

**UNIVERSIDAD LAICA «ELOY ALFARO» DE
MANABÍ**

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

INGENIERÍA CIVIL



Trabajo De Titulación Previo A La Obtención Del Título De:

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: PROYECTO TÉCNICO

Tema

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE
KAYAMÁS, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**

Título

**CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO MÁS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA
COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA
SANTIAGO.**

Tutor

ING. JAVIER BAQUE SOLÍS

Autor

TSEREMP MINCHALO DIEGO ISMAEL

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2026 (1)

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Como tutor académico de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico lo siguiente:

He supervisado y orientado la elaboración del trabajo de titulación, completando un total de 192 horas, bajo la modalidad de **Proyecto Técnico**. El tema del proyecto técnico es "**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE KAYAMÁS, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**". Este proyecto ha sido desarrollado conforme a los lineamientos internos de la mencionada modalidad, y ha cumplido con los requisitos establecidos por el Reglamento de Régimen Académico. Por lo tanto, **certifico** que el proyecto mencionado posee los méritos académicos, científicos y formales necesarios para ser evaluado por el tribunal de titulación designado por la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a Tseremp Minchalo Diego Ismael, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2026 (1), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a menos que la ley disponga lo contrario.

Manta, 24 de agosto de 2026.

Lo certifico,



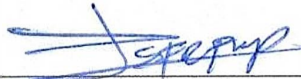
Ing. Baque Solís Javier Enrique, Mgs.
C.C.: 130999417-4
Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Diego Ismael Tseremp Minchalo con CC: 010648564-2, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Técnico con el tema **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE KAYAMÁS, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"**, el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Javier Enrique Baque Solis.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución bibliográfica de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 24 días del mes de agosto de dos mil veinte y seis.



Diego Ismael Tseremp Minchalo

C.C. 010648564-2

Autor.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación siguiendo la modalidad de Proyecto Técnico, con el tema: "DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DE KAYAMÁS, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO" elaborado por el egresado:

TSEREMP MINCHALO DIEGO ISMAEL de la Carrera de Ingeniería Civil.

INGENIERA CIVIL

Aprobado por el Tribunal Examinador

Ing. José Hualpa Muñoz. Mg
Miembro del tribunal

Dr. Eric Cabrera Estupiñán
Miembro del tribunal

DEDICATORIA

A mi familia, quienes fueron un lugar al que pude regresar cuando más momentos de incertidumbre llegué a sentir y ser ese motivo por el cual levantarme y seguir luchando. A mi papá quien desde pequeño me enseñó que el esfuerzo y la disciplina siempre tendrán una gran recompensa. A mi mamá quien es mi pilar emocional y que cuando más necesitaba solo bastaba un mensaje o una llamada para poder sentirme en mi lugar seguro. A mi hermano y hermana quienes a pesar de la distancia siempre supieron hacerse sentir presentes.

A mis amigos, quienes me regalaron su tiempo ya sea con ayudas, paseos, momentos tristes y momentos de felicidad. Gracias por ser esa compañía, palabras de aliento, por las conversaciones profundas de las noches y sobre todo gracias por aguantarme en mis momentos de estrés demostrándome así que incluso en mis peores momentos ustedes no me dejarían solo. Su presencia hizo que esta etapa sea un poco más alegre de lo que pensaba.

A todas las personas que de una u otra manera se dieron el tiempo de escuchar mis ideas, mis problemas o simplemente compartieron conmigo. Hicieron de mi estancia en la universidad una etapa acogedora.

Por último, al Diego de primer ciclo que no sabía qué carrera escoger. Ahora, cinco años después, estás redactando el documento que tanto anhelaba y que estoy más que seguro que ahora mismo está bailando de la emoción por cumplir una meta más en su vida.

Diego Ismael Tseremp Minchalo

Autor

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida. Gracias por el amor incondicional, por animarme cuando sentía que estaba cansado, por cada sacrificio y por ser fuertes al momento de las despedidas y gracias por ser parte de cada logro. La confianza y apoyo fueron de gran ayuda para no rendirme y llegar hasta donde estoy ahora.

A mis amigos, quienes dejaron de ser compañeros de clase y empezaron a ser parte de mi familia. Gracias por compartirme conocimiento, alegrías, tristezas y hasta coraje. Gracias por convertir cada momento de dificultad en un momento de alegría y, sobre todo, gracias por hacerme sentir como mi segundo hogar. Su apoyo, consejos, compañía y confianza hicieron que mi estancia en la universidad sea una cajita de sorpresas, y a mí las sorpresas me gustan.

De manera especial, agradezco a mi tutor de tesis, su guía, consejo y ayuda fue de vital importancia durante este proceso. Su experiencia fue fundamental para fortalecer este trabajo y que se desarrollara de manera excelente.

Finalmente agradezco a las personas que se dieron el tiempo de estar presentes en un corto periodo de tiempo, pero dejaron una huella importante al hacerme ver que soy capaz afrontar cualquier cosa, solo necesito ser más paciente.

A todos ustedes un eterno y más sincero agradecimiento.

Diego Ismael Tseremp Minchalo

Autor

Síntesis y palabras claves

El presente trabajo de titulación desarrolla el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Kayamás, parroquia Bomboiza, cantón Gualaquiza, provincia de Morona Santiago, la cual carece actualmente de un sistema de saneamiento público y depende de pozos sépticos individuales que colapsan con frecuencia, generando insalubridad y riesgo de contaminación del Río Cuyes.

A partir de un levantamiento topográfico y un diagnóstico demográfico de campo, se determinó una población actual de 419 habitantes y, mediante el método de crecimiento geométrico, una población de diseño de 740 habitantes al horizonte de 20 años. Sobre esta base se calcularon los parámetros de diseño (dotación, coeficiente de retorno, caudal medio diario y caudal máximo horario mediante el coeficiente de Harmon), los cuales se emplearon para modelar y dimensionar la red de colectores sanitarios mediante OpenFlows SewerCAD, utilizando el método de cargas puntuales por vivienda (Property Connection). El diseño resultante contempla tuberías de PVC con diámetros de 200 mm, cumpliendo los criterios normativos de velocidad, tensión tractiva y relación de llenado establecidos en la Norma CPE INEN 5.

Para el tratamiento de las aguas residuales se dimensionó un sistema compuesto por un tanque séptico comunitario de dos cámaras y un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). A partir de eficiencias de remoción de referencia adoptadas de la literatura técnica, se estimaron remociones globales del 83.75 % para la Demanda Bioquímica de Oxígeno y del 90 % para los Sólidos Suspendedos Totales, valores que sitúan las concentraciones esperadas del efluente por debajo de los límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A para estos dos parámetros. Dado que el trabajo no contempló caracterización de laboratorio del agua residual ni la evaluación del perfil completo de parámetros de la normativa, estos resultados constituyen una estimación teórica del desempeño esperado del sistema y no una verificación de cumplimiento normativo. Como resultado final, el proyecto entrega planos constructivos, la memoria técnica del cálculo y el presupuesto referencial, construyendo una herramienta técnica para la gestión y

futura ejecución de la obra por parte de la comunidad y el GAD Municipal de Gualaquiza.

Palabras clave: alcantarillado sanitario, SewerCAD, saneamiento rural, tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente.

Abstract and keywords

This undergraduate thesis presents the design of the sanitary sewer system and wastewater treatment plant for the Kayamás community, Bomboiza parish, Gualaquiza canton, Morona Santiago province, which currently lacks a public sanitation system and relies on individual septic tanks that frequently collapse, generating unsanitary conditions and a risk of contamination to the Cuyes River.

Based on a topographic survey and a field demographic diagnosis, a current population of 419 inhabitants was determined, and, using the geometric growth method, a design population of 740 inhabitants was projected over a 20-year horizon. On this basis, the hydraulic design parameters were calculated (water allocation, return coefficient, average daily flow, and peak hourly flow using the Harmon coefficient), which were used to model and size the sanitary collector network using OpenFlows SewerCAD software, applying the point-load method per household (Property Connection). The resulting design comprises PVC pipes with a minimum diameter of 200 mm and meets the regulatory criteria for velocity, tractive tension, and filling ratio established in Ecuadorian Standard CPE INEN 5.

For wastewater treatment, a system composed of a two-chamber communal septic tank followed by an upflow anaerobic filter (UAF) was sized. Based on reference removal efficiencies adopted from the technical literature, estimated overall removals of 83.75 % for Biochemical Oxygen Demand and 90 % for Total Suspended Solids were obtained, placing the expected effluent concentrations below the limits set by Ministerial Agreement 097-A for these two parameters. Since this work did not include laboratory characterisation of the wastewater nor the assessment of the full set of regulatory parameters, these results constitute a theoretical estimate of the expected performance of the system rather than a verification of regulatory compliance. As a final outcome, the project delivers the construction drawings, the technical calculation report, and the reference budget, providing the community and the Gualaquiza Municipal GAD with a technical tool for the management and future execution of the works.

Keywords: sanitary sewer system, SewerCAD, rural sanitation, septic tank, upflow anaerobic filter.

Índice general

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	v
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	vii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTO	xi
Síntesis y palabras claves	xiii
Abstract and keywords	xv
Índice de contenido	xvii
Índice de figuras	xxvii
Índice de tablas	xxxii
Glosario	1
Abreviaturas y siglas	5
Introducción	7

Antecedentes	9
Justificación	11
Propuesta	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
1. Descripción de la zona	17
1.1. Descripción general de la zona	19
1.1.1. Ubicación geográfica	19
1.1.1.1. Coordenadas geográficas	19
1.1.1.2. Coordenadas UTM	19
1.2. Topografía	20
1.2.1. Planimetría	20
1.2.2. Altimetría	20
1.3. Climatología	20
2. Bases de diseño	21
2.1. Generalidades	23
2.2. Principios hidráulicos	23
2.3. Bases para diseño	24
2.3.1. Parámetros de diseño	24

2.3.2.	Ubicación, pendiente y configuración de la red de alcantarillado	25
2.3.3.	Conexiones domiciliarias	27
2.3.4.	Profundidad mínima y máxima de la tubería	28
2.3.5.	Relación de caudales a sección llena	29
2.3.5.1.	Relación de Caudal $\frac{q}{Q}$ y Tirante Hidráulico $\frac{y}{D}$.	29
2.3.6.	Velocidad mínima y máxima	29
2.3.6.1.	Velocidad mínima	29
2.3.6.2.	Velocidad máxima	30
2.3.7.	Periodo de diseño	30
2.3.8.	Población de diseño	31
2.3.8.1.	Población Actual	31
2.3.8.2.	Población futura (P_f)	32
2.3.9.	Parámetros de Caudal de Diseño	34
2.3.9.1.	Dotación de agua potable	34
2.3.9.2.	Asignación de caudales y cargas unitarias . . .	34
2.3.9.3.	Índice habitacional por vivienda	35
2.3.9.4.	Trazabilidad de la población de diseño a las cargas del modelo	36
2.3.9.5.	Coeficiente de retorno (C)	37
2.3.10.	Caudal de diseño	38
2.3.10.1.	Caudal medio diario (Q_{MD})	38
2.3.10.2.	Caudal máximo horario (Q_{MH})	39

2.3.10.3. Caudal de infiltraciones (Q_{inf})	40
2.3.10.4. Caudal de conexiones ilícitas (Q_{il})	40
2.3.10.5. Caudal de diseño (Q_d)	41
3. Diseño de la red de alcantarillado	43
3.1. Introducción	45
3.2. Configuración del Programa SewerCAD	45
3.2.1. Ecuación de Fricción y Régimen de Flujo	45
3.2.2. Unidades métricas	47
3.2.3. Restricciones	47
3.3. Definición de materiales y catálogos comerciales	48
3.4. Topografía y trazado de la red	49
3.4.1. Digitalización de Elementos de la Red	50
3.4.2. Extracción de cotas	52
3.5. Asignación de caudales	53
3.5.1. Factor Harmon (Extreme Flow Setups)	54
3.5.2. Asignación de caudal (LoadBuilder)	54
3.6. Simulación y Diseño	56
3.6.1. Diseño automático de la red	56
4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	57
4.1. Introducción	59
4.2. Tipos de aguas residuales	59
4.3. Características principales de las aguas residuales	60

4.3.1.	Características físicas: Sólidos Suspendidos Totales (SST)	60
4.3.2.	Características Químicas: Materia Orgánica DBO5 y Tasa de Carga Másica	61
4.3.3.	Características Biológicas: Coliformes.	62
4.4.	Características del agua residual de la comunidad Kayamás . . .	62
4.4.1.	Caudal volumétrico de Diseño	62
4.4.2.	DBO5 y Sólidos Suspendidos Totales.	63
4.5.	Marco legal para la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua dulce	64
4.6.	Tecnología utilizada en el tratamiento de aguas residuales generadas para pequeñas poblaciones	66
4.7.	Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	67
4.7.1.	Diseño de Tratamiento Primario	68
4.7.1.1.	Tiempo de Retención Hidráulica	68
4.7.1.2.	Cálculo de Volúmenes Parciales del Reactor . .	68
4.7.1.3.	Dimensionamiento Geométrico	70
4.8.	Diseño del tratamiento Secundario (FAFA).	70
4.8.1.	Estimación de la Carga Orgánica Afluente (W_{inFA}) . . .	70
4.8.2.	Verificación por Carga Orgánica Volumétrica (COV) . .	71
4.8.3.	Dimensionamiento Hidráulico y Volumen de Lecho (V_f) .	71
4.8.4.	Geometría del Reactor	71
5.	Presupuesto	73
5.1.	Memoria de Cálculo del Presupuesto Referencial	75

5.1.1.	Red de Alcantarillado Sanitario	75
5.1.1.1.	Replanteo y nivelación con equipo topográfico .	75
5.1.1.2.	Excavación a máquina en zanja (suelo normal) .	75
5.1.1.3.	Cama de arena para asiento de tubería	76
5.1.1.4.	Relleno compactado mecánico con material de sitio	76
5.1.1.5.	Desalojo de material en volquete	77
5.1.1.6.	Suministro e instalación de tubería PVC perfila- da Di=200mm	77
5.1.1.7.	Rasanteo manual de zanja	77
5.1.1.8.	Entibado de zanja (tramos profundos)	77
5.1.1.9.	Excavación para pozos de revisión	78
5.1.1.10.	Construcción de pozos de revisión, por rango de profundidad	78
5.1.1.11.	Catastro y deslinde predial	79
5.1.2.	Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR) . .	79
5.1.2.1.	Limpieza y desbroce manual del terreno	79
5.1.2.2.	Excavación a máquina en suelo conglomerado .	79
5.1.2.3.	Desalojo de material en volquete (PTAR) . . .	80
5.1.2.4.	Relleno perimetral compactado (opcional) . . .	80
5.1.2.5.	Hormigón simple de replantillo	80
5.1.2.6.	Hormigón armado para muros y losas	80
5.1.2.7.	Acero de refuerzo	81
5.1.2.8.	Encofrado y desencofrado	81

5.1.2.9.	Suministro y colocación de medio filtrante (FAFA)	81
5.1.2.10.	Tapas de inspección y tubería de ventilación . .	81
5.1.3.	Transporte	81
5.1.3.1.	Transporte de material pétreo en volquete . . .	81
5.1.3.2.	Transporte de materiales varios en camión . . .	82
5.1.3.3.	Transporte de cemento en camión	82
5.1.3.4.	Transporte de retroexcavadora ida y vuelta . .	82
6.	Resultados	87
6.1.	Resultados Capítulo 2: Bases de diseño	89
6.1.1.	Tabla Resumen Capítulo 2: Bases de diseño	90
6.2.	Resultados Capítulo 3: Diseño de la red de alcantarillado	91
6.2.1.	Resultados Simulación SewerCAD Tuberías	91
6.2.2.	Resultados Simulación SewerCAD Pozos	95
6.2.3.	Resultados Simulación SewerCAD Property Connection .	96
6.3.	Resultados Capítulo 4: Planta de Tratamiento de Aguas Residua- les (PTAR)	99
6.3.1.	Resultados Tratamiento Primario	99
6.3.1.1.	Volúmenes de Operación	99
6.3.1.2.	Geometría del Tanque	100
6.3.2.	Resultados Tratamiento Secundario	101
6.3.2.1.	Verificación Orgánica y Volumétrica	101
6.3.2.2.	Geometría del Reactor	102

6.3.2.3.	Balance de Materia Orgánica (DBO_5)	103
6.3.2.4.	Balance de Sólidos Suspendidos Totales (SST) .	104
6.3.2.5.	Comparación del efluente estimado con los límites de descarga	104
6.3.2.6.	Alcance y limitaciones de la estimación de calidad del efluente	105
6.3.3.	Tabla Resumen Capítulo 4: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	106
6.3.4.	Verificación de las unidades de tratamiento frente al caudal total afluente	107
Conclusiones		109
Recomendaciones		111
Referencias bibliográficas		113
A. Anexos Capítulo 1: Descripción de la zona		117
A.1.	Anexos Altimetría	117
Anexos		117
B. Anexo Capítulo 2: Bases de diseño		139
B.1.	Anexo de Población de diseño	139
B.2.	Anexo ($\mathbf{P_f}$)Población futura	139
B.3.	Anexo Método Geométrico	142
C. Anexos Capítulo 3: Diseño de la red de alcantarillado		145

C.1. Anexos de restricciones de diseño SewerCAD	145
D. Anexos Capítulo 5: Presupuesto	149
D.1. Anexos Análisis de Precios Unitarios	149
E. Planos del sistema de alcantarillado	175

Índice de figuras

1.1. Vista aérea de la Comunidad de Kayamás	19
3.1. Bases de diseño y cálculo para el programa SewerCAD	46
3.2. Unidad de medidas SI	47
3.3. Definición de catálogos	50
3.4. Topografía adjunta	51
3.5. Pozos	51
3.6. Tuberías	52
3.7. Property Connection/Viviendas	52
3.8. Extracción de Elevación de Planimetría	53
3.9. Creación de Carga Unitaria	54
3.10. Asignación de Cargas Unitarias a cada Property Connection . .	55
3.11. Selección de Método de Cálculo LoadBuilder	55
B.1. Gráfica Proyección Población Futura	143
C.1. Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows Sewer- CAD (captura 1 de 5)	145
C.2. Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows Sewer- CAD (captura 2 de 5)	146
C.3. Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows Sewer- CAD (captura 3 de 5)	146

C.4. Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows Sewer-CAD (captura 4 de 5)	147
C.5. Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows Sewer-CAD (captura 5 de 5)	147
D.1. Análisis de precios unitarios: hoja 1 de 26	149
D.2. Análisis de precios unitarios: hoja 2 de 26	150
D.3. Análisis de precios unitarios: hoja 3 de 26	151
D.4. Análisis de precios unitarios: hoja 4 de 26	152
D.5. Análisis de precios unitarios: hoja 5 de 26	153
D.6. Análisis de precios unitarios: hoja 6 de 26	154
D.7. Análisis de precios unitarios: hoja 7 de 26	155
D.8. Análisis de precios unitarios: hoja 8 de 26	156
D.9. Análisis de precios unitarios: hoja 9 de 26	157
D.10. Análisis de precios unitarios: hoja 10 de 26	158
D.11. Análisis de precios unitarios: hoja 11 de 26	159
D.12. Análisis de precios unitarios: hoja 12 de 26	160
D.13. Análisis de precios unitarios: hoja 13 de 26	161
D.14. Análisis de precios unitarios: hoja 14 de 26	162
D.15. Análisis de precios unitarios: hoja 15 de 26	163
D.16. Análisis de precios unitarios: hoja 16 de 26	164
D.17. Análisis de precios unitarios: hoja 17 de 26	165
D.18. Análisis de precios unitarios: hoja 18 de 26	166
D.19. Análisis de precios unitarios: hoja 19 de 26	167

D.20.Análisis de precios unitarios: hoja 20 de 26	168
D.21.Análisis de precios unitarios: hoja 21 de 26	169
D.22.Análisis de precios unitarios: hoja 22 de 26	170
D.23.Análisis de precios unitarios: hoja 23 de 26	171
D.24.Análisis de precios unitarios: hoja 24 de 26	172
D.25.Análisis de precios unitarios: hoja 25 de 26	173
D.26.Análisis de precios unitarios: hoja 26 de 26	174

Índice de tablas

2.1. Pendientes mínima según material de tubería	26
2.2. Distancia máxima entre pozos (m)	26
2.3. Diámetro interno del pozo de revisión en función del máximo diámetro del colector	26
2.4. Profundidad mínima a la cota clave	28
2.5. Velocidades máximas	30
2.6. Trazabilidad de la población de diseño a las cargas del modelo hidráulico	37
2.7. Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas	38
4.1. Carga Promedio de las ARD en área Rural	63
4.2. Aportes per cápita para aguas residuales domésticas	63
4.3. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce	66
6.1. Resultados Bases de Diseño	90
6.2. Tuberías Simulación SewerCAD	92
6.3. Pozos Simulación SewerCAD	95
6.4. Property Connection Simulación SewerCAD	96
6.5. Comparación del effluente estimado con los límites de descarga del AM 097-A	105
6.6. Resumen de resultados obtenidos	106
6.7. Verificación de las unidades de tratamiento frente al caudal total afluente	108

A.1. Puntos de Levantamiento Topográfico (Trabajo en campo) . . .	117
B.1. Estructura de la población actual por grupo etario y sexo	139
B.2. Distribución de las familias según número de integrantes	140
B.3. Indicadores demográficos de la comunidad Kayamás	140
B.4. Estructura Poblacional	140
B.5. Tabla de Proyección de Población Futura	142

Glosario

Caudal de diseño (Q_d) Caudal máximo que debe conducir un tramo de la red de alcantarillado sanitario, resultante de la suma del caudal máximo horario, el caudal de infiltración y el caudal por conexiones ilícitas, empleado como base para el dimensionamiento hidráulico de las tuberías.

Caudal institucional (Q_{ins}) Aporte de aguas residuales generado por instituciones y edificaciones de uso público (escuelas, centros de salud, casas comunales), cuya dotación se determina de manera diferenciada respecto al consumo residencial, en función del tipo de servicio y actividad que prestan.

Caudal máximo horario (Q_{MH}) Caudal correspondiente al momento de mayor consumo de agua a lo largo del día, obtenido al aplicar el coeficiente de mayoración de Harmon al caudal medio diario.

Caudal medio diario (Q_{md}) Caudal promedio de aguas residuales generado por la población de diseño en un día, calculado a partir de la dotación de agua potable y el coeficiente de retorno.

Coeficiente de Harmon (M) Factor de mayoración empleado para estimar el caudal máximo horario a partir del caudal medio diario, en función de la población servida, que refleja la simultaneidad de uso de los aparatos sanitarios en las horas de mayor demanda.

Coeficiente de retorno Porcentaje del agua potable consumida por la población que efectivamente se convierte en agua residual y es descargada a la red de alcantarillado.

Cota de batea Nivel de elevación de la parte inferior interna de una tubería o pozo de revisión, empleado como referencia para el cálculo de pendientes y profundidades de la red.

Cota de terreno Nivel de elevación de la superficie natural del terreno en un punto determinado, obtenido del levantamiento topográfico.

Dotación Volumen de agua potable asignado por habitante por día, empleado como base para el cálculo de los caudales de aguas residuales.

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) Unidad de tratamiento secundario de aguas residuales que consiste en un reactor relleno de medio filtrante (grava), a través del cual el agua residual proveniente del tanque séptico circula en sentido ascendente, favoreciendo la degradación biológica anaerobia de la materia orgánica remanente.

LoadBuilder Herramienta del software OpenFlows SewerCAD que permite vincular automáticamente las cargas sanitarias de cada Property Connection con el tramo de tubería más cercano de la red, identificando la conexión lateral virtual entre la vivienda y el colector.

Medio filtrante Material granular (grava clasificada) que compone el lecho del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente, sobre el cual se desarrolla la biopelícula responsable de la degradación biológica del agua residual.

Método geométrico de proyección poblacional Método de estimación de población futura que asume un crecimiento proporcional al tamaño de la población existente en cada periodo, aplicando una tasa de crecimiento constante de forma geométrica (exponencial) a lo largo del horizonte de diseño.

Nodo de salida (emisor final) Punto final de la red de alcantarillado sanitario, donde el caudal recolectado converge para ser conducido hacia la planta de tratamiento o hacia el cuerpo receptor.

Pozo de revisión Estructura de hormigón, de sección típicamente circular, ubicada en los puntos de inicio, cambio de dirección, cambio de pendiente o unión de tramos de la red de alcantarillado, que permite el acceso para inspección, limpieza y mantenimiento.

Presupuesto referencial Estimación del costo total de una obra, elaborada a partir de cantidades de obra y precios unitarios, que sirve como referencia para la gestión del financiamiento y la eventual contratación de la construcción.

Property Connection Elemento del modelo hidráulico en OpenFlows SewerCAD que representa la carga sanitaria de una vivienda o edificación individual, vinculada a un punto específico de la red.

Relación de llenado Proporción entre la altura del tirante de agua y el diámetro interno de la tubería, empleada como criterio normativo para verificar que la tubería no trabaje a sección llena bajo el caudal de diseño.

Tanque séptico Unidad de tratamiento primario de aguas residuales que,

mediante un proceso de sedimentación y digestión anaerobia de lodos, remueve una fracción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica antes de que el efluente continúe hacia una unidad de tratamiento secundario.

Tensión tractiva Esfuerzo cortante ejercido por el flujo de agua sobre las paredes internas de la tubería, empleado como criterio normativo mínimo para garantizar el arrastre de sedimentos y evitar la sedimentación de sólidos en la red.

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) Tiempo promedio que permanece el agua residual dentro de una unidad de tratamiento (tanque séptico o FAFA), determinante para el dimensionamiento del volumen útil de dicha unidad.

Unit Sanitary Load (Carga Unitaria Sanitaria) Valor de caudal de aporte sanitario asignado a una Property Connection dentro del software OpenFlows SewerCAD, calculado a partir de la dotación, el coeficiente de retorno y, cuando aplica, el número de habitantes o usuarios de la edificación.

Velocidad de autolimpieza Velocidad mínima que debe alcanzar el flujo de agua residual dentro de la tubería para evitar la sedimentación de sólidos y garantizar el arrastre del material transportado.

Volumen útil Volumen efectivo de operación de una unidad de tratamiento, resultante de la suma de los volúmenes de sedimentación, digestión de lodos y almacenamiento de natas, en el caso del tanque séptico.

Abreviaturas y siglas

APU Análisis de Precios Unitarios

CAMICON Cámara de la Industria de la Construcción

COV Carga Orgánica Volumétrica

CPE INEN 5 Código de Práctica Ecuatoriano del Instituto Ecuatoriano de Normalización, Parte 9: Normas para Estudio, Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillado

DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (a 5 días)

FAFA Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado

Hf Altura del lecho filtrante (FAFA)

INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos

IVA Impuesto al Valor Agregado

Lf Longitud interna de la cámara del filtro (FAFA)

M Coeficiente de mayoración de Harmon

MAATE Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

msnm Metros sobre el nivel del mar

PC Property Connection

PDOT Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Pf Población futura (de diseño)

P0 Población actual (año base)

PTAR Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

PVC Policloruro de Vinilo

Qd : Caudal de diseño

Qins : Caudal institucional

Qmd : Caudal medio diario

QMH : Caudal máximo horario

RAS 2016 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Colombia)

SERCOP Servicio Nacional de Contratación Pública

SST Sólidos Suspendidos Totales

TRH Tiempo de Retención Hidráulica

Vd : Volumen de digestión de lodos

Vf : Volumen neto del medio filtrante (FAFA)

Vn : Volumen de natas

Vs : Volumen de sedimentación

Vu : Volumen útil

Introducción

La principal causa de morbilidad en diferentes regiones del mundo está vinculada con enfermedades de origen hídrico, las cuales se producen debido a un deficiente manejo y disposición de aguas residuales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), el saneamiento deficiente y la contaminación del agua son los responsables directos de la transmisión de enfermedades. Según los reportes del programa conjunto de monitoreo, aproximadamente 2.300 millones de personas en el mundo aún carecen de instalaciones básicas de saneamiento, lo que limita severamente su desarrollo humano y económico (OMS/UNICEF, 2017, p. 15).

Estas consideraciones y la constante necesidad de progreso de los habitantes promueven el desarrollo de proyectos de saneamiento, que buscan satisfacer la aspiración de contar con mejores condiciones de vida y salvaguardar la salud pública. Una red de alcantarillado sanitario es un sistema que tiene por función recolectar, transportar y evacuar las aguas residuales. A su vez, el sistema de tratamiento o depuración tiene como principal función reducir y remover las concentraciones contaminantes del agua residual afluyente, hasta que sus características físicas, químicas y biológicas sean aptas para ser asimiladas por un cuerpo receptor sin alterar su ecosistema.

La Comunidad de Kayamás carece en la actualidad de un sistema de alcantarillado público, lo que refleja el déficit parroquial, cuya cobertura apenas alcanza el 6.4% según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial local. Ante la falta de servicios básicos, sus habitantes se han visto en la necesidad de recurrir a sistemas individuales para el manejo de las aguas residuales, tales como pozos sépticos. Sin embargo, debido a las fuertes precipitaciones y la saturación del tipo de suelo, estos sistemas colapsan con frecuencia, originando condiciones de malestar, insalubridad y la potencial contaminación del Río Cuyes; por estos motivos surge la necesidad técnica de diseñar una red de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento cuya función principal es erradicar la insalubridad, proteger las fuentes hídricas y reactivar el desarrollo de infraestructura local (GAD Municipal Gualaquiza, 2024; Gualaquiza, 2025).

El presente trabajo de titulación contiene el diseño, la simulación hidráu-

lica en el software SewerCAD, los cálculos, el presupuesto y los planos definitivos de la red de alcantarillado sanitario y el respectivo tanque séptico, así como las normativas y consideraciones técnicas que condicionan el diseño.

Antecedentes

A nivel mundial, uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) es la gestión segura del agua y su respectivo saneamiento, objetivo de alta prioridad, ya que busca garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua para todos. A pesar de ello, en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (UNESCO, 2024, pp. 138-145) se advierte que ninguna de las metas del ODS 6 parece ir por buen camino y se destaca que gran parte de la población mundial carece de acceso a servicios de saneamiento bien gestionados, situación que, sumada a la falta de tratamiento previo a su vertido en los cuerpos receptores, incrementa la transmisión de enfermedades y la pérdida de los ecosistemas acuáticos.

A nivel de Latinoamérica se presenta una situación hídrica paradójica, ya que el continente posee un tercio de las reservas de agua dulce del planeta, pero contrario a lo que se piensa, presenta graves deficiencias en su tratamiento. Según datos del Banco Mundial, (Banco Mundial, 2023) aunque la disponibilidad de agua potable ha mejorado, alrededor del 60 % de las aguas residuales de la región retornan a los cuerpos de agua sin tener un tratamiento previo. Por otro lado, los estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2024) muestran que la problemática es aún más crítica en zonas rurales, donde los asentamientos poblacionales dispersos dificultan la implementación de sistemas de saneamiento convencionales, lo que obliga a buscar soluciones adaptadas al medio y, por ende, más sostenibles.

A nivel general en el país, apenas el 24.6 % del volumen de agua distribuida ingresa a sistemas de aguas residuales para su posterior tratamiento. El problema se agrava al considerar que, del agua residual no tratada, el 56.7 % termina directamente en cuerpos de agua naturales, convirtiendo a las cuencas en los principales receptores de carga contaminante, principalmente en la Amazonía, región en la que solo el 23.5 % de las aguas servidas reciben tratamiento.

Esta realidad regional se refleja directamente en el contexto nacional. El tratamiento de aguas servidas y su saneamiento componen uno de los desafíos más importantes y críticos que afronta el Ecuador para llevar un desarrollo sostenible. Según el informe de Gestión de Agua Potable y Saneamiento (GAD Municipal

Gualaquiza, 2024), existe una desigualdad significativa entre la distribución de agua con respecto a su posterior tratamiento.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Gualaquiza 2024-2027, la falta de tratamiento en el área rural es alarmante. En la parroquia de Bomboiza, jurisdicción a la que pertenece Kayamás, el área cubierta de este servicio alcanza apenas el 6.4 %. Datos obtenidos del censo reciente en el 2022 indican que cerca del 60 % de las viviendas en esta parroquia no cuentan con alcantarillado, dependiendo netamente de pozos sépticos o descargas directas al Río Cuyes. El GAD Municipal ha reconocido oficialmente que esta carencia eleva la carga orgánica de los ríos locales por encima de los límites permisibles ($DBO > 100\text{mg/L}$), asociándose con una alta incidencia de enfermedades hídricas en el sector (GAD Municipal Gualaquiza, 2024).

Para profundizar un poco más en la comunidad Kayamás, que según el PDOT es un territorio poblado de Jerarquía 4, la problemática se agrava, debido a que carece totalmente de una red de alcantarillado, motivo por el que se realiza el **Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Comunidad.**

Justificación

Realizar el **Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales** como proyecto nace de una necesidad urgente de la comunidad Kayamás. Actualmente, las familias dependen de pozos sépticos que, debido a las fuertes lluvias y al tipo de suelo, permanecen saturados y colapsan con frecuencia. Esta situación no se limita a esta comunidad; según el PDOT de Gualaquiza, la parroquia de Bomboiza apenas tiene un 6.4 % de cobertura de alcantarillado, estando por debajo de los niveles de servicio de la cabecera cantonal.

La ausencia de este servicio básico genera impactos severos en dos ámbitos. Por un lado, representa un riesgo directo para la salud y provoca la contaminación de quebradas y, sobre todo, del Río Cuyes. Por otro lado, retrasa el desarrollo local, impidiendo la finalización de proyectos de infraestructura que requieren de este servicio básico para operar.

Para afrontar la problemática, es indispensable formular una solución integral y aplicable. Esto parte de un diagnóstico exhaustivo de la topografía y las condiciones demográficas del sector con el fin de obtener parámetros reales. Sobre esta base, es necesaria la modelación y simulación de la red para garantizar un comportamiento óptimo y duradero, y concluye con el dimensionamiento de una PTAR técnica y económicamente viable para el entorno rural.

En consecuencia, el **Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales** va más allá de fines académicos, convirtiéndose en un instrumento técnico definitivo. La entrega de planos constructivos, memorias técnicas y un presupuesto referencial dotará a la comunidad Kayamás de las herramientas necesarias para gestionar el financiamiento y la futura ejecución de la obra.

Propuesta

Este proyecto propone el **Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Comunidad Kayamás**. La solución adoptada comprende dos componentes principales: una red de colectores sanitarios que operan a gravedad aprovechando el desnivel natural del terreno y una planta de tratamiento dimensionada para la población futura de diseño. Para la red de alcantarillado, se plantea un sistema convencional de tuberías de PVC de pared estructurada, con diámetro mínimo de 200 mm, pozos de revisión ubicados en cada cambio de dirección, pendiente o intersección de colectores, y conexiones domiciliarias individuales para cada vivienda. Conforme a lo establecido en la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1 (SENAGUA, 2014b), el dimensionamiento hidráulico y la modelación de la red se realizan mediante el software SewerCAD, garantizando el cumplimiento de los criterios de velocidad mínima de autolimpieza, tensión tractiva y relación de llenado en cada tramo.

Para el tratamiento de las aguas residuales, se propone la implementación de un sistema compuesto por un tanque séptico de dos cámaras seguido de una cámara filtrante. Esta configuración representa la solución técnica y económicamente más adecuada para el contexto rural de Kayamás. Adicionalmente, el sistema propuesto guarda coherencia con los lineamientos del PDOT del cantón Gualaquiza 2024-2027 que reconoce la necesidad urgente de soluciones de saneamiento adaptadas a las condiciones rurales de la parroquia Bomboiza (GAD Municipal Gualaquiza, 2024).

Como productos finales, el proyecto contempla la elaboración de planos constructivos detallados de la red y de la planta de tratamiento, una memoria técnica de cálculo y el presupuesto referencial, dotando así a la comunidad y al GAD Municipal de los instrumentos técnicos necesarios para la gestión y ejecución futura de la obra.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Kayamás, cantón Gualaquiza.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la comunidad mediante el levantamiento topográfico y estudios demográficos para obtener los parámetros de diseño.
- Calcular y simular la red de alcantarillado sanitario utilizando el Software SewerCAD para asegurar el comportamiento óptimo.
- Dimensionar las unidades de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR seleccionando la tecnología adecuada para la comunidad rural.
- Elaborar los planos constructivos detallados, memoria técnica y el presupuesto referencial de la obra.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil



1 Descripción de la zona

1.1 Descripción general de la zona

1.1.1 Ubicación geográfica

Kayamás es una comunidad de la parroquia Bomboiza, perteneciente al cantón Gualaquiza, provincia de Morona Santiago; está ubicada en las siguientes coordenadas.

1.1.1.1 Coordenadas geográficas

- Latitud: $3^{\circ} 27' 1.13''$ S
- Longitud: $78^{\circ} 37' 49.87''$ W

1.1.1.2 Coordenadas UTM

- Zona: 17 S
- Coordenadas Este: 763264.14 m E
- Coordenadas Norte: 9618304.26 m N

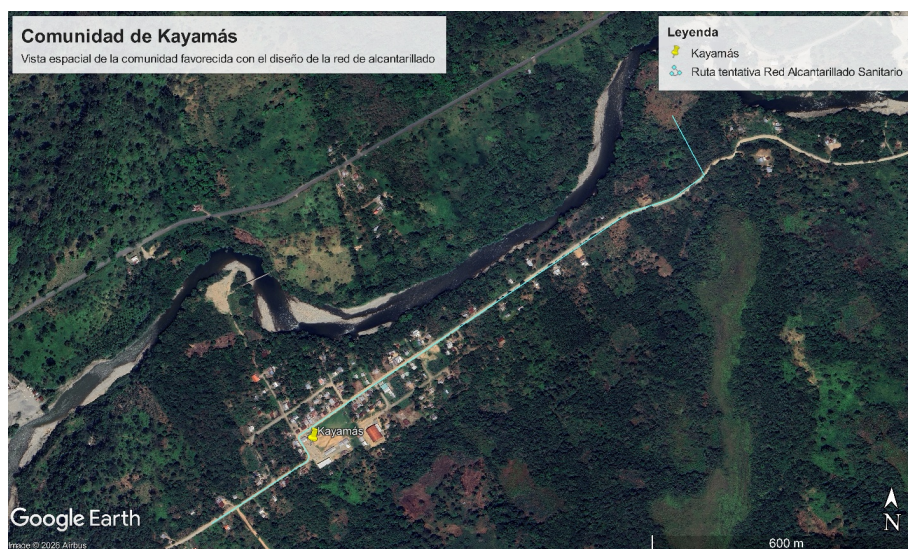


Figura 1.1: Vista aérea de la Comunidad de Kayamás

Fuente: Google Earth

1.2 Topografía

1.2.1 Planimetría

El área de estudio está concentrada cerca de la vía de acceso principal, la cual se caracteriza por ser de lastre. La mayor parte de su extensión corresponde a áreas verdes, condición de suma importancia al momento del cálculo y diseño, ya que no se analizó por áreas de aportación o por polígonos de Thiessen. Estas características son de vital importancia ya que orientan la ubicación de la red y los respectivos pozos más la planta de tratamiento.

1.2.2 Altimetría

El trabajo de campo evidenció una altimetría variada, con la cota más baja a una altitud de 819.79 msnm y la cota más alta a 858.92 msnm; condición que permite considerar una conducción por gravedad. Tal como se muestra en los Anexos Capítulo 1: Descripción de la zona apartado de Anexos Altimetría en la Tabla A.1 Puntos de Levantamiento Topográfico (Trabajo en campo).

1.3 Climatología

De acuerdo con el PDOT del cantón Gualaquiza, la parroquia Bomboiza, a la que pertenece la comunidad de Kayamás, presenta un clima de tipo semi-húmedo. Los registros históricos del INAMHI detallan una temperatura media anual que oscila entre 20 °C y 22 °C, acompañada de una precipitación anual de 166.85 mm (GADP Bomboiza, 2026).

CAPÍTULO 2

BASES DE DISEÑO



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil



2 Bases de diseño

2.1 Generalidades

Una red de alcantarillado sanitario es un sistema hidráulico compuesto por una serie de elementos físicos interconectados, cuyo fin es la recolección y evacuación de las aguas servidas. Según el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SENAGUA, 2014b) y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2016), los componentes esenciales se estructuran de la siguiente manera:

- Conexiones domiciliarias (acometidas): Constituyen la conexión entre la propiedad privada y la red pública. Comprenden una caja de revisión intradomiciliaria y una tubería lateral para descargar al colector público.
- Red de colectores: Representan las arterias del sistema; se jerarquiza funcionalmente en:
 - Colectores terciarios o iniciales: Son las tuberías de menor diámetro ubicadas en la cabecera de la red; reciben directamente las descargas domiciliarias.
 - Colectores secundarios: Recogen los caudales aportados por los tramos terciarios, cuyo diámetro se incrementa según la acumulación del flujo.
 - Emisores principales: son los conductos de mayor diámetro que transportan la totalidad del caudal recolectado hacia las plantas de tratamiento, sin recibir conexiones domiciliarias internas en el trayecto.
- Pozos de revisión: estructuras de hormigón ubicadas estratégicamente en cada intersección de vías, cambios de dirección, pendiente o diámetro. Su función principal es permitir el acceso de personal y equipos para el mantenimiento del sistema (SENAGUA, 2014b). En topografías de alta pendiente, se implementan pozos de salto.

2.2 Principios hidráulicos

A diferencia de las redes de agua potable que trabajan bajo presión, los sistemas de alcantarillado se diseñan bajo el principio de flujo por gravedad a lámina libre; es decir, el agua es impulsada únicamente por la pendiente topo-

gráfica y la superficie del líquido se encuentra sometida a la presión atmosférica. El dimensionamiento de los conductos exige el cumplimiento estricto de tres condiciones hidráulicas:

- Fuerza tractiva y velocidad mínima (criterio de autolimpieza): Las aguas residuales transportan material sólido orgánico y arenas. Si la velocidad del flujo es muy baja, estos sólidos se asientan, reduciendo la capacidad del tubo y generando taponamientos. Teóricamente, la norma INEN 5 exige una velocidad mínima de 0.60 m/s. Sin embargo, EMAAP-Q (2009), establece el uso de la Tensión Tractiva (τ). Este parámetro mide el esfuerzo cortante que ejerce el fluido sobre las paredes del tubo para arrastrar las partículas. Para garantizar la autolimpieza, especialmente en los tramos iniciales donde los caudales son mínimos, se debe asegurar un esfuerzo tractivo mínimo de 1.0 Pa.
- Velocidad máxima (criterio de abrasión): Por el contrario, si la pendiente es excesiva, el agua alcanza velocidades muy altas. La combinación de alta velocidad y sólidos suspendidos actúa como un material abrasivo que desgasta prematuramente la tubería. Para materiales plásticos como el PVC, López Cualla (2003) recomienda no superar velocidades de 5.0 m/s.
- Relación de llenado ($\frac{y}{D}$): Los colectores sanitarios nunca deben diseñarse para trabajo a sección llena. Según Metcalf & Eddy (1991), es obligatorio dejar un espacio libre en la clave del tubo por dos motivos: primero, para absorber variaciones imprevistas del caudal pico; y segundo, para garantizar la circulación del aire por norma, el tirante de agua (y) no debe superar el 75 % del diámetro total del tubo.

2.3 Bases para diseño

2.3.1 Parámetros de diseño

Para el dimensionamiento hidráulico y geométrico de la red de alcantarillado en Kayamás, se han identificado y definido las variables críticas que determinan el rendimiento operativo del sistema. La selección adecuada de estos parámetros asegura que la infraestructura alcance su vida útil proyectada sin incidencias como sedimentación, obstrucciones o deficiencias en capacidad hidráulica.

Los parámetros fundamentales que se abordarán en este capítulo se clasifican en las siguientes categorías:

- Parámetros demográficos y temporales

Incluyen la definición del **Período de Diseño**, que establece la duración operativa del proyecto, y la proyección de la **Población Futura**, esencial para estimar la demanda de servicio a largo plazo.

- Parámetros de consumo y caudal:

Comprenden la **Dotación** de agua potable, el **Coefficiente de Retorno** y la cuantificación de aportes externos, tales como **Infiltración** e ingresos por conexiones irregulares (**Ilícitas**), cuya integración determina el caudal de diseño final (Q_d).

- Criterios hidráulicos:

Se refieren a las condiciones de flujo en las conducciones, gobernadas por la **Ecuación de Manning**, los límites de **Velocidad** (mínima y máxima) y la tensión de arrastre, garantizando la autolimpieza de los colectores.

- Condiciones geométricas:

Establecen las restricciones constructivas, como la profundidad de instalación (cotas de instalación), la ubicación de los pozos de inspección y la configuración de las conexiones domiciliarias.

2.3.2 Ubicación, pendiente y configuración de la red de alcantarillado

Las disposiciones de la red de alcantarillado sanitario y sus colectores deben ser diseñadas para adaptarse estrictamente a la topografía del terreno, de tal forma que la evacuación de las aguas residuales domiciliarias fluya por efecto de la gravedad.

Pendientes mínimas: Para asegurar la autolimpieza de los conductos, se considera el criterio de una pendiente mínima del 1 % (SENAGUA, 2014a). Pero, para optimizar el diseño hidráulico según el coeficiente de rugosidad del material, se adoptan valores específicos de la Norma CO 10.7-602 los cuales se detallan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Pendientes mínima según material de tubería

Material	Pendiente mínima
Hormigón	1 %
PVC	0.5 %

Fuente: (SENAGUA, 2014a)

Ubicación y trazado: Los colectores se localizarán al lado opuesto de las calles del lugar en el que se encuentra la red de abastecimiento de agua potable; además, deberá existir un pozo de revisión en todo cambio de dirección o pendiente y punto de intersección entre colectores (SENAGUA, 2014a).

Diámetros y distanciamientos: Se establece que el diámetro interno de las tuberías no deberá ser menor a 200 milímetros. De igual manera, la distancia máxima entre pozos de revisión se determina en función del diámetro del colector, de acuerdo con los límites presentados en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Distancia máxima entre pozos (m)

Diámetro de la tubería (mm)	Distancia máxima entre pozo (m)
Menor a 350	100
400-800	150
> a 800	200

Fuente: (SENAGUA, 2014a)

Dimensionamiento de pozos: El diámetro interno del pozo de revisión, depende del máximo diámetro del colector al que se conecta, según se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Diámetro interno del pozo de revisión en función del máximo diámetro del colector

Diámetro de tubería (mm)	Diámetro interno de pozo de revisión (mm)
$\leq$ a 550	900
> a 550	Diseño especial

Fuente: (SENAGUA, 2014a)

Los valores de la Tabla 2.3 corresponden al diámetro interno *mínimo* exigido por la norma en función del diámetro del colector. Siendo el diámetro de los colectores del presente proyecto de 200 mm, el mínimo normativo es de 900 mm; no obstante, se adopta un diámetro interno de pozo de revisión de 1,20 m por dos criterios: corresponde al pozo tipo empleado por el GAD Municipal de Gualaquiza, cuyos análisis de precios unitarios constituyen la

referencia de costos del presupuesto del presente proyecto, garantizando la correspondencia entre el diseño y las cantidades presupuestadas; y facilita el acceso de personal y equipos para las labores de mantenimiento, criterio particularmente relevante en el contexto rural de Kayamás, donde la operación del sistema recaerá principalmente en la propia comunidad. Con un diámetro interno de 1,20 m y un espesor de muro de 0,125 m, el diámetro exterior de la estructura resulta de 1,45 m, valor sobre el cual se determina el volumen de excavación de pozos en el Capítulo 5.

Protección y Cruces con Agua Potable: Finalmente, se debe evitar cualquier posibilidad de contaminación del sistema de abastecimiento. Por norma, la cota de la clave de la tubería de alcantarillado mantendrá una distancia vertical mínima de 30 mm y una distancia horizontal de 1000 mm respecto a la cota de batea de la tubería del agua potable (López, 2003). De no poder cumplirse estas distancias mínimas por restricciones físicas, se asegurará un recubrimiento de hormigón a modo de protección para la red de agua potable.

2.3.3 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias constituyen el subsistema físico que une las instalaciones sanitarias de una edificación con la red pública de alcantarillado. Su diseño se rige bajo criterios de hermeticidad y eficiencia hidráulica que garantizan la rápida evacuación de las aguas servidas y evitan la obstrucción de los colectores principales.

Caja de revisión domiciliaria: Como elemento de transición entre la propiedad privada y la red pública, se establece la construcción obligatoria de una caja de revisión para cada vivienda, ubicada en la acera o en el límite de la línea de fábrica. Según las normas de diseño, estas cajas tendrán dimensiones internas mínimas de 600 × 600 mm (SENAGUA, 2014a); sin embargo, su profundidad puede variar según su uso.

Tuberías de Descarga: La conducción desde la caja hasta el colector público se realizará mediante tuberías de PVC de pared rígida. Se adopta un diámetro de 110 mm para viviendas unifamiliares, el cual permite el paso de los sólidos habituales, evitando el taponamiento. La instalación debe garantizar una pendiente mínima del 2 %, la cual asegura una velocidad de flujo adecuada con el fin de prevenir la sedimentación.

Empalme al Colector Público: La conexión al colector principal se ejecutará respetando la dirección del flujo. Para ello se utilizarán accesorios prefabricados tipo “Saddle Wye”, los cuales se instalarán al tercio superior de la tubería principal con una inclinación de 45° a favor de la corriente.

2.3.4 Profundidad mínima y máxima de la tubería

El diseño busca proteger la infraestructura sanitaria de las cargas vivas superficiales y, simultáneamente, optimizar los costos relacionados con el movimiento de tierra.

Profundidad mínima: La Norma CPE INEN 5 dice: “Las tuberías y su cimentación deben diseñarse de forma que no resulten dañadas por las cargas externas. Debe tenerse en cuenta el ancho y la profundidad de la zanja para el cálculo de las cargas.” (SENAGUA, 2014a, p. 191), considerando tanto el material de relleno como las cargas vehiculares.

Para cumplir esta premisa se adoptarán los criterios de profundidad recomendados por las Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado (EMAAP, 2009).

Tabla 2.4: Profundidad mínima a la cota clave

Zona	Profundidad (m)
Peatonal o verde	1.20
Vehicular	1.50

Fuente: (EMAAP, 2009)

Tal como se muestra en la Tabla 2.4, por efectos funcionales, se adopta una profundidad de 1.20 metros.

Profundidad máxima: Se establece una profundidad máxima de excavación de 5 metros.

En caso de que el diseño supere la profundidad máxima admisible, se optará por la implementación de pozos de salto para restituir cotas más superficiales, con el fin de mantener a la red dentro de los rangos constructivos seguros y económicos.

2.3.5 Relación de caudales a sección llena

Para garantizar una adecuada ventilación que evite la acumulación de gases tóxicos y corrosivos, la tubería no debe trabajar a sección llena bajo condiciones normales de operación.

2.3.5.1 Relación de Caudal $\frac{q}{Q}$ y Tirante Hidráulico $\frac{y}{D}$

Se establece como criterio de diseño que, para el caudal máximo horario futuro Q_{MH} , la altura del tirante y no debe exceder un porcentaje del diámetro interno D del conducto.

De acuerdo con la Norma CPE INEN 5

Relación de caudales $\frac{q}{Q} : 0,80$; el caudal de diseño (q) transportado no debe ser superior al 80 % de la capacidad total del tubo a sección llena (Q).

Tirante máximo $\frac{y}{D} : \leq 0,75$; 75 % del diámetro interno.

2.3.6 Velocidad mínima y máxima

La velocidad de flujo que pueden alcanzar las aguas residuales durante su evacuación constituye un parámetro fundamental para el desempeño operativo del sistema.

2.3.6.1 Velocidad mínima

Para evitar la acumulación de sólidos en el fondo de los colectores, se debe garantizar una capacidad de arrastre hidráulico.

De acuerdo con la Norma CPE INEN 5, la velocidad mínima a tubo lleno no debe ser inferior a $0,60m/s$, sin embargo, para caudales parciales se verifica que la velocidad real según la norma no sea menor a $0,45m/s$ durante el caudal medio diario (SENAGUA, 2014a).

Criterio de fuerza tractiva: dado que, en las etapas iniciales del proyecto, los caudales pueden ser bajos, se adopta complementariamente el criterio de Tensión Tractiva recomendado por las Normas de Diseño de la EMAAP-Q. Este método verifica la autolimpieza a partir del esfuerzo cortante que el agua ejerce sobre las paredes de la tubería.

Se establece que el diseño debe cumplir con una tensión tractiva mínima

(τ) calculada mediante la fórmula:

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S \geq 1,0 \text{ Pa} \quad (2.1)$$

Donde

- γ : peso específico del agua $1000\text{kg}/\text{m}^3$
- R : Radio hidráulico para la condición de flujo mínimo (m)
- S : Pendiente del colector m/m

Este criterio prevalecerá en los tramos de arranque donde la velocidad de $0,60 \text{ m/s}$ sea difícil de alcanzar por falta de caudal.

2.3.6.2 Velocidad máxima

El límite de velocidad máxima tiene como objetivo prevenir la erosión abrasiva causada por arenas y sólidos suspendidos que impactan contra las paredes internas de la tubería, así como evitar la cavitación en regímenes de alta velocidad.

De acuerdo con las directrices de (López, 2003) y validado por las normas de la EMAAP-Q el límite máximo depende de la resistencia del material usado en la tubería. Tal como se muestra en la Tabla 2.5

Tabla 2.5: Velocidades máximas

Material	Velocidad (m/s)	Coef. Rugosidad (n)
Hormigón	3.5-4.0	0.013
Unión de neopreno	4.0	0.013
Unión de mortero		
PVC	4.5-5.0	0.011

Fuente: (SENAGUA, 2014a)

Para el presente proyecto, al utilizar tubería de PVC se tomará como límite de diseño el rango entre $4,5 - 5 \text{ m/s}$, en caso de presentarse pendientes excesivas, se diseñarán pozos de salto con el fin de disipar la energía.

2.3.7 Periodo de diseño

El periodo de diseño (Pd) se define como el intervalo de tiempo durante el cual el sistema de alcantarillado funcionará de manera óptima, garantizando

la capacidad hidráulica necesaria para transportar los caudales generados por la comunidad sin requerir ampliaciones mayores o reformas estructurales.

(López, 2003) sugiere este lapso como el equilibrio económico óptimo, ya que proyectar a mayor tiempo implicaría sobredimensionar la infraestructura inicial, elevando así los costos de inversión para una capacidad que no será utilizada en corto o mediano plazo.

Así mismo, esta selección se fundamenta en los criterios establecidos por la Norma CPE INEN 5, la cual recomienda periodos de 20 a 30 años para componentes de conducción (SENAGUA, 2014a).

En el caso de la comunidad Kayamás, considerando sus características rurales, la tasa de crecimiento poblacional y la vida útil de los materiales empleados se adopta un periodo de diseño de 20 años.

2.3.8 Población de diseño

La población de diseño (P_d) constituye la variable fundamental para el dimensionamiento de la red de alcantarillado, ya que la cantidad de agua residual generada es directamente proporcional al número de habitantes.

2.3.8.1 Población Actual

La determinación precisa de la población actual (P_0) constituye el punto de partida fundamental para garantizar la fiabilidad en las proyecciones demográficas y, en consecuencia, del dimensionamiento hidráulico. Para el proyecto en la comunidad Kayamás, el levantamiento de esta información se ejecutó mediante un proceso de validación in situ.

En una primera etapa, a través de reuniones con las autoridades representativas de la comunidad, se recabó un conteo preliminar aproximado de 450 habitantes. Sin embargo, al tratarse de un dato referencial, por recomendación de las mismas autoridades de la comunidad, se acudió al subcentro de salud de la localidad. institución que mantiene un control estadístico continuo.

Según el registro demográfico oficial de este establecimiento la comunidad cuenta con una población documentada de 419 habitantes; dato que se adopta como línea base y ubicándose como población actual (P_0) para los cálculos posteriores del proyecto. Revisar en Anexos sección Anexo de Población de

diseño.

2.3.8.2 Población futura (P_f)

Dado que las obras de abastecimiento y saneamiento se diseñan para servir durante un periodo de 20 años o más de vida útil, es importante calcular cuántos habitantes tendrá la comunidad dentro de este periodo (2046). Esta proyección es crítica, ya que subestimar el crecimiento resultaría en un sistema obsoleto prematuramente, mientras que sobreestimarlos implicaría inversiones innecesarias.

2.3.8.2.1 Métodos de estimación de Población Futura

Existen tres modelos matemáticos ampliamente utilizados para proyectar el crecimiento demográfico. Según (López, 2003) la elección del método depende de la complejidad de la población, su tamaño y la disponibilidad de datos históricos.

A continuación se describen los métodos y, posteriormente, se justifica la elección para el contexto de Kayamás.

Método Aritmético: Asume que la población crece en una cantidad constante de habitantes por año conocido como crecimiento lineal. Se recomienda para poblaciones antiguas, estables y completamente saturadas.

$$P_f = P_{\text{actual}} \cdot (1 + r \cdot t) \quad (2.2)$$

Método exponencial: Similar al geométrico, pero con una tasa de aceleración continua. Se utiliza para poblaciones con crecimientos exponenciales o muy dinámicos.

$$P_f = P_{\text{actual}} \cdot e^{(r \cdot t)} \quad (2.3)$$

Método geométrico: Asume que el crecimiento es proporcional al tamaño de la población actual. Es el modelo que mejor se adapta a poblaciones en desarrollo o con potencial de expansión, típicas de zonas rurales como es el caso de Kayamás.

$$P_f = P_{\text{actual}} \cdot (1 + r)^t \quad (2.4)$$

2.3.8.2.2 Selección del método de estimación

Para el diseño del alcantarillado en la comunidad Kayamás, se ha seleccionado el método geométrico.

La comunidad Kayamás presenta características de una población rural en proceso de consolidación, con áreas disponibles para una futura expansión. A diferencia de un centro urbano, Kayamás conserva potencial de crecimiento, por lo que este método permite modelar dicho comportamiento expansivo moderado y ofrece un margen de seguridad adecuado para no subestimar caudales futuros, tal como recomienda la norma INEN para poblaciones menores a 1000 habitantes en crecimiento (SENAGUA, 2014a).

2.3.8.2.3 Población de diseño Kayamás

Para determinar la población futura (P_f) al año de proyección se aplica el método geométrico previamente seleccionado.

- Población Actual $P_{\text{actual}} = 419$ personas.
- Periodo de diseño $t = 20$ años
- Tasa de crecimiento τ : la parroquia Bomboiza, a la que pertenece la comunidad de Kayamás, no cuenta con una tasa de crecimiento intercensal publicada de forma independiente por el Instituto Nacional de Estadística y Censos. Por este motivo, se adopta por criterio técnico la tasa de crecimiento de la parroquia Nueva Tarqui, perteneciente al mismo cantón Gualaquiza, colindante con Bomboiza y de características rurales y de dispersión poblacional comparables, según el Censo de Población y Vivienda 2022 (INEC, 2022).

Según los datos oficiales del último censo, la parroquia Nueva Tarqui presenta una tasa de crecimiento anual del 2.88 % (INEC, 2022), valor que se adopta para la proyección de la población de diseño de Kayamás. Ver Tabla B.4 Estructura Poblacional, en el Anexo de Población de diseño.

Cálculo de Población Futura

Al aplicar la ecuación del modelo geométrico se obtiene:

$$P_f = P_{\text{actual}} \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

$$P_f = 419 \cdot \left(1 + \frac{2,88}{100}\right)^{20}$$

$$P_f = 419 \cdot (1,0288)^{20}$$

$$P_f = 419 \cdot (1,764489)$$

$$P_f = 739,32 \approx 740 \text{ Habitantes}$$

Se define como población de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario un total de 740 habitantes. Revisar Anexo Método Geométrico junto a la Figura B.1 Gráfica Proyección Población Futura.

2.3.9 Parámetros de Caudal de Diseño

2.3.9.1 Dotación de agua potable

La dotación representa la cantidad media diaria de agua potable asignada a cada habitante para satisfacer sus necesidades básicas. En el contexto rural Kayamás, donde no existen registros históricos de micromedición, la dotación se estima en función del nivel de servicio y el clima.

Dotación Actual y Futura:

Según las Normas de Diseño de la EMAAP-Q, para poblaciones rurales o urbano-marginales de la Sierra y Amazonía, se recomiendan valores entre 120 L/hab/día y 150 L/hab/día. Por su parte, la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1 sugiere verificar la capacidad de la fuente de abastecimiento.

Considerando el clima semihúmedo de la zona y proyectando una mejora en los hábitos sanitarios, se adopta:

- **Dotación Media Diaria (D_{md}):** 150 Litros/habitante/día.

Este valor se considera constante para el periodo de diseño, asumiendo que el sistema de agua potable existente tiene la capacidad de garantizar este suministro continuo.

2.3.9.2 Asignación de caudales y cargas unitarias

Tradicionalmente, la distribución de los caudales de diseño se ha realizado mediante métodos geométricos de áreas tributarias. Estos métodos asumen una distribución poblacional uniforme sobre manzanas perfectamente delimitadas,

lo cual resulta poco preciso y propenso a errores de sobreestimación en zonas rurales, cuya planimetría presenta lotes irregulares y una alta dispersión de viviendas.

Para superar esta limitación geométrica y garantizar un diseño confiable, se adopta el método de cargas puntuales por propiedad, fundamentado en la documentación técnica de modelación hidráulica de Bentley Systems y ejecutado mediante el elemento Property Connection del software Openflows SewerCAD.

Fundamentación de la metodología

A diferencia de la asignación por áreas, este método modela la red desde el punto exacto de origen del agua residual. El procedimiento consta de los siguientes criterios:

- Discretización catastral (one to one match): Cada vivienda habitada identificada en el levantamiento topográfico se digitaliza como un elemento independiente *Property Connection*, logrando una representación física idéntica a la realidad topográfica.
- Asignación de carga base: a cada conexión se le asigna un caudal específico calculado en función de los habitantes por vivienda, la dotación adoptada y el coeficiente de retorno. La sumatoria de todas las cargas puntuales es exactamente igual al caudal máximo de diseño de la población futura.
- Enlace hidráulico realista: el software, a través de su módulo *LoadBuilder*, enruta el caudal de cada vivienda hacia el colector principal mediante tuberías laterales (*laterals*) y nodos de inserción.

La adopción de esta herramienta garantiza que cada tramo de la red sea dimensionado estrictamente para la carga real que recibe de las viviendas adyacentes. Esto optimiza el diámetro de los colectores y permite una verificación mucho más precisa de la tensión tractiva y velocidades de autolimpieza en tramos iniciales (Whitman & Walski, 2021).

2.3.9.3 Índice habitacional por vivienda

El parámetro de densidad por área pierde relevancia al emplear el método de cargas puntuales. En su lugar, se determina el índice habitacional, el cual permite distribuir la población futura (P_f) equitativamente entre las conexiones domiciliarias proyectadas.

Para definir la carga demográfica de cada *Property Connection* se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Índice habitacional} = \frac{\text{Población futura } (P_f)}{\text{Número total de viviendas}} \quad (2.5)$$

El levantamiento planimétrico de la comunidad identificó 104 lotes con edificación destinada a vivienda, que se digitalizaron como elementos *Property Connection* independientes en el modelo hidráulico. Aplicando la ecuación (2.5) sobre la población futura de diseño se obtiene:

$$\text{Índice habitacional} = \frac{740 \text{ hab}}{104 \text{ viviendas}} = 7,12 \text{ hab/vivienda}$$

Dado que el campo *Loading Unit Count* de OpenFlows SewerCAD admite únicamente valores enteros, se adopta un índice habitacional de diseño de **7 habitantes por conexión domiciliaria**, con lo cual la población doméstica efectivamente modelada asciende a $104 \times 7 = 728$ habitantes, equivalente al 98.4 % de la población futura de diseño.

Cabe precisar que este índice corresponde a la condición proyectada al año horizonte 2046 y no a la situación actual: el registro demográfico vigente reporta 419 habitantes distribuidos en 103 familias, es decir un índice de ocupación actual de 4.07 hab/vivienda (véase el Anexo de Población de diseño). El incremento del índice de ocupación, y no la expansión del número de lotes, es la forma en que se materializa el crecimiento poblacional proyectado sobre una traza rural consolidada.

2.3.9.4 Trazabilidad de la población de diseño a las cargas del modelo

Con el objeto de garantizar la trazabilidad entre la población de diseño, las cargas asignadas en el modelo y los caudales finalmente empleados en la simulación hidráulica, en la Tabla 2.6 se presenta la cadena completa de transformación.

Justificación del redondeo del índice habitacional. El redondeo de 7.12 a 7 habitantes por conexión representa una reducción de 12 habitantes respecto de la población de diseño, equivalente al 1.6 %. Esta diferencia queda ampliamente compensada por la incorporación de las cargas institucionales, que

Tabla 2.6: Trazabilidad de la población de diseño a las cargas del modelo hidráulico

Concepto	Valor	Unidad
Base demográfica		
Población futura de diseño (P_f)	740	hab
Conexiones domiciliarias modeladas	104	u
Índice habitacional ($740/104 = 7,12$), adoptado	7	hab/vivienda
Población doméstica modelada (104×7)	728	hab
Cargas unitarias asignadas		
Carga unitaria doméstica ($150 \times 0,80$)	120	L/hab·día
Carga por vivienda (7×120)	840	L/vivienda·día
Escuela (PC-106): 149 personas $\times$ 40 L/p·día	5,960	L/día
Casa comunal (PC-76): 80 personas $\times$ 20 L/p·día	1,600	L/día
Caudales medios diarios resultantes		
Caudal medio doméstico (728×120)	87.36	m^3 /día
Caudal medio institucional	7.56	m^3 /día
Caudal medio total afluente al sistema	94.92	m^3 /día (1.099 L/s)

Fuente: Elaboración Propia

aportan 7,560 L/día adicionales, equivalentes a 63 habitantes evaluados a la carga unitaria doméstica de 120 L/hab·día. La población equivalente efectivamente representada en el modelo asciende por tanto a 791 habitantes, un 6.9% *por encima* de la población futura de diseño, de modo que la asignación de cargas se sitúa del lado de la seguridad.

Criterio aplicado a las cargas institucionales. Las dotaciones institucionales de 40 L/estudiante·día y 20 L/persona·día se ingresaron al modelo directamente como carga sanitaria neta, sin aplicar el coeficiente de retorno C . Este criterio responde a que dichas dotaciones corresponden a instalaciones cuyo consumo se destina íntegramente a baterías sanitarias, sin componentes de riego, lavado exterior ni consumo humano directo, por lo que la totalidad del volumen suministrado retorna al alcantarillado. Se trata además del criterio más conservador desde el punto de vista del dimensionamiento hidráulico.

2.3.9.5 Coeficiente de retorno (C)

Este coeficiente (C) establece la fracción del agua potable consumida que efectivamente ingresa al sistema de alcantarillado como agua residual. Se reconoce que una parte del agua suministrada se pierde por riego de jardines, lavado de patios, evaporación o consumo humano directo.

Tabla 2.7: Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo – Medio	0.7 – 0.8
Medio – Alto	0.8 – 0.85

Fuente: (EMAAP, 2009)

Con base en los rangos normativos citados, se adopta para Kayamás un Coeficiente de Retorno $C = 0,80$. Se asume que el 80 % de la dotación de agua potable se convierte en agua servida.

2.3.10 Caudal de diseño

2.3.10.1 Caudal medio diario (Q_{MD})

Representa el promedio de las aguas residuales generadas en un día normal. Se calcula en función de la población futura, la dotación y el coeficiente de retorno.

2.3.10.1.1 Caudal de agua residual doméstica (Q_s):

$$Q_{MD} = \frac{P_f \cdot D \cdot C}{86400}$$

Donde:

- P_f : Población futura (740 habitantes).
- D : Dotación de agua potable (150 L/hab/día).
- C : Coeficiente de retorno (0.80).
- 86400: Segundos en un día.

Cálculo:

$$Q_{MD} = \frac{740 \cdot 150 \cdot 0,80}{86400} = \frac{88800}{86400}$$

$$Q_{MD} = 1,027 \text{ L/s}$$

2.3.10.1.2 Caudal de agua residual institucional (Q_{ins})

Corresponde a los aportes de instituciones y casas comunales que, por su uso diferenciado, no se ajustan a la dotación asignada a las viviendas.

- **Escuela de la comunidad:** de acuerdo con Metcalf & Eddy (1991), las

instituciones sin servicios de cafetería o gimnasio presentan una dotación típica de 40 Litros/estudiante por día. Se adopta este valor para una población escolar de 149 personas correspondiente a 137 estudiantes y 12 docentes, según la información proporcionada por la comunidad de Kayamás.

- **Casa comunal / Cancha cubierta:** dado que esta área cuenta únicamente con baterías sanitarias, se adopta el criterio de “centro de visitas” de Metcalf & Eddy (1991), que recomienda una dotación de 20 Litros/personas por día para instalaciones de uso público de carácter intermitente. Este valor se aplica a una asistencia promedio de 80 personas, determinada mediante un conteo de campo durante una semana de observaciones en la comunidad.

Estas cargas institucionales se incorporaron directamente al modelo hidráulico como cargas unitarias personalizadas *Unit Sanitary Load* asignadas a los respectivos *Property Connection* en el programa de SewerCAD (PC-106 para la escuela, PC-76 para la casa comunal), donde el software aplica automáticamente el factor de mayoración de Harmon correspondiente a la población tributaria de cada nodo, tal como se detalla en el Capítulo 3: Diseño de la red de alcantarillado. Por este motivo, el caudal de diseño final (Q_d) no incorpora a Q_{ins} como un término sumado manualmente en la ecuación general, sino que su efecto ya queda reflejado en los caudales de tramo obtenidos directamente de la simulación.

2.3.10.2 Caudal máximo horario (Q_{MH})

El consumo de agua no es constante; presenta picos en horas de máxima demanda (mañana y noche). Para estimar este caudal pico, se aplica un **Factor de Mayoración (M)** al caudal medio.

2.3.10.2.1 Coeficiente de Harmon (M)

La Norma CPE INEN 5 recomienda el uso de la fórmula de Harmon para poblaciones menores, la cual penaliza a comunidades pequeñas con factores de pico altos debido a la simultaneidad de uso.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde P es la población en miles.

Cálculo de M:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{740/1000}} = 1 + \frac{14}{4 + 0,86}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4,86} = 1 + 2,88$$

$$M = 3,88$$

Cálculo del Caudal Máximo Horario:

$$Q_{MH} = Q_{MD} \cdot M$$

$$Q_{MH} = 1,027 \text{ L/s} \cdot 3,88$$

$$Q_{MH} = 3,98 \text{ L/s}$$

2.3.10.3 Caudal de infiltraciones (Q_{inf})

Corresponde a las aguas freáticas que ingresan a la red a través de juntas defectuosas o fisuras. Aunque se utilizará tubería PVC, la norma exige considerar este aporte por seguridad.

Siguiendo los criterios de la EMAAP-Q y recomendaciones de López Cualla para tuberías de unión elástica bajo nivel freático:

- Coeficiente de aporte: 0,10 L/s/km de red.
- Este valor se multiplicará por la longitud total de la red proyectada (L) en el cálculo final.

2.3.10.4 Caudal de conexiones ilícitas (Q_{il})

Considera los aportes indebidos de aguas lluvias (patios) conectados al sistema sanitario. Se estima como un porcentaje del caudal medio o por área.

- Criterio Adoptado: Se considerará un 5 % del Caudal Máximo Horario (Q_{MH}) como margen de seguridad para aportes pluviales accidentales, conforme a prácticas de diseño conservadoras según (López, 2003).

2.3.10.5 Caudal de diseño (Q_d)

Es el caudal total con el que se dimensionarán los diámetros y pendientes de las tuberías.

$$Q_d = Q_{MH} + Q_{inf} + Q_{il} \quad (2.6)$$

Evaluable cada término para la totalidad de la red proyectada, cuya longitud resultante de la simulación es de 2,546,00 m (2.546 km):

$$Q_{inf} = 0,10 \text{ L/s} \cdot \text{km} \times 2,546 \text{ km} = 0,25 \text{ L/s}$$

$$Q_{il} = 0,05 \times 3,98 \text{ L/s} = 0,20 \text{ L/s}$$

$$Q_d = 3,98 + 0,25 + 0,20 = 4,44 \text{ L/s}$$

Este valor constituye el caudal de diseño analítico de referencia para el tramo emisor, obtenido aplicando un único factor de mayoración global ($M = 3,88$) sobre la totalidad de la población de diseño.

Correspondencia con el caudal obtenido de la simulación. El modelo hidráulico entrega en el tramo emisor final (Pz-25 $\rightarrow$ O-1, Tabla 6.2) un caudal de 4,945 L/s, superior en un 11.3% al caudal de diseño analítico. Esta diferencia no constituye una inconsistencia, sino la consecuencia directa de dos características del procedimiento de modelación:

- OpenFlows SewerCAD aplica el factor de Harmon *nodo a nodo* en función de la población tributaria acumulada en cada punto, en lugar de un valor único global. En una conexión domiciliar aislada el factor alcanza $M = 4,43$, frente al $M = 3,88$ correspondiente a la población total, lo que incrementa los caudales de los tramos de cabecera.
- El modelo incorpora adicionalmente las cargas institucionales de la escuela y la casa comunal, no consideradas en la formulación analítica general.

En consecuencia, el caudal empleado efectivamente en el dimensionamiento envuelve al caudal de diseño analítico con un margen del 11.3%, criterio que se mantiene del lado de la seguridad en todos los tramos de la red.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil

3 Diseño de la red de alcantarillado

3.1 Introducción

El diseño de redes de alcantarillado sanitario en entornos rurales dispersos presenta desafíos topográficos que limitan la exactitud de los métodos de cálculo convencionales. Tradicionalmente, la estimación de caudales se ha fundamentado en el método geométrico de áreas tributarias, el cual asume una densidad poblacional homogénea sobre la planimetría. Esta premisa genera notables sobreestimaciones hidráulicas en localidades de morfología irregular y alta dispersión de viviendas (Walski et al., 2007).

Para superar esta limitación técnica, el diseño de la red sanitaria de la comunidad Kayamás se ejecuta mediante modelación computacional utilizando el software OpenFlows SewerCAD. Se adopta una metodología de simulación determinística basada en la discretización espacial de cargas puntuales *Property Connection*. Este enfoque asigna el caudal de diseño de forma estricta a cada vivienda, reproduciendo el comportamiento hidrodinámico y la acumulación del flujo real tramo a tramo. Adicionalmente, el desarrollo analítico de este capítulo se estructura como un documento técnico instructivo, proporcionando una guía metodológica secuencial orientada a facilitar la replicabilidad del diseño computacional en futuros proyectos de ingeniería sanitaria.

3.2 Configuración del Programa SewerCAD

La confiabilidad del modelo matemático exige la definición minuciosa de los parámetros iniciales y condiciones de frontera. Esta configuración establece el algoritmo sobre el cual el software generará las soluciones geométricas de la red.

3.2.1 Ecuación de Fricción y Régimen de Flujo

El diseño de la red de alcantarillado se rige por el principio de flujo por gravedad a superficie libre, en el cual la lámina del fluido se encuentra sometida a la presión atmosférica (Azevedo Netto, 2015). Para calcular las pérdidas de energía por fricción en el interior de los colectores, la base de cálculo de SewerCAD se configuró empleando la fórmula empírica de Manning.

Esta ecuación relaciona la velocidad del flujo, el radio hidráulico y la pendiente longitudinal del conducto con la rugosidad del material. Para este proyecto, considerando el uso exclusivo de tuberías de PVC de pared interior lisa, se programó el coeficiente de rugosidad constante de $n = 0,011$, garantizando una estimación precisa de la tensión de arrastre (López Cualla, 2003). Véase especificaciones en Figura 3.1.

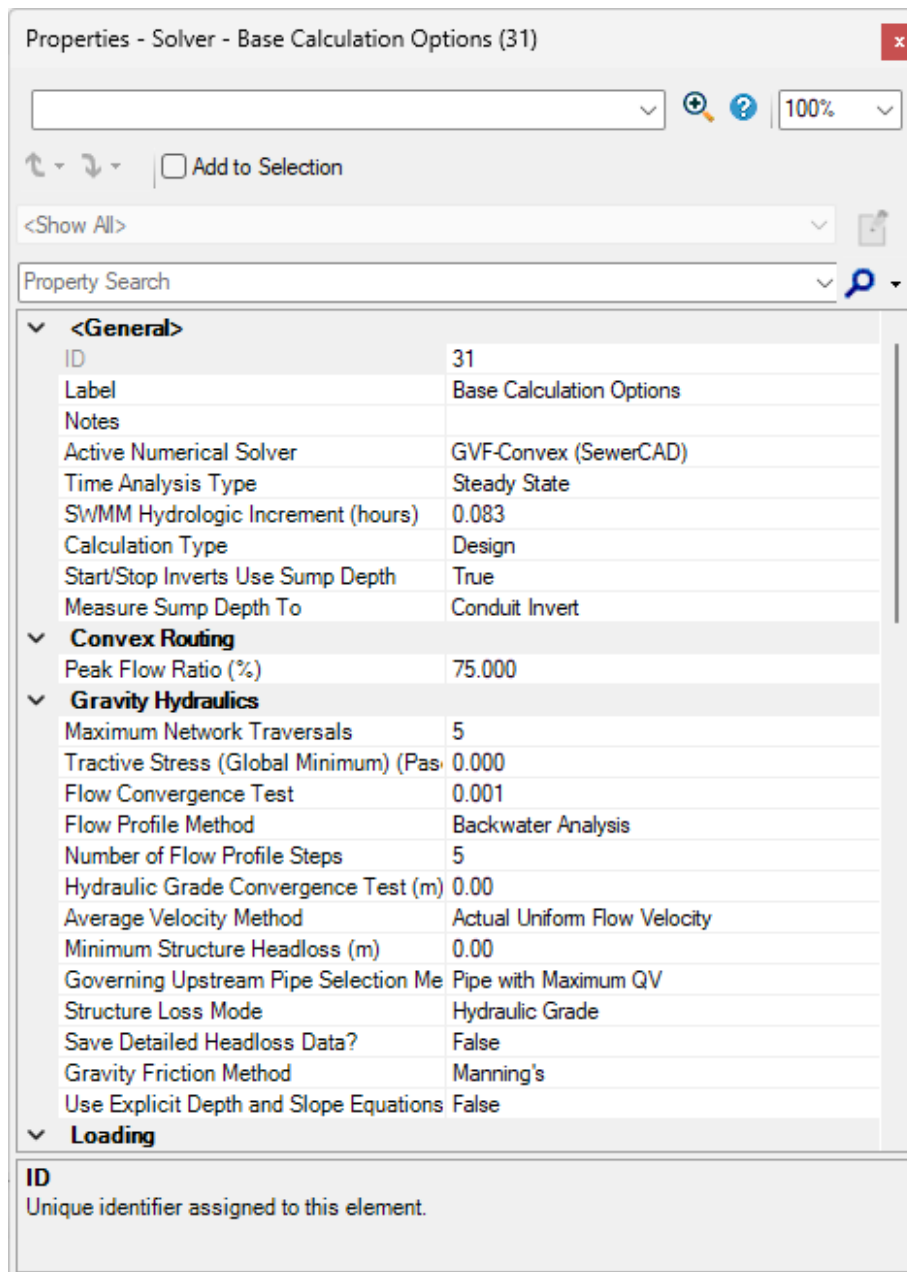


Figura 3.1: Bases de diseño y cálculo para el programa SewerCAD
Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Unidades métricas

Con el propósito de mantener la coherencia con los datos topográficos y las normativas CPE INEN 5, el entorno de simulación fue configurado bajo el sistema internacional (SI).

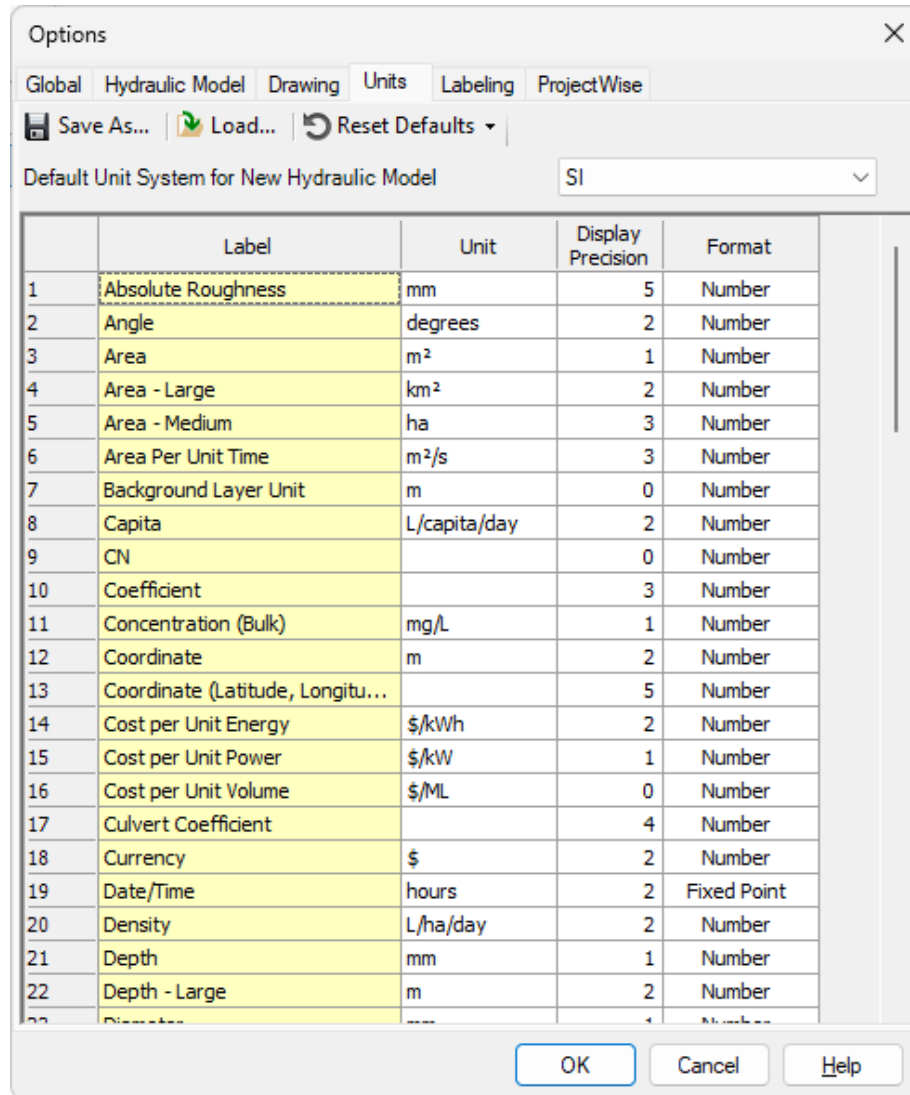


Figura 3.2: Unidad de medidas SI

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Restricciones

La automatización del dimensionamiento requiere definir las restricciones físicas que condicionan la viabilidad del proyecto. En la modalidad de diseño automatizado *Design Mode* el algoritmo evalúa múltiples combinaciones geométricas de diámetro y pendiente, descartando aquellas que infringen los límites de

autolimpieza, erosión, ventilación y profundidad de excavación.

Los parámetros más importantes por considerar para este proyecto son los siguientes:

- Velocidad mínima: 0.45 m/s
- Velocidad máxima: 5.0 m/s
- Cobertura mínima: 1.50 m
- Cobertura máxima: 5.00 m
- Pendiente mínima: 0.5 %
- Pendiente máxima: 15.00 %
- Relación de llenado máxima: 75 %
- Caudal mínimo de diseño por tramo (*Minimum Flow*): 1.00 L/s

La adopción de un caudal mínimo de diseño de 1,00 L/s por tramo, definido en el campo *Minimum Flow* de las opciones de cálculo del software, responde a la necesidad de garantizar condiciones de autolimpieza en los colectores de cabecera, donde la población tributaria acumulada es reducida y el caudal sanitario resultante sería insuficiente para verificar la tensión tractiva mínima de 1.0 Pa. Este valor cubre además, con amplio margen, los aportes externos estimados para la totalidad de la red ($Q_{\text{inf}} = 0,25$ L/s y $Q_{\text{il}} = 0,20$ L/s). Por este motivo, en los resultados de la simulación los tramos de arranque presentan un caudal uniforme de 1,000 L/s, valor que es sustituido por el caudal sanitario real a partir del punto en que éste lo supera.

Revisar Anexos de restricciones de diseño SewerCAD para verificar la configuración exacta.

3.3 Definición de materiales y catálogos comerciales

El algoritmo de diseño automatizado de SewerCAD requiere la parametrización de un catálogo real de tuberías. Si el software opera sin un catálogo predefinido, trata el diámetro como una variable continua, generando dimensiones teóricas inexistentes en el mercado. Para el proyecto de Kayamás se seleccionaron tuberías de PVC de pared estructurada y de interior liso, diseñadas específicamente para sistemas de alcantarillado sanitario por gravedad debido a su alta resistencia química frente a los gases de flujo y su flexibilidad mecánica

estructural (Pérez Carmona, 2013).

La configuración del catálogo comercial dentro del software se ejecuta a través de la ruta *Components > Conduit Catalog*. En este módulo, se crea un catálogo de sección circular. El parámetro fundamental de fricción hidráulica introducido es el coeficiente de rugosidad de Manning, fijado de manera constante en $n = 0,011$ (López Cualla, 2003).

A continuación, se detalla la secuencia de ingreso manual de la serie comercial de diámetros nominales internos disponibles en el mercado ecuatoriano tal como se muestra en la ficha técnica emitida por PLASTIGAMA (2021), asegurando que el límite inferior cumpla estrictamente con el diámetro mínimo de la red pública establecido por las normas sanitarias ecuatorianas (SENAGUA, 2014b).:

- Diámetro nominal 200 mm: definido como la dimensión mínima de arranque y paso en colectores públicos de alcantarillado sanitario, garantizando un espacio libre hidráulico ante obstrucciones físicas fortuitas.
- Diámetro nominal 250 mm: configurado como la primera alternativa de ampliación para tramos colectores secundarios que acumulan el flujo de colectores terciarios cabeceros.
- Diámetro nominal 300 mm: ingresado para colectores principales de tramos bajos de red.

En la matriz del catálogo del software, se ingresa tanto el diámetro nominal como el diámetro interior real de la tubería o conocido como *Inside Diameter*; tal como se muestra en la Figura 3.3. Esto último es indispensable debido a que la ecuación de Manning se resuelve utilizando el área geométrica real de la tubería (CONAGUA, 2015).

3.4 Topografía y trazado de la red

La representación matemática de la red de alcantarillado requiere de la construcción de un modelo topográfico planimétrico y altimétrico que replique con exactitud la distribución espacial de la comunidad de Kayamás.

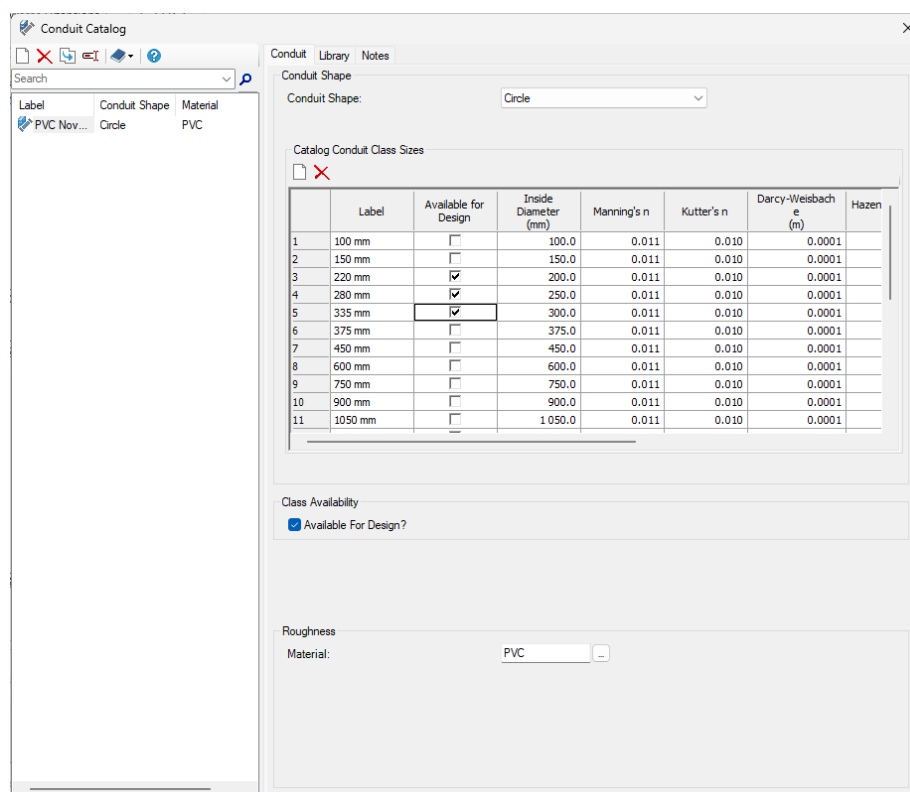


Figura 3.3: Definición de catálogos

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 Digitalización de Elementos de la Red

El proceso de dibujo se inicia cargando la planimetría de la zona de estudio. Para ello se accede a *Background Layers > New > File* (Figura 3.4), seleccionando el archivo topográfico de la comunidad en formato DXF (Figura 3.8). Esta capa actúa como una plantilla de referencia espacial a escala real 1:1 bajo las coordenadas UTM.

Utilizando la herramienta de dibujo interactivo *Layout*, se digitalizan secuencialmente los tres elementos fundamentales de la red pública, representando la morfología vial y la distribución de los lotes (Walski et al., 2007).

- Manholes (Pozos): Insertados de forma obligatoria en todas las intersecciones de calles, puntos de inicio de tramos de cabecera, cambios de dirección y puntos donde se prevén cambios de diámetro o pendientes longitudinales excesivas, de acuerdo con las especificaciones de la norma CPE INEN (SENAGUA, 2014b).
- Conduit (Conductos/Tuberías): Trazados de forma longitudinal uniendo los

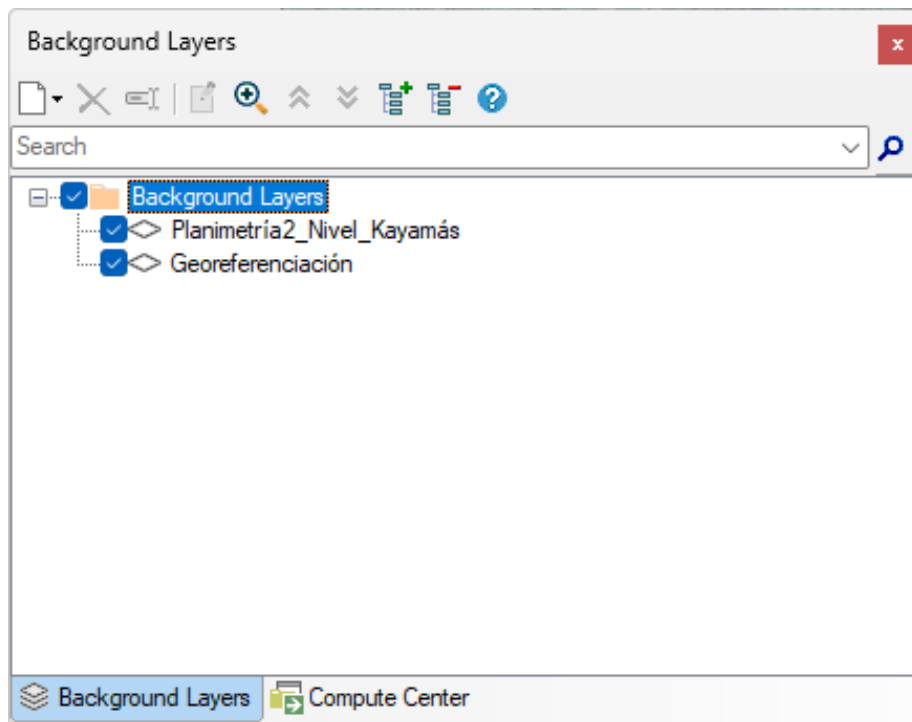


Figura 3.4: Topografía adjunta
Fuente: Elaboración Propia

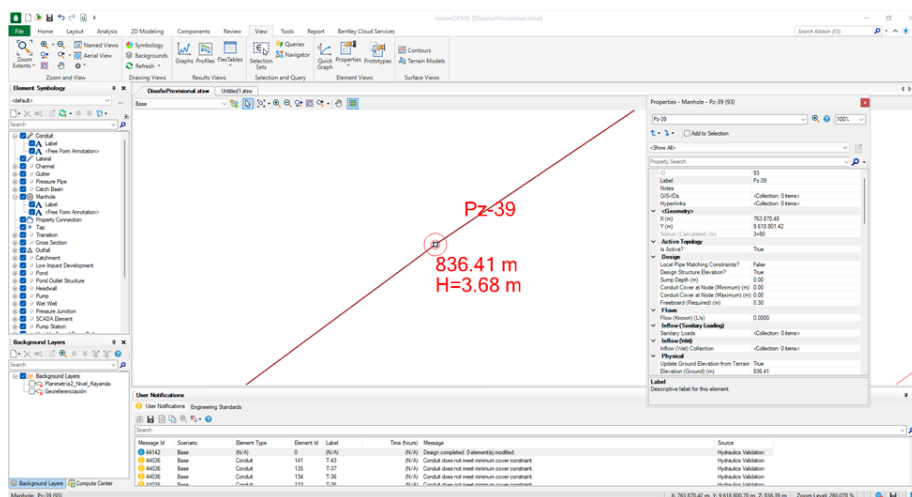


Figura 3.5: Pozos
Fuente: Elaboración Propia

pozos. El sentido del dibujo de las tuberías debe coincidir estrictamente con la dirección natural de la topografía del terreno, de modo que el software reconozca correctamente el sentido del flujo por gravedad.

- Property Connections (Conexiones de Propiedad): Insertadas como nodos independientes sobre cada vivienda identificada en el catastro de Kayamás.

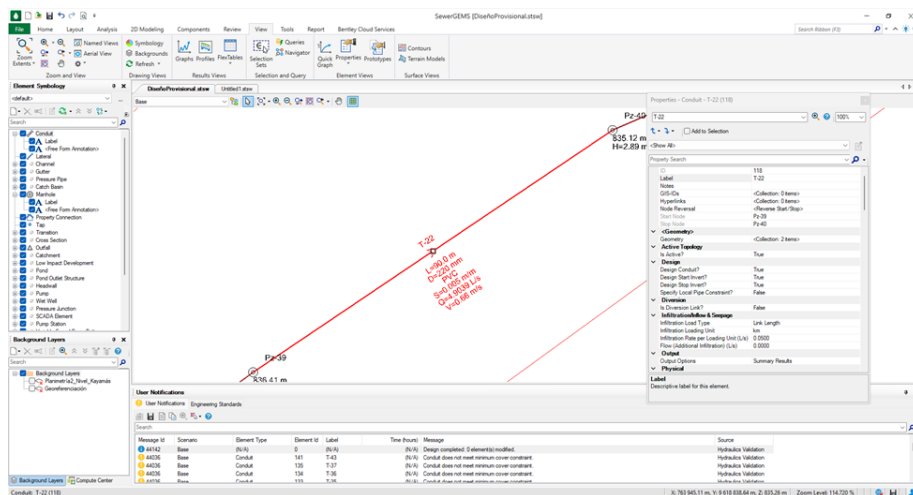


Figura 3.6: Tuberías
Fuente: Elaboración Propia

Este nodo almacena la información demográfica que posteriormente generará el caudal puntual de aporte.

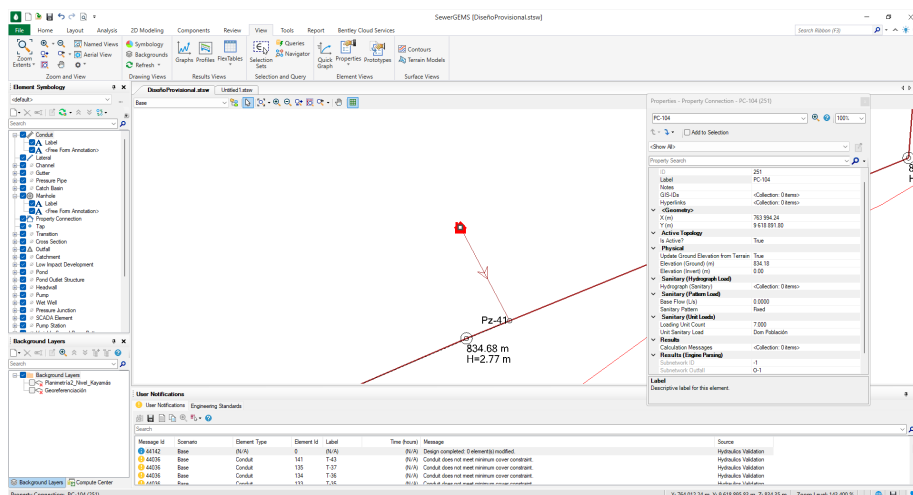


Figura 3.7: Property Connection/Viviendas
Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Extracción de cotas

Una vez concluido el trazado plano de la red, los nodos carecen de información sobre la cota del terreno. El ingreso manual de las elevaciones de un levantamiento topográfico genera un margen de error humano inaceptable. Para automatizar este proceso y dotar al modelo de mayor precisión, SewerCAD incorpora la herramienta *Terrain Model*.

Al ejecutar el asistente, el software aplica un método de interpolación

espacial denominado *Triangulated Irregular Network (TIN)*. El algoritmo calcula al instante la cota exacta de la superficie del suelo para las coordenadas de posición X e Y de cada pozo y conexión domiciliaria, y completa automáticamente el campo *Elevation* de cada elemento. Este valor constituye la cota superior que el software utilizará para verificar la profundidad de excavación y la cota clave de los colectores.

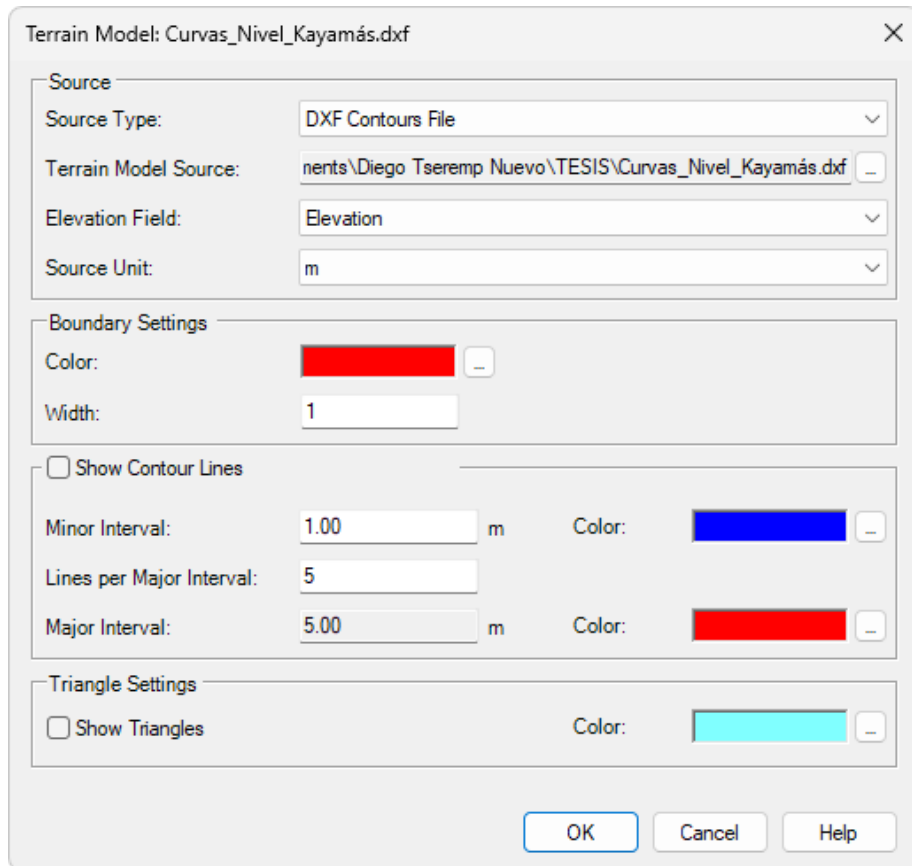


Figura 3.8: Extracción de Elevación de Planimetría
Fuente: *Elaboración Propia*

3.5 Asignación de caudales

Una vez trazada la red y los nodos, el siguiente paso consiste en asignar los caudales de aporte a cada elemento de la simulación. El consumo de agua no es constante a lo largo del día; se presentan picos en horas de máxima demanda, particularmente en las mañanas, debido a la simultaneidad de uso de los aparatos sanitarios por parte de los habitantes. Para representar este comportamiento es necesario configurar en el software el método de cálculo de dichos picos de caudal.

3.5.1 Factor Harmon (Extreme Flow Setups)

Para representar el comportamiento de picos de máxima demanda, se aplica la fórmula de Harmon calculada en el Capítulo 2: Bases de diseño, la cual OpenFlows SewerCAD incorpora de manera automática tramo a tramo en función de la población tributaria acumulada en cada punto de la red, en lugar de aplicar un único valor fijo para la totalidad del sistema. De esta manera los tramos iniciales con menor población acumulada reciben un factor de mayoración más alto, mientras que el colector final, que recibe la totalidad de la población futura de diseño de 740 habitantes, presenta un factor menor, optimizando el diámetro y el costo de las tuberías (Pérez Carmona, 2013).

3.5.2 Asignación de caudal (LoadBuilder)

La generación de aguas residuales por habitantes se determina a partir de la dotación de 150 L/Hab/día y el coeficiente de retorno del 80 %, obteniendo una carga unitaria (*Unit Sanitary Loads*) de 120 L/Hab/día (Figura 3.9 y Figura 3.10). Los resultados de esta asignación, incluyendo el número de habitantes y el caudal correspondiente a cada *Property Connection*, se presentan en el Capítulo 6: Resultados, en la Tabla 6.4 Property Connection Simulación SewerCAD.

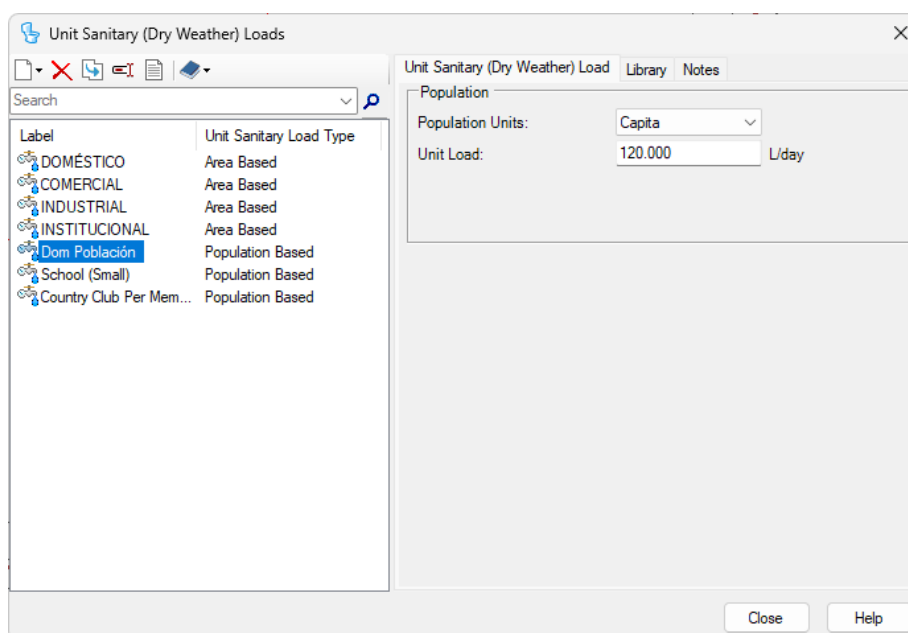


Figura 3.9: Creación de Carga Unitaria
Fuente: Elaboración Propia

La relación hidráulica entre cada *Property Connection* y el colector

	ID	Nomendatura	Elevation (Ground) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Flow (Total Out) (L/s)
241: PC-94	241	PC-94	837.84	7.000	Dom Población	0.0431
242: PC-95	242	PC-95	837.89	7.000	Dom Población	0.0431
243: PC-96	243	PC-96	837.60	7.000	Dom Población	0.0431
244: PC-97	244	PC-97	839.09	7.000	Dom Población	0.0431
245: PC-98	245	PC-98	840.93	7.000	Dom Población	0.0431
246: PC-99	246	PC-99	837.90	7.000	Dom Población	0.0431
247: PC-100	247	PC-100	838.50	7.000	Dom Población	0.0431
248: PC-101	248	PC-101	839.04	7.000	Dom Población	0.0431
249: PC-102	249	PC-102	837.35	7.000	Dom Población	0.0431
250: PC-103	250	PC-103	850.19	7.000	Dom Población	0.0431
251: PC-104	251	PC-104	834.18	7.000	Dom Población	0.0431
252: PC-105	252	PC-105	843.19	7.000	Dom Población	0.0431
253: PC-106	253	PC-106	847.00	149.000	School (Small)	0.2892
223: PC-76	223	PC-76	847.28	80.000	Country Club Pe	0.7905

Figura 3.10: Asignación de Cargas Unitarias a cada Property Connection
Fuente: Elaboración Propia

más cercano se ejecuta mediante la herramienta automatizada *LoadBuilder*, empleando el método *Property Connection Load Data* (Figura 3.11). El software identifica la tubería del trazado más cercana y de menor cota respecto a cada vivienda, y traza automáticamente una conexión lateral virtual que conduce desde el lote hasta el colector correspondiente (Walski et al., 2007).

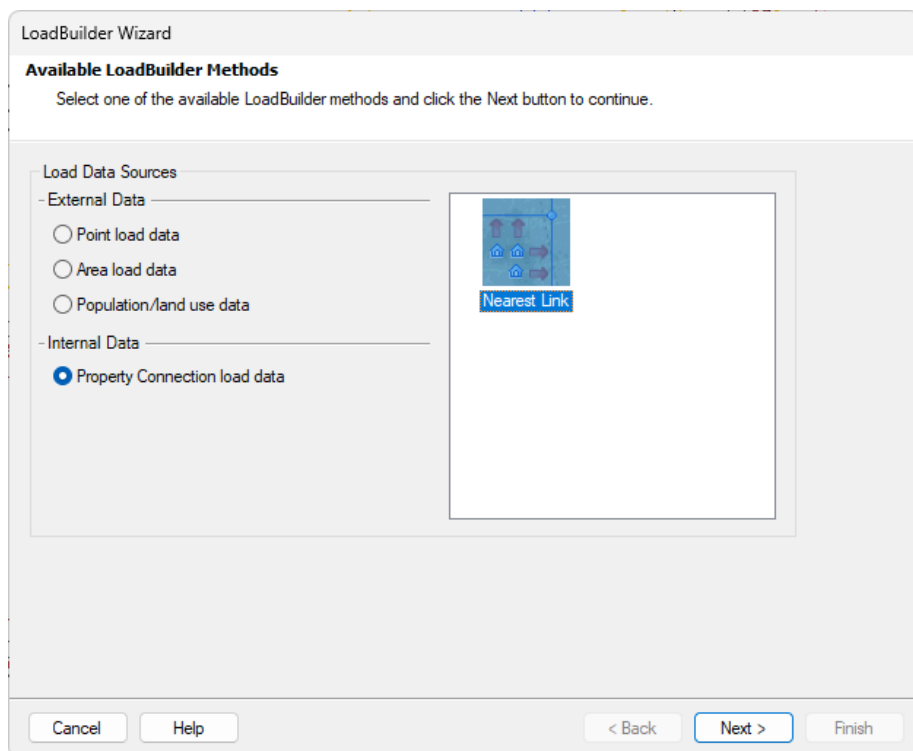


Figura 3.11: Selección de Método de Cálculo LoadBuilder
Fuente: Elaboración Propia

3.6 Simulación y Diseño

Una vez definidas la topografía, las tuberías, las viviendas conectadas y las condiciones de frontera, se procede a realizar la simulación final.

3.6.1 Diseño automático de la red

En las opciones de cálculo del software se activa el modo Design y se ejecuta el comando Compute. El algoritmo de SewerCAD evalúa entonces las restricciones definidas al inicio.

El software ajusta las pendientes de los colectores para garantizar una tensión tractiva mínima de 1.0 Pa, que evita la sedimentación de los sólidos. Simultáneamente, selecciona el diámetro de tubería que mantiene la relación de llenado por debajo del 75 % y verifica que la profundidad de las zanjas no supere los 5 m de excavación (CONAGUA, 2015).

CAPÍTULO 4

**PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES
(PTAR)**



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil



4 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

4.1 Introducción

A lo largo de los capítulos anteriores, se ha diseñado un sistema de recolección eficiente para las aguas residuales generadas por los habitantes de Kayamás. Sin embargo, el punto de este proyecto no es solo encauzar las aguas residuales a un solo punto, sino también gestionarlas adecuadamente antes de devolverlas a su ciclo natural. Como bien lo define la literatura “El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental de cara al proyecto y explotación de las infraestructuras tanto de recogida como de tratamiento y evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad medioambiental” (Metcalf & Eddy, 1991, p. 53).

El uso de inodoros, duchas y lavabos convierte el agua potable en agua residual, la cual transporta materia orgánica y microorganismos. Si la comunidad decidiera verter ese caudal directamente al Río Cuyes sin ningún tipo de tratamiento, el impacto sería considerable; tal como lo indica el PDOT de Gualaquiza (2024), el Río Cuyes ya presentó niveles de contaminación donde el DBO supera los $100 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$. Al descargar el agua cruda, las bacterias naturales del río consumirían todo el oxígeno disponible tratando de degradar esa materia orgánica, lo que provocaría la muerte de la fauna acuática y crearía un foco de enfermedades infecciosas para quienes usan el río aguas abajo.

Por esta razón la PTAR actuará como un sistema de depuración biológica con el fin de retener los sólidos y degradar la materia orgánica de forma controlada dentro de los tanques y así poder asegurar que el efluente final retorne a su ciclo natural sin destruir el ecosistema.

4.2 Tipos de aguas residuales

Dentro del entorno doméstico las aguas residuales que se desechan por las tuberías no son todas del mismo tipo, dependiendo de la actividad en la que se generan, se clasifican en dos grupos que posteriormente se mezclan en la red de alcantarillado (Romero Rojas, 2004):

- Aguas negras: Son aquellas que provienen de inodoros y reciben este nombre porque son cargadas de heces y orina humana, que presentan una alta concentración de materia orgánica y son la principal fuente de bacterias y patógenos.
- Aguas Grises: Son las aguas provenientes de duchas, lavabos, fregaderos de cocina y lavandería. Aunque no tienen la misma cantidad de bacterias que las aguas negras, también aportan contaminantes que afectarían directamente al cauce del Río Cuyes, tales como las grasas, detergentes o restos de tierra y comida.

En la red de alcantarillado sanitario que se diseñó para la comunidad de Kayamás, tanto las aguas negras como las grises se unen en una caja de revisión de cada vivienda y pasan por la misma tubería. Es por ello que, la PTAR que se diseñará debe tener la capacidad de afrontar ambos problemas al mismo tiempo: retener las grasas y sólidos aportados por las aguas grises y degradar la carga biológica y los sólidos pesados de las aguas negras.

4.3 Características principales de las aguas residuales

Para diseñar una PTAR no basta con conocer el caudal de aguas residuales que llegará por las tuberías; es indispensable conocer qué contiene esa agua. En la ingeniería sanitaria, la suciedad del agua se evalúa a través de tres grandes características: físicas, químicas y biológicas (Metcalf & Eddy, 1991).

A continuación, se detallan tres datos importantes y su impacto directo en el diseño del sistema de alcantarillado para la comunidad de Kayamás:

4.3.1 Características físicas: Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Las aguas residuales transportan material sólido visible y no visible y gran parte de esta materia flota en medio de este cauce; a estos desechos se los conoce como Sólidos Suspendidos Totales (SST). Tanto Metcalf & Eddy (1991) como Romero Rojas (2004) coinciden en los graves impactos ambientales que estas partículas desencadenan si no son removidas. Si se vierten crudas a un cuerpo receptor, se asientan y desarrollan lagunas de fango en el fondo del río.

La acumulación de estos depósitos induce condiciones anaerobias y sépticas en el agua; además cuando esta materia es orgánica, se descompone en el

lecho del río y tiende a flotar impulsada por los gases de la putrefacción. Esto cubre la superficie y el fondo, interfiriendo directamente con la reproducción de vida acuática y causando una alta turbiedad.

Para el proyecto de Kayamás, la retención de los SST resulta determinante para el sistema por dos razones principales:

1. **Protección del Filtro Anaerobio (FAFA):** El tanque séptico actúa como una gran fosa de retención donde la velocidad de flujo disminuye para que los sólidos pesados caigan al fondo. Si el tanque no retiene eficientemente estos sólidos, toda esa masa de lodo pasará directamente al tratamiento secundario FAFA, obstruyendo rápidamente los espacios libres de la grava y asfixiando a las colonias de bacterias.
2. **Protección del Río Cuyes:** El tanque séptico no purifica la materia disuelta y tiene como objetivo retener este material para evitar que termine pudriéndose en el lecho del río y afecte el ecosistema receptor.

4.3.2 Características Químicas: Materia Orgánica DBO5 y Tasa de Carga Másica

La demanda bioquímica de Oxígeno se define operacionalmente como un ensayo bioanalítico empírico que determina la masa de oxígeno molecular consumida por una población bacteriana heterótrofa durante la oxidación bioquímica de la materia orgánica carbonácea, bajo condiciones estandarizadas de incubación a 20 °C durante un periodo de 5 días (Metcalf & Eddy, 1991).

En el tratamiento de aguas residuales, es indispensable diferenciar entre la concentración volumétrica del sustrato C , expresada en mg/L o g/m^3 y la tasa de carga de masa diaria o carga contaminante másica W , expresada en $\text{kg}/\text{día}$. Mientras que la concentración volumétrica representa una propiedad intensiva del flujo que describe la densidad del contaminante en una muestra puntual, la carga másica define la masa absoluta de sustrato disponible por unidad de tiempo para el metabolismo microbiano. Las dos variables se vinculan mediante la relación hidrodinámica descrita en la ecuación (4.1)

$$W = \frac{Q * C}{1000} \quad (4.1)$$

Donde:

Q = Caudal volumétrico medio diario ($m^3/\text{día}$)

C = Concentración de DBO5 (mg/L)

4.3.3 Características Biológicas: Coliformes.

Las aguas negras contienen una inmensa variedad de microorganismos, sin embargo, los patógenos reales suelen estar presentes en cantidades muy pequeñas, lo que hace técnica y económicamente inviable aislarlos e identificarlos en pruebas de laboratorio.

Por esta razón, la ingeniería sanitaria utiliza a los coliformes como organismos indicadores de contaminación. Se estima que un ser humano evacúa diariamente entre 100 mil a 400 mil millones de bacterias coliformes (Metcalf & Eddy, 1991). Al ser un grupo tan numeroso, su presencia se comprueba con gran facilidad. Su detección en el agua evidencia contaminación fecal y, por ende, la posible presencia de patógenos letales.

4.4 Características del agua residual de la comunidad Kayamás

Al no disponer de un sistema de alcantarillado sanitario operativo ni de caracterizaciones experimentales de laboratorio in situ para la comunidad de Kayamás, la determinación cualitativa y cuantitativa de las aguas negras se realiza mediante datos especificados en la normativa CPE INEN 5. Este cálculo combina las proyecciones demográficas e hidrodinámicas calculadas en el Capítulo 2: Bases de diseño, con las dotaciones per cápita recomendadas en la Norma CPE INEN 5.

4.4.1 Caudal volumétrico de Diseño

A diferencia de las redes de alcantarillado que se diseñan para soportar los Caudales Máximos Horarios, las unidades de tratamiento biológico se dimensionan para procesar el volumen acumulado durante todo el día. De acuerdo con la información redactada en el apartado Caudal medio diario (Q_{MD}) el volumen de ingreso a la planta será:

- Caudal Medio Diario Q_{MD} : $1,027 \frac{L}{s}$

Por efectos de dimensionamiento geométrico de reactores anaerobios, este caudal se expresa en metros cúbicos diarios: $88,8 \frac{m^3}{día}$

4.4.2 DBO5 y Sólidos Suspendidos Totales.

Para dimensionar el tamaño de los tanques, es importante cuantificar cuánta contaminación acarrea este caudal. Para esto se necesitan caracterizaciones de laboratorios y en casos de carecer de esta información como es el caso se acude a la bibliografía. Romero Rojas (2004) establece que en el entorno rural los aportes per cápita son menores que en las grandes urbes, en la Tabla 4.1 se especifican los valores, ubicando la DBO entre $30 - 35 \frac{g}{c}.d$ y los Sólidos Suspendidos entre $25 - 30 \frac{g}{c}.d$.

Tabla 4.1: Carga Promedio de las ARD en área Rural

Parámetro	Valor
Caudal	$150 \frac{L}{c}.d$
DQO	$75 - 80 \frac{g}{c}.d$
DBO	$30 - 35 \frac{g}{c}.d$
Sólidos Suspendidos	$25 - 30 \frac{g}{c}.d$
Nitrógeno	$8 - 9 \frac{g}{c}.d$
Fósforo	$3,5 - 4 \frac{g}{c}.d$
Coliformes totales	$10^8 \frac{NMP}{100} mL$

Fuente: (Romero Rojas, 2004)

Por otro lado, el CPE INEN 5 detalla que los aportes de DBO van en un rango de $36 - 78 \frac{g}{c}.d$ y los Sólidos Suspendidos van de $60 - 115 \frac{g}{c}.d$ tal como se detalla en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Aportes per cápita para aguas residuales domésticas

Parámetro	Intervalo	Valor Sugerido
DBO 5 días	$36 - 78 \frac{g}{c}.d$	$50 \frac{g}{c}.d$
Sólidos Suspendidos	$60 - 115 \frac{g}{c}.d$	$90 \frac{g}{c}.d$

Fuente: (SENAGUA, 2014b, p. 221)

En el diseño de la PTAR de Kayamás, se adoptarán los valores recomendados por el CPE INEN 5 y con base a estos parámetros, las Cargas Diarias Totales que la PTAR deberá procesar y retener se calculan bajo las siguientes

ecuaciones (4.2) y (4.3):

$$\text{Carga Orgánica Diaria (DBO}_5\text{)} = 50 \frac{g}{c.d} * \text{Población Futura} \quad (4.2)$$

$$\text{Carga de Sólidos Diaria (SST)} = 90 \frac{g}{c.d} * \text{Población Futura} \quad (4.3)$$

4.5 Marco legal para la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua dulce

El diseño, construcción y operación de una PTAR para la comunidad de Kayamás se rige bajo un estricto marco legal orientado a la preservación de los recursos hídricos y la salud pública; por lo tanto, el diseño de la PTAR se fundamenta en los siguientes marcos legales, los cuales prohíben la descarga de aguas crudas y exigen su depuración previa.

Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021).

La constitución establece la obligación del Estado respecto a la protección del agua y del ambiente como derechos inalienables:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de carga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019).

Establece la obligatoriedad y la competencia exclusiva que tienen los municipios sobre los sistemas de saneamiento:

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo des-

centralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determinen la ley: [...]

1. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Código Orgánico del Ambiente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

Es la norma ambiental más importante del país, la cual regula explícitamente la gestión de las descargas:

Art. 222.- De las descargas de aguas residuales. - Todos los vertidos y descargas de aguas residuales deberán sujetarse a las normas de calidad ambiental, a los parámetros y valores de descarga o niveles máximos permisibles complementados en este Código y en la norma técnica respectiva. Las aguas residuales deberán ser tratadas para su descarga.

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Art. 80.- Control de la calidad del Agua. - (...) Está prohibido verter, sin el respectivo tratamiento y la autorización correspondiente, aguas y residuos líquidos a las fuentes de agua, ya sean superficiales o subterráneas. Toda la descarga al medio ambiente debe cumplir con lo establecido en la normativa ambiental pertinente.

Acuerdo Ministerial 097-A: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes (MAATE, 2015).

Para operativizar las disposiciones legales anteriores, el Ministerio del Ambiente establece los límites físicos y químicos exactos con los que el agua debe ser devuelta a la naturaleza. Esta norma reforma el Anexo 1 del Libro VI del texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Dado que la descarga final de la PTAR de Kayamás se realizará sobre el Río Cuyes, el diseño del sistema garantizará que el efluente cumpla estrictamente con la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

Parámetro Exigido por el MAATE	Límite Máximo Permisible	Unidad de Medida
DBO ₅	100	mg/L
DQO	200	mg/L
SST	130	mg/L
Aceites y grasas	30.0	mg/L
Coliformes fecales	2 000	NMP/100 mL
pH	6 – 9	—

Fuente: Adaptación de la tabla 9, Anexo 1, Libro VI del TULSMA (MAATE, 2015, p. 24)

De los parámetros recogidos en la Tabla 4.3, el presente trabajo desarrolla el balance de masa únicamente para DBO₅ y SST, por ser los que pueden estimarse a partir de los aportes per cápita normativos y de las eficiencias de remoción documentadas para las unidades propuestas. Los restantes parámetros requieren caracterización de laboratorio del agua residual, no disponible para la comunidad, tal como se detalla en el Capítulo 6.

4.6 Tecnología utilizada en el tratamiento de aguas residuales generadas para pequeñas poblaciones

Para cumplir con la normativa de descarga del Acuerdo Ministerial 097-A del Ministerio del Ambiente sin alterar la operatividad de sistema, se analizaron tres alternativas tecnológicas de carácter pasivo y flujo por gravedad más utilizadas:

- **Lagunas de Estabilización:** Las lagunas anaerobias, facultativas y de maduración constituyen la opción más eficiente desde la perspectiva de operación y mantenimiento, debido a que la transferencia de oxígeno y la degradación del sustrato carbonáceo se realizan mediante procesos puramente simbióticos entre algas y bacterias, sin consumo de energía (Mara, 2004).

De igual manera, una limitante de los sistemas de lagunaje es su ubicación territorial. Von Sperling (2007) demuestra cuantitativamente que las lagunas de estabilización presentan los mayores requerimientos de área per cápita, oscilando en rangos que van desde 2.0 hasta 10.0 $\frac{m^2}{h}$; haciendo que la población futura de 740 Hab de Kayamás, el área neta requerida superaría significativamente la

disponibilidad del suelo, haciendo que de esta manera sea inviable.

- **Tanques Imhoff:** El tanque Imhoff es una unidad compacta de sedimentación primaria y digestión anaerobia de lodos que opera de manera secuencial en un solo reactor dividido verticalmente cuya ventaja principal es la separación física del proceso de decantación respecto a la zona de digestión de fangos, evitando que los gases resultantes de la descomposición anaerobia interfieran con la sedimentación de los sólidos (Romero Rojas, 2004).

La limitación estructural del tanque Imhoff viene de su configuración geométrica vertical, la cual necesita de una profundidad entre 6.0 m a 8.0 m. En el caso del área asignada para la comunidad, la cual se encuentra sobre material rocoso, esta profundidad resulta técnica y económicamente inviable.

- **Tanque Séptico de Múltiples Cámaras seguido de Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente:** La combinación de un tanque séptico seguido por un filtro anaerobio de flujo ascendente representa la solución más adecuada para las necesidades de la comunidad. Von Sperling (2007) clasifica a los filtros anaerobios como sistemas descentralizados compactos de alta tasa, caracterizados por un requerimiento de área superficial mínimo en comparación con las lagunas estabilizadoras.

4.7 Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El diseño de la PTAR seguirá la siguiente estructura.

1. **Tratamiento Preliminar:** Rejillas y desarenador para retener sólidos que pueden llegar a obstruir el sistema.
2. **Tratamiento Primario (Tanque Séptico Comunitario):** Una gran fosa estructurada donde la velocidad del agua disminuirá casi a cero, permitiendo así que los lodos pesados caigan al fondo y las grasas floten, clarificando las aguas.
3. **Tratamiento Secundario (FAFA):** Un tanque relleno de grava gruesa que actúa como filtro.

4.7.1 Diseño de Tratamiento Primario

El tratamiento primario tiene por objeto la separación de los sólidos presentes en el agua residual cruda. Por eso el tanque séptico opera como un reactor físico-biológico en el cual ocurren simultáneamente tres procesos: la sedimentación de sólidos suspendidos, la flotación de grasas y natas y la digestión anaerobia de los lodos sedimentados (Romero Rojas, 2004).

El dimensionamiento de esta estructura a escala comunitaria difiere sustancialmente de los criterios aplicados en las fosas sépticas unifamiliares; y para procesar de manera eficiente los caudales aportados por la población de diseño y evitar el desbordamiento de los sólidos, el cálculo se fundamenta en las especificaciones técnicas para plantas de baja vulnerabilidad operativa establecidas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/CEPIS, 2005a) y las directrices del Código de Práctica Ecuatoriano (SENAGUA, 2014b).

4.7.1.1 *Tiempo de Retención Hidráulica*

Para sistemas de volumen superior a $5,0m^3$, asumir un TRH fijo conduce a un sobredimensionamiento; por esto, la OPS/CEPIS prescribe el uso de una función logarítmica de decaimiento que ajusta el TRH en función del caudal aportado. La ecuación (4.4) se define como:

$$THR = 1,5 - 0,3 * \log (P_f * Q) \quad (4.4)$$

Donde

THR = Tiempo de Retención Hidráulica ajustado (Días)

P_f = Población Futura de Diseño

Q = Aporte de aguas residuales o dotación neta ($m^3/\text{hab} * \text{día}$)

4.7.1.2 *Cálculo de Volúmenes Parciales del Reactor*

Volumen de Sedimentación (V_s)

Se calcula multiplicando el Caudal Medio Diario (Q_{md}) calculado en la sección Caudal de diseño del Capítulo 2: Bases de diseño por el TRH como se

muestra en la ecuación (4.5):

$$V_s(L) = Q_{md} (m^3/día) * TRH * 1000 \quad (4.5)$$

Volumen de Digestión y Almacenamiento de Lodos (V_d)

El diseño debe proveer un volumen de acumulación suficiente para retener los lodos durante el intervalo de limpieza programado con el GAD Municipal. El volumen requerido responde a la ecuación (4.6)

$$V_d = P_f * N * T_a \quad (4.6)$$

Donde

V_d = Volumen de almacenamiento de lodos (litros)

N = Intervalo de limpieza o purga de lodos, expresado en años. De acuerdo con la información proporcionada por el GAD Municipal de Gualaquiza se adopta una frecuencia de purga anual, $N = 1$ año.

T_a = Tasa de acumulación de lodos digeridos (litros/hab * año). Según Mara (2004) este valor depende directamente de la temperatura ambiental de la región; para climas cálidos y semihúmedos con purga anual se adopta $T_a = 40$ litros/hab * año.

Volumen de Natas y Borde de Seguridad V_n

Según las normas, este volumen se calcula considerando una profundidad de natas mínima estandarizada $H_n = 0,70m$ multiplicada por el área superficial proyectada del tanque A_s y responde a la ecuación (4.7):

$$V_n = A_s * H_n \quad (4.7)$$

Volumen Útil total (V_u)

El volumen neto operativo es la sumatoria de todos los volúmenes anteriores:

$$V_u = V_s + V_d + V_n \quad (4.8)$$

4.7.1.3 Dimensionamiento Geométrico

Para garantizar la decantación horizontal, la longitud del tanque L_{total} guardará una proporción mínima de 3 a 1 respecto a su ancho W .

La primera cámara actuará como el decantador primario y zona de digestión activa, por lo que requiere una mayor capacidad de retención. Su longitud L_1 será igual al doble del ancho $2W$, ocupando dos tercios del volumen útil total. La segunda cámara funcionará como clarificador final, con una longitud L_2 igual al ancho W , ocupando así un tercio del volumen total.

Dado que el Área Superficial A_s está definida por un rectángulo de largo $3W$ y un ancho W , si su expresión algebraica es $A_s = 3W^2$. Al sustituir esta relación en la ecuación (4.8) del Volumen Útil Total, se establece la ecuación de diseño definitiva como se muestra en la ecuación (4.9), la cual permite despejar el Ancho interno W fijando una profundidad recomendada entre 1,5 m y 2,5 m

$$V_u = 3 * W^2 * H \quad (4.9)$$

4.8 Diseño del tratamiento Secundario (FAFA).

El tratamiento secundario tiene el objetivo de asimilar y estabilizar la fracción orgánica soluble que no fue retenida durante la sedimentación primaria. Para este propósito se diseña un Filtro Anaerobio, el cual opera como un reactor biológico de biomasa inmovilizada (Metcalf & Eddy, 1991)

4.8.1 Estimación de la Carga Orgánica Afluente (W_{inFA})

El dimensionamiento biológico del FA no se realiza con la carga orgánica cruda inicial, sino con la carga remanente que escapa del tratamiento primario; por lo que se asume que el tanque séptico proporciona una reducción considerable de remoción de la DBO5. La masa diaria de sustrato que efectivamente ingresará al filtro se calcula con la ecuación (4.10):

$$(W_{\text{inFA}} = W_{\text{DBO5cruda}} * (1 - E_{\text{primaria}})) \quad (4.10)$$

Donde:

W_{inFA} = Carga de DBO5 afluente al FA

$W_{\text{DBO5}_{\text{cruda}}} = \text{Carga orgánica total generada por la población}$

$E_{\text{primaria}} = \text{Eficiencia de remoción del tanque séptico}$

4.8.2 Verificación por Carga Orgánica Volumétrica (COV)

Romero Rojas (2004) establece que para evitar alteraciones en el proceso anaerobio, la masa de sustrato introducida por unidad de volumen no debe superar un umbral teórico, definido a partir de la Carga Orgánica Volumétrica de diseño, cuyo rango operativo adecuado para climas semihúmedos oscila entre 0,5 y 3,0 kg DBO₅/m³ · día.

Volumen que se calcula mediante la ecuación (4.11):

$$V_{\text{cov}} = \frac{W_{\text{in_FA}}}{\text{COV}_{\text{diseño}}} \quad (4.11)$$

4.8.3 Dimensionamiento Hidráulico y Volumen de Lecho (V_f)

De forma complementaria al requerimiento biológico, el sistema debe garantizar un Tiempo de Retención Hidráulico suficiente para el contacto entre el flujo ascendente y la biopelícula. De acuerdo con las guías de la OPS/CEPIS (2005b), el THR en filtros anaerobios debe situarse en el rango de 12 a 24 horas. El volumen hidráulico requerido V_h en función del Caudal Medio Diario Q_{md} se calcula con la ecuación (4.12):

$$V_h = Q_{\text{md}} * \text{THR} \quad (4.12)$$

4.8.4 Geometría del Reactor

La eficiencia del filtro depende de la porosidad o índice de vacíos del medio de soporte. Von Sperling (2007) y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2016) exigen el uso de grava con diámetros entre 50 mm y 70 mm. Normativamente la altura del lecho filtrante sumergido H_f se estandariza en un rango de 1,2 m a 1,8 m; una vez definida la altura H_f , el área superficial requerida para el filtro A_f se deduce directamente del volumen de diseño como se muestra en la ecuación (4.13):

$$A_f = \frac{V_f}{H_f} \quad (4.13)$$

CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil

5 Presupuesto

5.1 Memoria de Cálculo del Presupuesto Referencial

El presupuesto referencial del presente proyecto se elaboró mediante Análisis de Precios Unitarios (APU) propios, estructurados bajo el formato utilizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Gualaquiza, y calibrados con los Salarios Mínimos Sectoriales para la Construcción vigentes, publicados por la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON, 2026). Los precios de materiales pétreos, cemento, acero y accesorios se tomaron, cuando fue posible, del presupuesto referencial municipal correspondiente al proyecto "Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario en la Comunidad Monterrey, Parroquia Bomboiza" (Gualaquiza, 2025), por corresponder a la misma parroquia y a condiciones constructivas comparables a las del presente proyecto. A continuación, se detalla la memoria de cálculo de las cantidades de obra de cada rubro del presupuesto, organizada según los tres capítulos que lo componen.

5.1.1 Red de Alcantarillado Sanitario

5.1.1.1 *Replanteo y nivelación con equipo topográfico*

La cantidad de este rubro corresponde a la longitud total de la red de tuberías obtenida de la simulación en OpenFlows SewerCAD de 2,546.00 m, incrementada en un 2 % en concepto de trabajos de replanteo adicionales tales como curvas, empalmes y verificación de cotas, expresada en kilómetros:

$$\text{Replanteo} = \frac{(2,546,00 \text{ m} * 1,02)}{1000} = 2,60 \text{ km}$$

5.1.1.2 *Excavación a máquina en zanja (suelo normal)*

Las cantidades de obra de los rubros de zanja se calcularon a partir de tres parámetros geométricos declarados de forma uniforme para toda la red, de manera que todos los rubros derivados resulten trazables entre sí:

- Longitud total de la red obtenida de la simulación: $L = 2,546,00 \text{ m}$ (suma de los 50 tramos).

- Ancho de fondo de zanja: $b = 0,65 \text{ m}$, que corresponde al ancho de apoyo de la tubería y gobierna los rubros de rasanteo y cama de arena.
- Ancho medio de la sección de excavación: $1,25 \text{ m}$, resultante del ancho de fondo más un sobreancho de $0,30 \text{ m}$ por lado, necesario para el trabajo de la retroexcavadora y la colocación del entibado en los tramos profundos.

El volumen de excavación se obtuvo a partir de la geometría de cada tramo de tubería (longitud, ancho de la sección de excavación y profundidad, esta última definida por la cota de batea de cada colector respecto a la cota de terreno natural), acumulando el volumen de los 50 tramos de la red. La profundidad media ponderada resultante es de $2,06 \text{ m}$:

$$V_{\text{exc}} = \sum_{i=1}^{50} L_i \cdot 1,25 \cdot h_i = 6,544,23 \text{ m}^3$$

Al tratarse de suelo predominantemente cohesivo (tierra) en toda la traza de la red, con excepción del área específica de la planta de tratamiento, se aplicó la tarifa correspondiente a excavación en suelo normal.

5.1.1.3 Cama de arena para asiento de tubería

Corresponde al volumen de arena requerido para conformar la cama de apoyo de la tubería, con un espesor de diseño de $0,10 \text{ m}$ a lo largo de todo el ancho de fondo de zanja y de la longitud total de la red:

$$V_{\text{cama}} = L \cdot b \cdot e = 2,546,00 \times 0,65 \times 0,10 = 165,49 \text{ m}^3$$

5.1.1.4 Relleno compactado mecánico con material de sitio

Corresponde al volumen de material propio (producto de la misma excavación) que se reutiliza como relleno compactado por capas sobre la cama de arena y alrededor de la tubería, hasta alcanzar la cota de terreno natural. Se determina descontando del volumen de excavación el espacio ocupado por la cama de arena y por la tubería instalada, siendo el volumen de esta última:

$$V_{\text{tub}} = \frac{\pi}{4} \cdot (0,20)^2 \cdot 2,546,00 = 79,98 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{rell}} = 6,544,23 - 165,49 - 79,98 = 6,298,76 \text{ m}^3$$

5.1.1.5 Desalojo de material en volquete

El volumen de material sobrante que no puede reincorporarse a la zanja como relleno compactado debe transportarse fuera de la obra. Dado que los rubros de excavación y relleno se miden en volumen en banco y compactado in situ respectivamente, mientras que el transporte se ejecuta sobre material suelto, al volumen sobrante se le aplica un factor de esponjamiento de 1.20, representativo de suelos cohesivos:

$$V_{\text{sobrante}} = 6,544,23 - 6,298,76 = 245,47 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{desalojo}} = 245,47 \times 1,20 = 294,57 \text{ m}^3$$

5.1.1.6 Suministro e instalación de tubería PVC perfilada Di=200mm

Corresponde a la longitud total de tubería PVC de 200 mm de diámetro obtenida directamente de los resultados de la simulación hidráulica en SewerCAD, equivalente a 2,546,00 m, valor consistente con el utilizado en el cálculo del replanteo.

5.1.1.7 Rasanteo manual de zanja

Se calculó como el producto de la longitud total de tubería (2546,00 m) por un ancho de zanja asumido de 0,65 m, representativo de las dimensiones típicas de excavación para tubería de 200 mm de diámetro:

$$\text{Rasanteo} = 2,546,00\text{m} * 0,65\text{m} = 1,654,90\text{m}^2$$

5.1.1.8 Entibado de zanja (tramos profundos)

Dado que la comunidad Kayamás se asienta sobre un suelo predominantemente cohesivo, se adoptó como criterio de diseño que el entibado de zanja es exigible únicamente en los tramos cuya profundidad promedio de excavación supera los 2.50 m, valor consistente con la mayor estabilidad de cortes verticales que presentan los suelos cohesivos frente a suelos sueltos o granulares. Para determinar la longitud de tramos que cumplen esta condición, se cruzó la profundidad de cada pozo de revisión (obtenida del modelo geométrico de SewerCAD) con la

longitud de cada uno de los 50 tramos de tubería, calculando la profundidad promedio de excavación de cada tramo como el promedio de la profundidad de sus dos pozos extremos. La longitud total de tramos que superan el umbral de 2.50 m es de 190.00 m.

5.1.1.9 Excavación para pozos de revisión

El volumen de excavación de los 46 pozos de revisión se calculó considerando un diámetro de excavación de 2,00 m, resultante del diámetro exterior de la estructura de 1,45 m más una holgura constructiva de 0,25 m por lado para permitir la colocación del encofrado.

La profundidad de excavación de cada pozo se obtuvo de su profundidad de estructura registrada en el modelo, incrementada en 0,15 m correspondientes al espesor de la losa de fondo y del replantillo. Para los cuatro pozos que presentan doble registro en el modelo (Pz-7, Pz-29, Pz-40 y Pz-42, correspondientes a un mismo pozo físico donde se inicia un nuevo tramo) se consideró el registro de mayor profundidad:

$$\sum h_{\text{est}} = 80,43 \text{ m} \quad \sum h_{\text{exc}} = 80,43 + 46 \times 0,15 = 87,33 \text{ m}$$

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right) * (2,00\text{m})^2 * 87,33\text{m} = 274,36\text{m}^3$$

5.1.1.10 Construcción de pozos de revisión, por rango de profundidad

Para la cuantificación del hormigón, acero y demás insumos de cada pozo, los 46 pozos de revisión se agruparon en cuatro rangos de profundidad, según su distribución real obtenida del modelo:

- H = 0.00 – 1.50 m: 1 pozo
- H = 1.51 – 2.50 m: 40 pozos
- H = 2.50 – 3.50 m: 4 pozos
- H = 3.50 – 4.50 m: 1 pozo

Las cantidades de materiales (arena, grava, piedra bola, cemento y acero) de cada rango se determinaron por interpolación y extrapolación lineal a partir de los Análisis de Precios Unitarios de referencia del GAD Municipal de Gualaquiza

para pozos de revisión $D_i=1.2m$ $H=1.51-2.00m$ y $H=2.51-3.00m$, en función de la profundidad promedio real de los pozos de cada rango.

5.1.1.11 Catastro y deslinde predial

Rubro de carácter administrativo, adoptado como valor fijo según la referencia municipal, correspondiente a los trabajos de deslinde predial previos a la intervención de los terrenos por donde discurre la red.

5.1.2 Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR)

Alcance de la definición estructural. Las cantidades de obra de las estructuras de tratamiento se determinaron a partir de criterios de predimensionamiento y no del resultado de un diseño estructural. En concreto, el espesor de $0,30 m$ adoptado para muros y losas, la cuantía de acero de $80 kg/m^3$ de hormigón armado y los espesores de replantillo constituyen valores conservadores de uso habitual en estructuras enterradas de contención de agua, adoptados ante la ausencia de un estudio de suelos del sitio de emplazamiento. En consecuencia, las cantidades de hormigón, acero y encofrado presentadas en este capítulo tienen carácter referencial y deberán ser ratificadas o ajustadas mediante el diseño estructural definitivo, una vez disponibles los parámetros geotécnicos del terreno, conforme se indica en las recomendaciones del presente trabajo.

5.1.2.1 Limpieza y desbroce manual del terreno

Corresponde al área total del terreno designado para la planta de tratamiento, de $20 m \times 20 m$ ($400 m^2$).

5.1.2.2 Excavación a máquina en suelo conglomerado

A diferencia de la red de alcantarillado, el terreno específico donde se emplaza la PTAR presenta un suelo de tipo conglomerado (rocoso), por lo que se aplicó la tarifa correspondiente a excavación en suelo conglomerado. El volumen se calculó sobre la totalidad del área del terreno ($400m^2$) y una profundidad total de excavación de $4,50 m$, resultante de sumar la altura de muros de las estructuras ($4,00 m$), el espesor de la losa de fondo ($0,30 m$) y el espesor del replantillo ($0,10 m$, con un margen adicional de $0,10 m$):

$$V = 400 m^2 * 4,50 m = 1,800,00m^3$$

5.1.2.3 *Desalojo de material en volquete (PTAR)*

Corresponde al volumen de suelo que queda permanentemente ocupado por las estructuras de hormigón (tanque séptico y FAFA), calculado como el producto del área exterior conjunta de ambas estructuras ($154,20 \text{ m}^2$) por la profundidad total de excavación:

$$V_{\text{banco}} = 154,20 \text{ m}^2 * 4,50 \text{ m} = 693,90 \text{ m}^3 \quad V_{\text{desalojo}} = 693,90 * 1,20 = 832,68 \text{ m}^3$$

5.1.2.4 *Relleno perimetral compactado (opcional)*

Corresponde al volumen de material de sitio que se reutiliza como relleno compactado en el perímetro de las estructuras, calculado como la diferencia entre el volumen total de excavación y el volumen ocupado por las estructuras:

$$\text{Relleno} = (400 - 154,20) \text{ m}^2 * 4,50 \text{ m} = 1,106,10 \text{ m}^3$$

5.1.2.5 *Hormigón simple de replantillo*

Se calculó a partir del área exterior de cada estructura (tanque séptico: $100,80 \text{ m}^2$; FAFA: $53,40 \text{ m}^2$) y un espesor de replantillo de $0,10 \text{ m}$, con una dosificación estándar de hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/m}^2$ de uso común en la práctica de la construcción en Ecuador (300 kg de cemento, $0,50 \text{ m}^3$ de arena y $0,80 \text{ m}^3$ de grava por m^3):

$$V = (100,80 + 53,40) \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} = 15,42 \text{ m}^3$$

5.1.2.6 *Hormigón armado para muros y losas*

El volumen de hormigón armado se determinó a partir de la huella exterior de cada estructura (obtenida sumando el espesor de muro de $0,30 \text{ m}$ a las dimensiones interiores definidas en el Capítulo 4), la altura de muros ($4,00 \text{ m}$) y las losas de fondo y de tapa ($0,30 \text{ m}$ de espesor cada una), para una dosificación estructural $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$ (375 kg de cemento, $0,50 \text{ m}^3$ de arena y $0,80 \text{ m}^3$ de grava por m^3 , con adición de aditivo impermeabilizante por tratarse de estructuras de retención de agua):

$$\text{Tanque séptico : perímetro } 44,40 \text{ m} * 4,00 \text{ m} * 0,30 \text{ m} + 2 \text{ losas}(100,80 \text{ m}^2 * 0,30 \text{ m}) + \text{muro divisorio} = 120,60 \text{ m}^3$$

FAFA : perímetro $28,60m * 4,00 m * 0,30 m + 2 \text{ losas}(53,40m^2 * 0,30m) = 66,36m^3$

Total : $186,96m^3$

5.1.2.7 Acero de refuerzo

Se adoptó una cuantía de acero de $80 \text{ kg}/m^3$ de hormigón armado, valor conservador típico de predimensionamiento para estructuras enterradas de contención de agua:

$$\text{Acero} = 186,96m^3 * 80 \text{ kg}/m^3 = 14,956,80 \text{ kg}$$

5.1.2.8 Encofrado y desencofrado

Se calculó considerando encofrado en ambas caras de los muros exteriores (interior y exterior) y en la cara inferior de la losa de tapa de ambas estructuras, para un total de $781,40 m^2$.

5.1.2.9 Suministro y colocación de medio filtrante (FAFA)

Corresponde al volumen del medio filtrante (grava clasificada de 50 a 70 mm, con diámetro nominal adoptado de 70 mm) requerido para el filtro anaerobio de flujo ascendente. La cantidad de $67,23 m^3$ corresponde al volumen de lecho provisto determinado en el Capítulo 6 ($5,40 m \times 8,30 m \times 1,50 m$), sin incremento adicional al tratarse de la cantidad de diseño.

5.1.2.10 Tapas de inspección y tubería de ventilación

Se consideran 4 tapas de inspección y registro (2 en el tanque séptico y 2 en el FAFA) y 2 tuberías de ventilación PVC de 110 mm, ubicadas en la losa de tapa del tanque séptico, conforme a lo definido en el Capítulo 4.

5.1.3 Transporte

5.1.3.1 Transporte de material pétreo en volquete

Se determinó el volumen total de material pétreo de arena, grava y piedra bola requerido por el proyecto, sumando los aportes de los pozos de revisión, los hormigones de replantillo y armado, el medio filtrante del FAFA y la cama de

arena de la red:

$$\text{Material pétreo total} = 329,94m^3(\text{arena}) + 319,52m^3(\text{grava}) + 13,87m^3(\text{piedra bola}) = 663,32m^3$$

De acuerdo con información recabada en campo, la cantera más cercana se ubica a orillas del Río Cuyes, a una distancia aproximada de 3 km del sitio del proyecto. La cantidad de transporte, expresada en $m^3 \cdot km$, resulta de multiplicar el volumen total de material pétreo por dicha distancia:

$$\text{Transporte} = 663,32m^3 * 3km = 1,989,97 m^3 * km$$

5.1.3.2 Transporte de materiales varios en camión

Rubro global que cubre el transporte de materiales complementarios (accesorios, tapas, aditivos) hasta el sitio de la obra.

5.1.3.3 Transporte de cemento en camión

Se determinó la cantidad total de cemento requerida por el proyecto (pozos de revisión y hormigones de la PTAR), convertida a sacos de 50 kg, y multiplicada por la distancia a la cantera:

$$\text{Cemento total} = 107,714,14 \text{ kg} = 2,154,28 \text{ sacos}$$

$$\text{Transporte} = 2,154,28 \text{ sacos} * 3 \text{ km} = 6,462,85 \text{ saco} \cdot km$$

5.1.3.4 Transporte de retroexcavadora ida y vuelta

Se considera la movilización de la retroexcavadora desde la ciudad de Gualaquiza, ubicada a 15 km del sitio del proyecto, hasta la comunidad Kayamás, ida y vuelta:

$$\text{Distancia} = 15km * 2 = 30,00km$$

La sumatoria de los tres capítulos descritos, más el 15 % de Impuesto al Valor Agregado (IVA) vigente en el Ecuador, arroja un presupuesto referencial total de USD 263,248.06 para la ejecución de la red de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad Kayamás.

Los rubros de excavación y relleno se miden en volumen en banco y

compactado in situ respectivamente, conforme a la práctica habitual de medición de obra, mientras que los rubros de desalojo y transporte de material excedente se miden en volumen suelto, por lo que sobre ellos se aplica el factor de esponjamiento de 1.20 correspondiente al incremento volumétrico del suelo cohesivo al ser removido.

El presupuesto referencial presentado en este capítulo contempla exclusivamente la red principal de colectores sanitarios, los pozos de revisión y la planta de tratamiento de aguas residuales, sin incluir las acometidas o conexiones domiciliarias individuales (caja de revisión, tubería lateral y accesorio de empalme tipo “Saddle Wye”, correspondientes a cada una de las 106 Property Connections modeladas en SewerCAD).

Esta delimitación de alcance responde a que el objetivo central del presente proyecto es el cálculo y diseño en SewerCAD del sistema de alcantarillado sanitario más planta de tratamiento de aguas residuales, componentes que determinan la viabilidad técnica y ambiental del proyecto en su conjunto. Las conexiones domiciliarias, si bien fueron consideradas dentro del modelo hidráulico de SewerCAD para efectos de la estimación de caudales de aporte, constituyen obras de menor complejidad técnica, de carácter repetitivo y estandarizado, cuya materialización depende de decisiones administrativas posteriores.

PRESUPUESTO REFERENCIAL

CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLA DO SANITARIO MÁS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1		CAPÍTULO 1: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
1.1		Replanteo y nivelación con equipo topográfico	km	2.60	446.03	1'158.31
1.2		Excavación a máquina en zanja (suelo normal)	m3	6'	3.43	22'478.03
				544.23		
1.3		Cama de arena para asiento de tubería e=10cm	m3	165.49	19.28	3'191.44
1.4		Relleno compactado mecánico con material de sitio	m3	6'	5.50	34'666.71
				298.76		
1.5		Desalojo de material en volquete hasta 5 km	m3	294.57	3.43	1'009.53

Continúa en la página siguiente

PRESUPUESTO REFERENCIAL

1.6	Suministro e instalación de tubería PVC perfilada Di=200mm	m	2'	18.61	47'392.71
				546.00	
1.7	Rasanteo manual de zanja	m2	1'	0.56	919.54
				654.90	
1.8	Entibado de zanja (tramos profundos)	m	190.00	5.96	1'132.51
1.9	Excavación para pozos de revisión (Ø exc.=2.00m)	m3	274.36	3.43	942.37
1.10	Pozo de revisión Di=1.2m H=0.00-1.50m	u	1.00	427.65	427.65
1.11	Pozo de revisión Di=1.2m H=1.51-2.50m	u	40.00	467.24	18'689.73
1.12	Pozo de revisión Di=1.2m H=2.50-3.50m	u	4.00	578.34	2'313.34
1.13	Pozo de revisión Di=1.2m H=3.50-4.50m	u	1.00	706.20	706.20
1.14	Catastro y deslinde predial	glb	1.00	120.00	120.00
	SUBTOTAL CAPÍTULO 1				135'148.06
2	CAPÍTULO 2: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)				
2.1	Limpieza y desbroce manual del terreno	m2	400.00	0.27	109.64
2.2	Excavación a máquina en suelo conglomerado (fosa PTAR) 2.01-4.50m	m3	1'	5.36	9'645.26
				800.00	
2.3	Desalojo de material en volquete hasta 5 km (PTAR)	m3	832.68	3.43	2'853.75
2.4	Relleno perimetral compactado (PTAR) — OPCIONAL, confirmar inclusión	m3	1'	5.50	6'087.69
				106.10	
2.5	Hormigón simple de replantillo f'c=180kg/cm2	m3	15.42	114.37	1'763.55
2.6	Hormigón armado para muros y losas f'c=210kg/cm2	m3	186.96	186.57	34'881.67
2.7	Acero de refuerzo habilitado y colocado	kg	14'	1.84	27'488.61
				956.80	
2.8	Encofrado y desencofrado (muros y losas)	m2	781.40	9.24	7'216.80
2.9	Suministro y colocación de medio filtrante (grava 50-70mm) FAFA	m3	67.23	24.32	1'635.34
2.10	Tapa de inspección y registro de H.A. con marco metálico	u	4.00	113.11	452.45
2.11	Tubería de ventilación PVC 110mm	u	2.00	24.34	48.68
	SUBTOTAL CAPÍTULO 2				92'183.47
3	CAPÍTULO 3: TRANSPORTE				
3.1	Transporte de material pétreo en volquete	m3/km	1'	0.44	868.95
				989.97	
3.2	Transporte de materiales varios en camión	glb	1.00	164.66	164.66
3.3	Transporte de cemento en camión	saco/km	6'	0.05	354.73
				462.85	
3.4	Transporte de retroexcavadora ida y vuelta	km	30.00	6.38	191.50
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3				1'579.83
	SUBTOTAL GENERAL				228'911.36
	IVA	0.15			34'336.70
	TOTAL				263'248.06
	CÁLCULO AUXILIAR / MATERIAL PÉTREO Y CEMENTO				

Continúa en la página siguiente

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Arena total (pozos + hormigones + cama de arena)	m3	329.94
Grava/ripio total (pozos + hormigones + medio filtrante FAFA)	m3	319.52
Piedra bola total (base de pozos)	m3	13.87
TOTAL MATERIAL PÉTREO (arena+grava+piedra)	m3	663.32
Cemento total (pozos + hormigones)	kg	107'714.14
Sacos de cemento (50 kg/saco)	saco	2'154.28
Distancia a la cantera (Río Cuyes)	km	3.00

** Revisar APUS en Anexos Análisis de Precios Unitarios

CAPÍTULO 6

RESULTADOS



Uleam

Facultad de Ingeniería Industria
y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Civil



6 Resultados

6.1 Resultados Capítulo 2: Bases de diseño

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de los caudales de aportación y los parámetros operativos obtenidos mediante simulación hidrodinámica.

Población de Diseño (P_f)

Se aplicó el modelo de crecimiento geométrico para el cálculo de la población futura.

Población inicial (P_0): **419** habitantes

Tasa de crecimiento (r): **2.88 % = 0.0288**

Período de diseño (t): **20** años

$$P_f = P_0 \cdot (1 + r)^t$$

$$P_f = 419 \cdot (1 + 0,0288)^{20}$$

$$P_f = 419 \cdot (1,764490) = 739,32 \text{ habitantes}$$

$$P_f = 740 \text{ habitantes}$$

Caudal Medio Diario (Q_{md})

El volumen base de aguas residuales generadas se obtuvo relacionando la población con la dotación normativa y el coeficiente de retorno.

Dotación de agua potable (D): **150** L/Hab · día

Coeficiente de retorno (C): **0.80**

$$Q_{md} = \frac{P_f \cdot D \cdot C}{86400}$$

$$Q_{md} = \frac{740 \cdot 150 \cdot 0,80}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,0277 \text{ L/s}$$

$$Q_{md} = 1,027 \text{ L/s} \quad (88,80 \text{ m}^3/\text{día})$$

6.1.1 Tabla Resumen Capítulo 2: Bases de diseño

Tabla 6.1: Resultados Bases de Diseño

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR / CRITERIO
Ubicación del Proyecto	Comunidad Kayamás	
Periodo de Diseño (Pd)	Años	20
Año Horizonte	Año	2046
DEMOGRAFÍA		
Población Actual (P_0)	Hab	419
Número de Familias	-	103
Tasa de Crecimiento (r)	%	2.88
Método de Proyección	-	Geométrico
Población Futura (P_f)	Hab	740
Índice de ocupación actual	hab/viv.	4.07
Promedio Habitantes/Vivienda (diseño)	-	7
Conexiones domiciliarias modeladas	u	104
<i>Property Connections</i> totales	u	106 (104 dom. + 2 inst.)
CONSUMO Y APORTES		
Dotación Media (D_{md})	L/hab/día	150
Carga unitaria doméstica ($D_{md} \cdot C$)	L/hab/día	120
Carga por vivienda ($7 \cdot 120$)	L/día	840
Coefficiente de Retorno (C)	-	0.80
Infiltración (Q_{inf})	L/s/km	0.10
Conexiones Ilícitas (Q_{il})	%	5 % del Q_{MH}
CAUDALES DE DISEÑO		
Caudal Medio Diario (Q_{MD})	L/s	1.027
Coefficiente de Harmon (M)	-	3.88
Caudal Máximo Horario (Q_{MH})	L/s	3.98
Caudal de Diseño analítico (Q_d)	L/s	4.44
Caudal en el emisor final (modelo)	L/s	4.945
HIDRÁULICA Y GEOMETRÍA		
Material de Tubería	-	PVC (Pared Estructurada)
Coefficiente de Rugosidad (n)	-	0.011
Diámetro Mínimo	mm	200 (Nominal)
Velocidad Mínima (Autolimpieza)	m/s	0.45 - 0.60
Tensión Tractiva Mínima (τ)	Pa	$\geq 1,0$
Velocidad Máxima	m/s	5.00
Profundidad Mínima (Vía)	m	1.50
Profundidad Máxima	m	5.00
Relación de Llenado (y/D)	%	≤ 75 %

Fuente: Propia

6.2 Resultados Capítulo 3: Diseño de la red de alcantarillado

6.2.1 Resultados Simulación SewerCAD Tuberías

Tabla 6.2: Tuberías Simulación SewerCAD

Start Node	Stop Node	Length (Sca- led) (m)	Dia- meter (mm)	Mate- rial	Man- ning's n	Slope (Calcu- lated) (%)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Flow (L/s)	Velo- city (m/s)	Depth (Midd- le) (m)	Depth/ Rise (%)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Ca- pacity (Design) (%)	Trac- tive Stress (Calcu- lated) (Pas- cals)	Section Type
Pz-1	Pz-2	30	200	PVC	0.011	0.682	855.09	854.89	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-2	Pz-3	30	200	PVC	0.011	0.682	854.84	854.63	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-3	Pz-4	30	200	PVC	0.011	0.682	854.58	854.38	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-4	Pz-5	30	200	PVC	0.011	0.682	854.33	854.12	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-5	Pz-6	30	200	PVC	0.011	2.49	854.07	853.33	1.000	0.73	0.02	10.926	61.1595	1.793	2.774	Circle
Pz-6	Pz-7	46	200	PVC	0.011	4.75	853.28	851.09	1.000	0.9	0.02	10.313	84.4826	1.298	4.59	Circle
Pz-7	Pz-8	84	200	PVC	0.011	3.583	851.04	848.03	1.000	0.83	0.02	10.548	73.3754	1.495	3.667	Circle
Pz-8	Pz-9	9	200	PVC	0.011	4.333	847.98	847.59	1.000	0.87	0.02	10.4	80.6894	1.359	4.279	Circle
Pz-9	Pz-10	6	200	PVC	0.011	2.099	847.54	847.41	1.000	0.69	0.02	11.092	56.1635	1.953	2.422	Circle
Pz-10	Pz-11	46	200	PVC	0.011	4.293	847.36	845.39	1.000	0.88	0.02	10.37	80.3152	1.365	4.209	Circle
Pz-11	Pz-12	60	200	PVC	0.011	0.663	842.62	842.22	1.150	0.48	0.03	13.49	31.569	3.994	1.061	Circle
Pz-12	Pz-13	70	200	PVC	0.011	3.694	842.17	839.58	1.385	0.92	0.02	12.386	74.5008	2.038	4.361	Circle
Pz-13	Pz-14	80	200	PVC	0.011	0.746	839.53	838.94	2.660	0.64	0.04	20.188	33.4721	8.714	1.686	Circle
Pz-14	Pz-15	60	200	PVC	0.011	1.596	838.89	837.93	2.812	0.85	0.04	19.119	48.9728	6.297	3.13	Circle
Pz-15	Pz-16	50	200	PVC	0.011	0.579	837.88	837.59	3.032	0.61	0.04	22.245	29.5059	11.269	1.469	Circle
Pz-16	Pz-17	48	200	PVC	0.011	0.5	837.54	837.3	3.110	0.58	0.05	22.955	27.4087	12.442	1.325	Circle
Pz-17	Pz-18	60	200	PVC	0.011	0.5	837.25	836.95	3.184	0.58	0.05	23.207	27.4087	12.739	1.339	Circle
Pz-18	Pz-19	90	200	PVC	0.011	0.638	836.9	836.33	4.639	0.71	0.05	27.266	30.9549	16.435	1.905	Circle
Pz-19	Pz-20	90	200	PVC	0.011	0.5	836.28	835.83	4.748	0.65	0.06	28.429	27.4087	18.995	1.589	Circle
Pz-20	Pz-21	90	200	PVC	0.011	0.5	835.78	835.33	4.856	0.66	0.06	28.766	27.4087	19.428	1.604	Circle
Pz-21	Pz-22	90	200	PVC	0.011	0.5	835.28	834.83	4.895	0.66	0.06	28.883	27.4087	19.585	1.609	Circle
Pz-22	Pz-23	90	200	PVC	0.011	1.188	834.78	833.71	4.899	0.9	0.05	26.113	42.2474	12.718	3.18	Circle

Continúa en la página siguiente

(continuacion)

Start Node	Stop Node	Length (Sca- led) (m)	Dia- meter (mm)	Mate- rial	Man- ning's n	Slope (Calcu- lated) (%)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Flow (L/s)	Velo- city (m/s)	Depth (Midd- le) (m)	Depth/ Rise (%)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Ca- pacity (Design) (%)	Trac- tive Stress (Calcu- lated) (Pas- cals)	Section Type
Pz-23	Pz-24	54.6	200	PVC	0.011	0.71	833.66	833.27	4.938	0.75	0.06	27.799	32.6555	16.584	2.129	Circle
Pz-24	Pz-25	79.3	200	PVC	0.011	0.5	833.22	832.82	4.941	0.66	0.06	29.021	27.4087	19.77	1.616	Circle
Pz-25	O-1	112.6	200	PVC	0.011	8.358	832.77	823.36	4.945	1.8	0.04	21.81	112.0627	4.839	14.54	Circle
Pz-7	Pz-26	94.4	200	PVC	0.011	3.588	851.56	848.17	1.000	0.83	0.02	10.547	73.422	1.494	3.67	Circle
Pz-26	Pz-27	12	200	PVC	0.011	4.618	848.12	847.56	1.000	0.89	0.02	10.339	83.2993	1.317	4.492	Circle
Pz-27	Pz-28	12	200	PVC	0.011	4.772	847.51	846.94	1.000	0.9	0.02	10.308	84.6732	1.295	4.606	Circle
Pz-28	Pz-29	84	200	PVC	0.011	4.979	846.89	842.71	1.000	0.92	0.02	10.269	86.4959	1.268	4.759	Circle
Pz-29	Pz-30	120	200	PVC	0.011	2.201	842.71	840.07	1.000	0.69	0.02	11.061	57.5082	1.907	2.523	Circle
Pz-30	Pz-31	12	200	PVC	0.011	0.682	840.02	839.94	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-31	Pz-13	44.4	200	PVC	0.011	0.682	839.89	839.58	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-36	Pz-37	30	200	PVC	0.011	4.785	845.46	844.02	1.000	0.91	0.02	10.306	84.7878	1.293	4.616	Circle
Pz-37	Pz-38	18	200	PVC	0.011	2.715	843.97	843.48	1.000	0.75	0.02	10.834	63.8691	1.717	2.965	Circle
Pz-38	Pz-39	29.7	200	PVC	0.011	2.955	843.43	842.56	1.000	0.77	0.02	10.745	66.6354	1.646	3.164	Circle
Pz-39	Pz-40	30.3	200	PVC	0.011	3.718	842.51	841.38	1.112	0.86	0.02	11.103	74.7447	1.631	3.964	Circle
Pz-40	Pz-41	60	200	PVC	0.011	1.736	841.33	840.29	1.152	0.67	0.02	12.164	51.0739	2.474	2.239	Circle
Pz-41	Pz-42	50	200	PVC	0.011	0.6	840.24	839.94	1.349	0.48	0.03	14.786	30.0248	4.927	1.056	Circle
Pz-42	Pz-43	48	200	PVC	0.011	0.55	839.89	839.62	1.467	0.48	0.03	15.554	28.7465	5.596	1.023	Circle
Pz-43	Pz-44	60	200	PVC	0.011	0.55	839.57	839.24	1.508	0.48	0.03	15.772	28.7465	5.752	1.036	Circle
Pz-44	Pz-18	59.5	200	PVC	0.011	3.773	839.19	836.95	1.549	0.96	0.03	13.065	75.2904	2.256	4.667	Circle
Pz-45	Pz-46	30	200	PVC	0.011	4.808	844.84	843.4	1.000	0.91	0.02	10.301	84.9896	1.29	4.633	Circle
Pz-46	Pz-39	12	200	PVC	0.011	6.621	843.35	842.56	1.000	1.01	0.02	10.025	99.7367	1.1	5.934	Circle
Pz-40	Pz-14	61.7	200	PVC	0.011	4.244	841.56	838.94	1.000	0.88	0.02	10.382	79.8496	1.373	4.172	Circle
Pz-42	Pz-16	61.1	200	PVC	0.011	5.231	840.79	837.59	1.000	0.94	0.02	10.223	88.6525	1.237	4.941	Circle

Continúa en la página siguiente

(continuacion)

Start Node	Stop Node	Length (Sca- led) (m)	Dia- meter (mm)	Mate- rial	Man- ning's n	Slope (Calcu- lated) (%)	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Flow (L/s)	Velo- city (m/s)	Depth (Midd- le) (m)	Depth/ Rise (%)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Ca- pacity (Design) (%)	Trac- tive Stress (Calcu- lated) (Pas- cals)	Section Type
Pz-15	Pz-11	57.4	200	PVC	0.011	0.682	843.06	842.67	1.000	0.46	0.03	12.529	32.0023	3.427	1.016	Circle
Pz-32	Pz-33	18.8	200	PVC	0.011	5.848	845.35	844.25	1.000	0.97	0.02	10.129	93.7381	1.17	5.391	Circle
Pz-33	Pz-34	16.4	200	PVC	0.011	4.959	844.2	843.39	1.000	0.92	0.02	10.272	86.3144	1.271	4.743	Circle
Pz-34	Pz-35	43.2	200	PVC	0.011	3.666	843.34	841.75	1.000	0.83	0.02	10.525	74.2147	1.478	3.731	Circle
Pz-35	Pz-13	15.6	200	PVC	0.011	2.433	841.7	841.32	1.000	0.72	0.02	10.951	60.4571	1.814	2.725	Circle



Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2 Resultados Simulación SewerCAD Pozos

Tabla 6.3: Pozos Simulación SewerCAD

Name	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Depth (Structure) (m)	Flow (Known) (L/s)	Flow (To- tal Out) (L/s)	Depth (In) (m)	Hydraulic Grade Line (In) (m)
Pz-1	856.50	855.09	1.41	1.00	1.00	855.12	855.12
Pz-2	856.50	854.84	1.66	1.00	1.00	854.86	854.86
Pz-3	856.21	854.58	1.63	1.00	1.00	854.61	854.61
Pz-4	856.08	854.33	1.75	1.00	1.00	854.35	854.35
Pz-5	855.72	854.07	1.65	1.00	1.00	854.10	854.10
Pz-6	854.74	853.28	1.46	1.00	1.00	853.30	853.30
Pz-7	853.00	851.04	1.96	1.00	1.00	851.07	851.07
Pz-7	852.97	851.56	1.41	1.00	1.00	851.58	851.58
Pz-8	849.44	847.98	1.46	1.00	1.00	848.01	848.01
Pz-9	849.00	847.54	1.46	1.00	1.00	847.57	847.57
Pz-10	848.82	847.36	1.46	1.00	1.00	847.39	847.39
Pz-11	846.80	842.65	4.15	1.15	1.15	842.68	842.68
Pz-12	845.03	842.20	2.83	1.38	1.38	842.23	842.23
Pz-13	842.73	839.53	3.20	2.66	2.66	839.58	839.58
Pz-14	840.35	838.89	1.46	2.81	2.81	838.93	838.93
Pz-15	839.34	837.88	1.46	3.03	3.03	837.93	837.93
Pz-16	839.00	837.54	1.46	3.11	3.11	837.59	837.59
Pz-17	838.74	837.25	1.49	3.18	3.18	837.30	837.30
Pz-18	839.00	836.90	2.10	4.64	4.64	836.96	836.96
Pz-19	837.74	836.28	1.46	4.75	4.75	836.33	836.33
Pz-20	838.30	835.78	2.52	4.86	4.86	835.83	835.83
Pz-21	837.19	835.28	1.92	4.89	4.89	835.33	835.33
Pz-22	836.41	834.78	1.63	4.90	4.90	834.83	834.83
Pz-23	835.12	833.66	1.46	4.94	4.94	833.72	833.72
Pz-24	834.68	833.22	1.46	4.94	4.94	833.28	833.28
Pz-25	834.50	832.77	1.73	4.95	4.95	832.83	832.83
Pz-26	849.58	848.12	1.46	1.00	1.00	848.15	848.15
Pz-27	848.97	847.51	1.46	1.00	1.00	847.54	847.54
Pz-28	848.35	846.89	1.46	1.00	1.00	846.92	846.92
Pz-29	844.48	842.71	1.77	1.00	1.00	842.74	842.74
Pz-29	844.50	843.09	1.41	1.00	1.00	843.12	843.12
Pz-30	841.48	840.02	1.46	1.00	1.00	840.04	840.04
Pz-31	841.57	839.89	1.69	1.00	1.00	839.91	839.91
Pz-32	846.76	845.35	1.41	1.00	1.00	845.37	845.37
Pz-33	845.66	844.20	1.46	1.00	1.00	844.23	844.23
Pz-34	844.80	843.34	1.46	1.00	1.00	843.36	843.36
Pz-35	843.16	841.70	1.46	1.00	1.00	841.73	841.73
Pz-36	846.87	845.46	1.41	1.00	1.00	845.48	845.48
Pz-37	845.43	843.97	1.46	1.00	1.00	844.00	844.00
Pz-38	844.89	843.43	1.46	1.00	1.00	843.46	843.46

Continúa en la página siguiente

(continuación)

Name	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Depth (Structure) (m)	Flow (Known) (L/s)	Flow (To- tal Out) (L/s)	Depth (In) (m)	Hydraulic Grade Line (In) (m)
Pz-39	843.97	842.51	1.46	1.11	1.11	842.53	842.53
Pz-40	842.99	841.33	1.66	1.15	1.15	841.36	841.36
Pz-40	842.97	841.56	1.41	1.00	1.00	841.58	841.58
Pz-41	841.70	840.24	1.46	1.35	1.35	840.27	840.27
Pz-42	842.28	839.89	2.39	1.47	1.47	839.92	839.92
Pz-42	842.20	840.79	1.41	1.00	1.00	840.81	840.81
Pz-43	842.21	839.57	2.63	1.51	1.51	839.61	839.61
Pz-44	841.50	839.19	2.31	1.55	1.55	839.23	839.23
Pz-45	846.25	844.84	1.41	1.00	1.00	844.87	844.87
Pz-46	844.81	843.35	1.46	1.00	1.00	843.38	843.38
O-1	824.77	823.36	1.41	4.95			

Fuente: Elaboración Propia

Nota: los pozos Pz-7, Pz-29, Pz-40 y Pz-42 presentan dos registros en el modelo SewerCAD, correspondientes a un mismo pozo físico donde se da el inicio de un nuevo tramo con la continuidad de la red existente, cada uno con su propia cota de batea de entrada.

6.2.3 Resultados Simulación SewerCAD Property Connection

Tabla 6.4: Property Connection Simulación SewerCAD

Nomenclatura	Elevation (Ground) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Flow (Total Out) (L/s)
PC-1	857	7	Dom Población	0.0431
PC-2	854.52	7	Dom Población	0.0431
PC-3	855.14	7	Dom Población	0.0431
PC-4	855.12	7	Dom Población	0.0431
PC-5	856.72	7	Dom Población	0.0431
PC-6	857.06	7	Dom Población	0.0431
PC-7	854.74	7	Dom Población	0.0431
PC-8	852.6	7	Dom Población	0.0431
PC-9	852.92	7	Dom Población	0.0431
PC-10	852.33	7	Dom Población	0.0431
PC-11	852.09	7	Dom Población	0.0431
PC-12	853.1	7	Dom Población	0.0431
PC-13	850.11	7	Dom Población	0.0431
PC-14	849.09	7	Dom Población	0.0431
PC-15	846.49	7	Dom Población	0.0431
PC-16	844.78	7	Dom Población	0.0431
PC-17	845	7	Dom Población	0.0431

Continúa en la página siguiente

(continuacion)

Nomenclatura	Elevation (Ground) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Flow (Total Out) (L/s)
PC-18	850.22	7	Dom Población	0.0431
PC-19	849.9	7	Dom Población	0.0431
PC-20	849.1	7	Dom Población	0.0431
PC-21	848.15	7	Dom Población	0.0431
PC-22	847.5	7	Dom Población	0.0431
PC-23	847.6	7	Dom Población	0.0431
PC-24	847.33	7	Dom Población	0.0431
PC-25	846.19	7	Dom Población	0.0431
PC-26	845.83	7	Dom Población	0.0431
PC-27	843.3	7	Dom Población	0.0431
PC-28	844.5	7	Dom Población	0.0431
PC-29	844.5	7	Dom Población	0.0431
PC-30	844.5	7	Dom Población	0.0431
PC-31	846.02	7	Dom Población	0.0431
PC-32	845.63	7	Dom Población	0.0431
PC-33	845.08	7	Dom Población	0.0431
PC-34	844.48	7	Dom Población	0.0431
PC-35	844.51	7	Dom Población	0.0431
PC-36	845	7	Dom Población	0.0431
PC-37	844.35	7	Dom Población	0.0431
PC-38	843.78	7	Dom Población	0.0431
PC-39	843.78	7	Dom Población	0.0431
PC-40	843.4	7	Dom Población	0.0431
PC-41	843.23	7	Dom Población	0.0431
PC-42	843.11	7	Dom Población	0.0431
PC-43	842.01	7	Dom Población	0.0431
PC-44	842.19	7	Dom Población	0.0431
PC-45	840.71	7	Dom Población	0.0431
PC-46	840.76	7	Dom Población	0.0431
PC-47	841.75	7	Dom Población	0.0431
PC-48	841.5	7	Dom Población	0.0431
PC-49	841.53	7	Dom Población	0.0431
PC-50	841.69	7	Dom Población	0.0431
PC-51	842.2	7	Dom Población	0.0431
PC-52	842.53	7	Dom Población	0.0431
PC-53	842.86	7	Dom Población	0.0431
PC-54	843.62	7	Dom Población	0.0431
PC-55	842.5	7	Dom Población	0.0431
PC-56	842.4	7	Dom Población	0.0431
PC-57	842	7	Dom Población	0.0431
PC-58	843.3	7	Dom Población	0.0431
PC-59	843.2	7	Dom Población	0.0431
PC-60	842.69	7	Dom Población	0.0431

Continúa en la pagina siguiente

(continuacion)

Nomenclatura	Elevation (Ground) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Flow (Total Out) (L/s)
PC-61	841	7	Dom Población	0.0431
PC-62	842.08	7	Dom Población	0.0431
PC-63	840.5	7	Dom Población	0.0431
PC-64	840.62	7	Dom Población	0.0431
PC-65	839.63	7	Dom Población	0.0431
PC-66	839	7	Dom Población	0.0431
PC-67	838.87	7	Dom Población	0.0431
PC-68	838.53	7	Dom Población	0.0431
PC-69	838.6	7	Dom Población	0.0431
PC-70	838.5	7	Dom Población	0.0431
PC-71	839.85	7	Dom Población	0.0431
PC-72	840.2	7	Dom Población	0.0431
PC-73	839.48	7	Dom Población	0.0431
PC-74	840.84	7	Dom Población	0.0431
PC-75	847.5	7	Dom Población	0.0431
PC-76	847.28	80	Casa / Cancha Comunal	0.0791
PC-77	845.53	7	Dom Población	0.0431
PC-78	849.98	7	Dom Población	0.0431
PC-79	848.43	7	Dom Población	0.0431
PC-80	846.59	7	Dom Población	0.0431
PC-81	844.02	7	Dom Población	0.0431
PC-82	844.69	7	Dom Población	0.0431
PC-83	848.76	7	Dom Población	0.0431
PC-84	843.86	7	Dom Población	0.0431
PC-85	843.74	7	Dom Población	0.0431
PC-86	843	7	Dom Población	0.0431
PC-87	842.96	7	Dom Población	0.0431
PC-88	844.14	7	Dom Población	0.0431
PC-89	842.92	7	Dom Población	0.0431
PC-90	839.5	7	Dom Población	0.0431
PC-91	839.84	7	Dom Población	0.0431
PC-92	838.09	7	Dom Población	0.0431
PC-93	837.97	7	Dom Población	0.0431
PC-94	837.84	7	Dom Población	0.0431
PC-95	837.89	7	Dom Población	0.0431
PC-96	837.6	7	Dom Población	0.0431
PC-97	839.09	7	Dom Población	0.0431
PC-98	840.93	7	Dom Población	0.0431
PC-99	837.9	7	Dom Población	0.0431
PC-100	838.5	7	Dom Población	0.0431
PC-101	839.04	7	Dom Población	0.0431
PC-102	837.35	7	Dom Población	0.0431
PC-103	850.19	7	Dom Población	0.0431

Continua en la pagina siguiente

(continuación)

Nomenclatura	Elevation (Ground) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Flow (Total Out) (L/s)
PC-104	834.18	7	Dom Población	0.0431
PC-105	843.19	7	Dom Población	0.0431
PC-106	847	149	School (Small)	0.2892

Fuente: Elaboración Propia

6.3 Resultados Capítulo 4: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

6.3.1 Resultados Tratamiento Primario

6.3.1.1 Volúmenes de Operación

Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = 1,5 - 0,3 \cdot \log(P_f \cdot Q)$$

$$TRH = 1,5 - 0,3 \cdot \log(740 \cdot 0,120 \text{ m}^3/\text{hab} \cdot \text{d})$$

$$TRH = 1,5 - 0,3 \cdot \log(88,80)$$

$$THR = 1,5 - 0,3 \cdot (1,948)$$

$$TRH = 0,915 \text{ días} \approx 21,96 \text{ horas}$$

Cálculo de Volúmenes Parciales del Reactor

Volumen de Sedimentación

$$V_s = Q_{md} \cdot TRH = 88,80 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 0,915 \text{ días}$$

$$V_s = 81,25 \text{ m}^3$$

Volumen de Digestión y Almacenamiento

$$V_d = P_f \cdot N \cdot T_a = 740 \cdot 1 \cdot 40 = 29600 \text{ Litros}$$

$$V_d = 29,60 \text{ m}^3$$

Volumen Útil Total y Almacenamiento de Lodos

Para determinar el volumen requerido por las natas, se debe redimensionar el área superficial A_s , asumiendo una profundidad de seguridad para escorias H_n de $0,70m$ y fijando

una profundidad útil del líquido H constructiva de 2,0 m.

$$A_s \cdot (2,00) = 81,25 + 29,60 + A_s \cdot (0,70)$$

$$A_s \cdot (1,30) = 110,85$$

$$A_s = 85,27 \text{ m}^2$$

Volumen de Natas:

$$V_n = 85,27 \cdot 0,70 = 59,69 \text{ m}^3$$

Volumen Útil Total:

$$V_u = 81,25 + 29,60 + 59,69 = 170,54 \text{ m}^3$$

El balance hidráulico y de digestión de lodos desarrollado en esta sección establece un volumen útil *requerido* de $V_{u,\text{req}} = 170,54 \text{ m}^3$ para una profundidad útil del líquido $H = 2,00 \text{ m}$. El redondeo constructivo del ancho interno a 5,40 m, efectuado en la sección siguiente, provee un volumen útil *disponible* de $V_{u,\text{prov}} = 174,96 \text{ m}^3$, con una holgura del 2.6 % sobre la demanda teórica.

Independientemente de este balance, la altura total interna de los muros del tanque se fija en 4,00 m. Esta decisión no proviene del cálculo hidráulico, sino de las condiciones reales de operación y mantenimiento de la zona rural de Kayamás, donde la frecuencia de intervención de organismos como el GAD Municipal de Gualaquiza o GAD Parroquial Bomboiza es limitada, recayendo la responsabilidad del mantenimiento directamente en la comunidad. La altura adicional sobre el nivel de operación calculado H provee un espacio de resguardo y acceso que reduce el riesgo de desbordamiento entre intervalos de mantenimiento prolongados, sin modificar el volumen útil de diseño ni los tiempos de retención verificados.

6.3.1.2 Geometría del Tanque

$$A_s = 3W^2$$

$$3 * W^2 = 85,27$$

$$W^2 = 28,42$$

$$W = 5,33 \text{ m} \Rightarrow 5,40 \text{ m por temas de construcción.}$$

Con este ancho real, se calculan las dimensiones definitivas del tanque:

Longitud Total (L):

$$3 * 5,40 \text{ m} = 16,20 \text{ m}$$

Área Superficial Real:

$$5,40 * 16,20 = 87,48 \text{ m}^2$$

Volumen Útil Real Provisto:

$$87,48 \text{ m}^2 * 2,00 \text{ m} = 174,96 \text{ m}^3$$

SatisfacelaDemandaTeórica de 170,54 m^3

Partición Volumétrica Reglamentaria (Cámara 1 y Cámara 2):

Cámara 1 (Digestión-Decantación): Abarca 2/3 del volumen.

$$L_1 = 2 * W = 2 * 5,40 = 10,80 \text{ m}$$

Cámara 2 (Clarificador): Abarca 1/3 del volumen.

$$L_2 = 1 * W = 5,40 \text{ m}$$

6.3.2 Resultados Tratamiento Secundario**6.3.2.1 Verificación Orgánica y Volumétrica****Carga Orgánica Afluente al FA (W_{inFA})**

Para calcular la carga orgánica se resuelven las ecuaciones (4.2) y (4.10)

$$W_{DBO5} = 50 \text{ g/hab/día} * 740 \text{ Hab} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$W_{DBO5} = 37,00 \frac{\text{kg DBO5}}{\text{día}}$$

Al reemplazar en la ecuación (4.10) encontramos la variable $E_{primaria}$ que según Romero Rojas (2004, p. 130) es explícito al indicar que "el tratamiento primario remueve alrededor del 60 % de los sólidos suspendidos del agua residual cruda y un 35 a 40 % de la DBO", por ende se asume un valor de $E_{primaria} = 0,35$.

$$W_{inFA} = W_{DBO5} * (1 - E_{primaria})$$

$$W_{inFA} = 37,00 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * (1 - 0,35)$$

$$W_{inFA} = 24,05 \frac{\text{kg DBO5}}{\text{día}}$$

Volumen requerido por Carga Orgánica Volumétrica (V_{cov})

Para garantizar la estabilidad metabólica de la biopelícula en el clima de la comunidad se adopta una Carga Orgánica Volumétrica de diseño conservadora de $1,5 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3} * \text{día}$ de la ecuación (4.11). Este dato se encuentra dentro del rango operativo óptimo de $0,5 \text{ a } 3 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3} * \text{día}$ establecido por Romero Rojas (Romero Rojas, 2004, pp. 223, 551), además de ir a la par con el intervalo normativo de $1 \text{ a } 3 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3} * \text{día}$ exigido por el CPE INEN 5 (SENAGUA, 2014b).

$$V_{\text{cov}} = \frac{W_{\text{in_FA}}}{\text{COV}_{\text{diseño}}}$$

$$V_{\text{cov}} = \frac{24,05 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{día}}}{1,5 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3}}$$

$$V_{\text{cov}} = 16,03 \text{ m}^3$$

Volumen requerido por Tiempo de Retención Hidráulica (V_h)

Se fija un TRH normativo de 18 horas, equivalente a 0,75 días, para asegurar el gradiente de contacto cinético con la película fija (OPS/CEPIS, 2005a).

$$V_h = Q_{\text{md}} * \text{TRH}$$

$$V_h = 88,80 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 0,75 \text{ días}$$

$$V_h = 66,60 \text{ m}^3$$

Al comparar ambos requerimientos, $V_{\text{cov}} = 16,03 \text{ m}^3$ y $V_h = 66,60 \text{ m}^3$, gobierna el criterio hidráulico. Se adopta por tanto como volumen de diseño del lecho filtrante $V_f = \text{máx}(V_{\text{cov}}, V_h) = 66,60 \text{ m}^3$.

6.3.2.2 Geometría del Reactor

A partir del volumen de diseño del lecho filtrante y de la altura de lecho sumergido adoptada, la ecuación (4.13) permite obtener el área superficial requerida del filtro. Se adopta una altura de lecho filtrante sumergido $H_f = 1,50 \text{ m}$, valor situado en el centro del rango normativo de $1,2 \text{ m}$ a $1,8 \text{ m}$:

$$A_f = \frac{V_f}{H_f} = \frac{66,60 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 44,40 \text{ m}^2$$

Con el fin de estandarizar las medidas estructurales y permitir la construcción de ambas unidades como un conjunto monolítico, se conserva el ancho interno del tanque séptico precedente, $W_f = 5,40 \text{ m}$, del cual se deduce la longitud interna del reactor:

$$L_f = \frac{A_f}{W_f} = \frac{44,40 \text{ m}^2}{5,40 \text{ m}} = 8,22 \text{ m} \Rightarrow 8,30 \text{ m por temas de construcción}$$

Las dimensiones internas definitivas del filtro anaerobio son, en consecuencia, $5,40 \times$

8,30 m, con lo cual:

$$A_{f,\text{real}} = 5,40 \times 8,30 = 44,82 \text{ m}^2$$

$$V_{f,\text{real}} = 44,82 \times 1,50 = 67,23 \text{ m}^3$$

El volumen de lecho provisto de $67,23 \text{ m}^3$ satisface el volumen de diseño requerido de $66,60 \text{ m}^3$ y constituye la cantidad de obra del rubro de suministro y colocación de medio filtrante del presupuesto referencial (Capítulo 5).

De manera análoga al tanque séptico, la altura total interna de los muros del FAFA se fija en 4,00 m, aunque la altura del lecho filtrante sumergido (H_f) se mantiene dentro del rango normativo de 1,2 m a 1,8 m establecido por Von Sperling (2007) y el RAS (2016). El espacio adicional entre el lecho filtrante y la losa superior facilita las labores de inspección y mantenimiento del medio filtrante por parte de la comunidad, considerando la baja frecuencia de intervención técnica externa característica del entorno rural del proyecto

Se adopta un empaquetado de material pétreo con un diámetro uniforme de 70 mm, valor comprendido en el rango normativo de 50 mm a 70 mm, asegurando un índice de vacío inicial del 45 %.

A partir del caudal medio de diseño ($Q_{md} = 88,80 \text{ m}^3/\text{día}$), se calculan las reducciones para los dos parámetros críticos de control: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

6.3.2.3 Balance de Materia Orgánica (DBO_5)

Carga y Concentración Afluente Cruda:

Carga inicial (W_{in}): 37,00 kg DBO_5 /día

Concentración inicial (C_{in}): 416,67 mg/L

Remoción en el Tratamiento Primario (Tanque Séptico):

Asumiendo una eficiencia de decantación del 35 % ($E_{prim} = 0,35$):

Masa removida: $37,00 \text{ kg/día} \cdot 0,35 = 12,95 \text{ kg/día}$

Carga remanente (al FAFA): $37,00 - 12,95 = 24,05 \text{ kg/día}$

Remoción en el Tratamiento Secundario (FAFA):

Asumiendo una eficiencia biológica del lecho fijo del 75 % ($E_{sec} = 0,75$):

Masa removida: $24,05 \text{ kg/día} \cdot 0,75 = 18,04 \text{ kg/día}$

Carga final efluente (W_{out}): $24,05 - 18,04 = 6,01 \text{ kg/día}$

Concentración Final del Efluente ($C_{out_DBO_5}$):

Dividiendo la carga final para el caudal diario ($88,80 \text{ m}^3/\text{día}$):

$$C_{\text{out_DBO5}} = \frac{6,01 \text{ kg/día}}{88,80 \text{ m}^3/\text{día}} \cdot \frac{10^6 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 67,68 \text{ mg/L}$$

6.3.2.4 *Balance de Sólidos Suspendidos Totales (SST)*

Carga y Concentración Afluente Cruda:

Carga inicial (W_{in}): $66,60 \text{ kg SST/día}$

Concentración inicial (C_{in}): $750,00 \text{ mg/L}$

Remoción en el Tratamiento Primario (Tanque Séptico):

Asumiendo una eficiencia de sedimentación del 60 % ($E_{\text{prim}} = 0,60$):

Masa removida: $66,60 \text{ kg/día} \cdot 0,60 = 39,96 \text{ kg/día}$

Carga remanente (al FAFA): $66,60 - 39,96 = 26,64 \text{ kg/día}$

Remoción en el Tratamiento Secundario (FAFA):

Asumiendo una eficiencia de filtración física del 75 % ($E_{\text{sec}} = 0,75$):

Masa removida: $26,64 \text{ kg/día} \cdot 0,75 = 19,98 \text{ kg/día}$

Carga final efluente (W_{out}): $26,64 - 19,98 = 6,66 \text{ kg/día}$

Concentración Final del Efluente ($C_{\text{out_SST}}$):

Dividiendo la carga final para el caudal diario ($88,80 \text{ m}^3/\text{día}$):

$$C_{\text{out_SST}} = \frac{6,66 \text{ kg/día}}{88,80 \text{ m}^3/\text{día}} \cdot \frac{10^6 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 75,00 \text{ mg/L}$$

6.3.2.5 *Comparación del efluente estimado con los límites de descarga*

La integración de las eficiencias parciales adoptadas resulta en una remoción global estimada del 83,75 % para DBO_5 y del 90,00 % para SST. En la Tabla 6.5 se comparan las concentraciones estimadas del efluente con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A para descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 6.5: Comparación del efluente estimado con los límites de descarga del AM 097-A

Parámetro de control	Afluente crudo estimado	Efluente estimado	Límite máximo permisible (AM 097-A)	Relación efluente/límite
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	416,67 mg/L	67,68 mg/L	100,00 mg/L	0.68
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	750,00 mg/L	75,00 mg/L	130,00 mg/L	0.58

Fuente: Elaboración Propia

Si se considera el caudal total afluente a la planta ($94,92 \text{ m}^3/\text{día}$, incluyendo los aportes institucionales), el efecto de dilución sitúa las concentraciones estimadas del efluente en $63,3 \text{ mg/L}$ de DBO₅ y $70,2 \text{ mg/L}$ de SST. El rango estimado del efluente es, por tanto, de 63 a 68 mg/L de DBO₅ y de 70 a 75 mg/L de SST, según la hipótesis de caudal que se adopte.

6.3.2.6 Alcance y limitaciones de la estimación de calidad del efluente

Los resultados presentados deben interpretarse dentro de las siguientes limitaciones, que delimitan el alcance del presente trabajo:

1. **Ausencia de caracterización experimental.** La comunidad de Kayamás no dispone de un sistema de alcantarillado en operación, por lo que no fue posible obtener muestras representativas del agua residual. No se realizaron ensayos físico-químicos ni microbiológicos in situ.
2. **Origen bibliográfico de las cargas afluentes.** Las cargas contaminantes del afluente se determinaron a partir de los aportes per cápita sugeridos por la Norma CPE INEN 5 ($50 \text{ g DBO}_5/\text{hab} \cdot \text{día}$ y $90 \text{ g SST}/\text{hab} \cdot \text{día}$), que son valores de referencia para aguas residuales domésticas y no mediciones de la comunidad.
3. **Eficiencias de remoción de referencia.** Las eficiencias adoptadas (35% de DBO₅ y 60% de SST en el tratamiento primario; 75% en el filtro anaerobio) corresponden a rangos publicados en literatura técnica para unidades de este tipo, y no a rendimientos verificados experimentalmente para las condiciones específicas de temperatura, carga y operación de este proyecto. No se empleó software de simulación de procesos de tratamiento que permita contrastar dichos rendimientos.
4. **Cobertura parcial del perfil normativo.** El balance de masa se desarrolló únicamente para DBO₅ y SST. Los restantes parámetros incluidos en la Tabla 9 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A —entre ellos DQO, coliformes fecales, aceites y grasas, nitrógeno total, fósforo total, pH y temperatura— no fueron evaluados. En particular, el sistema propuesto no incorpora una etapa de desinfección, por lo que no cabe pronunciarse sobre

la calidad microbiológica del efluente.

5. **Naturaleza del resultado.** En consecuencia, las concentraciones presentadas constituyen una estimación del desempeño esperado del sistema bajo las hipótesis de diseño adoptadas. El cumplimiento de la normativa ambiental de descarga sólo puede establecerse mediante la caracterización del afluente y el monitoreo periódico del efluente durante la operación del sistema, conforme se detalla en las recomendaciones del presente trabajo.

6.3.3 Tabla Resumen Capítulo 4: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Tabla 6.6: Resumen de resultados obtenidos

Unidad del Tren de Procesos	Componente / Parámetro de Diseño	Dimensión de Cálculo	Unidad
Parámetros Globales	Caudal Medio Diario de dimensionamiento (Q_{md} , doméstico)	88.80	$m^3/\text{día}$
	Caudal Medio Diario total afluente (incluye institucional)	94.92	$m^3/\text{día}$
	Caudal Máximo Horario en el emisor final (modelo)	4.945	L/s
Tratamiento Primario			
(Tanque Séptico Colectivo)	Volumen Útil Total requerido (V_u , req)	170.54	m^3
	Volumen Útil Total provisto (V_u , prov)	174.96	m^3
	Tiempo de Retención Hidráulica requerido (TRH)	0.915	días
	Ancho Útil Interno de la Estructura (W)	5.40	m
	Longitud Interna de la Cámara 1 ($2/3 V_u$)	10.80	m
	Longitud Interna de la Cámara 2 ($1/3 V_u$)	5.40	m
	Longitud Total Interna del Reactor (L)	16.20	m
	Profundidad Útil del Líquido (H)	2.00	m
	Profundidad de natas y espumas (H_n)	0.70	m
	Borde libre mínimo normativo	0.30	m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.6 (continuación)

Unidad del Tren de Procesos	Componente / Parámetro de Diseño	Dimensión de Cálculo	Unidad
	Resguardo real sobre el nivel de operación	2.00	m
	Altura Total Interna de los Muros	4.00	m
	Período Estático de Purga de Lodos (N)	1.0	año
Tratamiento Secundario			
(Filtro Anaerobio - FAFA)	Diámetro Nominal Comercial de la Grava	70.00	mm
	Altura del Lecho Filtrante Sumergido (H_f)	1.50	m
	Área Superficial requerida (A_f)	44.40	m^2
	Ancho Útil Interno de la Cámara (W_f)	5.40	m
	Longitud Interna de la Cámara del Filtro (L_f)	8.30	m
	Volumen de lecho filtrante provisto (V_f)	67.23	m^3
	Altura Total Interna de los Muros del FAFA	4.00	m

Fuente: Elaboración Propia

6.3.4 Verificación de las unidades de tratamiento frente al caudal total afluente

El dimensionamiento de las unidades de tratamiento desarrollado en las secciones anteriores se realizó a partir del caudal medio diario doméstico $Q_{md} = 88,80 \text{ m}^3/\text{día}$, correspondiente a la población futura de diseño de 740 habitantes. El caudal total que efectivamente ingresa a la planta, incluyendo los aportes institucionales de la escuela y la casa comunal, asciende a $94,92 \text{ m}^3/\text{día}$ (véase la Tabla 2.6 del Capítulo 2), un 6.9% superior.

La carga contaminante másica no se ve afectada por esta diferencia, dado que los aportes per cápita de DBO_5 y SST empleados en el balance corresponden a la población residente de 740 habitantes, que es la misma población que utiliza la escuela y la casa comunal; incorporar dichos aportes como carga adicional supondría una doble contabilización. El efecto del caudal institucional es, por tanto, exclusivamente hidráulico. A continuación se verifica el comportamiento de ambas unidades bajo esta condición.

Tanque séptico comunitario. Con $Q = 94,92 \text{ m}^3/\text{día}$, la función de la OPS/CEPIS

entrega un tiempo de retención hidráulica requerido de:

$$\text{TRH} = 1,5 - 0,3 \cdot \log(94,92) = 0,9068 \text{ días} = 21,76 \text{ horas}$$

El volumen efectivamente disponible para sedimentación en la estructura adoptada ($A_s = 87,48 \text{ m}^2$, $H = 2,00 \text{ m}$, $H_n = 0,70 \text{ m}$) es:

$$V_{s,\text{disp}} = A_s \cdot (H - H_n) - V_d = 87,48 \cdot 1,30 - 29,60 = 84,12 \text{ m}^3$$

lo que corresponde a un tiempo de retención real de $84,12/94,92 = 0,886 \text{ días} = 21,27 \text{ horas}$.

Filtro anaerobio de flujo ascendente. Con el volumen de lecho provisto $V_f = 67,23 \text{ m}^3$, el tiempo de retención resultante es de $67,23/94,92 = 0,708 \text{ días} = 17,00 \text{ horas}$, valor que se mantiene dentro del rango normativo de 12 a 24 horas establecido por la OPS/CEPIS para filtros anaerobios.

Tabla 6.7: Verificación de las unidades de tratamiento frente al caudal total afluente

Unidad / parámetro	$Q = 88,80$ $\text{m}^3/\text{día}$	$Q = 94,92$ $\text{m}^3/\text{día}$	Criterio
Tanque séptico: TRH requerido (OPS/CEPIS)	21.97 h	21.76 h	—
Tanque séptico: TRH real disponible	22.73 h	21.27 h	—
FAFA: TRH real	18.17 h	17.00 h	12–24 h

Fuente: Elaboración Propia

La verificación confirma que las dimensiones adoptadas para el tanque séptico y el filtro anaerobio mantienen tiempos de retención adecuados al procesar el caudal total afluente, por lo que no se requiere modificación de la geometría de las unidades. La reducción del tiempo de retención del tanque séptico (2.3 % respecto del valor recomendado por la función logarítmica) se considera admisible al tratarse de un criterio de recomendación y no de un límite normativo, y al mantenerse muy por encima de los tiempos mínimos de operación de tanques sépticos comunitarios.

Conclusiones

El diagnóstico topográfico y demográfico de la comunidad Kayamás permitió establecer una población actual de 419 habitantes, registrada por el subcentro de salud local, y proyectar mediante el método de crecimiento geométrico una población de diseño de 740 habitantes al horizonte de 20 años (año 2046), empleando la tasa de crecimiento de la parroquia Nueva Tarqui (2.88 %) ante la ausencia de una tasa propia publicada para la parroquia Bomboiza. La altimetría del sector, con cotas entre 819.79 y 858.92 msnm, confirmó la viabilidad de un sistema de conducción íntegramente por gravedad, sin necesidad de estaciones de bombeo.

El cálculo y la simulación de la red de alcantarillado sanitario, desarrollados en OpenFlows SewerCAD mediante el método de cargas puntuales por vivienda (Property Connection) y cargas institucionales diferenciadas para la escuela y la casa comunal, permitieron dimensionar 50 tramos de tubería PVC con un diámetro uniforme de 200 mm y 46 pozos de revisión, cumpliendo en la totalidad de la red los criterios normativos de velocidad, tensión tractiva y relación de llenado establecidos en la Norma CPE INEN 5.

El dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, compuesta por un tanque séptico comunitario de dos cámaras (volumen útil provisto de 174.96 m³, muros de 4.00 m de altura por razones constructivas y de mantenimiento comunitario) seguido de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA, 5.40 m x 8.30 m, altura de lecho filtrante de 1.50 m dentro del rango normativo), permitió estimar remociones globales de 83.75 % para DBO₅ y 90 % para Sólidos Suspendidos Totales, con concentraciones esperadas del efluente comprendidas entre 63 y 68 mg/L de DBO₅ y entre 70 y 75 mg/L de SST. Estos valores se sitúan por debajo de los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A para dichos parámetros; no obstante, provienen de eficiencias de remoción de referencia adoptadas de literatura técnica y de aportes per cápita bibliográficos, y comprenden únicamente dos de los parámetros del perfil de descarga establecido en la norma, por lo que constituyen una estimación del desempeño esperado del sistema y no una verificación de cumplimiento normativo. La verificación de la calidad del efluente requiere la caracterización de laboratorio del agua residual y el monitoreo del efluente durante la operación del sistema. Adicionalmente, la verificación hidráulica de ambas unidades frente al caudal total afluente de 94.92 m³/día confirma tiempos de retención de 21.27 horas en el tanque séptico y de 17.00 horas en el filtro anaerobio, sin requerir modificación de la geometría adoptada.

Finalmente, se elaboraron los planos constructivos, la memoria técnica de cálculo y el presupuesto referencial del proyecto, el cual asciende a un monto total de USD 263,248.06 (incluido el 15 % de IVA), distribuido en tres capítulos: red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales y transporte. Este presupuesto no contempla las conexiones domiciliarias individuales, al haberse definido como un alcance específico centrado en la red principal y la planta de tratamiento, según lo expuesto en el Capítulo 5. Por ende, el presente proyecto constituye una herramienta técnica completa para la gestión y futura ejecución de la

obra para las partes interesadas en mención.

Recomendaciones

1. Realizar la caracterización físico-química y microbiológica del agua residual de la comunidad previamente a la construcción de la planta, e implementar un programa de monitoreo periódico del efluente durante la operación, que abarque el perfil completo de parámetros establecido en la Tabla 9 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A. Las eficiencias de remoción empleadas en el presente trabajo son valores de referencia de literatura técnica, por lo que la verificación del desempeño real del sistema y de su conformidad con la normativa ambiental sólo puede establecerse mediante dichas mediciones.
2. Evaluar la incorporación de una unidad de disposición controlada posterior al filtro anaerobio (tales como zanjas de infiltración, un filtro de arena intermitente o un humedal de flujo subsuperficial) en lugar de la descarga directa del efluente al Río Cuyes. Esta práctica es recomendable en sistemas descentralizados de pequeñas poblaciones, ya que evita la disposición directa sobre el cuerpo receptor y proporciona una etapa adicional de pulimento del efluente. En caso de mantenerse la descarga directa, se recomienda incluir una etapa de desinfección, dado que la calidad microbiológica del efluente no fue evaluada en el presente trabajo.
3. Realizar un estudio de suelos previo a la construcción del tanque séptico y el FAFA, dado que el sector asignado presenta presencia de material rocoso, condición que puede afectar el proceso constructivo, el tipo de cimentación requerida y los espesores estructurales, los cuales en el presente proyecto se adoptaron como supuestos de pre-dimensionamiento a falta de dicho estudio.
4. Al GAD Municipal de Gualaquiza establecer un plan de mantenimiento periódico que incluya la limpieza y purga de lodos del tanque séptico, así como la inspección regular del medio filtrante del FAFA para prevenir su colmatación, considerando que la baja frecuencia de intervención técnica externa característica del entorno rural fue precisamente el criterio adoptado para definir la altura de muros de las estructuras de tratamiento.
5. Actualizar el catastro de viviendas antes de la etapa constructiva, con el fin de verificar que el número de conexiones domiciliarias proyectadas (106 *Property Connections*: 104 domésticas y 2 institucionales) siga siendo representativo de la población real al momento de la ejecución de la obra.
6. A las partes interesadas gestionar ante las entidades competentes el financiamiento necesario para la ejecución del proyecto, tomando como base el presupuesto referencial elaborado, y complementar dicho presupuesto con un diseño detallado de las conexiones domiciliarias antes de la etapa de contratación, ya que estas no fueron incluidas en el alcance presupuestario del presente trabajo.
7. Verificar en campo, previo a la construcción, la carga real de las instalaciones institucionales (escuela y casa comunal), de manera que las dotaciones adoptadas en este estudio (40

L/estudiante*día y 20 L/persona*día respectivamente) puedan ajustarse si las condiciones de servicio de dichas edificaciones cambian en el futuro.

8. Se recomienda a la comunidad Kayamás mantener una gestión continua y permanente ante el GAD Municipal de Gualaquiza y demás entidades competentes, dando seguimiento activo al proceso de financiamiento y ejecución de la obra hasta conclusión, de manera que la propuesta técnica desarrollada en el presente trabajo no quede sin materializarse por falta de continuidad en las gestiones.

Referencias bibliográficas

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE* (Normativa Legal). Asamblea Nacional del Ecuador. Quito.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Organica de Recursos Hidricos Usos y Aprovechamiento del Agua* (Normativa Legal). Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial* (Oficio). Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Constitucion de la Republica del Ecuador* (Normativa Legal). Asamblea Nacional del Ecuador. Quito.
- Azevedo Netto, J. M. (2015). *Manual de hidráulica*. Editora Edgard Blucher.
- BID. (2024). *AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. BID. Consultado el 29 de julio de 2026, desde <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Proceso-regional-de-las-Américas.-Foro-Mundial-del-Agua-2024-Informe-Regional-de-América-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- CAMICON. (2026). *SALARIOS MÍNIMOS POR LEY 2026*. CAMICON.
- CONAGUA. (2015). *Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento* (Informe). CONAGUA.
- EMAAP. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q* (Primera). EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE.
- GAD Municipal Gualaquiza. (2024). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL* (Informe). GAD Municipal Gualaquiza. Gualaquiza.
- GADP Bomboiza. (2026). *ALINEACION_PDOT_BOMBOIZA_2024-2027_AL_PND_2025-2029* (Informe). GADP Bomboiza. Bomboiza.
- Gualaquiza, G. M. (2025). *AMPLIACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COMUNIDAD MONTERREY, PARROQUIA BOMBOIZA*. GAD Municipal Gualaquiza.
- INEC. (2022). *Estructura Poblacional*.
- López, R. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (Segunda). Escuela Colombiana de Ingeniería.

- López Cualla, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (3a ed). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- MAATE. (2015). *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 DE AGUA* (NORMA LEGAL). Quito, TULSMA.
- Mara, D. D. (2004). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Earthscan Publications.
- Metcalf & Eddy. (1991). *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse* (G. Tchobanoglous & F. L. Burton, Eds.; 3rd ed). McGraw-Hill.
- MSP Nueva Tarqui. (2025). *NUEVA TARQUI FICHAS FAMILIARES 2025*.
- OMS. (2019). *Carga de morbilidad atribuida al agua insalubre, el saneamiento deficiente y la falta de higiene_ Actualización de 2019* (Informe). OMS.
- OMS/UNICEF. (2017). *Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2017* (Informe). OMS/UNICEF.
- OPS/CEPIS. (2005a). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUE SÉPTICO, TANQUE IMHOFF Y LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN*. OPS/CEPIS. Lima.
- OPS/CEPIS. (2005b). *Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado-Normativa Peruana*. OPS/CEPIS. Lima.
- Pérez Carmona, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Ecoe Ediciones.
- PLASTIGAMA. (2021). *Novafort PVC* (Ficha técnica). PLASTIGAMA. Ecuador.
- RAS. (2016). *Título D-Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvia-Norma Colombiana*. RAS.
- Romero Rojas, J. A. (2004). *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito Editorial.
- SENAGUA. (2014a). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL* (Informe). Quito.
- SENAGUA. (2014b). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES* (Informe). Quito, INEN.

- Sperling, M. (2007). *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. IWA Publishing.
- UNESCO. (2024). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2024: Agua para la prosperidad y la paz*. United Nations.
- Walski, T. M., Barnard, T. E., Harold, E., Merritt, L. B., Walker, N., Whitman, B. E., & Haestad Methods, Inc (Eds.). (2007). *Wastewater collection system modeling and design* (First edition). Bentley Institute Press.
- Whitman, B. E., & Walski, T. (2021). *Computer applications in hydraulic engineering* (Ninth edition). Bentley Institute Press.

Apéndice A

Anexos Capítulo 1: Descripción de la zona

A.1 Anexos Altimetría

Tabla A.1: Puntos de Levantamiento Topográfico (Trabajo en campo)

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
1	763317.1245	9618540.1370	827.0350	F__ QUEBRADA	764	763251.799	9618302.583	849.4181	N_CASA
2	763302.9780	9618540.4170	827.1337	B_RIO	765	763248.026	9618308.613	849.3038	N_CASA
3	763305.2238	9618536.3750	827.2039	B_RIO	766	763242.816	9618305.413	849.3787	N_CASA
4	763325.2092	9618536.3690	828.4443	B__ QUEBRADA	767	763236.972	9618310.105	849.0636	N_CASA
5	763312.7979	9618535.2540	830.4953	B_RIO	768	763240.072	9618312	849.0446	N_CASA
6	763313.0422	9618516.1720	831.8248	F__ QUEBRADA	769	763241.501	9618312.541	849.0583	N_CASA
7	763302.4708	9618527.0220	832.1723	F_TERRENO	770	763243.409	9618313.773	848.1396	N_CASA
8	763306.2998	9618523.6670	833.5361	B__ QUEBRADA	771	763237.905	9618324.653	848.7637	N_CASA
9	763646.8997	9618662.2140	833.9216	F__ QUEBRADA	772	763232.143	9618321.064	848.6939	N_CASA
10	763337.5428	9618503.0290	834.7238	F__ QUEBRADA	773	763248.508	9618328.864	847.988	N_ESCUELA
11	763323.7019	9618518.0170	834.8156	B__ QUEBRADA	774	763258.647	9618335.498	847.7428	N_ESCUELA
12	763294.0170	9618522.5190	835.6934	F_TERRENO	775	763263.117	9618328.704	847.978	N_ESCUELA
13	763227.8086	9618543.8160	835.8143	B_S_RIO	776	763252.954	9618322.145	848.3134	N_ESCUELA
14	763657.4835	9618651.8810	835.8881	F__ QUEBRADA	777	763257.392	9618315.219	849.0159	N_CANCHA
15	763647.0294	9618664.4860	836.0458	F__ QUEBRADA	778	763272.549	9618324.941	848.974	N_CANCHA
16	763280.2695	9618538.0620	836.1178	B_S_RIO	779	763289.237	9618298.836	849.0352	N_CANCHA
17	763645.3063	9618660.3790	836.3897	B__ QUEBRADA	780	763252.286	9618310.102	849.1223	N_POSTE
18	763664.5125	9618636.3680	836.6539	F__ QUEBRADA	781	763252.579	9618310.294	849.1791	N_VIA
19	763654.4893	9618649.3120	837.0611	B__ QUEBRADA	782	763254.582	9618311.544	849.2298	N_VIA
20	763301.5062	9618518.4560	837.1268	PI	783	763256.935	9618313.01	849.0908	N_VIA
21	763304.5576	9618513.1280	837.1846	B__ QUEBRADA	784	763246.7	9618328.45	848.353	N_VIA
22	763283.5987	9618528.2940	837.2246	F_TERRENO	785	763244.312	9618326.926	848.4446	N_VIA
23	763659.4091	9618653.9730	837.2357	B__ QUEBRADA	786	763242.008	9618325.616	848.3766	N_VIA
24	763342.3781	9618502.7660	837.5200	B__ QUEBRADA	787	763238.134	9618332.472	848.0268	N_VIA

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
25	763235.3348	9618521.7330	837.6073 F_TERRENO	788	763238.177	9618332.356	847.9576 N_VIA
26	763505.2513	9618564.7378	837.7722 F_CASA	789	763235.929	9618335.955	847.6721 N_POSTE
27	763507.4621	9618560.7610	837.7722 F	790	763238.365	9618337.549	847.7539 N_VIA
28	763499.8674	9618561.7448	837.7830 F_CASA	791	763241.175	9618339.62	847.685 N_VIA
29	763502.0782	9618557.7680	837.7830 F	792	763243.49	9618336.339	847.9328 N_VIA
30	763610.0273	9618629.8242	837.8450 F_CASA	793	763245.935	9618332.872	848.0367 N_VIA
31	763617.7469	9618634.4510	837.8450 F	794	763240.264	9618341.843	847.2769 N_CASA
32	763668.7731	9618619.9950	837.8545 F_QUEBRADA	795	763246.177	9618345.892	847.1319 N_CASA
33	763289.0377	9618512.3350	837.8655 PI	796	763243.172	9618350.268	846.8912 N_CASA
34	763665.1421	9618655.2470	837.8789 F_POSTE	797	763237.324	9618346.032	847.0585 N_CASA
35	763515.4039	9618569.2656	838.0046 F_CASA	798	763228.508	9618334.272	847.3832 N_CASA
36	763518.8686	9618564.2450	838.0046 F	799	763224.859	9618339.161	847.2775 N_CASA
37	763668.3484	9618637.9630	838.0093 B_QUEBRADA	800	763219.95	9618335.545	847.4328 N_CASA
38	763614.1395	9618622.9632	838.0135 F_CASA	801	763215.486	9618342.102	847.2549 N_CASA
39	763621.8591	9618627.5900	838.0135 F	802	763220.444	9618345.595	847.1449 N_CASA
40	763667.4398	9618646.1020	838.0729 B_CAR	803	763215.854	9618352.239	847.0596 N_CASA
41	763475.6517	9618534.3558	838.0787 F_CASA	804	763221.977	9618356.345	846.5425 N_VIA
42	763478.6878	9618530.2580	838.0787 F	805	763224.188	9618357.842	846.4653 N_VIA
43	763424.1299	9618544.5381	838.0811 F_CASA	806	763226.432	9618359.401	846.2255 N_VIA
44	763427.2341	9618539.2870	838.0811 F	807	763227.684	9618365.74	845.9992 N_CASA
45	763664.2387	9618650.0850	838.0874 PI	808	763233.451	9618370.101	846.0568 N_CASA
46	763661.2687	9618635.7190	838.0955 B_QUEBRADA	809	763229.745	9618374.847	845.7353 N_CASA
47	763520.4684	9618572.7606	838.0978 F_CASA	810	763235.411	9618369.175	846.4009 N_POZO
48	763523.9331	9618567.7400	838.0978 F	811	763234.972	9618368.851	846.4538 N_POZO
49	763132.1679	9618492.2350	838.1103 B_CAR	812	763235.314	9618368.394	846.4052 N_POZO
50	763700.7517	9618679.8690	838.1300 B_CAR	813	763235.772	9618368.735	846.3686 N_POZO
51	763429.4061	9618547.6571	838.1521 F_CASA	814	763206.82	9618373.855	845.9471 N_VIA
52	763432.5103	9618542.4060	838.1521 F	815	763210.863	9618376.273	845.8427 N_VIA
53	763704.5659	9618675.2220	838.1999 B_CAR	816	763214.837	9618378.789	845.618 N_VIA
54	763441.7870	9618532.8737	838.2209 F_CASA	817	763179.151	9618256.228	852.7112 N_VIA
55	763444.6005	9618527.4050	838.2209 F	818	763176.68	9618254.423	852.838 N_VIA
56	763423.7193	9618543.1048	838.2273 F_CASA	819	763174.051	9618252.707	852.7546 N_VIA
57	763426.1348	9618538.7270	838.2273 F	820	763164.084	9618267.095	852.09 N_VIA
58	763436.3446	9618530.0737	838.2387 F_CASA	821	763166.721	9618268.867	852.2887 N_VIA
59	763439.1581	9618524.6050	838.2387 F	822	763169.265	9618270.606	852.2478 N_VIA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
60	763420.2177	9618541.1728	838.2671	F_CASA	823	763159.723	9618284.388	851.9089	N_VIA
61	763422.6332	9618536.7950	838.2671	F	824	763157.087	9618282.499	851.9617	N_VIA
62	763136.5777	9618494.6980	838.2769	B_CAR	825	763154.484	9618280.781	851.8789	N_VIA
63	763622.5509	9618619.8290	838.2999	B_CAR	826	763145.3	9618293.566	851.6065	N_VIA
64	763625.9083	9618614.8720	838.3031	B_CAR	827	763148.13	9618295.307	851.6713	N_VIA
65	763454.6384	9618519.4540	838.4072	F_BAÑO	828	763151.256	9618297.216	851.5015	N_VIA
66	763456.5364	9618520.7530	838.4072	F	829	763159.167	9618302.995	850.8547	N_CASA
67	763469.8992	9618530.0938	838.4533	F_CASA	830	763163.629	9618305.934	850.5317	N_CASA
68	763472.9353	9618525.9960	838.4533	F	831	763160	9618312.014	850.3612	N_CASA
69	763665.7063	9618620.0910	838.4781	B_QUEBRADA	832	763155.553	9618309.062	850.5522	N_CASA
70	763540.2794	9618559.8400	838.5010	B_CAR	833	763140.342	9618314.615	850.6918	N_VIA
71	763456.5739	9618516.6260	838.5338	F_BAÑO	834	763137.082	9618312.151	850.9798	N_VIA
72	763458.4719	9618517.9250	838.5338	F	835	763134.643	9618310.402	850.9815	N_VIA
73	763243.7933	9618496.9150	838.5364	PI	836	763124.597	9618321.775	850.3428	N_TERRRENO
74	763430.2061	9618515.2714	838.5812	F_CASA	837	763130.409	9618322.417	850.5036	N_VIA
75	763434.2277	9618508.0680	838.5812	F	838	763134.546	9618322.324	850.4716	N_VIA
76	763544.1557	9618554.2060	838.6004	B_CAR	839	763138.257	9618322.217	850.3447	N_VIA
77	763305.3741	9618507.3080	838.6091	LIH	840	763142.925	9618330.883	849.7531	N_VIA
78	763246.9837	9618487.5540	838.6301	LIH	841	763141.057	9618333.805	849.7678	N_VIA
79	763426.1437	9618513.0034	838.6325	F_CASA	842	763138.798	9618337.218	849.73	N_VIA
80	763430.1653	9618505.8000	838.6325	F	843	763141.228	9618348.204	848.2497	N_CASA
81	763493.6543	9618529.1700	838.6336	F_POSTE	844	763137.528	9618355.963	847.7364	N_CASA
82	763498.2658	9618529.8430	838.6458	B_CAR	845	763127.287	9618350.97	847.8641	N_CASA
83	763533.4889	9618553.1390	838.6779	PI	846	763151.624	9618346.188	848.9817	N_VIA
84	763587.0205	9618586.3410	838.7475	B_CAR	847	763153.612	9618343.264	848.9768	N_VIA
85	763577.3149	9618590.6340	838.7618	F_POSTE	848	763155.484	9618340.216	848.9062	N_VIA
86	763583.7017	9618590.8580	838.7672	B_CAR	849	763171.144	9618351.431	847.8877	N_VIA
87	763329.9035	9618500.6840	838.8219	B_QUEBRADA	850	763169.32	9618354.596	847.9504	N_VIA
88	763186.5113	9618507.3890	838.8367	F_TERRENO	851	763167.78	9618357.646	847.8782	N_VIA
89	763580.7615	9618581.3090	838.8501	B_CAR	852	763180.631	9618367.224	847.1621	N_VIA
90	763501.5634	9618523.4890	838.8560	B_CAR	853	763182.7	9618363.984	847.2925	N_VIA
91	763493.1122	9618517.6290	838.9369	B_CAR	854	763184.815	9618360.611	847.0749	N_VIA
92	763494.2352	9618523.7610	838.9750	R	855	763154.307	9618384.304	846.3756	N_CASA
93	763582.2030	9618586.4550	839.0075	R	856	763149.406	9618380.546	846.5555	N_CASA
94	763681.7250	9618636.2431	839.0369	F_CASA	857	763151.193	9618388.615	846.1798	N_CASA

Continúa en la página siguiente

ESTE	NORTE	NOMBRE	ESTE	NORTE	NOMBRE
PUNTO	ELEVACIÓN	PUNTO	ELEVACIÓN		
95	763678.4758 9618633.7721	839.0369 F	858	763174.533 9618381.089	846.0534 N_CASA
96	763676.6598 9618636.1600	839.0369 F	859	763178.139 9618374.925	846.4217 N_CASA
97	763679.9090 9618638.6310	839.0738 F_CASA	860	763182.661 9618377.495	846.3142 N_CASA
98	763473.3275 9618510.7410	839.0950 PI	861	763199.958 9618379.561	846.0968 N_VIA
99	763292.0265 9618502.7400	839.1023 LIH	862	763201.926 9618376.45	846.3032 N_VIA
100	763403.6297 9618488.2465	839.1127 F_CASA	863	763203.894 9618373.435	846.2471 N_VIA
101	763406.0634 9618482.8060	839.1127 F	864	763210.278 9618377.602	846.0192 N_VIA
102	763486.7962 9618508.5240	839.1245 F_CASA	865	763213.988 9618379.626	845.9212 N_VIA
103	763192.4240 9618492.5650	839.1659 F_TERRENO	866	763212.085 9618382.726	845.9317 N_VIA
104	763481.0978 9618504.1490	839.2211 F_CASA	867	763210.485 9618385.804	845.8107 N_VIA
105	763410.1976 9618491.1845	839.2303 F_CASA	868	763205.893 9618382.901	845.8596 N_VIA
106	763412.6313 9618485.7440	839.2303 F	869	763194.704 9618409.622	844.3748 N_VIA
107	763348.1199 9618425.2150	839.2486 F_QUEBRADA	870	763192.572 9618408.314	844.5051 N_VIA
108	763449.0413 9618486.3110	839.3421 B_CAR	871	763190.904 9618407.429	844.5128 N_VIA
109	763673.4844 9618621.4300	839.3651 B_QUEBRADA	872	763190.019 9618406.999	844.5954 N_POSTE
110	763341.6744 9618468.2440	839.3885 F_QUEBRADA	873	763205.739 9618403.637	844.3331 N_CASA
111	763563.1883 9618529.5457	839.4000 F_CASA	874	763212.62 9618407.728	844.3884 N_CASA
112	763568.2187 9618532.8160	839.4000 F	875	763211.844 9618393.303	844.7691 N_CASA
113	763445.3971 9618491.2130	839.4445 PI	876	763218.733 9618397.384	844.7027 N_CASA
114	763559.8916 9618534.6167	839.4459 F_CASA	877	763221.367 9618393.135	845.6592 N_VIA
115	763564.9220 9618537.8870	839.4459 F	878	763223.52 9618390.406	845.7545 N_VIA
116	763162.8847 9618482.8120	839.5643 F_CASA	879	763225.339 9618387.769	845.6962 N_VIA
117	763170.6684 9618486.7429	839.5643 F	880	763241.44 9618377.694	845.972 N_CASA
118	763346.0484 9618479.5170	839.5700 F_BAÑO	881	763237.888 9618382.703	845.8899 N_CASA
119	763131.1349 9618489.2350	839.5868 F_POSTE	882	763231.327 9618377.99	845.8253 N_CASA
120	763383.3593 9618463.1304	839.6515 F_CASA	883	763242.088 9618399.981	845.1859 N_VIA
121	763388.0869 9618466.8250	839.6515 F	884	763240.085 9618402.521	845.1669 N_VIA
122	763345.9904 9618478.5350	839.6672 F_BAÑO	885	763238.088 9618405.46	844.9508 N_VIA
123	763387.7928 9618457.4574	839.6947 F_CASA	886	763252.234 9618415.173	844.3538 N_VIA
124	763392.5204 9618461.1520	839.6947 F	887	763254.141 9618412.576	844.4987 N_VIA
125	763465.7623 9618473.2019	839.7103 F_CASA	888	763255.804 9618409.878	844.5413 N_VIA
126	763461.6561 9618478.8710	839.7103 F	889	763267.136 9618397.625	844.5192 N_CASA
127	763297.1505 9618486.2900	839.7452 F_TERRENO	890	763270.618 9618392.231	844.6329 N_CASA
128	763174.4560 9618479.2429	839.8250 F_CASA	891	763280.778 9618398.879	844.3846 N_CASA
129	763166.6723 9618475.3120	839.8250 F	892	763277.071 9618404.396	844.1242 N_CASA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
130	763470.6828	9618476.7659	839.8808	F_CASA	893	763277.617	9618409.652	843.5309	N_CASA
131	763466.5766	9618482.4350	839.8808	F	894	763274.629	9618414.883	843.4002	N_CASA
132	763476.2321	9618477.7808	839.9037	F_CASA	895	763283.667	9618420.079	843.5223	N_CASA
133	763470.8336	9618484.9820	839.9037	F	896	763290.803	9618419.358	843.4554	N_CASA
134	763377.1785	9618475.0792	839.9077	F_CASA	897	763285.203	9618426.956	843.3953	N_CASA
135	763382.7689	9618477.5200	839.9077	F	898	763290.727	9618431.058	843.3453	N_CASA
136	763301.5236	9618482.6360	839.9149	PI	899	763297.401	9618428.608	842.904	N_CASA
137	763366.4094	9618485.8134	839.9782	F_CASA	900	763301.244	9618423.545	843.1075	N_CASA
138	763368.3717	9618481.1060	839.9782	F	901	763296.265	9618423.441	843.3848	N_CASA
139	763370.2740	9618487.4244	839.9831	F_CASA	902	763304.133	9618433.775	842.8888	N_CASA
140	763372.2363	9618482.7170	839.9831	F	903	763304.67	9618425.981	843.1397	N_POZO
141	763406.2393	9618464.4600	839.9947	B_CAR	904	763305.144	9618426.273	843.1497	N_POZO
142	763359.1432	9618476.4729	839.9949	F_CASA	905	763304.979	9618425.557	843.1277	N_POZO
143	763361.6960	9618469.7620	839.9949	F	906	763305.501	9618425.837	843.1808	N_POZO
144	763687.5833	9618585.0970	840.0029	F__	907	763301.462	9618423.647	843.0837	N_POZO
145	763355.1749	9618396.1450	840.0077	F__	908	763300.999	9618423.238	843.0699	N_POZO
146	763481.0329	9618481.3798	840.0109	QUEBRADA F_CASA	909	763301.763	9618423.286	843.0567	N_POZO
147	763475.6344	9618488.5810	840.0109	F	910	763301.303	9618422.862	843.0799	N_POZO
148	763374.7221	9618480.7052	840.0340	F_CASA	911	763309.386	9618419.716	843.5576	N_POZO
149	763380.3125	9618483.1460	840.0340	F	912	763309.116	9618420.155	843.5641	N_POZO
150	763254.2873	9618466.1240	840.0411	F_TERRENO	913	763309.68	9618420.499	843.5952	N_POZO
151	763364.7662	9618478.6119	840.0421	F_CASA	914	763309.987	9618420.136	843.6514	N_POZO
152	763367.3190	9618471.9010	840.0421	F	915	763297.459	9618410.054	844.301	N_CASA
153	763290.4466	9618475.6350	840.0483	F_CASA	916	763302.424	9618413.507	844.1657	N_CASA
154	763346.0990	9618469.9750	840.0812	B__	917	763319.07	9618404.734	844.3666	N_CASA
155	763316.4781	9618483.3138	840.1146	QUEBRADA F_CASA	918	763322.237	9618400.518	844.6206	N_CASA
156	763309.9136	9618478.8650	840.1146	F_POSTE	919	763314.904	9618410.003	844.0189	N_CASA
157	763397.7905	9618458.5360	840.1146	F	920	763322.088	9618414.244	843.7435	N_CASA
158	763319.8592	9618478.3248	840.1456	F_CASA	921	763310.087	9618418.051	843.9118	N_CASA
159	763313.2947	9618473.8760	840.1456	F	922	763304.748	9618416.567	843.7093	N_CASA
160	763350.4176	9618410.7330	840.1823	F__	923	763304.033	9618416.217	843.6964	N_CASA
161	763410.3268	9618458.0660	840.2086	QUEBRADA B_CAR	924	763304.284	9618415.711	843.7088	N_CASA
162	763404.4429	9618458.2870	840.2528	R	925	763305.004	9618416.038	843.6651	N_CASA
163	763404.0512	9618456.1220	840.2561	PI	926	763285.382	9618431.259	843.2983	N_VIA
164	763414.8092	9618459.9830	840.3492	F_BAÑO	927	763283.397	9618434.654	843.3068	N_VIA

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
165		840.3636	B_	928	763281.716	9618437.017	843.2769 N_VIA
	763337.7437	9618467.1100	QUEBRADA				
166		840.3902	F_CASA	929	763267.235	9618445.867	842.4818 N_CASA
	763419.7798	9618454.1640					
167		840.3940	F_BAÑO	930	763261.797	9618454.428	841.7574 N_CASA
	763419.3715	9618463.3030					
168		840.3965	F_CASA	931	763254.875	9618449.985	841.9182 N_CASA
	763590.0537	9618553.2789					
169		840.3965	F	932	763260.437	9618441.562	842.5218 N_CASA
	763592.6261	9618550.1120					
170		840.4103	PI	933	763304.472	9618453.638	842.7254 N_VIA
	763197.0438	9618480.9820					
171		840.4279	LIH	934	763306.607	9618450.237	842.7966 N_VIA
	763200.7263	9618471.7500					
172		840.4416	F_CASA	935	763308.616	9618446.571	842.7583 N_VIA
	763429.7737	9618461.1530					
173		840.4638	B_CAR	936	763314.58	9618446.78	842.7474 N_VIA
	763403.3112	9618452.8750					
174		840.5579	F_CASA	937	763315.237	9618452.547	842.8294 N_VIA
	763483.2594	9618467.7419					
175		840.5579	F	938	763315.743	9618455.836	842.7191 N_VIA
	763486.7309	9618462.7260					
176		840.6327	PI	939	763321.453	9618450.453	842.7719 N_VIA
	763155.2273	9618464.3040					
177		840.6374	F_TERRENO	940	763318.649	9618448.45	842.8675 N_VIA
	763205.3127	9618460.2500					
178		840.6880	F_BAÑO	941	763316.15	9618446.085	842.7589 N_VIA
	763355.4167	9618456.6020					
179		840.6880	F	942	763306.955	9618460.069	841.8842 N_POSTE
	763354.8254	9618457.6462					
180		840.7085	F_CASA	943	763314.356	9618463.327	841.8362 N_
	763594.6655	9618557.0249					TERRRENO
181		840.7085	F	944	763315.43	9618477.893	841.2955 N_CASA
	763597.2379	9618553.8580					
182		840.7096	F_CASA	945	763318.751	9618472.942	841.3302 N_CASA
	763371.7069	9618464.8799					
183		840.7096	F	946	763326.489	9618478.28	841.1334 N_CASA
	763367.1444	9618462.6010					
184		840.7118	F_BAÑO	947	763326.667	9618486.584	841.0292 N_POZO
	763354.3747	9618456.0120					
185		840.7118	F	948	763326.054	9618486.124	840.9919 N_POZO
	763353.7834	9618457.0562					
186		840.7546	F_CASA	949	763325.627	9618486.718	841.0407 N_POZO
	763375.3276	9618457.6309					
187		840.7546	F	950	763326.264	9618487.17	841.0843 N_POZO
	763370.7651	9618455.3520					
188		840.7602	F_POSTE	951	763323.16	9618483.289	841.0475 N_CASA
	763301.6484	9618460.8500					
189		840.8135	F_CASA	952	763323.428	9618475.286	841.2515 N_POZO
	763472.0226	9618459.9649					
190		840.8135	F	953	763323.702	9618474.89	841.2671 N_POZO
	763475.4941	9618454.9490					
191		840.8253	B_CAR	954	763323.296	9618474.598	841.2702 N_POZO
	763161.4633	9618458.2090					
192		840.8277	B_CAR	955	763323.038	9618474.977	841.2415 N_POZO
	763155.2323	9618455.9340					
193		840.8462	B_CAR	956	763296.342	9618458.349	842.0552 N_CASA
	763610.8725	9618541.0550					
194		840.8697	F_CASA	957	763287.747	9618453.66	842.0459 N_CASA
	763693.7361	9618618.1532					
195		840.8697	F	958	763282.752	9618462.841	841.2864 N_CASA
	763691.1400	9618622.0110					
196		840.9033	F_CASA	959	763303.053	9618469.679	841.6242 N_CASA
	763287.7933	9618466.8117					
197		840.9033	F	960	763303.069	9618469.69	841.6348 N_POZO
	763293.1652	9618457.1210					
198		840.9555	F_CASA	961	763302.533	9618469.231	841.6145 N_POZO
	763278.7230	9618461.7837					
199		840.9555	F	962	763302.057	9618469.724	841.6415 N_POZO
	763284.0949	9618452.0930					

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
200			840.9895	B_	963	763302.567	9618470.2	841.6537	N_POZO
	763693.4428	9618588.9470		QUEBRADA					
201			840.9967	R	964	763330.679	9618436.601	843.1068	N_VIA
	763309.8669	9618458.7550							
202			841.0008	PI	965	763327.746	9618434.577	843.2343	N_VIA
	763306.8402	9618455.5070							
203			841.0566	F_CASA	966	763325.113	9618432.727	843.1317	N_VIA
	763700.6016	9618622.7732							
204			841.0566	F	967	763334.536	9618439.115	842.792	N_CASA
	763698.0055	9618626.6310							
205			841.0753	F_TERRENO	968	763339.466	9618442.694	842.5847	N_CASA
	763244.6541	9618440.9800							
206			841.1216	F_CASA	969	763329.63	9618445.624	842.7808	N_CASA
	763390.7576	9618436.4599							
207			841.1216	F	970	763340.363	9618424.663	843.5014	N_VIA
	763395.6524	9618440.1000							
208			841.1236	F_CASA	971	763337.273	9618422.29	843.6792	N_VIA
	763388.2968	9618439.7689							
209			841.1236	F	972	763334.091	9618420.039	843.6633	N_VIA
	763393.1916	9618443.4090							
210			841.1567	PI	973	763352.695	9618419.948	843.551	N_
	763306.7965	9618455.4330							TERRRENO
211			841.1616	PI	974	763357.122	9618423.169	843.268	N_
	763694.0958	9618595.2230							TERRRENO
212			841.1872	B_CAR	975	763356.97	9618427.698	843.0965	N_
	763618.8724	9618545.6490							TERRRENO
213			841.2050	B_CAR	976	763353.15	9618428.736	839.6941	N_
	763308.1024	9618449.1810							TERRRENO
214			841.2205	B_CAR	977	763352.389	9618422.426	840.536	N_
	763485.4634	9618444.3150							TERRRENO
215			841.2445	B_CAR	978	763349.612	9618428.188	840.7772	N_
	763615.9967	9618533.1650							TERRRENO
216			841.3300	PI	979	763345.96	9618427.515	842.9215	N_
	763618.1343	9618539.2610							TERRRENO
217			841.3722	B_CAR	980	763348.318	9618416.802	843.9766	N_VIA
	763523.1101	9618474.3610							
218			841.3865	R	981	763344.576	9618413.961	844.017	N_VIA
	763618.6716	9618537.1900							
219			841.4088	B_	982	763340.8	9618411.622	844.1087	N_VIA
	763682.6451	9618580.3250		QUEBRADA					
220			841.4117	B_CAR	983	763340.441	9618411.194	844.1397	N_POSTE
	763624.6942	9618538.7480							
221			841.4478	F_CASA	984	763252.204	9618336.739	847.6226	N_CERR
	763319.5649	9618443.0238							AMIENTO
222			841.4478	F	985	763248.434	9618333.768	847.6947	N_CERR
	763324.4099	9618446.7300							AMIENTO
223			841.4679	B_CAR	986	763247.385	9618328.793	848.0946	N_CERR
	763664.0541	9618575.6180							AMIENTO
224			841.4725	F_CASA	987	763251.29	9618322.203	848.4072	N_CERR
	763313.0420	9618432.9032							AMIENTO
225			841.4725	F	988	763260.822	9618344.286	847.3294	N_VIA
	763309.5275	9618437.8400							
226			841.5312	F_CASA	989	763258.847	9618347.226	847.2956	N_VIA
	763309.6553	9618430.4922							
227			841.5312	F	990	763257.091	9618350.008	847.1661	N_VIA
	763306.1408	9618435.4290							
228			841.5674	B_CAR	991	763276.029	9618356.018	846.9285	N_VIA
	763667.6703	9618569.6600							
229			841.5995	F_CASA	992	763274.348	9618358.469	846.9897	N_VIA
	763324.5494	9618436.5078							
230			841.5995	F	993	763272.45	9618361.269	846.8723	N_VIA
	763329.3944	9618440.2140							
231			841.6404	B_	994	763272.084	9618361.817	846.7876	N_POSTE
	763352.8558	9618427.3490		QUEBRADA					
232			841.6455	B_CAR	995	763264.608	9618373.358	845.4898	N_CASA
	763490.7253	9618438.1670							
233			841.6643	PI	996	763270.549	9618364.754	846.3612	N_CASA
	763367.1740	9618432.3410							
234			841.7014	F_CASA	997	763281.544	9618372.522	846.123	N_CASA
	763328.0351	9618434.7586							

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
235	763330.7778	9618436.7680	841.7014 F	998	763276.847	9618380.124	845.5876 N_CASA
236	763330.9606	9618430.7656	841.7633 F_CASA	999	763281.709	9618383.248	845.8843 N_CASA
237	763333.7033	9618432.7750	841.7633 F	1000	763282.836	9618382.363	845.3108 N_CASA
238	763530.3271	9618479.6030	841.8102 B_CAR	1001	763285.757	9618384.301	845.4828 N_CASA
239	763565.5177	9618503.0020	841.8980 B_CAR	1002	763279.034	9618394.74	845.1457 N_CASA
240	763528.0083	9618467.2150	841.8995 B_CAR	1003	763296.299	9618378.202	845.6614 N_VIA
241	763387.2815	9618416.8430	841.9143 F_CASA	1004	763298.625	9618375.141	845.9072 N_VIA
242	763384.1724	9618420.9360	841.9143 F	1005	763300.159	9618373.044	845.9071 N_VIA
243	763296.0195	9618424.5307	841.9593 F_CASA	1006	763312.625	9618382.164	845.3556 N_VIA
244	763302.8980	9618429.4730	841.9593 F	1007	763310.786	9618384.891	845.4161 N_VIA
245	763535.2857	9618472.9480	841.9629 B_CAR	1008	763309.141	9618387.551	845.3297 N_VIA
246	763528.9322	9618473.2340	841.9947 PI	1009	763308.776	9618388.261	845.3855 N_POSTE
247	763530.7366	9618472.2200	841.9981 R	1010	763310.573	9618392.075	844.8041 N_CASA
248	763342.9602	9618422.2750	842.0429 B_QUEBRADA	1011	763315.447	9618395.581	844.8532 N_CASA
249	763278.9162	9618413.9035	842.1058 F_CASA	1012	763323.716	9618398.76	844.7633 N_VIA
250	763275.9047	9618419.0930	842.1058 F	1013	763325.859	9618395.795	844.921 N_VIA
251	763568.7106	9618497.4450	842.1134 B_CAR	1014	763327.785	9618393.014	844.8596 N_VIA
252	763381.6063	9618412.5320	842.1483 F_CASA	1015	763327.71	9618404.583	844.3295 N_CASA
253	763378.4972	9618416.6250	842.1483 F	1016	763334.35	9618409.381	844.1695 N_CASA
254	763419.2014	9618422.2931	842.1543 F_CASA	1017	763330.878	9618414.329	844.0732 N_CASA
255	763422.6140	9618417.2370	842.1543 F	1018	763343.89	9618401.836	844.0282 N_CERRAMIENTO
256	763411.6572	9618417.2011	842.1586 F_CASA	1019	763343.222	9618405.82	844.2157 N_VIA
257	763415.0698	9618412.1450	842.1586 F	1020	763341.47	9618408.314	844.2497 N_VIA
258	763353.8916	9618423.4430	842.1718 B_CAR	1021	763340.041	9618410.388	844.1378 N_VIA
259	763357.1009	9618418.5930	842.1793 B_CAR	1022	763345.765	9618393.036	845.0037 N_ESCUELA
260	763255.8596	9618425.6090	842.1812 F_TERRENO	1023	763348.58	9618389.128	845.0573 N_ESCUELA
261	763272.6556	9618410.2705	842.1890 F_CASA	1024	763345.219	9618386.783	845.0511 N_ESCUELA
262	763269.6441	9618415.4600	842.1890 F	1025	763352.362	9618379.531	845.3037 N_POZO
263	763367.7832	9618356.4220	842.2218 F_QUEBRADA	1026	763353.241	9618379.608	845.3107 N_POZO
264	763354.6681	9618411.3510	842.2412 B_QUEBRADA	1027	763353.186	9618380.502	845.3174 N_POZO
265	763259.1722	9618421.3200	842.3060 PI	1028	763352.293	9618380.431	845.2954 N_POZO
266	763172.3331	9618425.9890	842.3386 B_CAR	1029	763353.572	9618383.031	845.1509 N_POZO
267	763442.5451	9618413.0820	842.3582 B_CAR	1030	763352.771	9618384.959	845.1652 N_POZO
268	763371.1571	9618404.9624	842.3765 F_CASA	1031	763350.474	9618384.04	845.2048 N_POZO
269	763368.1269	9618410.1410	842.3765 F	1032	763351.338	9618382.118	845.196 N_POZO

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
270	763377.3692	9618408.5974	842.4335	F_CASA	1033	763349.771	9618390.314	844.7849	N_POZO
271	763374.3390	9618413.7760	842.4335	F	1034	763349.177	9618389.861	844.7645	N_POZO
272	763370.1297	9618404.4365	842.4511	F_CASA	1035	763348.711	9618390.444	844.7906	N_POZO
273	763368.0726	9618407.8670	842.4511	F	1036	763349.315	9618390.889	844.8029	N_POZO
274	763213.1998	9618419.0880	842.4742	F_TERRENO	1037	763348.497	9618405.786	843.8559	N_
275	763344.2445	9618408.8590	842.4809	B_QUEBRADA	1038	763352.376	9618410.213	842.9442	TERRRENO
276	763178.6468	9618431.0290	842.5367	B_CAR	1039	763355.546	9618411.391	841.3095	N_
277	763313.1601	9618424.1106	842.5368	F_CASA	1040	763357.933	9618412.938	842.6494	TERRRENO
278	763316.1196	9618419.8350	842.5368	F	1041	763353.13	9618413.26	843.826	N_
279	763537.2909	9618471.9960	842.5438	F_POSTE	1042	763358.184	9618415.796	843.6223	TERRRENO
280	763292.2272	9618429.8087	842.5622	F_CASA	1043	763361.577	9618415.994	843.4503	N_
281	763299.1057	9618434.7510	842.5622	F	1044	763360.162	9618412.012	843.4941	TERRRENO
282	763317.5072	9618427.1196	842.5665	F_CASA	1045	763365.19	9618409.986	843.568	N_CASA
283	763320.4667	9618422.8440	842.5665	F	1046	763369.667	9618412.576	843.6276	N_CASA
284	763365.8506	9618401.8705	842.5871	F_CASA	1047	763368.28	9618423.175	843.3704	N_VIA
285	763363.7935	9618405.3010	842.5871	F	1048	763366.383	9618425.861	843.3917	N_VIA
286	763342.3013	9618414.9140	842.6554	PI	1049	763364.222	9618428.889	843.3521	N_VIA
287	763447.8422	9618407.9720	842.7087	PI	1050	763374.525	9618425.907	843.1185	N_CERR
288	763335.5269	9618412.4170	842.7119	F_POSTE	1051	763388.897	9618436.043	842.7317	AMIENTO
289	763394.5451	9618404.6220	842.7231	F_CASA	1052	763388.233	9618437.838	842.5578	N_CERR
290	763397.4168	9618400.3470	842.7231	F	1053	763386.428	9618440.457	842.6956	AMIENTO
291	763334.3297	9618410.9120	842.7296	B_CAR	1054	763384.284	9618443.584	842.5503	N_VIA
292	763262.3433	9618415.2250	842.7516	F_TERRENO	1055	763390.099	9618423.598	843.3038	N_VIA
293	763305.8623	9618419.6382	842.7784	F_CASA	1056	763385.056	9618430.908	842.9597	N_CASA
294	763307.7840	9618416.4180	842.7784	F	1057	763375.352	9618424.789	843.2463	N_CASA
295	763402.1479	9618409.7290	842.7936	F_CASA	1058	763394.536	9618429.615	842.2381	N_CASA
296	763405.0196	9618405.4540	842.7936	F	1059	763390.298	9618435.699	842.3288	N_CASA
297	763309.9544	9618422.0802	842.8006	F_CASA	1060	763398.37	9618441.753	842.2235	N_CASA
298	763311.8761	9618418.8600	842.8006	F	1061	763406.736	9618451.373	841.7275	N_CASA
299	763549.1604	9618463.1164	842.8021	F_CASA	1062	763411.62	9618454.752	841.6118	N_VIA
300	763546.3358	9618468.4100	842.8021	F	1063	763414.703	9618457.062	841.5129	N_VIA
301	763325.9215	9618415.3660	842.8093	F_CASA	1064	763412.561	9618460.045	841.474	N_VIA
302	763329.5041	9618410.5530	842.8093	F	1065	763410.639	9618462.764	841.4269	N_VIA
303	763555.5342	9618466.5174	842.8148	F_CASA	1066	763406.559	9618459.672	841.5379	N_VIA
304	763552.7096	9618471.8110	842.8148	F	1067	763403.096	9618456.589	841.7145	N_POSTE

Continúa en la página siguiente

ESTE	NORTE	NOMBRE	ESTE	NORTE	NOMBRE
PUNTO	ELEVACIÓN	PUNTO	ELEVACIÓN		
305	763440.7858 9618408.2240	842.8562 R	1068	763393.065 9618455.806	841.0654 N_CASA
306	763438.1515 9618402.1800	842.8793 B_CAR	1069	763397.857 9618459.406	840.8834 N_CASA
307	763340.7414 9618410.9070	842.9139 R	1070	763393.528 9618465.199	840.8504 N_CASA
308	763433.9123 9618408.0350	842.9154 B_CAR	1071	763388.298 9618475.934	840.6198 N_CASA
309	763535.3745 9618449.1113	843.0574 F_CASA	1072	763385.85 9618481.539	840.5722 N_CASA
310	763532.1519 9618454.4080	843.0574 F	1073	763380.168 9618479.212	840.6368 N_CASA
311	763319.2728 9618410.4170	843.0918 F_CASA	1074	763359.724 9618498.859	840.5063 N_CASA
312	763322.8554 9618405.6040	843.0918 F	1075	763365.08 9618501.853	840.3591 N_CASA
313	763688.2967 9618552.3558	843.1407 F_CASA	1076	763362.65 9618506.295	840.2832 N_CASA
314	763685.3868 9618557.0230	843.1407 F	1077	763409.208 9618486.452	840.288 N_CASA
315	763529.7188 9618445.6703	843.1810 F_CASA	1078	763411.6 9618480.975	840.2926 N_CASA
316	763526.4962 9618450.9670	843.1810 F	1079	763418.209 9618483.825	840.2642 N_CASA
317	763431.1738 9618396.0360	843.2565 F_POSTE	1080	763425.094 9618452.221	841.5007 N_CASA
318	763362.0539 9618392.2270	843.2651 B_QUEBRADA	1081	763429.74 9618445.517	841.6708 N_CASA
319	763681.5988 9618548.1798	843.2970 F_CASA	1082	763430.53 9618444.555	841.5613 N_CASA
320	763678.6889 9618552.8470	843.2970 F	1083	763434.226 9618439.174	841.7344 N_CASA
321	763375.0991 9618385.3200	843.3201 F_CASA	1084	763435.062 9618459.172	841.5761 N_CASA
322	763314.2309 9618405.7247	843.3336 F_CASA	1085	763439.797 9618452.516	841.6336 N_CASA
323	763317.3406 9618401.5570	843.3336 F	1086	763440.533 9618451.545	841.6488 N_CASA
324	763207.7152 9618407.7657	843.3366 F_CASA	1087	763444.572 9618445.77	841.6801 N_CASA
325	763200.8690 9618403.6270	843.3366 F	1088	763427.807 9618460.376	841.5343 N_BAÑO
326	763262.2052 9618398.2800	843.3396 F_CASA	1089	763425.943 9618462.991	841.5103 N_BAÑO
327	763268.2787 9618402.3300	843.3396 F	1090	763420.669 9618455.432	841.8705 N_BAÑO
328	763308.1663 9618401.1997	843.3581 F_CASA	1091	763418.668 9618457.804	841.533 N_BAÑO
329	763311.2760 9618397.0320	843.3581 F	1092	763415.792 9618455.871	841.4408 N_CERRAMIENTO
330	763265.8388 9618392.8310	843.3606 F_CASA	1093	763427.938 9618436.318	842.3334 N_VIA
331	763271.9123 9618396.8810	843.3606 F	1094	763425.483 9618434.449	842.4592 N_VIA
332	763360.9543 9618332.5340	843.3788 F_QUEBRADA	1095	763422.988 9618432.567	842.3077 N_VIA
333	763380.9411 9618389.2660	843.4173 F_CASA	1096	763436.893 9618412.288	843.6596 N_VIA
334	763351.0298 9618385.3870	843.4591 B_QUEBRADA	1097	763440.102 9618414.275	843.7384 N_VIA
335	763185.1588 9618406.6150	843.5916 F_POSTE	1098	763442.863 9618415.907	843.482 N_VIA
336	763370.0060 9618381.8070	843.5970 F_CASA	1099	763447.288 9618411.814	843.8244 N_CERRAMIENTO
337	763304.1447 9618389.3660	843.7099 F_POSTE	1100	763466.853 9618425.846	842.6168 N_CERRAMIENTO
338	763213.9515 9618397.4497	843.7163 F_CASA	1101	763395.445 9618322.943	848.6161 N_CASA
339	763207.1053 9618393.3110	843.7163 F	1102	763391.552 9618328.724	848.5307 N_CASA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
340	763411.5793	9618391.3440	843.7190	B_CAR	1103	763384.864	9618324.257	848.4973	N_CASA
341	763298.8316	9618395.3363	843.7595	F_CASA	1104	763382.839	9618327.251	847.5343	N_CASA
342	763302.4697	9618390.4400	843.7595	F	1105	763389.531	9618331.799	847.5254	N_CASA
343	763511.9808	9618427.8568	843.7662	F_CASA	1106	763384.455	9618339.33	847.5471	N_CASA
344	763507.8007	9618432.1610	843.7662	F	1107	763379.924	9618337.26	847.5429	N_BAÑO
345	763517.1797	9618432.9058	843.7803	F_CASA	1108	763376.909	9618341.726	847.4596	N_BAÑO
346	763512.9996	9618437.2100	843.7803	F	1109	763375.061	9618340.501	847.4657	N_BAÑO
347	763287.4924	9618386.9310	843.8095	F_CASA	1110	763375.845	9618341.015	847.1742	N_POZO
348	763291.1174	9618382.0250	843.8095	F	1111	763376.029	9618341.809	847.1765	N_POZO
349	763224.1841	9618401.8500	843.8338	F_TERRENO	1112	763376.339	9618341.358	847.1851	N_POZO
350	763362.4375	9618319.6420	843.8856	F_QUEBRADA	1113	763411.636	9618328.247	847.5403	N_COLISEO
351	763415.0627	9618385.7320	843.8922	B_CAR	1114	763429.604	9618339.994	847.0907	N_COLISEO
352	763343.9090	9618390.2751	843.8941	F_BATERIA	1115	763429.754	9618339.806	847.0672	N_POZO
353	763341.2699	9618393.9200	843.8941	F	1116	763430.493	9618340.325	847.09	N_POZO
354	763340.5322	9618387.8301	843.9030	F_BATERIA	1117	763430.089	9618340.999	847.1101	N_POZO
355	763337.8931	9618391.4750	843.9030	F	1118	763429.351	9618340.437	846.9848	N_POZO
356	763226.9359	9618397.6040	843.9309	PI	1119	763437.808	9618343.118	847.675	N_CASA
357	763292.3537	9618390.5230	843.9866	F_CASA	1120	763442.92	9618344.039	847.3237	N_CASA
358	763295.9787	9618385.6170	843.9866	F	1121	763438.917	9618337.067	848.212	N_CASA
359	763204.3684	9618387.4350	844.0256	B_CAR	1122	763413.021	9618365.109	847.1056	N_COLISEO
360	763229.9866	9618392.2640	844.1703	F_TERRENO	1123	763412.866	9618365.408	847.0682	N_POZO
361	763369.8634	9618363.1720	844.2959	B_QUEB RADAYB_ CAR	1124	763413.616	9618365.91	847.098	N_POZO
362	763205.1055	9618381.6820	844.5135	PI	1125	763413.981	9618365.288	847.1874	N_POZO
363	763374.1305	9618357.9960	844.5460	B_QUEB RADAYB_ CAR	1126	763413.2	9618364.864	847.2253	N_POZO
364	763288.7532	9618381.2040	844.5576	F_CASA	1127	763395.05	9618353.581	846.7356	N_COLISEO
365	763285.8379	9618385.2662	844.5576	F	1128	763394.954	9618353.676	846.7305	N_POZO
366	763197.0455	9618382.8900	844.6098	B_CAR	1129	763394.261	9618353.217	846.7038	N_POZO
367	763210.7243	9618377.2760	844.6270	B_CAR	1130	763394.717	9618352.496	846.5965	N_POZO
368	763238.4161	9618378.4740	844.6444	F_TERRENO	1131	763395.406	9618352.943	846.7392	N_POZO
369	763259.8384	9618375.0180	844.6479	F_CASA	1132	763392.903	9618351.347	846.8584	N_POZO
370	763257.2921	9618378.2315	844.6479	F	1133	763392.545	9618352.019	846.885	N_POZO
371	763282.9037	9618377.0060	844.6579	F_CASA	1134	763391.881	9618351.702	846.8835	N_POZO
372	763279.9884	9618381.0682	844.6579	F	1135	763388.081	9618359.049	846.6443	N_COLISEO
373	763264.6467	9618378.8280	844.6750	F_CASA	1136	763387.122	9618360.725	846.2337	N_VIA

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
374	763262.1004	9618382.0415	844.6750 F	1137	763385.025	9618364.873	846.0378 N_VIA
375	763224.5340	9618376.3804	844.8042 F_CASA	1138	763382.62	9618368.987	846.0888 N_VIA
376	763220.2091	9618372.8230	844.8042 F	1139	763372.828	9618365.146	845.9141 N_
377	763220.9297	9618380.7624	844.8186 F_CASA	1140	763376.614	9618357.66	846.3828 N_
378	763216.6048	9618377.2050	844.8186 F	1141	763377.395	9618353.303	846.3623 N_
379	763228.7818	9618370.4432	844.8749 F_CASA	1142	763373.668	9618341.328	846.8869 N_
380	763223.1662	9618365.9370	844.8749 F	1143	763390.042	9618350.892	847.1782 N_
381	763225.0039	9618375.1512	844.8867 F_CASA	1144	763404.16	9618369.726	846.5537 N_
382	763219.3883	9618370.6450	844.8867 F	1145	763402.499	9618371.745	845.8024 N_VIA
383	763364.0017	9618354.8370	844.9108 PI	1146	763400.07	9618375.427	845.678 N_VIA
384	763271.5676	9618368.6610	845.0071 F_CASA	1147	763397.503	9618379.655	845.7594 N_VIA
385	763267.0136	9618374.8327	845.0071 F	1148	763416.897	9618393.06	844.9597 N_VIA
386	763204.2183	9618372.6860	845.0472 B_CAR	1149	763419.136	9618389.154	844.9798 N_VIA
387	763361.6924	9618352.5790	845.0710 R	1150	763421.167	9618385.83	844.8416 N_VIA
388	763276.5549	9618372.3410	845.1088 F_CASA	1151	763421.683	9618385.048	844.9856 N_POZO
389	763272.0009	9618378.5127	845.1088 F	1152	763422.074	9618384.325	845.0286 N_POZO
390	763258.0670	9618373.5020	845.1670 F_CASA	1153	763422.838	9618384.732	844.9413 N_POZO
391	763254.3314	9618378.3244	845.1670 F	1154	763422.471	9618385.496	844.928 N_POZO
392	763250.8300	9618367.8960	845.2476 F_CASA	1155	763427.981	9618380.734	845.2827 N_CASA
393	763247.0944	9618372.7184	845.2476 F	1156	763438.112	9618387.307	844.7105 N_CASA
394	763173.8061	9618374.6202	845.3159 F_CASA	1157	763442.431	9618380.561	845.043 N_CASA
395	763178.0691	9618377.2330	845.3159 F	1158	763435.772	9618394.379	844.2983 N_POSTE
396	763170.0025	9618380.8262	845.3331 F_CASA	1159	763441.071	9618400.345	844.0586 N_VIA
397	763174.2655	9618383.4390	845.3331 F	1160	763439.208	9618403.632	844.1659 N_VIA
398	763373.6050	9618343.4153	845.3435 F_CASA	1161	763437.051	9618407.238	843.8679 N_VIA
399	763371.2989	9618346.7810	845.3435 F	1162	763447.29	9618411.408	843.8952 N_VIA
400	763378.8605	9618347.0163	845.4566 F_CASA	1163	763449.179	9618408.593	843.9884 N_VIA
401	763376.5544	9618350.3820	845.4566 F	1164	763450.594	9618406.272	843.8689 N_VIA
402	763400.6579	9618361.4006	845.4618 F_TERRENO	1165	763470.901	9618420.656	842.9859 N_VIA
403	763396.0816	9618368.3250	845.4618 F_TERRENO	1166	763469.747	9618422.327	843.1087 N_VIA
404	763388.5486	9618353.3976	845.5364 F_TERRENO	1167	763467.923	9618425.126	842.8358 N_VIA
405	763383.9723	9618360.3220	845.5364 F_TERRENO	1168	763499.919	9618440.934	842.7422 N_VIA
406	763267.3548	9618362.4730	845.5966 F_POSTE	1169	763498.337	9618443.429	842.9002 N_VIA
407	763151.6364	9618376.9640	845.6598 F_TERRENO	1170	763496.46	9618446.165	842.7025 N_VIA
408	763355.8367	9618331.8760	845.8155 B_QUEBRADA	1171	763491.977	9618460.322	841.7799 N_CASA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
409			845.8221	F_CASA	1172	763486.872	9618456.832	841.7704	N_CASA
	763256.0774	9618356.5980							
410			845.8221	F	1173	763483.355	9618462.03	841.5275	N_CASA
	763253.0475	9618360.7747							
411			845.8853	B_	1174	763483.974	9618453.191	841.6759	N_BAÑO
	763365.1083	9618332.1940		QUEBRADA					
412			845.9254	F_CASA	1175	763482.123	9618451.963	841.6893	N_BAÑO
	763247.8878	9618350.6570							
413			845.9254	F	1176	763486.259	9618450.118	841.9099	N_BAÑO
	763244.8579	9618354.8337							
414			846.0445	PI	1177	763484.318	9618448.783	841.9597	N_BAÑO
	763269.6108	9618355.1630							
415			846.0645	F_ESCUELA	1178	763522.747	9618457.154	842.8951	N_VIA
	763351.5713	9618329.3721							
416			846.0645	F	1179	763520.997	9618459.347	843.0879	N_VIA
	763348.0557	9618334.4790							
417			846.1658	F_CASA	1180	763518.816	9618462.604	842.8448	N_VIA
	763206.4873	9618348.7693							
418			846.1658	F	1181	763529.727	9618470.799	842.9662	N_VIA
	763211.3638	9618352.2650							
419			846.1660	F_CASA	1182	763531.886	9618467.018	843.1305	N_VIA
	763241.7574	9618346.2490							
420			846.1660	F	1183	763534.274	9618463.525	843.4033	N_VIA
	763238.8245	9618350.4213							
421			846.2096	F_POSTE	1184	763532.827	9618472.457	843.0503	N_VIA
	763341.5838	9618333.3970							
422			846.2643	F_CASA	1185	763535.953	9618475.193	843.0468	N_VIA
	763211.1833	9618342.2183							
423			846.2643	F	1186	763538.259	9618471.808	843.2436	N_VIA
	763216.0598	9618345.7140							
424			846.2792	F_CASA	1187	763539.823	9618469.409	843.3124	N_VIA
	763235.9518	9618342.1680							
425			846.2792	F	1188	763542.671	9618469.122	843.5775	N_POSTE
	763233.0189	9618346.3403							
426			846.3013	F_CASA	1189	763557.674	9618483.655	843.1903	N_POSTE
	763215.6265	9618335.5637							
427			846.3013	F	1190	763557.695	9618483.646	843.1928	N_VIA
	763220.4735	9618339.3490							
428			846.3929	F_ESCUELA	1191	763556.295	9618486.18	843.3452	N_VIA
	763343.9247	9618324.1081							
429			846.3929	F	1192	763554.642	9618488.572	843.2671	N_VIA
	763340.4091	9618329.2150							
430			846.4927	F_CASA	1193	763571.6	9618499.243	842.9906	N_VIA
	763219.4407	9618330.6797							
431			846.4927	F	1194	763573.139	9618496.842	843.0443	N_VIA
	763224.2877	9618334.4650							
432			846.5489	PI	1195	763574.724	9618494.429	843.2527	N_VIA
	763236.4397	9618339.6950							
433			846.5648	F_ESCUELA	1196	763581.533	9618480.308	843.6776	N_CASA
	763341.1770	9618322.2040							
434			846.5648	F	1197	763572.757	9618475.521	843.9364	N_CASA
	763337.6952	9618327.3340							
435			846.5869	B_CAR	1198	763575.223	9618470.981	844.1179	N_CASA
	763162.7885	9618358.5590							
436			846.6024	F_TERRENO	1199	763560.771	9618463.353	844.0603	N_CASA
	763165.7786	9618353.6240							
437			846.6412	F_ESCUELA	1200	763558.028	9618468.699	843.8971	N_CASA
	763254.4156	9618335.8620							
438			846.6412	F	1201	763551.706	9618465.443	843.8225	N_CASA
	763258.7689	9618329.1502							
439			846.6854	B_	1202	763554.442	9618460.114	844.0797	N_CASA
	763369.6165	9618321.8920		QUEBRADA					
440			846.7889	B_CAR	1203	763569.295	9618447.079	844.8348	N_CASA
	763168.6434	9618348.8940							
441			846.9065	F_ESCUELA	1204	763564.364	9618443.606	845.0925	N_CASA
	763244.2800	9618329.2880							
442			846.9065	F	1205	763568.34	9618437.871	845.2863	N_CASA
	763248.6333	9618322.5762							
443			846.9221	F_POSTE	1206	763537.27	9618451.566	844.2253	N_CASA
	763231.6296	9618336.3660							

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
444	763355.9177	9618317.5330	846.9230 B_ QUEBRADA	1207	763531.56	9618448.064	844.2692 N_CASA
445	763236.3334	9618334.2060	846.9739 R	1208	763536.503	9618439.46	844.8703 N_CASA
446	763241.7359	9618331.7000	846.9893 B_CAR	1209	763536.128	9618433.484	845.2881 N_CASA
447	763330.2890	9618315.3655	847.0878 F_ESCUELA	1210	763529.576	9618443.614	844.413 N_CASA
448	763326.7845	9618320.4800	847.0878 F	1211	763529.209	9618443.911	844.3381 N_BAÑO
449	763112.1622	9618345.0960	847.1811 F_TERRENO	1212	763527.726	9618445.995	844.2828 N_BAÑO
450	763322.5994	9618310.0965	847.1874 F_ESCUELA	1213	763523.095	9618442.84	844.2748 N_BAÑO
451	763319.0949	9618315.2110	847.1874 F	1214	763524.491	9618440.768	844.5494 N_BAÑO
452	763304.2684	9618307.3170	847.2938 F_POSTE	1215	763521.079	9618438.11	844.7726 N_CASA
453	763333.6112	9618317.0690	847.2946 F_ESCUELA	1216	763517.927	9618434.515	844.9053 N_CASA
454	763330.1294	9618322.1990	847.2946 F	1217	763522.123	9618430.188	845.1165 N_CASA
455	763180.4169	9618330.7110	847.5272 F_TERRENO	1218	763516.82	9618425.238	845.035 N_CASA
456	763216.6791	9618319.4934	847.5538 F_CASA	1219	763534.568	9618414.657	846.5099 N_CASA
457	763213.3008	9618324.4520	847.5538 F	1220	763539.224	9618406.784	847.2841 N_CASA
458	763213.2254	9618317.1404	847.5757 F_CASA	1221	763545.237	9618391.963	849.3287 N_CASA
459	763209.8471	9618322.0990	847.5757 F	1222	763538.109	9618386.581	849.3508 N_CASA
460	763237.5097	9618312.8991	847.6329 F_CASA	1223	763543.383	9618379.512	850.2457 N_CASA
461	763234.2371	9618318.0470	847.6329 F	1224	763490.425	9618370.796	845.5552 N_IGLESIA
462	763316.0487	9618305.8358	847.7214 F_ESCUELA	1225	763483.267	9618380.339	845.4896 N_IGLESIA
463	763312.6336	9618310.7690	847.7214 F	1226	763476.879	9618375.421	845.5065 N_IGLESIA
464	763242.6787	9618316.1851	847.7502 F_CASA	1227	763435.409	9618469.847	841.0832 N_CERR AMIENTO
465	763239.4061	9618321.3330	847.7502 F	1228	763434.285	9618471.787	841.0319 N_VIA
466	763308.5675	9618300.6568	847.7881 F_ESCUELA	1229	763432.602	9618474.296	841.0617 N_VIA
467	763305.1524	9618305.5900	847.7881 F	1230	763430.834	9618477.136	840.9889 N_VIA
468	763236.0807	9618312.3843	847.7963 F_CASA	1231	763449.608	9618490.202	840.7692 N_POSTE
469	763233.9286	9618315.8270	847.7963 F	1232	763449.897	9618489.816	840.7781 N_VIA
470	763268.8055	9618324.9240	847.8319 F_CANCHA	1233	763451.392	9618487.108	840.7291 N_VIA
471	763301.8256	9618296.0475	847.8348 F_TERRENO	1234	763453.053	9618484.315	840.7347 N_VIA
472	763298.4181	9618300.9860	847.8348 F_TERRENO	1235	763436.247	9618516.629	839.5665 N_CASA
473	762996.2071	9618265.7450	847.8528 F_TERRENO	1236	763442.475	9618505.392	839.8091 N_CASA
474	763253.7748	9618315.0580	847.8596 F_CANCHA	1237	763448.642	9618508.815	839.8224 N_CASA
475	763285.7536	9618299.0300	847.8629 F_CANCHA	1238	763450.068	9618506.787	839.9129 N_CASA
476	763248.6594	9618309.7620	847.8638 F_POSTE	1239	763454.887	9618499.171	840.0621 N_CASA
477	763270.7357	9618289.1300	847.8873 F_CANCHA	1240	763459.173	9618501.9	840.0475 N_CASA
478	763232.8461	9618310.3623	847.9210 F_CASA	1241	763460.357	9618504.273	840.0068 N_CASA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
479			847.9210	F	1242	763470.338	9618511.084	840.1085	N_CASA
	763230.6940	9618313.8050							
480			847.9566	F_TERRENO	1243	763463.692	9618520.801	839.584	N_CASA
	763294.2835	9618290.8435							
481			847.9566	F_TERRENO	1244	763473.463	9618507.04	840.3929	N_VIA
	763290.8760	9618295.7820							
482			848.0906	F_CASA	1245	763475.567	9618503.981	840.4082	N_VIA
	763239.2609	9618304.9513							
483			848.0906	F	1246	763477.283	9618501.346	840.3487	N_VIA
	763244.4156	9618308.3240							
484			848.2813	F_CASA	1247	763486.724	9618478.912	841.5577	N_CASA
	763243.1598	9618298.9923							
485			848.2813	F	1248	763486.609	9618478.797	841.0367	N_CASA
	763248.3145	9618302.3650							
486			848.3779	F_TERRENO	1249	763481.212	9618486.141	841.4013	N_CASA
	763070.9109	9618319.5650							
487			848.4268	F_CASA	1250	763476.292	9618482.605	841.064	N_CASA
	763461.1444	9618337.4125							
488			848.4268	F	1251	763474.662	9618481.929	840.7924	N_CASA
	763458.5181	9618340.4296							
489			848.4268	F	1252	763478.174	9618476.62	841.6928	N_CASA
	763455.7890	9618332.7509							
490			848.4268	F	1253	763481.785	9618475.182	841.2375	N_CASA
	763453.1628	9618335.7680							
491			848.5792	F_TERRENO	1254	763471.208	9618470.817	841.1206	N_CASA
	763291.0508	9618281.4812							
492			848.5792	F	1255	763471.221	9618470.808	841.1235	N_CASA
	763284.2180	9618291.2240							
493			848.6436	B_CAR	1256	763467.076	9618476.62	840.8606	N_CASA
	763260.9259	9618289.8650							
494			848.6474	F_TERRENO	1257	763498.526	9618500.163	840.5176	N_CASA
	763284.4760	9618276.8702							
495			848.6474	F	1258	763502.2	9618495.316	840.7195	N_CASA
	763277.6432	9618286.6130							
496			848.6522	F_TERRENO	1259	763496.842	9618490.071	842.5434	N_CASA
	763007.3682	9618251.8920							
497			848.6720	F_TERRENO	1260	763496.029	9618490.153	841.7186	N_CASA
	763032.2924	9618291.5490							
498			848.7481	B_CAR	1261	763491.699	9618494.979	840.6512	N_CASA
	763266.2753	9618291.5820							
499			848.8178	B_CAR	1262	763498.768	9618516.343	840.1572	N_VIA
	763122.4647	9618330.3970							
500			848.8281	F_POSTE	1263	763496.923	9618519.242	840.2221	N_VIA
	763267.0154	9618281.2890							
501			848.9486	F_TERRENO	1264	763495.343	9618522.196	840.1427	N_VIA
	763132.5103	9618323.6370							
502			848.9751	F_CASA	1265	763497.941	9618524.172	840.2034	N_VIA
	763269.4652	9618274.0727							
503			848.9751	F	1266	763501.73	9618527.252	840.2482	N_VIA
	763267.1607	9618277.5840							
504			848.9833	PI	1267	763499.558	9618526.401	840.008	N_POSTE
	763265.3617	9618287.4510							
505			848.9958	F_TERRENO	1268	763504.108	9618524.148	840.1346	N_VIA
	763126.3734	9618324.8200							
506			849.0578	R	1269	763506.217	9618521.327	840.0633	N_VIA
	763267.3299	9618285.8620							
507			849.0813	F_CASA	1270	763502.87	9618519.047	840.2334	N_VIA
	763264.4690	9618270.7937							
508			849.0813	F	1271	763511.691	9618499.843	840.8128	N_VIA
	763262.1645	9618274.3050							
509			849.1067	B_CAR	1272	763513.88	9618501.255	841.0196	N_VIA
	763263.4198	9618281.0180							
510			849.1167	B_CAR	1273	763516.342	9618502.89	840.8981	N_VIA
	763259.1566	9618283.3830							
511			849.1396	B_CAR	1274	763526.704	9618487.78	841.7778	N_VIA
	763129.0557	9618321.0220							
512			849.1594	PI	1275	763524.267	9618486.132	841.9606	N_VIA
	763264.8226	9618288.0170							
513			849.2422	F_TERRENO	1276	763521.404	9618484.024	841.6976	N_VIA
	763125.8974	9618318.8790							

Continúa en la página siguiente

ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	ESTE PUNTO	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
514	763081.4541	9618304.7790	849.2520 F_TERRENO 1277	763515.826	9618480.007	841.83	N_CASA
515	763041.9275	9618276.6180	849.3653 F_TERRENO 1278	763518.755	9618482.304	841.7557	N_CASA
516	763016.1515	9618240.9900	849.4046 F_TERRENO 1279	763524.69	9618473.955	842.431	N_CASA
517	763088.1250	9618295.4240	849.4624 F_TERRENO 1280	763520.621	9618540.169	840.0505	N_VIA
518	763262.8387	9618257.9289	849.7714 F_CASA 1281	763522.749	9618536.657	840.1574	N_VIA
519	763259.4202	9618263.3630	849.7714 F 1282	763524.491	9618533.899	840.0915	N_VIA
520	763095.3436	9618285.1820	849.8078 F_TERRENO 1283	763517.701	9618551.029	839.193	N_CASA
521	763425.8591	9618306.6983	849.8828 F_CASA 1284	763512.874	9618548.212	839.3602	N_CASA
522	763423.2329	9618309.7153	849.8828 F 1285	763508.402	9618545.764	839.0617	N_CASA
523	763417.5998	9618299.5089	849.8828 F 1286	763514.654	9618556.672	838.9996	N_CASA
524	763414.9736	9618302.5260	849.8828 F 1287	763508.668	9618568.153	838.4663	N_CASA
525	763141.6496	9618303.5840	849.8871 F_TERRENO 1288	763499.583	9618562.831	838.586	N_CASA
526	763024.2459	9618230.2600	849.9640 F_TERRENO 1289	763503.805	9618576.984	838.203	N_CASA
527	763257.6089	9618254.6389	849.9827 F_CASA 1290	763503.802	9618576.989	838.1063	N_CASA
528	763254.1904	9618260.0730	849.9827 F 1291	763521.137	9618566.413	839.1155	N_CASA
529	763048.9220	9618265.7790	850.0508 F_TERRENO 1292	763525.058	9618560.612	839.1367	N_CASA
530	763254.4995	9618255.4491	850.0854 F_CASA 1293	763532.459	9618565.654	839.3734	N_CASA
531	763252.3091	9618258.9150	850.0854 F 1294	763541.695	9618556.69	839.9249	N_POSTE
532	763184.2972	9618275.9033	850.1311 F_CASA 1295	763542.341	9618555.966	839.9765	N_VIA
533	763186.4342	9618272.5220	850.1311 F 1296	763544.849	9618552.515	840.0761	N_VIA
534	763054.9300	9618256.5280	850.1787 F_TERRENO 1297	763546.802	9618549.75	839.9943	N_VIA
535	763180.8891	9618273.7493	850.1988 F_CASA 1298	763566.777	9618564.179	840.0841	N_VIA
536	763183.0261	9618270.3680	850.1988 F 1299	763564.855	9618566.899	840.2448	N_VIA
537	763249.3238	9618252.1781	850.3005 F_CASA 1300	763562.422	9618570.452	840.1651	N_VIA
538	763247.1334	9618255.6440	850.3005 F 1301	763573.749	9618539.683	841.01	N_CASA
539	763106.0420	9618270.0040	850.6331 F_TERRENO 1302	763574.783	9618528.536	840.6209	N_CASA
540	763065.9112	9618239.6220	851.3004 F_TERRENO 1303	763574.792	9618528.563	840.6031	N_CASA
541	763035.0142	9618215.9870	851.3583 F_TERRENO 1304	763570.934	9618534.753	840.6535	N_CASA
542	763216.5870	9618246.4560	851.6580 B_CAR 1305	763566.128	9618531.539	840.5846	N_CASA
543	763213.9121	9618250.4900	851.8214 PI 1306	763568.538	9618546.989	840.3777	N_CASA
544	763223.9007	9618233.2533	852.1840 F_CASA 1307	763577.86	9618554.78	840.8581	N_CASA
545	763220.7867	9618237.5420	852.1840 F 1308	763574.711	9618559.755	840.8976	N_POZO
546	763220.4866	9618230.7743	852.3864 F_CASA 1309	763577.155	9618561.905	840.8586	N_POZO
547	763217.3726	9618235.0630	852.3864 F 1310	763575.359	9618563.833	840.9191	N_POZO
548	763210.2876	9618235.8520	852.5212 F_CASA 1311	763572.965	9618561.69	840.8472	N_POZO

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
549			852.5212	F	1312	763587.279	9618579.278	840.0783	N_VIA
	763214.4340	9618230.2122							
550			852.9233	F_CASA	1313	763585.433	9618581.9	840.2648	N_VIA
	763201.5078	9618229.3970							
551			852.9233	F	1314	763583.078	9618585.011	840.1376	N_VIA
	763205.6542	9618223.7572							
552			853.1791	B_CAR	1315	763583.869	9618586.943	840.1882	N_POSTE
	763180.9581	9618228.3500							
553			853.3282	B_CAR	1316	763588.884	9618589.038	840.07	N_VIA
	763183.9295	9618224.4440							
554			854.1712	F_POSTE	1317	763591.009	9618585.984	840.118	N_VIA
	763163.8519	9618208.6230							
555			854.5053	F_CASA	1318	763592.926	9618583.593	839.9939	N_VIA
	763063.5092	9618180.1220							
556			854.5053	F	1319	763590.158	9618581.753	840.0871	N_VIA
	763060.1410	9618185.2676							
557			854.7029	F_CASA	1320	763599.346	9618563.901	841.1005	N_VIA
	763070.3564	9618184.6040							
558			854.7029	F	1321	763601.708	9618565.616	841.2671	N_VIA
	763066.9882	9618189.7496							
559			854.9809	PI	1322	763604.394	9618567.421	841.2867	N_VIA
	763143.2043	9618201.2040							
560			855.0006	B_CAR	1323	763614.021	9618552.921	841.6884	N_VIA
	763145.7937	9618197.1260							
561			855.1073	F_CASA	1324	763612.122	9618551.541	841.8769	N_VIA
	763116.9963	9618200.0060							
562			855.1073	F	1325	763609.409	9618549.492	841.7537	N_VIA
	763114.7721	9618204.6509							
563			855.2416	F_CASA	1326	763618.445	9618536.657	842.2175	N_VIA
	763111.3890	9618197.3210							
564			855.2416	F	1327	763621.013	9618538.327	842.5731	N_VIA
	763109.1648	9618201.9659							
565			855.2949	F_CASA	1328	763624.733	9618541.173	842.2768	N_VIA
	763099.0442	9618190.4770							
566			855.2949	F	1329	763627.617	9618537.36	842.5237	N_VIA
	763096.2925	9618195.8088							
567			855.3666	F_CASA	1330	763629.476	9618534.658	842.6821	N_VIA
	763105.4539	9618193.7850							
568			855.3666	F	1331	763620.043	9618533.982	842.3306	N_VIA
	763102.7022	9618199.1168							
569			856.0000	PI	1332	763622.658	9618529.53	842.3459	N_VIA
	763105.0000	9618174.0000							
570			856.0620	F_POSTE	1333	763603.569	9618525.545	841.9631	N_VIA
	763093.4790	9618159.4610							
571			856.0680	B_CAR	1334	763605.663	9618522.561	842.2781	N_VIA
	763108.3676	9618169.4880							
572			856.1485	PI	1335	763606.768	9618520.756	842.0875	N_VIA
	763104.9577	9618174.3650							
573			856.1895	R	1336	763597.5	9618539.338	841.0313	N_CASA
	763092.9787	9618163.4560							
574			856.2210	B_CAR	1337	763603.803	9618544.258	841.5763	N_CASA
	763072.0830	9618151.5040							
575			856.3903	B_CAR	1338	763601.394	9618547.624	841.7338	N_CASA
	763074.5769	9618147.7690							
576			856.4093	B_CAR	1339	763609.489	9618594.925	839.755	N_VIA
	763041.6748	9618124.7050							
577			856.5742	B_CAR	1340	763607.516	9618597.865	839.8428	N_VIA
	763032.7846	9618123.8690							
578			856.6109	B_CAR	1341	763605.406	9618600.942	839.7898	N_VIA
	762993.6326	9618092.2690							
579			856.6302	B_CAR	1342	763605.087	9618613.614	839.1516	N_CASA
	762990.9600	9618095.4760							
580			856.9901	F_POSTE	1343	763613.106	9618617.979	839.1735	N_CASA
	762994.5450	9618090.0940							
581			857.0354	F_CASA	1344	763609.719	9618624.284	838.7637	N_CASA
	763166.0859	9618160.5510							
582			857.0354	F	1345	763615.221	9618628.931	838.4272	N_CASA
	763169.9706	9618155.8479							
583			857.0760	F_CASA	1346	763620.494	9618620.007	838.3154	N_CASA
	763161.3424	9618156.6330							

Continúa en la página siguiente

	ESTE	NORTE		NOMBRE		ESTE	NORTE		NOMBRE
PUNTO			ELEVACIÓN		PUNTO			ELEVACIÓN	
584			857.0760	F	1347	763628.816	9618623.683	839.1243	N_CASA
	763165.2271	9618151.9299							
585			857.1675	PI	1348	763629.5	9618619.714	839.4518	N_POSTE
	762995.4050	9618089.2190							
586	763015.817	9618112.628	857.9066	N_VIA	1349	763629.963	9618618.626	839.57	N_VIA
587	763017.227	9618110.12	857.9164	N_VIA	1350	763632.323	9618615.656	839.5978	N_VIA
588	763013.483	9618115.778	857.8075	N_VIA	1351	763634.452	9618612.931	839.3728	N_VIA
589	763026.474	9618124.236	857.7752	N_VIA	1352	763651.179	9618634.324	839.1566	N_VIA
590	763028.388	9618120.974	857.8713	N_VIA	1353	763653.729	9618631.794	839.2407	N_VIA
591	763030.304	9618118.127	857.8319	N_VIA	1354	763656.21	9618629.014	839.1623	N_VIA
592	763045.211	9618128.422	857.7816	N_VIA	1355	763670.373	9618637.626	837.7495	N_ALC
593	763043.454	9618131.218	857.8933	N_VIA	1356	763669.185	9618638.728	839.3325	N_VIA
594	763041.459	9618134.413	857.8782	N_VIA	1357	763667.941	9618641.239	839.3333	N_VIA
595	763046.043	9618127.482	857.7371	N_POSTE	1358	763666.967	9618644.662	839.4004	N_VIA
596	763058.33	9618137.453	857.6725	N_VIA	1359	763666.117	9618646.554	837.3268	N_ALC
597	763056.643	9618140.123	857.8054	N_VIA	1360	763672.619	9618650.922	839.3389	N_POSTE
598	763054.978	9618143.266	857.695	N_VIA	1361	763673.148	9618650.072	839.5172	N_VIA
599	763054.977	9618143.267	857.7055	N_VIA	1362	763675.511	9618647.838	839.5044	N_VIA
600	763067.411	9618151.88	857.5827	N_VIA	1363	763677.553	9618645.179	839.5137	N_VIA
601	763069.562	9618148.633	857.7693	N_VIA	1364	763694.409	9618635.849	840.4907	N_CASA
602	763071.146	9618146.207	857.7573	N_VIA	1365	763687.126	9618630.414	840.5024	N_CASA
603	763087.414	9618133.308	858.2134	N_CASA	1366	763690.714	9618625.54	842.1443	N_CASA
604	763080.433	9618129.195	858.3795	N_CASA	1367	763700.96	9618671.5	839.4215	N_VIA
605	763083.781	9618123.531	857.7544	N_CASA	1368	763703.867	9618668.671	839.5462	N_VIA
606	763095.27	9618161.367	857.3873	N_POSTE	1369	763706.185	9618666.307	839.4217	N_VIA
607	763094.817	9618162.152	857.4526	N_VIA	1370	763707.967	9618698.726	838.8666	N_CASA
608	763092.922	9618164.904	857.5743	N_VIA	1371	763711.554	9618694.164	839.2146	N_CASA
609	763091.105	9618167.749	857.3656	N_VIA	1372	763706.674	9618690.304	838.9311	N_CASA
610	763072.553	9618186.777	855.8179	N_CASA	1373	763738.498	9618698.814	839.2559	N_POSTE
611	763065.693	9618179.635	858.9178	N_CASA	1374	763738.946	9618698.3	839.2236	N_VIA
612	763062.42	9618187.583	855.5734	N_CASA	1375	763741.373	9618695.604	839.2237	N_VIA
613	763100.461	9618173.76	857.3231	N_VIA	1376	763743.037	9618693.537	838.9211	N_VIA
614	763102.265	9618170.628	857.5288	N_VIA	1377	763763.125	9618685.546	839.421	N_CASA
615	763104.052	9618168.019	857.5189	N_VIA	1378	763761.088	9618689.189	839.3367	N_CASA
616	763107.538	9618170.607	857.5764	N_VIA	1379	763765.702	9618692.141	839.4609	N_CASA
617	763111.719	9618173.258	857.4091	N_VIA	1380	763768.926	9618712.448	838.6686	N_VIA
618	763109.727	9618176.23	857.4657	N_VIA	1381	763767.624	9618715.098	838.7737	N_VIA
619	763109.731	9618176.233	857.4713	N_VIA	1382	763765.805	9618718.263	838.7596	N_VIA
620	763108.024	9618178.931	857.3328	N_VIA	1383	763754.139	9618735.458	838.1125	N_CASA
621	763119.509	9618161.073	857.3449	N_VIA	1384	763753.966	9618735.821	837.9133	N_CASA
622	763116.352	9618158.283	857.6062	N_VIA	1385	763750.189	9618741.792	837.4406	N_CASA
623	763116.349	9618158.279	857.6008	N_VIA	1386	763743.428	9618737.499	837.6205	N_CASA
624	763113.009	9618155.174	857.542	N_VIA	1387	763801.057	9618720.852	838.3603	N_CASA
625	763101.325	9618192.328	856.5457	N_CASA	1388	763808.414	9618708.637	837.7565	N_CASA
626	763107.759	9618195.526	856.7659	N_CASA	1389	763810.589	9618726.842	838.1428	N_CASA
627	763105.071	9618200.927	856.5379	N_CASA	1390	763810.598	9618726.819	838.1116	N_CASA
628	763130.978	9618185.759	857.0728	N_POSTE	1391	763792.992	9618729.443	838.1984	N_VIA
629	763130.542	9618186.754	857.0567	N_VIA	1392	763791.227	9618731.504	838.2478	N_VIA
630	763128.761	9618189.266	857.0794	N_VIA	1393	763788.65	9618734.418	838.2534	N_VIA
631	763127.209	9618191.594	857.0615	N_VIA	1394	763811.182	9618751.152	837.9791	N_POSTE
632	763156.773	9618166.288	858.0569	N_CASA	1395	763811.651	9618750.564	837.9575	N_VIA
633	763163.736	9618171.759	857.9176	N_CASA	1396	763813.61	9618748.255	837.9281	N_VIA
634	763167.416	9618167.058	858.087	N_CASA	1397	763815.227	9618745.952	837.8293	N_VIA
635	763145.855	9618197.238	856.4574	N_VIA	1398	763839.906	9618763.75	837.5818	N_VIA
636	763144.259	9618199.751	856.5057	N_VIA	1399	763837.848	9618767.073	837.6925	N_VIA
637	763142.784	9618202.121	856.4321	N_VIA	1400	763835.995	9618770.004	837.5864	N_VIA
638	763150.383	9618230.772	854.2104	N_CASA	1401	763866.004	9618753.257	837.3227	N_CASA
639	763154.315	9618226.313	854.5051	N_CASA	1402	763869.018	9618752.001	837.2817	N_CASA
640	763162.802	9618233.302	853.9757	N_CASA	1403	763869.204	9618748.365	837.2624	N_CASA
641	763166.379	9618209.908	855.3026	N_POSTE	1404	763861.745	9618743.467	837.4222	N_CASA
642	763165.361	9618211.032	855.4477	N_VIA	1405	763858.67	9618744.664	837.4123	N_CASA
643	763163.803	9618213.339	855.5354	N_VIA	1406	763859.176	9618748.446	837.5705	N_CASA
644	763162.181	9618215.481	855.7346	N_VIA	1407	763858.803	9618777.49	837.4164	N_VIA
645	763182.519	9618230.295	854.3574	N_VIA	1408	763856.863	9618780.488	837.5166	N_VIA
646	763184.605	9618227.36	854.6051	N_VIA	1409	763855.056	9618783.368	837.4825	N_VIA
647	763186.088	9618225.271	854.5765	N_VIA	1410	763880.813	9618801.652	837.2142	N_POSTE
648	763188.585	9618234.666	854.2094	N_VIA	1411	763881.548	9618800.859	836.9679	N_VIA
649	763194.107	9618238.587	853.9342	N_VIA	1412	763883.588	9618798.507	836.9703	N_VIA
650	763196.177	9618235.701	854.0952	N_VIA	1413	763885.294	9618795.933	836.8877	N_VIA

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
651	763197.61	9618233.492	854.0157	N_VIA	1414	763900.433	9618815.159	836.5461	N_VIA
652	763221.168	9618242.959	853.5354	N_CASA	1415	763903.122	9618812.317	836.5559	N_VIA
653	763215.375	9618239.004	853.2995	N_CASA	1416	763905.442	9618809.677	836.3985	N_VIA
654	763225.466	9618235.647	852.4535	N_CASA	1417	763927.626	9618833.771	836.0431	N_VIA
655	763226.675	9618234.504	853.7128	N_CASA	1418	763929.803	9618830.431	836.1236	N_VIA
656	763202.644	9618228.487	854.6442	N_CASA	1419	763931.738	9618827.495	835.9349	N_VIA
657	763207.867	9618231.816	854.3864	N_CASA	1420	763945.386	9618837.748	835.8933	N_VIA
658	763211.22	9618226.584	854.5319	N_CASA	1421	763946.069	9618840.165	835.9016	N_VIA
659	763215.774	9618225.692	854.5022	N_CASA	1422	763944.311	9618843.858	835.9163	N_VIA
660	763219.267	9618227.963	854.3542	N_CASA	1423	763947.792	9618849.761	835.8051	N_POSTE
661	763218.904	9618221.313	854.6158	N_CASA	1424	763953.465	9618848.85	835.8604	N_VIA
662	763187.581	9618199.86	856.057	N_CASA	1425	763955.226	9618845.6	835.8853	N_VIA
663	763191.067	9618202.084	855.9788	N_CASA	1426	763956.988	9618842.407	835.8123	N_VIA
664	763195.532	9618195.326	856.2064	N_CASA	1427	763967.252	9618847.221	835.577	N_VIA
665	763218.766	9618245.69	853.0626	N_POSTE	1428	763966.231	9618850.448	835.7423	N_VIA
666	763217.594	9618247.612	853.1702	N_VIA	1429	763964.943	9618854.004	835.6703	N_VIA
667	763215.995	9618249.877	853.1767	N_VIA	1430	763977.371	9618858.725	835.5374	N_VIA
668	763214.366	9618252.196	853.0568	N_VIA	1431	763978.675	9618855.111	835.6105	N_VIA
669	763229.42	9618262.006	852.1924	N_VIA	1432	763979.776	9618851.952	835.4301	N_VIA
670	763231.096	9618259.253	852.3412	N_VIA	1433	764015.444	9618864.132	835.1079	N_VIA
671	763231.094	9618259.247	852.3532	N_VIA	1434	764014.608	9618867.214	835.2775	N_VIA
672	763232.454	9618257.227	852.2393	N_VIA	1435	764014.61	9618867.212	835.253	N_VIA
673	763245.666	9618266.298	851.4033	N_VIA	1436	764013.515	9618871.135	835.3561	N_POSTE
674	763244.498	9618268.42	851.5399	N_VIA	1437	763996.664	9618882.132	835.1361	N_CASA
675	763243.027	9618270.814	851.4561	N_VIA	1438	764000.118	9618877.196	835.1047	N_CASA
676	763265.726	9618258.314	851.4559	N_CASA	1439	764007.618	9618882.451	835.0346	N_CASA
677	763262.498	9618263.486	850.9989	N_CASA	1440	764046.476	9618882.236	835.409	N_VIA
678	763257.155	9618260.26	851.2205	N_CASA	1441	764047.513	9618879.215	835.187	N_VIA
679	763257.473	9618255.456	851.5541	N_CASA	1442	764048.727	9618876.108	835.1201	N_VIA
680	763255.319	9618259.055	851.2529	N_CASA	1443	764073.534	9618887.484	835.3184	N_VIA
681	763250.076	9618255.901	851.4315	N_CASA	1444	764072.435	9618890.617	835.0959	N_VIA
682	763263.607	9618277.28	850.6183	N_VIA	1445	764071.099	9618893.593	835.0282	N_VIA
683	763261.807	9618279.856	850.5701	N_VIA	1446	764081.033	9618900.66	835.243	N_POSTE
684	763259.792	9618282.636	850.4624	N_VIA	1447	764083.263	9618901.191	835.2189	N_VIA
685	763262.231	9618288.268	850.023	N_VIA	1448	764085.44	9618898.284	835.2679	N_VIA
686	763266.174	9618288.322	850.1487	N_VIA	1449	764087.412	9618895.562	834.9694	N_VIA
687	763270.201	9618288.159	850.101	N_VIA	1450	764107.261	9618911.948	835.1366	N_VIA
688	763266.752	9618296.048	849.8352	N_VIA	1451	764105.357	9618914.593	835.2331	N_VIA
689	763263.997	9618294.58	849.8799	N_VIA	1452	764103.414	9618917.024	835.07	N_VIA
690	763261.529	9618293.403	849.8033	N_VIA	1453	764117.476	9618929.97	834.8832	N_VIA
691	763267.648	9618295.797	849.9351	N_CERR	1454	764119.848	9618927.865	834.9981	N_VIA
AMIENTO									
692	763274.495	9618284.769	850.0957	N_CERR	1455	764122.143	9618925.876	834.8805	N_VIA
AMIENTO									
693	763270.284	9618281.36	850.1731	N_POSTE	1456	764133.237	9618939.408	834.559	N_VIA
694	763272.921	9618282.693	850.2295	N_POZO	1457	764130.827	9618941.305	834.5407	N_VIA
695	763290.373	9618265.844	849.7968	N_ESCUELA	1458	764128.784	9618942.813	834.5536	N_VIA
696	763285.699	9618273.869	849.7719	N_ESCUELA	1459	764128.066	9618943.479	835.0234	N_POSTE
697	763284.893	9618274.168	849.7173	N_POZO	1460	764143.363	9618962.353	833.5982	N_VIA
698	763284.801	9618273.825	849.7305	N_POZO	1461	764145.931	9618960.31	833.7074	N_VIA
699	763285.229	9618274.069	849.7206	N_POZO	1462	764148.262	9618958.291	833.5807	N_VIA
700	763285.007	9618274.523	849.7228	N_POZO	1463	764155.135	9618965.187	832.959	N_VIA
701	763284.538	9618274.275	849.6929	N_POZO	1464	764153.357	9618967.679	833.0628	N_VIA
702	763297.679	9618281.284	849.755	N_POZO	1465	764151.247	9618970.602	833.0524	N_VIA
703	763297.428	9618281.701	849.7216	N_POZO	1466	764156.552	9618974.301	832.6437	N_VIA
704	763297.861	9618281.99	849.7793	N_POZO	1467	764158.346	9618971.052	832.5416	N_VIA
705	763298.115	9618281.581	849.8116	N_POZO	1468	764159.818	9618968.395	832.4199	N_VIA
706	763305.127	9618285.694	849.7803	N_POZO	1469	764167.011	9618971.777	831.3291	N_VIA
707	763304.879	9618286.112	849.7569	N_POZO	1470	764166.086	9618974.979	831.6341	N_VIA
708	763305.3	9618286.391	849.7788	N_POZO	1471	764165.248	9618977.933	831.6372	N_VIA
709	763305.565	9618285.952	849.7954	N_POZO	1472	764181.584	9618982.679	830.0442	N_POSTE
710	763312.963	9618289.927	849.7898	N_ESCUELA	1473	764182.053	9618981.339	829.9842	N_VIA
711	763317.657	9618281.912	849.7973	N_ESCUELA	1474	764183.012	9618977.67	830.171	N_VIA
712	763318.386	9618282.092	849.745	N_POZO	1475	764183.671	9618974.748	830.2571	N_VIA
713	763318.735	9618281.486	849.7316	N_POZO	1476	764192.184	9618978.485	829.7735	N_VIA
714	763318.133	9618281.14	849.7467	N_POZO	1477	764190.092	9618981.198	829.8693	N_VIA
715	763317.772	9618281.752	849.7716	N_POZO	1478	764188.32	9618983.821	829.7373	N_VIA
716	763317.79	9618281.385	849.769	N_POZO	1479	764190.873	9618986.243	829.6858	N_PUENTE
717	763318.118	9618280.781	849.7333	N_POZO	1480	764197.025	9618982.668	829.6895	N_PUENTE

Continúa en la página siguiente

ESTE		NORTE		NOMBRE		ESTE		NORTE		NOMBRE	
PUNTO			ELEVACIÓN			PUNTO			ELEVACIÓN		
718	763317.482	9618280.444	849.738	N_POZO		1481	764200.433	9618987.567	829.718	N_PUENTE	
719	763317.18	9618281.052	849.7658	N_POZO		1482	764194.314	9618991.305	829.7714	N_PUENTE	
720	763310.051	9618276.961	849.7479	N_POZO		1483	764156.828	9618976.1	833.0838	N_	TERRRENO
721	763309.429	9618276.627	849.7018	N_POZO		1484	764149.717	9618998.144	831.0936	N_	TERRRENO
722	763310.402	9618276.367	849.7127	N_POZO		1485	764146.553	9619017.057	828.5081	N_	TERRRENO
723	763309.793	9618276.003	849.7284	N_POZO		1486	764135.312	9619037.983	827.9391	N_	TERRRENO
724	763303.788	9618273.53	849.5665	N_POZO		1487	764135.311	9619037.982	827.9554	N_	TERRRENO
725	763304.14	9618272.952	849.4744	N_POZO		1488	764135.239	9619037.836	829.5248	N_PLANTA	
726	763303.537	9618272.6	849.469	N_POZO		1489	764119.307	9619025.176	829.0786	N_PLANTA	
727	763303.208	9618273.171	849.5137	N_POZO		1490	764108.579	9619016.635	830.565	N_PLANTA	
728	763302.408	9618272.566	849.2407	N_POZO		1491	764104.265	9619012.893	829.2638	N_PLANTA	
729	763301.677	9618272.16	849.8006	N_POZO		1492	764088.891	9618999.736	831.0313	N_PLANTA	
730	763302.606	9618271.938	849.6888	N_POZO		1493	764088.608	9619000.758	828.0024	N_PLANTA	
731	763302.02	9618271.575	849.7377	N_POZO		1494	764116.237	9619061.579	834.1746	N_PLANTA	
732	763291.156	9618265.99	849.7751	N_POZO		1495	764118.659	9619058.417	832.3716	N_	TERRRENO
733	763290.526	9618265.651	849.7933	N_POZO		1496	764123.545	9619047.224	827.4057	N_	TERRRENO
734	763290.858	9618265.036	849.7543	N_POZO		1497	764120.228	9619064.559	826.8528	N_	TERRRENO
735	763291.476	9618265.358	849.8094	N_POZO		1498	764124.857	9619084.425	824.7085	N_	TERRRENO
736	763348.462	9618320.596	848.09	N_POZO		1499	764117.366	9619088.848	826.6121	N_	TERRRENO
737	763352.838	9618313.392	848.0682	N_ESCUELA	1500	764123.092	9619105.202	821.8935	N_	TERRRENO	
738	763357.547	9618316.227	848.0955	N_ESCUELA	1501	764110.511	9619100.186	821.8308	N_	TERRRENO	
739	763354.678	9618320.941	848.0982	N_ESCUELA	1502	764089.057	9619082.561	821.8441	N_	TERRRENO	
740	763352.983	9618319.94	848.0548	N_ESCUELA	1503	764072.83	9619065.09	821.8926	N_	TERRRENO	
741	763351.453	9618322.443	848.0645	N_ESCUELA	1504	764068.889	9619065.283	821.0882	N_	TERRRENO	
742	763357.577	9618328.137	847.4873	N_POZO	1505	764076.088	9619054.797	822.1616	N_LINDERO		
743	763357.925	9618327.546	847.493	N_POZO	1506	764080.21	9619048.731	821.1703	N_LINDERO		
744	763357.338	9618327.181	847.5101	N_POZO	1507	764063.46	9619037.374	821.9643	N_LINDERO		
745	763356.964	9618327.776	847.514	N_POZO	1508	764052.436	9619053.935	822.3614	N_LINDERO		
746	763353.683	9618324.201	847.9304	N_POZO	1509	764060.176	9619059.077	821.8666	N_	TERRRENO	
747	763353.079	9618323.884	847.9478	N_POZO	1510	764068.039	9619046.791	821.7504	N_	TERRRENO	
748	763353.42	9618323.253	847.9498	N_POZO	1511	764072.168	9619048.181	820.3626	N_	TERRRENO	
749	763354.021	9618323.597	847.9289	N_POZO	1512	764066.897	9619057.117	819.7917	N_	TERRRENO	
750	763350.351	9618323.269	848.1874	N_POZO	1513	764069.918	9619058.674	820.0173	N_	TERRRENO	
751	763350.737	9618322.758	848.2084	N_POZO	1514	764073.142	9619041.543	820.7097	N_	TERRRENO	
752	763350.18	9618322.556	848.3734	N_POZO	1515	764076.256	9619042.408	820.5036	N_	TERRRENO	
753	763357.514	9618316.45	848.0485	N_POZO	1516	764080.584	9619044.18	821.2812	N_	TERRRENO	
754	763357.867	9618315.838	848.0436	N_POZO	1517	764090.599	9619044.982	822.4443	N_	TERRRENO	
755	763358.125	9618316.824	848.0335	N_POZO	1518	764087.05	9619027.952	822.7808	N_	TERRRENO	
756	763358.484	9618316.207	848.0454	N_POZO	1519	764091.253	9619022.145	824.4241	N_	TERRRENO	
757	763356.321	9618315.099	848.1113	N_POZO	1520	764096.252	9619026.841	825.3685	N_	TERRRENO	
758	763356.568	9618314.687	848.0725	N_POZO	1521	764101.187	9619028.595	827.1549	N_	TERRRENO	

Continúa en la página siguiente

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	NOMBRE
759	763356.148	9618314.44	848.0675	N_POZO	1522	764097.567	9619021.563	827.3267	N_
760	763355.924	9618314.854	848.1282	N_POZO	1523	764092.441	9619014.437	827.3734	TERRRENO
761	763253.989	9618285.21	849.9152	N_CASA	1524	764084.042	9619005.191	827.6424	N_
762	763259.282	9618288.255	849.7603	N_CASA	1525	764106.758	9619015.154	827.9749	TERRRENO
763	763257.18	9618291.899	849.4755	N_CASA					N_
									TERRRENO

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B

Anexo Capítulo 2: Bases de diseño

B.1 Anexo de Población de diseño

La determinación de la población actual de la comunidad Kayamás se realizó a partir del registro demográfico del subcentro de salud de la parroquia Nueva Tarqui (MSP Nueva Tarqui, 2025), institución que mantiene un control estadístico continuo de la población atendida.

De acuerdo con los principios de minimización y finalidad establecidos en la normativa vigente de protección de datos personales, y considerando que la proyección de la población de diseño requiere únicamente información demográfica agregada, en el presente anexo se presenta la estructura de la población en forma consolidada. La base nominal fue utilizada exclusivamente para el conteo y la agregación, y no se reproduce en este documento por contener información personal que no incide en los resultados técnicos del proyecto.

Tabla B.1: Estructura de la población actual por grupo etario y sexo

Grupo etario (años)	Hombres	Mujeres	Total	%
0 – 4	20	25	45	10.74
5 – 14	54	65	119	28.40
15 – 29	60	53	113	26.97
30 – 44	37	37	74	17.66
45 – 64	27	22	49	11.69
65 y más	8	11	19	4.53
Total	206	213	419	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir del registro del Subcentro de Salud Nueva Tarqui (MSP Nueva Tarqui, 2025)

La estructura obtenida corresponde a una población joven, con un 39.1 % de habitantes menores de 15 años y una edad mediana de 20 años, característica propia de comunidades rurales amazónicas en proceso de consolidación. Este perfil respalda la selección del método geométrico de proyección adoptado en el Capítulo 2, por tratarse de una población con potencial de crecimiento y no de una población saturada.

B.2 Anexo (P_f)Población futura

Tabla B.2: Distribución de las familias según número de integrantes

Integrantes por familia	N.º de familias	Habitantes
1	11	11
2	12	24
3	17	51
4	23	92
5	20	100
6	9	54
7	6	42
8	3	24
9	1	9
12	1	12
Total	103	419

Fuente: Elaboración propia a partir del registro del Subcentro de Salud Nueva Tarquí (MSP Nueva Tarquí, 2025)

Tabla B.3: Indicadores demográficos de la comunidad Kayamás

Indicador	Valor
Población actual registrada (P_0)	419 hab
Número de familias registradas	103
Índice de ocupación actual	4.07 hab/familia
Edad media	24.6 años
Edad mediana	20 años
Población menor de 15 años	164 hab (39.1 %)
Razón de sexos (hombres/mujeres)	0.97

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B.4: Estructura Poblacional

ESTRUCTURA POBLACIONAL					
Población por sexo al nacer, según provincia y área de residencia					
Provincia y área de residencia			Número total de personas	Sexo al nacer	
				Hombres	Mujeres
Morona Santiago		Rural	129'672	64'660	65'012
Población por sexo al nacer, según provincia, cantón y área de residencia					
Provincia, cantón y área de residen- cia			Número total de personas	Sexo al nacer	
				Hombres	Mujeres
Morona Santiago	Gualaquiza	Rural	12'735	6'402	6'333
Población por sexo al nacer según provincia, cantón y parroquia de residencia					
Provincia, cantón y parroquia de residencia			Número total de personas	Sexo al nacer	
				Hombres	Mujeres

Continúa en la página siguiente

*(continuación)***ESTRUCTURA POBLACIONAL**

Morona Santiago	Gualaquiza	Gualaquiza	12'323	5'962	6'361
Morona Santiago	Gualaquiza	Nueva Tarqui	663	322	341
Densidad poblacional, según provincia de residencia					
Provincia de residencia			Población	Área (km²)	Densidad poblacional (personas por km²)
Morona Santiago			192'508	24'004	8
Densidad poblacional, según cantón de residencia					
Provincia y cantón de residencia			Población	Área (km²)	Densidad poblacional (personas por km²)
Morona Santiago			Gualaquiza 21'892	2'160	10
Densidad poblacional según parroquia de residencia					
Provincia, cantón y parroquia de residencia			Población	Área (km²)	Densidad poblacional (personas por km²)
Morona Santiago			Gualaquiza 12'323	366	34
Morona Santiago			Gualaquiza Nueva Tarqui 663	55	12
Tasa de crecimiento promedio anual 2010-2022, según provincia de residencia					
Provincia de residencia			Población 2010	Población 2022	Tasa de crecimiento promedio anual 2010_2022
Morona Santiago			147'655	192'508	2.21
Tasa de crecimiento promedio anual 2010-2022, según cantón de residencia					
Provincia y cantón de residencia			Población 2010	Población 2022	Tasa de crecimiento promedio anual 2010_2022
Morona Santiago			Gualaquiza 17'168	21'892	2.02
Tasa de crecimiento promedio anual 2010-2022, según parroquia de residencia					
Provincia, cantón y parroquia de residencia			Población 2010	Población 2022	Tasa de crecimiento promedio anual 2010_2022
Morona Santiago			Gualaquiza 9'214	12'323	2.42
Morona Santiago			Gualaquiza Nueva Tarqui 504	663	2.88

Fuente: Datos recuperados de Censo Ecuador 2022 (INEC, 2022)

B.3 Anexo Método Geométrico

Tabla B.5: Tabla de Proyección de Población Futura

Taza de crecimiento		2.88
t	Año	Población Inicial
0	2026	419.00
1	2027	431.07
2	2028	443.48
3	2029	456.25
4	2030	469.39
5	2031	482.91
6	2032	496.82
7	2033	511.13
8	2034	525.85
9	2035	540.99
10	2036	556.57
11	2037	572.60
12	2038	589.10
13	2039	606.06
14	2040	623.52
15	2041	641.47
16	2042	659.95
17	2043	678.95
18	2044	698.51
19	2045	718.62
20	2046	739.32

Fuente: Elaboración Propia

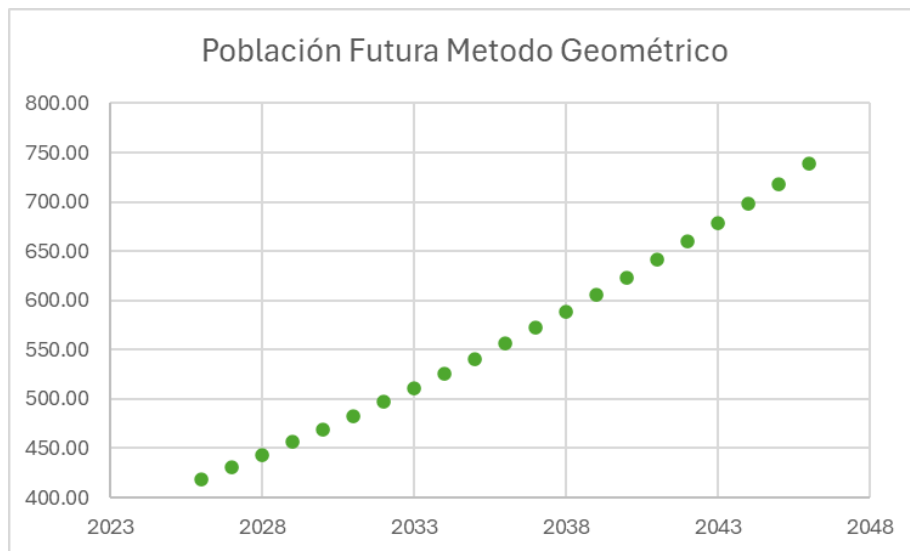


Figura B.1: Gráfica Proyección Población Futura
Fuente: Elaboración Propia

Apéndice C

Anexos Capítulo 3: Diseño de la red de alcantarillado

C.1 Anexos de restricciones de diseño SewerCAD

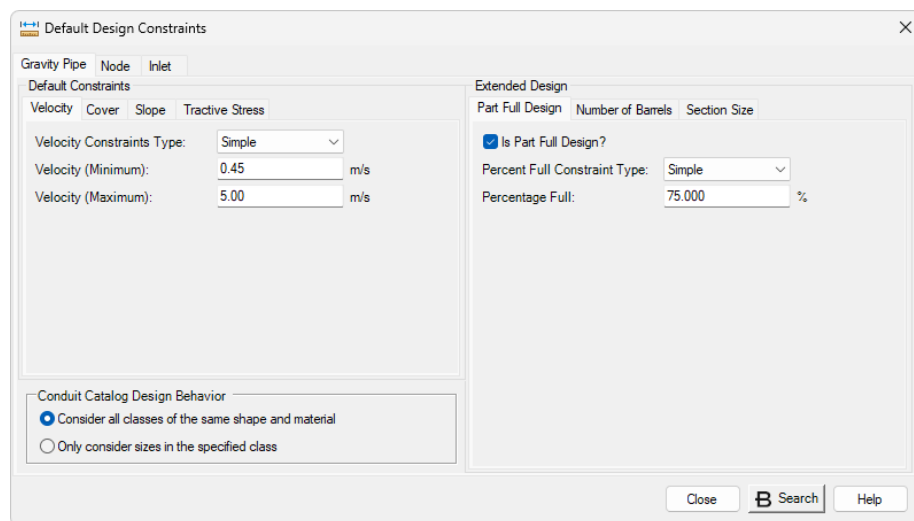


Figura C.1: Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows SewerCAD (captura 1 de 5)

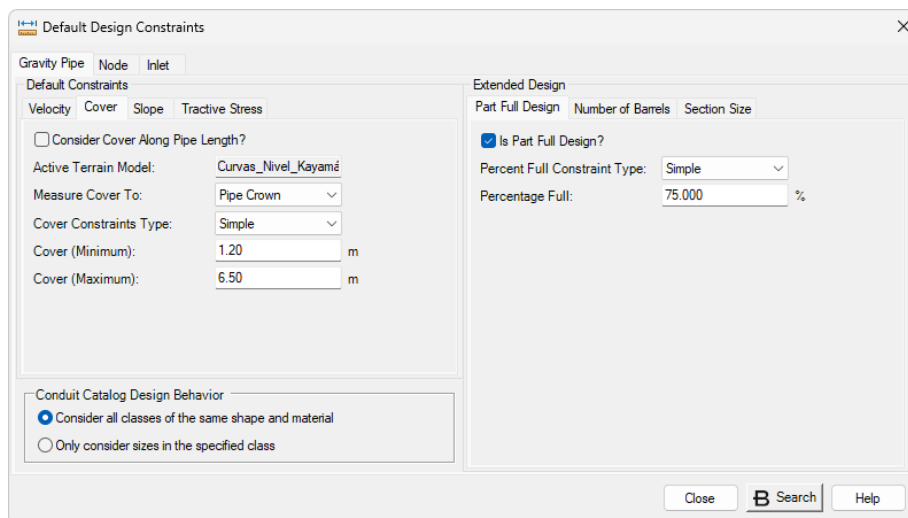


Figura C.2: Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows SewerCAD (captura 2 de 5)

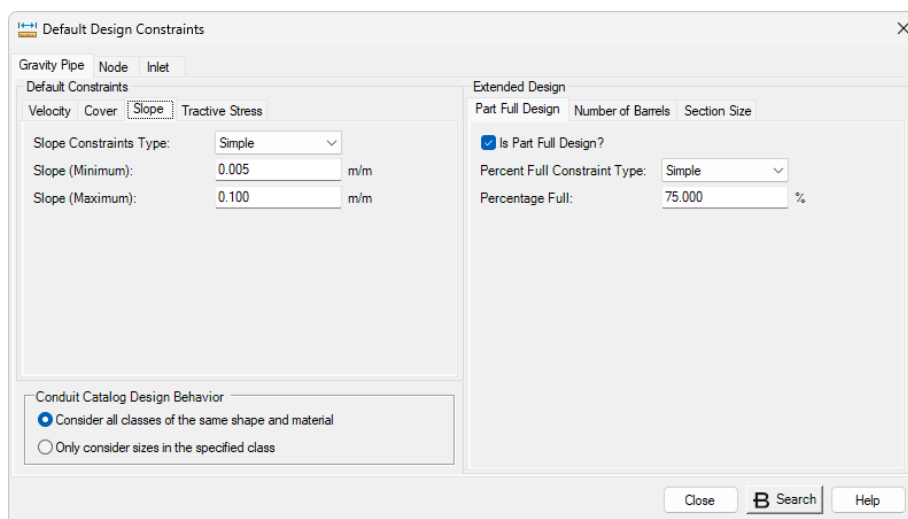


Figura C.3: Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows SewerCAD (captura 3 de 5)

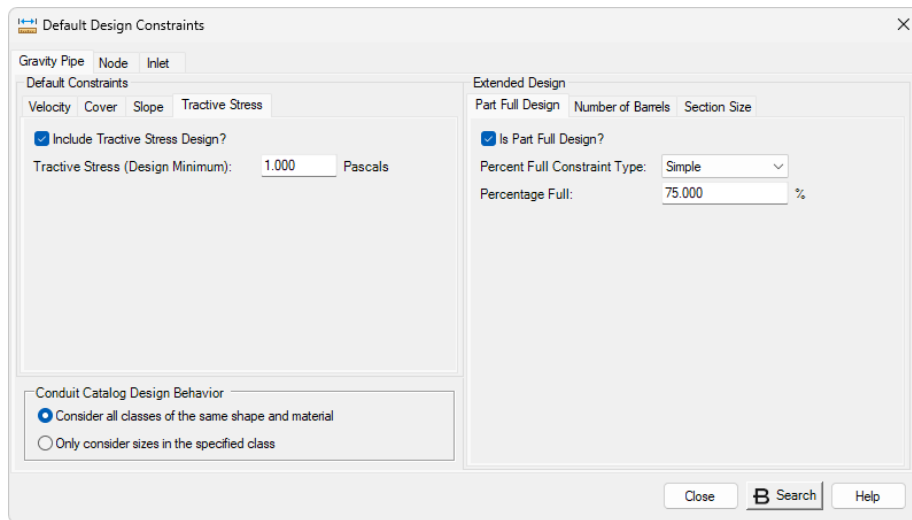


Figura C.4: Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows SewerCAD (captura 4 de 5)

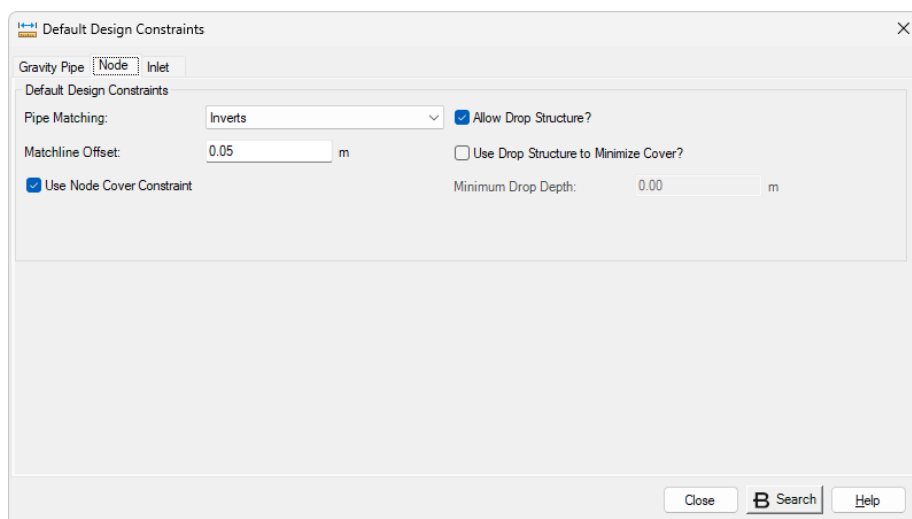


Figura C.5: Configuración de las restricciones de diseño en OpenFlows SewerCAD (captura 5 de 5)

Apéndice D

Anexos Capítulo 5: Presupuesto

D.1 Anexos Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	REPLANTEO Y NIVELACION DE EJES					
DETALLE:						
	CODIGO:					
	UNIDAD: m					
	RENDIMIENTO: 17					
Hoja 1 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Equipo de topografía	1.00	7.60	7.60	17.00	129.20	0.35
Herramienta manual	11.54		0.00		11.54	0.03
SUBTOTAL M					140.744	0.379
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Topógrafo (Estr. Oc. C1)	1.00	4.88	4.88	17.00	82.96	0.22
Peón (Estr. Oc. E2)	2.00	4.35	8.70	17.00	147.92	0.40
SUBTOTAL N					230.882	0.621
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Estaca de madera	u	0.150	0.250	0.038	0.000	
Clavos de 2" a 8"	kg	0.150	0.200	0.030	0.000	
SUBTOTAL O					0.0675	0.0002
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					371.694	1.00
INDIRECTOS %					20	74.339
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					446.033	
VALOR PPRPUESTO:					446.033	

Figura D.1: Análisis de precios unitarios: hoja 1 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA D E TRATAMIENTO D E AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN ZANJA 0.00 - 2.00m				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m		
		RENDIMIENTO:		0.08333		
Hoja 2 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C= A x B	R	D= C x R	
Retroexcavadora Neumáticos	1.0000	25.0000	25.0000	0.0833	2.0833	0.72782
SUBTOTAL M					2.0833	0.7278
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C= A x B	R	D= C x R	
Estructura ocupacional C1 (Operadores)	1.0000	4.8801	4.8801	0.0833	0.4067	0.14207
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.0833	0.3724	0.13011
SUBTOTAL N					0.7791	0.27218
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.862	1.00
INDIRECTOS %					20	0.57
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					3.43	
VALOR PPR PUESTO:					3.43	

Figura D.2: Análisis de precios unitarios: hoja 2 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA D E TRATAMIENTO D E AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO CONGLOMERADO (FOSA PTAR) 2.01-4.50m				
DETALLE:		CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m30.13				
Hoja 3 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Retroescavadora Neumáticos	1.0000	25.0000	25.0000	0.1300	3.2500	0.72782
SUBTOTAL M					3.2500	0.7278
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional C1 (Operadores)	1.0000	4.8801	4.8801	0.1300	0.6344	0.14207
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.1300	0.5810	0.13011
SUBTOTAL N					1.2154	0.27218
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0.00000	
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.465	1.00
INDIRECTOS %					20	0.89
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					5.36	
VALOR PPRPUESTO:					5.36	

Figura D.3: Análisis de precios unitarios: hoja 3 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PERFILADA Di=200mm					
DETALLE:		CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m0.2					
Hoja 4 de 26							
A, EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R		D = C x R	
Herramienta manual	0.0882					0.0882	0.00569
SUBTOTAL M						0.0882	0.0057
B, MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R		D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.2000		0.8701	0.05609
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.2000		0.8938	0.05762
SUBTOTAL N						1.7640	0.11371
C, MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO		Peso Relativo	
		A	B	C = A x B			
Tubería Perfilada PVC 200mm	m	1.0000	13.66	13.66		0.88060	
SUBTOTAL O						13.66	0.88060
D, TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		Peso Relativo	
		A	B	C = A x B			
						0	0
SUBTOTAL P						0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)						15.512	1.00
INDIRECTOS %						20	3.10
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						18.61	
VALOR PPRPUESTO:						18.61	

Figura D.4: Análisis de precios unitarios: hoja 4 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	RELLENO COMPACTADO MECÁNICO CON MATERIAL DE SITIO					
DETALLE:						
	CODIGO:					
	UNIDAD:		m			
	RENDIMIENTO:		0.3333			
Hoja 5 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Compactador mecánico	1.0000	4.5000	4.5000	0.3333	1.4999	0.32702
Herramienta manual	0.1470		0		0.1470	0.03205
SUBTOTAL M					1.6468	0.3591
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.3333	1.4501	0.31616
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.3333	1.4896	0.32477
SUBTOTAL N					2.9396	0.64094
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					4.586	1.00
INDIRECTOS %					20	0.92
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					5.50	
VALOR PPRPUESTO:					5.50	

Figura D.5: Análisis de precios unitarios: hoja 5 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA						
PROYECTOS:						
DESCRIPCION:		POZO DE REVISIÓN Di=1.2m H=1.51m-2.00m				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m		
		RENDIMIENTO:		2.85		
Hoja 6 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	2.8500	12.8250	0.03294
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	2.8500	7.1250	0.01830
Encofrado Metálico Para Pozos Di: 1.2m	1.0000	0.8000	0.8000	24.0000	19.2000	0.04931
Herramienta manual	2.4967				2.4967	0.00641
SUBTOTAL M					41.6467	0.1070
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	3.0000	4.3506	13.0518	2.8500	37.1977	0.09553
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	2.8500	12.7371	0.03271
SUBTOTAL N					49.9348	0.12825
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Arena	m3	1.116	14	15.6240	0.04013	
Grava Clasifica	m3	1.766	15	26.4900	0.06803	
Piedra Bola	m3	0.3015	12	3.6180	0.00929	
Cemento Portland	kg	669.312	0.15	100.3968	0.25784	
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00016	
Acelerante Plastocrete 161 HE	kg	3.35	1.8	6.0300	0.01549	
Acero de refuerzo	kg	4.84	1.15	5.5660	0.01429	
Tapa y brocal de hierro fundido	u	1.0000	140	140.0000	0.35956	
SUBTOTAL O				297.7878	0.76480	
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P				0	0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				389.369	1.00	
INDIRECTOS %				20	77.87	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:				467.24		
VALOR PPRPUESTO:				467.24		

Figura D.6: Análisis de precios unitarios: hoja 6 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA D E TRATAMIENTO D E AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		DESALOJO DE MATERIAL EN VOLQUETE HASTA 5 km				
DETALLE:		CODIGO: UNIDAD: m RENDIMIENTO: 0.04				
Hoja 7 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.0312				0.0312	0.01094
Volquete 8m3	1.0000	30.0000	30.0000	0.0400	1.2000	0.42017
Cargadora frontal 1	1.0000	25.0000	25.0000	0.0400	1.0000	0.35014
SUBTOTAL M					2.2312	0.7812
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Chofer: Volquetas	1.0000	\$ 6.3885	\$ 6.39	0.0400	0.2555382	0.08947
Estructura ocupacional C1 (Operadores)	1.0000	4.8801	4.8801	0.0400	0.1952	0.06835
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.0400	0.1740	0.06093
SUBTOTAL N					0.6248	0.21876
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.856	1.00
INDIRECTOS %					20	0.57
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					3.43	
VALOR PPRPUESTO:					3.43	

Figura D.7: Análisis de precios unitarios: hoja 7 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	TRANSPORTE DE MATERIAL PÉTREO EN VOLQUETE					
DETALLE:	CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m3/km 0.01					
Hoja 8 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Volquete 8m3	1.0000	30.0000	30.0000	0.0100	0.3000	0.82444
SUBTOTAL M					0.3000	0.8244
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Chofer: Volquetas	1.0000	\$ 6.3885	\$ 6.39	0.0100	0.06388455	0.17556
SUBTOTAL N					0.0639	0.17556
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				0.364	1.00
	INDIRECTOS %				20	0.07
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				0.44	
	VALOR PPRPUESTO:				0.44	

Figura D.8: Análisis de precios unitarios: hoja 8 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		POZO DE REVISIÓN Di=1.2m H=0.00m-1.50m				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m		
		RENDIMIENTO:		2.765		
Hoja 9 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	2.7650	12.4425	0.03491
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	2.7650	6.9125	0.01940
Encofrado Metálico Para Pozos Di: 1.2m	1.0000	0.8000	0.8000	24.0000	19.2000	0.05388
Herramienta manual	2.4223				2.4223	0.00680
SUBTOTAL M					40.9773	0.1150
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	3.0000	4.3506	13.0518	2.7650	36.0883	0.10126
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4891	4.4891	2.7650	12.3572	0.03467
SUBTOTAL N					48.4455	0.13594
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Arena	m3	0.8916	14	12.4824	0.03503	
Grava Clasifica	m3	1.4103	15	21.1545	0.05936	
Piedra Bola	m3	0.3015	12	3.6180	0.01015	
Cemento Portland	kg	534.626	0.15	80.1939	0.22503	
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00018	
Acelerante Plastocrete 161 HE	kg	2.6785	1.8	4.8213	0.01353	
Acero de refuerzo	kg	4.0172	1.15	4.6198	0.01296	
Tapa y brocal de hierro fundido	u	1.0000	140	140.0000	0.39284	
SUBTOTAL O				266.9529	0.74908	
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P				0	0.00000	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			356.376	1.00	
	INDIRECTOS %			20	71.28	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			427.65		
	VALOR PPRPUESTO:			427.65		

Figura D.9: Análisis de precios unitarios: hoja 9 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		POZO DE REVISIÓN Di=1.2m H=2.50m-3.50m				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m		
		RENDIMIENTO:		3.0885		
Hoja 10 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	3.0885	13.8983	0.02884
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	3.0885	7.7213	0.01602
Encofrado Metálico Para Pozos Di: 1.2m	1.0000	0.8000	0.8000	24.0000	19.2000	0.03984
Herramienta manual	2.7057				2.7057	0.00561
SUBTOTAL M					43.5252	0.0903
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	3.0000	4.3506	13.0518	3.0885	40.3106	0.08364
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4891	4.4891	3.0885	13.8030	0.02864
SUBTOTAL N					54.1135	0.11228
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Arena	m3	1.7457	14	24.4398	0.05071	
Grava Clasifica	m3	2.7641	15	41.4615	0.08603	
Piedra Bola	m3	0.3015	12	3.6180	0.00751	
Cemento Portland	kg	1047.219	0.15	157.0829	0.32593	
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00013	
Acelerante Plastocrete 161 HE	kg	5.2342	1.8	9.4216	0.01955	
Acero de refuerzo	kg	7.1487	1.15	8.2210	0.01706	
Tapa y brocal de hierro fundido	u	1.0000	140	140.0000	0.29049	
SUBTOTAL O				384.3077	0.79741	
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P				0	0.00000	
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			481.946	1.00	
	INDIRECTOS %			20	96.39	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			578.34		
	VALOR PPRPUESTO:			578.34		

Figura D.10: Análisis de precios unitarios: hoja 10 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		POZO DE REVISIÓN Di=1.2m H=3.50m-4.50m				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m		
		RENDIMIENTO:		3.363		
Hoja 11 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	3.3630	15.1335	0.02572
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	3.3630	8.4075	0.01429
Encofrado Metálico Para Pozos Di: 1.2m	1.0000	0.8000	0.8000	24.0000	19.2000	0.03263
Herramienta manual	2.9462				2.9462	0.00501
SUBTOTAL M					45.6872	0.0776
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	3.0000	4.3506	13.0518	3.3630	43.8933	0.07459
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4891	4.4891	3.3630	15.0297	0.02554
SUBTOTAL N					58.9230	0.10012
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Arena	m3	2.4703	14	34.5842	0.05877	
Grava Clasifica	m3	3.9129	15	58.6935	0.09973	
Piedra Bola	m3	0.3015	12	3.6180	0.00615	
Cemento Portland	kg	1482.162	0.15	222.3243	0.37778	
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00011	
Acelerante Plastocrete 161 HE	kg	7.4027	1.8	13.3249	0.02264	
Acero de refuerzo	kg	9.807	1.15	11.2781	0.01916	
Tapa y brocal de hierro fundido	u	1.0000	140	140.0000	0.23789	
SUBTOTAL O				483.8859	0.82224	
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P				0	0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				588.496	1.00	
INDIRECTOS %				20	117.70	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:				706.20		
VALOR PPRPUESTO:				706.20		

Figura D.11: Análisis de precios unitarios: hoja 11 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS: CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DESCRIPCION: MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD DETALLE: KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.						
RASANTEO MANUAL DE ZANJA				CODIGO:		
				UNIDAD:	m2	
				RENDIMIENTO:		0.05
Hoja de 12 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.0220			0.0500	0.0220	0.04762
						0.00000
SUBTOTAL M					0.0220	0.0476
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.0500	0.2175	0.46979
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.0500	0.2235	0.48259
SUBTOTAL N					0.4410	0.95238
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.463	1.00
INDIRECTOS %				20	0.09	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					0.56	
VALOR PPRPUESTO:					0.56	

Figura D.12: Análisis de precios unitarios: hoja 12 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	ENTIBADO DE ZANJA					
DETALLE:						
	CODIGO: UNIDAD: m RENDIMIENTO: 0.085					
Hoja 13 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor	0.0375				0.0375	0.00755
SUBTOTAL M					0.0375	0.0075
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	0.0850	0.3799	0.07648
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.0850	0.3698	0.07445
SUBTOTAL N					0.7497	0.15093
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
Tablón para entibado (2 usos)	u	0.67	5	3.3500	0.67443	
Puntales	u	0.67	1	0.6700	0.13489	
Clavos	kg	0.1	1.6	0.1600	0.03221	
SUBTOTAL O				4.1800	0.84153	
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
				0	0	
SUBTOTAL P				0	0.00000	
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				4.967	1.00
	INDIRECTOS %				20	0.99
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				5.96	
	VALOR PPRPUESTO:				5.96	

Figura D.13: Análisis de precios unitarios: hoja 13 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO						
PROYECTOS:	SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA					
COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA						
DESCRIPCION	CATASTRO Y DESLINDE PREDIAL					
DETALLE:						CODIGO:
						UNIDAD:
						RENDIMIENTO:
						glb
						Hoja 14 de 26
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
						0.00000
						0.00000
SUBTOTAL M					0.0000	0.0000
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
						0.00000
						0.00000
SUBTOTAL N					0.0000	0.00000
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Catastro y deslinde predial u		1.0000	100	100	1.00000	
SUBTOTAL O					100	1.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			100.000	1.00	
	INDIRECTOS %			20	20.00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			120.00		
	VALOR PPRPUESTO:			120.00		

Figura D.14: Análisis de precios unitarios: hoja 14 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	HORMIGÓN SIMPLE DE REPLANTILLO f'c=180kg/cm2 e=10cm					
DETALLE:	CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m31.5 Hoja 15 de 26					
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	1.5000	6.7500	0.07082
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	1.5000	3.7500	0.03935
Herramienta menor	0.9878				0.9878	0.01036
SUBTOTAL M					11.4878	0.1205
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	1.5000	6.7037	0.07034
Estructura ocupacional E2	2.0000	4.3506	8.7012	1.5000	13.0518	0.13695
SUBTOTAL N					19.7555	0.20728
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
Cemento Portland	kg	300	0.15	45.0000	0.47216	
Arena	m3	0.5	14	7.0000	0.07345	
Grava Clasificada	m3	0.8	15	12.0000	0.12591	
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00066	
SUBTOTAL O					64.0630	0.67218
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					95.306	1.00
INDIRECTOS %					20	19.06
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					114.37	
VALOR PPRPUESTO:					114.37	

Figura D.15: Análisis de precios unitarios: hoja 15 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA						
DESCRIPCION:	HORMIGÓN ARMADO PARA MUROS Y LOSAS f'c=210kg/cm2 (TANQUE SÉPTICO +FAFA)						
DETALLE:							
	CODIGO:						
	UNIDAD:		m3				
	RENDIMIENTO:		3				
Hoja 16 de 26							
A. EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C= A x B	R	D = C x R		
Concretera	1.0000	4.5000	4.5000	✓	3.0000	13.5000	0.08683
Vibrador	1.0000	2.5000	2.5000	✓	3.0000	7.5000	0.04824
							0.00000
Herramienta menor	2.6459					2.6459	0.01702
SUBTOTAL M					23.6459	0.1521	
B. MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo			
	A	B	C= A x B	R	D = C x R		
Estructura ocupacional D2	2.0000	4.4691	8.9383	✓	3.0000	26.8149	0.17247
Estructura ocupacional E2	2.0000	4.3506	8.7012	✓	3.0000	26.1037	0.16789
SUBTOTAL N					52.9185	0.34036	
C. MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo		
		A	B	C= A x B			
Cemento Portland	kg	375	0.15	56.2500	0.36179		
Arena	m3	0.5	14	7.0000	0.04502		
Grava Clasificada	m3	0.8	15	12.0000	0.07718		
Agua	m3	0.18	0.35	0.0630	0.00041		
Aditivo impermeabilizante (tipo Plastox kg		2	1.8	3.6000	0.02315		
SUBTOTAL O					78.9130	0.50755	
D. TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo		
		A	B	C= A x B			
					0	0	
SUBTOTAL P					0	0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				155.477	1.00		
INDIRECTOS %				20	31.10		
COSTO TOTAL DEL RUBRO:				186.57			
VALOR PPRPUESTO:				186.57			

Figura D.16: Análisis de precios unitarios: hoja 16 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:	ACERO DE REFUERZO HABILITADO Y COLOCADO fy=4200kg/cm2					
DETALLE:			CODIGO:		kg	
			UNIDAD:		0.06	
			RENDIMIENTO:		Hoja 17 de 26	
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta menor	0.0134				0.0134	0.00875
SUBTOTAL M					0.0134	0.0088
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional D2 (Fierro)	1.0000	4.4691	4.4691	0.0600	0.2681	0.17508
SUBTOTAL N					0.2681	0.17508
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Acero de refuerzo	kg	1	1.15	1.1500	0.75087	
Alambre de amarre	kg	0.05	2	0.1000	0.06529	
SUBTOTAL O					1.2500	0.81616
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
SUBTOTAL P					0	0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.532	1.00
INDIRECTOS %					20	0.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1.84	
VALOR PPRPUESTO:					1.84	

Figura D.17: Análisis de precios unitarios: hoja 17 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		EN COFRADO Y DESENCOFRADO (MUROS Y LOSAS)				
DETALLE:		CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m20.6				
Hoja 18 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
						0.00000
						0.00000
						0.00000
Herramienta menor	0.2646				0.2646	0.03438
SUBTOTAL M					0.2646	0.0344
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL	/HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional D2 (Carpintero)	1.0000	4.4891	4.4891	0.6000	2.6815	0.34841
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.6000	2.6104	0.33917
SUBTOTAL N					5.2919	0.68757
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO		Peso Relativo
		A	B	C = A x B		
Tabla de encofrado (2 usos)	u		0.5	3	1.5000	0.19490
Puntales	u		0.2	2	0.4000	0.05197
Clavos	kg		0.15	1.6	0.2400	0.03118
SUBTOTAL O					2.1400	0.27805
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		Peso Relativo
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				7.696	1.00
	INDIRECTOS %				20	1.54
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				9.24	
	VALOR PPRPUESTO:				9.24	

Figura D.18: Análisis de precios unitarios: hoja 18 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MEDIO FILTRANTE (GRAVA 50-70mm) PARA FAFA					
DETALLE:						
	CODIGO:					
	UNIDAD:		m3			
	RENDIMIENTO:		0.15			
Hoja 19 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.0653			0.1500	0.0653	0.00322
						0.00000
SUBTOTAL M					0.0653	0.0032
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	2.0000	4.3506	8.7012	0.1500	1.3052	0.06439
						0.00000
SUBTOTAL N					1.3052	0.06439
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Grava clasificada 50-70mm	m3	1.0500	18	18.9	0.93239	
SUBTOTAL O					18.9	0.93239
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					20.270	1.00
INDIRECTOS %				20	4.05	
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					24.32	
VALOR PPRPUESTO:					24.32	

Figura D.19: Análisis de precios unitarios: hoja 19 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	TAPA DE INSPECCIÓN Y REGISTRO DE HORMIGÓN ARMADO CON MARCO METÁLICO					
DETALLE:					CODIGO:	
					UNIDAD:	u
					RENDIMIENTO:	1
Hoja 20 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.4410			1.0000	0.4410	0.00468
						0.00000
SUBTOTAL M					0.4410	0.0047
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional D2	1.0000	4.4691	4.4691	1.0000	4.4691	0.04741
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	1.0000	4.3506	0.04616
SUBTOTAL N					8.8198	0.09357
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Tapa de H.A. con marco metálico, 0.60 u		1.0000	85	85	0.90175	
SUBTOTAL O					85	0.90175
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					94.261	1.00
INDIRECTOS %					20	18.85
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					113.11	
VALOR PPRPUESTO:					113.11	

Figura D.20: Análisis de precios unitarios: hoja 20 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE VENTILACIÓN PVC 110mm					
DETALLE:	CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: u0.5					
Hoja 21 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.1088			0.5000	0.1088	0.00536
SUBTOTAL M					0.1088	0.0054
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.5000	2.1753	0.10724
SUBTOTAL N					2.1753	0.10724
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
Tubo PVC 110mm (incl. codo y sombrer u		1.0000		18	18	0.88740
SUBTOTAL O					18	0.88740
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					20.284	1.00
INDIRECTOS %					20	4.06
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					24.34	
VALOR PPRPUESTO:					24.34	

Figura D.21: Análisis de precios unitarios: hoja 21 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		CAMA DE ARENA PARA ASIENTO DE TUBERÍA e=10cm				
DETALLE:				CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: m30.3		
Hoja 22 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.0653			0.3000	0.0653	0.00406
SUBTOTAL M					0.0653	0.0041
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C= A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.3000	1.3052	0.08122
						0.00000
SUBTOTAL N					1.3052	0.08122
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
Arena	m3	1.0500	14	14.7	0.91472	
SUBTOTAL O					14.7	0.91472
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C= A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					16.070	1.00
INDIRECTOS %					20	3.21
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					19.28	
VALOR PPRPUESTO:					19.28	

Figura D.22: Análisis de precios unitarios: hoja 22 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL DEL TERRENO				
DETALLE:						
		CODIGO:				
		UNIDAD:		m2		
		RENDIMIENTO:		0.05		
Hoja 23 de 26						
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramienta manual	0.0109			0.0500	0.0109	0.04762
						0.00000
SUBTOTAL M					0.0109	0.0476
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.0500	0.2175	0.95238
						0.00000
SUBTOTAL N					0.2175	0.95238
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					0.228	1.00
INDIRECTOS %					20	0.05
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					0.27	
VALOR PPRPUESTO:					0.27	

Figura D.23: Análisis de precios unitarios: hoja 23 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS											
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA									
DESCRIPCION:		TRANSPORTE DE MATERIALES VARIOS EN CAMIÓN									
DETALLE:											
		CODIGO:									
		UNIDAD:		glb							
		RENDIMIENTO:		3							
Hoja 24 de 26											
A, EQUIPOS											
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo					
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
Camión	1.0000	35.0000	35.0000	3.0000	105.0000	0.76521					
						0.00000					
SUBTOTALM					105.0000	0.7652					
B, MANO DE OBRA											
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo					
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
Chofer. Otros camiones (Estr. Oc. C1)	1.0000	6.3885	6.3885	3.0000	19.1654	0.13967					
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	3.0000	13.0518	0.09512					
SUBTOTALN					32.2172	0.23479					
C, MATERIALES											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo						
		A	B	C = A x B							
				0	0.00000						
SUBTOTALO					0	0.00000					
D, TRANSPORTE											
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo						
		A	B	C = A x B							
				0	0						
SUBTOTALP					0	0.00000					
		TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)			137.217	1.00					
		INDIRECTOS %			20	27.44					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			164.66						
		VALOR PPRUESTO:			164.66						

Figura D.24: Análisis de precios unitarios: hoja 24 de 26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:	CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA					
DESCRIPCION:	TRANSPORTE DE CEMENTO EN CAMIÓN					
DETALLE:						CODIGO:
						UNIDAD:
						RENDIMIENTO:
						saco/km
						0.001
						Hoja 25 de 26
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Camión	1.0000	35.0000	35.0000	0.0010	0.0350	0.76521
						0.00000
SUBTOTAL M					0.0350	0.7652
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL /HR	COSTO HORARENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo		
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Estructura ocupacional E2	1.0000	4.3506	4.3506	0.0010	0.0044	0.09512
Chofer: Volquetas (Estr. Oc.	1.0000	6.3885	6.3885	0.0010	0.0064	0.13967
SUBTOTAL N					0.0107	0.23479
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				0.046	1.00
	INDIRECTOS %				20	0.01
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				0.05	
	VALOR PPRPUESTO:				0.05	

Figura D.25: Análisis de precios unitarios: hoja 25 de 26

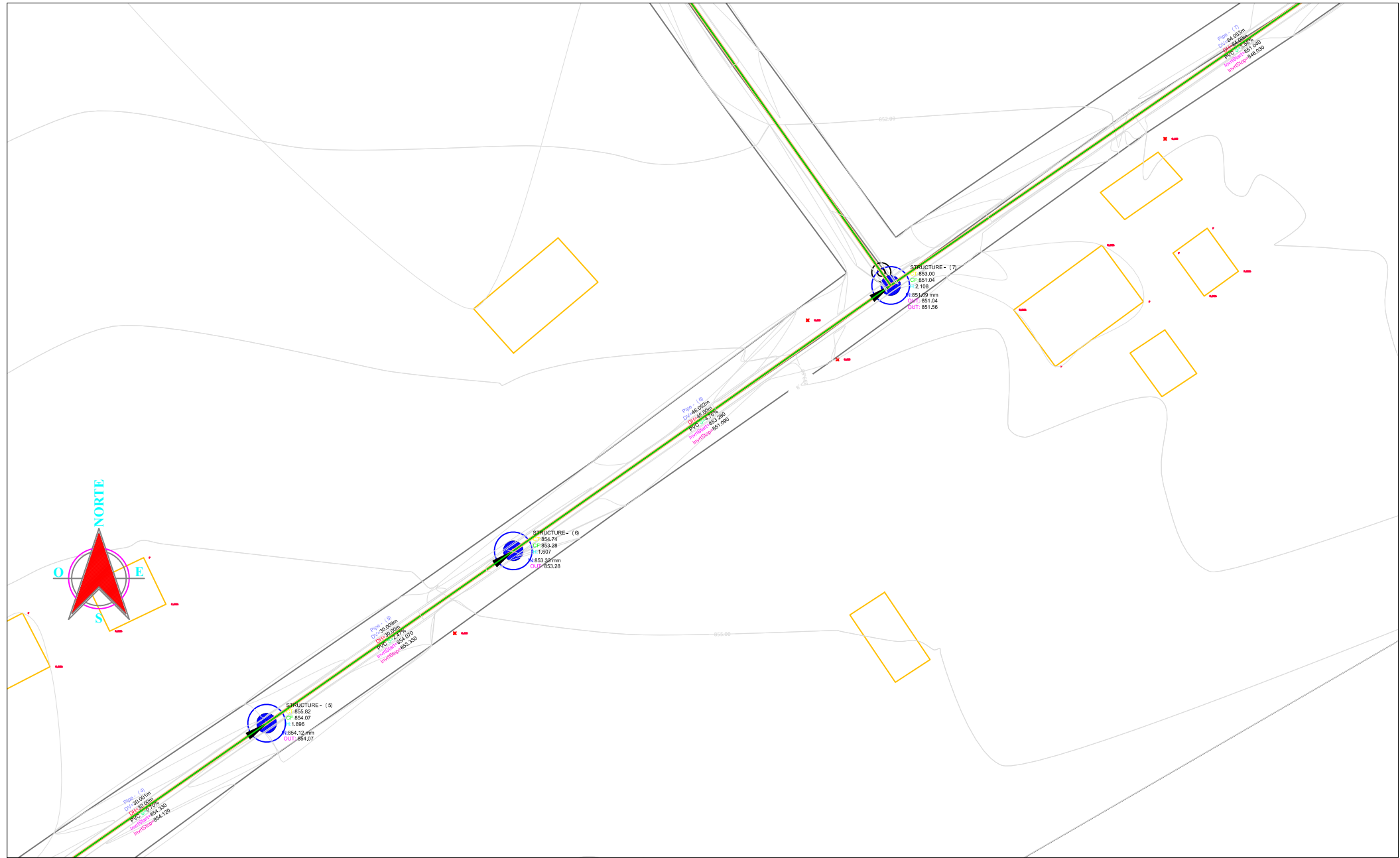
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTOS:		CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA				
DESCRIPCION:		TRANSPORTE DE RETROEXCAVADORA IDA Y VUELTA				
DETALLE:		CODIGO: UNIDAD: RENDIMIENTO: km 0.05 Hoja 26 de 26				
A, EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Plataforma	1.0000	100.0000	100.0000	0.0500	5.0000	0.93995
						0.00000
SUBTOTAL M					5.0000	0.9400
B, MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD JORNAL/HR	COSTO	HORA RENDIMIENTO	COSTO		Peso Relativo
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Chofer. Otros camiones (Estr. Oc. C1)	1.0000	6.3885	6.3885	0.0500	0.3194	0.06005
						0.00000
SUBTOTAL N					0.3194	0.06005
C, MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P, UNITARIO	COSTO		Peso Relativo
		A	B	C = A x B		
					0	0.00000
SUBTOTAL O					0	0.00000
D, TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		Peso Relativo
		A	B	C = A x B		
					0	0
SUBTOTAL P					0	0.00000
	TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)				5.319	1.00
	INDIRECTOS %				20	1.06
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				6.38	
	VALOR PPRUESTO:				6.38	

Figura D.26: Análisis de precios unitarios: hoja 26 de 26

Apéndice E

Planos del sistema de alcantarillado

Se adjuntan a continuación las 23 láminas del juego de planos del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Kayamás, elaboradas a partir del modelo hidráulico desarrollado en OpenFlows SewerCAD.



PROYECTO:

"CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA
COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA,
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"

CONTIENE:

REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS

NOTAS:

-LAS MEDIDAS ANTERIORES PRECEDEN A ESTA.
-DEBE SER ENTENDIDO EL DISEÑO COMO UN DISEÑO DE REFERENCIA.
-DEBE ENTENDERSE DE UNA FORMA DE DISEÑO EN FORMA DE REFERENCIA.

OBSERVACIONES:

ESTUDIANTE

DIEGO TSEREMP

TUTOR

ING. JAVIER BAQUE

ESCALA:

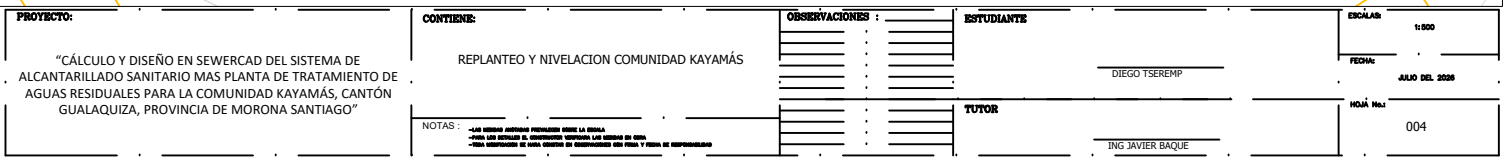
1:500

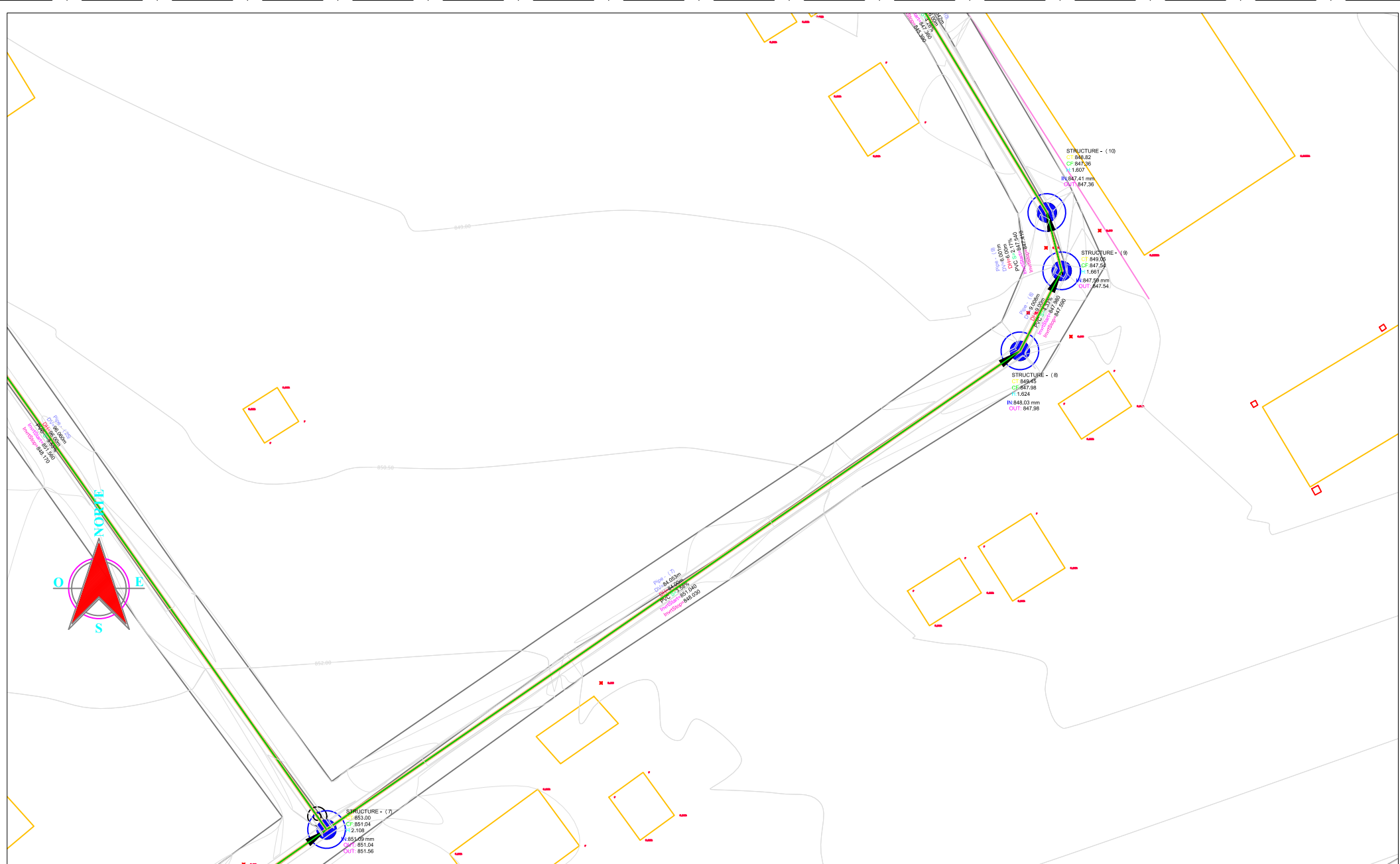
FECHA:

JULIO DEL 2020

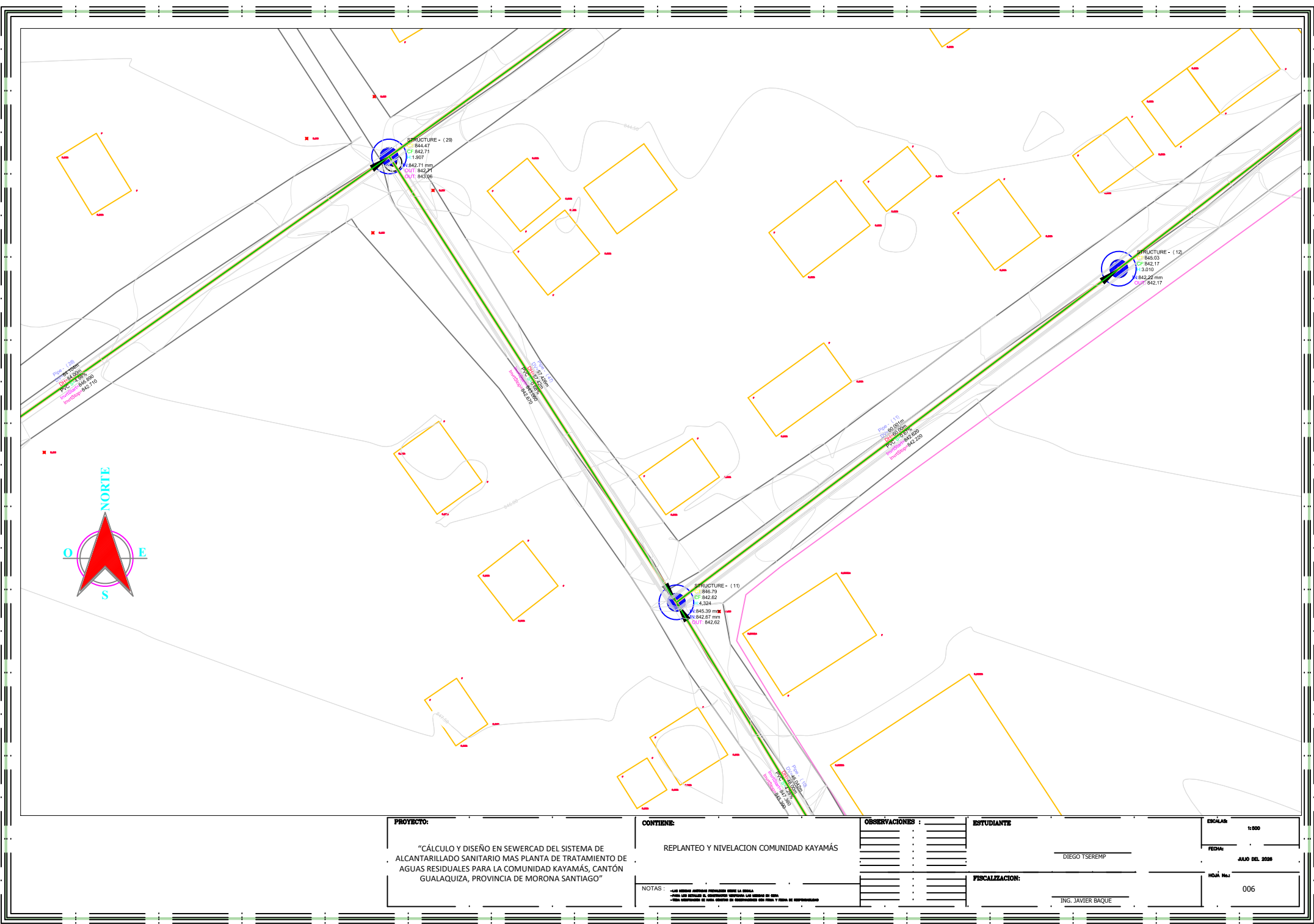
HOLÁ

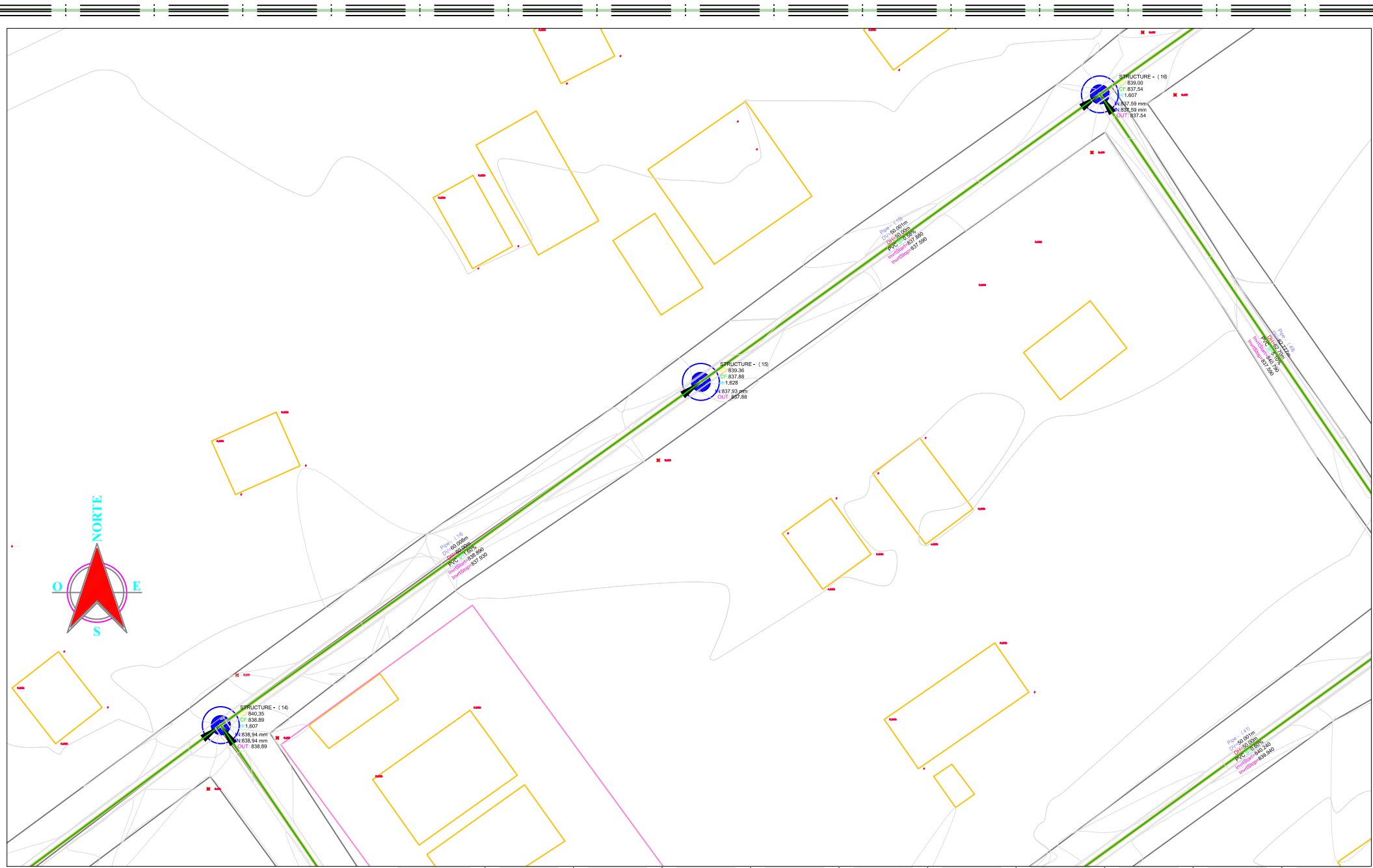
009



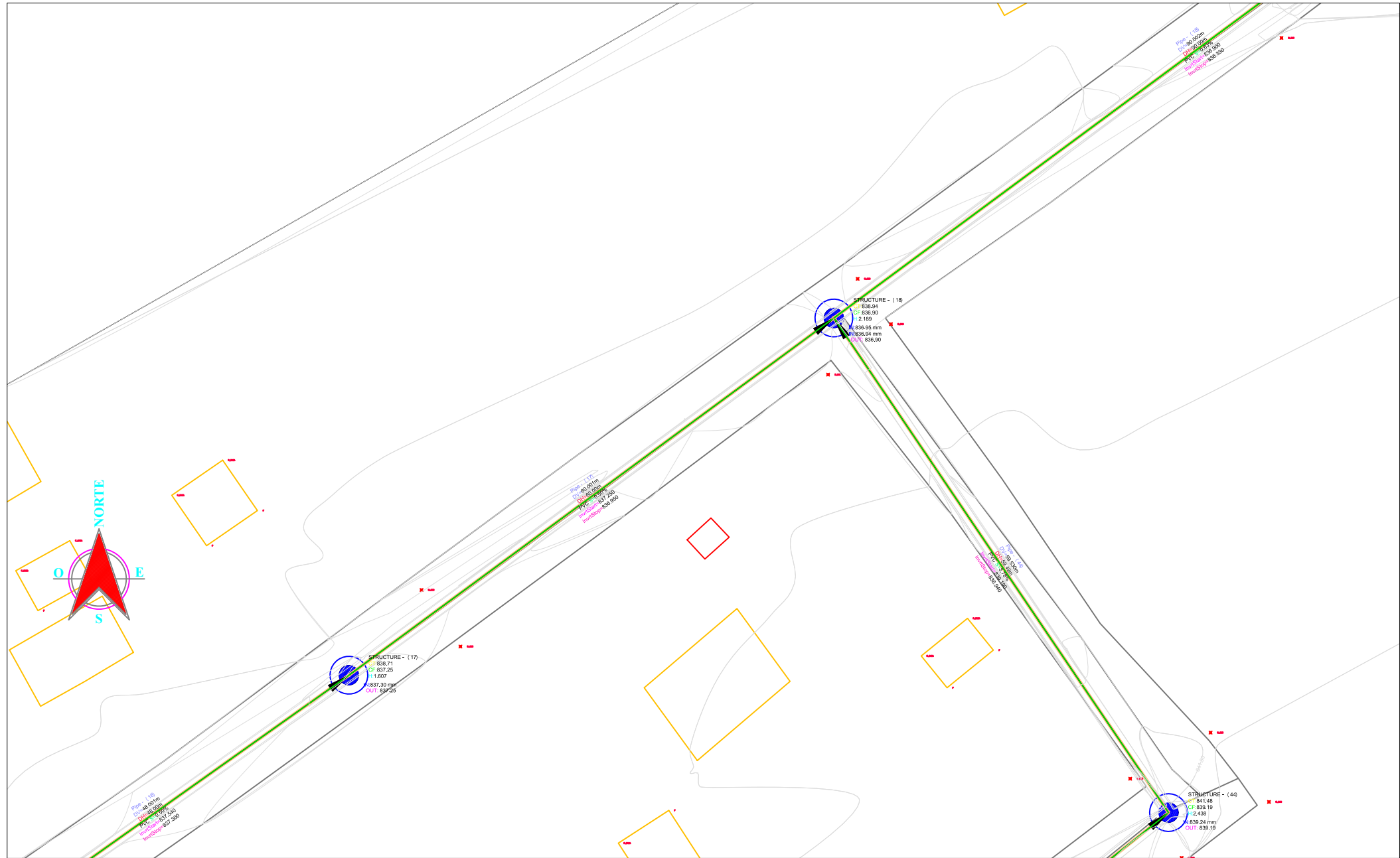


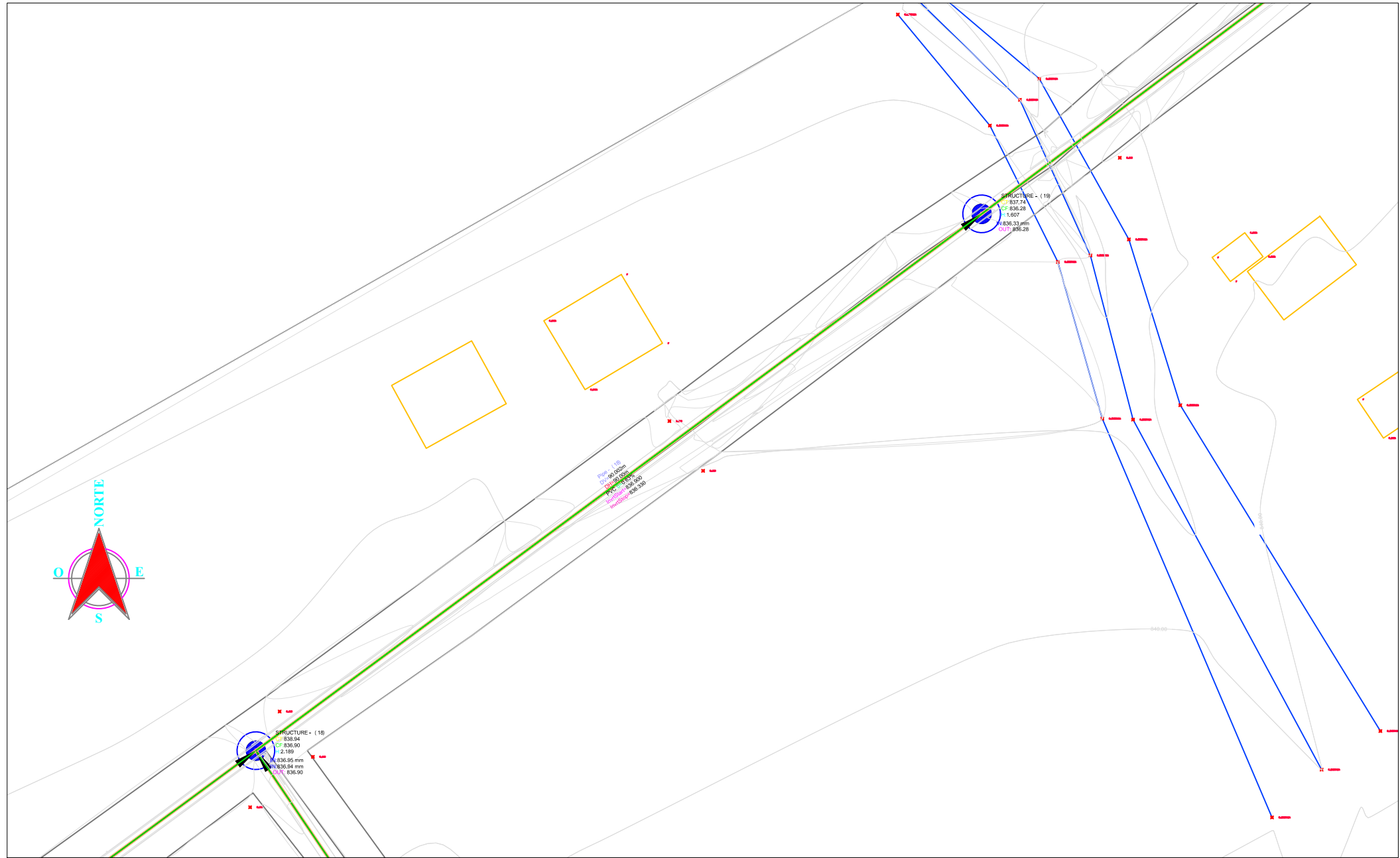
PROYECTO: "CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"	CONTIENE: REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS	OBSERVACIONES : _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ESTUDIANTE _____ DIEGO TSEREMP	ESCALA: 1:500
NOTAS : -LAS MEDIDAS ANTERIORES FUERON DE LA SIGMA. -DEBA LAS MEDIDAS EL DISEÑO SE REALIZA LAS MEDIDAS DE 20M. -DEBA CONSIDERAR DE UNA CANTIDAD DE 10% PARA EL DISEÑO DE LA TUBERÍA Y PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA.	TUTOR _____ ING. JAVIER BAQUE	FECHA: JULIO DEL 2025	HOJA: 005	



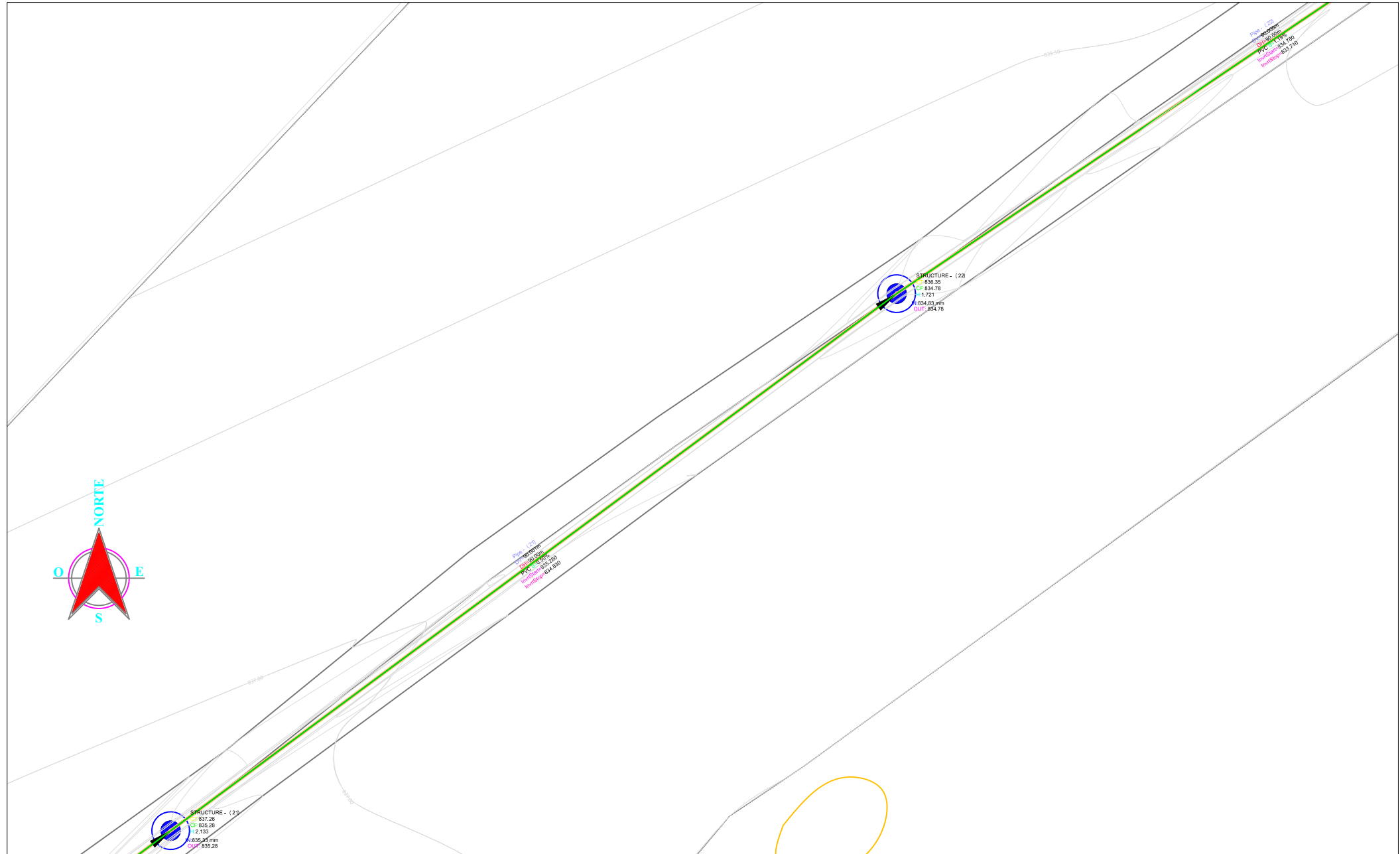


PROYECTO: "CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"	CONTIENE: REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS	OBSERVACIONES : _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ESTUDIANTE _____ DIEGO TSEREMP	ESCALA: 1:500
NOTAS : -LAS MEDIDAS ANTERIORES PREVENIR SOBRE LA DIBUJA. -DEBE LAS MEDIDAS AL ENTORNO DE LA COMUNIDAD KAYAMÁS. -DEBE ENTORNO DE LA COMUNIDAD KAYAMÁS CON UNA Y DOS DE REPRESENTACION	TUTOR _____ ING. JAVIER BAQUE	FECHA: JULIO DEL 2026	HOJA: 010	





PROYECTO: "CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"	CONTIENE: REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS	OBSERVACIONES: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ESTUDIANTE: _____ DIEGO TSEREMP	ESCALA: 1:500
NOTAS: -LAS MEDIDAS ANTERIORES FUERON DE LA SIGUIENTE: -SE HA DETALLADO EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES. -SE HA DETALLADO EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.	TUTOR: _____ ING. JAVIER BAQUE	FECHA: MAYO DEL 2028	Hoja No.: 014	



**"CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN
GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"**

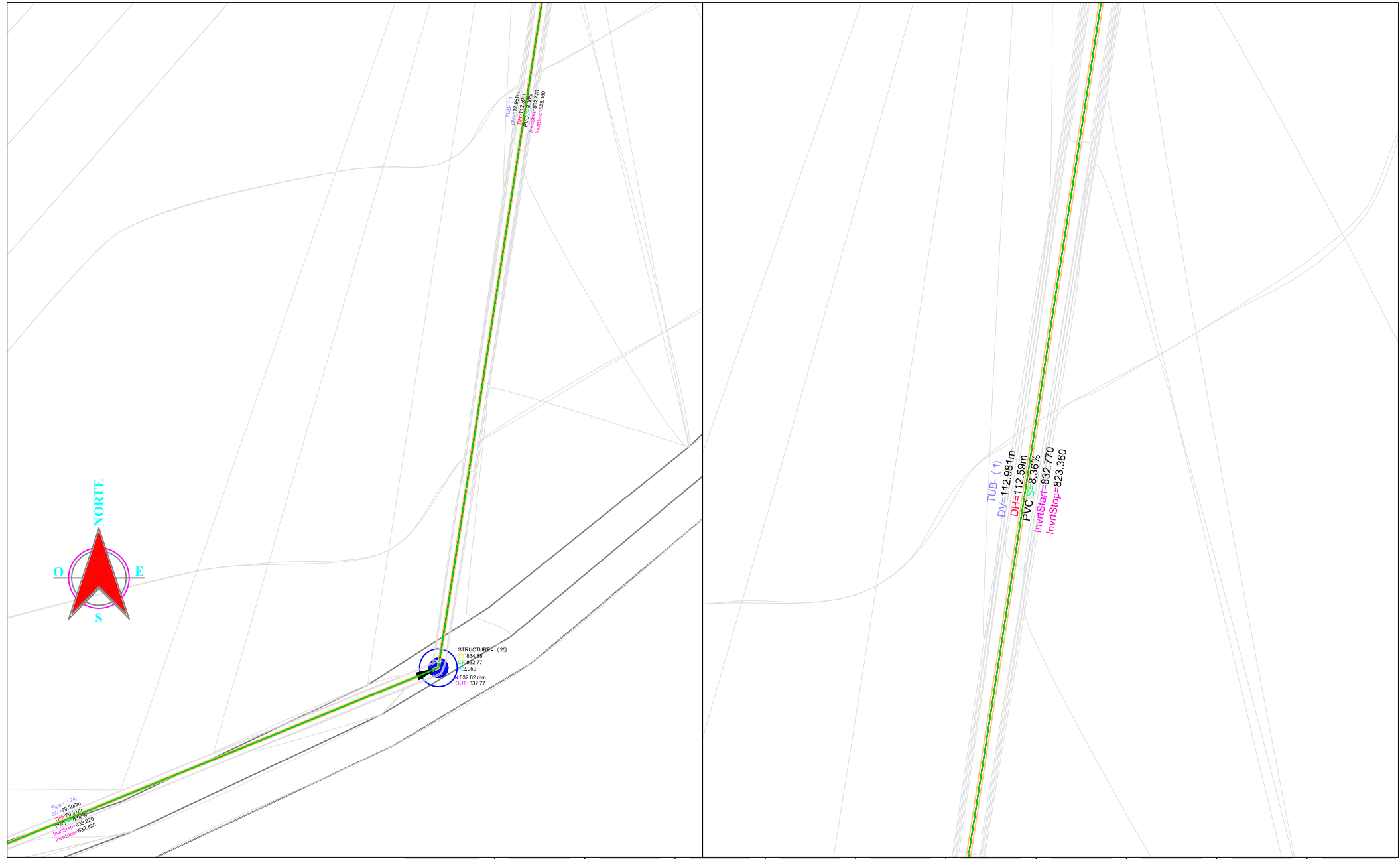
REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS

	:	
	:	
	:	
:	:	
	:	

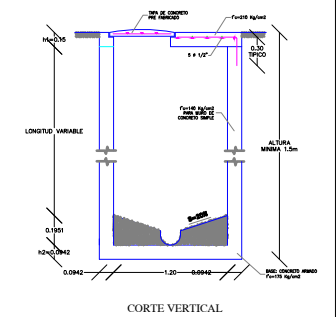
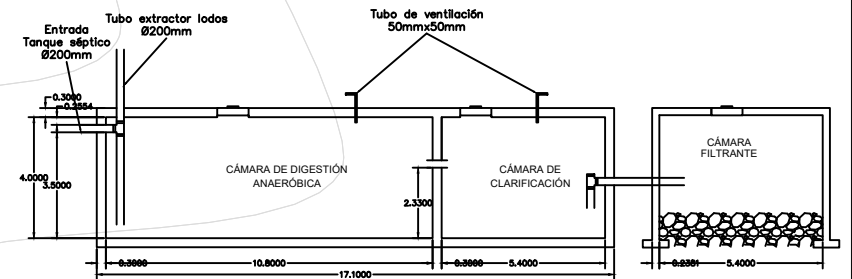
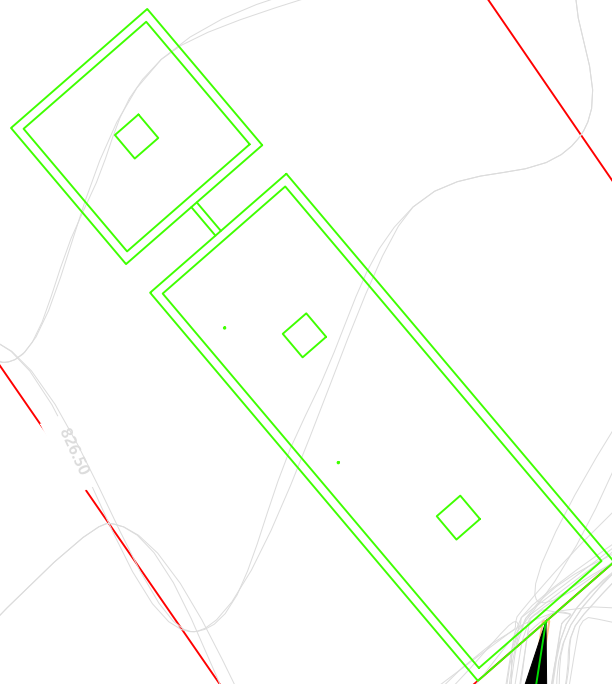
	:	
	:	
	:	
	:	
	:	

ING. JAVIER BAQUE

HOJA No. 016



PROYECTO: "CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"	CONTIENE: REPLANTEO Y NIVELACION COMUNIDAD KAYAMÁS	OBSERVACIONES : _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ESTUDIANTE _____ DIEGO TSEREMP	ESCALAS: COTERMINA 1:500 DERECHA 1:200 FECHA: JULIO DEL 2026
NOTAS : -LAS MEDIDAS ANTERIORES PRECEDEN A ESTA DISEÑO. -DEBE SER ENTREGADO AL INTERVENIENTE VERIFICANDO LAS MEDIDAS DE OBRAS. -DEBE ENTREGARSE DE MANERA ORDENADA DE COORDINADAS DEL PISO Y NIVEL DE REFERENCIA.	TUTOR _____ ING. JAVIER BAQUE	HOJA No. 018		



NOTAS :

- LAS MEDIDAS ANTERIORES PREVIENEN SOBRE LA CORDA
- PARA LAS MEDIDAS EL CONSTRUCTOR MEDIDORA LAS MEDIDAS EN CORDA
- TODA MEDICIÓN DE PUNTO CONTIENE EN CORRESPONDENCIA CON FORMA Y FORMA DE RESPONDER



“CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN
GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”

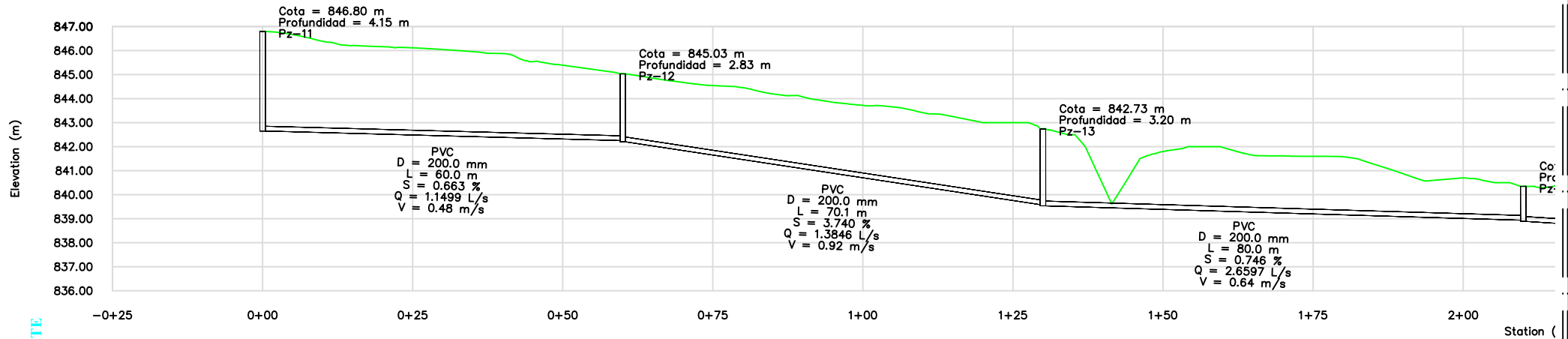
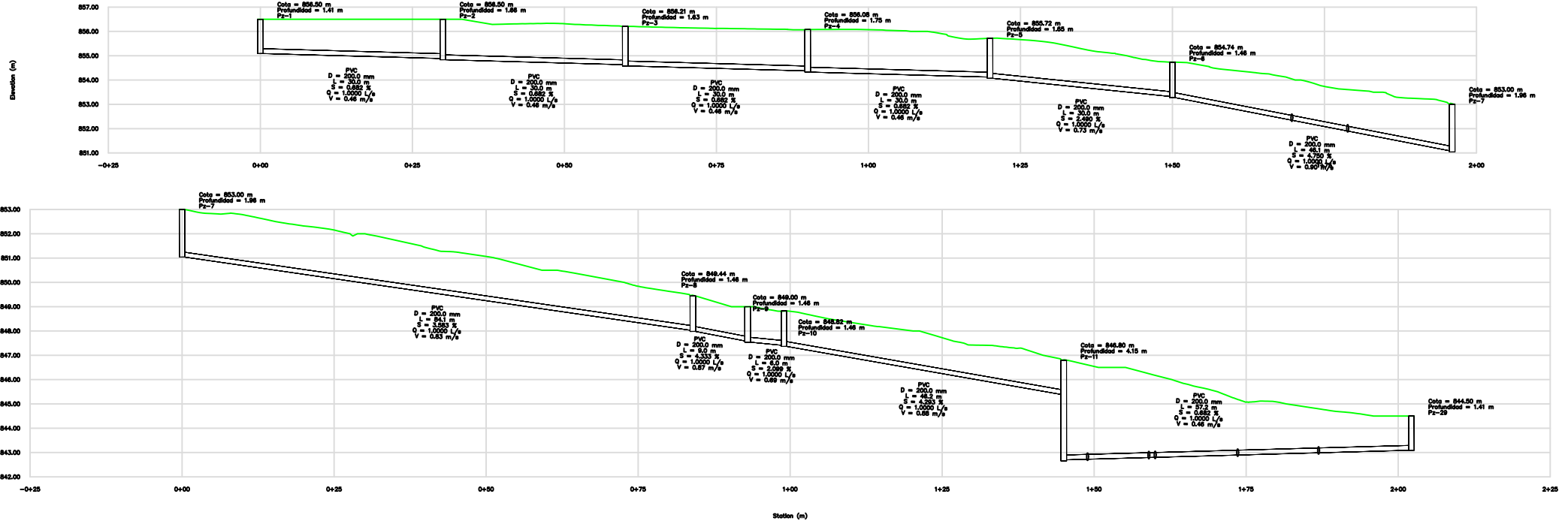
PLANIMETRIA COMUNIDAD KAYAMÁS

	:	
	:	
	:	
	:	
,	:	

	:	
	:	
	:	
	:	

ING. JAVIER BAQUE

HOJA No.1 020



PROYECTO:

"CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN
GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"

CONTIENE:

PERFILES DE TUBERÍAS Y POZOS KAYAMÁS

NOTAS:

-LAS MEDIDAS SE TOMARON DESDE LA BORDA.
-SE HA CONSIDERADO EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE MANNING DE 0.013.
-SE HA CONSIDERADO EL COEFICIENTE DE PÉRDIDA DE CARGA DE MANNING DE 0.013.

OBSERVACIONES:

ESTUDIANTE

DIEGO TSEREMP

TUTOR

ING. JAVIER BAQUE

ESCALA:

EN ESCALA

FECHA:

JULIO DEL 2020

HOJA N°:

021

Elevation (m)

2+00

2+25

2+50

2+75

3+00

3+25

3+50

3+75

4+00

4+25

4+50

Station (m)

Cota = 840.35 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-14

Cota = 839.34 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-15

Cota = 839.00 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-16

Cota = 838.74 m
Profundidad = 1.49 m
Pz-17

Cota = 839.00 m
Profundidad = 2.10 m
Pz-18

PVC
D = 200.0 mm
L = 60.0 m
S = 1.596 %
Q = 2.8121 L/s
V = 0.85 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 50.0 m
S = 0.579 %
Q = 3.0321 L/s
V = 0.61 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 48.0 m
S = 0.500 %
Q = 3.1097 L/s
V = 0.58 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 60.0 m
S = 0.500 %
Q = 3.1840 L/s
V = 0.58 m/s

Cota = 839.00 m
Profundidad = 2.10 m
Pz-18

Cota = 837.74 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-19

Cota = 838.30 m
Profundidad = 2.52 m
Pz-20

PVC
D = 200.0 mm
L = 90.0 m
S = 0.638 %
Q = 4.6390 L/s
V = 0.71 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 90.0 m
S = 0.500 %
Q = 4.7476 L/s
V = 0.65 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 90.0 m
S = 0.500 %
Q = 4.8558 L/s
V = 0.66 m/s

-0+25

0+00

0+25

0+50

0+75

1+00

1+25

1+50

1+75

2+00

2+25

Cota = 837.19 m
Profundidad = 1.92 m
Pz-21

Cota = 836.41 m
Profundidad = 1.63 m
Pz-22

Cota = 835.12 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-23

Cota = 834.68 m
Profundidad = 1.46 m
Pz-24

PVC
D = 200.0 mm
L = 90.0 m
S = 0.500 %
Q = 4.8949 L/s
V = 0.66 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 90.0 m
S = 1.188 %
Q = 4.8994 L/s
V = 0.90 m/s

PVC
D = 200.0 mm
L = 54.6 m
S = 0.710 %
Q = 4.9384 L/s
V = 0.75 m/s

2+75

3+00

3+25

3+50

3+75

4+00

4+25

4+50

4+75

5+00

5+25

Station (m)

PROYECTO:

"CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN
GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"

CONTIENE:

PERFILES DE TUEBERÍAS Y POZOS KAYAMÁS

OBSERVACIONES:

ESTUDIANTE

ESCÁLAB

EN ESCALA

FECHA:

JULIO DEL 2020

HOJA NÚM

022

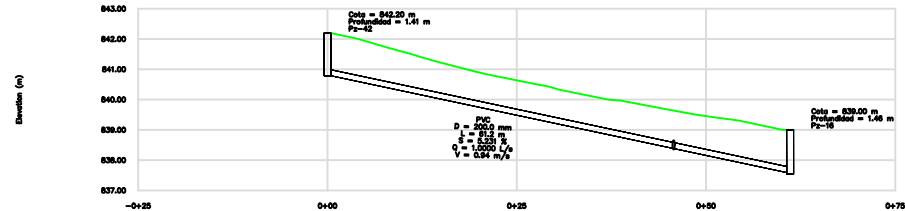
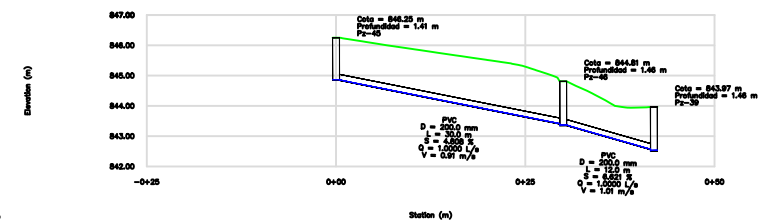
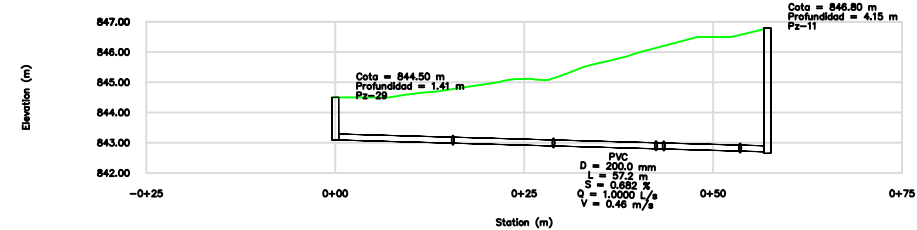
NOTAS:

-LAS MEDIDAS SE TOMARON DESDE LA COTA 0.
-SEAL LOS SEÑALES AL ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO
-SEAL LOS SEÑALES AL ALCANTARILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

TUTOR

ING. JAVIER BAQUE





**"CÁLCULO Y DISEÑO EN SEWERCAD DEL SISTEMA DE
ANTARRILLADO SANITARIO MAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD KAYAMÁS, CANTÓN
GUALAQUIZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"**

PERFILES DE TUEBERÍAS Y POZOS KAYAMÁS

	:	
	:	
	:	
	:	

	:	
	:	
	:	
	:	

ING. JAVIER BAQUE

023