que se acumula en el humedal no genere mayores olores, estancamiento de agua, ni proliferación de insectos. A la vez, esta alternativa representa la menor invasión al área para la ejecución del proyecto.
- **Costo de Mantenimiento:** Esta alternativa genera un crecimiento de vegetación moderada, extendiendo los plazos para el mantenimiento y al no generar proliferación de insectos mayoritaria disminuye costos CAPEX.

2.5.5.3 Humedal Artificial de flujo Subsuperficial Horizontal

Tabla 2.17 Análisis de alternativa de HAFSSh [Elaboración propia, 2023.]

Etapa 1 - Alternativa 3		Humedal del Flujo Subsuperficial Horizontal				
Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%		X			
Costo de Ejecución	25.00%			X		
Tiempo de Ejecución	10.00%		X			
Impacto Ambiental	15.00%			X		
Costo de Mantenimiento	20.00%			X		
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** Dado que una limitante para todo proyecto generado en ESPOL es el espacio físico para el desarrollo de este, puesto que el área constructiva disponible es muy pequeña y la universidad posee proyección urbanística por desarrollar en un

futuro, la opción analizada llega a recurrir en áreas muy grandes que no se dispone.

- **Costo de Ejecución:** Al realizar proyecto que impliquen parte de deforestación de áreas verde, se debe cumplir con el compromiso de replantar zonas, este costo adicional no se contempla en igual magnitud en las otras opciones, los movimientos de tierra, trabajo de campo y cronograma de obra resultan mayores en igual medida.
- **Tiempo de Ejecución:** El prediseño realizado para el análisis de esta opción mostró un área en proporción mucho mayor a las demás opciones, lo que implicaría mucho más tiempo para ejecutar únicamente esta primera etapa del proyecto.
- **Impacto Ambiental:** Similar al requerimiento del cliente, esta opción se ve fuertemente limitada en aspectos de sostenibilidad ya que implicaría remover gran parte del área verde existente para adecuar el terreno e implantar el proyecto, esto resulta ecológicamente desfavorable.
- **Costo de Mantenimiento:** Esta alternativa genera un crecimiento de vegetación moderada, extendiendo los plazos para el mantenimiento y al no generar proliferación de insectos mayoritaria disminuye costos CAPEX.

2.5.5.4 Descarga del Efluente en Zanjas de Infiltración

Tabla 2.18 Análisis de zanjas de infiltración [Elaboración propia, 2023].

Etapa 2 - Alternativa 1		Descarga del Efluente en Zanjas de Infiltración				
Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%			X		
Costo de Ejecución	25.00%		X			
Tiempo de Ejecución	10.00%			X		
Impacto Ambiental	15.00%			X		
Costo de Mantenimiento	20.00%					X
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** En cuanto a la deseabilidad de esta opción no hubo mayor queja con el cliente, nuevamente se recalca el hecho del espacio geográfico que ocupan, razón que explica el motivo de su valor en la escala.
- **Costo de Ejecución:** Como se explica en el apartado de zona de estudio del proyecto, el diseñar zanjas para el caudal esperado requiere de extensiones grandes de tierra, esto al no ser posible garantizar en una zona inmediata al humedal implica aplicarlo en un área diferente recurriendo a mayores gastos, instalaciones y movimientos de tierra.
- **Tiempo de Ejecución:** Por las razones explicadas en el criterio anterior, los cronogramas de obra en esta alternativa aumentan, no obstante, se compensa en cierto sentido ya que la dificultad constructiva de estas zanjas no es mayor.
- **Impacto Ambiental:** Este medido post tratamiento para descargar el efluente representa un método natural, poco invasivo y favorable para las restricciones del proyecto. Sin embargo, como se explicó al no poder ubicarse cerca del humedal, se debe garantizar que el agua infiltrada, pueda ser soportada por el suelo y no termine dirigiéndose a un cuerpo de agua cercano como acuífero o lago.
- **Costo de Mantenimiento:** Las Zanjas de Infiltración replican modelos naturales que no requieren de mayor mantenimiento más allá de evitar obstrucciones por vegetación seca. En temporadas de lluvia se aprovecha el caudal de lluvia para autolavado de las zanjas.

2.5.5.5 Descarga del Efluente en un Cuerpo de Agua

Tabla 2.19 Análisis descarga a cuerpo de agua [Elaboración propia, 2023].

Etapa 2 - Alternativa 2		Descarga del Efluente en un Cuerpo de Agua				
Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%	X				
Costo de Ejecución	25.00%				X	
Tiempo de Ejecución	10.00%			X		

Impacto Ambiental	15.00%		X			
Costo de Mantenimiento	20.00%					X
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** La primera y más fuerte limitante que expreso el cliente es el hecho de que por ninguna razón el agua tratada por el humedal descargue el Lago de Ingenierías de ESPOL, ya que existen proyectos futuros de potabilización de este, así como la existencia de especies que viven él o beben su agua, razón que impide se exponga a contaminación así sea en menor medida.
- **Costo de Ejecución:** El proyecto se encuentra ubicado sobre una subcuenca hidrográfica que favorece la descarga natural del sistema en el lago, simplemente requiere de encausarlo y garantizar la protección del sistema, ocupando costos menores para esta etapa.
- **Tiempo de Ejecución:** Como se explicó antes, la protección del sistema de descarga implicaría atravesar parte de la avenida principal de ESPOL y emplear tuberías subterráneas, esto en la medida del tiempo pudiera verse retrasado ya que la avenida no puede cerrarse dado su uso diario.
- **Impacto Ambiental:** Pese a que la función principal de los Humedales Artificiales es el tratamiento del agua y la eliminación de materia orgánica y parte de los microorganismos biológicos, en el efluente persiste cierto contenido de carga contaminante que pudiera alterar la composición del agua en el que se llegue a descargar.
- **Costo de Mantenimiento:** Esta alternativa no incurre de costos de mantenimiento ya que, una vez descargada el agua, se absorbe por cuerpos mayores que se encargan de esta función.

2.5.5.6 Descarga del Efluente en un Tanque de Bombeo para Riego de la Zona

Tabla 2.20 Análisis de tanque de bombeo para zona de riego [Elaboración propia, 2023].

Parámetros	Ponderación %	Escala				
		1	2	3	4	5
Requerimiento del Cliente	30.00%					X
Costo de Ejecución	25.00%		X			
Tiempo de Ejecución	10.00%				X	
Impacto Ambiental	15.00%				X	
Costo de Mantenimiento	20.00%		X			
TOTAL	100.00%					

- **Requerimiento del Cliente:** ESPOL siempre se encuentra en la búsqueda de desarrollar proyectos con visión sostenible que generen aporte a su campus, el poder implementar un sistema de riego con garantía en nutrientes para la vegetación resulta una propuesta muy favorable.
- **Costo de Ejecución:** La desventaja asociada a este sistema son los gastos que se incurren dado la necesidad de un sistema de bombeo, construcción de un tanque de almacenamiento del agua y el sistema de tuberías para la distribución del efluente.
- **Tiempo de Ejecución:** Respecto al tiempo, este compensa el punto anterior ya que los sistemas no son de mayor complejidad y pueden ser adaptados con facilidad a la zona de estudio.
- **Impacto Ambiental:** Este apéndice resulta favorecido pues la opción se respalda en el ODS 6, se garantiza la reutilización del agua y se beneficia a las especies de flora de la zona.
- **Costo de Mantenimiento:** De manera similar al apartado de costos de ejecución, implementar un sistema de impulsión por bombas para riego implica que el plan de mantenimiento absorba el cambio periódico de la bomba, así como también verificar los sistemas de riego, etc.

2.6 Elección de la Alternativa

2.6.1 Etapa I

Tabla 2.21 Análisis en conjunto de la etapa I de tratamiento [Elaboración propia, 2023].

Parámetros	Ponderación %	Alternativas					
		F. Superficial		F. Subsuperficial H.		F. Subsuperficial V.	
Requerimiento del Cliente	30.00%	2	12%	2	12%	5	30%
Costo de Ejecución	25.00%	4	20%	3	15%	4	20%
Tiempo de Ejecución	10.00%	3	6%	2	4%	3	6%
Impacto Ambiental	15.00%	1	3%	3	9%	4	12%
Costo de Mantenimiento	20.00%	3	12%	3	12%	4	16%
TOTAL	100.00%	53%		52%		84%	

2.6.2 Etapa II

Tabla 2.22 Análisis de etapa II disposición de aguas tratadas [Elaboración propia, 2023].

Parámetros	Ponderación %	Alternativas					
		Zanjas Infiltración		Descarga al Lago		Bombeo para Riego	
Requerimiento del Cliente	30.00%	3	18%	1	6%	5	30%
Costo de Ejecución	25.00%	2	10%	4	20%	2	10%
Tiempo de Ejecución	10.00%	3	6%	3	6%	4	8%
Impacto Ambiental	15.00%	3	9%	2	6%	4	12%
Costo de Mantenimiento	20.00%	5	20%	5	20%	2	8%
TOTAL	100.00%	63%		58%		68%	

Tras efectuar el análisis de alternativas tanto para la Etapa I como la Etapa II del proyecto, resultaron como ganadoras las opciones de Diseño de Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical para el Pretratamiento y Tratamiento del Afluente, mismo que será complementado con un Sistema de Bombeo para Riego tomando el caudal del efluente; estas elecciones son el producto de un análisis holístico que consideró los requerimientos prioritarios del cliente, así como también los factores asociados al cumplimiento de los objetivos de este proyecto integrador. De existir nuevas opciones/alternativas de aplicación, los autores de este proyecto

recomendados se analicen y compare desde 0 las opciones, bajo las nuevas consideraciones o aristas que pudieran aparecer.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Población de diseño

Para determinar la población de diseño se comunicó con las diferentes entidades encargadas del manejo y ocupación de gimnasio, canchas, piscina, residencias, entre otras edificaciones de la zona.

En cuanto al gimnasio, el encargado de llevar el registro y ocupación de este, el Sr Luis Cáceres, indicó que las instalaciones abren sus puertas a partir de las 7:30 am hasta las 4 pm, con un cierre de 12:30 pm a 1:00 pm por motivos de almuerzo y limpieza, ofreciendo 8 horas de servicio con un aforo máximo de 30 personas por hora, un total de 240 ocupantes al día, sin embargo, la media de uso es del 62% lo que equivale a 148 estudiantes al día, en lo que va del año la máxima capacidad que ha registrado el gimnasio es del 77% lo que indica una presencia de 185 personas al día.

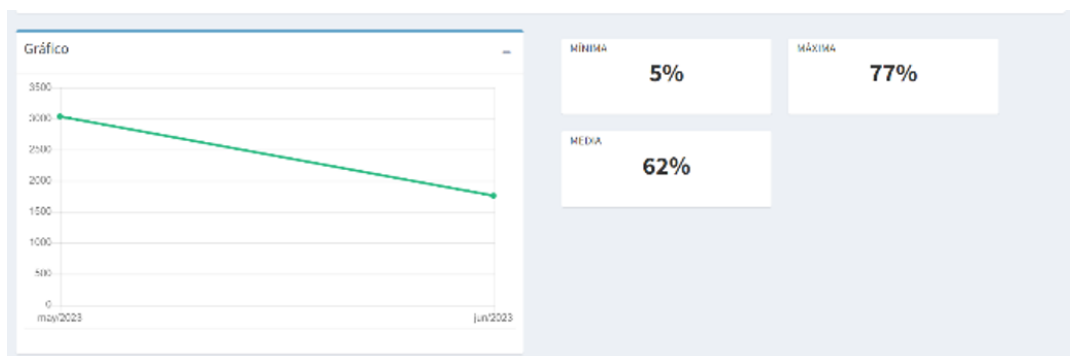


Figura 3.1 Reporte de asistencia presentado por la aplicación de registro a gimnasios, "Crosshero" [Cáceres, 2023].

Por su parte la piscina, atiende desde las 9 am hasta las 3 pm, con un cierre de 12 pm a 1 pm, por motivos de limpieza y almuerzo, la ocupación máxima es de 7 personas por hora, lo que equivale a una ocupación

máxima de 35 estudiantes al día, la media de uso de estas instalaciones es de 48%, es decir 16 personas por día. El máximo aforo recibido en lo que va del año es del 67%, lo que corresponde a 24 personas al día.

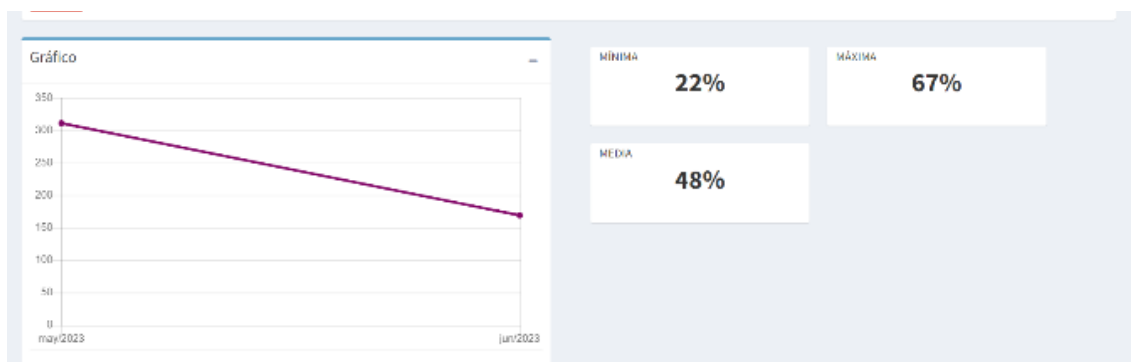


Figura 3.2 Reporte de asistencia presentado por la aplicación de registro a piscina, "Crosshero" [Cáceres, 2023].

Las residencias que se encuentran en la zona de vinculación con el bosque cuentan con 4 suites sencillas con un aforo máximo de una persona, 4 suites dobles con capacidad de 3 personas, dando un máximo de 16 personas al día, esta información fue facilitada por la Sra. Fanny Cueva, administradora CMI-ESPOL.

El estadio de la universidad registra una cantidad máxima de espectadores en los eventos de graduación de los estudiantes alcanzando una asistencia de 1400 personas, siendo el día con mayor cantidad de espectadores en el año.

A la vez también se considera los estudiantes que utilizan las canchas de baloncesto y tenis, las cuales se encuentran en la parte posterior de los gimnasios, estas albergan alrededor de 84 estudiantes por día.

Las instalaciones restantes corresponden a la planta embotelladora, centro de compostaje, vinculación con el bosque protector, en la actualidad todas estas no se encuentran bajo funcionamiento, sin embargo, el programa de sostenibilidad mantiene planes de reapertura de

estas entidades, por lo que se estima la presencia de 5 empleados por departamento.

Como se indicó en otros apartados del documento, la expansión y creación de nuevas infraestructuras es bastante limitada en esta zona, por lo cual la población de diseño se la realiza por saturación, es decir, tomando en consideración el aforo máximo de cada una de las instalaciones para definir a cuantas personas se les brindara el servicio.

3.1.2 Dotaciones

La dotación es la cantidad de agua consumida en promedio por cada habitante, incluyendo distintos tipos de consumo como el comercial, industrial y público (Insitituto Ecuatoriano de Normalización, 1992). Esta dependerá del tipo de actividad que realice la población de estudio, al igual que como se diferenció las distintas poblaciones de acuerdo con las instalaciones, se le asignará a cada una dotación de acuerdo con lo establecido por distintas normativas (Ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Dotaciones de las diferentes instalaciones [Elaboración propia, 2023].

Edificación	Población	Dotación	Normativa
Residencias	16	250 l/hab*día	NEC CAP 16
Gimnasio ^b	240	50 l/hab*día	NEC CAP 16
Estadio ^b	1400	10 l/espectador/día	Manual técnico de Dotaciones de Agua, Costa Rica
Piscina ^a	359.5	15 l/m2*día	Manual técnico de Dotaciones de Agua, Costa Rica
Canchas de tenis y baloncesto	84	75 l/hab*día	Manual técnico de Dotaciones de Agua, Costa Rica
Planta embotelladora	5	80 l/hab*día	NEC CAP 16
Centro de compostaje	5	80 l/hab*día	NEC CAP 16
Vinculación con el bosque protector	5	80 l/hab*día	NEC CAP 16

^a La normativa indica que la dotación se da en relación con los m² de área útil de la piscina.

^b Se utilizó una normativa de otro país ya que la ecuatoriana no cuenta con especificaciones para este tipo de instalaciones.

3.1.3 Caudal de diseño

3.1.3.1 Caudal medio

Para estimar este parámetro, nos basamos en el cálculo del caudal de diseño para sistemas de alcantarillado sanitario:

$$Q_m = \frac{D * P * R}{86400} \quad (3.1)$$

Donde:

- D es la dotación establecida para cada actividad en la tabla 3.1.
- P la población indicada por establecimiento en la tabla 3.1.
- R coeficiente de retorno de agua potable, la cual representa una porción del agua potable, la cual ingresa al sistema de alcantarillado sanitario (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2009), para nuestro diseño consideraremos 0.8.

Tabla 3.2 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas [Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2009].

Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas	
Nivel de Complejidad del sistema	Coeficientes de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio alto y alto	0.8-0.85

3.1.3.2 Caudal de punta diario

Corresponde al caudal medio máximo que se puede registrar en un día, para esto se aplicaran coeficientes de mayoración.

$$Q_{pd} = KMD * Q_m \quad (3,2)$$

Donde:

- KMD, de acuerdo con la normativa inen capítulo 5 parte 9.1, este parámetro puede oscilar entre 1.3 y 1.5 dependiendo de la población a la cual se le busca brindar el servicio, por lo que definimos un factor de 1.5.

3.1.3.2 Caudal de punta horario

Corresponde al caudal medio máximo que se puede encontrar a lo largo del día, para esto se aplicaran coeficientes de mayoración.

$$Q_{ph} = KMH * Q_m \quad (3,3)$$

Donde:

- KMH, de acuerdo con la normativa INEN capítulo 5 parte 9.1, este parámetro puede oscilar entre 2 y 2.3 dependiendo de la población a la cual se le busca brindar el servicio, por lo que se toma 2.3.

Tabla 3.3 Resultados de caudales de diseño [Elaboración propia, 2023].

Parámetros	Simbología	Valor	Unidades
Caudal Medio	Q_m	34.31	$\frac{m^3}{día}$
Caudal de punta diario	Q_{pd}	51.47	$\frac{m^3}{día}$
Caudal de punta horario	Q_h	78.92	$\frac{m^3}{día}$

3.1.4 Pretratamiento

3.1.4.1 Zona de desbaste.

Para realizar el diseño de las rejillas finas y gruesas, consideraremos parámetros de diseño recomendados por García y Corzo, dentro de su libro "Depuración con Humedales Construidos".

Tabla 3.4 Valores recomendados de los parámetros necesarios para el diseño de un canal de desbaste y sus respectivas rejías [García & Corzo, 2008].

Parámetro	Reja Gruesa	Reja Fija
Modo de funcionamiento	Manual	Automático
Anchura de barrote (mm)	>12	<6
Luz entre barrote (mm)	50-100	10-25
Pendiente en relación con la vertical (°)	30-45	
Velocidad de aproximación (m/s)	0.3-0.6	

Pérdida de carga admisible (m)	0.15	0.15
---------------------------------------	------	------

Para poder definir el ancho útil del canal se aplicará la siguiente fórmula

$$W_u = (A_c - n * A_b) * \left(1 - \frac{G}{100}\right) \quad (3,4)$$

Donde:

A_c : Ancho del canal (m).

A_b : Diámetro de varilla (m).

G : Grado de colmatación (%).

n : Número de barrotes, la cual se calcula con la ecuación 3.5 (Adim).

$$n = \frac{A_c + a_b}{l_b + a_b} \quad (3,5)$$

Por su parte para poder definir la altura del calado del canal de desbaste, tomamos el caudal de punta horario asegurando tal capacidad que en las condiciones críticas este no falle.

$$h = \frac{Q_{ph}}{v * W_u} \quad (3,6)$$

Donde:

h : Altura del calado (m).

Q_{ph} : Caudal de diseño (m³/s)

v : Velocidad de aproximación (m/s).

n : Ancho útil (m).

Para definir la longitud total del canal de desbaste se toma en consideración el tiempo de retención hidráulico, el cual puede variar desde los 5 a 15 segundos.

$$L = TRH * v \quad (3,7)$$

Donde:

h : Largo del canal (m).

TRH : Tiempo de retención hidráulico (s).

v : Velocidad de aproximación (m/s).

Para poder verificar el correcto dimensionamiento de las varillas como el ancho del canal, se aplica la ecuación 3.8 para calcular la pérdida de carga producida por las varillas y que esta cumpla con la restricción de ser menor a 15 cm.

$$hv = B * \left(\frac{A_b}{L_{Ab}}\right)^{\frac{4}{3}} \left(\frac{v^2}{2g}\right) \text{sen } \alpha \quad (3,7)$$

Donde:

hv : Pérdida de carga (m).

L_{Ab} : Longitud entre varillas (m).

v : Velocidad de aproximación (m/s).

α : Inclinación de rejillas ($^\circ$).

B : Factor de forma, en este caso 1.79 para varillas circulares (Adim).

Tabla 3.5 Parámetros de diseño definidos [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Rejillas Gruesas	Rejillas Finas
Diámetro de varillas (mm)	15	5
Luz entre varillas (mm)	50	15
Velocidad de aproximación (m/s)	0.3	
Inclinación de rejillas ($^\circ$)	45	
Grado de colmatación (%)	30	
Ancho del canal definido (cm)	30	30
Tiempo de retención hidráulica (s)	15	15

A partir de esos parámetros se obtuvieron los siguientes resultados (Ver tabla 3.6), verificando que se cumpla con la pérdida de carga máxima permitida, tanto para las rejillas finas como gruesas.

Tabla 3.6 Dimensionamiento del canal de desbaste [Elaboración propia,2023].

Parámetro	Rejillas Gruesas	Rejillas Finas
Número de barros	6	17
Ancho útil (cm)	14.7	15.05
Altura de calado mínima (cm)	2.2	2.15
Altura de calado definida (cm)	40	40
Longitud de canal (m)	4.5	4.5
Pérdida de carga (cm)	0.12	0.13
Pérdida de carga menor a 15cm	Cumple	Cumple

Se define la altura del canal de 40cm. para brindarle un borde libre óptimo y evitar fallas en el mismo.

3.1.4.2 Desarenador

Para realizar el respectivo dimensionamiento del canal desarenador, se aplicó el desarrollo descrito por García y Corzo en la ya mencionada Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial. Tal como en el diseño del canal de desbaste los autores presentan parámetros recomendados para definir la extensión de este canal.

Tabla 3.7 Valores recomendados de los parámetros necesarios para el dimensionamiento de desarenadores [García & Corzo, 2008].

Parámetro	Intervalo	Valor típico
Carga hidráulica (m ³ / m ² h)	-	<70
Velocidad horizontal del agua (m/s)	0.2 - 0.4	0.3m/s
Tiempo de retención (s)	45 - 90	60
Longitud	20 – 25 veces la altura de la lámina de agua	
Relación Largo-ancho	1.5 – 3.0	2

Para determinar la sección transversal del desarenador se aplicó la siguiente ecuación.

$$S_t = \frac{Q_{max,d}}{vh} \quad (3,8)$$

Donde:

S_t : Sección transversal (m²).

$Q_{max,d}$: Caudal máximo (m³/s).

vh : Velocidad de aproximación (m/s).

A partir de la sección transversal obtenida, y un ancho de canal definido determinamos la altura mínima de calado con la que se debe de contar.

$$h = \frac{S_t}{W} \quad (3,9)$$

Donde:

vh : Velocidad de aproximación (m/s).

S_t : Sección transversal (m²).

W : Ancho definido del canal (m).

Por su parte para la longitud del canal se plantea la siguiente ecuación.

$$L = W * lr \quad (3,10)$$

L : Longitud del canal (m).

W : Ancho del canal (m).

lr : Relación ancho-longitud.

Para finalizar el diseño del desarenador, se comprueba que la carga hidráulica sea inferior a lo indicado en la tabla 3.7.

Tabla 3.8 Parámetros definidos para el diseño del desarenador [Elaboración propia,2023].

Parámetro	Valor
Velocidad horizontal (m/s)	0.3
Ancho del desarenador (m)	0.3
Relación largo-ancho	3

A partir de estos parámetros obtuvimos los siguientes resultados para el diseño.

Tabla 3.9 Resultados del dimensionamiento del desarenador [Elaboración propia,2023].

Parámetro	Valor
Sección transversal (m ²)	0.0032
Altura calculada (m)	0.01
Altura del borde libre (m)	0.59
Altura total (m)	0.6
Longitud del canal (m)	1
Carga hidráulica (m ³ / m ² h)	11.65
Carga hidráulica < 70(m ³ / m ² h)	Cumple

Es importante mencionar que, se colocó un desarenador más pequeño de lo que realmente se requiere debido a que en el tratamiento primario se utilizaran tanque Imhoff, los cuales cumplen con la función de sedimentar partículas suspendidas que se pueden encontrar, su principal objetivo es permitir la implementación de las rejillas finas del pretratamiento.

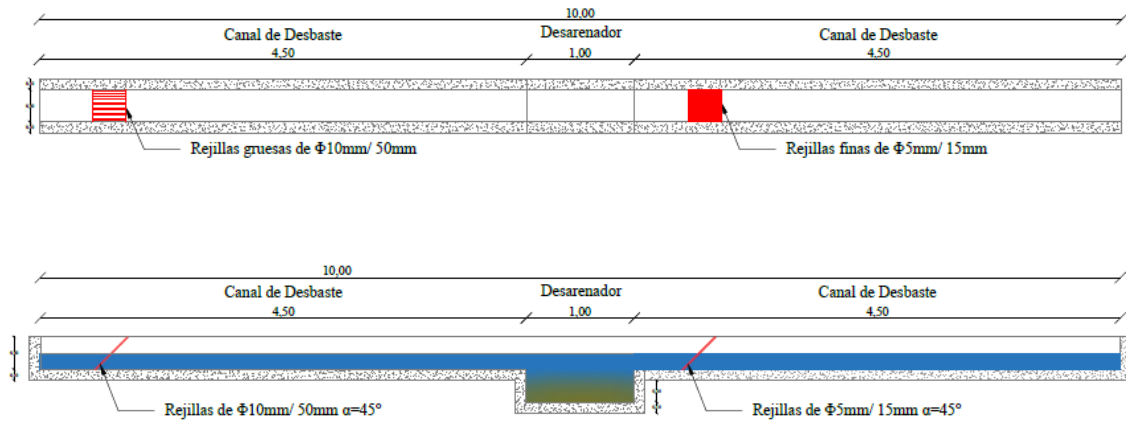


Figura 3.3 Vistas del canal de desbaste [Elaboración propia,2023].

3.1.5 Tratamiento primario

3.1.5.1 Tanque Imhoff

Para llevar a cabo el tratamiento primario, utilizaremos un tanque Imhoff, el cual es considerado como una fosa séptica la cual posee una modificación separando la zona de decantación y digestión, en este sistema hay un gran avance en la sedimentación de sólidos, debido a la existencia de ranuras que delimitan la zona de decantación, las burbujas provenientes del fondo del tanque son desviadas hacia las paredes del tanque, evitando que la sedimentación de los sólidos se vea afectado por el ascenso de las mismas, este tipo de sistemas suele ser utilizada para poblaciones de hasta 500 habitantes, estos tanques pueden ser circulares, cuadrados o rectangulares, dependiendo del aporte que vaya a recibir (García & Corzo, 2008).

Para el diseño de este tanque se presentan los siguientes parámetros recomendados para el diseño.

Tabla 3.10 Parámetros de diseño de tanques Imhoff [García & Corzo, 2008].

Parámetro	Unidades	Rango	Valor usual
Zona de decantación			
Carga hidráulica superficial de punta	m ³ /m ² *d	24 - 40	12
Tiempo de retención a Q med	h	2 - 4	3
Tiempo de retención a Q punta horario	h	-	1

Velocidad horizontal de punta horario	m/min	-	<0,3
Relación longitud/ancho	-	2/1 - 5/1	2,00
Pendiente de la cámara de decantación	-	1.25:1.0 - 1.75:1.0	1,5
Obertura inferior	m	0.15 - 0.30	0,3
Pestaña inferior	m	0.15 - 0.30	0,25
Deflector debajo de la superficie	m	0.25 - 0.40	0,3
Deflector encima de la superficie	m	0.30	0,5
Resguardo	m	0.45 - 0.60	0,45
Zona de escape de gases			
Área (% de la superficie total)	%	15 - 30	20
Anchura	m	0.45 - 0.75	0,6
Zona de digestión			
Tiempo de digestión	años	0.50 - 1.5	1
Tasa de emisión unitaria de lodos	m ³ /hab*año		0.04
Tubería de extracción de lodos	m	0.20 - 0.30	0,25
Distancia libre hasta el nivel del lodo	m	0.30 - 0.90	0,6
Tiempo de digestión	años		1
Profundidad total del agua en el tanque (desde la superficie hasta el fondo)	m	7-9	9
Otros parámetros de diseño			
TRH a caudal medio	h		3
TRH a caudal punta horario	h		1
Deflector	m		0,3
Altura libre	m		0,5
Número de puntos de extracción de lodos	n		2
Inclinación de las paredes de fondo	α		30

Para calcular el área a ocupar por la zona de decantación del tanque, utilizamos la siguiente relación entre el caudal de punta diario y la carga hidráulica superficial de punta diaria

$$S = \frac{Q_{p,d}}{C_{s\ punta}} \quad (3,11)$$

Donde:

S : Área superficial de la zona de decantación (m²).

$Q_{p,d}$: Caudal de punta diario (m³/s).

$C_{s\ punta}$: carga hidráulica superficial de punta diaria (m³/m*d).

A la vez se definió que se colocaran 2 tanques por la cantidad de aporte que se tendrá.

Teniendo en consideración lo indicado se determina el área superficial de uno de los tanques.

$$S_{tanque} = \frac{S}{n} \quad (3,12)$$

Donde:

S_{tanque} : Área superficial de la zona de decantación de uno de los tanques (m²).

S : Área superficial de la zona de decantación total (m²).

n : Número de tanques.

Una vez calculada el área superficial de un solo tanque, se procede a cuantificar el ancho mínimo de la zona de decantación, con la siguiente formula.

$$W = \sqrt{\frac{S_{tanque}}{2}} \quad (3,13)$$

Donde:

W : Ancho de la zona de decantación.

S_{tanque} : Área superficial de la zona de decantación de uno de los tanques (m²).

Habiendo calculado el ancho y con la relación largo ancho establecida en la tabla 3.10, calculamos la longitud total de la zona de decantación.

$$L = W * lr \quad (3,14)$$

Donde:

L : Longitud de la zona de decantación (m).

W : Ancho de la zona de decantación (m).

l_r : Relación ancho-longitud.

Con el área superficial del decantador lista, pasamos a calcular la profundidad de esta (Ver ecuación 3,15), partiendo de parámetros enlistados en la tabla 3.10, como la obertura inferior, la pendiente de la zona de decantación, para entender mejor a que se refieren estas características, ver la figura 3.4

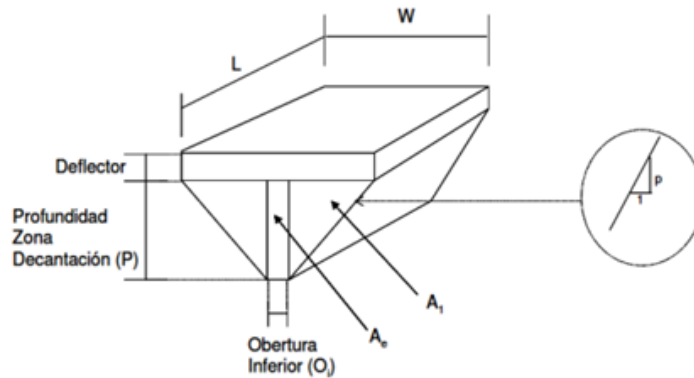


Figura 3.4 Elementos de la zona de decantación [García & Corzo, 2008].

$$P = \left(\frac{W - O_i}{2} \right) * p \quad (3,15)$$

Donde:

P : Profundidad de decantación (m).

W : Ancho de la zona de decantación (m).

p : Pendiente de la zona de decantación (m/m).

O_i : Obertura inferior (m).

Con la profundidad de la zona de decantación se determina el área transversal de esta, con la finalidad de determinar cuál será el volumen con el que contará este elemento del tanque Imhoff, para estos se utilizan las ecuaciones 3,16 y 3,17 respectivamente.

$$A_t = 2 * \left(\frac{W - O_i}{2} \right) * \left(\frac{P}{2} \right) + O_i * P \quad (3,16)$$

Donde:

A_t : Área transversal (m).

W : Ancho de la zona de decantación (m).

P : Profundidad de zona de decantación (m).

O_i : Obertura inferior (m).

$$V_{dec} = (h_{deflec} * W * L) + (A_t * L) \quad (3,17)$$

Donde:

V_{dec} : Volumen de la zona de decantación (m³).

W : Ancho de la zona de decantación (m).

h_{deflec} : Altura de deflector (m).

L : Longitud de la zona de decantación (m).

A_t : Área transversal (m).

Para verificar que el dimensionamiento realizado sea correcto, se analizan 3 condiciones, con relación a la velocidad horizontal de punta horaria, el tiempo de retención hidráulico a caudal medio diario, y el tiempo de retención hidráulico a caudal punta horario, para así asegurar la óptima decantación de solidos sedimentables (Mejía, 2021).

$$v_{p,horario} = \frac{Q_{p,h.Imhoff}}{A_t * 60} < \frac{0,3 \text{ m}}{\text{min}} \quad (3,18)$$

Donde:

$v_{p,horario}$: Velocidad horizontal de punta horaria (m/min).

A_t : Área transversal (m).

$Q_{p,h.Imhoff}$: Caudal de ingreso al tanque Imhoff (m³/h).

$$2h < T_H = \frac{V_{dec} * 24}{Q_{md}} < 4h \quad (3,19)$$

Donde:

T_H : Tiempo de retención hidráulico a caudal medio diario (h).

V_{dec} : Volumen de la zona de decantación (m³).

Q_{md} : Caudal medio diario (m³/h).

$$T_{Hpunta} = \frac{V_{dec}}{Q_{ph}} < 4h \quad (3,20)$$

T_{Hpunta} : Tiempo de retención hidráulico a caudal punta horario (h).

V_{dec} : Volumen de la zona de decantación (m³).

Q_{ph} : Caudal punta horario (m³/h).

Tabla 3.11 Dimensionamiento de tanques Imhoff [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Valor	
Área superficial total (m ²)	4.56	
Número de tanques Imhoff	2	
Superficie de decantación por tanque (m ²)	2.28	
Ancho mínimo de la zona de decantación calculado (m)	1.07	
Ancho de la zona de decantación definido (m)	1.20	
Longitud de la zona de decantación (m)	2.40	
Superficie de decantación por tanque (m ²)	2.88	
Profundidad de decantación (m)	0.68	
Área transversal de la zona de decantación (m ²)	0.51	
Volumen de la zona de decantación (m ³)	2.08	
Verificación de dimensionamiento		
Condición	Resultado	Cumplimiento
$v_{p,horario} = \frac{Q_{p,h.Imhoff}}{A_t * 60} < 0,3 \text{ m/min}$	$v_{p,horario} = 0.012 \text{ m/min}$	Cumple
$2h < T_H = \frac{V_{dec} * 24}{Q_{md}} < 4h$	$T_H = 2.74h$	Cumple
$T_{Hpunta} = \frac{V_{dec}}{Q_{ph}} < 4h$	$T_{Hpunta} = 1.19h$	Cumple

Para el área superficial total del tanque Imhoff se usa la ecuación 3,21

$$S_t = (1 + \%S_{gas}) * S_{dec} \quad (3,21)$$

Donde:

S_t : Superficie total del tanque Imhoff (m²).

$\%S_{gas}$: Porcentaje de la superficie total del tanque para extracción de burbujas (%).

S_t : Superficie total de la zona de decantación (m²).

Calculamos el ancho total del tanque:

$$W_t = (W_{dec} + W_{gas}) \quad (3,22)$$

Donde:

W_t : Ancho total del tanque (m).

W_{gas} : Ancho de la zona de gases (m).

W_{dec} : Ancho de la zona de decantación (m).

A partir del área superficial y del ancho total, definimos la longitud, en caso de que esta sea menor a la longitud calculada en el apartado de la zona de decantación, se escoge la última.

$$L_t = \frac{S_t}{W_t} \quad (3,23)$$

Donde:

L_t : Longitud total del tanque (m).

W_t : Ancho total del tanque (m).

S_t : Superficie total del tanque Imhoff (m²).

Una vez definida las dimensiones superficiales del tanque, se deben determinar la profundidad del sistema de tratamiento primario. Por lo que debemos calcular el volumen necesario para almacenar lodos.

$$V_{lodos} = \frac{Vph * T_d * N}{1000} \quad (3,24)$$

Donde:

V_{lodos} : Volumen de lodos (m³).

V_{ph} : Volumen producido por habitantes por año ($m^3/hab \cdot año$), alrededor de $0.04 m^3/hab \cdot año$.

T_d : Tiempo de digestión (años).

N : Población (hab), para este parámetro no seleccionaremos la cantidad de habitantes establecidos en el apartado 3.1.1, debido a que gran parte de la población no es fija, y el aporte generado por esta porción de la población no puede ser considerado significativo para el nivel de lodos, por consiguiente, tomamos una población de 300 habitantes para el diseño, lo cual corresponde a una estimación bastante conservadora, debido a que la población “fija” se encuentra por debajo de los 250 habitantes.

Para poder determinar la profundidad del tanque Imhoff, es importante visualizar las distintas definir las zonas que se destacan en este sistema, la ya descrita, zona de decantación, la zona de digestión, y por último la zona de almacenamiento de lodos.

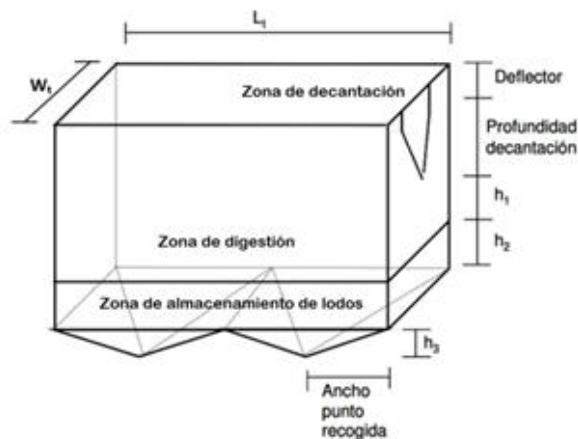


Figura 3.5 Zonas del tanque Imhoff [García & Corzo, 2008].

La altura de la zona piramidal h_3 , se determina por medio de la ecuación 3,25.

$$h_3 = \frac{L_1}{2} * \tan(\alpha) \quad (3,25)$$

Donde:

h_3 : Altura de la zona piramidal (m).

L_t : Longitud total del tanque (m).

n : Número de puntos de extracción.

α : Inclinación de las paredes del fondo ($^\circ$), se recomienda una pendiente de 30° .

Por su parte la altura ocupada por lodos se la calcula de la siguiente forma.

$$h_2 = \frac{V_{lodos} - \left(\frac{1}{3} * L_t * W_t * h_3\right)}{L_t * W_t} \quad (3,26)$$

Donde:

h_2 : Altura de la zona de ocupada por lodos (m).

h_3 : Altura de la zona piramidal (m).

L_t : Longitud total del tanque (m).

W_t : Ancho total del tanque (m).

V_{lodos} : Volumen de lodos (m^3).

Para finalizar con el diseño del tanque se calcula la profundidad total del tanque, y el volumen total.

$$h_t = h_{resguardo} + h_{deflec} + P + h_1 + h_2 + h_3 \quad (3,27)$$

Donde:

h_t : Altura total del tanque Imhoff (m).

$h_{resguardo}$: Altura de resguardo (m).

h_{deflec} : Altura del deflector (m).

P : Profundidad de zona de decantación (m).

h_1 : Distancia entre el decantador y la zona de lodos (m).

h_2 : Zona de digestión (m).

h_3 : Zona piramidal (m).

$$V_{total} = V_{re} + V_{de} + V_{decan} + V_{di} + V_{lod} \quad (3,28)$$

Donde:

V_{total} : Volumen total del tanque Imhoff (m³).

V_{re} : Volumen de resguardo (m³).

V_{de} : Volumen de deflector (m³).

V_{decan} : Volumen de decantación (m³).

V_{di} : Volumen de digestión (m³).

V_{lod} : Volumen de zona de almacenamiento de lodos (m³).

Tabla 3.12 Resultados del dimensionamiento del tanque Imhoff [Elaboración propia, 2023].

Parámetros	Valor
Superficie total del tanque Imhoff calculado (m ²)	3.46
Ancho total del tanque (m)	2.40
Longitud total del tanque calculada (m)	1.44
Longitud total del tanque definida (m)	2.40
Superficie total del tanque Imhoff definida (m ²)	5.76
Volumen de lodos en cada tanque (m ³)	6
Zona piramidal (m)	0.35
Zona de digestión (m)	0.93
Altura total (m)	3.20
Volumen total por tanque (m ³)	13.20

De acuerdo con (Mejía, 2021) quien presentó ciertos porcentajes de remoción generado por los tanques Imhoff para los principales contaminantes que se encuentran en las aguas residuales.

Tabla 3.13 Porcentajes de remoción generado por tanques Imhoff [Mejía, 2021].

Parámetro	Unidad	% Eliminación
DBO ₅	mg/L	30
DQO	mg/L	30
SS	mg/L	60

NKT	mg/L	10
PT	mg/L	10

Tabla 3.14 Calidad del efluente de los tanques Imhoff [Elaboración propia,2023].

Calidad del efluente de los tanques Imhoff				
Parámetro	Unidad	Co	% Eliminación	Cs
DBO5	mgO2/L	205	30	143,50
DQO	mgO2/L	400	30	280,00
SS	mgSS/L	900	60	360,00
PT	mgP/L	12	10	10,80
NKT	mgN/L	49,9	10	44,91

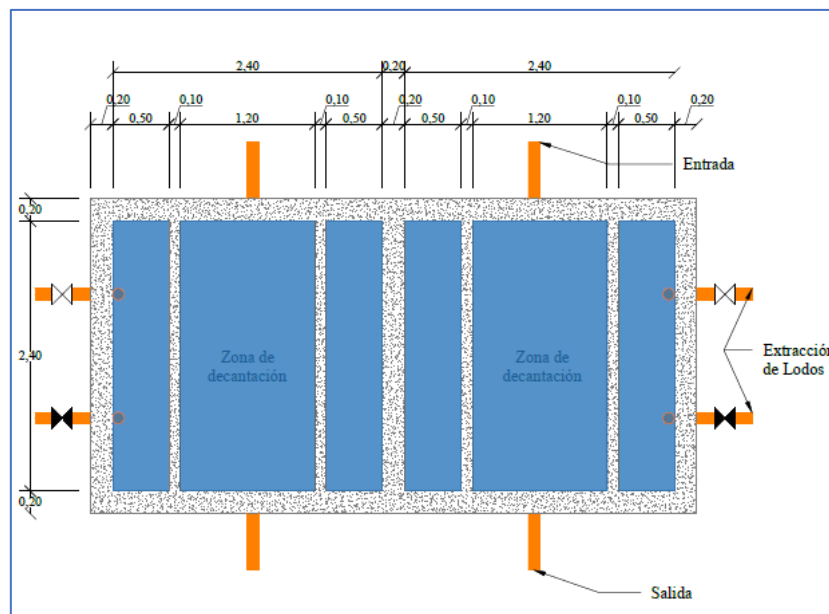


Figura 3.6 Vista en planta del tanque Imhoff [Elaboración propia, 2023].

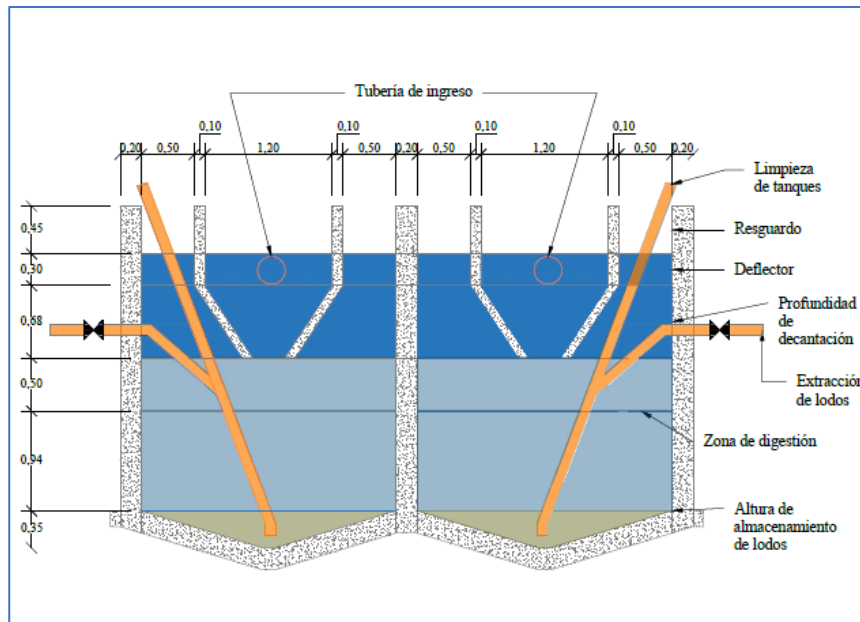


Figura 3.7 Vista en elevación del tanque Imhoff [Elaboración propia,2023].

3.1.5.2 Humedal artificial para deshidratación de lodos.

Para los lodos almacenados en los tanques Imhoff se plantea una forma de tratamiento para su posterior deposición o uso como compostaje, para su tratamiento se utilizaran humedales artificiales, los cuales funcionarán como un humedal subsuperficial de flujo vertical, en estos no se utilizaran capas de material filtrante para brindar soporte a las plantas encargadas del tratamiento, las cuales serán pasto alemán por su rendimiento en plantas de tratamiento tipo humedales dentro de la costa, como en la amazonia ecuatoriana.

Para iniciar con el diseño es importante tener claros ciertos parámetros a considerar.

Tabla 3.15 Parámetros de diseño de humedal de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].

Caudal Anual	Qanual	13307,40	m3/año
Concentración de sólidos totales efluente del tratamiento primario	SS	540,00	mgSS/L
Masa de sólidos acumulados anualmente	SSaño	7185,99	kgSS/año

Producción de fangos anuales	Vlodos	12,00	m3/año
Concentración de SS en el volumen de lodos producidos	Sslodos	598,83	gSS/L año
Carga de solidos	Csol	60	kg ST/m2/año
Relación largo/ancho	L/W	2	adim

Para determinar el área superficial necesaria para los humedales de deshidratación de lodos se aplica la ecuación 3,29

$$S_{HDL} = \frac{SS_{año}}{C_{sol}} \quad (3,29)$$

Donde:

S_{HDL} : Superficie de humedales de deshidratación de lodos (m2).

C_{sol} : Carga de solidos kg (ST/m2/año).

$SS_{año}$: Masa de sólidos acumulados anualmente (kgSS/año).

Para cumplir con la superficie necesaria para tratar los lodos, se utilizan celdas, las cuales se recomienda que no pasen de los 20 m², por lo que se determina el número de celdas teniendo esto en consideración.

$$S_{CHDL} = \frac{S_{HDL}}{n} \quad (3,30)$$

Donde:

S_{CHDL} : Superficie de una celda de humedales de deshidratación de lodos (m2).

S_{HDL} : Superficie de humedales de deshidratación de lodos (m2).

n : Número de celdas.

A partir del área superficial de la celda se determina el ancho requerido de la celda, y a partir de esta dimensionar la longitud de este.

$$W = \sqrt{\frac{S_{CHDL}}{2}} \quad (3,31)$$

Donde:

W : Ancho de la celda (m).

S_{CHDL} : Superficie de una celda de humedales de deshidratación de lodos (m²).

$$L = W * lr \quad (3,32)$$

Donde:

L : Longitud de la celda (m).

W : Ancho de la celda (m).

lr : Relación ancho-longitud.

Por su parte para la profundidad del humedal toma las siguientes consideraciones.

$$h_t = h_{seguridad} + h_{lodos} + h_g \quad (3,33)$$

Donde:

h_t : Altura total del humedal de deshidratación de lodos (m).

$h_{seguridad}$: Altura de seguridad, recomendado 0.2m (m).

h_g : Altura del material filtrante (m).

Tabla 3.16 Dimensionamiento de humedales de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Valor
Superficie requerida de humedal artificial (m ²).	119.77
Número de celdas	6
Ancho calculado (m)	3.16
Ancho definido (m)	3.30
Longitud definida (m)	6.70
Superficie final de las celdas (m ²)	22.11
Altura de grava 40 a 50 mm (m)	0.3
Altura de grava de 5mm (m)	0.2
Producción anual de lodos (m/años)	0.1

Tiempo de funcionamiento (años)	10
Altura de lodos no consolidados (m)	0.5
Altura de lodos consolidados (m)	0.5
Altura total (m)	1.70

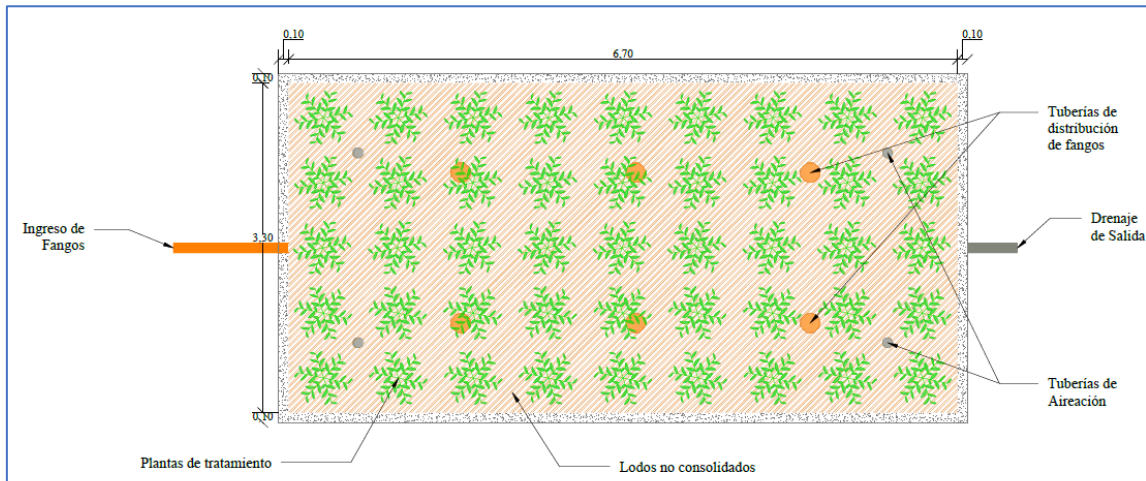


Figura 3.8 Vista en planta de humedal de deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].

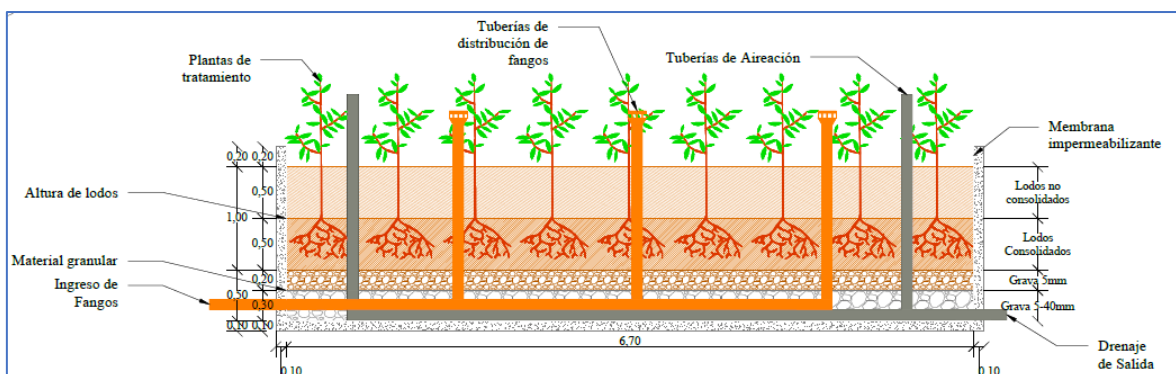


Figura 3.9 Vista en elevación del humedal para deshidratación de lodos [Elaboración propia, 2023].

3.1.6 Tratamiento secundario

3.1.6.1 Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical

Como se indicó en el apartado de selección de alternativas, para el tratamiento se escogió el sistema de humedal artificial subsuperficial de flujo vertical.

Para determinar el área superficial de este, primero debemos de determinar la carga orgánica con la que ingresa el flujo al humedal.

$$C_{org} = Q_{m,d} * DQO \quad (3,34)$$

Donde:

C_{org} : Carga orgánica (gDQO/día).

$Q_{m,d}$: Caudal medio diario (m³/d).

DQO : Concentración de DQO en el efluente del tratamiento primario (gDBO/m³).

Para poder determinar el área superficial se relaciona la carga orgánica existente en el afluente, con la carga orgánica máxima por unidad de superficie, la cual corresponde a 20 gDQO/m²*día (Mejía, 2021).

$$S_{HASSV} = \frac{C_{org}}{C_{org/m2}} \quad (3,35)$$

Donde:

S_{HASSV} : Área superficial del humedal artificial (m²).

C_{org} : Carga orgánica (gDQO/día).

$C_{org/m2}$: Carga orgánica máxima por unidad de superficie (gDQO/m²*día).

A la vez se debe de verificar que la carga hidráulica sea menor a 0.08 m³/m²*día, como se indica en la ecuación 3,36.

$$HLR = \frac{Q_{m,d}}{S_{HASSV}} < \frac{0,08m^3}{m^2} * dia \quad (3,36)$$

Donde:

HLR : Carga hidráulica (m³/m²*día).

S_{HASSV} : Área superficial del humedal artificial (m²).

$Q_{m,d}$: Caudal medio diario (m³/d).

Tabla 3.17 Parámetros de diseño del humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Valor	
Caudal medio diario (m ³ /d)	36.46	
Concentración de DQO (gDBO/m ³)	280	
Carga orgánica (gDQO/día)	10208.42	
Carga orgánica máxima por unidad de superficie (gDQO/m ² *día)	20	
Área superficial del humedal artificial (m ²)	510.42	
Verificación de carga hidráulica		
$HLR = \frac{Q_{m,d}}{S} < \frac{0,08m^3}{m^2} * dia$	0.07	Cumple

Para determinar la cantidad de celdas, se toma en consideración que no es recomendable tomar áreas menores a 400 m² por celda.

$$n = \frac{S_{HASsV}}{S_c} \quad (3,37)$$

Donde:

n : Número de celdas.

S_{HASsV} : Área superficial del humedal artificial (m²).

S_c : Área superficial de una celda del humedal artificial (m²).

Para dimensionar el ancho y la longitud de las celdas partimos de la ecuación 3,38.

$$W = \sqrt{\frac{S_{CHDL}}{2}} \quad (3,38)$$

Donde:

W : Ancho de la celda (m).

S_c : Área superficial de una celda del humedal artificial (m²).

$$L = W * lr \quad (3,39)$$

Donde:

L : Longitud de la celda (m).

W : Ancho de la celda (m).

lr : Relación ancho-longitud.

Tabla 3.18 Dimensionamiento de humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].

Parámetro	Valor
Número de celdas	2
Área superficial de una celda del humedal artificial (m ²).	255
Ancho calculado (m)	11.29
Ancho definido (m)	12
Relación ancho-longitud.	2
Longitud definida (m)	23
Altura de material granular superficial (m)	0.1
Altura de resguardo (m)	0.2
Altura de la capa filtrante (m)	0.6
Altura de capa de transición (m)	0.1
Altura de capas de drenaje (m)	0.2
Altura total (m)	1.20
Volumen total (m ³)	612.50



Figura 3.10 Vista en planta de humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].

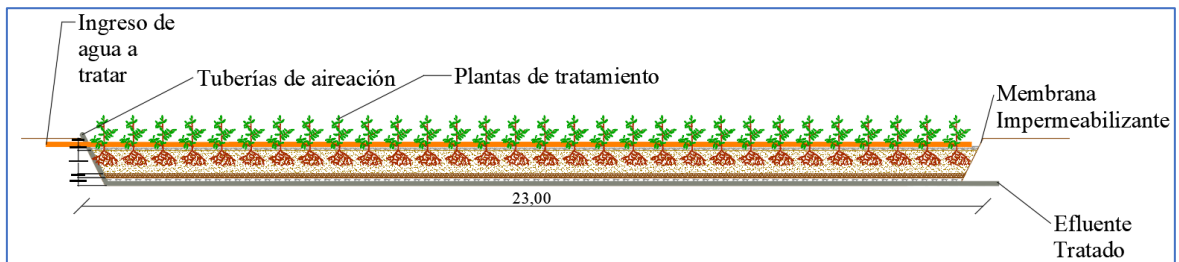


Figura 3.11 Vista en elevación de humedal artificial subsuperficial de flujo vertical [Elaboración propia, 2023].

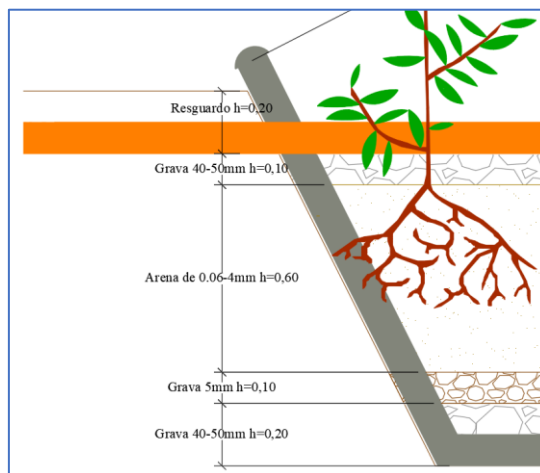


Figura 3.12 Alturas y materiales del humedal artificial [Elaboración propia, 2023].

3.1.7 Diseño del tanque de agua para riego

Para este diseño primero se definió la zona a la que se busca atender con esta agua, que tiene una extensión de 3360 m² aproximadamente.



Figura 3.13 Zonas a regar con agua tratada [Elaboración propia, 2023].

De acuerdo con diferentes paginas especializadas la dotación requerida por m² de áreas verdes es de 10 l/día. Considerando esto aplicamos la ecuación 3,40 para determinar el volumen requerido por el tanque para poder efectuar el riego diario.

$$V_{tanque} = A_r * Q_r \quad (3,40)$$

Donde:

V_{tanque} : Volumen del tanque (m³).

A_r : Área por regar (m²).

Q_r : Volumen requerido por m² (m³/m²).

Una vez determinado el volumen, se procede a dimensionar el tanque de tal manera que la capacidad calculada sea mayor a la obtenida en la ecuación 3,40.

Tabla 3.19 Dimensionamiento del tanque de agua para riego [Elaboración propia, 2023].

Tanque de riego		
Área por regar	3360	m2
Caudal requerido	10	l/día*m2
Volumen del tanque	33,6	m3
h	2,5	m
b	3,5	m

L	4	m
Volumen del tanque	35	m3

3.1.8 Red de tuberías y colectores de A.A.S.S

Para el diseño de la red de recolección de aguas residuales se planteó el siguiente sistema.

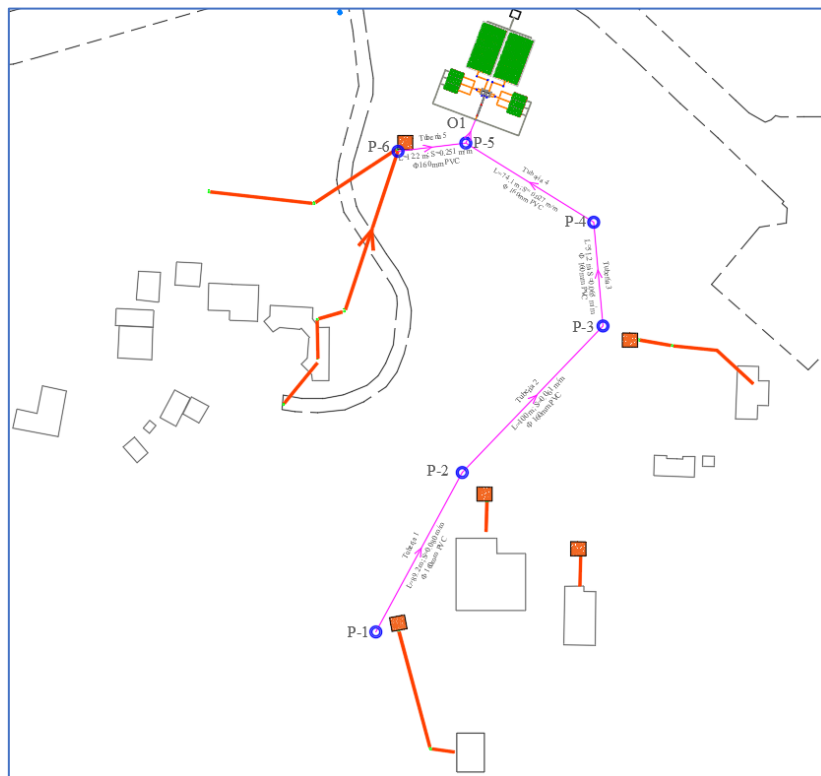


Figura 3.14 Sistema propuesto para tratamiento y recolección de aguas residuales [Elaboración propia, 2023].

Donde las líneas naranjas corresponden al sistema existente, las magentas al planteado, los puntos azules a los pozos de revisión y los cuadrados naranjas a los pozos sépticos existentes. A partir de este se determinaron las longitudes de tubería requeridas (Tabla 3.20).

Tabla 3.20 Longitud de tuberías del sistema planteado [Elaboración propia, 2023].

Tuberías	Longitud
T-1	89.20 m
T-2	100.00 m
T-3	51.23 m
T-4	74.06 m

T-5	33.66 m
T-6	12.21 m

Estas longitudes se definieron considerando la topografía, la distancia máxima entre pozos establecida por la normativa (Tabla 3.22), los diámetros de tuberías y las dimensiones de los pozos de revisión (Tabla 3.23).

Tabla 3.21 Dimensiones de pozos [INEN, 1992].

Diámetro de la tubería mm	Diámetro del pozo m
Mayor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

Tabla 3.22 Distancia entre pozos de revisión [INEN, 1992].

Diámetro de la tubería mm	Distancia máxima entre pozos m
Menor a 350	100
400-800	150

Para el diseño se consideraron los siguientes parámetros:

3.1.8.1 Diámetro de tubería

Para el diseño del diámetro idóneo para una sección de tubería, se recomienda hacerlo en condiciones de tubo lleno y flujo uniforme, de modo que, según la ecuación de Manning para flujo laminar uniforme, el diámetro de tubería se establece de la siguiente manera:

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q}{\sqrt{S}} \right)^{3/8} \quad (3,49)$$

Donde:

Q : Caudal (m³/s).

S : Pendiente (m/m).

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

En cuanto a las condiciones del coeficiente de rugosidad, este depende del tipo de material que conformará el sistema de tuberías, dado que por criterios técnicos y económicos se recomienda emplear tuberías de PVC, el coeficiente asociado, para Manning, es de 0.009.

Tabla 3.23 Catalogo de tuberías [Novafort,2019].

Material	Prandtl-Colebrook		Hazen-Williams		Manning	
	k (mm)		c		n	
	Nueva	En servicio	Nueva	En servicio	Nueva	En servicio
Fundición	0,03	0,2	130	100	0,012	0,017
Hormigón	0,3	3,0	140	110	0,013	0,017
Acero	0,03	0,1	120	90	0,008	0,011
Poliétileno	0,005	0,03	150	140	0,007	0,009
PRFV	0,03	0,06	110	100	0,009	0,010
PVC	0,002	0,003	150	140	0,007	0,009
PVC-O	0,003	0,007	150	140	0,007	0,009

Tabla 3.24 Caudales de diseño y diámetros de tuberías del sistema propuesto [Elaboración propia, 2023].

TUBERÍA	Nº de Pozo	Long. Parcial (m)	Long. Acumulada (m)	CAUDALES DE AASS			Diámetro Comercial (mm)	Diámetro Interior Comercial (mm)	Espesor (mm)
				PARCIAL (l/s)	ACUMULADA (l/s)	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)			
1	2	5	6	13	14	25	26	27	28
1	P-1								
		89,20	89,20	0,07300	0,0730	0,143	175	160	7,5
2	P-2								
		100,00	100,00	0,13900	0,2120	0,414	175	160	7,5
3	P-3								
		51,23	51,23	0,22400	0,4360	0,852	175	160	7,5
4	P-4								
		74,06	74,06	0,00000	0,4360	0,852	175	160	7,5
5	P-5								
		33,66	33,66	0,06000	0,0600	0,117	175	160	7,5
6	P-5								
		12,21	201,41	0,00000	0,4960	0,970	175	160	7,5
	O-1								

3.1.8.2 Borde libre

Por su parte, el criterio de borde libre representa una necesidad inherente en el diseño, dado que se trabaja con aguas residuales, las cuales transportan material tanto líquido como sólido, y se diseñan como sistemas no presurizados, es decir, a gravedad, es necesario establecer un espacio libre que permita la ventilación adecuada de gases de descomposición generados y la no obstrucción del sistema.

De modo que, el diámetro real de la tubería con la consideración de borde libre se da mediante relaciones hidráulicas que comparan el caudal a tubo lleno con el caudal de diseño. Así como también, otras consideraciones hidráulicas como la velocidad y el radio.

$$Q_o = 0.312 * \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \quad (3,50)$$

Donde:

D : Diámetro (m).

S : Pendiente (m/m).

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

$$V_o = \frac{Q_o}{A_{D_o}} \quad (3,51)$$

Donde:

Q_o : Caudal a tubo lleno

V_o : Velocidad a tubo lleno

$$R_o = \frac{D_o}{4} \quad (3,52)$$

Donde:

R_o : Radio a tubo lleno (m).

D_o : Diámetro a tubo lleno (m).

Es importante recalcar que las relaciones hidráulicas dependerán directamente de la pendiente que posea la tubería. Por lo cual a partir de esta debemos asegurar la velocidad del flujo y la tensión tractiva. El diseño es óptimo cuando se asegura una relación del caudal existente con el caudal a tubería llena menor a 0.75 (Carmona, 2010).

Tabla 3.25 Relaciones hidráulicas en el diseño [Elaboración propia, 2023].

TUBERÍA	Nº de Pozo	PENDIENTE (S) (o/oo)	Tubería Llena		Tiempo de flujo (min)	RELACIONES HIDRÁULICAS			
			V_0 (m/s)	Q_0 (l/s)		q/Q	θ	v/V_0	d/D
1	2	29	30	31	32	33	34	35	36
1	P-1								
		80,000	3,007	60,47	0,494	0,002	43,1	0,204	0,035
	P-2								OK
2	P-2								
		62,000	2,648	53,23	0,630	0,008	57,7	0,295	0,062
	P-3								OK
3	P-3								
		70,000	2,813	56,56	0,304	0,015	67,8	0,362	0,085
	P-4								OK
4	P-4								
		27,000	1,747	35,13	0,706	0,024	76,4	0,419	0,107
	P-5								OK
5	P-6								
		90,000	3,190	64,14	0,176	0,002	40,6	0,188	0,031
	P-5								OK
6	P-5								
		45,000	2,256	45,35	0,090	0,021	74,1	0,404	0,101
	O-7								OK

3.1.8.3 Velocidad

En cuanto respecta a la velocidad de flujo de agua residual a través de la tubería, según (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015), esta no puede ser menor a 0.45 m/s de modo que se evite la sedimentación de material sólido que pueda generar futuras obstrucciones, ni mayor a 5 m/s de modo que se evite la erosión y abrasión del material que conforma la tubería.

Adicionalmente, cuando se establecen criterios de velocidad de flujo en sistemas de recolección de aguas residuales, es importante, estos garanticen la autolimpieza de la red con el mismo flujo, por lo que se busca que como mínimo la velocidad a tubo lleno en el inicio del tramo no sea menor a 0.6 m/s, ni a 0.75 m/s en los tramos que continúan el sistema.

Tabla 3.26 Velocidades obtenidas en el diseño [Elaboración propia, 2023].

TUBERÍA	Nº de Pozo	Velocidad de Diseño V (m/s)
1	2	39
1	P-1	
		0,612
2	P-2	OK
		0,782
3	P-3	
		1,018
4	P-4	OK
		0,731
5	P-5	OK
		0,600
6	P-5	
		0,911
	O-7	OK

3.1.8.4 Fuerza tractiva

Finalmente, se define como fuerza tractiva al esfuerzo que ejerce el líquido al colector y a su vez al material que se deposita, por lo que comúnmente se la conoce como Esfuerzo Cortante. Para su

determinación se toman en cuenta el peso específico del agua, el radio hidráulico del colector o tubería y la pendiente con la cual se trabajará en cada tramo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015). Este parámetro no puede ser menor a 1 N/m².

$$\tau = \gamma * R_h * S \quad (3,53)$$

Donde:

γ Peso específico del agua

R_h : Radio hidráulico

S : Pendiente (m/m).

Tabla 3.27 Tensión tractiva en las tuberías de diseño [Elaboración propia,2023].

TUBERÍA	Nº de Pozo	Tensión tractiva τ (N/m ²)
1	2	40
1	P-1	
		2,882
	P-2	OK
2	P-2	
		3,905
	P-3	OK
3	P-3	
		5,977
	P-4	OK
4	P-4	
		2,870
	P-5	OK
5	P-6	
		2,877
	P-5	OK
6	P-5	
		4,529
	O-7	OK

Por último, finalizamos el diseño con las cotas de tapa de pozo y la cota del invert de las tuberías (Tabla 3.28).

Tabla 3.28 Cotas de diseño del sistema de recolección de aguas residuales
[Elaboración propia, 2023].

TUBERÍA	Nº de Pozo	COTAS		H desnivel (m)	CORTE
		Terreno	Proyecto		
1	2	74	75	76	77
1	P-1	103,500	102,300	1,200	1,200
2	P-2	96,630	95,164	7,136	1,466
2	P-2	96,630	95,230	1,400	1,400
3	P-3	90,650	89,030	6,200	1,620
3	P-3	90,650	89,305	1,345	1,345
4	P-4	87,000	85,719	3,586	1,281
4	P-4	87,000	85,720	1,280	1,280
5	P-5	85,000	83,720	2,000	1,280
5	P-6	87,990	86,790	1,200	1,200
6	P-5	85,000	83,761	3,029	1,239
6	P-5	85,000	83,748		1,252
	O-7	83,810	83,199	0,549	0,611

3.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas se realizaron de acuerdo a los rubros presentados en el apartado de presupuestos, cada una de las especificaciones se encuentran descritas en el apartado de Anexo I, en estas se presenta el nombre, una descripción, la unidad en la que se maneja tal rubro, los materiales requeridos, mano de obra mínima, herramientas mínimas y la especificación técnica como tal.

Vale la pena indicar que las especificaciones técnicas al ser actividades definidas o metodologías claras a seguir en consideración fueron extraídas de los siguientes documentos:

- Análisis del sistema existente y propuesta del sistema depurador para las aguas residuales del área de tecnologías de la ESPOL (Vintimilla & Quiñonez, 2020).
- Análisis y diseño de optimización del sistema depurador de aguas residuales de la Zona 2 y 4 de ESPOL (Arias & Fernandez, 2021).
- Especificaciones técnicas Vial Sanitarias – Sabana Grande y Puerto Sabana Grande (NeoGis, 2021).
- Especificaciones técnicas particulares (GAD Municipal de Ambato, s.f.)

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del Proyecto

Pese a que la naturaleza de este proyecto se caracteriza por ser ecológicamente amigable, el plano geográfico donde se proyecta su desarrollo en cierta medida se verá comprometido a un análisis ambiental efectivo.

El predio del Campus Gustavo se rodea por el Bosque Protector Prosperina, el diseño se ubica en una de las zonas establecidas de amortiguamiento, es decir, la franja proporcional de terreno que divide el área de expansión urbanística que tiene el campus del bosque, evitando el contacto infraestructural con las especies a proteger que conviven en el área. No obstante, dado que generalmente los proyectos de este tipo tienden a ocupar áreas importantes de terreno, este apartado busca delimitar el alcance de intromisión ecológica que puede sufrir el área, ante la introducción de especies no nativas que emulen los sistemas exclusivos mediante la aplicación. Este análisis de impacto será medido a través de herramientas como la Matriz de Leopold en las diferentes fases del proyecto desde su construcción, pasando a su operación y finalmente su abandono; a la vez que se complementará mediante el uso de portales de información gubernamentales como el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para determinar la autorización administrativa y operabilidad del proyecto sin que genere afectación al terreno a proteger.

Finalmente, la propuesta para mitigar este impacto será a través de la propia naturaleza del proyecto, es decir, aprovechando que este se compondrá en un 80% de vegetación a ser sembrada en la zona, supliendo la pérdida generada por deforestación y apuntando a cumplir con los ODS 7 (Agua Limpia y Saneamiento) y 15 (Vida en Ecosistemas Terrestres).

4.2 Línea base ambiental

4.2.1 Medio físico – químico

4.2.1.1 Clima

Al ubicarse en Guayaquil, Ecuador, es decir la región costa del país, el clima típico de la zona de estudio, así también como las temperaturas y precipitaciones del área de estudio, son similares a los de la ciudad. Según el artículo de investigación de (Gálvez & Regalado, 2007) basados en un estudio a las estaciones meteorológicas que posee el INOCAR en la región costa, se conoce que en la ciudad en temporada de verano (junio a noviembre) las precipitaciones son escasas, mientras que en el resto del año se mantiene un estimado menor a 200 mm de precipitación diaria. Por su parte la temperatura media del aire oscila alrededor de los 25,6 °C, con sus valores mínimos promedio que rodean los 20 °C y las temperaturas máximas promedio que varían entre 31 y 32 °C.

4.2.1.2 Suelo

La composición del suelo del área de estudio que rodea a la zona de tecnologías constituye principalmente de suelo rocoso pasada una profundidad de 5 metros. En el área inmediata corresponde a suelo granular y arcillas típicas del área y región del país, Ahora bien, la presencia de estos suelos aluviales y arcillosos puede contribuir a la retención de agua y a la fertilidad en algunas áreas. Estos factores pueden influir en la agricultura, la construcción y la gestión del agua en la región.

4.2.2 Medio biótico

4.2.2.1 Flora

Dentro de la extensión de terreno de zona 4 y bosque protector, la flora principalmente identificable es la composición boscosa y sus subdivisiones Arbóreas, Arbustivas, Berbáceas y Lianas. (Andrade, 2016). El Bosque Protector Prosperina es una muestra de la importancia

de preservar espacios naturales dentro del entorno urbano. Al proteger áreas como esta, se contribuye a la conservación de la biodiversidad, se promueve la educación ambiental y se brinda a los residentes un lugar para conectarse con la naturaleza.

4.2.2.2 Fauna

Similar al texto anterior, la fauna típica reconocible en el área de estudio es la inherente y comúnmente encontrada en bosques secos tropicales. De los que se puede mencionar especies de aves, reptiles, mamíferos, anfibios; siendo los roedores y las aves las más abundantes de la zona. (Andrade, 2016). Hablando específicamente del Bosque Protector Prosperina algunas de las especies de animales que habitan en él incluyen aves como tucanes y colibríes, mamíferos como armadillos y monos, y reptiles como iguanas y serpientes; de modo que, el bosque constituye un refugio vital para muchas especies en medio del crecimiento urbano y la degradación del hábitat.

4.2.3 Medio socio – cultural

4.2.3.1 Infraestructura Física

La zona de desarrollo de proyecto es cercana a la zona 4 descrita previamente en esta memoria, por ende, la infraestructura que rodea los linderos de expansión corresponde principalmente a infraestructura vial del campus, siendo la Avenida Principal de ESPOC la más cercana, compuesta principalmente de pavimento flexible, y que atiende un flujo considerable establecido como medio a alto de estudiantes, docentes y administrativos del campus. Respecto al aspecto urbanístico, se asocia a las construcciones respectivas de zona 4, especialmente la zona de residencias de docentes, planta embotelladora y conexión al bosque protector Prosperina.

4.2.3.2 Educación

Dado que la zona del proyecto se encuentra en un campus universitario, este recibe un afluente promedio estimado de 1800 a 2200 estudiantes

por semestre, estadística asociada al 2017, y que durante el periodo de pandemia esta cifra generó un aumento. El foco universitario se subdivide en carreras de diferentes índoles de la ciencia y tecnología, así también como el arte y las humanidades. (El Universo, 2017)

4.3 Actividades del proyecto

Dado que todo proyecto se constituye en 3 etapas: construcción, la operación y el abandono, o también llamado cumplimiento de la vida útil del proyecto; en este apartado se busca establecer las actividades, acciones o procesos que se den en la obra y puedan incurrir en un impacto ambiental; de modo que con esto se pueda partir de un análisis valorativo de dicho impacto para su futura mitigación.

Tabla 4.1 Actividades por Fase del Proyecto. [Elaboración Propia, 2023]

Fase	Labor	Acción
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación del área para limpieza y expansión. • Excavación y nivelación de la zona (Movimiento de Tierras). • Desalojo de material sobrante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño al ecosistema endémico del bosque protector presente en el área de expansión. • Emisión de polvo, ruido y obstrucción vial en la zona de construcción por el plazo de esta etapa del proyecto.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de Vegetación invasiva en la zona. • Control de caudales de ingreso y salida del humedal. • Manejo y control de proliferación de olores y plagas (insectos). • Mantenimiento de tuberías o infraestructura construida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de olores producto del agua residual afluyente a la zona, en base al tiempo de retención hidráulica. • Control y mantenimiento del área de expansión vegetativa en los límites del humedal para evitar su proliferación e invasión. • Análisis de fauna intrusiva que pueda afectar a la

		infraestructura del proyecto.
Abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de lodos residuales. • Control de la Vegetación introducida para que no mute al ecosistema implantado. • Valoración de la infraestructura existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traslado y trasplantado de vegetación de la zona a nuevas áreas no endémicas. • Demolición de estructuras innecesarias y que puedan convertirse en fuente de almacenamiento y proliferación de plagas

4.4 Identificación de impactos ambientales

La metodología para establecer los impactos ambientales del proyecto se determina a través del uso de matrices de causa-efecto que correlacionan las actividades mencionadas en el apartado anterior con su respectivo impacto, en este caso específico se emplea la matriz de Leopold.

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irecuperable	Juicio
	Positivo	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X	X		X			X	X		X		Moderado
Pérdida de vegetación		X		X	X		X			X	X		Severo
Pérdida de habitats		X		X	X		X			X		X	Crítico
Pérdida de materiales		X		X	X		X		X		X		Moderado
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X	X		X		X		X		X		Moderado
Limitación vial		X	X		X		X		X		X		Moderado

Figura 4.1 Matriz de Correlación Parámetros Ambientales vs. Magnitud del Impacto [Elaboración propia, 2023]

La matriz a la vez inherentemente compara 2 parámetros: importancia del impacto vs. magnitud del impacto, con un rango del 1 al 10, donde, 1 es la mínima alteración posible y 10 la máxima. Además, cada casilla de la matriz (M), establece un signo ya sea positivo (+) o negativo (-), según sea el impacto que genere a favor o en contra del medio estudiado.

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISION DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE TUBERIAS	F. ARMADO Y FUNDICION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	+	-	TOTAL
SUELO			-10						
AIRE	-1	-5	-5	-10	-1		0	1	1
FLORA			10						
HABITATS DE FAUNA			7	5			1	1	2
COMODIDAD			-10	-1					
SALUD	-10	-1	-5	-10	-5	-5	0	2	2
SISTEMA VIAL	1	1	1	10	5	5	0	6	6
EMPLEO	-10			-10					
IMPACTOS	5	5	5	10	10	10	5	21	26
+	0	1	1	1	1	1	5		
-	3	3	6	4	3	2	21	TOTALES	
TOTAL	3	4	7	5	4	3	26		

Figura 4.2 Matriz de Leopold - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023]

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN			IMPACTOS		
	A. CONTROL DE OLORES Y PLAGAS	B. MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL CRECIMIENTO DE FAUNA INTRODUCIDA	C. EMISION DE GASES DECOMPOSITIVOS	+	-	TOTAL
SUELO						
AIRE						
FLORA						
HABITATS DE FAUNA						
COMODIDAD						
SALUD						
SISTEMA VIAL						
EMPLEO						
IMPACTOS						
+	0	1	1	2	10	12
-	3	3	4	10	TOTALES	
TOTAL	3	4	5	12		

Figura 4.3 Matriz de Operación - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023]

FACTORES	FASES DE ABANDONO					IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE POLVO	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES	+	-	TOTAL
SUELO	/	/	/	/	-10	0	1	1
AIRE	-1	-1	-1	-5	/	0	4	4
FLORA	/	/	1	/	-1	1	1	2
HABITATS DE FAUNA	/	/	-1	/	-1	0	2	2
COMODIDAD	-10	-5	-5	-5	/	0	4	4
SALUD	1	1	1	5	/	0	2	2
SISTEMA VIAL	-1	-5	-5	-10	/	0	2	2
EMPLEO	/	5	5	1	/	3	0	3
IMPACTOS	/	5	5	5	1	4	16	20
+	0	1	1	1	1	4		
-	3	3	4	3	3	16	TOTALES	
TOTAL	3	4	5	4	4	20		

Figura 4.4 Matriz de Leopold - Fase de Abandono [Elaboración propia, 2023]

4.5 Valoración de impactos ambientales

Tras la identificación del impacto y asignación de la escala, la valoración de cada una de las acciones se asigna en base a un método cuantitativo descrito a través de una fórmula de cálculo del valor de impacto ambiental en función de diferentes características, o también conocido como método de Tito (2020), que se presenta como:

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (4,1)$$

- We: Peso de Extensión
- Wd: Peso de Duración
- We: Peso de Reversibilidad
- E: Valor de Extensión
- D: Valor de Duración
- R: Valor de Reversibilidad

$$IA = \pm \sqrt{Imp * |Mag|} \quad (4,2)$$

- Imp: Importancia del Impacto
- Mag: Magnitud (Positiva (+) o Negativa (-))

- IA: Impacto Ambiental

La importancia de esta cuantificación se relaciona directamente con la capacidad de designar el impacto como: altamente significativo, significativo, despreciable o benéfico. Se calificará el impacto de cada fase y planificar medidas de mitigación.

Tabla 4.2 Clasificación del Impacto Ambiental

Clasificación del impacto ambiental	Valor del índice de impacto ambiental
Altamente significativo	$ IA \geq 6,5$
Significativo	$6,5 > IA \geq 4,5$
Despreciable	$ IA < 4,5$
Benéfico	$IA > 0$

Esta medida se complementa con una escala de valoración, como se muestra a continuación, la cual busca correlacionar las diversas aristas características de este proyecto con valores puntuales para el cálculo.

ESCALA DE VALORACION					
CARACTERISTICA	PUNTAJE				
	1	2.5	5	7.5	10
EXTENSION	PUNTUAL	PARTICULAR	LOCAL	GENERALIZADA	REGIONAL
DURACION	ESPORADICA	TEMPORAL	PERIODICA	RECURRENTE	PERMANENTE
REVERSIBILIDAD	COMPLETAMENTE REVERSIBLE	MEDIANAMENTE REVERSIBLE	PARCIALMENTE IRREVERSIBLE	MEDIANAMENTE IRREVERSIBLE	COMPLETAMENTE IRREVERSIBLE
MAGNITUD (INCIDENCIA SOBRE FACTOR AMBIENTAL)	POCA INCIDENCIA		MEDIANA INCIDENCIA	ALTA INCIDENCIA	

Figura 4.5 Escala de Valoración Matriz de Leopold [Elaboración propia, 2023]

De modo que para la fase construcción tenemos que:

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISION DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE TUBERIAS	F. ARMADO Y FUNDICION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	+	,	TOTAL
SUELO	0	0	-10	0	0	0	0	1	1
AIRE	-1	-5	-5	-10	-1	0	0	5	5
FLORA	0	0	-10	10	0	0	1	1	2
HABITATS DE FAUNA	0	0	-10	-1	0	0	0	2	2
COMODIDAD	-10	-1	-5	-10	-5	-5	0	6	6
SALUD	-10	0	0	-10	0	0	0	2	2
SISTEMA VIAL	0	-5	-10	0	-1	-1	0	4	4
EMPLEO	0	5	10	0	10	10	4	0	4
IMPACTOS							5	21	26
+	0	1	1	1	1	1	5	TOTALES	
-	3	3	6	4	3	2	21		
TOTAL	3	4	7	5	4	3	26		

FACTORES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						IMPACTOS		
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISION DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE TUBERIAS	F. ARMADO Y FUNDICION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	+	,	TOTAL
SUELO	0.00	0.00	-9.54	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.54	-9.54
AIRE	-2.06	-4.61	-4.61	-6.52	-2.06	0.00	0.00	-19.86	-19.86
FLORA	0.00	0.00	-9.54	9.54	0.00	0.00	9.54	-9.54	0.00
HABITATS DE FAUNA	0.00	0.00	-9.62	-3.04	0.00	0.00	0.00	-12.66	-12.66
COMODIDAD	-4.30	-1.36	-3.04	-4.30	-3.04	-3.04	0.00	-19.09	-19.09
SALUD	-5.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-10.00	-10.00
SISTEMA VIAL	0.00	-3.54	-5.00	0.00	-1.58	-1.58	0.00	-11.70	-11.70
EMPLEO	0.00	3.57	5.05	0.00	5.05	5.05	18.72	0.00	18.72
IMPACTOS							28.26	-92.38	-64.12
+	0.00	3.57	5.05	9.54	5.05	5.05	28.26	TOTALES	
-	-11.36	-9.51	-41.35	-18.86	-6.68	-4.62	-92.38		
TOTAL	-11.36	-5.93	-36.30	-9.32	-1.63	0.43	-64.12		
MAXIMO VALOR CRITICO	9.54								
MINIMO VALOR CRITICO	-9.62								

Figura 4.6 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Construcción
[Elaboración propia, 2023]

Como se aprecia en la matriz antes expuesta, la acción que implica un mayor impacto negativo al ambiente de aplicación constituye la excavación del terreno para la implantación de la obra, principalmente para los hábitats de flora y fauna endémicos que se desarrollan en el área. Este rubro, es importante mencionar, no solamente implica la excavación del terreno, sino también, la deforestación del área verde existente, nivelación del terreno, limpieza y desbroce.

Por su parte, en la fase de operación del proyecto se tiene:

FASES DE OPERACIÓN				IMPACTOS		
FACTORES	A. CONTROL DE OLORES Y PLAGAS	B. MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL CRECIMIENTO DE FAUNA INTRODUCIDA	C. EMISIÓN DE GASES DECOMPOSITIVOS	+	,	TOTAL
SUELO	0	-1	0	0	1	1
AIRE	0	0	-5	0	1	1
FLORA	0	-10	10	1	1	2
HABITATS DE FAUNA	-1	0	-1	0	2	2
COMODIDAD	-10	-1	-10	0	3	3
SALUD	-1	0	-10	0	2	2
SISTEMA VIAL	0	0	0	0	0	0
EMPLEO	0	5	0	1	0	1
IMPACTOS				2	10	12
+	0	1	1	2		
-	3	3	4	10	TOTALES	
TOTAL	3	4	5	12		

FASES DE OPERACIÓN				IMPACTOS		
FACTORES	A. CONTROL DE OLORES Y PLAGAS	B. MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL CRECIMIENTO DE FAUNA INTRODUCIDA	C. EMISIÓN DE GASES DECOMPOSITIVOS	+	,	TOTAL
SUELO	0.00	-3.02	0.00	0.00	-3.02	-3.02
AIRE	0.00	0.00	-4.61	0.00	-4.61	-4.61
FLORA	0.00	-9.54	9.54	9.54	-9.54	0.00
HABITATS DE FAUNA	-3.04	0.00	-3.04	0.00	-6.08	-6.08
COMODIDAD	-4.30	-1.36	-4.30	0.00	-9.96	-9.96
SALUD	-1.58	0.00	-5.00	0.00	-6.58	-6.58
SISTEMA VIAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EMPLEO	0.00	3.57	0.00	3.57	0.00	3.57
IMPACTOS				13.11	-39.79	-26.68
+	0.00	3.57	9.54	13.11		
-	-8.92	-13.92	-16.95	-39.79	TOTALES	
TOTAL	-8.92	-10.35	-7.41	-26.68		
MAXIMO VALOR CRITICO	9.54					
MINIMO VALOR CRITICO	-9.54					

Figura 4.7 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Operación
[Elaboración propia, 2023]

Como se aprecia en la matriz de análisis, en la fase operativa, el mayor impacto ambiental se asocia a las acciones de mantenimiento para el control de crecimiento de la vegetación, como se ha hablado a lo largo de este proyecto, si bien la creación de humedales artificiales representan ideas verdes o ecológicamente amigables, para la naturaleza de este

preciso proyecto, el introducir especies que depuren materia orgánica en hábitats endémicos, conlleva un especial cuidado para que estas nuevas especies no muten a las zonas aledañas y generen algún posible daño a las especies propias de la zona.

Finalmente, para el análisis de la fase de desalojo de la obra, el análisis muestra:

FASES DE ABANDONO						IMPACTOS		
FACTORES	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE POLVO	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES	+	,	TOTAL
SUELO	0	0	0	0	-10	0	1	1
AIRE	-1	-1	-1	-5	0	0	4	4
FLORA	0	0	1	0	-1	1	1	2
HABITATS DE FAUNA	0	0	-1	0	-1	0	2	2
COMODIDAD	-10	-5	-5	-5	0	0	4	4
SALUD	-1	0	-5	0	0	0	2	2
SISTEMA VIAL	0	-5	0	-10	0	0	2	2
EMPLEO	0	5	0	5	1	3	0	3
IMPACTOS						4	16	20
+	0	1	1	1	1	4		
-	3	3	4	3	3	16		
TOTAL	3	4	5	4	4	20		
							TOTALES	

FASES DE ABANDONO						IMPACTOS		
FACTORES	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE POLVO	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES	+	,	TOTAL
SUELO	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.54	0.00	-9.54	-9.54
AIRE	-2.06	-2.06	-2.06	-4.61	0.00	0.00	-10.79	-10.79
FLORA	0.00	0.00	3.02	0.00	-3.02	3.02	-3.02	0.00
HABITATS DE FAUNA	0.00	0.00	-3.04	0.00	-3.04	0.00	-6.08	-6.08
COMODIDAD	-4.30	-3.04	-3.04	-3.04	0.00	0.00	-13.43	-13.43
SALUD	-1.58	0.00	-3.54	0.00	0.00	0.00	-5.12	-5.12
SISTEMA VIAL	0.00	-3.54	0.00	-5.00	0.00	0.00	-8.54	-8.54
EMPLEO	0.00	3.57	0.00	3.57	1.60	8.74	0.00	8.74
IMPACTOS						11.75	-56.51	-44.76
+	0.00	3.57	3.02	3.57	1.60	11.75		
-	-7.94	-8.64	-11.68	-12.65	-15.60	-56.51		
TOTAL	-7.94	-5.07	-8.66	-9.08	-14.00	-44.76		
MAXIMO VALOR CRITICO	3.57							
MINIMO VALOR CRITICO	-9.54							
							TOTALES	

Figura 4.8 Matriz valorada por el Método de Tito - Fase de Abandono
[Elaboración propia, 2023]

De aquí se puede concluir que, al ser una obra que durante su tiempo de vida útil se enfocó en el tratamiento de agua residual, con índices de carga contaminante importantes provenientes de diversas fuentes de uso, al término de la obra, los materiales que constituyeron el proyecto, probablemente entren en una categoría de no reusables; esto, sin considerar las posibles afectaciones en tuberías, daños de infraestructura por presencia de vegetación o fauna que ingrese a la zona, y finalmente por temas inherentes a los mismos materiales como resistencia, color, etc.

Con este análisis, entonces, es fácil considerar que el depósito y tratamiento de estos elementos y materiales conllevará el mayor impacto ambiental, ya sea que se deba intervenir la zona para retirarlos, o aun cuando se conserve a los mismos en la propia naturaleza del área.

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EXCAVACION DE TERRENO	D. EMISIÓN DE CO2	E. MONTAJE Y ENSAMBLAJE DE TUBERIAS	F. ARMADO Y FUNDICION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS
TOTAL	-11.36	-5.93	-36.30	-9.32	-1.63	0.43
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	Significativo	Altamente significativo	Altamente significativo	Despreciable	Benéfico

Figura 4.9 Clasificación del Impacto - Fase de Construcción [Elaboración propia, 2023]

	A. CONTROL DE OLORES Y PLAGAS	B. MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL CRECIMIENTO DE FAUNA INTRODUCIDA	C. EMISIÓN DE GASES DECOMPOSTIVOS
TOTAL	-8.92	-10.35	-7.41
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	Altamente significativo	Altamente significativo

Figura 4.10 Clasificación del Impacto - Fase de Operación [Elaboración propia, 2023]

FASES DE ABANDONO					
	A. RUIDOS Y VIBRACIONES	B. TRANSPORTE DE MATERIAL	C. EMISIÓN DE POLVO	D. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	E. DEPOSITO DE MATERIALES NO REUSABLES
TOTAL	-7.94	-5.07	-8.66	-9.08	-14.00
CLASIFICACIÓN	Altamente significativo	Significativo	Altamente significativo	Altamente significativo	Altamente significativo

Figura 4.11 Clasificación del Impacto - Fase de Abandono [Elaboración propia, 2023]

4.6 Medidas de prevención/mitigación

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) que se maneja a nivel de proyecto, permite identificar las medidas de prevención y la acción que se debe ejecutar para mitigar el impacto. El modelo que se decidió emplear

responde a la lógica de la estructura originalmente japonesa y que con el tiempo ha ido mutando a diferentes sectores de la industria “5W+2H”, este acrónimo en inglés puede ser asignado a cualquier plan de acción, ya que busca de forma eficiente responder a los cuestionamientos y asignación de pasos, responsabilidades y pagos (Author, 2019).

Las 5 W constituyen a la sigla en común que tienen las palabras de pregunta en inglés What, Why, Who, Where y When, mismas que buscan responder al esquema constitutivo del plan en los ámbitos de: ¿Qué se hará? ¿Para qué se hará? ¿Quién lo hará? ¿Cuándo se hará? y ¿Dónde se hará?; mientras que por su lado las 2 H, bajo la misma lógica, atienden los cuestionamientos de: How y How Much, es decir ¿Cómo se hará? y ¿Cuánto costará? respectivamente. (Author, 2019).

A nivel de la fase constructiva, es importante remarcar que:

Tabla 4.3 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Construcción. [Elaboración Propia, 2023]

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades/Recursos	Presupuesto
Movimiento de Tierra: Excavación y Replanteo, Generación de Ruido y Control de Polvo, Manejo de maquinaria pesada, introducción de material de relleno y simbra.	Deforestación de especie de flora nativa en la extensión del terreno.	Residente de Obra, Maestros y Peones.	Etapa Constructiva	Sitio de construcción, zona 4 del campus Gustavo Galindo, ESPOL	Controlar el área de aplicación, buscar rutas de acceso rápida y poco invasivas.	-

Por su parte para el periodo y fase de operación se tiene:

Tabla 4.4 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Operación. [Elaboración Propia, 2023]

FASE DE OPERACIÓN						
Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades/Recursos	Presupuesto
Control y Mantenimiento del crecimiento vegetativo y proliferación de olores y plagas en la zona de tratamiento.	Invasión de especies introducidas en áreas protegidas de flora y fauna	Personal administrativo y operadores del humedal	Funcionamiento y tratamiento del agua en el humedal	Sitio de implantación y a los alrededores, zona 4 del campus Gustavo Galindo, ESPOL	Plan de control y mantenimiento periódico en la zona. Estudio de interacción de especies de flora introducida y su comportamiento con la flora endémica.	-

Finalmente, para la fase de abandono de la obra:

Tabla 4.5 Plan de Prevención y Mitigación en Fase de Desalojo. [Elaboración Propia, 2023]

FASE DE ABANDONO						
Medida	Impacto	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades/Recursos	Presupuesto
Redistribución del caudal afluente al área. Demolición de estructuras. Reforestación de especies. Control de polvo y escombros.	Contaminación por precaria prevención al abandono de la estructura. Demolición y clausura de la obra.	Personal técnico calificado en remodelación /cambio de uso de proyectos.	Al término de la vida útil del proyecto.	Sitio de implantación, zona 4 del campus Gustavo Galindo, ESPOL	Desmontaje de equipos eléctricos reutilizables, limpieza de las redes de aguas servidas y aguas lluvias, y eliminación de escombros y demás materiales residuales	-

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

En la medida que se busca desarrollar de forma eficiente y ordenada el proyecto integrador, se empleó el modelo de Work Breakdown Structure (WBS), o como se lo conoce en español, Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

Esta herramienta en particular permite representar toda etapa, proceso y requerimiento que surge en el proyecto, a través de la descomposición jerárquica de sus actividades. El presente proyecto integrador, se compone de 5 ejes o fases que componen el paquete de trabajo y se representan de la siguiente manera:

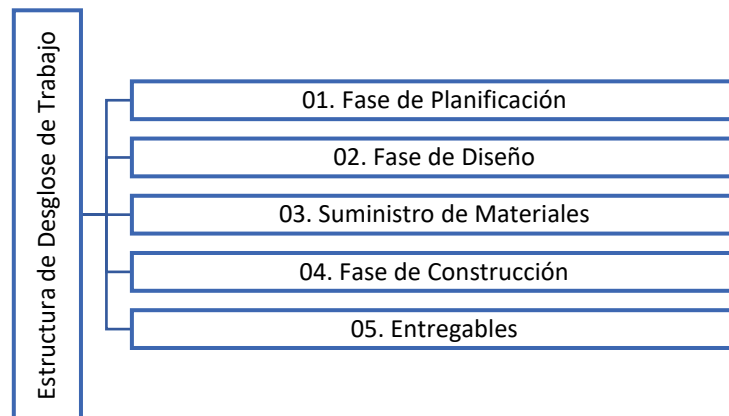


Figura 5.1 Estructura de desglose de trabajo [Elaboración propia, 2023].

Ahora bien, cada uno de estos ejes contienen una serie de actividades y rubros de detalle que complementan su estructuración jerárquica y se detallan a continuación.

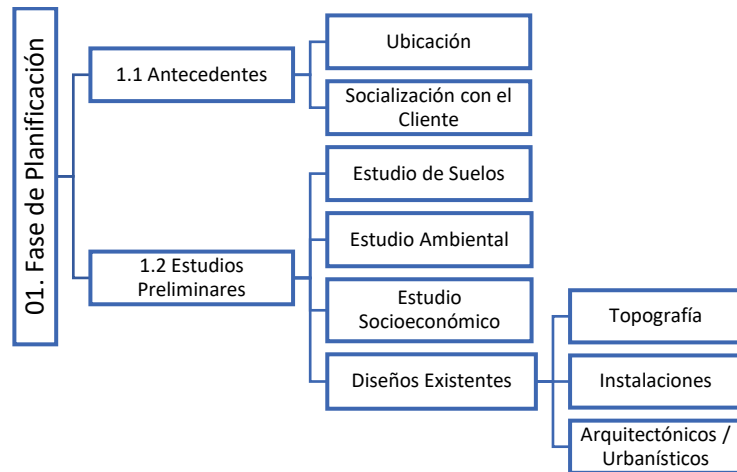


Figura 5.2 Fase de planificación [Elaboración propia, 2023]

Durante la primera fase, es decir, la Planificación representa el punto de partida del proyecto. La también llamada fase de pre-proyecto permite establecer la información existente del área de estudio, la socialización con el cliente y las visitas técnicas al área de desarrollo, de modo que se pueden establecer las condiciones y limitaciones en el diseño.

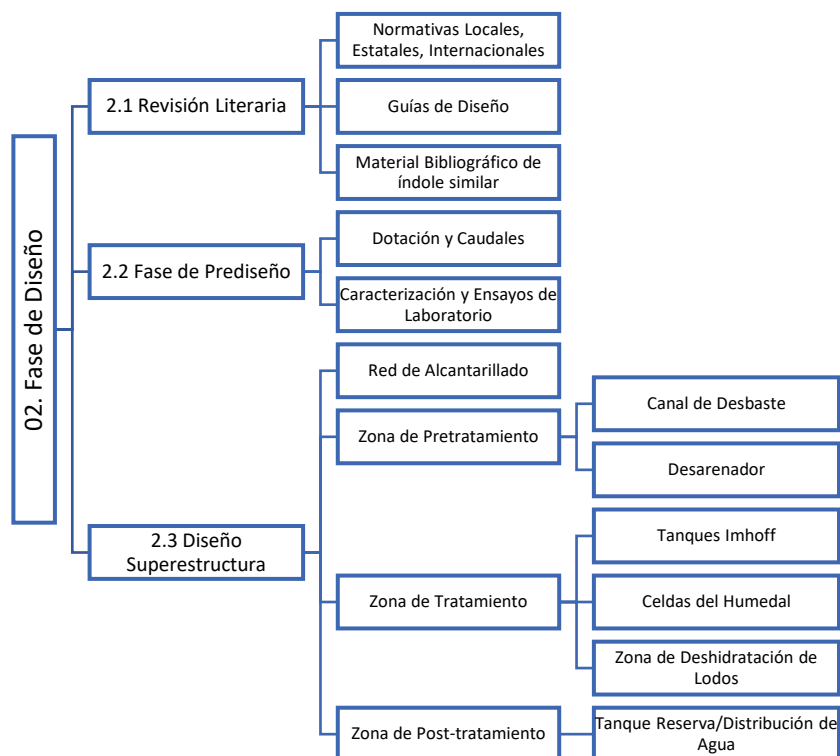


Figura 5.3 Fase de diseño [Elaboración propia, 2023].

Por su parte, la segunda arista de la estructura corresponde a la fase de diseño; etapa que particularmente se destaca por ser mayoritariamente de

cálculo numérico y empleo de referencias bibliográficas como fórmulas o métodos de diseño. Para fines específicos de este proyecto, se encuentra subdivido el prediseño que corresponde al estudio de uso de la zona, determinación de caudales y caracterización del agua residual producida actualmente, como punto de partida para las consideraciones técnicas y planificación del diseño de la superestructura. Y finalmente, la subdivisión de superestructura que abarca el diseño de las 3 fases que componen el proceso de tratamiento que se propone en la presente memoria con sus obras específicas.

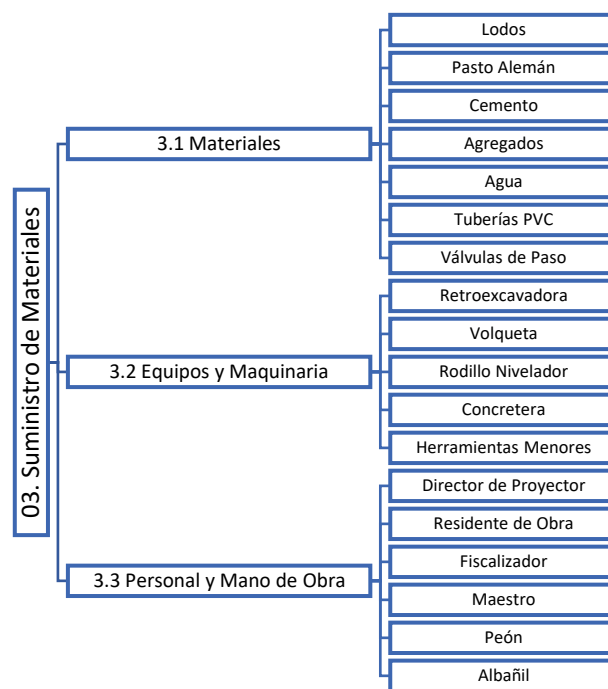


Figura 5.4 Suministro de materiales [Elaboración propia, 2023].

En cuanto al desglose de la tercera arista, el suministro o abastecimiento de materiales representa un punto clave para la ejecución de toda obra civil. En este apartado se detallan no solo los materiales o equipos necesarios para la ejecución de actividades y construcción de infraestructura, sino que también engloba el talento humano necesario para guiar dicha ejecución.

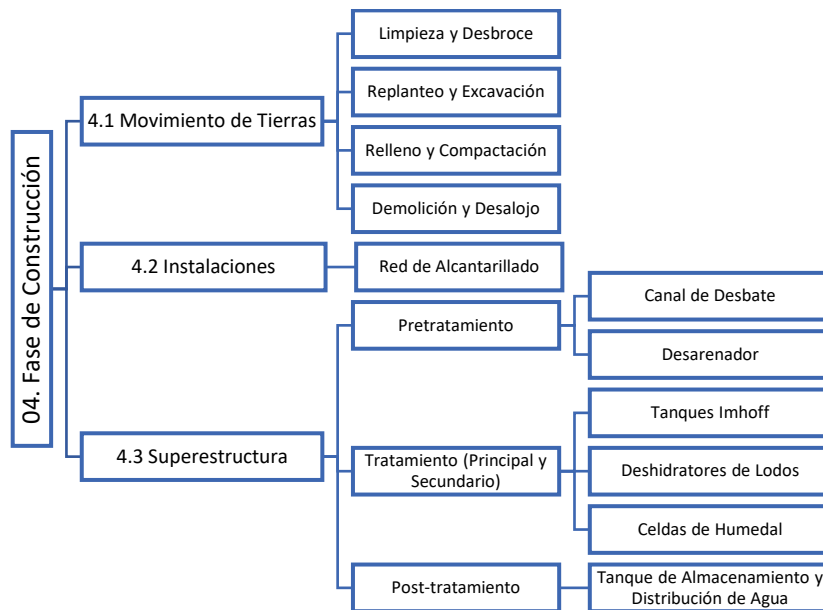


Figura 5.5 Fase de construcción [Elaboración propia, 2023].

Casi llegando al final, la cuarta arista de la jerarquía corresponde a la Fase Constructiva, es decir la etapa de desarrollo y aplicación de los diseños más los suministros de materiales y materializar el proyecto. Por ende, en este eje se encontrarán no solo el desarrollo de la superestructura para el tratamiento, sino también las obras preliminares necesarias para adecuación del área de implantación y el desarrollo de la red de colectores para captar efectivamente el agua a tratar en este estudio.

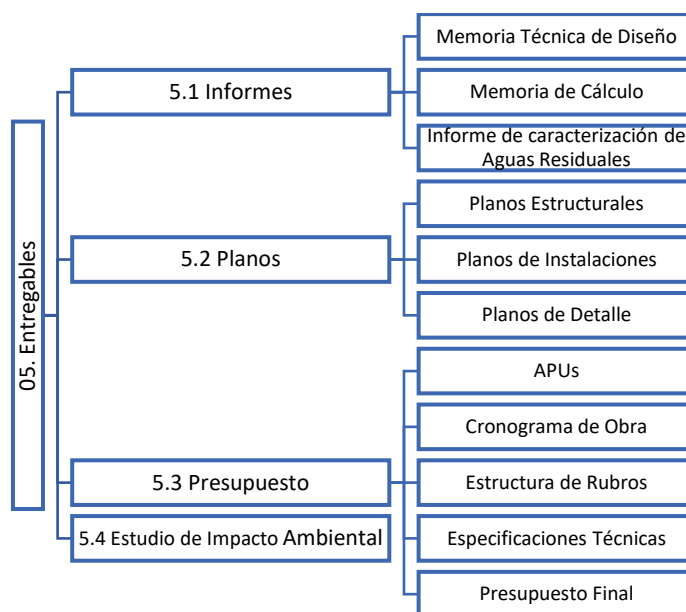


Figura 5.6 Desglose de entregables [Elaboración propia, 2023].

Finalmente, todo proyecto civil cierra su periodo de ejecución con la fase de entrega de obra y diseños al cliente. Aquí se detalla todo informe y memoria técnica ya sea de diseño o cálculo como constancia del trabajo efectuado, así como también el material de fiscalización y respaldo como son los presupuestos con sus análisis de precios correspondientes y especificaciones de aplicación, así como también los planos de diseño y estudios de impacto ambiental que genera la obra.

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

Para el presupuesto y análisis de precios unitarios se definieron los siguientes rubros, los cuales van de acuerdo con todas las actividades para la implementación de sistema de tratamiento descentralizado de aguas residuales basado en humedales artificiales y la respectiva construcción de la red de recolección.

Los APUS se obtuvieron a partir de Insucons, empresa especializada en el análisis de precios unitarios de los rubros más comunes dentro de la industria de la construcción ecuatoriana.

Tabla 5.1 Resumen de rubros [Elaboración propia, 2023].

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
A	Obras Preliminares		
A001	Limpieza y Desbroce del Terreno	m2	3,52
A002	Letrero de obra	U	63,70
A003	Cerramiento provisional	MI	40,69
A004	Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias	u/mes	272,26
A005	Instalación de caseta de guardianía y bodega	m2	73,84
A006	Instalación eléctrica	Punto	64,76
A007	Instalación de agua	Punto	66,73
B	Movimientos de Tierra		
B008	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	8,08
B009	Demolición de estructura existente	m2	27,94
C	Red de colectores A.A.S.S		
C010	Replanteo y nivelación	m2	2,16
C011	Excavación manual de zanjas (Incluye Desalojo)	m3	11,01
C012	Relleno compactado con material de sitio	m3	10,75
C013	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	19,95

C014	Entibado de zanjas	m2	28,46
C015	Colocación de Cama de Arena	m3	2,98
C016	Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm	MI	27,34
C017	Construcción de cajas de registro (incluye tapa)	U	207,25
D	Superestructura		
	Pretatamiento		
	Canal de Desbaste		
D018	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	11,01
D019	Entibado de zanjas	m2	28,46
D020	Replanteo de Hormigón Simple f'c=180 kg/cm2	m3	11,60
D021	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D022	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m2	255,86
D023	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	2,56
	Desarenador		
D024	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D025	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	2,52
D026	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D027	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	Kg	2,52
D028	Acero para Rejas	Kg	18.51
	Tratamiento Primario		
	Tanques Imhoff		
D029	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	11,01
D030	Entibado y apuntalamiento hasta h = 5.00 m	m2	28,46
D031	Replanteo de Hormigón Simple f'c=180 kg/cm2	m3	11,60
D032	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D033	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	2,52
D034	Hormigón para muros del tanque f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D035	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	2,52
D036	Suministro e Instalación de Accesorios para el Tanque Imhoff	Unidad	2052,90
D037	Trazado y Replanteo para la zona de decantación	m2	0,62
D038	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para zona de decantación (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	177.24
D039	Suministro e Instalación de tuberías para extracción de lodos	MI	27,34
D040	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	MI	14,44

D041	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	MI	14,44
Tratamiento Secundario			
Celdas de Humedal			
D042	Replanteo y nivelación	m2	2,16
D043	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	8,08
D044	Impermeabilización con geomembrana	m2	7,69
D045	Suministro y siembra de Pasto Alemán	m2	0,05
D046	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	MI	14,44
D047	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	26,87
D048	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	23.09
D049	Colocación de Arena (0.06-4mm)	m3	2,98
Zona de Deshidratación de Lodos			
D050	Replanteo y nivelación	m2	2,16
D051	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	8,08
D052	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D053	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	2,52
D054	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	255,86
D055	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	Kg	2,52
D056	Suministro y colocación de lodos consolidado	m3	5,02
D057	Suministro e Instalación de tuberías para distribución de fango	MI	27,34
D058	Suministro e Instalación de tuberías para aireación	MI	14,44
D059	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	26,87
D060	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	23.09
Post-tratamiento			
Tanque de Almacenamiento para Riego			
D061	Replanteo y nivelación	m2	2,16
D062	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	8,08
D063	Mampostería de bloque liviano e=15cm (incluye Mortero) para Paredes y Losa	m3	11,85
D064	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	MI	14,44
E	Plan de Manejo Ambiental y Seguridad Industrial		
E065	Provisión de Equipos de Protección Personal (EPP)	U	179,64
E066	Letreros Informativos/Preventivos	U	79,83
E067	Cinta de Señalización (Peligro)	MI	0,12
E068	Parantes de caña/madera con dados de hormigón	U	8,59

E069	Conos de Tráfico	U	15,00
E070	Reuniones Informativas (Socialización del Proyecto con la comunidad)	U	645,81
E071	Monitoreo y medición de ruido	U	238,80
E072	Monitoreo y medición de polvo (PM 10 y PM 2,5)	U	755,57
E073	Agua para control de polvo	m3	10,26
E074	Contenedor para disposición de desechos	U	32,64
E075	Plan de Prevención y Mitigación de Impacto Ambiental	U	1500,00
F	Mantenimiento		
F076	Fumigación del Área	m2	0,60
F077	Podado de Vegetación sembrada	m2	1,08
F078	Limpieza Final de Obra	m2	2,33

5.3 Descripción de cantidades de obra

Para determinar la cantidad de cada uno de los rubros, se consideró el dimensionamiento realizado en el apartado 3, para la red de recolección de aguas residuales, pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tanque de agua para riego. A la vez también se le sumaron actividades requeridas para poder llevar a cabo la obra, como las obras preliminares, de mantenimiento y plan de manejo ambiental.

Tabla 5.2 Resumen de cantidades de obra [Elaboración propia, 2023].

CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
A	Obras Preliminares		
A001	Limpieza y Desbroce del Terreno	m2	2500,00
A002	Letrero de obra	U	1,00
A003	Cerramiento provisional	MI	189,00
A004	Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias	u/mes	2,00
A005	Instalación de caseta de guardianía y bodega	m2	30,00
A006	Instalación eléctrica	Punto	10,00
A007	Instalación de agua	Punto	5,00
B	Movimientos de Tierra		
B008	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	400,00
B009	Demolición de estructura existente	m2	153,00
C	Red de colectores A.A.S.S		
C010	Replanteo y nivelación	m2	308,00
C011	Excavación manual de zanjas (Incluye Desalojo)	m3	458,49
C012	Relleno compactado con material de sitio	m3	281,20
C013	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	78,79

C014	Entibado de zanjas	m2	262,65
C015	Colocación de Cama de Arena	m3	98,49
C016	Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm	MI	338,90
C017	Construcción de cajas de registro (incluye tapa)	U	6,00
D	Superestructura		
	Pretatamiento		
	Canal de Desbaste		
D018	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	2,15
D019	Entibado de zanjas	m2	5,00
D020	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2	m3	0,50
D021	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,50
D022	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m2	0,72
D023	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	7,42
	Desarenador		
D024	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,05
D025	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	7,62
D026	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,08
D027	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	Kg	10,05
D028	Acero para Rejas	Kg	3,94
	Tratamiento Primario		
	Tanques Imhoff		
D029	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	44,96
D030	Entibado y apuntalamiento hasta h = 5.00 m	m2	15,12
D031	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2	m3	1,51
D032	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	5,45
D033	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	23,03
D034	Hormigón para muros del tanque f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	10,46
D035	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	72,43
D036	Suministro e Instalación de Accesorios para el Tanque Imhoff	Unidad	1,00
D037	Trazado y Replanteo para la zona de decantación	m2	15,12
D038	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para zona de decantación (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	1,49
D039	Suministro e Instalación de tuberías para extracción de lodos	MI	47,30
D040	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	MI	2,10

D041	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	MI	23,92
Tratamiento Secundario			
Celdas de Humedal			
D042	Replanteo y nivelación	m2	624,00
D043	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	638,04
D044	Impermeabilización con geomembrana	m2	652,05
D045	Suministro y siembra de Pasto Alemán	m2	552,00
D046	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	MI	215,22
D047	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	148,94
D048	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	48,73
D049	Colocación de Arena (0.06-4mm)	m3	306,32
Zona de Deshidratación de Lodos			
D050	Replanteo y nivelación	m2	144,90
D051	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	155,70
D052	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	14,49
D053	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	Kg	36,78
D054	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	20,81
D055	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	Kg	47,51
D056	Suministro y colocación de lodos consolidado	m3	66,33
D057	Suministro e Instalación de tuberías para distribución de fango	MI	54,14
D058	Suministro e Instalación de tuberías para aireación	MI	64,26
D059	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	39,80
D060	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	26,53
Post-tratamiento			
Tanque de Almacenamiento para Riego			
D061	Replanteo y nivelación	m2	17,16
D062	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	46,33
D063	Mampostería de bloque liviano e=15cm (incluye Mortero) para Paredes y Losa	m3	3,43
D064	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	MI	2,00
E	Plan de Manejo Ambiental y Seguridad Industrial		
E065	Provisión de Equipos de Protección Personal (EPP)	U	30,00
E066	Letreros Informativos/Preventivos	U	4,00
E067	Cinta de Señalización (Peligro)	MI	800,00
E068	Parantes de caña/madera con dados de hormigón	U	10,00

E069	Conos de Tráfico	U	5,00
E070	Reuniones Informativas (Socialización del Proyecto con la comunidad)	U	1,00
E071	Monitoreo y medición de ruido	U	1,00
E072	Monitoreo y medición de polvo (PM 10 y PM 2,5)	U	1,00
E073	Agua para control de polvo	m3	25,00
E074	Contenedor para disposición de desechos	U	3,00
E075	Plan de Prevención y Mitigación de Impacto Ambiental	U	1,00
F	Mantenimiento		
F076	Fumigación del Área	m2	552,00
F077	Podado de Vegetación sembrada	m2	552,00
F078	Limpieza Final de Obra	m2	1400,00

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Tabla 5.3 Presupuesto total del proyecto [Elaboración propia, 2023].

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	Obras Preliminares				\$ 20.287,52
A001	Limpieza y Desbroce del Terreno	m2	2500,00	3,52	8792,28
A002	Letrero de obra	u	1,00	63,70	63,70
A003	Cerramiento provisional	ml	189,00	40,69	7690,56
A004	Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias	u/mes	2,00	272,26	544,52
A005	Instalación de caseta de guardianía y bodega	m2	30,00	73,84	2215,19
A006	Instalación eléctrica	punto	10,00	64,76	647,64
A007	Instalación de agua	punto	5,00	66,73	333,63
B	Movimientos de Tierra				\$ 7.506,79
B008	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	400,00	8,08	3231,42
B009	Demolición de estructura existente	m2	153,00	27,94	4275,37
C	Red de colectores A.A.S.S				\$ 28.584,00
C010	Replanteo y nivelación	m2	308,00	2,16	664,57
C011	Excavación manual de zanjas (Incluye Desalojo)	m3	458,49	11,01	5048,09
C012	Relleno compactado con material de sitio	m3	281,20	10,75	3023,28
C013	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	78,79	19,95	1572,09
C014	Entibado de zanjas	m2	262,65	28,46	7474,13
C015	Colocación de Cama de Arena	m3	98,49	2,98	293,21

C016	Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm	ml	338,90	27,34	9265,12
C017	Construcción de cajas de registro (incluye tapa)	u	6,00	207,25	1243,50
D	Superestructura				\$ 46.853,12
	Pretatamiento				\$ 653,57
	Canal de Desbaste				\$ 502,89
D018	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	2,15	11,01	23,67
D019	Entibado de zanjas	m2	5,00	28,46	142,28
D020	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2	m3	0,50	11,60	5,80
D021	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,50	255,86	127,93
D022	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m2	0,72	255,86	184,22
D023	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	7,42	2,56	19,00
	Desarenador				\$ 150,68
D024	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,05	255,86	12,79
D025	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	kg	7,62	2,52	19,18
D026	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	0,08	255,86	20,47
D027	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	kg	10,05	2,52	25,30
D028	Acero para Rejillas Finas y Gruesa	kg	3,94	18,51	72,93
	Tratamiento Primario				\$ 9.835,68
	Tanques Imhoff				\$ 9.835,68
D029	Excavación manual (Incluye Desalojo)	m3	44,96	11,01	495,05
D030	Entibado y apuntalamiento hasta h = 5.00 m	m2	15,12	28,46	430,26
D031	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2	m3	1,51	121,14	183,16
D032	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	5,45	255,86	1394,41
D033	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	kg	23,03	2,52	57,97
D034	Hormigón para muros del tanque f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	10,46	255,86	2676,25
D035	Tarrajeo con impermeabilizante e=1.50 cm	m2	72,43	2,52	182,32
D036	Suministro e Instalación de Accesorios para el Tanque Imhoff	unidad	1,00	2473,70	2473,70
D037	Trazado y Replanteo para la zona de decantación	m2	15,12	0,63	9,56

D038	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para zona de decantación (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	1,49	177,24	264,09
D039	Suministro e Instalación de tuberías para extracción de lodos	ml	47,30	27,34	1293,12
D040	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	ml	2,10	14,44	30,33
D041	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	ml	23,92	14,44	345,44
Tratamiento Secundario					\$ 35.883,02
Celdas de Humedal					\$ 20.654,22
D042	Replanteo y nivelación	m2	624,00	2,16	1346,41
D043	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	638,04	8,08	5154,44
D044	Impermeabilización con geomembrana	m2	652,05	7,69	5013,32
D045	Suministro y siembra de Pasto Alemán	m2	552,00	0,05	25,11
D046	Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	ml	215,22	14,44	3108,13
D047	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	148,94	26,65	3969,82
D048	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	48,73	23,09	1125,04
D049	Colocación de Arena (0.06-4mm)	m3	306,32	2,98	911,96
Zona de Deshidratación de Lodos					\$ 15.228,80
D050	Replanteo y nivelación	m2	144,90	2,16	312,65
D051	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	155,70	8,08	1257,83
D052	Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	14,49	255,86	3707,35
D053	Acero de refuerzo para losa Fy=4200 kg/cm2	kg	36,78	2,52	92,59
D054	Hormigón para muros f'c=240 kg/cm2 (Incluye Encofrado y Desencofrado)	m3	20,81	255,86	5324,36
D055	Acero de refuerzo para muros Fy=4200 kg/cm2	kg	47,51	2,52	119,59
D056	Suministro y colocación de lodos consolidado	m3	66,33	5,02	332,98
D057	Suministro e Instalación de tuberías para distribución de fango	ml	54,14	27,34	1480,12
D058	Suministro e Instalación de tuberías para aireación	ml	64,26	14,44	928,02
D059	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)	m3	39,80	26,65	1060,75
D060	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)	m3	26,53	23,09	612,55

Post-tratamiento					\$	480,85
Tanque de Almacenamiento para Riego					\$	480,85
D061	Replanteo y nivelación	m2	17,16	2,16		37,03
D062	Excavación con maquinaria (Incluye Desalojo)	m3	46,33	8,08		374,30
D063	Mampostería de bloque liviano e=15cm (incluye Mortero) para Paredes y Losa	m3	3,43	11,85		40,65
D064	Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente	ml	2,00	14,44		28,88
E	Plan de Manejo Ambiental y Seguridad Industrial				\$	7.131,48
E065	Provisión de Equipos de Protección Personal (EPP)	u	30,00	108,84		3265,21
E066	Letreros Informativos/Preventivos	u	4,00	77,42		309,69
E067	Cinta de Señalización (Peligro)	ml	800,00	0,15		123,07
E068	Parantes de caña/madera con dados de hormigón	u	10,00	5,63		56,34
E069	Conos de Tráfico	u	5,00	15,00		75,00
E070	Reuniones Informativas (Socialización del Proyecto con la comunidad)	u	1,00	645,81		645,81
E071	Monitoreo y medición de ruido	u	1,00	238,80		238,80
E072	Monitoreo y medición de polvo (PM 10 y PM 2,5)	u	1,00	755,57		755,57
E073	Agua para control de polvo	m3	25,00	2,56		64,06
E074	Contenedor para disposición de desechos	u	3,00	32,64		97,92
E075	Plan de Prevención y Mitigación de Impacto Ambiental	u	1,00	1500,00		1500,00
F	Mantenimiento				\$	4.197,09
F076	Fumigación del Área	m2	552,00	0,60		332,19
F077	Podado de Vegetación sembrada	m2	552,00	1,08		596,40
F078	Limpieza Final de Obra	m2	1400,00	2,33		3268,50
PRESUPUESTO TOTAL REFERENCIAL DE OBRA					\$	114.559,99

El presupuesto planificado del proyecto integrador está previsto para un valor aproximado de \$ 144 559.99. La obra en su estructura general no solamente contempla el sistema de tratamiento, sino también la repotenciación y mejora de la red de alcantarillado que existe y conecta actualmente las instalaciones a servir y un área específica para la descarga del efluente tratado que no será vertido en un cuerpo de agua si no que se almacenará y redistribuirá para el riego de la zona.

Por lo expresado anteriormente, el proyecto se subdivide en etapas según su objetivo y planificación, etapas que a la vez atienden a diferentes áreas

de ocupación, de ahí que, a continuación, se analice el costo por metro cuadrado en cuanto a materiales de construcción para cada etapa.

Tabla 5.4 costos por etapas [Elaboración propia, 2023].

ETAPA	ÁREA (m2)	COSTO	COSTO/m2
Red Sanitaria	338.9	\$ 28 584.00	\$ 84.34
Pre tratamiento	5	\$ 653.57	\$ 130.71
Tratamiento	663.5	\$ 45 718.70	\$ 68.91
Postratamiento	17.16	\$ 480.85	\$ 28.02

Sin embargo, dado que esta propuesta de proyecto genera un análisis holístico y que se compara con otros proyectos afines en el mercado, de modo que se busque determinar la propuesta más accesible y conveniente para el cliente, se analizó el costo por metro cuadrado por sistema de tratamiento, sea pretratamiento, primario, secundario o postratamiento.

Tabla 5.5 Costos por metro cuadrado [Elaboración propia, 2023].

ETAPA	ÁREA (m2)	COSTO	COSTO/m2
Desarenador + Canal de Desbaste	5	\$ 653.57	\$ 130.71
Tanques Imhoff	15.4	\$ 9 835.68	\$ 638.68
Celdas de Humedal Artificial	624	\$ 20 654.22	\$ 33.10
Zona de Desecamiento de Lodos	24.1	\$ 15 228.80	\$ 631.90
Tanque de Almacenamiento para riego	17.16	\$ 480.85	\$ 28.02

De la tabla anterior se puede observar que sistemas como los Tanques Imhoff para tratamiento primario y la zona de desecamiento de lodos para tratamiento secundario corresponden a los costos más elevados por metro cuadrado, lo cual puede deberse a su complejidad en diseño y el costo de oportunidad que ambos representa no solo para obviar otros tipos de tratamiento contemporáneo si no como oportunidad de generación monetaria, en el caso de la zona de desecamiento que una vez puesta en marcha puede generar producción para la venta de lodos como fertilizantes. Finalmente, comparando el presupuesto tentativo de este proyecto integrador con experiencias de trabajo preexistentes en zonas de condiciones similares, se puede establecer que, según (Arias y Fernández, 2021) en su “Análisis y diseño de optimización del sistema depurador de aguas residuales de la Zona 2 y 4 de ESPOL” estimaron un coste de

\$118.603,91. Por su parte, (Quiñonez y Vintimilla, 2020) en su “Análisis del sistema existente y propuesta del sistema depurador para las aguas residuales del área de tecnologías de la ESPOL” asignaron un presupuesto referencial de \$37.693,67 para la construcción exclusiva del sistema depurador. Adicional, (Cruz e Hidalgo, 2021) en su “Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para ESPOL” consideraron un valor estimado de \$82.898,78 para el rediseño y repotenciación de la red de alcantarillado. Por último, (Mero, 2022) en su “Diseño para la optimización del sistema de aguas residuales del Área de tecnologías de ESPOL considerando zona de expansión 2E y 3E del plan maestro y zonas aledañas de pozos sépticos” calculó un presupuesto de \$973.419,92 en la optimización del sistema de tratamiento del área. En comparación con nuestro proyecto, podemos apreciar:

Tabla 5.6 Comparación entre proyectos [Elaboración propia,2023].

	Arias & Fernández	Quiñones & Ventimilla	Cruz e Hidalgo	Mero
	Sistema Completo	Sistema Depurador	Red de Alcantarillado	Sistema Completo
Costo Estimado	\$ 118 603.91	\$ 37 693.67	\$ 82 898.78	\$ 973 419.92
Aguirre & Suárez	\$ 114 441.50	\$ 20 654.22	\$ 28 584.00	\$ 114 441.50
Beneficio	3.51%	45.21%	65.52%	88.24%

El último análisis de la valoración integral del costo del proyecto se asocia a la etapa de postratamiento. Actualmente, las áreas verdes localizadas en piscina, canchas de tenis, gimnasio y estadio, poseen un sistema de riego por aspersores programados horariamente. El consumo diario de estas 4 zonas asciende a 851.55 m³/mes. Ahora bien, el sistema de tratamiento propuesto teóricamente produce un volumen de 33.6 m³ al día, que se reservan en el tanque para su futura distribución. Considerando que según (Interagua, 2023) el costo por m³ para un rango de consumo de 101 a 300 m³ es de \$1,742 adicional a un cargo fijo de \$41,00. Es decir, en la zona 4, actualmente el gasto por riego de áreas verdes asciende a un estimado de \$581,79 mensualmente. Con la aplicación de este proyecto integrador, es posible generar un ahorro significativo al gasto mensual. Tomando en consideración que la población que usa los aparatos sanitarios de la zona

es variable y que no todos los días se conseguirá llenar la capacidad máxima del tanque, se estima que mensualmente se produciría un volumen de 504 m³, que constituyen al 59% de la demanda de la zona. Por lo que, se estimaría un ahorro de aproximadamente \$343.25/mensuales.

5.5 Cronograma de obra

El proyecto integrador desarrollado en la presente memoria tiene previsto una duración estimada de 136 días, es decir, un aproximado de 5 meses o un periodo académico ordinario (PAO) más medio periodo académico extraordinario (PAE).

La planificación del cronograma abarca la ejecución de la etapa preliminar del proyecto, hasta culminación de la obra gris y siembra de vegetación de la fase de diseño. Adicional, es importante mencionar que el cronograma puede estar presto a variaciones según sea la disposición de la constructora y sus periodos de trabajo, para este análisis en específico se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- Consideración de Feriados Nacionales y Locales en las fechas a desarrollar el proyecto.
- Días Laborables de Lunes a Sábado, en periodos de 8 horas diarias, con su respectivo espacio de almuerzo para el personal.

Finalmente, el cronograma desarrolla las Etapas de construcción: preliminar de obra, pretratamiento, tratamiento primario y secundario y postratamiento.

Tabla 5.4 Cronograma General de Obra [Elaboración propia, 2023].

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto Integrador - Diseño de Humedales Artificiales	136 días	lun 25/9/23	vie 8/3/24
Inicio del Proyecto	0 días	lun 25/9/23	lun 25/9/23
1. Etapa Preliminar	17 días	lun 25/9/23	sáb 14/10/23
1.1 Obras Preliminares	5.5 días	lun 25/9/23	sáb 30/9/23
1.1.1 Limpieza y Desbroce de Terreno	3 días	lun 25/9/23	mié 27/9/23
1.1.2 Cerramiento Provisional	1 día?	jue 28/9/23	jue 28/9/23
1.1.3 Colocación de Letrero de Obra	0.2 días	jue 28/9/23	jue 28/9/23
1.1.4 Instalación de caseta de guardia y bodega	1.5 días	vie 29/9/23	sáb 30/9/23
1.1.5 Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias	0.2 días	vie 29/9/23	vie 29/9/23

1.1.6 Instalación Eléctrica	1.5 días	vie 29/9/23	sáb 30/9/23
1.1.7 Instalación de Agua	1.5 días	vie 29/9/23	sáb 30/9/23
1.2 Movimientos de Tierra	11.5 días	sáb 30/9/23	sáb 14/10/23
1.2.1 Excavación y Desalojo con Maquinaria	10 días	sáb 30/9/23	vie 13/10/23
1.2.2 Demolición y Desalojo de estructura existente	1.5 días	vie 13/10/23	sáb 14/10/23
2. Etapa de Construcción	119 días	lun 16/10/23	vie 8/3/24
2.1 Red de Colectores AASS	17 días	lun 16/10/23	lun 6/11/23
2.1.1 Trabajos preliminares	4 días	lun 16/10/23	jue 19/10/23
2.1.1.1 Replanteo y Nivelación	4 días	lun 16/10/23	jue 19/10/23
2.1.2 Movimientos de Tierra	5 días	vie 20/10/23	mié 25/10/23
2.1.2.1 Excavación y desalojo manual de zanjas	3 días	vie 20/10/23	lun 23/10/23
2.1.2.2 Relleno y Compactación con material de sitio	2 días	mar 24/10/23	mié 25/10/23
2.1.2.3 Relleno y Compactación con material de mejoramiento	2 días	mar 24/10/23	mié 25/10/23
2.1.3 Trabajos constructivos	8 días	jue 26/10/23	lun 6/11/23
2.1.3.1 Entibado de Zanjas	2 días	jue 26/10/23	vie 27/10/23
2.1.3.2 Colocación de cama de arena	3 días	sáb 28/10/23	mar 31/10/23
2.1.3.3 Suministro e Instalación de tuberías de PVC 160 mm	3 días	sáb 28/10/23	mar 31/10/23
2.1.3.4 Construcción de cajas de registro	6 días	sáb 28/10/23	lun 6/11/23
Fundición	1 día	sáb 28/10/23	sáb 28/10/23
Desencofrado	3 días	lun 30/10/23	mié 1/11/23
Curado	5 días	lun 30/10/23	lun 6/11/23
2.2 Pretratamiento	34 días	mié 1/11/23	mar 12/12/23
2.2.1 Canal de Desbaste	34 días	mié 1/11/23	mar 12/12/23
2.2.1.1 Movimiento de tierras	1 día	mié 1/11/23	mié 1/11/23
2.2.1.1.1 Excavación y Desalojo manual de zanjas	1 día	mié 1/11/23	mié 1/11/23
2.2.1.2 Trabajos constructivos	33 días	sáb 4/11/23	mar 12/12/23
2.2.1.2.1 Entibado de Zanjas	1 día	sáb 4/11/23	sáb 4/11/23
2.2.1.2.2 Elaboración de Replanteo de H.S.	2 días	lun 6/11/23	mar 7/11/23
Fundición	1 día	lun 6/11/23	lun 6/11/23
Desencofrado	1 día	mar 7/11/23	mar 7/11/23
Curado	0 días	lun 6/11/23	lun 6/11/23
2.2.1.2.3 Hormigonado de Losa	22 días	mié 8/11/23	sáb 2/12/23
Fundición	1 día	mié 8/11/23	mié 8/11/23
Desencofrado	21 días	jue 9/11/23	sáb 2/12/23
Curado	7 días	jue 9/11/23	jue 16/11/23
2.2.1.2.3 Hormigonado de Paredes	8 días	lun 4/12/23	mar 12/12/23
Fundición	1 día	lun 4/12/23	lun 4/12/23

Desencofrado	3 días	mar 5/12/23	jue 7/12/23
Curado	7 días	mar 5/12/23	mar 12/12/23
Terrajeo con Impermeabilizante	1 día	vie 8/12/23	vie 8/12/23
2.2.2 Desarenador	30 días	mié 8/11/23	mar 12/12/23
2.2.2.1 Trabajos constructivos	30 días	mié 8/11/23	mar 12/12/23
2.2.2.2.1 Hormigonado de Losa	22 días	mié 8/11/23	sáb 2/12/23
Fundición	1 día	mié 8/11/23	mié 8/11/23
Desencofrado	21 días	jue 9/11/23	sáb 2/12/23
Curado	7 días	jue 9/11/23	jue 16/11/23
2.2.2.2.2 Hormigonado de Paredes	8 días	lun 4/12/23	mar 12/12/23
Fundición	1 día	lun 4/12/23	lun 4/12/23
Desencofrado	3 días	mar 5/12/23	jue 7/12/23
Curado	7 días	mar 5/12/23	mar 12/12/23
Terrajeo con Impermeabilizante	1 día	vie 8/12/23	vie 8/12/23
2.2.2.2.3 Colocación de Rejillas Finas y Gruesas	1 día	sáb 9/12/23	sáb 9/12/23
2.3 Tratamiento Primario - Tanques Imhoff	43 días	vie 8/12/23	lun 29/1/24
2.3.1 Movimiento de Tierras	3 días	vie 8/12/23	lun 11/12/23
2.3.1.1 Excavación y Desalojo Manual	3 días	vie 8/12/23	lun 11/12/23
2.3.2 Trabajos Constructivos	43 días	vie 8/12/23	lun 29/1/24
2.3.2.1 Entibado y Apuntalamiento hasta h=5m	3 días	vie 8/12/23	lun 11/12/23
2.2.1.2 Elaboración de Replanteo de H.S.	2 días	mar 12/12/23	mié 13/12/23
Fundición	1 día	mar 12/12/23	mar 12/12/23
Desencofrado	1 día	mié 13/12/23	mié 13/12/23
Curado	0 días	mar 12/12/23	mar 12/12/23
2.2.1.3 Hormigonado de Losa	22 días	jue 14/12/23	mié 10/1/24
Fundición	1 día	jue 14/12/23	jue 14/12/23
Desencofrado	21 días	vie 15/12/23	mié 10/1/24
Curado	7 días	vie 15/12/23	vie 22/12/23
2.2.1.4 Hormigonado de Paredes	8 días	jue 11/1/24	vie 19/1/24
Fundición	1 día	jue 11/1/24	jue 11/1/24
Desencofrado	3 días	vie 12/1/24	lun 15/1/24
Curado	7 días	vie 12/1/24	vie 19/1/24
Terrajeo con Impermeabilizante	3 días	mar 16/1/24	jue 18/1/24
2.2.1.5 Instalaciones	2 días	vie 19/1/24	sáb 20/1/24
2.2.1.6 Construcción de la Zona de Decantación	9 días	vie 19/1/24	lun 29/1/24
2.4 Tratamiento Secundario	41 días	vie 19/1/24	vie 8/3/24
2.4.1 Zona de Deshidratación de Lodos	41 días	vie 19/1/24	vie 8/3/24
2.4.1.1 Trabajos Preliminares	3 días	vie 19/1/24	lun 22/1/24

2.4.1.1.1 Replanteo y Nivelación	3 días	vie 19/1/24	lun 22/1/24
2.4.1.2 Movimiento de Tierras	3 días	mar 23/1/24	jue 25/1/24
2.4.1.2.1 Excavación y Desalojo con maquinaria	3 días	mar 23/1/24	jue 25/1/24
2.4.1.3 Trabajos Constructivos	34 días	vie 26/1/24	jue 7/3/24
2.4.1.3.1 Hormigonado de Losa	22 días	vie 26/1/24	jue 22/2/24
Fundición	1 día	vie 26/1/24	vie 26/1/24
Desencofrado	21 días	sáb 27/1/24	jue 22/2/24
Curado	7 días	sáb 27/1/24	sáb 3/2/24
2.4.1.3.2 Hormigonado de Paredes	8 días	vie 23/2/24	sáb 2/3/24
Fundición	1 día	vie 23/2/24	vie 23/2/24
Desencofrado	3 días	sáb 24/2/24	mar 27/2/24
Curado	7 días	sáb 24/2/24	sáb 2/3/24
2.4.1.3.3 Colocación de Material Granular Mediano	2 días	mié 28/2/24	jue 29/2/24
2.4.1.3.4 Colocación de Material Granular Pequeño	2 días	vie 1/3/24	sáb 2/3/24
2.4.1.3.5 Suministro e instalación de lodos consolidados	4 días	lun 4/3/24	jue 7/3/24
2.4.1.4 Instalaciones	1 día	vie 8/3/24	vie 8/3/24
2.4.1.4.1 Suministro e Instalación de tuberías para distribución de fangos	1 día	vie 8/3/24	vie 8/3/24
2.4.1.4.2 Suministro e Instalación de tuberías para aireación	1 día	vie 8/3/24	vie 8/3/24
2.4.2 Celdas del Humedal Artificial	12.5 días	mar 30/1/24	jue 15/2/24
2.4.2.1 Trabajos Preliminares	2 días	mar 30/1/24	mié 31/1/24
2.4.1.2.1 Replanteo y Nivelación	2 días	mar 30/1/24	mié 31/1/24
2.4.2.2 Movimiento de Tierras	2 días	jue 1/2/24	vie 2/2/24
2.4.2.2.1 Excavación y Desalojo con maquinaria	2 días	jue 1/2/24	vie 2/2/24
2.4.2.3 Trabajos Constructivos	8.5 días	sáb 3/2/24	jue 15/2/24
2.4.2.3.1 Impermeabilización con Geomembrana	3 días	sáb 3/2/24	mar 6/2/24
2.4.2.3.2 Colocación de Material Granular Mediano	1 día	mié 7/2/24	mié 7/2/24
2.4.2.3.3 Colocación de Material Granular Pequeño	1 día	jue 8/2/24	jue 8/2/24
2.4.2.3.4 Colocación de Arena	1 día	vie 9/2/24	vie 9/2/24
2.4.2.3.5 Colocación de Material Granular Pequeño	1 día	sáb 10/2/24	sáb 10/2/24
2.4.2.3.6 Suministro y siembra de Pasto Alemán	1.5 días	mié 14/2/24	jue 15/2/24
2.4.2.4 Instalaciones	1.5 días	mié 14/2/24	jue 15/2/24
2.4.2.4.1 Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente	1.5 días	mié 14/2/24	jue 15/2/24
2.5 Post-tratamiento - Tanque de Almacenamiento para Riego	8.5 días	mié 14/2/24	vie 23/2/24
2.5.1 Trabajos Preliminares	1.5 días	mié 14/2/24	jue 15/2/24
2.5.1.1 Replanteo y Nivelación	1.5 días	mié 14/2/24	jue 15/2/24
2.5.2 Movimiento de Tierras	3 días	jue 15/2/24	lun 19/2/24
2.5.2.1 Excavación y Desalojo con maquinaria	3 días	jue 15/2/24	lun 19/2/24
2.5.3 Trabajos Constructivos	3 días	lun 19/2/24	jue 22/2/24
2.5.3.1 Tanque de mampostería de bloque liviano e=15cm	3 días	lun 19/2/24	jue 22/2/24

2.5.4 Instalaciones	1 día	jue 22/2/24	vie 23/2/24
2.5.4.1 Suministro e Instalación de tubería para entrada del efluente	1 día	jue 22/2/24	vie 23/2/24
Fin del Proyecto	0 días	vie 23/2/24	vie 23/2/24

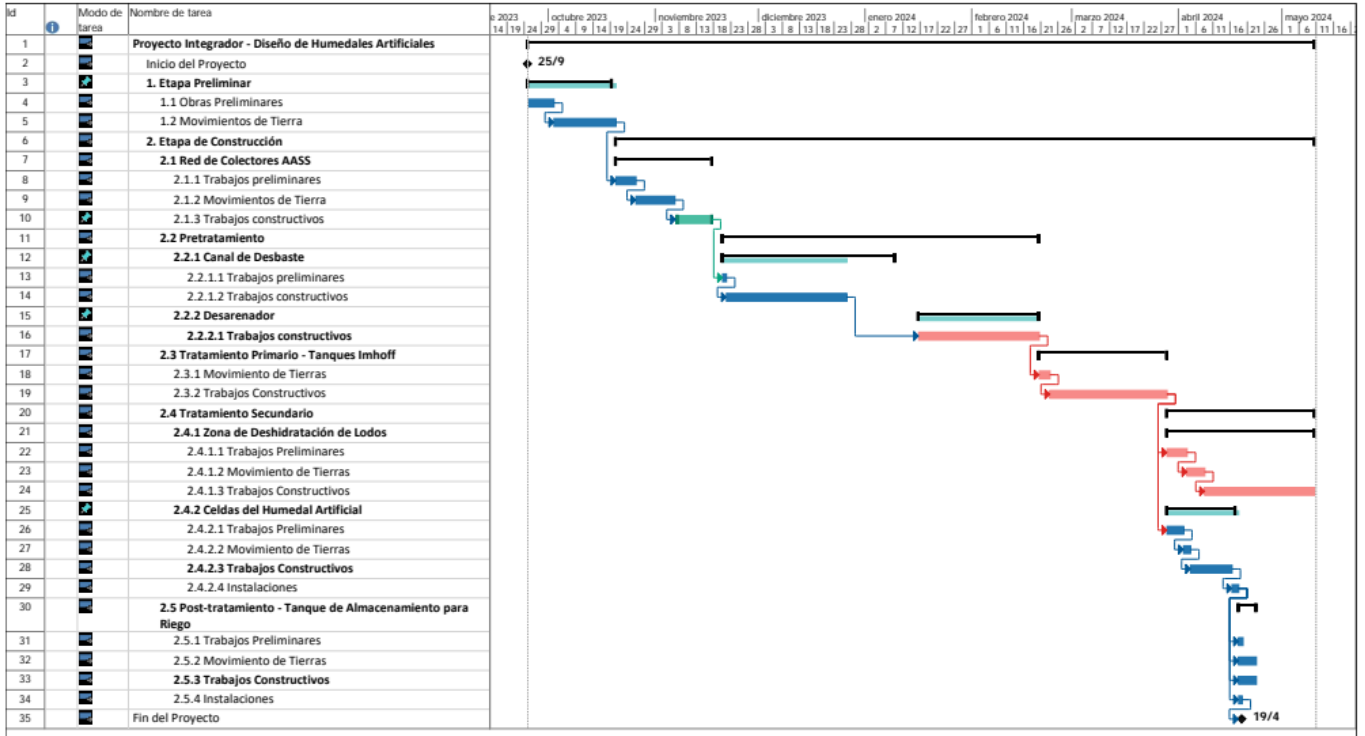


Figura 5.7 Cronograma de Obra - Diagrama de Gantt [Elaboración propia, 2023]

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El presente proyecto contempló el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales completo que suplirá el servicio requerido de la Zona 4 del Campus Gustavo Galindo de ESPOL, basado principalmente en Humedales Artificiales, pero que holísticamente se complementa con la repotenciación del sistema de alcantarillado sanitario de las infraestructuras existentes, seguido de un tratamiento preliminar y un sistema innovador y específico para el desecamiento de lodos que genera una reducción considerable en la producción de gases de efecto invernadero y evita que este material de desecho termine en botaderos o rellenos sanitarios contaminando el medio ambiente. De ahí que se puede concluir, que el diseño realizado en este proyecto integrador suple con suficiente la necesidad de la zona y se adecua a los objetivos de desarrollo sostenible tanto, número 6, con una garantía de eficiencia en la remoción de carga contaminante y reutilización de agua en sistemas de riego; y número 15, promoviendo el cultivo de áreas verdes para eliminación de gases contaminantes y evitando el desecho de lodos en puntos de contaminación localizada.
- Tras el trabajo de campo y gabinete, se puede concluir que, el sistema de pozos sépticos para tratamiento que existe actualmente en la zona ya cumplió con su vida útil estimada y que no posee las características técnicas mínimas para garantizar un tratamiento adecuado futuro. Esta conclusión se sustenta en un análisis que abarca desde la inspección visual hasta el criterio de diseño técnico, al no contar con mínimos necesarios como válvulas de aireación, y finalmente con criterio ingenieril. Por su parte, sobre el agua residual que se genera actualmente en la zona no es posible concluir efectivamente dado a que 5 de 6 pozos no permiten el acceso para el muestreo del agua que reciben, y en el único pozo que fue posible realizar la campaña, esta

no puede categorizarse como representativa para el tipo de proyecto que se está generando, puesto que correspondió a un muestreo compuesto de 8 horas solamente por 1, tomando submuestras cada 2 horas que al momento de componer la muestra, pudieron llegar a diluirse parte de los componentes de interés en la caracterización.

- El desarrollo de la presente materia integradora consideró y planteó una serie de alternativas de solución para atender las necesidades del área de estudio. De ahí que, y tras compararlas y matizarlas bajo diferentes criterios que fueron desde los requerimientos del cliente, hasta los costos de operación y mantenimiento, el tiempo y facilidad de construcción y por último el impacto ambiental al que cada propuesta pudiera incurrir; se concluyó que, el proyecto en su idea general se basaría en un diseño en función a Humedales Artificiales por sobre propuestas como Plantas de Tratamientos, Redes de Alcantarillado complejas o Lagunas de Oxidación. Y para las etapas de tratamiento y postratamiento, humedales de flujo subsuperficial vertical y tanques de almacenamiento para riego. Estas opciones garantizan eficiencia no solo en el tratamiento, sino también en la comparativa integral de su valoración económica, pues al ser comparada con propuestas de diseño previas en zonas aledañas y de similar comportamiento, la solución desarrollada en este proyecto constituye porcentajes de ahorro económico, tal como se aprecia en la tabla 5.6 del documento.
- En el desarrollo general del presente documento, es posible evidenciar la tendencia a promover soluciones de mínimo impacto ambiental y que promuevan una cultura a favor del medio ambiente. Por lo cual es posible concluir que, según el análisis de la matriz de Leopold, el diseño del tanque para almacenamiento y futuro riego de agua para las áreas verdes aledañas garantiza el desarrollo sostenible de la zona, pues constituye un impacto positivo para el medio de desarrollo.
- Finalmente, se puede concluir que el presente proyecto integrador abarca en su extensión el desarrollo de la ingeniería básica de una obra civil para puesta en ejecución, contemplando el diseño total de las obras que se complementa con una serie de especificaciones

técnicas y planos. Además de que cuenta con un estudio de cronograma de obra adaptado a las eventualidades de la zona y un análisis de rubros y precios unitarios que toman en consideración no solo los costos directos si no un porcentaje indirecto y de utilidad para replicar los modelos de mercado y que la propuesta garantice las condiciones del mercado de la construcción existente.

6.2 Recomendaciones

- En el desarrollo del presente proyecto integrador, durante la fase de diseño, parte de los datos empleados fueron implementados en función de la consulta datos teóricos, normativas nacionales y experiencias técnicas de naturaleza similar al proyecto, esto debido a la carencia de información recopilada previamente en el área de estudio. Es así que se recomienda al cliente, la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL (GIF), quien además es el departamento encargado de regular la información técnica de toda la institución, recopilar y levantar los datos de las diferentes zonas que conforman su jurisdicción y en específico la zona 4, en todas las áreas que incurren un proyecto de ingeniería, de modo que se garantice un mayor nivel de precisión en el diseño y se agilice el trabajo de gabinete para cualquier proyecto a ser desarrollado en el futuro.
- Por su parte, en cuanto a la estimación de la población de diseño de este tipo de proyectos, se recomienda diseñar para la mayor población que genere aporte residual al humedal simultáneamente, es decir, enfatizar en el análisis y determinación de la población de aporte, considerando los periodos de uso y las tasas de fluctuación de usuarios, más aún en proyectos como este que atienden a infraestructuras que brindan servicios temporales y la cantidad de usuarios varia constantemente.
- En otra mano, la selección de alternativas de tratamiento, desde la perspectiva técnica, depende de las condiciones y resultados arrojados por estudios como la caracterización del agua residual

producida en la zona, de modo que la opción ganadora debería proveer de un diseño suficiente para cumplir con los parámetros mínimos requeridos en diferentes normativas. Ahora bien, estos resultados están ligados a diferentes factores que pueden variar de un día a otro, de ahí que la recomendación sea que para la selección de una propuesta efectiva se realicen campañas semestrales a anuales de caracterización de agua, para medir el comportamiento y variación entre temporadas y ante diferentes periodos de utilización del servicio, teniendo una perspectiva holística de las condiciones reales a tratar y cuáles son los procesos más eficientes que se pueden aplicar.

- Finalmente, dado que este proyecto integrador abarca diferentes áreas de la ingeniería y representa una solución técnica novedosa para el mercado de la construcción y tratamiento de la región y el país, se recomienda aprovechar las oportunidades de investigación que este sistema provee, como el estudio del comportamiento y efectividad de diferentes plantas especializadas en la depuración orgánica, no solo el Pasto Alemán, que fue elegido en este proyecto por ser una especie ya probada en la zona, sino otras como la Totora o Carrizos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control del Agua. (2020). *Benchmarking de Prestadores Públicos de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en el Ecuador*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Agencia de Regulación y Control del Agua. (2021). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Aguayo, M. (2020). *Informe Aguas Residuales del Campus Gustavo Galindo*. Guayaquil.
- AGUILAR, C. H. (2014). "Comparación técnica y económica de dos alternativas para el tratamiento de aguas residuales en piscicultura de recirculación - [Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bpmfcia527c/doc/bpmfcia527c.pdf>
- Alarcón, I. (17 de Agosto de 2019). Aguas Servidas, un riesgo para los ríos del país. *El Comercio*.
- Andrade, G. (23 de Octubre de 2016). *Blog Ecológico*. Obtenido de WordPress: <http://blog.espol.edu.ec/guillermoandrade/#:~:text=La%20flora%20que%20principalmente%20compone,Muntingia%20calabura%2C%20Bursera%20'Oens%20>.
- Author, G. (20 de Junio de 2019). *Rockcontent*. Obtenido de Rockcontent: <https://rockcontent.com/es/blog/metodologia-5w2h/>
- Bojaca, R. (2007). *Determinación de Grasas y Aceites en Aguas por el Metodo Soxhlet*. Bogota: Subdirección de Hidrología del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia.
- Cárdenas, G., & Sánchez, I. (Junio de 2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y salud*, 72-88.
- Carmona, R. (2010). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Cruz, O., & Hidalgo, K. (2021). *Plan maestro de Agua Potable, Alcantarillado Pluvial y Sanitario para ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- Dirección de Recursos Hídricos. (23 de Marzo de 2017). *Recursos Hídricos*. Obtenido de Calidad de Agua: <http://www.recursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>

- El Universo. (8 de Mayo de 2017). En universidades públicas dicen que ahora se privilegia la calidad. *El Universo*, 13. Obtenido de https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/docs_escrbe/En%20universidades%20p%C3%ABlicas%20dicen%20que%20ahora%20se%20privilegia%20la%20calidad.pdf
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. (2009). *Normas de Diseño de Sistema de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. Quito: Alcaldía Metropolitana de Quito.
- EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. Quito.
- Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Cuyo. (2009). *Determinación de Detergentes en aguas residuales*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Fuentes, R., Ramos, J., Jiménez, M. d., & Esparza, M. (2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista Internacional Contaminación Ambiental Vol. 31*, 3.
- Gálvez, H., & Regalado, J. (2007). Características de las precipitaciones, la temperatura del aire y los vientos en la costa ecuatoriana. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 14(1), 201-205. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1834/2364>
- García Lozano, M. (Julio de 2016). *CieneciAcierta*. Obtenido de Eutrofización: una visión general: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20eutrofizaci%C3%B3n%20se%20define,agua%20as%C3%AD%20como%20condiciones%20an%C3%B3xicas>.
- García, J., & Corzo, A. (2008). *Depuración con Humedales Artificiales*. Barcelona: Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental de la Universidad Politécnica de Catalunya.
- Hammond, M. (23 de 3 de 2023). *HubSpot*. Obtenido de HubSpot: <https://blog.hubspot.es/service/escala-likert>
- Iagua. (09 de Abril de 2018). *Iagua*. Obtenido de La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana.: <https://www.iagua.es/noticias/teqma/importancia-separacion-aceites-y-grasas-tratamiento-agua-residual-urbana>
- INEC. (2017). *Medición de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH)*.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1992). *Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Agua. Calidad del agua. Muestro. Técnicas de muestreo*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. *Código de Práctica Ecuatoriano*, Parte 9.1:1992.
- Interagua. (2016). *Interagua*. Obtenido de Tenguel inicia el año con nueva Planta de Potabilización y sistema de aguas servidas:
<https://www.interagua.com.ec>
- Mazzeo, C. (6 de Julio de 2020). *Humedales Construidos, una opción desaprovechada en América Latina*. Obtenido de Inter Press Service:
<https://ipsnoticias.net/2020/07/humedales-construidos-una-opcion-desaprovechada-america-latina/>
- Mejía, F. (2021). *Propuesta de implementación de humedales artificiales en las EDARs de Vall de Flors y Marines (Valencia) para la mejora de la calidad de las aguas, fijación de carbono y mejora de la conectividad ecológica del barranco Carraixet*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- National Human Genome Research Institute. (1 de Mayo de 2023). *Virus*. Obtenido de National Human Genome Research Institute:
<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Virus#:~:text=Un%20virus%20es%20un%20microorganismo,fa%20bricar%20copias%20de%20s%C3%AD%20mismo.>
- Navarro, M. (2007). *Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días, incubación y electrometría*. Bogotá: Subdirección de hidrología, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo de la República de Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Ortega, E., Ferrer, Y., Salas, J. J., Aragón, C., & Real, Á. (2010). *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marina .
- Pastor, R., Arias, C., & Miglio, R. (2017). *Humedales construidos para la depuración de aguas residuales*. Lima: Q&P Impresores.

- Paulino, C., Apella, M. C., Pizarro, R., & Blesa, M. (s.f.). *La contaminación biológica del agua y la desinfección solar*. Tucumán: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.
- Rivera, F., & Arévalo, K. (2015). *Dimensionamiento de un humedal artificial como alternativa para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad Nacional de Ucayali*. Lima: Universidad Nacional de Ucayali
- Romero Aguilar, M., Colín Cruz, A., Sánchez Salinas, E., & Ortiz Hernández, L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 3.
- Salas, J. J., Pidre, J. R., & Sánchez, L. (s.f.). *Manual de Tecnologías No Convencionales para la Depuración de Aguas Residuales*. Andalucía: Coría Gráfica.
- Sánchez, I., Gebara, D., Aglio, M., & Matsumoto, T. (2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*, 172-182.
- Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. (s.f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Lagunas de Estabilización*. Coyoacán: Comisión Nacional del Agua.
- Universidad de Sevilla. (24 de Noviembre de 2022). *Ambientum*. Obtenido de Bacterias : https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/bacterias.asp

PLANOS Y ANEXOS

I ANEXO – ESPECIFICACIONES TECNICAS

A001. Limpieza y desbroce del terreno

Definición y Alcance: Corresponde a la limpieza del terreno, necesaria para poder iniciar la construcción, se deben de remover cualquier tipo de material orgánico e inorgánico que se encuentre a lo largo de la extensión del proyecto.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Retroexcavadora, volqueta, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón, operador de retroexcavadora, chofer de volqueta.

Especificaciones: Se extrae cualquier tipo de vegetación o material dentro del área de implementación del proyecto. Con el objetivo de evitar retrasos en obra, se realiza el desalojo de estos a lugares permitidos, de manera inmediata.

Medición y pago: Se mide y paga por [m²] de área limpiada.

A002. Letrero de obra.

Definición y Alcance: Corresponde al suministro e instalación de letrero de identificación de la obra, debe poseer una estructura metálica, pintura de esmalte y lona con impresión de leyenda y elementos de fijación.

Unidad: unidad [u]

Equipo mínimo: perfil estructural, soldadura, lija, guaipe, pintura esmalte, banner del proyecto, soldadora, amoladora

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón, soldador.

Especificaciones: Se deben de instalar todos los letreros que sean necesarios en lugares estratégicos, deberán ser retirados y transportados por los contratistas.

Medición y pago: Se mide y paga por unidad [u].

A003. Cerramiento provisional.

Definición y Alcance: Se entiende al conjunto de operaciones que tendrá que ejecutar el constructor para el acarreo y montaje del cerramiento provisional de tela plastificada y puntales (pingos) que garantice seguridad e independencia del área a ser intervenida dentro del proyecto.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: -

Mano de obra requerida: maestro de obra, peón.

Especificaciones: durante el tiempo que dure está, se construirá provisionalmente un cerramiento de mínimo 2.20 metros de altura, que abarcará en lo posible el lugar donde se ejecutará los trabajos, oficinas, bodega y sitios de almacenamiento de material a usarse.

Medición y pago: Se mide y paga por metro lineal[u].

A004. Suministro e instalación de baterías sanitarias.

Definición y Alcance: Este rubro se refiere al alquiler de batería sanitaria por el tiempo de trabajo para el personal que labora en el proyecto.

Los módulos de las baterías sanitarias deberán ser de un material cuyo sea de un acabado agradable, impermeable, con filtros para evitar malos olores, estables a la influencia al medio ambiente.

Unidad: unidad [u]

Equipo mínimo: -

Mano de obra requerida: -.

Especificaciones: Este trabajo consistirá en la provisión de una batería de altura máxima de 2.50 mts., para uso del personal que laborará en los trabajos contratados y con la debida aprobación de la fiscalización, pudiendo ser del tipo prefabricado (elemento plástico), que lo proveen en alquiler compañías del medio, estos elementos por su liviana estructura pueden ser fácilmente instalados y movilizados de acuerdo con la necesidad de los usuarios y/o avance de los trabajos

Medición y pago: se mide y se paga por unidad[u].

A005. Instalación de caseta de guardianía y bodega.

Definición y Alcance: Una vez legalizado el contrato y antes de dar inicio formal a las actividades del contrato, se deberá establecer la coordinación (Contratista – Administración), con el fin de acordar el sitio que se utilizará, dejando claramente establecidos los alcances y responsabilidades de cada una de las partes.

El campamento estará conformado por oficinas pequeñas para dirección de obra, fiscalización, guardiana y bodega.

Una vez terminada la obra, las adecuaciones y demás elementos del mismo, serán retirados y demolidos, si es el caso, y se restituirán las condiciones de las áreas que existían inmediatamente antes de iniciar las construcciones.

Unidad: Metros cuadrados [m²]

Equipo mínimo: -

Mano de obra requerida: -.

Medición y pago: Se mide y se paga en m², el precio unitario incluye compensación total por materiales, transporte, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización del trabajo.

A006. Instalación eléctrica.

Definición y Alcance: Este rubro corresponde a la cantidad de puntos de electricidad que se requerirán para poder colocar dentro del campamento de la obra.

Unidad: punto de electricidad [u]

Equipo mínimo: -

Mano de obra requerida: -.

Medición y pago: Se mide y se paga por punto eléctrico necesario.

A007. Instalación de agua.

Definición y Alcance: Este rubro corresponde a la cantidad de puntos de agua que se requerirán para poder colocar dentro del campamento de la obra.

Unidad: punto de agua [u]

Equipo mínimo: -

Mano de obra requerida: -.

Medición y pago: Se mide y se paga por punto de agua necesario.

B008. Excavación a maquinaria.

Definición y Alcance: Rubro correspondiente a toda acción de remoción y limpieza de tierra u otros materiales de desalojo presentados en el proyecto, de modo que su objetivo es la preparación del área para el desarrollo de las operaciones futuras, es decir, la compactación, la remoción del material proveniente de excavaciones, deforestación o minería, y su respectiva conservación por el tiempo requerido.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: retroexcavadora, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Operador de retroexcavadora, peón, maestro de obra.

Especificaciones: Se delimitará la zona a excavar de acuerdo con lo señalado en los planos considerando 15 cm más del ancho y largo de las estructuras, y en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, exceptuando los casos en que se presenten inconvenientes, en cuyo caso se procederá en conformidad con lo ordenado por el fiscalizador. La profundidad de excavación será 50 [cm] más debajo de la base de la estructura a alojar. El realizar excavaciones con presencia de agua, provenientes de lluvias, aparición de aguas del subsuelo, aguas servidas, entre otras, dificulta el trabajo, por lo cual se tomarán las respectivas precauciones, y métodos

para eliminar el agua, ya sea por bombeo, drenaje, ataguías, etc. En caso de inundaciones por lluvias, se suspenderán los trabajos de excavación.

B009. Demolición de estructura existente.

Definición y Alcance: Este rubro consiste en los trabajos relacionados a la demolición de los muros de las estructuras existentes, que ya no estén funcionando, incluyendo los escombros generados.

Unidad: metros cúbicos [m³]

Equipo mínimo: herramientas menores, volqueta y excavadora

Mano de obra requerida: chofer de volqueta, ayudante de maquinaria, peón, maestro y operador de excavadora.

Especificaciones: Se demolerá la estructura de hormigón armado, la cual consiste en un tanque séptico que no se encuentra en uso, para la instalación del lecho de secado. Se derribará el exceso de muros que no se vaya a necesitar. En caso de que la estructura aún esté prestando servicio, su funcionamiento deberá ser suspendido antes de la demolición. Comenzar la demolición desde el centro hacia los lados. Al requerirse tener algunos muros en pie, se dejarán como mochetas los otros muros que vayan a acceder a estos.

C010. Replanteo y nivelación.

Definición y Alcance: El replanteo consiste en el proceso de trazado y marcado de puntos en el terreno, provenientes de los datos indicados en los planos, tomando como base puntos referenciales (B.M) y/o indicaciones del fiscalizador. Se llevará a cabo el replanteo y nivelación de todas las actividades de movimiento de tierras, estructura y albañilería de acuerdo con los planos.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de replanteo utilizando equipos de precisión como estación total, teodolito, niveles, cinta métrica, etc. y con el personal técnico capacitado. La fiscalización deberá brindar al contratista los datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, a partir del cual se replanteará la obra.

C011. Excavación manual de zanjas.

Definición y Alcance: Se entiende por excavación manual, el remover volúmenes de tierra u otros materiales, con la finalidad de conformar espacios que no requieran el uso de maquinaria especializada.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: maestro de obra, peón.

Mano de obra requerida: herramientas menores.

Especificaciones: La excavación manual se ejecutará hasta los niveles especificados en los planos del proyecto, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso se modificarán de conformidad con el criterio del fiscalizador.

C012. Relleno compactado con material del sitio.

Definición y Alcance: Es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno con material existente proveniente de las excavaciones realizadas in situ según lo establecido en los planos y lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metros cúbicos [m³]

Equipo mínimo: Herramientas menores, volqueta, motoniveladora, rodillo.

Mano de obra requerida: chofer de volqueta, operador de motoniveladora, operador de rodillo, ayudante de maquinaria.

Material mínimo: material pétreo, agua.

Especificaciones: El material existente en obra será reutilizado para rellenar las áreas de las zanjas una vez colocado el relleno de material de mejoramiento. El relleno se realizará hasta alcanzar el nivel del terreno natural según lo indicado en los planos. El material existente será utilizado solo si se encuentra en las condiciones adecuadas, es decir sin escombros, material orgánico y demás que conlleven a daños en el sistema de alcantarillado. Este rubro aplica para la red de alcantarillado.

C013. Relleno compactado con material de mejoramiento.

Definición y Alcance: Es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para la red de alcantarillado y desarenador, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas pasen por el tamiz de 4", y que no pase más del 20% por el tamiz No. 200, o lo establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de mejoramiento en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

C014. Entibado de zanjas.

Definición y Alcance: Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la zanja.

De los varios sistemas constructivos, se ha seleccionado los de; entibamiento continuo y entibamiento discontinuo.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: -.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Largueros, tablonos, tablas, clavos.

Especificaciones: El entibado continuo consiste en el sistema de largueros, tablas, tablonos, que con puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan la pared de manera sólida y continua, y estas pueden ser, de planchas, (tableros) tablas verticales o tablonos; y la sujeción por puntales transversales, será como mínimo con dos esto es una fila en la parte superior y otra por la parte inferior y en caso de alturas superiores a 1-5 m se colocan puntales transversales intermedios, dependiendo de la cohesión del suelo que forman las paredes.

C015. Colocación de cama de arena.

Definición y Alcance: Este rubro comprende el conjunto de actividades destinadas al transporte, colocación y tendido de material de arena destinada a la protección de las tuberías de la red de alcantarillado.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra.

Material mínimo: Arena (incluye transporte)

Especificaciones: Se colocará un colchón de arena con espesor de 10 [cm] en la base de las excavaciones de la zanja para la red de alcantarillado.

Luego se realizará el arreglo del colchón manualmente de manera uniforme y debidamente compactado, para apoyar la tubería sobre este de tal manera que resista las cargas externas. Una vez colocada la tubería se procede a rellenar los costados de la zanja con arena hasta lograr un espesor de 10 cm por encima del lomo del tubo. Los trabajos de recubrimiento de arena deberán ser aprobados y verificados por el fiscalizador una vez terminados.

C016. Suministro e instalación de tuberías PVC Ø160mm.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia la red existente cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. Para su instalación se limpiarán primero las espigas y campanas de algún material que impide su correcta unión; luego se coloca el anillo de caucho y con grasa se procede a unir los tramos de tuberías

garantizando su hermeticidad. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería. Las tuberías por usar para conformar el colector principal deben ser revisadas para verificar si no se encuentran deterioradas o no cumplan las especificaciones requeridas, esto será aprobado por el fiscalizador.

C017. Construcción de cajas de registro (incluye tapa).

Definición y Alcance: Las cámaras de revisión son estructuras de hormigón simple ubicadas nivel de terreno y enterradas en los lugares donde indican los planos, las cuales sirven para la inspección, mantenimiento y operación de la red de alcantarillado.

Unidad: unidad [u]

Equipo mínimo: Concretera, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, peón, maestro de obra, carpintero.

Material mínimo: cemento, arena, ripio, agua, tapa de pozo, aceite quemado, aditivo impermeabilizante, acero de refuerzo, clavos.

Especificaciones: Los pozos de revisión serán de sección cuadrada o rectangular y su altura será de dimensión variable dependiendo del diseño y profundidad de la tubería que intercepta de este como se indica en los planos. En cuanto al terreno donde se construyen las cámaras, deberá cumplir con los ensayos pertinentes a estabilidad, tasa de filtración y retención hidráulica mediante ensayos y pruebas de laboratorio aprobadas por el fiscalizador; en caso de no cumplir, la excavación se profundizará hasta los niveles propuestos por fiscalización. Una vez colocado el pozo de revisión, se rellenará los costados de este con material del lugar si se encuentra en condiciones favorables, caso contrario se usará material de mejoramiento. Todas las cámaras serán construidas en el sitio de la obra y

el hormigón que se usará tendrá una resistencia a la compresión de 210 [kg/cm²]. El espesor de las paredes del pozo será de 20 [cm], y la losa de 10 [cm]. Cuando se unan los tubos que conforman la red a los respectivos pozos de revisión, su campana deberá quedar en posición aguas arriba y luego se taponará hasta su conexión definitiva.

D018. Excavación manual de zanjas.

Definición y Alcance: Se entiende por excavación manual, el remover volúmenes de tierra u otros materiales, con la finalidad de conformar espacios que no requieran el uso de maquinaria especializada.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: maestro de obra, peón.

Mano de obra requerida: herramientas menores.

Especificaciones: La excavación manual se ejecutará hasta los niveles especificados en los planos del proyecto, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso se modificarán de conformidad con el criterio del fiscalizador.

D019. Entibado de zanjas.

Definición y Alcance: Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la zanja.

De los varios sistemas constructivos, se ha seleccionado los de; entibamiento continuo y entibamiento discontinuo.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: -.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Largueros, tablonés, tablas, clavos.

Especificaciones: El entibado continuo consiste en el sistema de largueros, tablas, tablonos, que con puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan la pared de manera sólida y continua, y estas pueden ser, de planchas, (tableros) tablas verticales o tablonos; y la sujeción por puntales transversales, será como mínimo con dos esto es una fila en la parte superior y otra por la parte inferior y en caso de alturas superiores a 1-5 m se colocan puntales transversales intermedios, dependiendo de la cohesión del suelo que forman las paredes.

D020. Replanteo de Hormigón Simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Definición y Alcance Es un hormigón de baja resistencia utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales.

Unidad: metro cubico [m^3]

Equipo mínimo: Herramienta menor, mixer.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón, albañil, chofer de mixer.

Materiales mínimos: Hormigón Premezclado $f'c=140\text{kg/cm}^2$.

Especificaciones: No se deberá efectuar ningún trabajo sin antes contar con la aprobación del fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello. El fiscalizador debe comprobar las pendientes y alineaciones del tramo o los niveles de los cimientos, una vez aprobado los trabajos previos se procederá de la siguiente manera:

- Excepto cuando especifique lo contrario, el concreto deberá ser mezclado en sitio o en planta (Hormigonera), con dosificación al peso de acuerdo con la resistencia que se necesite en obra según presupuesto.
- Para cantidades menores la mezcla se la prepara en sitio, colocando en la concretera las proporciones de cada material según el diseño ya establecido.

- Hechas las mezclas de Hormigón, estas se verterán en los sitios para los cuales están diseñados (encofrados).

D021. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm² (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la losa maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D022. Hormigón para muros f'c=240 kg/cm² (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la loza maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D023. Tarrajeo con impermeabilizante.

Definición y Alcance: La ejecución de esta partida comprende de un tarrajeo especial que contemplara en la mezcla un aditivo del mejor del mercado, donde este aditivo servirá como impermeabilizante en las zonas que se contemplaran para evitar el filtrado de las aguas.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, maestro de obra.

Material mínimo: llana, maestra, aditivo impermeabilizante.

Especificaciones: Este tarrajeo se contemplará en todas las coberturas aligeradas proyectadas de los diferentes bloques del proyecto. También se contemplará en el tarrajeo de la cisterna proyectada.

D024. Hormigón para Losa f'c=240 kg/cm² (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la losa maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible

agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D025. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{kg/cm}^2$.

Definición y Alcance: Consiste en la provisión, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo en barras, con la resistencia especificada en el diseño.

Unidad: por peso [kg]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: fierro, maestro de obra.

Material mínimo: -

Especificaciones: El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm², las varillas serán corrugadas libres de óxido o de otras materias extrañas que perjudiquen la adherencia de esta con el hormigón. Las barras deberán ser dobladas en frío y se desecharán aquellas que se agrieten. Se cumplirá con el espesor y tolerancias establecidas en la norma INEN 102. Para el traslape se tomará en cuenta lo establecido en los diseños estructurales y como mínimo se considerarán las longitudes de los traslapes, radios de doblado y longitudes de ganchos establecidos en la normativa correspondiente.

Pago: los pagos constituirán la compensación total por el suministro, transporte, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo $f_y= 4200$ kg/cm², así como mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

D026. Hormigón para muros $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de $240 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$, el cuál será usado tanto para la loza maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico $[\text{m}^3]$

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. $[240 \text{ kg/cm}^2]$. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D027. Acero de refuerzo para muros $f_y=4200\text{kg/cm}^2$.

Definición y Alcance: Consiste en la provisión, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo en barras, con la resistencia especificada en el diseño.

Unidad: por peso [kg]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: fierrero, maestro de obra.

Material mínimo: -

Especificaciones: El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm², las varillas serán corrugadas libres de óxido o de otras materias extrañas que perjudiquen la adherencia de esta con el hormigón. Las barras deberán ser dobladas en frío y se desecharán aquellas que se agrieten. Se cumplirá con el espesor y tolerancias establecidas en la norma INEN 102. Para el traslape se tomará en cuenta lo establecido en los diseños estructurales y como mínimo se considerarán las longitudes de los traslapes, radios de doblado y longitudes de ganchos establecidos en la normativa correspondiente.

Pago: los pagos constituirán la compensación total por el suministro, transporte, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm², así como mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

D028. Acero para rejillas finas y gruesas

Definición y Alcance: Corresponde al suministro y colocación de varillas de acero para rejillas finas y gruesas, tomando en consideración las dimensiones y separación de varillas para ambos tipos de rejas.

Unidad: Kilogramo [kg]

Equipo mínimo: fierrero, maestro de obra.

Mano de obra requerida: herramientas menores.

Especificaciones: La colocación del acero de rejillas se realizara de acuerdo a lo indicado en el diseño, considerando ángulo de inclinación en las rejas finas y gruesas, la separación de las mismas y el diámetro de las varillas,

las varillas serán soldadas a una platina en la parte superior y en la parte inferior, asegurándose que el cordón de soldadura no afecte los espacios vacíos de las rejillas.

D029. Excavación manual de zanjas.

Definición y Alcance: Se entiende por excavación manual, el remover volúmenes de tierra u otros materiales, con la finalidad de conformar espacios que no requieran el uso de maquinaria especializada.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: maestro de obra, peón.

Mano de obra requerida: herramientas menores.

Especificaciones: La excavación manual se ejecutará hasta los niveles especificados en los planos del proyecto, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso se modificarán de conformidad con el criterio del fiscalizador.

D030. Entibado de zanjas.

Definición y Alcance: Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la zanja.

De los varios sistemas constructivos, se ha seleccionado los de; entibamiento continuo y entibamiento discontinuo.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: -.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Largueros, tablonos, tablas, clavos.

Especificaciones: El entibado continuo consiste en el sistema de largueros, tablas, tablonos, que con puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan la pared de manera sólida y continua, y estas pueden ser,

de planchas, (tableros) tablas verticales o tablonés; y la sujeción por puntales transversales, será como mínimo con dos esto es una fila en la parte superior y otra por la parte inferior y en caso de alturas superiores a 1-5 m se colocan puntales transversales intermedios, dependiendo de la cohesión del suelo que forman las paredes.

D031. Replanteo de Hormigón Simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Definición y Alcance Es un hormigón de baja resistencia utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales.

Unidad: metro cubico [m^3]

Equipo mínimo: Herramienta menor, mixer.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón, albañil, chofer de mixer.

Materiales mínimos: Hormigón Premezclado $f'c=140\text{kg/cm}^2$.

Especificaciones: No se deberá efectuar ningún trabajo sin antes contar con la aprobación del fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello. El fiscalizador debe comprobar las pendientes y alineaciones del tramo o los niveles de los cimientos, una vez aprobado los trabajos previos se procederá de la siguiente manera:

- Excepto cuando especifique lo contrario, el concreto deberá ser mezclado en sitio o en planta (Hormigonera), con dosificación al peso de acuerdo con la resistencia que se necesite en obra según presupuesto.
- Para cantidades menores la mezcla se la prepara en sitio, colocando en la concreteira las proporciones de cada material según el diseño ya establecido.
- Hechas las mezclas de Hormigón, estas se verterán en los sitios para los cuales están diseñados (encofrados).

D032. Hormigón para Losa $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de $240 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$, el cuál será usado tanto para la losa maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico $[\text{m}^3]$

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. $[240 \text{ kg/cm}^2]$. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D033. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{kg/cm}^2$.

Definición y Alcance: Consiste en la provisión, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo en barras, con la resistencia especificada en el diseño.

Unidad: por peso [kg]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: fierrero, maestro de obra.

Material mínimo: -

Especificaciones: El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm², las varillas serán corrugadas libres de óxido o de otras materias extrañas que perjudiquen la adherencia de esta con el hormigón. Las barras deberán ser dobladas en frío y se desecharán aquellas que se agrieten. Se cumplirá con el espesor y tolerancias establecidas en la norma INEN 102. Para el traslape se tomará en cuenta lo establecido en los diseños estructurales y como mínimo se considerarán las longitudes de los traslapes, radios de doblado y longitudes de ganchos establecidos en la normativa correspondiente.

Pago: los pagos constituirán la compensación total por el suministro, transporte, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm², así como mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

D034. Hormigón para muros $f'_c = 240$ kg/cm² (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la loza maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D035. Tarrajeo con impermeabilizante.

Definición y Alcance: La ejecución de esta partida comprende de un tarrajeo especial que contemplara en la mezcla un aditivo del mejor del mercado, donde este aditivo servirá como impermeabilizante en las zonas que se contemplaran para evitar el filtrado de las aguas.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, maestro de obra.

Material mínimo: llana, maestra, aditivo impermeabilizante.

Especificaciones: Este tarrajeo se contemplará en todas las coberturas aligeradas proyectas de los diferentes bloques del proyecto. También se contemplará en el tarrajeo de la cisterna proyectada.

D036. Suministro e instalación de accesorios para el tanque Imhoff.

Definición y Alcance: Se colocará todos los accesorios necesarios para el funcionamiento del tanque Imhoff, válvulas, bombas para extracción de lodos, tomando en consideración las especificaciones e indicaciones dadas por el fiscalizador.

Unidad: unidad [u]

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra requerida: Plomero, ayudante de plomero

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de suministro e instalación de todos los accesorios requeridos para el funcionamiento del tanque Imhoff, las tuberías de extracción de lodos debe de estar por encima de 15 cm del fondo, las tuberías horizontales se conectaran a las válvulas.

D037. Replanteo y trazado de zona de decantación.

Definición y Alcance: El replanteo consiste en el proceso de trazado y marcado de puntos en el terreno, provenientes de los datos indicados en los planos, tomando como base puntos referenciales (B.M) y/o indicaciones del fiscalizador. Se llevará a cabo el replanteo y nivelación de todas las actividades de movimiento de tierras, estructura y albañilería de acuerdo con los planos.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de replanteo utilizando equipos de precisión como estación total, teodolito, niveles, cinta métrica, etc. y con el personal técnico capacitado. La fiscalización deberá brindar al contratista

los datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, a partir del cual se replanteará la obra.

D038. Hormigón para zona de decantación $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de $210 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$.

Unidad: metro cúbico $[\text{m}^3]$

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. $[210 \text{ kg/cm}^2]$. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D039. Suministro e Instalación de tuberías para extracción de lodos.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y

sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de lodos hacia los humedales de deshidratación de fangos cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. Para su instalación se limpiarán primero las espigas y campanas de algún material que impide su correcta unión; luego se coloca el anillo de caucho y con grasa se procede a unir los tramos de tuberías garantizando su hermeticidad. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería. Las tuberías por usar para conformar el colector principal deben ser revisadas para verificar si no se encuentran deterioradas o no cumplan las especificaciones requeridas, esto será aprobado por el fiscalizador.

D040. Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el tanque Imhoff cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá pegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. Para su instalación se limpiarán primero las espigas y campanas de algún material que impide su correcta unión; luego se coloca el anillo de caucho y con grasa se procede a unir los tramos de tuberías garantizando su hermeticidad. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería. Las tuberías por usar para conformar el colector principal deben ser revisadas para verificar si no se encuentran

deterioradas o no cumplan las especificaciones requeridas, esto será aprobado por el fiscalizador.

D041. Suministro e Instalación de tuberías para salida del efluente.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se registrarán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el humedal artificial de flujo subsuperficial vertical cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. Para su instalación se limpiarán primero las espigas y campanas de algún material que impide su correcta unión; luego se coloca el anillo de caucho y con grasa se procede a unir los tramos de tuberías garantizando su hermeticidad. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la

instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería. Las tuberías por usar para conformar el colector principal deben ser revisadas para verificar si no se encuentran deterioradas o no cumplan las especificaciones requeridas, esto será aprobado por el fiscalizador.

D042. Replanteo y nivelación.

Definición y Alcance: El replanteo consiste en el proceso de trazado y marcado de puntos en el terreno, provenientes de los datos indicados en los planos, tomando como base puntos referenciales (B.M) y/o indicaciones del fiscalizador. Se llevará a cabo el replanteo y nivelación de todas las actividades de movimiento de tierras, estructura y albañilería de acuerdo con los planos.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de replanteo utilizando equipos de precisión como estación total, teodolito, niveles, cinta métrica, etc. y con el personal técnico capacitado. La fiscalización deberá brindar al contratista los datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, a partir del cual se replanteará la obra.

D043. Excavación a maquinaria.

Definición y Alcance: Rubro correspondiente a toda acción de remoción y limpieza de tierra u otros materiales de desalojo presentados en el proyecto, de modo que su objetivo es la preparación del área para el desarrollo de las operaciones futuras, es decir, la compactación, la remoción del material proveniente de excavaciones, deforestación o minería, y su respectiva conservación por el tiempo requerido.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: retroexcavadora, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Operador de retroexcavadora, peón, maestro de obra.

Especificaciones: Se delimitará la zona a excavar de acuerdo con lo señalado en los planos considerando 15 cm más del ancho y largo de las estructuras, y en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, exceptuando los casos en que se presenten inconvenientes, en cuyo caso se procederá en conformidad con lo ordenado por el fiscalizador. La profundidad de excavación será 50 [cm] más debajo de la base de la estructura a alojar. El realizar excavaciones con presencia de agua, provenientes de lluvias, aparición de aguas del subsuelo, aguas servidas, entre otras, dificulta el trabajo, por lo cual se tomarán las respectivas precauciones, y métodos para eliminar el agua, ya sea por bombeo, drenaje, ataguías, etc. En caso de inundaciones por lluvias, se suspenderán los trabajos de excavación.

D044. Impermeabilización con Geomembrana.

Definición y Alcance: Las geomembranas cumplen la función de impermeabilizante colocadas entre 2 geo materiales. Este material deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones generales para geomembranas. La aplicación de este rubro corresponderá tras las operaciones de movimiento de tierra, desalojo de material y compactación del área destinada a las celdas de humedal artificial.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: Peón, maestro de obra.

Material mínimo: Geomembrana de 0.75 mm.

Especificaciones: En el proceso de colocación se debe procurar que partículas de arena y el agua no se introduzcan hacia el interior de la excavación que se pretende proteger; de igual manera, se debe evitar

rasgaduras o daños físicos en el geotextil para garantizar que la geomembrana cumpla con su función de impermeabilizante y evite infiltraciones. Durante su colocación y manipulación, se tendrá precaución de no contar con ningún tipo de contaminación, siendo rechazados los rollos de geotextil que presentes estas anomalías.

D045. Suministro y siembra de pasto alemán.

Definición y Alcance: El Pasto Alemán es una planta del tipo herbácea, de crecimiento erecto (vertical) originaria de la región de África. En su etapa de máximo crecimiento pueden alcanzar alturas de hasta 1.50 metros, y se adaptan con facilidad a suelos arcillosos o húmedos con una tasa de fertilidad alta. La aplicación de este rubro corresponderá el suministro e instalación de material granular base en las celdas de humedal artificial.

Unidad: unidad [u]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: Peón, maestro de obra.

Material mínimo: Brote de Pasto Alemán con raíz.

Especificaciones: Durante el proceso de sembrado se debe procurar la eliminación de malezas, para garantizar la germinación de las semillas o el crecimiento del brote plantado. Pese a que esta especie tolera salinidad y mal drenaje, no tolera sequía, motivo por el que es necesario su riego constante durante la fase de adaptación de la especie al nuevo ecosistema. Para su mantenimiento se debe garantizar que las zonas de inundación del humedal no sobrepasen los 3 metros y ahoguen a la especie.

D046. Suministro e Instalación de tuberías para salida del humedal artificial.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para

formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el tanque de riego cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. Para su instalación se limpiarán primero las espigas y campanas de algún material que impide su correcta unión; luego se coloca el anillo de caucho y con grasa se procede a unir los tramos de tuberías garantizando su hermeticidad. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería. Las tuberías por usar para conformar el colector principal deben ser revisadas para verificar si no se encuentran deterioradas o no cumplan las especificaciones requeridas, esto será aprobado por el fiscalizador.

D047. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm).

Definición y Alcance: es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para el humedal de deshidratación de lodos, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas tengan un diámetro entre 40-50mm o establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de relleno en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

D048. Colocación de Arena (5mm).

Definición y Alcance: es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para el humedal de deshidratación de lodos, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas tengan un diámetro de 5 mm o establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de relleno en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

D049. Colocación de Arena (0.06-4mm).

Definición y Alcance: es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para el humedal de deshidratación de lodos, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas tengan un diámetro entre 0.06-4 mm o establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de relleno en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

D050. Replanteo y nivelación.

Definición y Alcance: El replanteo consiste en el proceso de trazado y marcado de puntos en el terreno, provenientes de los datos indicados en los planos, tomando como base puntos referenciales (B.M) y/o indicaciones

del fiscalizador. Se llevará a cabo el replanteo y nivelación de todas las actividades de movimiento de tierras, estructura y albañilería de acuerdo con los planos.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de replanteo utilizando equipos de precisión como estación total, teodolito, niveles, cinta métrica, etc. y con el personal técnico capacitado. La fiscalización deberá brindar al contratista los datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, a partir del cual se replanteará la obra.

D051. Excavación a maquinaria.

Definición y Alcance: Rubro correspondiente a toda acción de remoción y limpieza de tierra u otros materiales de desalojo presentados en el proyecto, de modo que su objetivo es la preparación del área para el desarrollo de las operaciones futuras, es decir, la compactación, la remoción del material proveniente de excavaciones, deforestación o minería, y su respectiva conservación por el tiempo requerido.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: retroexcavadora, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Operador de retroexcavadora, peón, maestro de obra.

Especificaciones: Se delimitará la zona a excavar de acuerdo con lo señalado en los planos considerando 15 cm más del ancho y largo de las estructuras, y en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, exceptuando los casos en que se presenten inconvenientes, en cuyo caso se procederá en conformidad con lo ordenado por el fiscalizador. La profundidad de

excavación será 50 [cm] más debajo de la base de la estructura a alojar. El realizar excavaciones con presencia de agua, provenientes de lluvias, aparición de aguas del subsuelo, aguas servidas, entre otras, dificulta el trabajo, por lo cual se tomarán las respectivas precauciones, y métodos para eliminar el agua, ya sea por bombeo, drenaje, ataguías, etc. En caso de inundaciones por lluvias, se suspenderán los trabajos de excavación.

D052. Hormigón para Losa $f'c=240$ kg/cm² (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación, colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la losa maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar

acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D053. Acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{kg/cm}^2$.

Definición y Alcance: Consiste en la provisión, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo en barras, con la resistencia especificada en el diseño.

Unidad: por peso [kg]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: fierrero, maestro de obra.

Material mínimo: -

Especificaciones: El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm², las varillas serán corrugadas libres de óxido o de otras materias extrañas que perjudiquen la adherencia de esta con el hormigón. Las barras deberán ser dobladas en frío y se desecharán aquellas que se agrieten. Se cumplirá con el espesor y tolerancias establecidas en la norma INEN 102. Para el traslape se tomará en cuenta lo establecido en los diseños estructurales y como mínimo se considerarán las longitudes de los traslapes, radios de doblado y longitudes de ganchos establecidos en la normativa correspondiente.

Pago: los pagos constituirán la compensación total por el suministro, transporte, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo $f_y= 4200$ kg/cm², así como mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

D054. Hormigón para muros $f'_c=240\text{ kg/cm}^2$ (Incluye Encofrado y Desencofrado).

Definición y Alcance: Este rubro contempla todo lo que involucra el hacer un hormigón simple in situ, como lo es su dosificación, preparación,

colocación, vertido, vibrado y curado para que alcance una resistencia a la compresión de 240 [kg/cm²], el cuál será usado tanto para la loza maciza, para las paredes y las tapas del tanque para bombeo y riego.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Concretera, vibrador, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Material mínimo: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Para la elaboración de este hormigón se usará cemento Holcim Fuerte Tipo GU, según las especificaciones NTE INEN-2380, tener en cuenta que no se pueden usar cementos de diferentes marcas en una misma fundición. El agregado fino puede ser arena natural o arena triturada y su contenido no será menor al 30% del total del agregado fino. El agregado grueso puede ser grava natural, grava triturada o una combinación de las dos. El agua que se usará tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla debe ser en lo posible agua potable, se rechaza de manera rotunda usar agua de mar o cualquier agua que contenga sustancias nocivas como aceites o ácidos. La dosificación debe ser presentada por el Contratista la cual debe estar acorde a la resistencia que se busca obtener. [240 kg/cm²]. Luego de su colocación el hormigón debe ser curado por un tiempo mínimo de 21 días.

D055. Acero de refuerzo para muros $f_y=4200\text{kg/cm}^2$.

Definición y Alcance: Consiste en la provisión, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo en barras, con la resistencia especificada en el diseño.

Unidad: por peso [kg]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: fierrero, maestro de obra.

Material mínimo: -

Especificaciones: El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm², las varillas serán corrugadas libres de óxido o de otras materias extrañas que perjudiquen la adherencia de esta con el hormigón. Las barras deberán ser dobladas en frío y se desecharán aquellas que se agrieten. Se cumplirá con el espesor y tolerancias establecidas en la norma INEN 102. Para el traslape se tomará en cuenta lo establecido en los diseños estructurales y como mínimo se considerarán las longitudes de los traslapes, radios de doblado y longitudes de ganchos establecidos en la normativa correspondiente.

Pago: los pagos constituirán la compensación total por el suministro, transporte, corte, configuración y montaje del acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm², así como mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

D056. Suministro y colocación de lodos consolidados.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de lodos consolidados conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la instalación de .

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el humedal permitiendo la distribución de los lodos cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento,

y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería.

D057. Suministro e Instalación de tuberías para distribución de lodos.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el humedal permitiendo la distribución de los lodos cuyo tramo consta de un diámetro de 160 [mm]. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. La instalación de tuberías

se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería.

D058. Suministro e Instalación de tuberías para tuberías de aireación.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas residuales según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el transporte de aguas residuales hacia el humedal permitiendo la recolección de las aguas producto de la deshidratación de lodos llevándolas nuevamente al tanque Imhoff. Los tubos deberán apilarse en una superficie horizontal durante su almacenamiento, y se deberá apegar a las recomendaciones del fabricante. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más

bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería.

D059. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm).

Definición y Alcance: es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para el humedal de deshidratación de lodos, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas tengan un diámetro entre 40-50mm o establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de relleno en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

D060. Colocación de Material Granular Mediano (Grava 5mm).

Definición y Alcance: es el conjunto de actividades y operaciones destinadas al relleno de las excavaciones con material proveniente de canteras de material pétreo o mezclas de materiales seleccionados y aprobados por el fiscalizador.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: Plancha vibratoria, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Maestro de obra, peón.

Materiales mínimos: Cascajo grueso-mediano.

Especificaciones: El material de mejoramiento será colocado como relleno para el humedal de deshidratación de lodos, según se establezca en los planos o así lo determine el fiscalizador. Este debe estar libre de escombros o material orgánico, y su granulometría debe ser tal que el total de partículas tengan un diámetro entre 5mm o establecido por el fiscalizador. Se colocará el material de relleno en las áreas determinadas y hasta el nivel indicado en los planos. Su compactación será llevada a cabo con la maquinaria adecuada una vez sea aprobada por el fiscalizador.

D061. Replanteo y nivelación.

Definición y Alcance: El replanteo consiste en el proceso de trazado y marcado de puntos en el terreno, provenientes de los datos indicados en los planos, tomando como base puntos referenciales (B.M) y/o indicaciones del fiscalizador. Se llevará a cabo el replanteo y nivelación de todas las actividades de movimiento de tierras, estructura y albañilería de acuerdo con los planos.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales mínimos: Estacas, clavos, pintura.

Especificaciones: Se realizarán los trabajos de replanteo utilizando equipos de precisión como estación total, teodolito, niveles, cinta métrica, etc. y con el personal técnico capacitado. La fiscalización deberá brindar al contratista los datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, a partir del cual se replanteará la obra.

D062. Excavación a maquinaria.

Definición y Alcance: Rubro correspondiente a toda acción de remoción y limpieza de tierra u otros materiales de desalojo presentados en el proyecto, de modo que su objetivo es la preparación del área para el desarrollo de las operaciones futuras, es decir, la compactación, la remoción del material proveniente de excavaciones, deforestación o minería, y su respectiva conservación por el tiempo requerido.

Unidad: metro cúbico [m³]

Equipo mínimo: retroexcavadora, herramientas menores.

Mano de obra requerida: Operador de retroexcavadora, peón, maestro de obra.

Especificaciones: Se delimitará la zona a excavar de acuerdo con lo señalado en los planos considerando 15 cm más del ancho y largo de las estructuras, y en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, exceptuando los casos en que se presenten inconvenientes, en cuyo caso se procederá en conformidad con lo ordenado por el fiscalizador. La profundidad de excavación será 50 [cm] más debajo de la base de la estructura a alojar. El realizar excavaciones con presencia de agua, provenientes de lluvias, aparición de aguas del subsuelo, aguas servidas, entre otras, dificulta el trabajo, por lo cual se tomarán las respectivas precauciones, y métodos para eliminar el agua, ya sea por bombeo, drenaje, ataguías, etc. En caso de inundaciones por lluvias, se suspenderán los trabajos de excavación.

D063. Mampostería de bloque macizo.

Definición y Alcance: Consiste en la construcción de muros verticales continuos, compuestos por unidades de bloque macizos de hormigón vibropresado de 20 cm, ligados artesanalmente mediante mortero.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: Albañil, carpintero, peón, maestro de obra.

Materiales: cemento, arena, piedra, agua, tabla de encofrado, clavos, cuartones.

Especificaciones: Se utilizará mortero de cemento -arena de relación 1:3 con 100 Kg/cm² de resistencia a la compresión, preparado para una jornada de trabajo como máximo. El mortero mezclado con agua será utilizado dentro de dos horas y media de su mezclado original y no permanecerá en reposo más de una hora. Se permitirá su remezclado, solo en la artesa del albañil, añadiendo el agua dentro de un cuenco formado por el mortero. No se deberá verter el agua desde lo alto sobre el mortero. Son recomendables las artesas (recipiente del mortero) hechas de materiales no absorbentes y que no permitan el chorreado del agua. Se definirá el sitio de apilamiento de los bloques, cuidando de que los mismos lleguen en perfectas condiciones, secos, limpios y sin polvo, apilándolos convenientemente e impidiendo un peso puntual mayor a la resistencia del mismo bloque o del entrepiso sobre el que se apilen.

D064. Suministro e Instalación de tuberías para entrada del afluente.

Definición y Alcance: El suministro e instalación de tuberías conforma el conjunto de actividades y operaciones realizadas para la colocación y sellado de tuberías, que garanticen la hermeticidad de las uniones, para formar un colector de aguas tratadas según lo señalado en los planos de la red de alcantarillado sanitario y desarenador, o lo indicado por el fiscalizador.

Unidad: metro lineal [ml]

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón, maestro de obra, ayudante de maestro

Material mínimo: Tubería, accesorios.

Especificaciones: Todos los tubos de PVC serán de pared estructurada e interior liso, estos se regirán de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidas en la normativa NTE INEN 2059, y serán usados para el

transporte de aguas tratadas al tanque de riego. Se prohíbe colocar objetos de mucho peso sobre los tubos para no perjudicar su función. Además, se guardarán en lugares donde no reciban el sol directamente y en donde indique el fiscalizador. La instalación de tuberías se realizará de acuerdo con las direcciones, niveles y pendientes indicados en los planos, o los cambios que se realicen, los cuales deberán ser aprobados primero por el fiscalizador. Se empezará la instalación de los tubos desde el punto más bajo de los tramos, de tal forma que la campana se encuentre en la parte más alta de la tubería.

E065. Suministro de equipos de protección personal.

Especificación: Consiste en el suministro de los siguientes implementos de seguridad industrial:

- Botas de punta de acero.
- Guantes de Cuero.
- Tapón Auricular.
- Mascarilla Descartable.
- Chaleco Reflectivo (Plástico).
- Botas de cuero.
- Gafas.
- Fajas.

Los implementos de seguridad industrial se utilizarán de acuerdo con las actividades que desempeñen los trabajadores.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros y accesorios.

E066. Letreros informativos/Preventivos

Especificación: Están elaborados en lámina de aluminio e=2mm con fondo retro reflectivo en vinil adhesivo retro reflectivo mínimo Tipo IV según forma ASTM D 4956 y /o de acuerdo con las especificaciones de los reglamentos

vigentes, y con orla, leyendas y/o símbolos elaborados en película traslúcida de electro corte.

Todas las señales deben cumplir con los parámetros de retro reflectividad establecidos mínimo Tipo IV de la Norma ASTM D 4956. Los letreros serán instalados en pedestal/es de tubo de acero galvanizado $d=2"$ $L=3.00m$ usando con tornillos galvanizados.

La señal debe quedar separada mínimo 30 cm desde el filo de la cuneta con una altura libre mínimo de 2.00 m, anclada sobre un dado de hormigón $f'c=180kg/cm^2$ de 40x40x40 cm por cada tubo, además en todas estas señales deben usarse alfabetos normalizados (RTE INEN 004-4).

Materiales:

- Pintura.
- Láminas de aluminio.
- Adhesivos reflectivos.
- Pintura.
- Parante de metal.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E067. Cintas de señalización

Especificación: Cinta altamente visible incluso a gran distancia, utilizada para demarcación perimetral de áreas.

Tipo: Señalización. Medidas: 7 cm de ancho.

Características: Cinta de señalización, con distintivo de peligro, en rollo.

Material: Plástico.

Uso: Para seguridad industrial y como señalizador de advertencia. Color: Rojo y amarillo

Materiales:

- Cinta.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será en METROS (M), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E068. Parantes de caña/madera con dados de hormigón.

Especificación: postes de caña guadua o madera (Pitutos). Su altura debe ser de 1.0 m. y poseer una base cuadrada de hormigón.

Sirven para formar barreras que delimiten una zona de trabajo, cuya función es evitar impactos de accidentes vehiculares o peatonales debido a imperfecciones en la señalización o descuidos humanos en zonas cercanas a las obras.

Generalmente no deberán usarse para canalizar o guiar tráfico. Su mayor importancia está en áreas de excavación o de construcción

Materiales:

- Caña rolliza.
- Cemento IP.
- Piedra $\frac{3}{4}$.
- Arena.
- Agua.
- Encofrado.
- Pintura.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E069. Conos de tráfico.

Especificación: Cono de plástico flexible para señalización. - Aplicación: Demarcación de sectores, canalización de tránsito de vehículos o personas. Especificaciones: - Código: CFN-050 - Altura 510 mm. - Peso: 500 gramos. - Material: Plástico flexible inyectado. - Color: Anaranjado vial, amarillo, rojo o colores especiales por grandes cantidades. Generalmente no deberán usarse para canalizar o guiar tráfico. Su mayor importancia está en áreas de excavación o de construcción

Materiales:

- Cono de tráfico.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (u), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E070. Reuniones Informativas (Socialización del Proyecto con la comunidad).

Especificación: Esta sección conlleva la ejecución por parte del contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y a la participación activa

de los habitantes que serán beneficiados por la construcción de obras que se realizarán.

Las actividades estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra:

- La población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia.
- El personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

Las charlas de socialización estarán dirigidas a los habitantes del área de influencia donde se van a construir las obras emergentes.

Las charlas desarrollaran temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente tales como:

- El entorno que rodea a la obra y su interrelación con sus habitantes.
- Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación incluida en el plan de manejo ambiental.
- Beneficio sociales y ambientales que traerán las obras emergentes a ejecutarse.
- Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción.
- Otros.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E071. Monitoreo y medición de ruido.

Especificación: Deberán controlarse los niveles de ruido en los distintos frentes de trabajo, a fin de no perturbar a los moradores del área del

proyecto. En caso de exceder las normas, el Contratista, dispondrá las medidas pertinentes.

Deberá llevarse un control de las máquinas y equipos a fin de regular la generación de ruido y encuadrarlos dentro de normas establecidas por la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil.

En general el nivel medio de ruido no deberá exceder los 80 decibeles en las horas del día y 40 decibeles en horas de la noche. La medición se lo hará con equipos apropiados a al aire libre.

Deberá tenerse especial cuidado a fin de evitar ruidos en las cercanías de escuelas, clínicas, centros de salud, oficinas públicas.

El contratista deberá contratar un laboratorio especializado y con certificación del

S.A.E (Servicio de acreditación Ecuatoriano), que deberá además presentar informes por cada medición que se realice durante la ejecución de la Obra.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será por UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E072. Monitoreo y medición de polvo (PM 10 y PM 2,5).

Especificación: El contratista deberá realizar los trabajos de monitoreo del material particulado a fin de llevar un control de la emisión con equipos y métodos constructivos que eviten una sobrecarga en la emisión de contaminantes hacia la atmosfera, lo que será de su responsabilidad el control.

El personal del proyecto y los moradores de la zona, deberán ser protegidos contra riesgos producidos por la generación de material particulado en el ambiente.

Para evitar la producción del polvo el contratista deberá regar agua sobre los suelos superficiales expuestos al tránsito de su maquinaria, mediante la utilización de carros, cisternas, que humedecerán la superficie de las calles, en las áreas de trabajo.

En aquellos sitios, donde se acumulen los materiales de obra como excavaciones, arena, material suelto, el contratista deberá rociar los montículos formados, con agua con el objetivo de evitar la formación de escurrimientos.

El contratista deberá contratar un laboratorio especializado y con certificación del S.A.E (Servicio de acreditación Ecuatoriano), que deberá además presentar informes por cada medición que se realice durante la ejecución de la Obra.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será por UNIDAD (U), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias.

E073. Agua para control de polvo.

Especificación: No procederá a realizar ningún trabajo sin antes contar con la aprobación de la FISCALIZACION, caso contrario, éste podrá ordenar la ejecución nuevamente del control, sin que el CONTRATISTA tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La FISCALIZACION deberá indicar los sitios del proyecto donde se realizarán los controles de polvo.

Este control generalmente se lo realiza dependiendo del sitio de la obra en el momento del movimiento de tierras y del recorrido que realizan los equipos para el desalojo del material. Se lo realiza tres veces al día (Mañana, medio día y tarde).

Medición Y Forma De Pago: El pago para este rubro será por volumen de agua utilizada (metro cubico) para el control del polvo y que estén debidamente aprobados por la FISCALIZACIÓN; además deberá incluir la ejecución del rubro y los demás costos directos e indirectos necesarios para ejecutarlos acorde con estas especificaciones y que se encuentran en los COSTOS UNITARIOS establecidos en la tabla de cantidades y precios que consta en el contrato.

E074. Contenedor para disposición de desechos.

Especificación:

Tachos De Color Azul. - Los desechos y/o residuos no peligrosos, no reciclables como: envolturas de alimentos, papel, papel carbón y aluminio, restos de barrido, servilletas y otros, se segregarán en la fuente, se recolectarán de forma diferenciada de los desechos peligrosos, en fundas y recipientes plásticos de color negro, y se etiquetarán, para su posterior recolección, transporte y almacenamiento final en el establecimiento.

Tachos De Color Verde. - Los desechos y/o residuos no peligrosos, que ingresen a procesos de recuperación y reciclaje como: papel, vidrio, plástico, cartón, entre otros, se recolectarán en recipientes plásticos conforme lo establezca la Norma Técnica a expedirse para la aplicación de este Reglamento, a fin de proteger sus características los mismos que serán entregados al Gobierno Autónomo Descentralizado o gestor ambiental autorizado por la Autoridad Ambiental competente.

Tachos De Color Gris. - Los desechos y/o residuos no peligrosos, biodegradables u orgánicos como: restos de alimentos, frutas, verduras, residuos de jardín y otros, se segregarán en la fuente, se recolectarán de forma diferenciada de los desechos peligrosos, en fundas y recipientes plásticos de color verde, se etiquetarán, almacenarán, para su posterior entrega al Gobierno Autónomo Descentralizado o gestor ambiental autorizado por la Autoridad Ambiental competente.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (u), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al

precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E075. Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Especificación:

El objetivo de este programa es dar cumplimiento a los límites de emisiones de material particulado, gases y generación de ruido, exigidas por la normatividad ambiental vigente, y establecer las acciones tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse sobre la calidad del aire durante el proceso constructivo el proyecto.

Gestionar con anterioridad todas las licencias en especial la Licencia Ambiental para la construcción de la obra, autorizaciones o permisos y coordinar con diferentes entidades aspectos relacionados con la construcción.

Consultar con los municipios lo relacionado con el proyecto, obra o actividades en lo referente a licencias, autorizaciones o permisos requeridos para ejecutar la obra.

Medición Y Forma De Pago: La medición para el pago de este rubro será la UNIDAD (u), y aceptados por la Fiscalización, el pago se lo realizará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato. El precio unitario incluye la compensación total de los suministros, equipos, herramientas, mano de obra, instalación, accesorios y todas las actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción de la Fiscalización.

E076. Fumigación del área.

Definición y Alcance: Consiste en el control y depuración de plagas como insectos, mosquitos, arácnidos, roedores, etc. Todas las actividades de control de plagas deberán ser realizadas por el personal especializado e inspeccionado por el fiscalizador para asegurar la integridad del personal durante la construcción.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón.

Materiales mínimos: Insecticidas.

Especificaciones: La exterminación de plagas deberá cubrir cualquier espacio del área de trabajo, armarios, bodegas, oficinas, sanitarios. Para asegurar la integridad del personal se deben utilizar productos de alta calidad con baja toxicidad alto, inoloro y de alta efectividad.

E077. Podado de vegetación sembrada.

Definición y Alcance: Consiste en el control y depuración de plagas como insectos, mosquitos, arácnidos, roedores, etc. Todas las actividades de control de plagas deberán ser realizadas por el personal especializado e inspeccionado por el fiscalizador para asegurar la integridad del personal durante la construcción.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón.

Materiales mínimos: Insecticidas.

Especificaciones: La exterminación de plagas deberá cubrir cualquier espacio del área de trabajo, armarios, bodegas, oficinas, sanitarios. Para asegurar la integridad del personal se deben utilizar productos de alta calidad con baja toxicidad alto, inoloro y de alta efectividad.

E078. Limpieza final de obra.

Definición y Alcance: El contratista debe de asegurarse que, una vez finalizado el trabajo, toda el área de estudio esté libre de cualquier tipo de residuo producto de las actividades constructivas, ya sean escombros, cajas, entre otros.

Unidad: metro cuadrado [m²]

Equipo mínimo: herramientas menores.

Mano de obra requerida: peón.

Especificaciones: Se realizará la limpieza del área de estudio evitando que dejar cualquier sobrante de la obra, además se deberán retirar escombros producidos, y el respectivo sellado de los pozos sépticos existentes, todas estas actividades deberán ser realizadas por el contratista.

II ANEXO – ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

COD. 2 A002 Letrero de obra [Elaboración propia,2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Letrero de Obra				
CÓDIGO	A002	UNIDAD		u	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
				Subtotal	0,41
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1,0	4,06	4,06	1,000	4,06
Peón	1	3,62	3,62	1,000	3,62
				Subtotal	7,68
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Letrero de Obra A0 (841x1189 mm) incl.	u	45	1	45	
				Subtotal	45,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	53,09
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	10,62
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	63,70
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	63,70
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 3 A003 Cerramiento provisional [Elaboración propia,2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Cerramiento Provisional				
CÓDIGO	A003	UNIDAD		ml	
M.- EQUIPOS					
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Subtotal					0,41
N.- MANO DE OBRA					
	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,15	4,06	0,61	1,000	0,61
Albañil	0,50	3,66	1,83	1,000	1,83
Peón	1,50	3,62	5,43	1,000	5,43
Subtotal					7,87
O.- MATERIALES					
	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Estilpanel / techos de galvalumen AR-2	m2	10,68	2,4	25,632	
Subtotal					25,63
P. TRANSPORTE					
	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
Subtotal					0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	33,91
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES		Consideramos 20% de los Costos Directos		USD.	6,78
S.- OTROS INDIRECTOS		No incurren Otros Costos Indirectos		USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	40,69
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	40,69
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 4 A004Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias [Elaboración propia,2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Suministro e Instalación de Baterías Sanitarias				
CÓDIGO	A004		UNIDAD	u/mes	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1,5	1,74	2,60	2,375	6,19
				Subtotal	6,19
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Peón	1	3,62	3,62	1,000	3,62
				Subtotal	3,62
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Mes de alquiler de asea portátil de potietileno de alta densidad. Dimensiones: 1.2x1.2x2.35 m. Color: Azul. Especificaciones: Sin conexión sanitaria, con inodoro químico anaerobio, incl. Sistema de descarga por bombeo de pie; puerta con cerradura y techo traslucido.	u/mes	217,08	1	217,08	
				Subtotal	217,08
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	226,88
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	45,38
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrn Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	272,26
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	272,26
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 5 A005 Instalación de caseta de guardianía y bodega[Elaboración propia,2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Instalación de caseta de guardianía y bodega				
CÓDIGO	A005		UNIDAD	m2	
M.- EQUIPOS					
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,500	0,62
				Subtotal	0,62
N.- MANO DE OBRA					
	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	1,000	2,03
Carpintero	1	3,66	3,66	1,000	3,66
Albañil	1	3,66	3,66	1,000	3,66
Peón	2	3,62	7,24	1,000	7,24
				Subtotal	16,59
O.- MATERIALES					
	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Tabla dura de encofrado de 0.20 m	u	4,72	5	23,6	
Cuartones Semiduro	u	1,50	2	3	
Estilpanel / techos de galvalumen AR-2	m2	10,98	1,1	12,08	
Clavos	Kg	1,03	1	1,03	
Tiras Semiduras	u	1,56	2	3,12	
Viga de madera tratada 15x15 cm	m	3,00	0,5	1,5	
				Subtotal	44,33
P. TRANSPORTE					
	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	61,53
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES				Consideramos 20% de los Costos Directos	USD. 12,31
S.- OTROS INDIRECTOS				No incurrn Otros Costos Indirectos	USD. 0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	73,84
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	73,84
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 7 A007 Instalación de agua [Elaboración propia, 2023].

PROYECTO						Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4					
UBICACIÓN						ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral					
FECHA						13/6/2008					
RUBRO						Instalación de agua					
CÓDIGO						A007		UNIDAD		Punto	
M.- EQUIPOS						CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Herramienta menor 5% (M/O)						1	0,41	0,41	1,000	0,41	
										Subtotal	
										0,41	
N.- MANO DE OBRA						CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Maestro de obra						0,5	4,06	2,03	1,000	2,03	
Plomero						1	3,87	2,90	1,000	2,90	
Peón						1	3,62	2,71	1,000	2,71	
										Subtotal	
										7,65	
O.- MATERIALES						UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO		
Llave de manguera con manija "T" de 1/2"						u	9,55	1	9,55		
Manguera flex PE de 1/2" Plastidor						ml	0,4	20	8		
Montura y accesorios para acometida de 1/2"						u	30	1	30		
										Subtotal	
										47,55	
P. TRANSPORTE						UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
									0		
									0		
									Subtotal		
									0		
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)									USD.	55,61	
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES						Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	11,12	
S.- OTROS INDIRECTOS						No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0	
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)									USD.	66,73	
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO									USD.	66,73	
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>											

COD. 8 B008 Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo)				
CÓDIGO	B008	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,057	1,71
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,065	2,28
				Subtotal	4,40
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador de Retroexcavadora	1,0	4,06	4,06	0,250	1,01
Chofer de Volqueta	1	5,29	5,29	0,250	1,32
				Subtotal	2,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	6,73
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	1,35
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	8,08
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	8,08
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 9 B009 Demolición de estructura existente [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Demolición de estructura existente				
CÓDIGO	B009	UNIDAD		m2	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,250	7,50
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,250	8,75
				Subtotal	16,66
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador de Retroexcavadora	1,0	4,06	4,06	0,390	1,58
Chofer de Volqueta	1,0	5,29	5,29	0,390	2,06
Maestro de Obra	0,1	4,06	0,41	0,390	0,16
Peón	2	3,62	7,24	0,390	2,82
				Subtotal	6,63
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	
				0	
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	23,29
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	4,66
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	27,94
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	27,94
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 10 C010 Replanteo y Nivelación [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Replanteo y Nivelación				
CÓDIGO	A002	UNIDAD		m2	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,050	0,02
Equipo Topográfico	1	3,75	3,75	0,035	0,13
				Subtotal	0,15
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,2	4,06	0,81	0,035	0,03
Topógrafo	1	4,06	4,06	0,035	0,14
Cadenero	2	3,66	7,32	0,035	0,26
Peón	2	3,62	7,24	0,035	0,25
				Subtotal	0,68
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Pintura de Esmalte	galón	20	0,02	0,4	
Tiras 2.5x2.5x250	u	5,16	0,1	0,516	
Pingos de Sujetación	m	1,1	0,02	0,022	
Clavos de 2 a 4"	kg	1,41	0,02	0,0282	
				Subtotal	0,97
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	1,80
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,36
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,16
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,16
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 11 C011 Excavación Manual [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Excavación Manual				
CÓDIGO	C011	UNIDAD			m3
M.- EQUIPOS					
CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,200	0,49
				Subtotal	0,49
N.- MANO DE OBRA					
CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Peón	2	3,62	7,24	1,200	8,68
				Subtotal	8,68
O.- MATERIALES					
		UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE					
		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	9,18
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES		Consideramos 20% de los Costos Directos		USD.	1,84
S.- OTROS INDIRECTOS		No incurren Otros Costos Indirectos		USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	11,01
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	11,01
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 12 C012 Relleno compactado con material de sitio [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Relleno compactado con material de sitio				
CÓDIGO	C012	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,057	1,71
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,065	2,28
Rodillo Compactador	1	25,00	25,00	0,070	1,75
Tanquero	1	8,92	8,92	0,100	0,89
				Subtotal	7,04
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1	4,06	4,06	0,058	0,24
Operador de Retroexcavadora	1	4,06	4,06	0,058	0,24
Chofer de Volqueta	1	5,29	5,29	0,058	0,31
Operador del Rodillo	1	3,85	3,85	0,058	0,22
Chofer del Tanquero	1	5,29	5,29	0,058	0,31
Peón	2	3,62	7,24	0,058	0,42
				Subtotal	1,73
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Agua	m3	1,95	0,1	0,195	
				Subtotal	0,20
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	8,96
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	1,79
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrn Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	10,75
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	10,75
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 13 C013 Relleno compactado con material de mejoramiento [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Relleno compactado con material de mejoramiento				
CÓDIGO	C013	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Plancha Vibropisonadora	0,6	6,26	3,756	1,000	3,76
				Subtotal	4,17
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Albañil	0,3	3,66	0,92	1,000	0,92
Peón	0,6	3,62	2,17	1,000	2,17
				Subtotal	3,09
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cascajo Grueso	m3	7,5	1,25	9,375	
				Subtotal	9,38
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	16,63
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	3,33
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	19,95
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	19,95
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 16 Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm				
CÓDIGO	C016	UNIDAD		ml	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,500	0,21
Subtotal					0,21
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1,00	4,06	4,06	0,040	0,16
Peón	2,00	3,62	7,24	0,230	1,66
Plomero	1,00	3,87	3,87	0,430	1,66
Subtotal					3,49
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Tubo PVC Ø = 160mm x 3m PLASTIGAMA	u	36,04	0,33	11,89	
Codo PVC 160mm de 90 grados PLASTIGAMA	u	10,86	0,04	0,43	
Tee PVC 160mm	u	12,42	0,04	0,50	
Unión PVC 160mm	u	10,98	0,33	3,62	
Soldadura P/Tub PVC Polilimpia PLASTIGAMA	3.785cc	33,14	0,03	0,99	
Soldadura P/Tub PVC Polipega PLASTIGAMA	3.785cc	54,82	0,03	1,64	
Subtotal					19,09
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
Subtotal					0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	22,78
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	4,56
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurr en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	27,34
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	27,34
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 17 C017 Construcción de cajas de registro H.S. (incluye tapa) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Construcción de cajas de registro H.S. (incluye tapa)				
CÓDIGO	C017	UNIDAD		u	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,020	0,01
Concreteira	2	4,48	8,96	1,000	8,96
				Subtotal	8,97
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	4	4,06	16,23	1,000	16,23
Carpintero	6	3,66	21,97	1,000	21,97
Albañil	6	3,66	21,97	1,000	21,97
Peón	6	3,62	21,71	1,000	21,71
				Subtotal	81,89
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50kg - HC	SACO	7,66	2,17	16,62	
Tapas de Pozo HF	U	136,40	0,33	45,01	
Piedra de concreto 3/4"	m3	18,00	0,30	5,40	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	13,50	0,20	2,70	
Clavos	Kg	1,54	0,40	0,62	
Media duela de eucalipto machimbrada	U	2,50	1,00	2,50	
Alfajia 6x6x250 cm	U	3,00	3,00	9,00	
				Subtotal	81,85
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	172,71
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	34,54
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrten Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	207,25
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	207,25
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 20 D020 Replantillo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Replantillo de Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2				
CÓDIGO	D020	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Concreteira de 1 saco	1	4,48	4,48	1,000	4,48
				Subtotal	4,89
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Albañil	2	3,66	7,32	1,000	7,32
Peón	5	3,62	18,09	1,000	18,09
				Subtotal	25,41
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Fuerte tipo GU Saco 50kg HOL	SACO	7,21	6,18	44,5578	
Piedra de concreto 3/4"	m3	18	0,95	17,1	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	13,5	0,65	8,775	
Agua	m3	0,85	0,25	0,2125	
				Subtotal	70,65
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	100,95
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	20,19
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrten Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	121,14
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	121,14
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 21 D021 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D021	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 22 D022 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D022	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 23 D024 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D024	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 24 D025 Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2 [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
CÓDIGO	D025	UNIDAD		kg	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	0,029	0,05
Cizalla	1	4	4	0,029	0,11
Banco Trabajo	0,5	2,5	1,25	0,029	0,04
				Subtotal	0,20
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	0,029	0,06
Fierrero	1	3,66	3,66	0,029	0,10
Peón	2	3,62	7,24	0,029	0,21
				Subtotal	0,37
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Acero de Refuerzo	kg	1,31	1,02	1,34	
Alambre	kg	1,54	0,125	0,19	
				Subtotal	1,53
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	
				0	
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2,10
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,42
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,52
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,52
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 25 D026 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D026	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 26 D027 Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2 [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
CÓDIGO	D027	UNIDAD		kg	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	0,029	0,05
Cizalla	1	4	4	0,029	0,11
Banco Trabajo	0,5	2,5	1,25	0,029	0,04
				Subtotal	0,20
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	0,029	0,06
Fierrero	1	3,66	3,66	0,029	0,10
Peón	2	3,62	7,24	0,029	0,21
				Subtotal	0,37
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Acero de Refuerzo	kg	1,31	1,02	1,34	
Alambre	kg	1,54	0,125	0,19	
				Subtotal	1,53
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2,10
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,42
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,52
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,52
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 31 D032 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D032	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 32 D033 Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
CÓDIGO	D033	UNIDAD		kg	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	0,029	0,05
Cizalla	1	4	4	0,029	0,11
Banco Trabajo	0,5	2,5	1,25	0,029	0,04
				Subtotal	0,20
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	0,029	0,06
Fierrero	1	3,66	3,66	0,029	0,10
Peón	2	3,62	7,24	0,029	0,21
				Subtotal	0,37
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Acero de Refuerzo	kg	1,31	1,02	1,34	
Alambre	kg	1,54	0,125	0,19	
				Subtotal	1,53
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2,10
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,42
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,52
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,52
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 33 D034 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D034	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 34 D036 Suministro e Instalación de Accesorios para el Tanque Imhoff
[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Suministro e Instalación de Accesorios para el Tanque Imhoff				
CÓDIGO	D036	UNIDAD	u		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,270	0,52
				Subtotal	0,52
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Plomero	1	3,66	3,66	1,000	3,66
Ayudante de Plomero	2	3,62	7,24	1,000	7,24
				Subtotal	10,90
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Válvula de Globo 95x51mm	u	2050	1	2050	
				Subtotal	2050,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2061,42
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	412,28
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2473,70
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2473,70
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 35 D037 Trazado y Replanteo para la zona de decantación [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPOL				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Trazado y Replanteo para la zona de decantación				
CÓDIGO	D037	UNIDAD		u	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,020	0,01
Equipo topográfico	1	5,00	5,00	0,030	0,15
				Subtotal	0,16
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Topógrafo	1	4,06	4,06	0,030	0,12
Cadenero	2	3,62	5,43	0,030	0,16
				Subtotal	0,28
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Estaca con Pintura	u	1,68	0,05	0,084	
				Subtotal	0,08
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	0,53
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,11
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	0,63
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	0,63
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

**COD. 36 D038 Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para zona de decantación
(Incluye Encofrado y Desencofrado) [Elaboración propia, 2023].**

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2 para zona de decantación (Incluye Encofrado y De				
CÓDIGO	D038	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS					
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Concretera	0,8	35,84	28,672	1,000	28,67
Vibrador	0,8	4,06	3,248	1,000	3,25
				Subtotal	32,33
N.- MANO DE OBRA					
	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,2	4,06	0,77	1,000	0,77
Operador de equipo liviano	1	4,06	4,06	1,000	4,06
Albañil	3	3,66	10,99	1,000	10,99
Peón	5	3,62	18,09	1,000	18,09
				Subtotal	33,91
O.- MATERIALES					
	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Fuerte tipo GU Saco 50kg HOL	SACO	7,21	7,68	55,3728	
Piedra de concreto 3/4"	m3	18	0,95	17,1	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	13,5	0,65	8,775	
Agua	m3	0,85	0,25	0,2125	
				Subtotal	81,46
P. TRANSPORTE					
	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	147,70
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES				Consideramos 20% de los Costos Directos	USD. 29,54
S.- OTROS INDIRECTOS				No incurrir Otros Costos Indirectos	USD. 0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	177,24
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	177,24
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 37 D039 Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Suministro e Instalación de Tuberías PVC Ø160mm				
CÓDIGO	C016	UNIDAD		ml	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,500	0,21
Subtotal					0,21
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1,00	4,06	4,06	0,040	0,16
Peón	2,00	3,62	7,24	0,230	1,66
Plomero	1,00	3,87	3,87	0,430	1,66
Subtotal					3,49
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Tubo PVC Ø = 160mm x 3m PLASTIGAMA	u	36,04	0,33	11,89	
Codo PVC 160mm de 90 grados PLASTIGAMA	u	10,86	0,04	0,43	
Tee PVC 160mm	u	12,42	0,04	0,50	
Unión PVC 160mm	u	10,98	0,33	3,62	
Soldadura P/Tub PVC Polilimpia PLASTIGAMA	3.785cc	33,14	0,03	0,99	
Soldadura P/Tub PVC Polipega PLASTIGAMA	3.785cc	54,82	0,03	1,64	
Subtotal					19,09
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
Subtotal					0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	22,78
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	4,56
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrten Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	27,34
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	27,34
PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

COD. 39 D041 Suministro e instalación de tuberías de 110mm para salida
[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	133/06/08				
RUBRO	nistro e Instalación de tuberías para entrada, salida y aireación de				
CÓDIGO	D041	UNIDAD		ml	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	5	0,41	2,05	0,670	1,37
				Subtotal	1,37
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1	4,06	4,06	0,360	1,46
Plomero	1	3,66	3,66	0,360	1,32
Peón	1	3,62	3,62	0,360	1,30
				Subtotal	4,08
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Unión PVC 110 mm Desagüe PLASTIGAM	u	1,77	0,33	0,5841	
Tubo PVC 110mm x 3m Desagüe PLASTIGAM	u	14,99	0,33	4,9467	
Codo PVC 110 mm x 90 grados Desagüe PLASTIGAM	u	4,22	0,04	0,1688	
Soldadura P/Tub PVC Polilimpia PLASTIGAM	3.785cc	33,14	0,01	0,33	
Soldadura P/Tub PVC Polipega PLASTIGAM	3.785cc	54,82	0,01	0,55	
				Subtotal	6,58
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	12,03
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	2,41
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrn Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	14,44
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	14,44
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 40 D042 Replanteo y Nivelación [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Replanteo y Nivelación				
CÓDIGO	D042	UNIDAD		m2	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,050	0,02
Equipo Topográfico	1	3,75	3,75	0,035	0,13
				Subtotal	0,15
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,2	4,06	0,81	0,035	0,03
Topógrafo	1	4,06	4,06	0,035	0,14
Cadenero	2	3,66	7,32	0,035	0,26
Peón	2	3,62	7,24	0,035	0,25
				Subtotal	0,68
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Pintura de Esmalte	galón	20	0,02	0,4	
Tiras 2.5x2.5x250	u	5,16	0,1	0,516	
Pingos de Sujetación	m	1,1	0,02	0,022	
Clavos de 2 a 4"	kg	1,41	0,02	0,0282	
				Subtotal	0,97
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	1,80
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,36
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,16
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,16
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 41 D043 Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo)				
CÓDIGO	D043	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,057	1,71
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,065	2,28
				Subtotal	4,40
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador de Retroexcavadora	1,0	4,06	4,06	0,250	1,01
Chofer de Volqueta	1	5,29	5,29	0,250	1,32
				Subtotal	2,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	6,73
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	1,35
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	8,08
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	8,08
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 43 D045 Suministro y siembra de Pasto Alemán [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPOL				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Suministro y siembra de Pasto Alemán				
CÓDIGO	D045	UNIDAD		m2	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,500	0,21
Aspersor para Riego	1	30	30	1,000	30,00
Herramientas para preparación de suelo	1	40	40	1,000	40,00
				Subtotal	70,21
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Peón para siembra	4,0	10,00	40,00	1,000	40,00
Peón para aplicación de Herbicida	2	10,00	20,00	1,000	20,00
Peón para aplicación Fitosanitaria	3	10,00	30,00	1,000	30,00
Peón para aplicación de Fertilizante	2	10,00	20,00	1,000	20,00
				1,000	
				Subtotal	110,00
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Semilla de Pasto Alemán	m3	12	3	36	
Fertilizante Fertiforraje Desarrollo	Saco	2	33	66	
Fertilizante Fertiforraje para Establecimiento	Saco	2	35	70	
Herbicida Hormonal	lt	2	4,5	9	
Herbicida Graninicida	lt	2	6	12	
Agua	m3	23,5	0,25	5,88	
				Subtotal	198,88
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Fertilizante y Semilla	Tn	4	8	0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	379,08
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	75,82
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)		Precio por Ha		USD.	454,90
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	0,045
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 45 D047 Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	133/06/08				
RUBRO	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)				
CÓDIGO	D047	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,100	0,04
Plancha vibropisonadora	1	0,1	0,1	1,270	0,13
				Subtotal	0,17
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,10	4,06	0,41	0,058	0,02
Peón	2,00	3,62	7,24	0,058	0,42
				Subtotal	0,44
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Piedra de concreto 3/4"	m3	18	1,2	21,6	
				Subtotal	21,60
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	22,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	4,44
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	26,65
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	26,65
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 46 D048 Colocación de Material Granular (Grava 5mm) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	133/06/08				
RUBRO	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)				
CÓDIGO	D048	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,100	0,04
Plancha vibropisonadora	1	0,1	0,1	1,000	0,10
				Subtotal	0,14
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,10	4,06	0,41	0,058	0,02
Peón	1,50	3,62	5,43	0,058	0,31
				Subtotal	0,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Piedra de concreto 1/4"	m3	18,76	1	18,76	
				Subtotal	18,76
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	19,24
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	3,85
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	23,09
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	23,09
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 49 D051 Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo)				
CÓDIGO	D050	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,057	1,71
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,065	2,28
				Subtotal	4,40
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador de Retroexcavadora	1,0	4,06	4,06	0,250	1,01
Chofer de Volqueta	1	5,29	5,29	0,250	1,32
				Subtotal	2,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	6,73
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	1,35
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	8,08
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	8,08
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 50 D052 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D051	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 51 D053 Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2 [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
CÓDIGO	D052	UNIDAD		kg	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	0,029	0,05
Cizalla	1	4	4	0,029	0,11
Banco Trabajo	0,5	2,5	1,25	0,029	0,04
				Subtotal	0,20
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	0,029	0,06
Fierrero	1	3,66	3,66	0,029	0,10
Peón	2	3,62	7,24	0,029	0,21
				Subtotal	0,37
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Acero de Refuerzo	kg	1,31	1,02	1,34	
Alambre	kg	1,54	0,125	0,19	
				Subtotal	1,53
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2,10
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,42
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,52
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,52
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 52 D054 Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4 ESPO				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Hormigón Estructural f'c = 240 kg/cm2 (Incluye Encofrado)				
CÓDIGO	D053	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	2,375	4,12
Concretera	1	4	4	2,375	9,50
Vibrador	0,5	2,5	1,25	2,375	2,97
				Subtotal	16,59
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	2,375	4,82
Carpintero	1	3,66	3,66	2,375	8,70
Albañil	2	3,66	7,32	2,375	17,40
Peón	6	3,62	21,71	2,375	51,56
				Subtotal	82,47
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portland tipo I P	SACO	7,21	8	57,68	
Piedra de concreto 3/4"	m3	19	0,84	15,96	
Arena Gruesa (Guayaquil)	m3	16	0,52	8,32	
Arena Fina (Guayaquil)	m3	16	0,1	1,6	
Clavos	Kg	1,54	1	1,54	
Tablas Semiduro	U	4,5	4	18	
Cuartones Semiduro	U	3	3	9	
Tiras Semiduro	U	1,56	1	1,56	
Agua	m3	1,95	0,25	0,4875	
				Subtotal	114,15
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	213,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	42,64
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurren Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	255,86
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	255,86
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 53 D055 Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2 [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Acero de Refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
CÓDIGO	D054	UNIDAD		kg	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	1,74	1,74	0,029	0,05
Cizalla	1	4	4	0,029	0,11
Banco Trabajo	0,5	2,5	1,25	0,029	0,04
				Subtotal	0,20
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,5	4,06	2,03	0,029	0,06
Fierrero	1	3,66	3,66	0,029	0,10
Peón	2	3,62	7,24	0,029	0,21
				Subtotal	0,37
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Acero de Refuerzo	kg	1,31	1,02	1,34	
Alambre	kg	1,54	0,125	0,19	
				Subtotal	1,53
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	2,10
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,42
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	2,52
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	2,52
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 56 D059 Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)

[Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	133/06/08				
RUBRO	Colocación de Material Granular Mediano (Grava 40-50mm)				
CÓDIGO	D058	UNIDAD		m3	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,100	0,04
Plancha vibropisonadora	1	0,1	0,1	1,270	0,13
				Subtotal	0,17
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,10	4,06	0,41	0,058	0,02
Peón	2,00	3,62	7,24	0,058	0,42
				Subtotal	0,44
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Piedra de concreto 3/4"	m3	18	1,2	21,6	
				Subtotal	21,60
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	22,21
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	4,44
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	26,65
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	26,65
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 57 D060 Colocación de Material Granular (Grava 5mm) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	133/06/08				
RUBRO	Colocación de Material Granular (Grava 5mm)				
CÓDIGO	D059	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,100	0,04
Plancha vibropisonadora	1	0,1	0,1	1,000	0,10
				Subtotal	0,14
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	0,10	4,06	0,41	0,058	0,02
Peón	1,50	3,62	5,43	0,058	0,31
				Subtotal	0,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Piedra de concreto 1/4"	m3	18,76	1	18,76	
				Subtotal	18,76
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	19,24
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	3,85
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	23,09
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	23,09
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 59 D062 Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo) [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Excavación con Maquinaria (Incluye desalojo)				
CÓDIGO	D061	UNIDAD	m3		
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	1,000	0,41
Volqueta de 8 m3	1	30,00	30,00	0,057	1,71
Retroexcavadora 75HP	1	35,00	35,00	0,065	2,28
				Subtotal	4,40
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador de Retroexcavadora	1,0	4,06	4,06	0,250	1,01
Chofer de Volqueta	1	5,29	5,29	0,250	1,32
				Subtotal	2,34
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	6,73
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	1,35
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrn Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	8,08
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	8,08
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 60 D063 Mampostería de bloque liviano e=15cm (incluye Mortero) para Paredes y Losa [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO						
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4					
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral					
FECHA	13/6/2008					
RUBRO	mampostería de bloque liviano e=15cm (incluye Mortero) para Paredes y Losa					
CÓDIGO	D062	UNIDAD	m3			
M.- EQUIPOS						
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,600	0,25	
Andamio	0,62	0,06	0,0372	1,000	0,04	
					Subtotal	0,28
N.- MANO DE OBRA						
	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO	
Maestro de obra	0,06	4,06	0,24	1,000	0,24	
Albañil	0,62	3,66	2,27	1,000	2,27	
Peón	0,62	3,62	2,24	1,000	2,24	
					Subtotal	4,76
O.- MATERIALES						
	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO		
Cemento Fuerte tipo GU Saco 50kg HOL	SACO	7,68	0,12	0,9216		
Bloque liviano de 15x20x40 cm	u	0,35	10	3,5		
Arena Fina (Guayaquil)	m3	13,5	0,03	0,405		
Agua	m3	0,85	0,01	0,0085		
					Subtotal	4,84
P. TRANSPORTE						
	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0		
				0		
					Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	9,88	
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES		Consideramos 20% de los Costos Directos		USD.	1,98	
S.- OTROS INDIRECTOS		No incurrir en Otros Costos Indirectos		USD.	0	
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	11,85	
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	11,85	
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>						

COD. 65 E068 Parantes de caña/madera con dados de hormigón [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Parantes de caña/madera con dados de hormigón				
CÓDIGO	E067	UNIDAD		u	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,143	0,06
Concreteira	1	4,00	4,00	0,143	0,57
				Subtotal	0,63
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro de obra	1	4,06	2,03	0,143	0,29
Carpintero	1	3,66	3,66	0,143	0,52
Albañil	1	3,66	3,66	0,143	0,52
Peón	1	3,62	3,62	0,143	0,52
				Subtotal	1,85
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
Cemento Portlan tipo IP	u	8	0,065	0,52	
Piedra de concreto 3/4"	m3	22,55	0,007	0,16	
Arena Gruesa (Local)	m3	16,02	0,006	0,10	
Tablas Semidura	u	4,87	0,2	0,97	
Agua	m3	1,95	0,002	0,0039	
Caña	u	2,29	0,2	0,458	
				Subtotal	2,21
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0	
				0	
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	4,70
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,94
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	5,63
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	5,63
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

COD. 71 E076 Fumigación del Área [Elaboración propia, 2023].

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO					
PROYECTO	Materia Integradora - Diseño de Humedales Artificiales Zona 4				
UBICACIÓN	ESPOL Campus Gustavo Galindo km 30.5 Vía Perimetral				
FECHA	13/6/2008				
RUBRO	Fumigación del Área				
CÓDIGO	E076	UNIDAD		m2	
M.- EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% (M/O)	1	0,41	0,41	0,020	0,01
Guantes de Caucho	0,01	0,65	0,0065	1,000	0,01
Insecticida	0,01	12,5	0,125	1,000	0,13
				Subtotal	0,14
N.- MANO DE OBRA	CANTIDAD	Jornal / HORA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Peón	1	3,62	3,62	0,100	0,36
				Subtotal	0,36
O.- MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO	
				Subtotal	0,00
P. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0
					0
				Subtotal	0
Q.- COSTO UNITARIO DIRECTO (M + N+ O + P)				USD.	0,50
R.- INDIRECTOS Y UTILIDADES	Consideramos 20% de los Costos Directos			USD.	0,10
S.- OTROS INDIRECTOS	No incurrir en Otros Costos Indirectos			USD.	0
T.- COSTO TOTAL DEL RUBRO (Q + R +S)				USD.	0,60
U- COSTO UNITARIO PROPUESTO				USD.	0,60
<i>PRECIOS NO INCLUYEN IVA.</i>					

III ANEXO – PLANOS

Tratamiento de Secundario - Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical

Logotipo



Ubicación



Notas

- En el diseño se tomaron las siguientes consideraciones:
- La carga orgánica máxima por unidad de superficie establecida es de 20 gDQO/m²*día
 - La relación largo/ancho es 7.
 - La altura del lecho filtrante es de 0.6m
 - Se colocaran 2 celdas con las dimensiones indicadas

SIMBOLOGÍA

- Tuberías de agua residual
- Tuberías de aireación y drenaje
- Hormigón f'c = 280kg/cm²
- Grava 5-40mm
- Grava 40-50mm

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL

CONTENIDO:
Tratamiento Secundario del Humedal de Flujo Subsuperficial

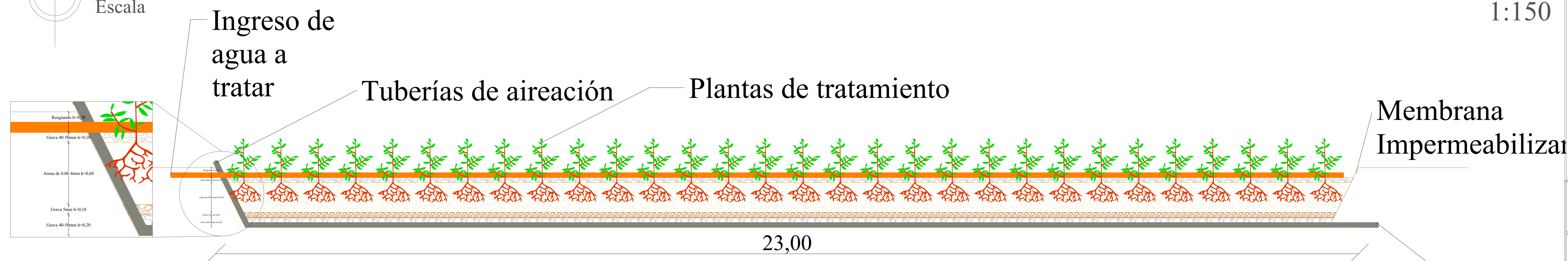
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.		Lámina: 1/7	Escala: Indicadas



Vista en Planta del Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical

Escala

1:150



Vista en Elevación del Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical

Escala

1:150

Pretratamiento

Logotipo



Ubicación



Notas

En el diseño se tomaron las siguientes consideraciones:

Canal de desbaste:

- La velocidad de aproximación del flujo es de 0,3m/s.
- Se espera un grado de colmatación de 30%.
- El tiempo de retención hidráulico es de 15 s

Desarenador:

- La velocidad de aproximación del flujo es de 0,3m/s.
- La relación largo-ancho es de 2-1.
- La carga hidráulica debe ser menor a 70 m³/m²*hora

SIMBOLOGÍA

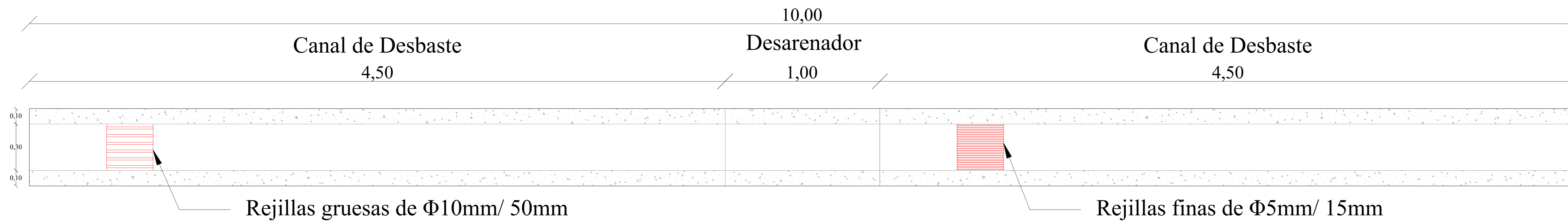
- Rejillas del canal del desbaste
- Hormigón f 'c = 280kg/cm²
- Agua residual
- Sólidos sentimentales

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL

CONTENIDO:
Pretratamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

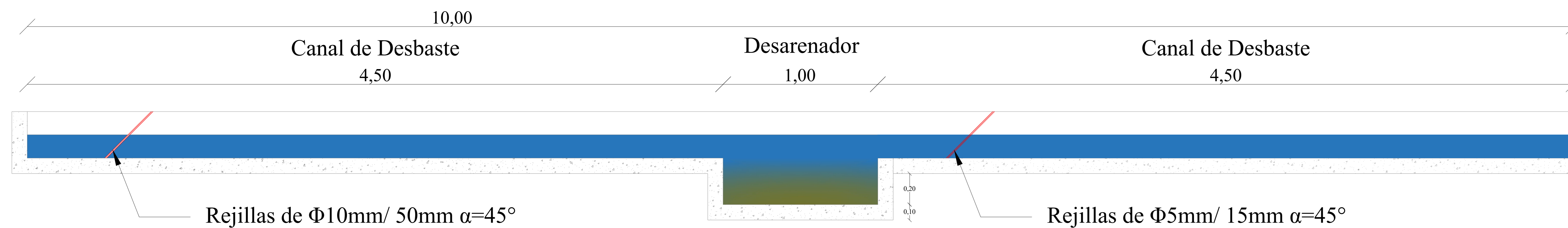
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.		Lámina: 2/7	Escala: Indicadas



Vista Longitudinal del Pretatamiento

Escala

1:50



Vista Transversal del Pretatamiento

Escala

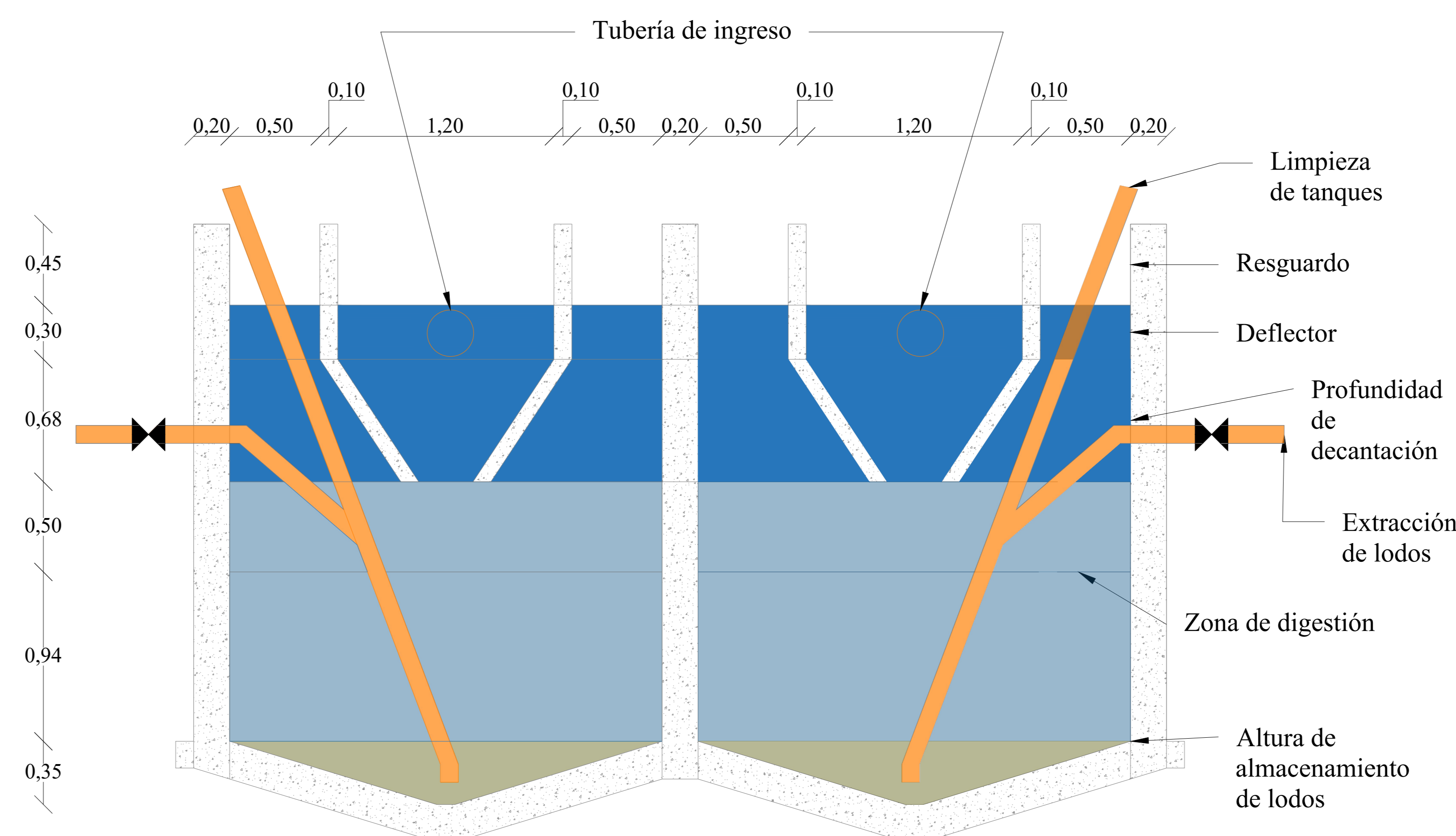
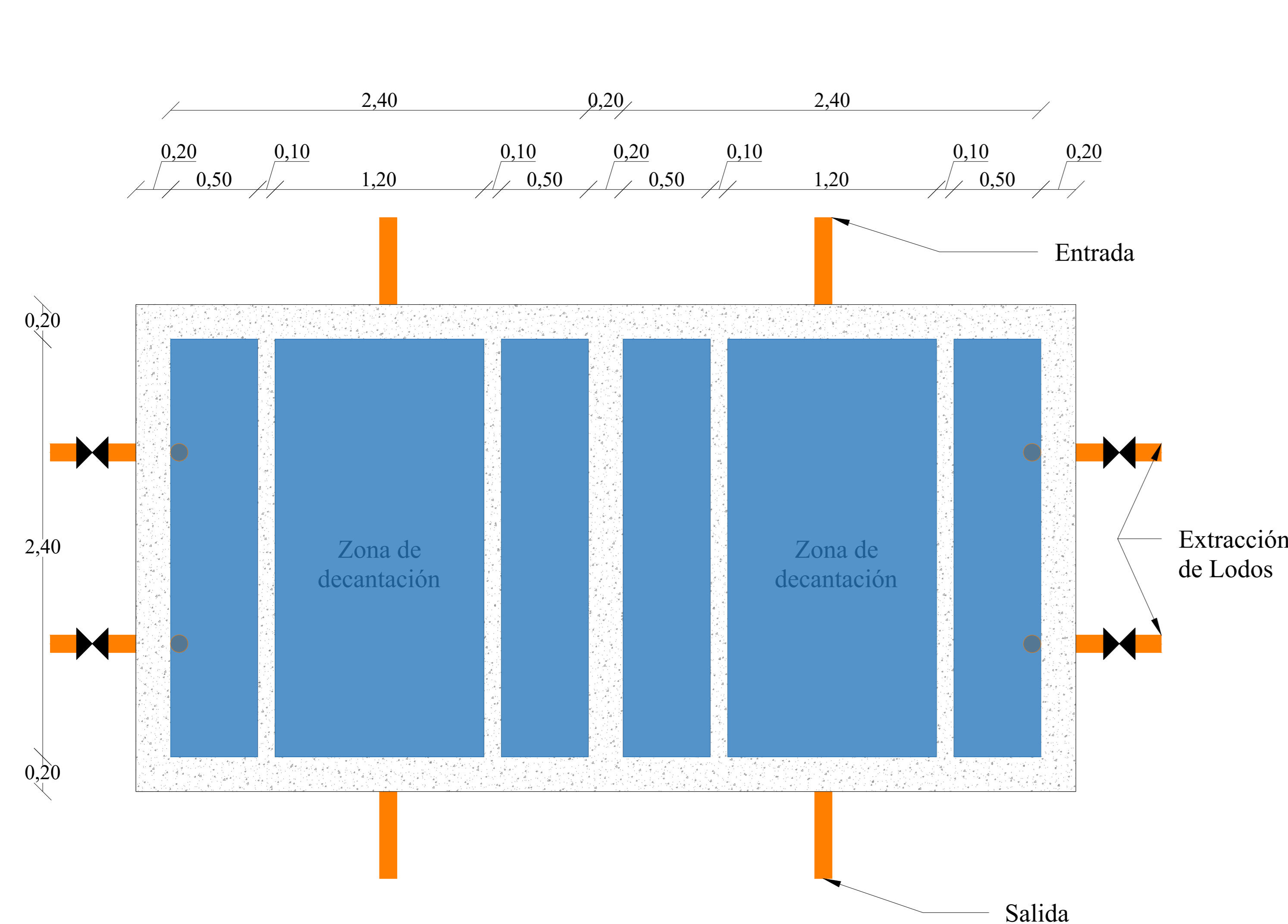
1:50

Tratamiento Primario - Tanques Imhoff

Logotipo

espol Escuela Superior Politécnica del Litoral

Ubicación



Notas

En el diseño se tomaron las siguientes consideraciones:

Zona de decantación:

- La relación largo-ancho es de 2-1.
- La abertura inferior es de 0.3m.
- El resguardo es de 0.45m

Zona de escape de gases:

- Corresponde al 20% del área superficial del tanque.
- El ancho es de 0.5m.

Zona de digestión:

- Se considera un tiempo de digestión de 1 año.
- La tasa de emisión unitaria de lodos es de 140L/hab*año.

SIMBOLOGÍA

- Tuberías de agua residual
- Hormigón f'c = 210kg/cm²
- Agua residual
- Lodos
- Válvulas

Vista en Planta del Tanque Imhoff
Escala 1:75

Vista en Elevación del Tanque Imhoff
Escala 1:75

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL

CONTENIDO:
Tratamiento Primario - Tanques Imhoff

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.	Lámina: 3/7	Escala: Indicadas	

Tratamiento de Lodos - Humedal Artificial para Deshidratación de Lodos

Logotipo



Ubicación



Notas

- En el diseño se tomaron las siguientes consideraciones:
- Tiempo de funcionamiento de 10 años.
- La relación largo/ancho es 2.
- La altura del lecho filtrante es de 0.5m
- La altura de acumulación de lodos es de 1m
- Se colocaran 6 celdas con las dimensiones indicadas

SIMBOLOGÍA

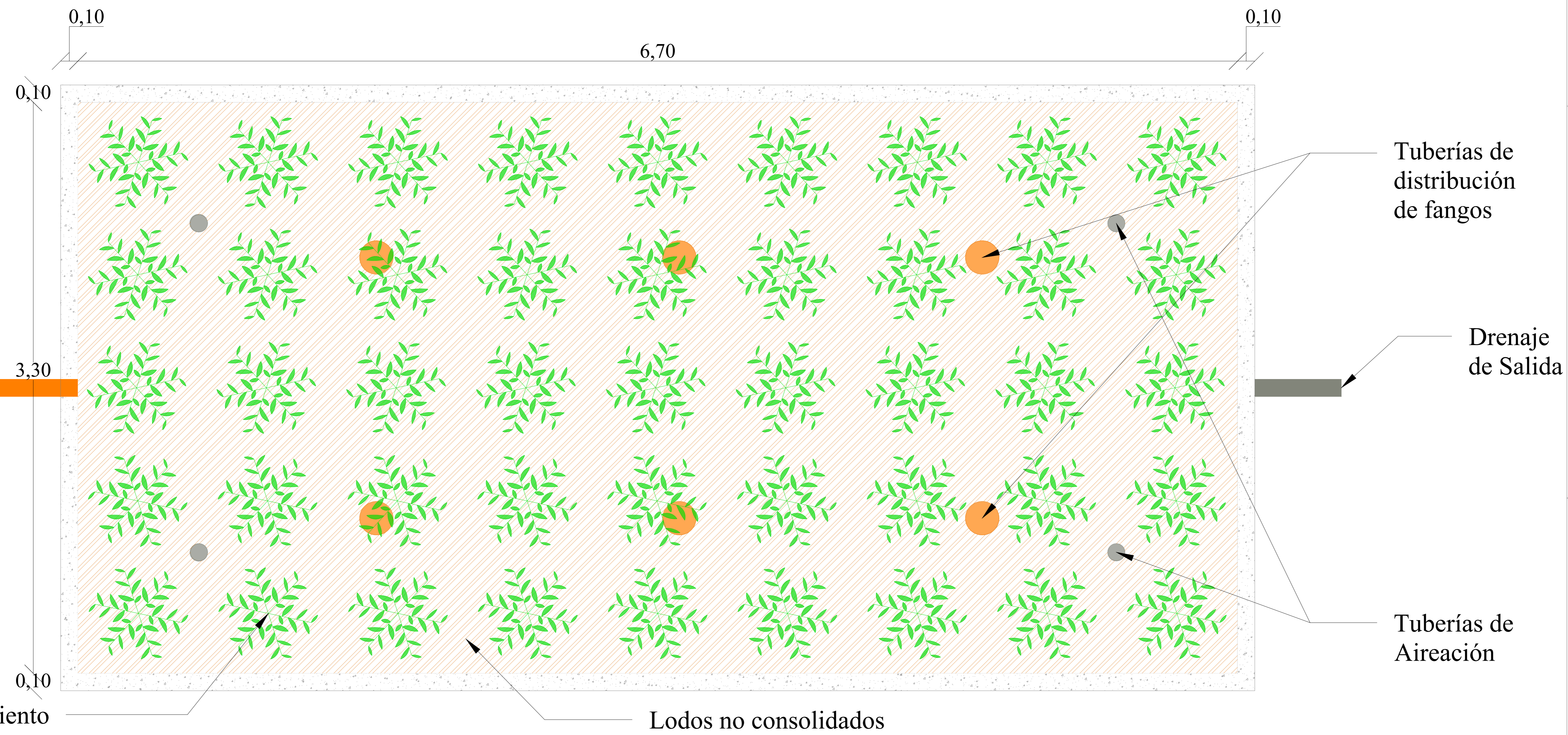
- Tuberías de agua residual
- Tuberías de aireación y drenaje
- Hormigón f'c = 280kg/cm²
- Grava 5-40mm
- Grava 40-50mm
- Lodos

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL**

CONTENIDO: **Tratamiento de Lodos - Deshidratación de Lodos**

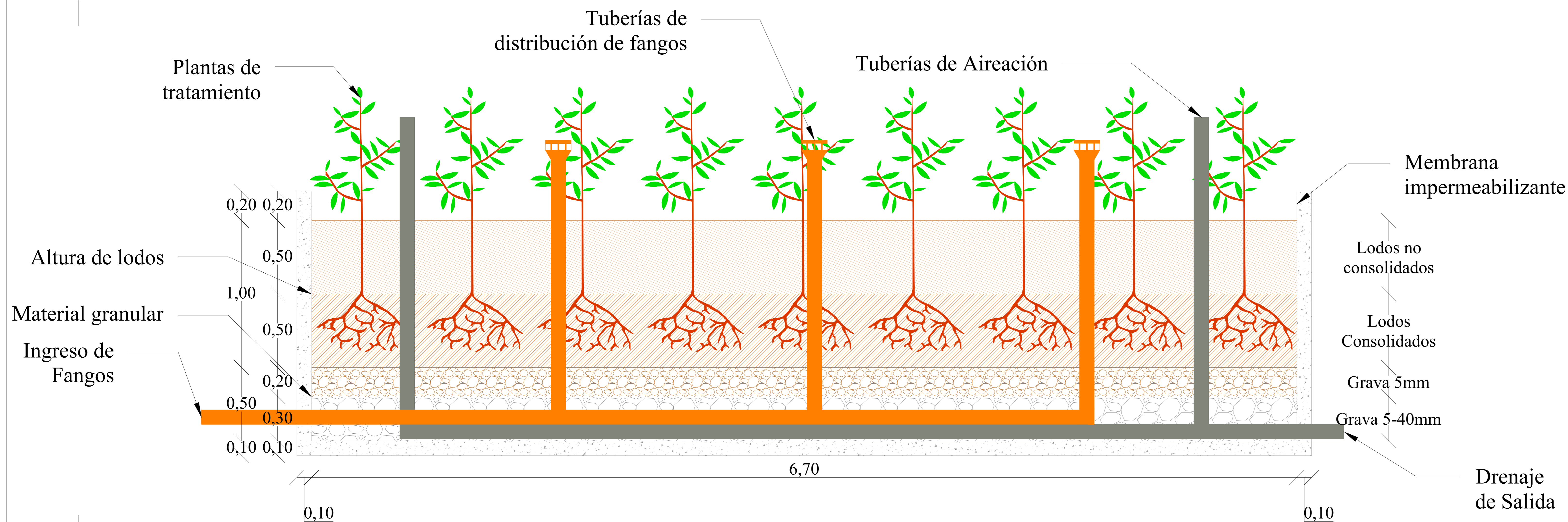
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.		Lámina: 4/7	Escala: Indicadas



Vista en Planta del Humedal para Deshidratación de Lodos

Escala

1:50



Vista en Elevación del Humedal Artificial para Deshidratación de Lodos

Escala

1:50

Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS

Logotipo



Ubicación

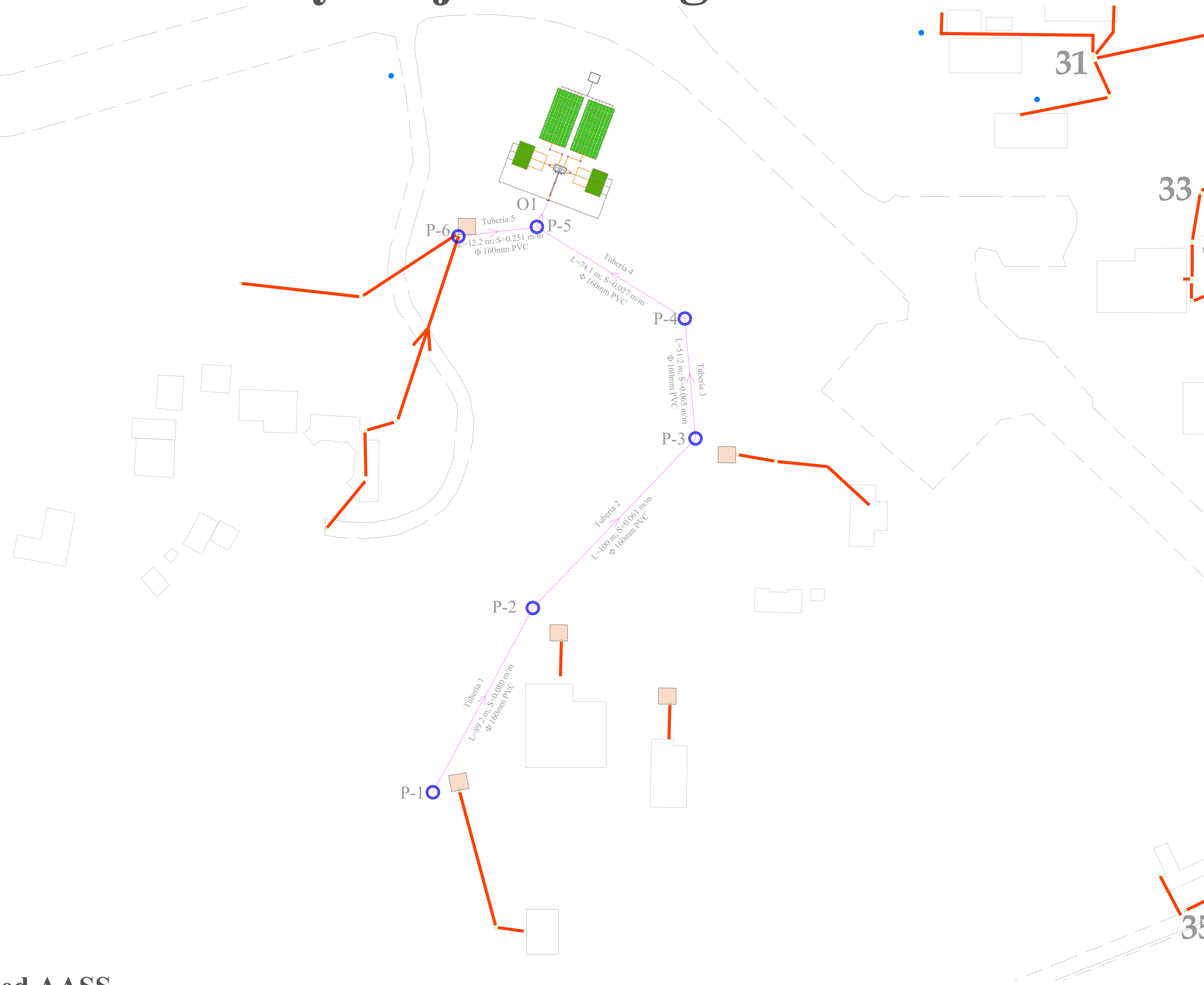


Notas

- El diseño de la red aprovecha las pendientes naturales del terreno
- El diseño se contempla como un sistema a gravedad
- El sistema es a ducto cerrado y se ubica enterrado bajo el terreno natural

SIMBOLOGÍA

- Tuberías de agua residual existentes
- Cajas de registro
- Pozos Sépticos
- Dirección de Flujo
- Válvulas de Flujo
- Tuberías de agua residual propuestas
- Pozos de revisión propuestos



1:3000

Conexiones a Red AASS
Escala

TUBERÍA	N° de Pozo	contenedores (litros)	coordenadas Norte	Long. Parcela (m)	Long. Acumulada (m)	CAUDA L DE DISEÑO (l/s)	Diámetro Comercial (mm)	Espesor (mm)	PENDIENTE (‰)	Tubería Llena				RELACIONES HIDRÁULICAS				Cálculo de altura de tubería (mm)	Cálculo de altura de pozo (mm)	Velocidad de Diseño V (m/s)	Tensión tracciona T (N/m ²)	Desnivel del Tramo	Profundidad Hidráulica H (m)	SALTO		COTAS		CORTE
										Nº	Q (l/s)	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₃₀	Q ₄₀	Q ₅₀	Q ₆₀							Q ₇₀	Q ₈₀	Q ₉₀	Terrain	
1	P-1			89,20	89,20	0,143	175	7,5	80,000	3,007	60,47	0,494	0,002	43,1	0,204	0,035	5,6	136	0,612	2,882	7,136	0,004	3,187	0,000	103,300	102,300	1,200	1,200
1	P-2															OK			OK	OK			superfítico		96,630	95,164	7,136	1,466
2	P-2			100,00	100,00	0,414	175	7,5	62,000	2,648	53,23	0,630	0,008	57,7	0,295	0,062	9,9	136	0,782	3,065	6,200	0,007	3,050	0,000	96,630	95,230	1,400	1,400
2	P-3															OK			OK	OK			superfítico		90,650	89,030	6,200	1,620
2	P-3															OK			OK	OK			superfítico		90,650	89,305	1,345	1,345
3	P-4			51,23	51,23	0,852	175	7,5	70,000	2,813	56,56	0,304	0,015	67,8	0,362	0,085	13,6	136	1,018	5,977	3,586	0,009	3,382	0,000	87,000	85,719	3,586	1,281
3	P-4															OK			OK	OK			superfítico		87,000	85,720	1,280	1,280
4	P-5			74,06	74,06	0,852	175	7,5	27,000	1,747	35,13	0,706	0,034	76,4	0,419	0,107	17,1	136	0,731	2,870	2,000	0,012	2,161	0,000	85,000	83,720	2,000	1,280
4	P-5															OK			OK	OK			superfítico		87,990	86,790	1,200	1,200
5	P-6			33,66	33,66	0,117	175	7,5	90,000	3,190	64,14	0,176	0,002	40,6	0,188	0,031	5,0	136	0,600	2,877	3,029	0,003	3,321	0,000	85,000	83,761	3,029	1,239
5	P-6															OK			OK	OK			superfítico		85,000	83,748	1,239	1,239
6	P-5			122,1	201,41	0,970	175	7,5	45,000	2,256	45,35	0,090	0,021	74,1	0,404	0,101	16,2	136	0,911	4,529	0,549	0,011	2,770	0,012	83,810	83,199	0,549	0,611
6	O-1															OK			OK	OK			superfítico		83,810	83,199	0,549	0,611

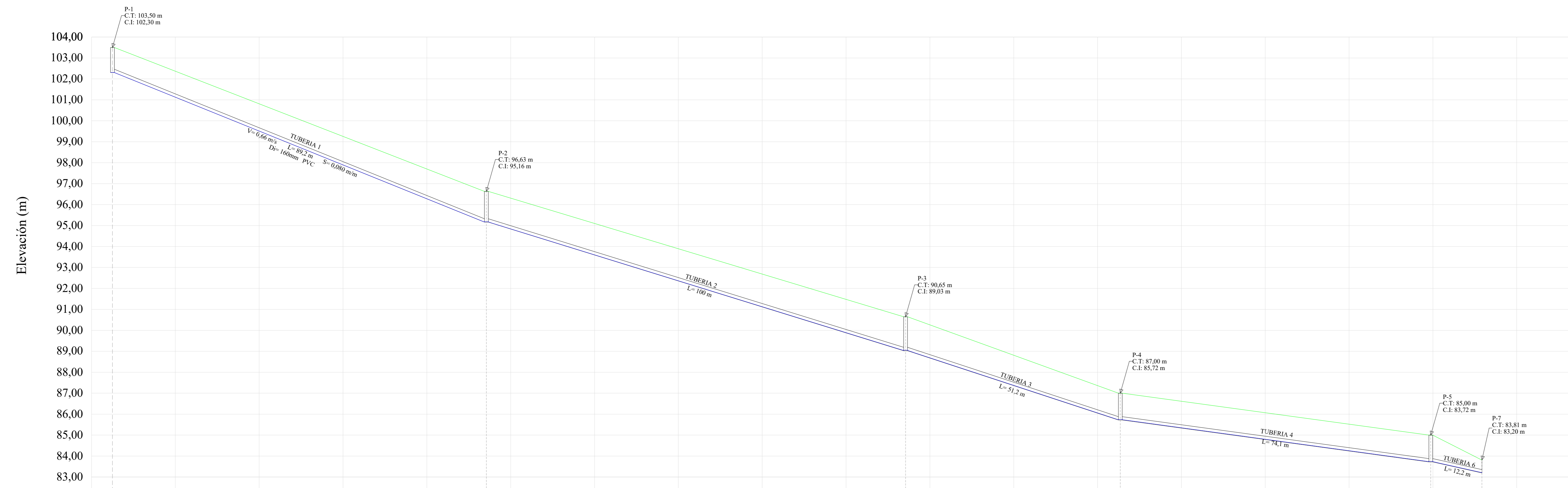
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL**

CONTENIDO: **Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS**

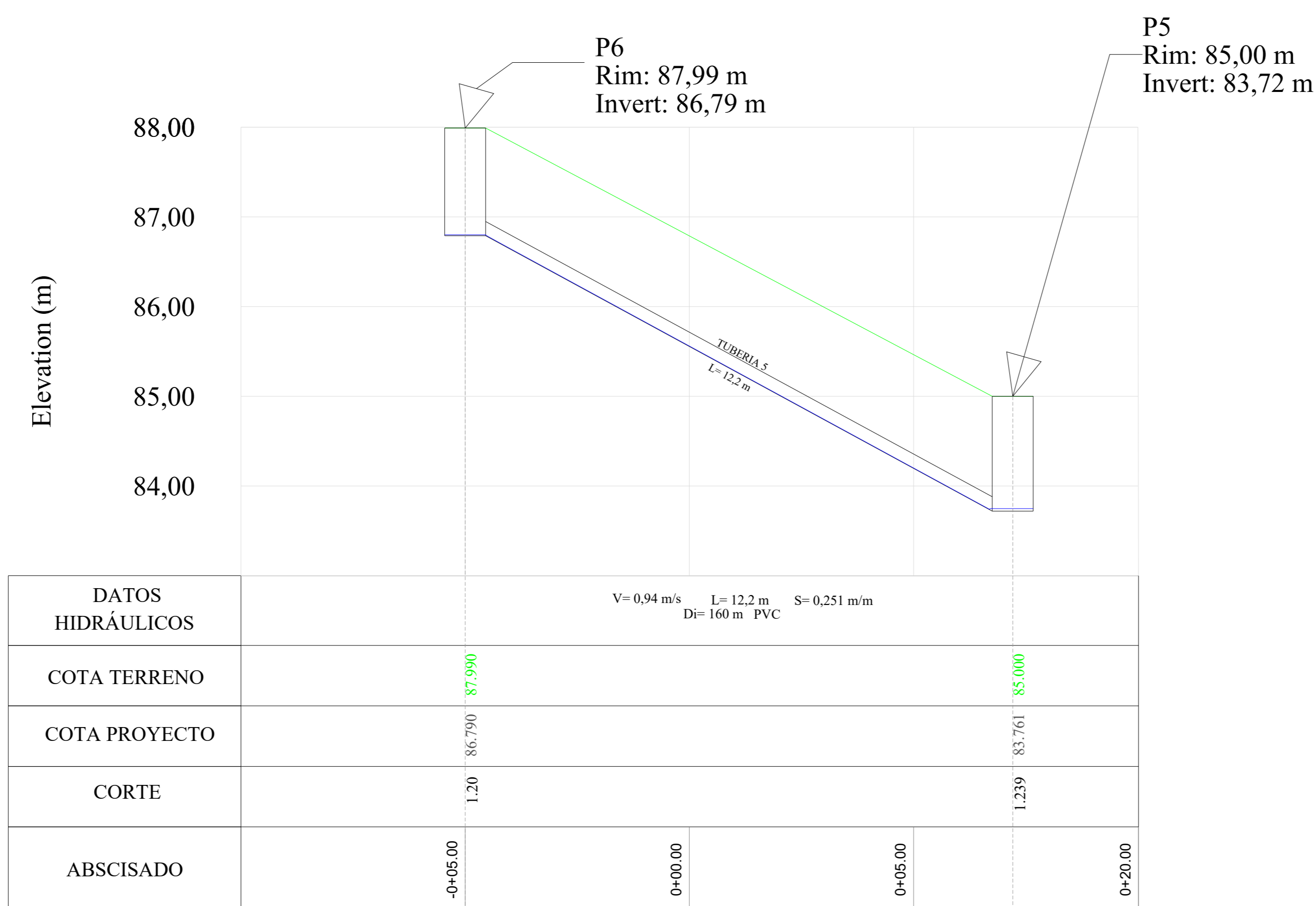
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.		Lámina: 5/7	Escala: Indicadas

Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS



DATOS HIDRÁULICOS	V= 0,66 m/s L= 89,2 m S= 0,080 m/m Di= 160mm PVC						V= 0,83 m/s L= 100 m S= 0,061 m/m Di= 160 mm PVC						V= 1,07 m/s L= 51,2 m S= 0,065 m/m Di= 160 mm PVC						V= 0,78 m/s L= 74,1 m S= 0,027 m/m Di= 160 mm PVC						V= 0,95 m/s S= 0,043 m/m L= 12,2 m Di= 160 mm PVC													
COTA TERRENO	103.50												96.650												87.000												85.000	
COTA PROYECTO	102.30												95.230												85.720												83.748	
CORTE	1.20												1.400												1.280												1.252	
ABSCISADO	-0+05.00		0+15.00		0+35.00		0+55.00		0+75.00		0+95.00		0+115.00		0+135.00		0+155.00		0+175.00		0+195.00		0+215.00		0+235.00		0+255.00		0+275.00		0+295.00		0+315.00					

Perfil longitudinal desde el pozo 1 al pozo 7



DATOS HIDRÁULICOS	V= 0,94 m/s L= 12,2 m S= 0,251 m/m Di= 160 m PVC			
COTA TERRENO	87.990			
COTA PROYECTO	86.790		83.761	
CORTE	1.20		1.239	
ABSCISADO	-0+05.00		0+20.00	

Perfil longitudinal desde el pozo 6 al pozo 5

Logotipo



Ubicación



Notas

- El diseño de la red aprovecha las pendientes naturales del terreno
- El diseño se contempla como un sistema a gravedad
- El sistema es a ducto cerrado y se ubica enterrado bajo el terreno natural

SIMBOLOGÍA

- Terreno natural
- ▭ Tuberías de agua residual
- Nivel del agua dentro de las tuberías
- ▭ Pozos de revisión
- C.T Cota de terreno
- C.I Cota de invert

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL

CONTENIDO:
Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.	Lámina: 6/7	Escala: Indicadas	

Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS

Logotipo



Ubicación



Notas

- El diseño de la red aprovecha las pendientes naturales del terreno
- El diseño se contempla como un sistema a gravedad
- El sistema es a ducto cerrado y se ubica enterrado bajo el terreno natural

SIMBOLOGÍA

- Tuberías de agua residual propuestas
- Acero de armadura
- Nivel del agua dentro de las tuberías
- Grava 5-40mm
- Material de relleno con cascajo 1/2" - 3/4"
- Hormigón f'c = 210kg/cm²
- Material del sitio compactado

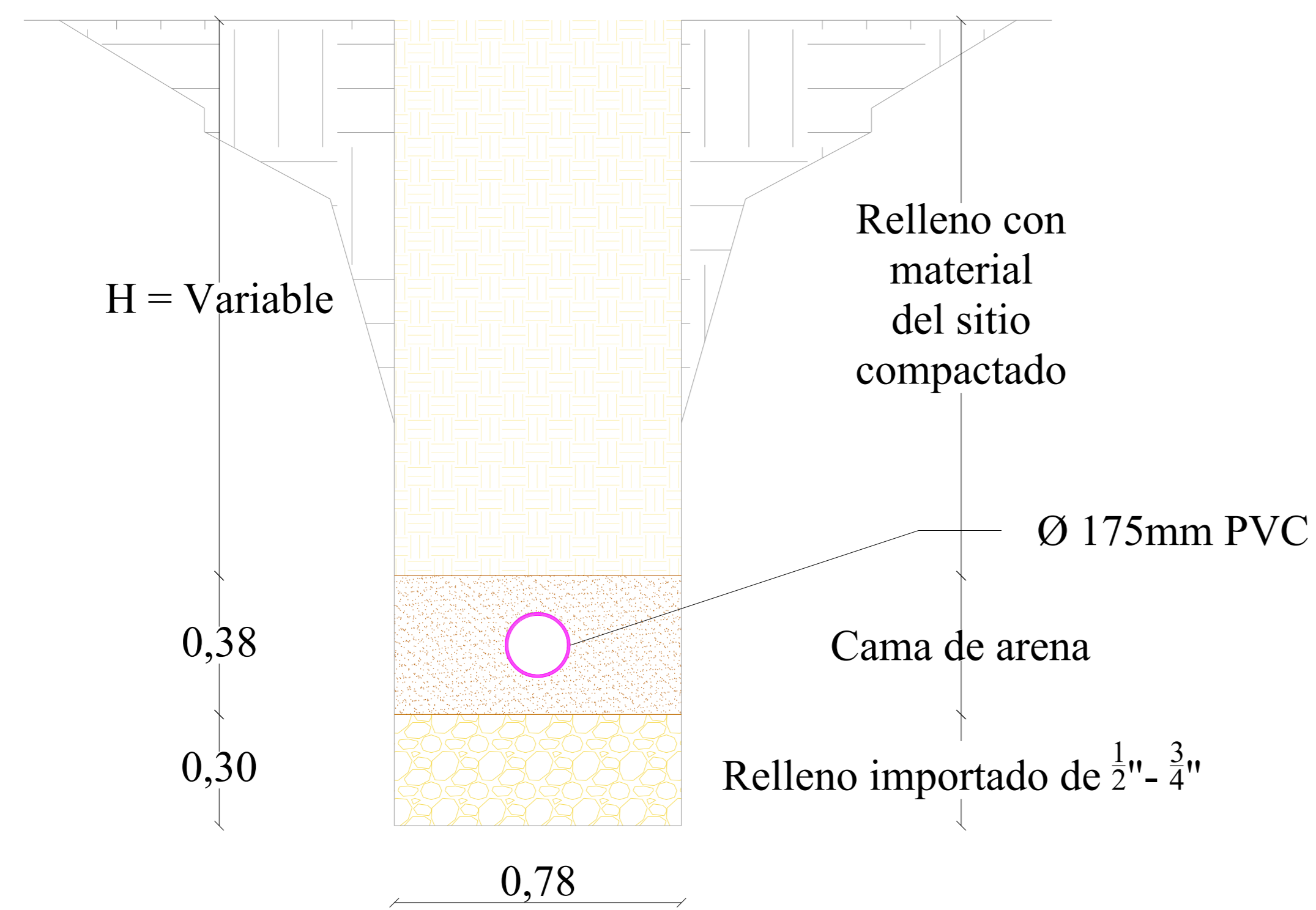
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BASADO EN HUMEDALES ARTIFICIALES PARA LA ZONA 4 DE LA ESPOL

CONTENIDO:
Tuberías, Colectores y Cajas de Registro - Red AASS

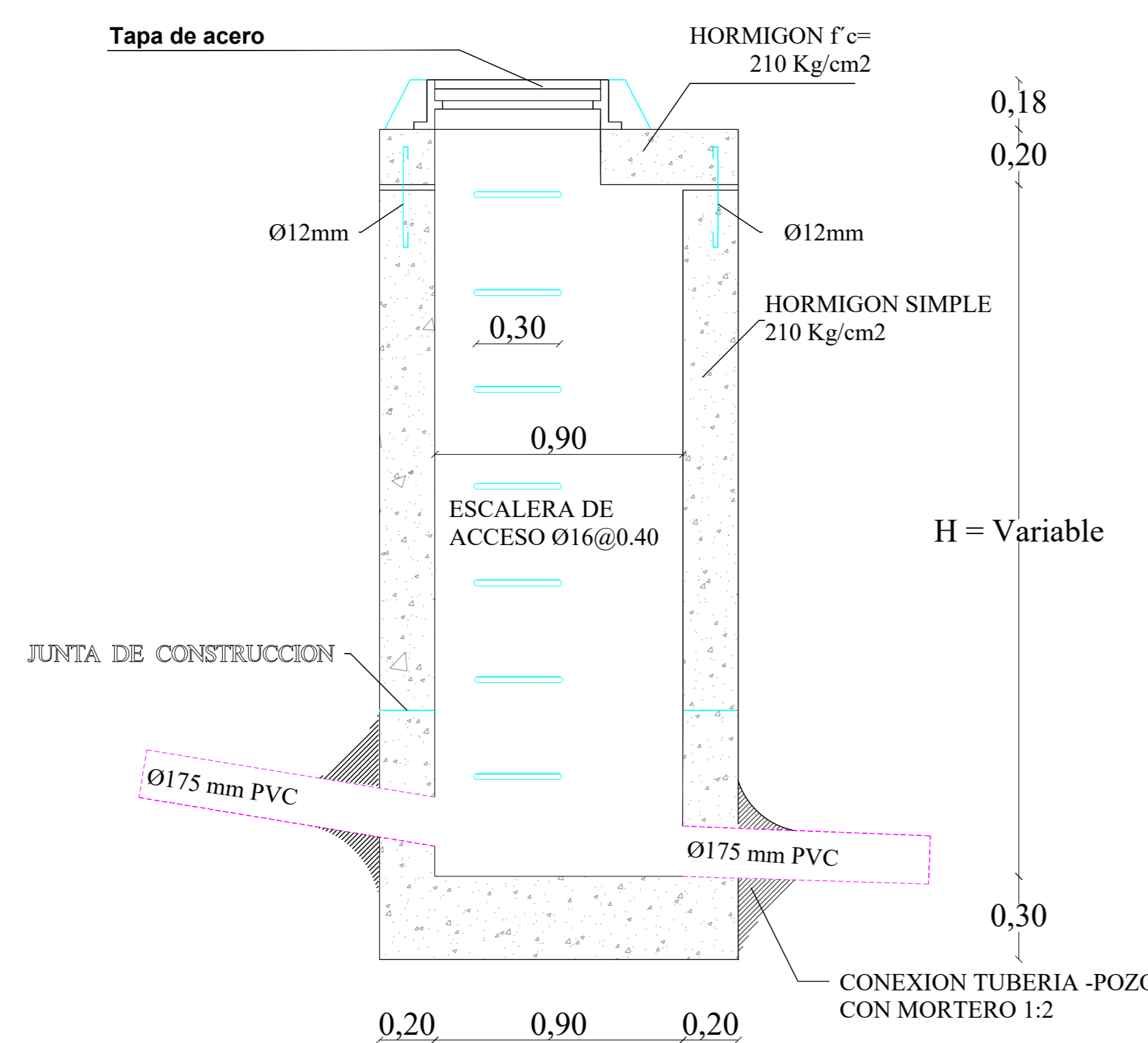
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velástegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: - Fernando J. Aguirre S. - Tomás A. Suárez U.	Fecha de Emisión: 27 de julio, 2023
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Cristian Salas V.		Lámina: 7/7	Escala: Indicadas

ANCHOS MÍNIMOS DE ZANJAS PARA TUBERÍAS		
DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO
Milímetros	Pulgadas	Centímetros
110	4	60
160	6	70
200	8	75
250	10	80
300	12	85
350	14	90
400	16	100
450	18	115
500	20	120
600	24	130
700	28	140
800	32	160
900	36	170



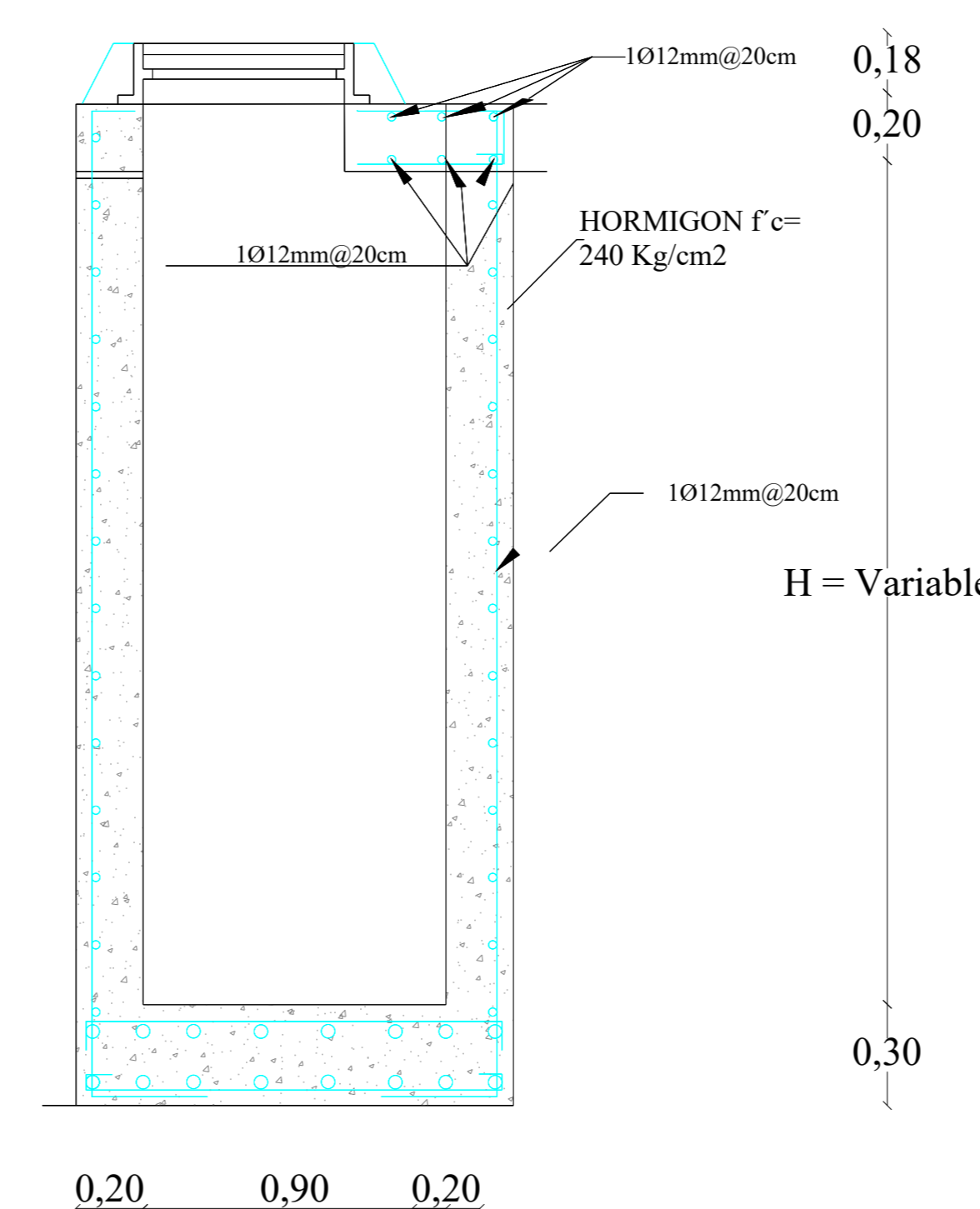
Detalle de zanja de tubería

Escala 1:50



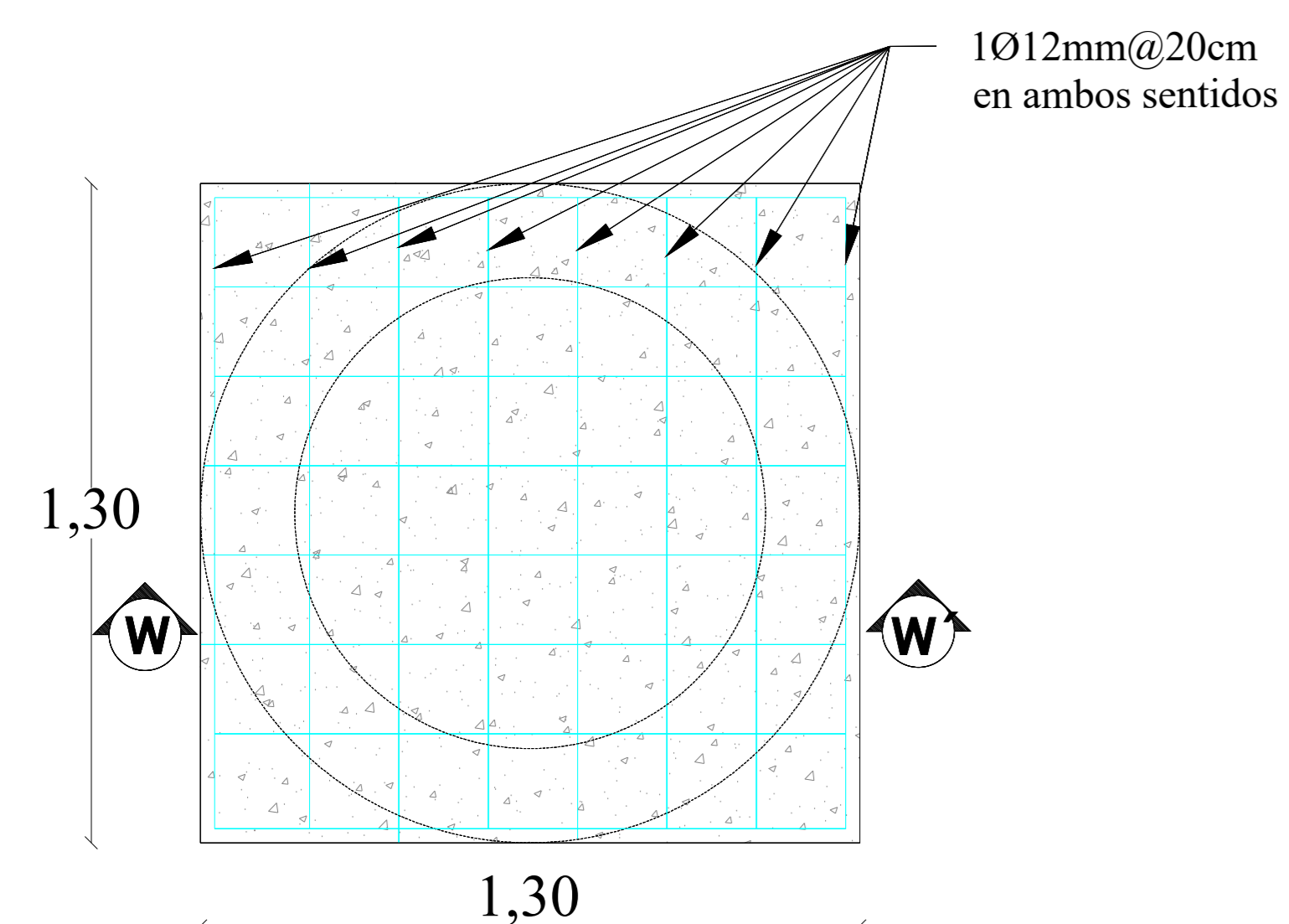
Detalle de pozo de revisión

Escala 1:75



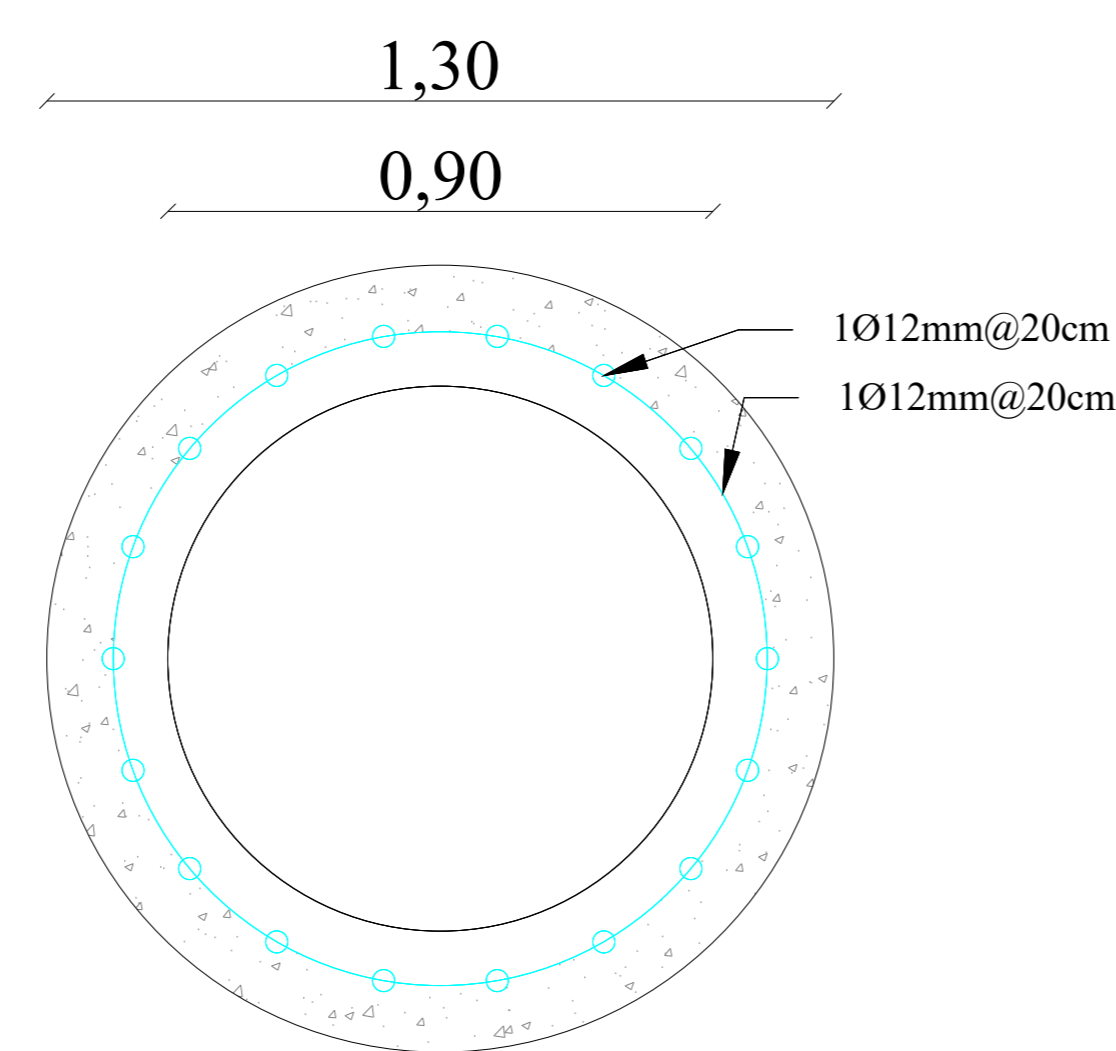
Detalle del armado del pozo de revisión

Escala 1:75



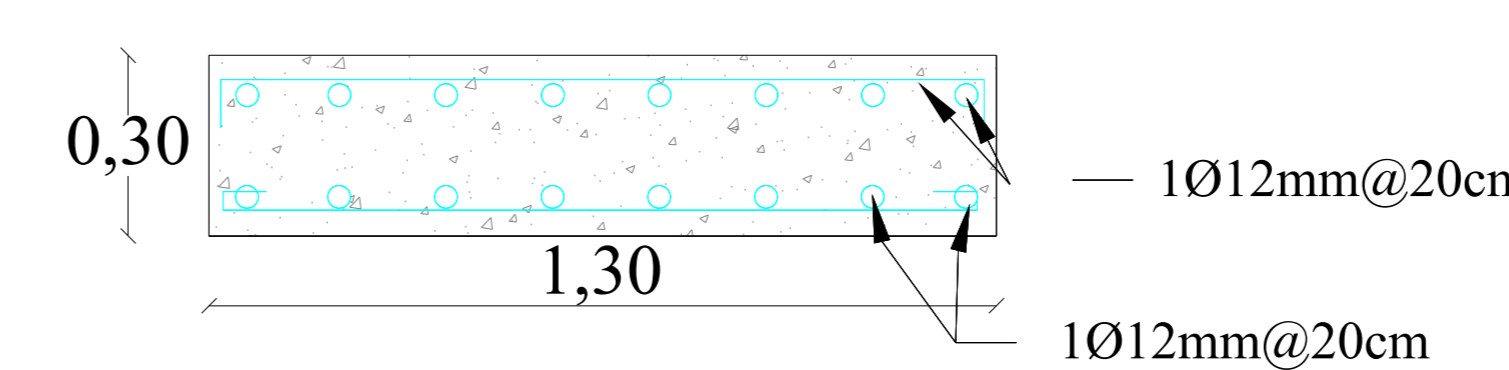
Detalle de losa de pozo de revisión

Escala 1:50



Detalle de paredes del pozo de revisión

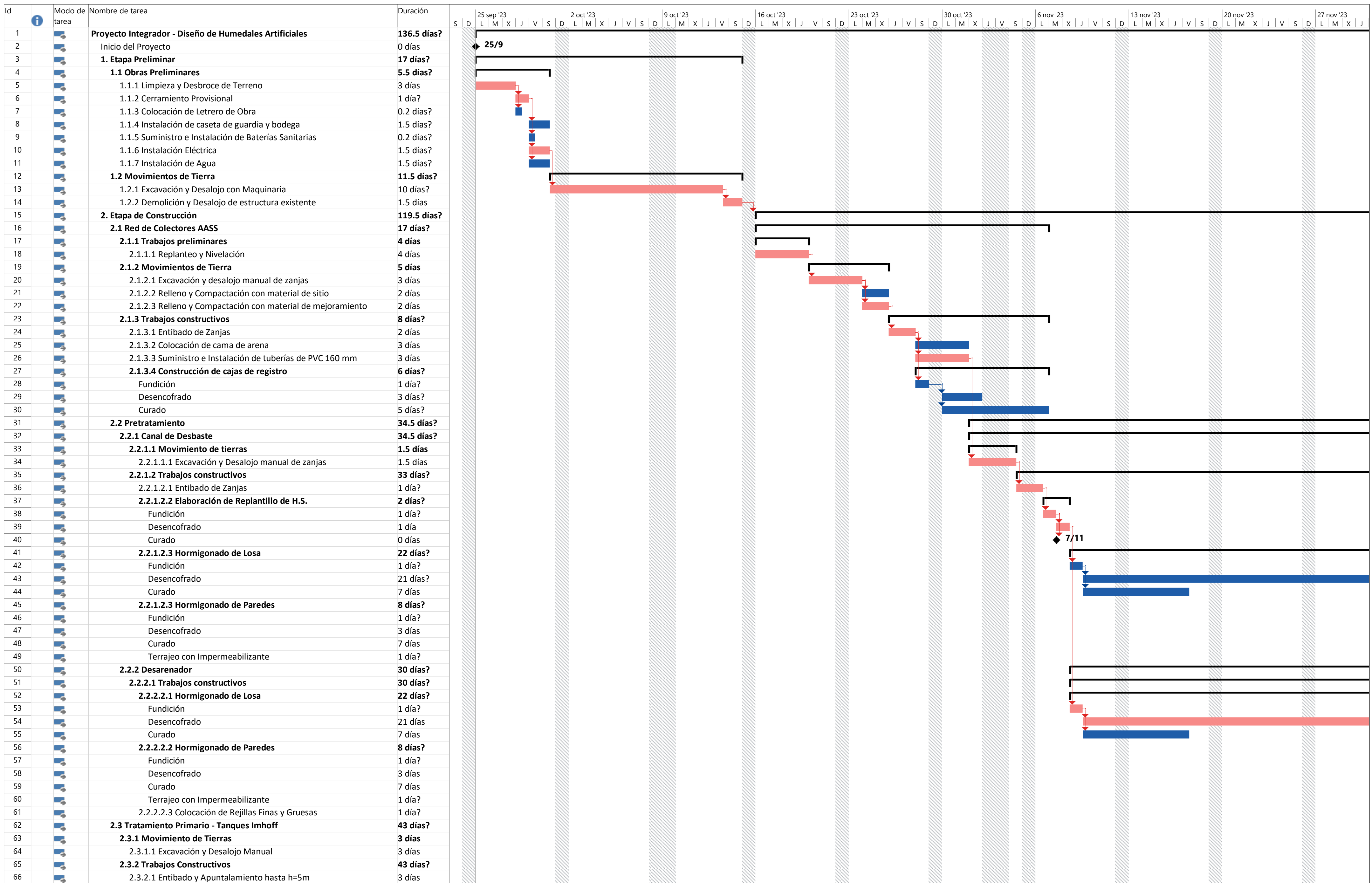
Escala 1:50



Detalle de losa de pozo de revisión W-W'

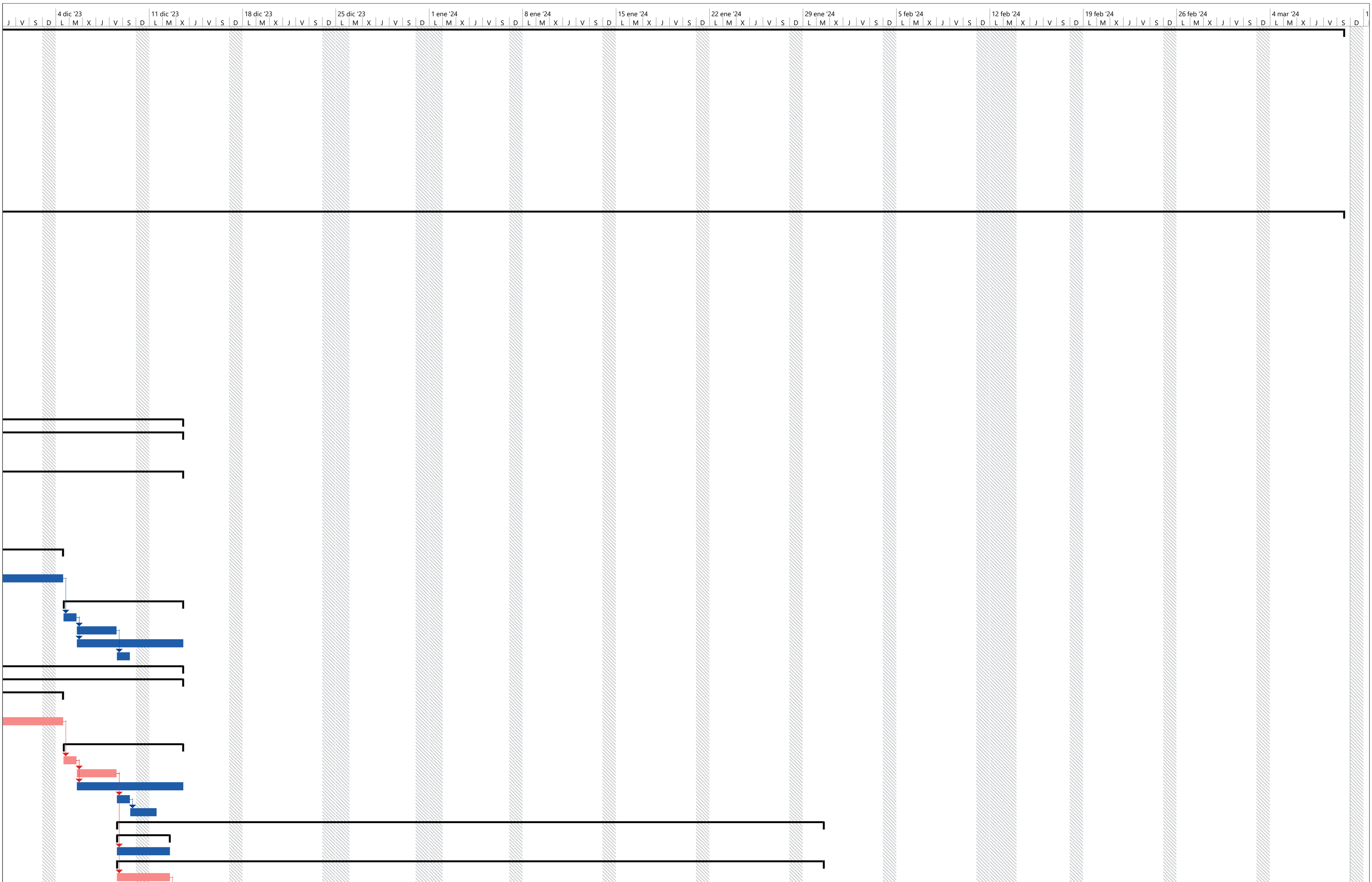
Escala 1:50

IV ANEXO – CRONOGRAMA

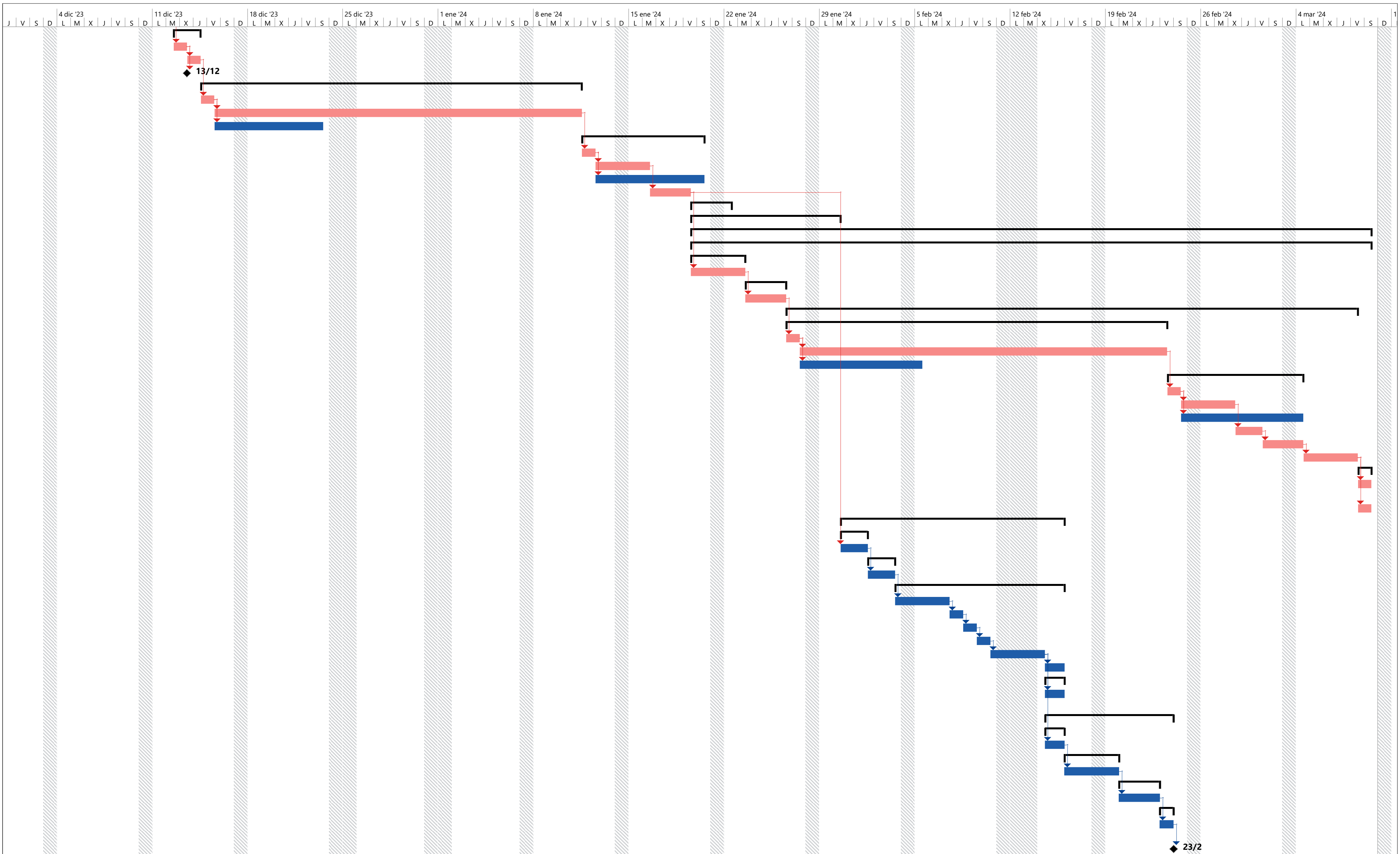


Proyecto: Cronograma de Obra
Fecha: vie 18/8/23

Tarea		Resumen		Hito inactivo		solo duración		solo el comienzo		solo fin		Hito externo		División crítica	
División		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Informe de resumen manual		solo fin		solo fin		Fecha límite		Progreso	
Hito		Tarea inactiva		Tarea manual		Resumen manual		Tareas externas		Tareas críticas		Tareas críticas		Progreso manual	



Proyecto: Cronograma de Obra
 Fecha: vie 18/8/23



Proyecto: Cronograma de Obra
 Fecha: vie 18/8/23

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual