



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS
COMUNIDADES MACAS, QUINGEO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA
PARROQUIA QUINGEO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: JUAN OMAR JARAMA GUAMBAÑA
ALEXANDER JOSE TORRES AÑASCO

TUTOR: ING. RUBÉN FERNANDO JERVES COBO, Ph.D.

Cuenca - Ecuador

2024

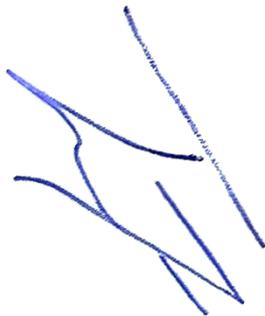
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Juan Omar Jarama Guambaña con documento de identificación N° 0150715076 y Alexander Jose Torres Añasco con documento de identificación N° 0150555431; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

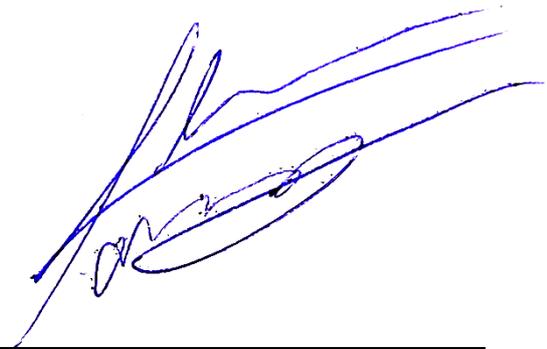
Cuenca, 13 de julio del 2024

Atentamente,



Juan Omar Jarama Guambaña

0150715076



Alexander Jose Torres Añasco

0150555431

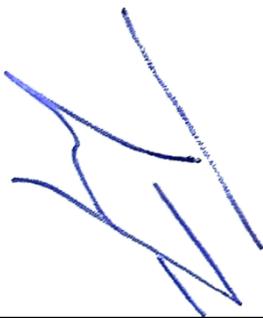
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Juan Omar Jarama Guambaña con documento de identificación N° 0150715076 y Alexander Jose Torres Añasco con documento de identificación N° 0150555431, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño hidráulico del interceptor sanitario para las comunidades Macas, Quingeo Centro y Cochapamba de la parroquia Quingeo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

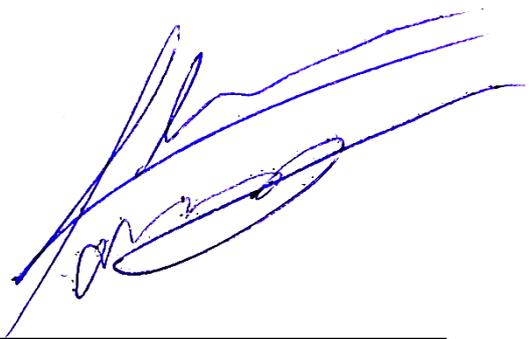
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 13 de julio del 2024

Atentamente,



Juan Omar Jarama Guambaña
0150715076



Alexander Jose Torres Añasco
0150555431

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rubén Fernando Jerves Cobo con documento de identificación N° 0102017027, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGEO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGEO, realizado por Juan Omar Jarama Guambaña con documento de identificación N° 0150715076 y por Alexander Jose Torres Añasco con documento de identificación N° 0150555431, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 13 de julio del 2024

Atentamente,



Ing. Rubén Fernando Jerves Cobo

0102017027

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud, dedico este trabajo a todas las personas que han sido esenciales en esta etapa tan importante de mi vida.

A mis madres, Alexandra y Rosa, cuyo apoyo constante e incondicional ha sido el pilar fundamental de mi formación académica y personal. Sus palabras de aliento y su presencia constante me han dado la fuerza necesaria en los momentos más difíciles. Este trabajo de titulación refleja todo el sacrificio y esfuerzo que hemos compartido y es un testimonio de lo que hemos superado juntos.

A mi hermano Jairo, por su constante ánimo y compañerismo. Tu apoyo ha sido una fuente de inspiración constante.

A Herminio, siempre creyendo en mis capacidades y brindándome su apoyo incondicional. Gracias por tu fe en mí y por estar presente en cada paso del camino.

A toda mi familia, dedico este trabajo como un símbolo de amor y gratitud por la confianza que han depositado en mí, permitiéndome llegar hasta aquí. Ustedes me inspiran a seguir adelante cada día, y este logro es tanto suyo como mío.

Juan Omar Jarama Guambaña

A mi amado padre, **Wilson Fabricio Torres Armijos**, por el esfuerzo que haces todos los días por nosotros, por inculcarme el valor del trabajo duro y el de nunca darme por vencido; esto ha sido una motivación para mí para seguir adelante, de ser perseverante, sin olvidar la humildad, que sin ella no somos nada.

A mi mamita linda, **Carmita Cecilia Añasco Culcay**, por el amor que nos demuestras día a día, tu sacrificio y dedicación por estar siempre pendiente de nosotros y ese amor de una madre que nunca sobra de más. Por ser un apoyo incondicional, por soportarme en mis días amargos, que a veces no me doy cuenta.

A mi hermano, **Andrew Jose Torres Añasco**, por siempre estar ahí para mí y ser una motivación mutua, y sacar lo mejor de uno. Por ser como eres, ese entusiasmo y esa paciencia que te cargas.

A mi abuelo, **José Virgilio Añasco Matute (+)**, quien, aunque ya no está con nosotros, le llevo presente todos los días y agradezco tanto por enseñarme el valor de ser un hombre íntegro. Te extraño y te llevo siempre conmigo.

A mis amigos más cercanos, Jorge, Sebastián, Juan y Mateo (x2), por siempre alegrar las clases, aunque valiendo después, hemos compartidos buenos y malos recuerdos juntos, que siempre tendré en presente y los agradeceré por darme sus amistades.

Alexander Jose Torres Añasco

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Dios y a mi familia por permitirme llegar hasta aquí. Su apoyo incondicional y amor constante han sido fundamentales en cada paso de este camino.

A Paula, gracias por tu amor y apoyo constante. Tu presencia ha sido un pilar en los momentos más desafiantes y una fuente de alegría en mis logros alcanzados.

Al Ingeniero Rubén Jerves, mi más profundo agradecimiento y admiración. Le estimo y respeto mucho por su trabajo y por la persona que es. Tu apoyo ha sido crucial para mí, y me gustaría seguir sus pasos.

También agradezco al Ingeniero Juan Diego Tapia por creer en nosotros y acompañarnos desde el inicio, brindándonos su experiencia y conocimientos.

Extiendo mi gratitud al Ingeniero Juan Carpio, director de la Carrera, al Ingeniero Christian Mera, Ingeniero Fernando Guerrero e Ingeniera Soledad Gutiérrez por su guía y apoyo a lo largo de este proceso.

A mis compañeros Ángelo, Alexander, Jorge y demás, desde el inicio de la carrera, compartiendo tanto los desafíos como las victorias, su amistad ha sido invaluable.

Finalmente, este logro no hubiera sido posible sin cada una de estas personas que me han acompañado y apoyado en esta etapa crucial de mi vida. A todos ustedes, gracias de corazón.

Juan Omar Jarama Guambaña

Primeramente, quiero agradecer a Dios por brindarme sabiduría, fuerza y amor en mi vida, por cuidarme y ayudarme a alcanzar esta meta tan importante para mí, y por permitirme vivirla y compartirla con las personas que más quiero en este mundo.

Quiero agradecer a toda mi familia, quienes siempre han estado ahí para mí. Su apoyo incondicional y su amor me han dado la fuerza y el ánimo necesarios para seguir adelante y lograr mis objetivos.

Quiero agradecer al Ingeniero Rubén Jerves, por ser una persona de bien, por compartimos sus conocimientos y experiencias que sé que a la larga nos servirán mucho. Por ayudarnos en este último recorrido de nuestra carrera universitaria y poder tenerlo como nuestro tutor.

Quiero agradecer al Ingeniero Juan Diego Tapia, quien desde el primer día siempre fue una persona atenta con nosotros. Gracias por darnos la oportunidad de trabajar junto a usted, por compartir sus consejos y risas, y por ser ese ingeniero de buena onda.

Asimismo, quiero agradecer al Ingeniero Fernando Guerrero por tomarse el tiempo de acompañarnos a Quingeo, algo que no todos están dispuestos a hacer. Gracias por compartir sus experiencias con nosotros y por ser una persona recta, seria y con un gran sentido del humor.

A los ingenieros Christian Mera, Juan Carpio, Soledad Gutiérrez y Mauro, por siempre brindarme su ayuda cuando la solicito, y por tener ese amor de enseñar a la juventud.

Alexander Jose Torres Añasco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	RESUMEN	1
II.	ABSTRACT.....	1
III.	INTRODUCCIÓN	2
IV.	PROBLEMÁTICA	3
	4.1 Antecedentes	3
	4.2 Descripción del problema	4
	4.3 Importancia y Alcance	5
	4.4 Delimitación.....	6
	4.4.1 Geográfica (espacial)	6
	4.4.2 Temporal	7
	4.4.3 Sectorial o Institucional	7
V.	OBJETIVOS	7
	5.1 Objetivo general.....	7
	5.2 Objetivos específicos	8
VI.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
	6.1 Topografía.....	8
	6.2 Levantamiento Topográfico.....	8
	6.3 RTK.....	9
	6.4 Tipos de sistemas	9
	6.4.1 Sistema separado de aguas negras	9
	6.4.2 Sistema separado de aguas pluviales	10
	6.4.3 Sistema combinado	10
	6.5 Elección del tipo de sistema.....	10

6.6	Componentes de una red de alcantarillado	11
6.6.1	Albañales.....	12
6.6.2	Atarjeas	12
6.6.3	Subcolectores	12
6.6.4	Colector.....	12
6.6.5	Emisor	12
6.6.6	Interceptor	12
6.6.7	Disposición final	13
6.6.8	Pozos de visita.....	13
6.6.9	Estructuras especiales	13
6.6.10	Paso subfluvial	14
6.6.11	Caídas.....	14
6.6.12	Estaciones de bombeo.....	14
6.6.13	Sifones invertidos y puente canal	14
6.6.14	Evaluación de la calidad del agua residual	14
6.7	Parámetros de diseño para el diseño de un interceptor sanitario	18
6.7.1	Período de diseño	18
6.7.2	Vida útil	18
6.7.3	Población Futura	18
6.7.4	Dotación.....	18
6.7.5	Caudal	18
6.7.6	Caudal medio anual.....	18
6.7.7	Caudal máximo diario.....	18
6.7.8	Caudal máximo horario.....	18
6.7.9	Nivel de servicio	19

6.7.10	Fugas	19
6.7.11	Factor de mayoración máximo diario (KMD)	19
6.7.12	Factor de mayoración máximo horario (KMH)	19
6.7.13	Coefficiente de rugosidad.....	19
VII.	MARCO METODOLÓGICO.....	20
7.1	Propuesta de solución	20
7.2	Bases de diseño	20
7.3	Área de estudio	21
7.3.1	Clima.....	21
7.3.2	Temperatura y Precipitación.....	21
7.3.3	Altitud	23
7.3.4	Relieve	23
7.3.5	Geología.....	24
7.3.6	Vías de acceso.....	25
7.3.7	Aspectos Demográficos	26
7.3.7.1	Población Actual.....	26
7.3.7.2	Características Socio Culturales	27
7.3.8	Salud	27
7.3.8.1	Morbilidad.....	27
7.3.9	Uso y cobertura del suelo.....	28
7.3.10	Vivienda.....	30
7.4	Delimitación de zona de estudio	31
7.5	Levantamiento topográfico de la zona de estudio.....	31
7.5.1	Crear ruta de vuelo.....	32
7.5.2	Procesamiento de datos LiDAR.....	34

7.5.3	Limitaciones del Drone DJI Matrice 350 RTK.....	38
7.6	Parámetros de diseño	40
7.6.1	Periodo de diseño.....	40
7.6.2	Población de diseño	41
7.6.2.1	Población inicial.....	41
7.6.2.2	Población futura.....	43
7.6.3	Densidad poblacional.....	44
7.6.4	Métodos de cálculo	44
7.6.5	Dotación Media de Agua Potable	47
7.6.6	Áreas tributarias	48
7.6.7	Paso Subfluvial	49
7.6.8	Contribuciones de aguas residuales	50
7.6.9	Coefficiente de retorno (R)	50
7.6.10	Caudal medio de aguas residuales domésticas (QD).....	51
7.6.11	Caudal de aguas residuales institucionales (QINS) – Descarga Concentrada	51
7.6.12	Caudal de aguas residuales industriales (QI) – Descarga Concentrada 52	
7.6.13	Caudal de aguas residuales comerciales (QC) – Descarga Concentrada	53
7.6.14	Caudal por infiltración (QINF).....	54
7.6.15	Caudal de Conexiones Erradas (QCE).....	55
7.6.16	Caudal medio diario de aguas residuales (QMD).....	55
7.6.17	Factor de Mayoración o Coeficiente de Mayoración y Minoración ..	56
7.6.18	Caudal máximo horario doméstico del día máximo (QMI).....	57

7.6.19	Caudal máximo horaria por conexión para el año 20 (L/s)	57
7.6.20	Caudal de diseño	57
7.6.21	Criterios de diseño	58
7.6.21.1	Velocidad Mínima	58
7.6.21.2	Velocidad Máxima.....	58
7.6.21.3	Profundidad mínima y máxima a la cota de la clave de la tubería .	58
7.6.21.4	Selección de tubería	59
7.6.21.5	Diámetro mínimo	59
7.6.21.6	Pozos y cajas de revisión	60
7.6.21.7	Distancia máxima entre cada pozo	60
7.6.21.8	Diámetros de los pozos de revisión	60
7.6.21.9	Pendiente a la rasante.....	61
7.6.22	Diseño hidráulico	61
7.6.22.1	Ecuación de Manning	61
7.6.22.2	Ecuación de Continuidad	62
7.6.22.3	Sección Llena.....	62
7.6.22.4	Caudal a sección llena.....	62
7.6.22.5	Sección Parcialmente Llena.....	63
7.6.23	Relación de tirantes, velocidades y caudales	63
7.6.23.1	Relación de tirantes:.....	63
7.6.23.2	Relación de velocidades:.....	63
7.6.23.3	Relaciones de caudales:	63
7.6.24	Criterio de la tensión tractiva.....	64
7.6.24.1	Tensión Tractiva Recomendada.....	65
VIII.	RESULTADOS	65

8.1	Sostenibilidad a largo plazo	66
IX.	PRESUPUESTO	67
X.	CONCLUSIONES	68
XI.	RECOMENDACIONES.....	69
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
XIII.	ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 Parroquia de Quingeo.	6
Figure 2 Ubicación del interceptor sanitario en la parroquia Quingeo.	7
Figure 3 Tipos de Clima en Quingeo.	22
Figure 4 Superficie de suelo por rango de pendiente.	25
Figure 5 Recorrido del interceptor sanitario.	26
Figure 6 Usos del suelo.	30
Figure 7 Drone DJI Matrice 350 RTK.	32
Figure 8 DJI RC Plus, código de seguridad para importar archivo.	33
Figure 9 Visualización de levantamiento topográfico con nube de puntos en el DJI RC Plus.	33
Figure 10 Impedimento al utilizar DJI Terra.	34
Figure 11 Tramo 2 en Global Mapper.	35
Figure 12 Herramienta "Auto-Classify Non Ground Lidar Points" en Global Mapper.	35
Figure 13 Herramienta "Auto-Classify Ground Points" en Global Mapper.	36
Figure 14 Tramo 2 con la capa vegetal retirado en Global Mapper.	36
Figure 15 Cuadrícula de elevación en el tramo 2 en Global Mapper.	37
Figure 16 Clasificación por elevaciones del tramo 2 en Global Mapper.	37
Figure 17 Levantamiento topográfico finalizado.	39
Figure 18 Visualización de los medidores de agua de ETAPA EP.	42
Figure 19 Visualización de los medidores eléctricos según la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.	42
Figure 20 Resultados de los métodos de proyección poblacional para el proyecto.	47
Figure 21 Zonas barriales a través de la zona de estudio y el recorrido de la gota de agua. ...	49

Figure 22 Ejemplo de paso subfluvial.....	50
Figure 23 Relaciones hidráulicas para sección circular llena y parcialmente llena.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de las aguas residuales y fuentes de origen.	15
Tabla 2 Composición típica de tres clases de aguas residuales domésticas.....	17
Tabla 3 Tipos de clima en la parroquia Quingeo.	21
Tabla 4 Matriz de la Descripción de rangos de pendiente.	23
Tabla 5 Formaciones Geológicas.	24
Tabla 6 Identidad de la parroquia Quingeo.....	27
Tabla 7 Principales causas de morbilidad ambulatoria para el año 2016 - Parroquia Quingeo.	28
Tabla 8 Matriz para establecer el análisis comparativo de los usos de suelo.	28
Tabla 9 Tipo de vivienda en la parroquia Quingeo.....	31
Tabla 10 Poblacional censal y tasas de crecimiento para la parroquia Quingeo.	43
Tabla 11 Métodos aplicados para determinar la población futura del proyecto.	45
Tabla 12 Resultados de los métodos de proyección poblacional para el proyecto.	46
Tabla 13 Dotaciones Netas y Brutas para los distintos sectores urbanísticos.....	48
Tabla 14 Contribuciones Institucionales mínimas según la EMAAP.....	52
Tabla 15 Contribuciones comerciales.	53
Tabla 16 Caudales de infiltración.	54
Tabla 17 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.....	58
Tabla 18 Profundidad mínima de tuberías.	59
Tabla 19 Distancias máximas entre pozos de revisión.	60
Tabla 20 Diámetros recomendados de pozos de revisión.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Colocación de antena RTK	72
Anexo B Cambio de batería en pleno vuelo	72
Anexo C Encendido de Drone Matrice 350 RTK	73
Anexo D PTAR en Macas	73
Anexo E Apagado del Drone Matrice 350 RTK	74
Anexo F Datos iniciales para el cálculo de caudal en Macas.....	74
Anexo G Datos iniciales para el cálculo de caudal en zona de proyecto	75
Anexo H Cálculo de caudales de aporte.....	76
Anexo I Cálculo de pendientes.....	77
Anexo J Relaciones hidráulicas.....	78
Anexo K Cálculo de tensión tractiva.....	79
Anexo L Cotas de los pozos	80
Anexo M Hoja de cálculo - Excel	81
Anexo N Análisis de Precios Unitarios	83
Anexo O Cronograma Valorado.....	104
Anexo P Cronograma valorado.....	105

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Interceptor sanitario tramo 1 – Vista en planta y perfil	106
Plano 2 Interceptor tramo 1 v.....	106
Plano 3 Interceptor.....	106
Plano 4 Interceptor tramo 1.....	108
Plano 5 Interceptor tramo 1 v.....	110
Plano 6 Interceptor sanitario tramo 4 – Vista en planta y perfil	112
Plano 7 Interceptor sanitario tramo 5 – Vista en planta y perfil	114
Plano 8 Interceptor sanitario tramo 1 – Vista en planta y perfil	116
Plano 9 Perfiles de corte y relleno 1.....	118
Plano 10 Perfiles de corte y relleno 2.....	120
Plano 11 Perfiles de corte y relleno 3.....	122
Plano 12 Perfiles de corte y relleno 4.....	124
Plano 13 Perfiles de corte y relleno 5.....	126
Plano 14 Perfiles de corte y relleno 6.....	128
Plano 15 Perfiles de corte y relleno 7.....	130
Plano 16 Perfiles de corte y relleno 8.....	132
Plano 17 Perfiles de corte y relleno 9.....	134
Plano 18 Perfil longitudinal del interceptor	136
Plano 19 Hoja de CivilCAD 3D.....	138
Plano 20 Paso subfluvial	140
Plano 21 Modelo de pozo de visita	141
Plano 22 Modelo de estructura especial.....	143

I. RESUMEN

Este proyecto aborda las deficiencias en el diseño sanitario en Quingeo, donde el diseño inadecuado de los alcantarillados ha causado desbordamientos y contaminación hídrica. Se diseñó un interceptor sanitario de 5.6 km conforme a las normativas de ETAPA EP, implementando pasos subfluviales y cumpliendo con los criterios de diseño, así como las relaciones hidráulicas, pendientes y velocidades máximas y mínimas. Este enfoque integral mejora la infraestructura sanitaria y protege el medio ambiente.

Palabras clave: Agus residuales, alcantarillado sanitario, caudal, diseño hidráulico, paso subfluvial, especificaciones técnicas, PTAR, interceptor sanitario, relaciones hidráulicas.

II. ABSTRACT

This project addresses deficiencies in the sanitary design in Quingeo, where inadequate sewer design has caused overflows and water contamination. A 5.6 km sanitary interceptor was designed according to ETAPA EP standards, incorporating sub fluvial crossings and meeting design criteria, as well as hydraulic relationships, and maximum and minimum slopes and velocities. This comprehensive approach improves sanitary infrastructure and protects the environment.

Key Words: Wastewater, sanitary sewer, flow, hydraulic design, sub fluvial crossing, technical specifications, WWTP (Wastewater Treatment Plant), sanitary interceptor, hydraulic relationships.

III. INTRODUCCIÓN

En la parroquia Quingueo, situada en el cantón Cuenca, se encuentran tres comunidades: Quingueo, Cochapamba y Macas. De acuerdo con ETAPA EP, ninguna de estas comunidades tiene con un sistema de saneamiento de aguas residuales eficaz. Esta carencia está provocando una serie de consecuencias negativas tanto en términos de salud pública como en el ecosistema local.

La ausencia de un sistema de saneamiento y el trato inadecuado de estas aguas residuales expone a los residentes a riesgos significativos para la salud; las aguas residuales sin tratar pueden contaminar recursos hídricos o agrícolas de la zona dando origen a enfermedades transmitidas por el agua y alimentos, como la diarrea, el cólera y la fiebre tifoidea. Esta situación es especialmente preocupante en áreas donde el acceso a atención médica de calidad puede ser limitado.

Además de los problemas de salubridad que enfrentan las comunidades, el vertido de aguas residuales sin tratar tiene graves consecuencias para el medio ambiente local. Según estudios previos sobre la calidad del agua en la microcuenca del río Quingueo, la principal fuente de contaminación es indirecta, proveniente de las plantas depuradoras y la ganadería. Como resultado, el agua del río Quingueo solo es apta para usos de riego y agricultura. (García & Ruiz, 2022).

La contaminación de cuerpos de agua impacta negativamente en la biodiversidad acuática y contribuye al cambio climático, al liberar gases de efecto invernadero relacionados con la descomposición de desechos orgánicos en aguas no tratadas. La importancia del tratamiento adecuado de aguas residuales ha sido subrayada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como parte de sus iniciativas para fomentar el desarrollo sostenible a nivel mundial.

En este contexto, aunque ya existe un sistema de alcantarillado y tres plantas de tratamiento de aguas residuales, estas presentan deficiencias en términos de eficiencia. Esta tesis propone una solución innovadora: el diseño de un interceptor que dirija las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento existentes, las cuales, aunque básicas en su diseño y fundamentadas en un sistema de pozo séptico y filtro, pueden ser reutilizadas.

La propuesta busca mejorar la eficacia del tratamiento de las aguas residuales provenientes de las tres comunidades aledañas. Esto se logra mediante la incorporación de un sistema de conducción más eficiente y la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) adecuada. De esta manera, se busca no solo proteger el entorno natural, sino también salvaguardar la salud de los habitantes de las comunidades afectadas por la contaminación del agua.

IV. PROBLEMÁTICA

4.1 Antecedentes

La parroquia Quingeo posee tres plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en las comunidades de Caspicorral, Macas centro y Quingeo centro, y debido al crecimiento poblacional, esto ha ocasionado que la infraestructura de saneamiento actual se haya vuelto obsoleta, ya que el diseño con la que fue construida ha excedido su capacidad de manejo de desechos. Puesto que estas tres estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) conocidas como PTAR, se constituyeron a través de sistemas como humedales, pozos sépticos y desarenadores; ha ocasionado que no reciban un mantenimiento adecuado según la información brindada por ETAPA EP (Patiño & Ortiz, 2023).

Según García y Ruiz (2022), con respecto a la microcuenca del río Quingeo: "Basado en las observaciones del sitio, los problemas ambientales en la microcuenca revelaron que las plantas de tratamiento no cumplen con sus metas, y las aguas residuales se descargaron directamente en el cauce del río Quingeo". Como consecuencia, las aguas residuales, en lugar

de recibir el tratamiento adecuado, continúan su curso hacia el río Quingeo, llevando consigo una carga considerable de contaminantes.

En el Ecuador, únicamente el 12% de las aguas residuales domésticas son procesadas, por lo que el 80% restante fluye directamente hacia cuencas y ríos. La gran mayoría de las aguas residuales en el Ecuador, al no recibir tratamiento, han ocasionado desafíos en ámbitos sociales, económicos y ambientales producto de la población que crece día tras día (SANITRON, 2022). De acuerdo con Jerves (2019),” Apenas el 7% de las aguas residuales de origen urbano e industrial en Ecuador recibe tratamiento antes de su vertido a cuerpos de agua” (p. 23). Del mismo modo, el 65% de las aguas que transitan por debajo de la cota 2000 ms.n.m. están contaminadas y no son aptas para el consumo humano (Carrasco et al., 2013).

El acceso a agua potable y saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y el cumplimiento de otros derechos, como la salud, la nutrición y la educación (UNICEF, 2018). Por ende, se requiere asignar una disposición apropiada a las aguas residuales, teniendo en cuenta los desafíos que genera un alcantarillado sobrecargado y los efectos adversos que se generados en términos de contaminación e impactos ambientales (Sigüenza, 2015).

4.2 Descripción del problema

La parroquia Quingeo, situada en el cantón Cuenca, alberga una población de aproximadamente 7318 habitantes según el último censo poblacional de la INEC. A pesar de que la parroquia tiene 28 comunidades, lamentablemente solo las comunidades de Macas y Quingeo cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario. No obstante, estos alcantarillados presentan un diseño básico y poco eficiente para las necesidades de las comunidades.

Por ende, las comunidades de Macas, Quingeo y Cochapamba no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado e incluso las viviendas que no están conectadas al alcantarillado, simplemente descargan sus aguas residuales en el río Quingeo o disponen

de sistema ineficientes para el tratado de aguas. A consecuencia de esto, las plantas de tratamiento existentes en la parroquia, en Macas y Quingeo, han excedido su capacidad de operación, resultando en la contaminación del río Quingeo y en un aumento de enfermedades entre la población local.

4.3 Importancia y Alcance

El diseño y la implementación de un sistema de alcantarillado y un interceptor sanitario permitirán mitigar las amenazas a la salud pública en estas estas comunidades como las enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias, que son comunes en áreas con infraestructuras sanitarias deficientes (Ministerio de Salud Pública, 2021)

Con la implementación de un interceptor sanitario, se recolectarán las aguas residuales, y se conducirán hacia la nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, cuya obra está prevista dentro de muy poco en Cochapamba (ETAPA EP).

Con ello, se aborda los problemas persistentes con respecto al diseño del alcantarillado en el sector de Macas y Quingeo, lo que ha ocasionado desbordamientos y contaminación del agua. No solo se busca mejorar la infraestructura sanitaria, sino también proteger la salud pública y el medio ambiente.

Este proyecto tiene como meta servir de modelo para solventar las necesidades de la parroquia de Quingeo por la falta de un sistema adecuado para el tratado de aguas residuales. Además, busca reducir un tanto por ciento el número de enfermedades contraídas por la calidad del agua, así como los gastos generados por estas enfermedades, incluyendo los costos de transporte para recibir atención médica. Todo esto con el fin de mejorar la calidad de vida de la población en Quingeo.

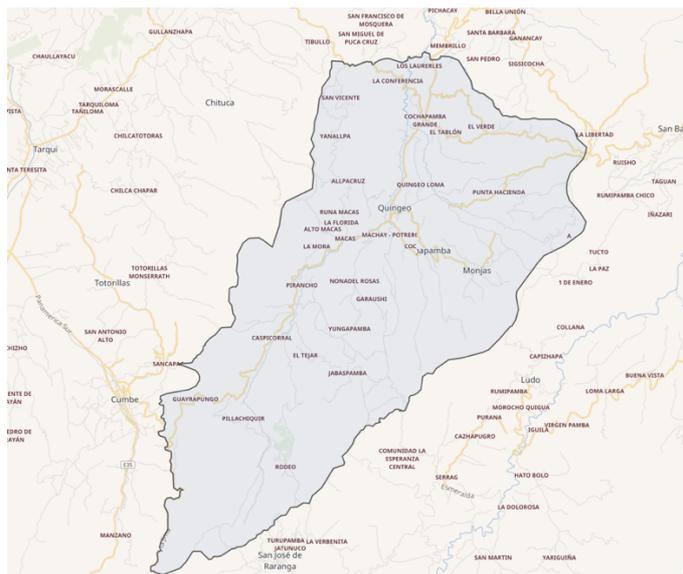
4.4 Delimitación

4.4.1 Geográfica (espacial)

El estudio está focalizado en la parroquia de Quingeo, en sus comunidades de Macas, Quingeo centro y Cochapamba, abarcando una superficie total de 116.49 km² según el Gobierno Parroquial de Quingeo período 2023-2027. La zona de estudio presenta una altitud que oscila entre los 2685 m.s.n.m. La región cuenta con dos tipos de climas característicos: un clima semihúmedo en áreas situadas por debajo de los 3000 m.s.n.m., con climas que varían entre los 12 °C y 20 °C, y un clima de alta montaña en elevaciones superiores a los 3000 m.s.n.m., con climas que oscilan entre los 4 °C a 8 °C. Las coordenadas geográficas de Quingeo centro son 3°01'50" de latitud sur y 78°55'56" de longitud oeste.

Figure 1

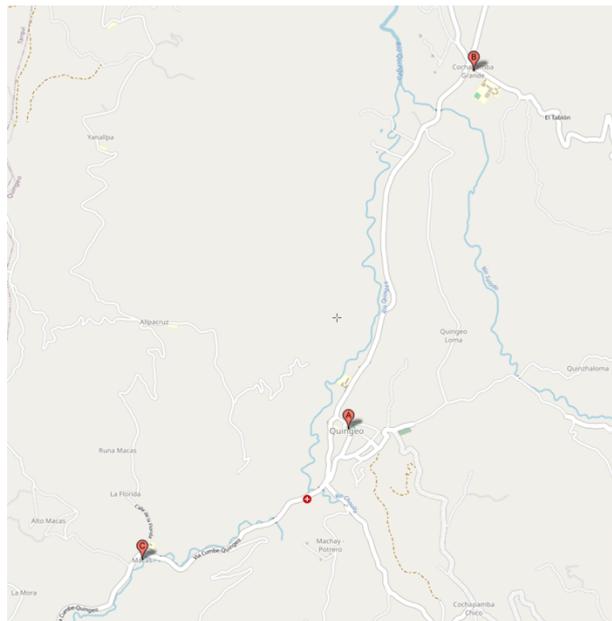
Parroquia de Quingeo.



Nota. Delimitación geográfica de la parroquia Quingeo. Fuente: (Colaboradores de Wikipedia, 2024).

Figure 2

Ubicación del interceptor sanitario en la parroquia Quingeo.



Nota: La parroquia Quingeo, siendo: (A) Quingeo Centro, (B) Macas y (C) Cochapamba.

Fuente: ACMR Mapper.

4.4.2 Temporal

El trabajo de titulación se llevará a cabo durante el periodo académico 64, el cual se extiende desde marzo hasta agosto del año 2024.

4.4.3 Sectorial o Institucional

El diseño comprende los campos de la ingeniería civil, así como el alcantarillado y saneamiento, en colaboración con ETAPA EP.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Diseñar un interceptor sanitario para las comunidades Macas, Quingeo centro y Cochapamba de la parroquia Quingeo.

5.2 Objetivos específicos

- Identificación y levantamiento de fichas de servidumbres de acueducto y conexas.
- Utilizar información brindada por el GAD parroquial.
- Realizar levantamiento topográfico.
- Conceptualización hidráulica de redes.
- Detallar presupuestos y especificaciones técnicas (rubros) del diseño.

VI. REVISIÓN DE LA LITERATURA

6.1 Topografía

Comprende el conjunto de ciencias, artes y tecnologías utilizadas para determinar las posiciones relativas de puntos ubicados por encima, en la superficie y debajo de la Tierra (Wolf & Ghilani, 2015). En otras palabras, es la disciplina que abarca todos los métodos para medir y recopilar información física sobre la Tierra, utilizando instrumentos como el GPS para la medición de distancias, direcciones y elevaciones, lo que permite el análisis y la representación gráfica de una superficie terrestre.

6.2 Levantamiento Topográfico

De acuerdo con Torres y Villate (1968), "La topografía sirve como cimiento para la mayoría de los trabajos de ingeniería, ya que la elaboración de un proyecto se realiza una vez que se disponen de los datos y mapas topográficos que representan con precisión todas las características del terreno sobre el cual se construirá la obra" (p. 9).

Constituye la etapa inicial para un análisis técnico y descriptivo de una zona a estudiar y en ella examinaremos las características físicas, geográficas y geológicas. Su proceso implica una serie de métodos y técnicas para medir, procesar y exportar estos datos de forma precisa y detallada en un plano a escala reducida. En un levantamiento topográfico se trabaja

con unidades de medición angular: el grado, el minuto y el segundo (en el sistema sexagesimal).

6.3 RTK

El RTK (Real Time Kinematic), conocido en español como posicionamiento cinemático en tiempo real, es un sistema de navegación y posicionamiento que ofrece una precisión a nivel de centímetros para las aeronaves equipadas con él. En este caso, trabaja en conjunto con el dron Matrice 350 RTK que utiliza una combinación de constelaciones de satélites artificiales, como GPS y GLONASS, para determinar su ubicación. Estos sistemas triangulan la señal para establecer la posición geográfica del equipo en base a coordenadas (DSP Analytic, 2023).

6.4 Tipos de sistemas

Se pueden clasificar tres tipos de sistemas de alcantarillado de acuerdo con la naturaleza de las aguas que transportan y para las cuales fueron diseñadas. (Sánchez, 1995).

6.4.1 Sistema separado de aguas negras

El sistema de alcantarillado o red de alcantarillado sanitario se refiere a una estructura compuesta por tuberías y otras construcciones complementarias necesarias para recolectar y evacuar las aguas residuales de la población. El destino final de estas aguas, tras ser tratadas, puede variar desde su descarga en un cuerpo receptor hasta su reutilización, dependiendo del tipo de tratamiento aplicado y de las condiciones específicas de la zona estudiada (Alfaro et al., 2012).

Está concebido para recibir, evacuar, transportar y disponer las aguas residuales domésticas, de establecimientos comerciales y de pequeñas plantas industriales. En términos generales, las aguas residuales no fermentadas son ligeramente alcalinas o neutras y bastante diluidas. Por lo tanto, en un sistema sanitario bien diseñado, construido y mantenido, el

problema de la corrosión se minimiza siempre que la velocidad del flujo sea suficiente para arrastrar los desechos hasta el punto de descarga antes de que comience el proceso de descomposición (Pérez, 2013).

6.4.2 Sistema separado de aguas pluviales

Es una red combinada de conductos, tuberías, instalaciones y estructuras subterráneas utilizada para recoger y drenar las aguas pluviales desde diversos sumideros hasta su punto de descarga. Su propósito es gestionar, controlar y drenar el agua de lluvia que cae sobre techos, calles, avenidas, parques, etc. Esto previene la acumulación y concentración de agua, y de este modo, reduce con un nivel de seguridad los riesgos de inundaciones y daños materiales y humanos (Proaño, 2023).

6.4.3 Sistema combinado

Diseñado y construido para conducir aguas residuales negras, industriales y pluviales. Actualmente, hay pocos sistemas de alcantarillado de este tipo en zonas urbanas; sin embargo, dada su ubicación favorable respecto a accidentes topográficos y restricciones de desarrollo urbano, su construcción es factible. Los colectores combinados se limpian automáticamente con la lluvia, y algunos desagües sanitarios se diseñan para facilitar una limpieza periódica (Pérez, 2013) No obstante, se recomienda evitar el uso de sistemas combinados debido a la contaminación que se produce en cuerpos de agua durante las lluvias, por el mismo lavado de la red de alcantarillado (UNESCO, 2017).

6.5 Elección del tipo de sistema

La elección de nuestro sistema de alcantarillado debe ser respaldado de forma económica como técnica, y por ello se debe examinar los diversos factores relevantes que influyen en la situación a resolver. La prioridad principal debe ser la evacuación de aguas residuales o aguas negras para así solventar los problemas de saneamiento de los pobladores.

Del mismo modo, se busca controlar los riesgos y molestias causados por aguas pluviales. De acuerdo con el presupuesto de la población y de la topografía de la zona, se podrá optar por un sistema separado de aguas negras, aguas pluviales o uno combinado (Sánchez, 1995).

Cuando la topografía permite el drenaje superficial de aguas pluviales, es recomendable implementar un sistema separado para aguas negras. En cambio, si la topografía no permite el drenaje superficial y el presupuesto de la población no es suficiente para implementar un sistema de aguas pluviales o uno combinado, se recomienda planificar un sistema separado para aguas negras y de este modo dirigir las aguas hacia fuera de la localidad, para así solucionar el problema de aguas pluviales para etapas futuras (Sánchez, 1995). Según la UNESCO, (2017):

Aunque era viable en tiempos de menor densidad demográfica y con una capacidad adecuada de absorción por parte de las aguas receptoras, el reciente incremento y expansión de las ciudades ha provocado una mezcla compleja y a menudo peligrosa de diversas sustancias químicas y biológicas. Por esta razón, el sistema de alcantarillado combinado no debería considerarse, en términos generales, como una solución efectiva. (p. 138)

En tal caso, se prevé que los gobiernos autónomos descentralizados municipales soliciten la incorporación de estos sistemas, de manera independiente, en el desarrollo de la infraestructura urbana (LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA, 2014).

6.6 Componentes de una red de alcantarillado

Independientemente de la función de los sistemas de alcantarillado, estos comprenden estructuras básicas como conexas y la disposición final de sus aguas es primordial, ya que de él depende el funcionamiento correcto del sistema, por lo que, consideran la forma, ubicación

y correcta localización de este (Sánchez, 1995). A continuación, se presentará las partes básicas de una red:

6.6.1 Albañales

Conductos encargados de recolectar las aportaciones de aguas residuales de los domicilios o edificios y conducirlos hasta la red municipal (Sánchez, 1995).

6.6.2 Atarjeas

Conductos de diámetro mínimo diseñados para recibir los desechos de los albañales o las descargas domésticas de viviendas y edificaciones (Sánchez, 1995).

6.6.3 Subcolectores

Conductos con un diámetro mayor que las atarjeas, ya que reciben desechos de aguas residuales de las mismas y sirven como líneas auxiliares de los conectores (Sánchez, 1995).

6.6.4 Colector

Conducto principal localizado en las zonas de baja elevación con el fin de captar todas las aguas provenientes de los otros conductos (subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias) y conducirlos hasta la parte final de la zona urbana (Sánchez, 1995).

6.6.5 Emisor

Conducto que recibe únicamente las aguas residuales de los colectores e inicia en la final de la zona urbana y culmina en la planta de tratamiento (Sánchez, 1995).

6.6.6 Interceptor

Conducto abierto o cerrado que desvía aguas pluviales, para evitar situaciones que representen riesgos para la población, y transportan aguas residuales hacia plantas de tratamiento (Sánchez, 1995).

6.6.7 Disposición final

Las aguas residuales, después del proceso de tratamiento, pueden ser vertidas en cuencas o incluso ser usadas para riego agrícola, riego industrial y riego de parques (Sánchez, 1995).

6.6.8 Pozos de visita

Estructuras de concreto reforzado, parecidas a chimeneas verticales, que están colocadas por encima de las tuberías cuyo acceso es por la superficie de la calle y de un tamaño adecuado para que pueda entrar una persona y su función es la de ventilar los conductos, reducir gases debido a las aguas residuales y facilitar la limpieza del sistema (Sánchez, 1995).

6.6.9 Estructuras especiales

Los pozos especiales son estructuras que, a diferencia de los pozos comunes, se encuentran a una profundidad mayor de 5 metros. Debido a estas mayores profundidades, requieren diseños y construcciones especiales para garantizar la seguridad de las personas que los inspeccionan.

Estas estructuras suelen tener una base en forma de cubo, lo que proporciona una base sólida y estable. En la parte superior, los pozos especiales cuentan con anillos que reducen su diámetro progresivamente hasta llegar a la tapa. Este diseño escalonado no solo refuerza la estabilidad del pozo, sino que también mejora la seguridad de las personas que ingresan, minimizando los riesgos asociados con las profundidades peligrosas.

La construcción y mantenimiento de estos pozos deben cumplir con estrictas normas de seguridad para proteger la vida de los trabajadores. Esto incluye el uso de equipos de protección personal adecuados, la instalación de sistemas de ventilación para garantizar una

adecuada circulación de aire, y la implementación de medidas de rescate en caso de emergencia.

6.6.10 Paso subfluvial

Estructura que permite que tuberías crucen por debajo de lechos de ríos, arroyos u otros cuerpos de agua. Estas instalaciones son esenciales para mantener un suministro seguro y continuo de recursos como agua potable, aguas residuales, gas o petróleo entre las dos orillas de un cuerpo de agua. El diseño de estos pasos debe considerar la estabilidad del lecho del río, la profundidad del agua, la presión hidrostática, la protección contra la corrosión y el impacto ambiental (Peña & Laloum, 2018).

6.6.11 Caídas

Estructuras que sirven para reducir el desnivel entre dos tuberías con el fin de economizar gastos de excavación o reducir pendientes para evitar sobrepasar la velocidad máxima (Sánchez, 1995).

6.6.12 Estaciones de bombeo

Sistemas diseñados para aumentar el caudal del agua, cuando por razones de la topografía, no se puede hacer una conducción por gravedad (Sánchez, 1995).

6.6.13 Sifones invertidos y puente canal

Estructuras cuya función es la de conservar el flujo continuo del agua durante el paso de depresiones fuertes (Sánchez, 1995).

6.6.14 Evaluación de la calidad del agua residual

Los parámetros principales para evaluar dentro del diseño y manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales son:

Sólidos Suspendidos Totales (SST): Se trata de partículas orgánicas o inorgánicas que pueden separarse del líquido fácilmente mediante sedimentación, filtración o centrifugación.

Tabla 1

Características de las aguas residuales y fuentes de origen.

Características físicas	
Sólidos	Suministro de agua, residuos industriales y domésticos
Temperatura	Residuos industriales y domésticos
Color	Residuos industriales y domésticos
Olor	Descomposición de residuos líquidos
Características químicas - Orgánicos	
Proteínas	Residuos comerciales y domésticos
Carbohidratos	Residuos comerciales y domésticos
Aceites y grasas	Residuos comerciales, industriales y domésticos
Tensoactivos	Residuos industriales y domésticos
Fenoles	Residuos industriales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Inorgánicos	
pH	Residuos industriales
Cloruros	Suministro de agua, residuos industriales e infiltraciones
Nitrógeno	Residuos agrícolas y domésticos
Fósforo	Residuos agrícolas, industriales y domésticos
Azufre	Suministro de agua e infiltraciones

Tóxicos	Residuos industriales
Metales pesados	Residuos industriales
Gases	
Oxígeno	Suministro de agua e infiltraciones
Hidrógeno sulfurado	Residuos domésticos
Metano	Residuos domésticos
Características biológicas	
Virus	Residuos domésticos
Bacterias	Residuos domésticos
Protozoarias	Residuos domésticos
Nematodos	Residuos domésticos

Nota. Evaluación de la calidad de agua residual (características). Fuente: (Rojas, 2002).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica presente en el agua.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO₅):** Es la cantidad de materia orgánica que presenta propiedades de fácil degradación en un periodo de cinco días y a una temperatura de 20°C siendo necesaria para la oxidación de la materia orgánica de manera biológica
- **Contenido de nutrientes:** Elementos como el nitrógeno (N) y el fósforo (P), junto con la materia carbonosa o DBO₅, determinan si las aguas residuales contienen la proporción adecuada de nutrientes para la descomposición de la materia orgánica.

Tabla 2*Composición típica de tres clases de aguas residuales domésticas.*

Constituyente	Concentración mg/l		
	Alto	Medio	Bajo
Sólidos totales	1200	700	350
Disuelto	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
En suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables ml/ l-h	20	10	5
DBO (5 días, 20 °C)	300	200	100
DQB	570	380	190
Nitrógeno total (como N)	85	40	20
Orgánico (como N)	35	15	8
Amoniacal (como N)	50	25	12
Fósforo total (como P)	20	10	6
Cloruros (Cl)	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	200	100	50
Grasas	150	100	50
Calcio (como Ca)	110	50	10
Magnesio (como Mg)	10	9	8
Sodio (como Na)	100	50	23

Nota. Evaluación de la calidad de agua residual (constituyente). Fuente: (Rojas, 2002).

6.7 Parámetros de diseño para el diseño de un interceptor sanitario

6.7.1 Período de diseño

Período de tiempo en la que la obra desempeña adecuadamente su propósito (INEN, 1997).

6.7.2 Vida útil

Período de tiempo en la que la obra debe ser reemplazado (INEN, 1997).

6.7.3 Población Futura

Cantidad de habitantes previstos al concluir el período de diseño (INEN, 1997).

6.7.4 Dotación

Promedio diario de agua potable que es consumida por cada habitante e incluye usos residenciales, comerciales, industriales y públicos (INEN, 1997).

6.7.5 Caudal

Es el volumen de agua que pasa a través de una superficie en un intervalo específico de tiempo (Valdivieso, 2021).

6.7.6 Caudal medio anual

El flujo promedio de agua utilizado por la comunidad, tomando en cuenta las pérdidas por fugas (INEN, 1997).

6.7.7 Caudal máximo diario

El caudal promedio utilizado por la comunidad durante el día de mayor consumo en el año (INEN, 1997).

6.7.8 Caudal máximo horario

El flujo de agua utilizado por la comunidad durante la hora de mayor demanda en un día específico del año (INEN, 1997).

6.7.9 Nivel de servicio

El nivel de accesibilidad y comodidad experimentado por los usuarios al utilizar los servicios proporcionados por los sistemas de suministro de agua, eliminación de desechos humanos o gestión de residuos líquidos (INEN, 1997).

6.7.10 Fugas

La cantidad de agua que se pierde debido a fugas sin ser registrada por el sistema (INEN, 1997).

6.7.11 Factor de mayoración máximo diario (KMD)

Es la proporción entre el caudal máximo diario y el caudal promedio (INEN, 1997).

6.7.12 Factor de mayoración máximo horario (KMH)

Se refiere a la relación entre el caudal máximo horario y el caudal promedio (INEN, 1997).

6.7.13 Coeficiente de rugosidad

Fricción de una superficie determinada por el material de la tubería (Cumbal, 2013).

VII. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Propuesta de solución

Nuestra propuesta de solución para optimizar las condiciones de vida y reducir los riesgos asociados con la descarga directa de aguas residuales en el río Quingeo, así como prevenir enfermedades transmitidas por el agua, es la implementación de un interceptor sanitario. Este interceptor recolectará todas las aguas residuales de los domicilios para transportarlos hasta la nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se planea construir en Cochapamba según ETAPA EP.

7.2 Bases de diseño

Los criterios de diseño se basaron en el “CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, establecido por el Servicio Nacional de Normalización, que tiene como objetivo proporcionar al Ingeniero Civil un conjunto de criterios básicos de diseño para proyectos de suministro de agua potable y de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en el Ecuador (INEN, 1992).

Asimismo, se tomaron criterios de la “INFORMACIÓN TÉCNICA: AMPLIACIÓN AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, SECTOR EL PEDREGAL – PARROQUIA SAYAUSÍ”, que nos brindó ETAPA EP y de las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. en sus versiones del año 2009 y 2013.

7.3 Área de estudio

7.3.1 Clima

Es bien sabido que clima es uno de los factores ambientales más importantes en el ámbito agrario, ya que influye en las precipitaciones que nutren las plantas a través de nutrientes disueltos en el agua, permitiendo así un desarrollo adecuado para la producción agrícola y la satisfacción de las demandas alimentarias de la población. Asimismo, la temperatura juega un papel crucial en el proceso de la fotosíntesis. A pesar de los avances en la agricultura, como los organismos modificados genéticamente, fertilizantes, control de plagas y hormonas de crecimiento, el clima, el suelo y el ecosistema siguen siendo factores esenciales y determinantes que impactan directamente en la producción agrícola.

7.3.2 Temperatura y Precipitación

Tabla 3

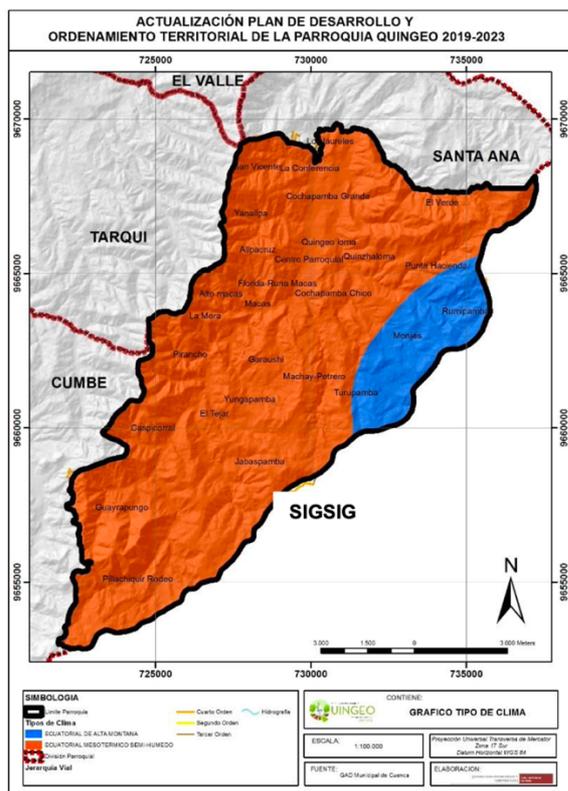
Tipos de clima en la parroquia Quingeo.

Tipo de Clima	Superficie HAS	%
Ecuatorial Mesodérmico Semi húmedo	10579.11	89.33
Ecuatorial de alta montaña	1263.52	10.67
Total	11842.63	100.00

Nota. Fuente: Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quingeo 2020 (EQUIPO CONSULTOR, 2019). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

Figure 3

Tipos de Clima en Quingeo.



Nota. El clima Mesotérmico Semi Húmedo cubre la mayor parte de la parroquia Quingeo.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Según el Atlas Geográfico del Ecuador de 2013, específicamente del cantón Cuenca, se establece que la parroquia Quingeo tiene un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo en el 89.33% de su territorio y un clima Ecuatorial de alta Montaña en el 10.67% restante. El clima Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo se encuentra en zonas interandinas o valles de la sierra a altitudes menores de 3,000 msnm. Las precipitaciones anuales varían entre 500 y 2000 mm, distribuidas en dos estaciones lluviosas que ocurren entre febrero y mayo, y en octubre-noviembre. Hay una estación seca que se extiende aproximadamente de junio a septiembre. Las temperaturas anuales en esta zona oscilan entre los 12°C y 20°C, dependiendo de la altitud y la exposición solar.

En contraste, el clima Ecuatorial de alta Montaña, situado por encima de los 3.000 msnm, se caracteriza por temperaturas que rara vez superan los 20°C, con una temperatura promedio anual que fluctúa entre 4°C y 8°C. Las precipitaciones anuales oscilan entre 800 y 2000 mm, con lluvias de larga duración, pero baja intensidad, y una humedad relativa superior al 80%.

7.3.3 Altitud

La altitud del proyecto varía entre los 1000 – 1100 m.s.n.m. para Macas, 2700 – 3000 m.s.n.m. y 2500 – 2800 m.s.n.m. para Cochapamba.

7.3.4 Relieve

Con los determinismos geográficos se puede evidenciar las zonas con pendientes pocas pronunciadas que podrían ofrecer servicios sustentables en línea con las competencias del GAD Municipal de Quingeo. Del mismo modo, se puede identificar las áreas de conservación, entendiendo la conservación como el manejo y uso de los recursos, la cual es diferente al término preservación que hace referencia al no aprovechamiento de dichos recursos.

Tabla 4

Matriz de la Descripción de rangos de pendiente.

Pendientes	
Rango	Área
0 – 12%	468
12 – 30%	1983
30 – 50%	8440
>50%	952

Nota. Fuente: Sistema Nacional de Información – IGM. Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

De la parroquia Quingeo, las 468 hectáreas con pendientes entre 0 – 12% representan menos del 5% de toda la parroquia. Aunque este porcentaje se destina hacia a actividades productivas sin comprometer la riqueza del terreno, su baja proporción plantea un escenario preocupante.

7.3.5 Geología

Tabla 5

Formaciones Geológicas.

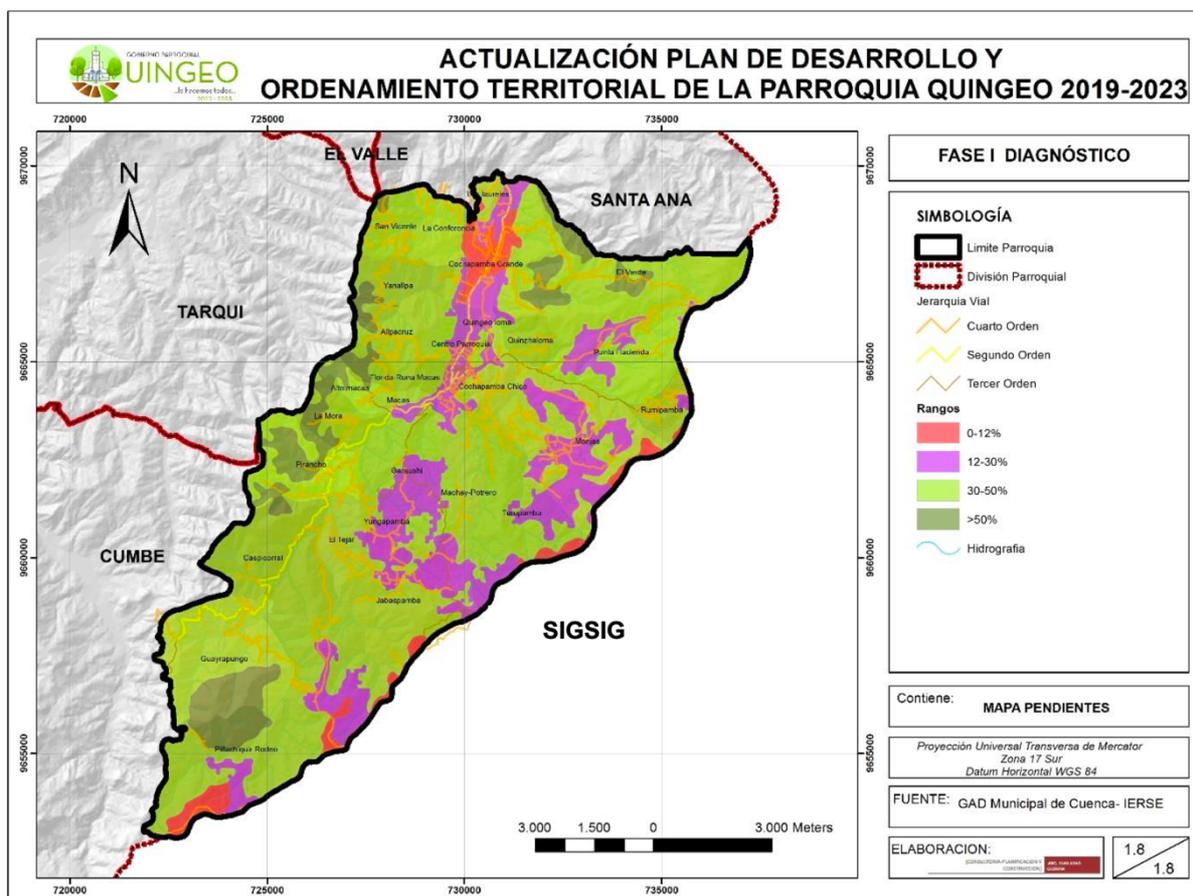
GEOLOGÍA	
Formación	Área ha
Volcánicas Pisayambo	9411.0
Formaciones Biblián	1059.0

Nota. Fuente: IGM. Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

La geología de la parroquia Quingeo se compone de las formaciones volcánicas Pisayambo y de las Formaciones Biblián. La formación Pisayambo cubre 9411 hectáreas y se remonta al periodo comprendido entre el Mioceno y el Plioceno. Sus formaciones geológicas están compuestas por una litología volcánica que incluye andesitas, riolitas y piroclastos. Por otro lado, las formaciones Biblián cubre 1059 hectáreas y estas formaciones datan del Terciario, específicamente del Mioceno, y está compuesto por litologías compuestas de arcillas, areniscas y lavas de origen volcánico.

Figure 4

Superficie de suelo por rango de pendiente.



Nota. Pendientes de 12% - 20% por nuestra zona de estudio. Fuente: Municipio de Cuenca – IERSE.

7.3.6 Vías de acceso

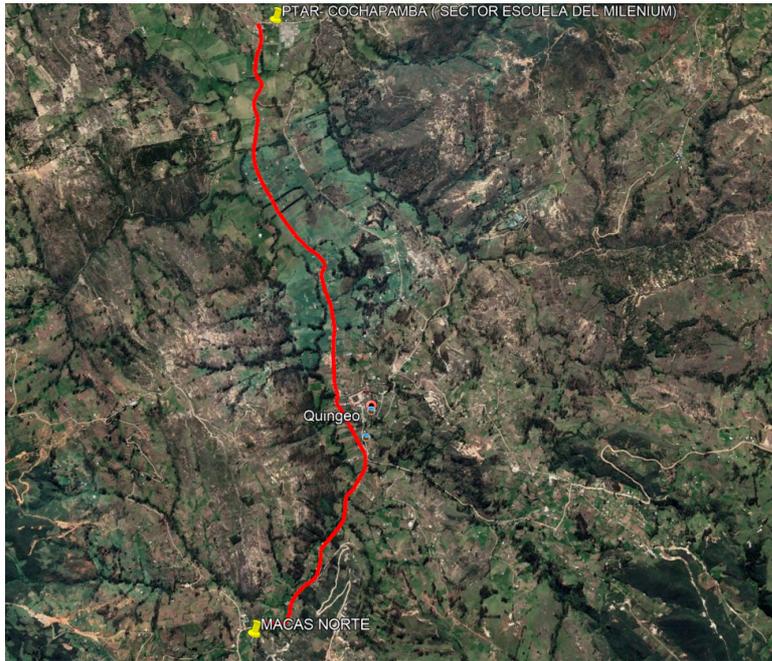
El proyecto del interceptor sanitario que conectará Macas, Quingeo Centro y Cochapamba se desarrollará en una región estratégicamente ubicada, aprovechando una ruta única que facilitará el acceso eficiente a la zona de influencia del proyecto. Este trazado, comienza en Macas y se extiende hasta la Escuela del Milenio en Cochapamba, lugar donde se ubicará la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Durante gran parte del trayecto, la vía principal se conecta con diversas calles secundarias que conducen hacia el centro parroquial. Esta red de calles secundarias

proporciona accesibilidad adicional y facilita la movilización de recursos y personal, asegurando una integración efectiva con las comunidades locales y mejorando la logística del proyecto.

Figure 5

Recorrido del interceptor sanitario.



Nota. El interceptor sanitario comienza desde Macas, atraviesa Quingeo Centro y llega hasta Cochapamba. Fuente: Google Earth Pro. Realizado por: Juan Omar Jarama Guambaña.

7.3.7 Aspectos Demográficos

7.3.7.1 Población Actual

De acuerdo con la Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), toda la parroquia Quingeo abarca una población de alrededor de 7318 habitantes.

7.3.7.2 Características Socio Culturales

La población de la parroquia Quingeo se auto identifica como mestiza (Tabla 6) de acuerdo con su cultura y costumbres según la información del censo del año 2022. El área del proyecto pertenece a la zona rural y comúnmente se habla el idioma español.

Tabla 6

Identidad de la parroquia Quingeo.

Censo Ecuador					
Nombre de parroquia	Mestizo/a	Indígena	Blanco/a	Montubio/a	Afroecuatoriano/a
Quingeo	97.2	1.7%	0.6%	0.5%	0.1%

Nota. Fuente: INEC- Censo de Población y Vivienda – 2022. Realizado por: Juan Omar

Jarama Guambaña.

7.3.8 Salud

7.3.8.1 Morbilidad

Con frecuencia, las enfermedades comúnmente reportadas en la parroquia Quingeo son las respiratorias y las parasitarias. Entre las principales causas de morbilidad ambulatoria relacionadas con el agua de la Quingeo (Tabla 9), destacan la A09X - Diarrea y Gastroenteritis de presunto origen infeccioso y la B829 - Parasitosis Intestinal sin otra especificación. En menor medida, se presentan casos de faringitis, gastritis, anemia y amebiasis. Estas enfermedades están, de alguna manera, relacionadas con deficiencias en la cobertura de los sistemas sanitarios.

Tabla 7

Principales causas de morbilidad ambulatoria para el año 2016 - Parroquia Quingeo.

Causas de Morbilidad	(%)
J039 – Amigdalitis Aguda No Especificada	15.93
J00X - Rinofaringitis Aguda [Resfriado Común]	15.08
A09X - Diarrea y Gastroenteritis de presunto origen infeccioso	5.22
B829 - Parasitosis Intestinal sin otra especificación	4.52
J029 - Faringitis Aguda No Especificada	2.66
R101 - Dolor Abdominal Localizado En Parte Superior	2.55

Nota. Fuente: Ministerio de Salud Pública, 2016. Realizado por: Juan Omar Jarama Guambaña.

7.3.9 Uso y cobertura del suelo

Tabla 8

Matriz para establecer el análisis comparativo de los usos de suelo.

Cobertura de uso	
Clase	Área (ha)
Arbustos	1869
Área Quemada	8
Bosque Natural	3714
Cuerpo de Agua Natural	3
Cultivo Ciclo Corto	2012
Nube	7
Paramo sobre Roca Desnuda	17
Pastizal	2915
Pastizal Cultivado	1175
Sombra	0
Suelo Degradado	122

Nota. Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Realizado por:
Alexander Jose Torres Añasco.

Con respecto al uso y cobertura del suelo de Quingeo, esta posee una cantidad de área de Bosque Natural muy elevada de aproximadamente 3700 hectáreas que coincide con las zonas de pendiente pronunciadas. Los arbustos, áreas no protegidas, cubren 1869 hectáreas. El bosque natural se extiende por 3714 hectáreas; aunque las imágenes satelitales no diferencian entre bosque nativo y cultivado, se puede interpretar que hay una cobertura vegetal significativa.

El pastizal cubre 2915 hectáreas y es una zona importante debido a su gran extensión, con pastos y forrajes como el kikuyo y raigrases sembrados por los habitantes, que se utilizan principalmente para la ganadería. Los cultivos de ciclo corto, que suelen tener un periodo de cosecha de aproximadamente tres meses o que varían con la estación, abarcan 2012 hectáreas. Los residentes dependen de estos cultivos de vegetales y cereales como lechuga, zanahoria, papa y maíz tanto para el autoconsumo como para su venta en ferias y mercados locales.

Tabla 9*Tipo de vivienda en la parroquia Quingeo.*

Tipo de vivienda				
Casa	Mediagua	Covacha, Choza	Rancho	Cuarto/s en arriendo
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
90.1	9.4	0.2	0.2	0.1

Nota. Fuente: (EQUIPO CONSULTOR, 2019). Realizado por: Juan Omar Jarama

Guambaña.

Estos datos demográficos y socioeconómicos son fundamentales para comprender el contexto de Quingeo y orientar adecuadamente el desarrollo de proyectos y políticas que respondan a las necesidades específicas de esta comunidad.

7.4 Delimitación de zona de estudio

En la primera fase del proyecto, se estableció que este iniciaría desde la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Macas y se extendería hasta el predio 44 en Cochapamba. Para tener una mejor comprensión del terreno y los desafíos, se realizó una inspección preliminar en el área. En el ámbito de ingeniería civil, se delineó con precisión la zona de interés, empleando los predios vecinos como puntos de referencia. Además, se consultó con Senagua y se verificó que no existe un área de estudio ni una delimitación específica para construir junto al río. Por ello, se decidió trabajar a una distancia mínima de 2 metros de las orillas del río, entre este y la carretera, asegurando el cumplimiento de las normativas y reduciendo el impacto ambiental.

7.5 Levantamiento topográfico de la zona de estudio

Para el recorrido de la zona, que tiene una extensión lineal de 5.6 km y con franjas de 30 m a cada lado, se comenzó desde la Planta de Tratamiento en Macas. Luego, pasamos por la Planta de Tratamiento en Quingeo Centro, y avanzamos hasta el predio 44 ubicado en

Cochapamba. Se visualizó que en esta existe abundante cobertura vegetal y esto se nos dificultaría levantar la zona con el equipo del laboratorio de Ingeniería Civil, el drone DJI M3T – Mavic 3, puesto que este trabaja con fotogrametría y su batería no rendiría porque dura 18 minutos. A consecuencia de esto, se levantó el tramo con el drone DJI Matrice 350 RTK, de la carrera de Telecomunicaciones, ya que este trabaja en conjunto con el RTK (Real-Time Kinematic, o navegación cinética satelital en tiempo real) para captar puntos LiDAR con alta precisión y exactitud durante los levantamientos topográficos y con el preprocesamiento de datos se puede remover la capa vegetal y quedarnos con únicamente el terreno de interés.

Figure 7

Drone DJI Matrice 350 RTK.



Nota. Drone DJI Matrice 350 RTK listo para despejar. Fuente: Autoría propia.

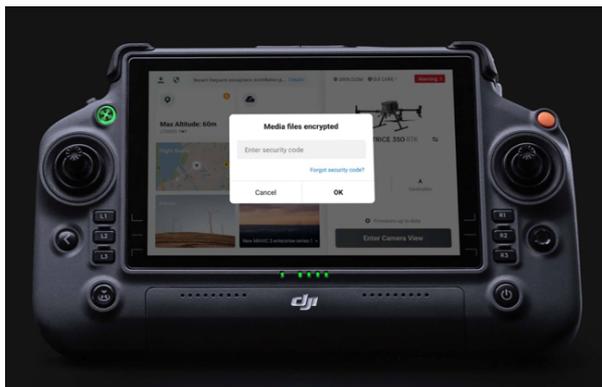
7.5.1 Crear ruta de vuelo

Con ayuda de Google Earth Pro se trazó el recorrido de los 5.6 km, dividiéndolo en 8 tramos, debido a las limitaciones de la duración de la batería. Cabe mencionar, que a este drone se le puede cambiar las baterías en pleno levantamiento y no requiere de un apagado.

Una vez que se tiene la ruta, se exporta en formato (.kml) y se lo importa en el mando del dron.

Figure 8

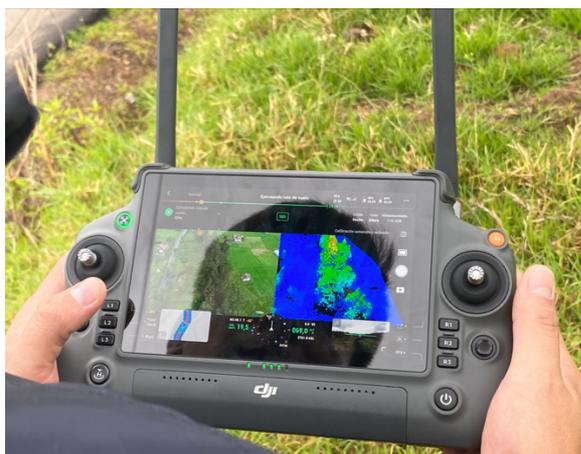
DJI RC Plus, código de seguridad para importar archivo.



Nota. El mando DJI RC Plus tiene procesador octa-core, que mejora el rendimiento y la capacidad de respuesta del dispositivo. Tomado de DJI Enterprise.

Figure 9

Visualización de levantamiento topográfico con nube de puntos en el DJI RC Plus.



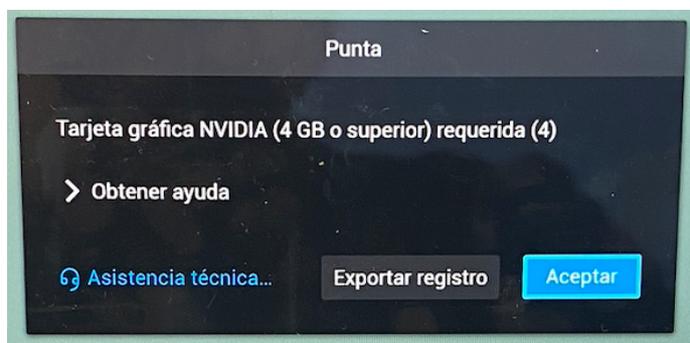
Nota. El mando DJI RC Plus tiene una pantalla de 7 pulgadas con resolución full HD (1920 x 1080) y un brillo de 1200 nits, lo que permite una visibilidad clara incluso bajo luz solar directa. Tomado de DJI Enterprise.

7.5.2 Procesamiento de datos LiDAR

Una vez que se realizó el levantamiento topográfico, se importaron los archivos de formato (.LDR) y se los subió en DJI Terra para poder procesar y generar datos de nube de puntos LiDAR en formato LAS (.las). Cabe mencionar que para utilizar el programa DJI Terra, se debe tener un dispositivo con una tarjeta gráfica NVIDIA de 4 GB o superior. Con la aplicación de Global Mapper, importamos este formato y procedemos a preprocesar los datos y eliminar las edificaciones y la capa vegetal.

Figure 10

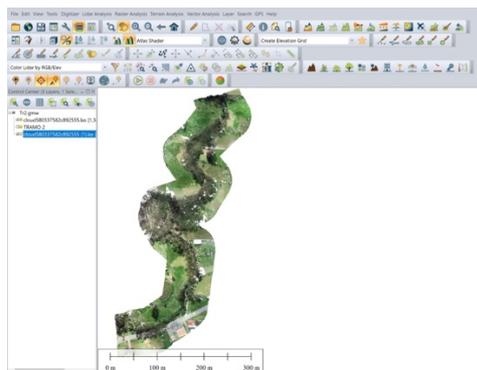
Impedimento al utilizar DJI Terra.



Nota. No disponíamos de esta tarjeta gráfica, por lo que se tuvo que pedir a un compañero de clase para poder transformar los archivos. Fuente: Autoría propia.

Figure 11

Tramo 2 en Global Mapper.

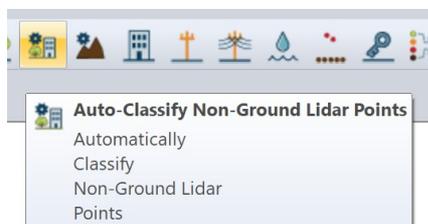


Nota. Se importa el archivo (.las) en el Global Mapper para empezar con el preprocesamiento. Fuente: Autoría propia.

Con la herramienta “Auto-Classify Non-Ground LiDAR Points” hacemos un clasificado de puntos automático que reconoce en gran parte las estructuras y arboles del suelo, y luego ocupamos la herramienta “Auto-Classify Ground Points” que clasifica únicamente el suelo y procedemos a rectificar cualquier error de clasificación. Con la clasificación del suelo de interés, le transformamos a un formato DEM y le abrimos en CivilCAD 3D.

Figure 12

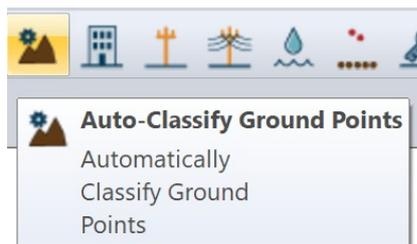
Herramienta "Auto-Classify Non Ground Lidar Points" en Global Mapper.



Nota. Se obtiene una clasificación de las estructuras y la capa vegetal. Fuente: Autoría propia.

Figure 13

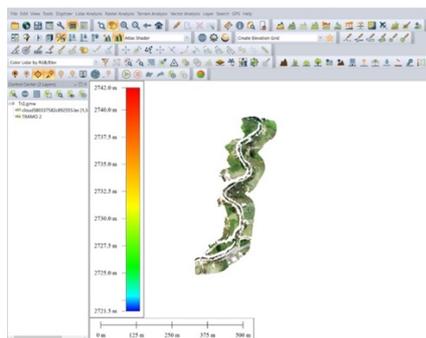
Herramienta "Auto-Classify Ground Points" en Global Mapper.



Nota. Se obtiene una clasificación de las estructuras y la capa vegetal. Fuente: Autoría propia.

Figure 14

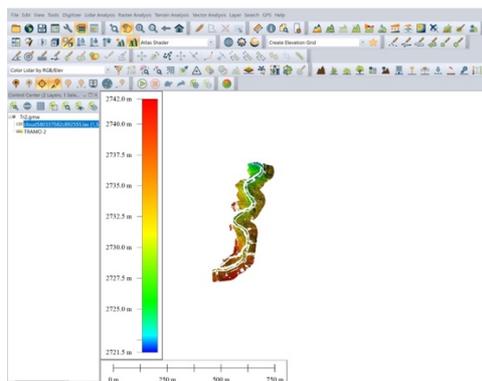
Tramo 2 con la capa vegetal retirado en Global Mapper.



Nota. Se visualiza el resultado de la herramienta “Auto-Classify Ground Points”. Fuente: Autoría propia.

Figure 15

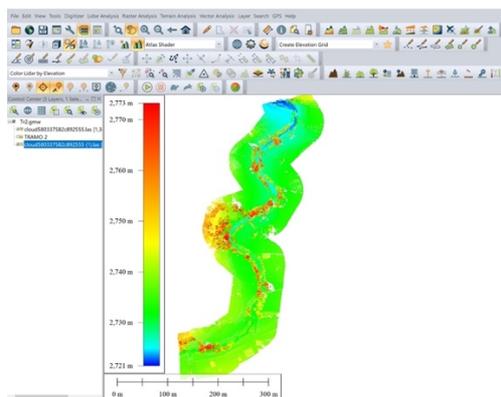
Cuadrícula de elevación en el tramo 2 en Global Mapper.



Nota. Se genera una cuadrícula de elevación para poder exportar en formato DEM. Fuente: Autoría propia.

Figure 16

Clasificación por elevaciones del tramo 2 en Global Mapper.



Nota. En Global Mapper podemos clasificar el tramo 2 por elevaciones e incluso desactivar algunas capas. Fuente: Autoría propia.

En CivilCAD 3D creamos la superficie a partir de un archivo DEM y le importamos nuestra área delimitada, la capa del río y el contorno del proyecto. Con las curvas de 0.5 m y 1 m, procedemos a realizar el trazado del interceptor sanitario.

7.5.3 Limitaciones del Drone DJI Matrice 350 RTK

Al momento de realizar el levantamiento topográfico hay que tener en cuenta que el tiempo máximo de vuelo del equipo es de 55 minutos, pero por precaución hay que considerar unos 10 minutos. Del mismo modo, antes de salir a campo hay que consultar si existe algún sitio que nos pueda prestar un poco de energía para recargar las baterías por si toca levantar un recorrido largo. En nuestro caso, con un miembro del departamento de Manejo Ambiental y Social de ETAPA EP, se conversó con un morador para que no preste energía para recargar baterías.

Además, el drone tiene un alcance de transmisión de 20 km, aunque este puede verse afectado debido a condiciones meteorológicas como las lluvias y vientos fuertes. Sin embargo, puede trabajar bajo estas condiciones. Para una mejor precisión del RTK, se debe establecer las estaciones base con una buena conexión a la red y que disponga de una buena visibilidad en todo el trayecto del levantamiento. Otra limitación son las regulaciones y restricciones de vuelo, que requieren una licencia para poder operar este drone, y hay que tener mucha precaución con las aves que se cruzan, más aún cuando este equipo tiene un costo elevado.

Figure 17

Levantamiento topográfico finalizado.



Nota. El Ingeniero Fabián Farfán (buso gris) fue el miembro del departamento de Manejo Ambiental y Social de ETAPA EP, y el Ingeniero Fernando Guerrero (camiseta marrón) fue el operador del dron DJI Matrice 350 RTK. Fuente: Autoría propia.

7.6 Parámetros de diseño

7.6.1 Período de diseño

El período de diseño hace referencia al tiempo en la que las estructuras puedan funcionar de manera eficiente sin necesidad de mejoras significativas en el sistema. Algunos factores que influyen en la selección de este período son:

- La vida útil de las estructuras y equipos, considerando el desgaste y los daños.
- Futuras ampliaciones y la planificación de las fases de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- El comportamiento hidráulico de las obras cuando no están funcionando a plena capacidad.

De acuerdo con el Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, Quinta Parte, sección 8, numeral 5.1.1.6, se puede emplear la siguiente ecuación como una aproximación para determinar el período óptimo de diseño y/o ampliación de los componentes de un sistema de alcantarillado, independientemente de otros factores como dificultades de ampliación, políticas o administrativas.

$$X = \frac{2.6(1 - a)^{1.12}}{R}$$

Donde:

X =Período óptimo de diseño,

a =factor de economía de escala

R =tasa de actualización.

En caso de que no se disponga de información, debidamente justificada, se podrán utilizar los siguientes factores de economía de escala, en función del caudal.

- Colectores= 0.43
- Estaciones de bombeo= 0.75

- Plantas de Tratamiento= 0.88”

7.6.2 Población de diseño

7.6.2.1 Población inicial

La población actual del proyecto (año 2024 – Tabla 12) se determinó mediante una estimación indirecta, debido a la falta de información, utilizando el catastro comercial de la red energética de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, en la que se contabilizó los medidores eléctricos, y un catastro de usuarios en la cual se contabilizó el número de viviendas. Con el producto entre el número de habitantes por vivienda según el último censo poblacional del año 2022 (3.71 hab/viv para la parroquia Quingeo), y el número de medidores eléctricos, utilizado como representación del número de viviendas al ser más crítico y confiable, nos permite determinar la población actual de diseño.

Tabla 12

Datos para la población actual en la zona de estudio.

# Viviendas	405	Viv
Habitante/Vivienda	3.71	Hab/Viv
Población actual	1503	Hab

Nota. Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

*Poblacion actual = # de medidores electricos * numero de habitantes por vivienda*

$$Poblacion\ actual = 405\ viviendas * 3.71 \frac{habitantes}{viviendas}$$

$$Poblacion\ actual = 1503\ habitantes$$

Figure 18

Visualización de los medidores de agua de ETAPA EP.



Nota. Se realizó un conteo de los medidores de agua dentro del área de estudio. Fuente:

Autoría propia.

Figure 19

Visualización de los medidores eléctricos según la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



Nota. Se realizó el conteo de los medidores eléctricos dentro del área de estudio. Fuente:

Autoría propia.

7.6.2.2 Población futura

La estimación de la población futura se realizó conforme al Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, Quinta Parte, sección 4, numeral 4.1.3.1. Este código recomienda que para proyectar la población futura se utilicen al menos tres métodos reconocidos (como la proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, y el método comparativo), lo que permite hacer comparaciones y orientar el criterio del proyectista. La selección final de la población proyectada considera aspectos económicos, geopolíticos y sociales que pueden influir en los movimientos demográficos.

Sin embargo, la proyección actual resultó en una tasa de crecimiento poblacional negativa, atribuida a la emigración debido a la falta de empleo, estudios y servicios básicos en la zona. Sin embargo, según el Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, Quinta Parte, sección 8, numeral 8.2, literal b:” Si el índice de crecimiento fuera negativo o menor a 1 se debe adoptar como mínimo un índice de 1%.”, ya que consideran adecuado ajustar esta tasa para asegurar que la infraestructura planificada sea suficiente y eficaz. Se utilizaron los datos del censo poblacional del año 2001 hasta el año 2022.

Tabla 10

Poblacional censal y tasas de crecimiento para la parroquia Quingeo.

Año	Zona censal poblacional	Tasa A (%)	Tasa G (%)	Tasa E (%)
2001	5602			
2010	7436	3.64	3.20	3.15
2022	7318	-0.13	-0.13	-0.13

Nota. Fuente: Censo Poblacional (INEC, 2022). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

7.6.3 Densidad poblacional

Es la medida que indica la cantidad de habitantes que viven en un área determinado, que por lo general esta expresada como el número de habitantes por unidad de superficie. Así pues, la fórmula empleada para determinarla es la siguiente:

$$D_p = \frac{P_f}{A_T}$$

Donde:

D_p = Densidad (hab/ha)

P_f = población futura (hab)

A_T = área total (ha)

7.6.4 Métodos de cálculo

La manera más precisa de estimar la población es utilizando datos específicos de diversas variables, tales como el número de nacimientos, defunciones y migraciones. No obstante, esto resulta casi imposible por la falta de datos y obliga a los demógrafos a utilizar métodos de proyección (Ospina, 1981).

Cuando se trata de proyectar la población futura, es fundamental comprender cómo podría distribuirse y que cualquiera de los métodos aplicados nos dará valores orientativos porque predecir el crecimiento poblacional es casi imposible. Así pues, la elección del método debe basarse en un criterio adecuado de la situación y las tendencias demográficas de la zona de estudio.

Tabla 11

Métodos aplicados para determinar la población futura del proyecto.

Método	Fórmula
Aritmético	$Pf = P_0 * (1 + n * r)$
Geométrico	$Pf = P_0 * (1 + r)^n$
Exponencial	$Pf = P_0 * e^{n*r}$

Nota. Fuente: (EPM, 2009). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

Donde:

Pf = población en el tiempo [hab]

P_0 = población inicial en un tiempo [hab]

n = periodo de diseño [años]

r = tasa de crecimiento anual [por referido al metodo]

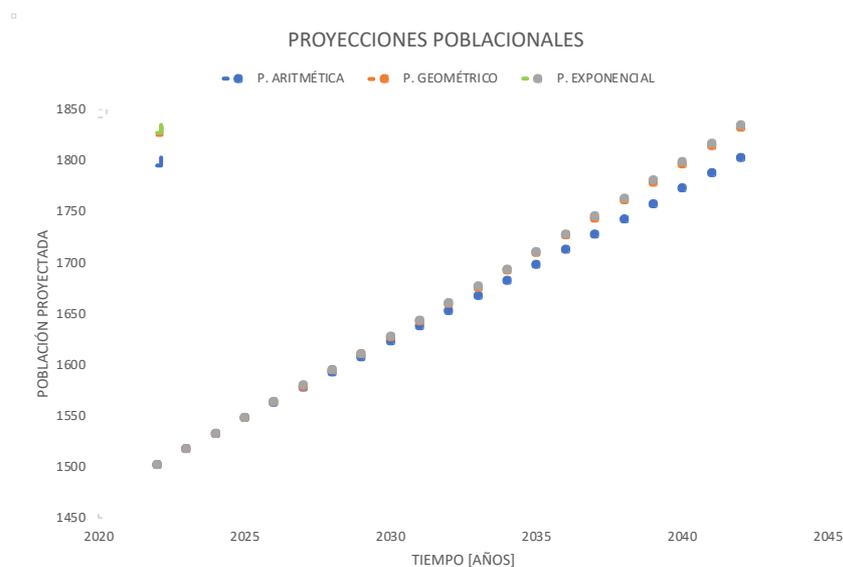
Tabla 12*Resultados de los métodos de proyección poblacional para el proyecto.*

No.	Año	Método		
		Ari	Geo	Exp
0	2022	1503	1503	1503
1	2023	1518	1518	1518
2	2024	1533	1533	1533
3	2025	1548	1548	1548
4	2026	1563	1564	1564
5	2027	1578	1579	1580
6	2028	1593	1595	1595
7	2029	1608	1611	1611
8	2030	1623	1627	1628
9	2031	1638	1643	1644
10	2032	1653	1660	1661
11	2033	1668	1676	1677
12	2034	1683	1693	1694
13	2035	1698	1710	1711
14	2036	1713	1727	1728
15	2037	1728	1744	1746
16	2038	1743	1762	1763
17	2039	1758	1779	1781
18	2040	1773	1797	1799
19	2041	1788	1815	1817
20	2042	1803	1833	1835

Nota. Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

Figure 20

Resultados de los métodos de proyección poblacional para el proyecto.



Nota. Comparación de los métodos de proyección poblacional. Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

En base a las proyecciones realizadas, se decidió utilizar los datos del método geométrico, ya que este se ajusta mejor a los datos históricos y es menos susceptible a errores, incluso cuando la población decrece. A su vez, ofrece una representación más realista en comparación con los métodos lineales (Pesántez & Rodas, 2024).

7.6.5 Dotación Media de Agua Potable

Para determinar la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de la población, es fundamental considerar estudios específicos sobre las condiciones de cada comunidad, teniendo en cuenta el clima de la región y las dotaciones asignadas a los diferentes sectores. Esto incluye las necesidades de la industria, el agua necesaria para la protección contra incendios, la limpieza de mercados, mataderos, plazas y calles, el riego de jardines y otras necesidades, como la limpieza de los sistemas de alcantarillado.

Por lo tanto, basándonos en Los Estudios y Diseños Finales de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento - II ETAPA (TYPSA, ETAPA EP, & BID, 2004), realizados para el cantón Cuenca, se decidió adoptar sus dotaciones, ya que coinciden con las características urbanísticas y demográficas de la zona de cobertura. Por ende, se estimó una dotación neta de 150 l/hab/día, ya que la parroquia de Quingeo corresponde a un área rural.

Tabla 13

Dotaciones Netas y Brutas para los distintos sectores urbanísticos.

Zona de Servicio	Dotación Neta [l/hab/día]	Pérdidas [%]	Dotación Bruta [l/hab/día]
Rural	112.5	25	150
Centro Parroquial	150	25	200
Urbano Consolidado y Z.E.	247.5	25	330

Nota. Dotaciones definidas en los Estudios y Diseños Finales de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento para la Ciudad de Cuenca (Ecuador) - II ETAPA. Fuente: (Tapia, 2023).

7.6.6 Áreas tributarias

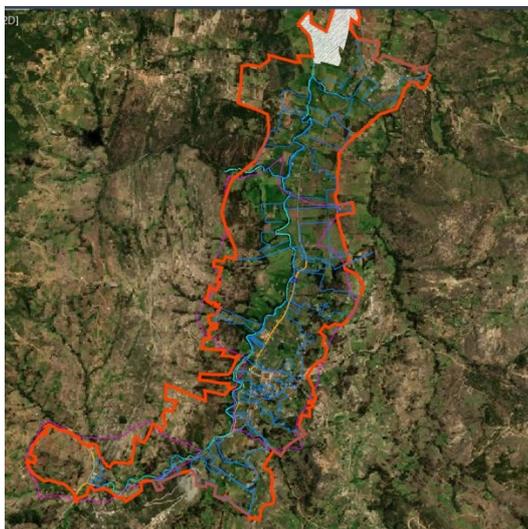
Para zonificar el área de estudio en las zonas tributarias, es necesario basarse en la topografía y tener en cuenta los aspectos urbanísticos definidos en el plan regulador. Se contemplarán los diferentes usos del suelo (residencial, comercial, industrial, institucional y público) y se incluirán las áreas destinadas al desarrollo futuro.

En contraste, la parroquia Quingeo, al no contar con un plan de desarrollo urbano y conforme al Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, Quinta Parte, sección 5, numeral 5.1.3.2, establece: "Si no existe un plan de desarrollo urbano, basado en la situación actual, proyecciones de población y tendencias de desarrollo industrial y comercial, se zonificará la ciudad y su área de expansión hasta el final del horizonte de diseño". Por tanto,

se considerarán zonas barriales o agrupaciones de casas que descargan los caudales residuales directamente en los pozos, según la topografía del terreno, asegurando una conducción por gravedad y respetando los límites prediales para evitar conflictos relacionados con la invasión de propiedad privada.

Figure 21

Zonas barriales a través de la zona de estudio y el recorrido de la gota de agua.



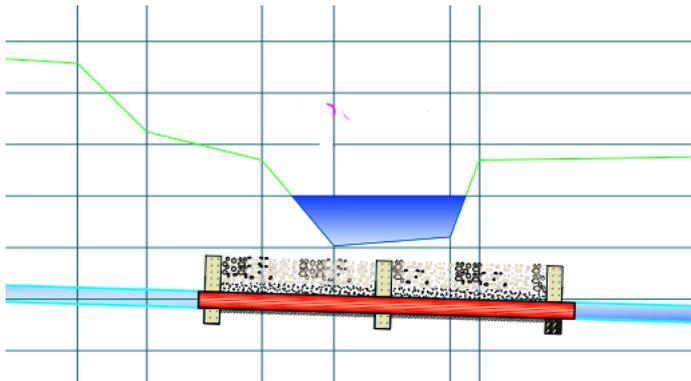
Nota. Clasificación barrial (azul) y recorrido de gota de agua (rojo). Fuente: Autoría propia.

7.6.7 Paso Subfluvial

Para nuestro diseño, se consideró un diámetro exterior de 280 mm para los pasos subfluviales existentes en el recorrido del interceptor. Esta decisión se basó en la observación del lecho del río Quingeo al presentar características similares a las de una quebrada, lo que influye en el diseño del tramo. Por ende, no se consideró una tubería con un recubrimiento excesivo.

Figure 22

Ejemplo de paso subfluvial.



Nota. Fuente: (Andrade, 2010).

7.6.8 Contribuciones de aguas residuales

Al caudal de aguas residuales, que es aportada a un sistema de recolección y evacuación, se le debe considerar las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. El cálculo de este caudal debe fundamentarse, en la mayor medida posible, en datos históricos de consumo de agua potable, mediciones periódicas y evaluaciones regulares (EMAAP, 2009). Para el cálculo de estos caudales componentes, se consideran los siguientes aspectos:

7.6.9 Coeficiente de retorno (R)

El coeficiente de retorno (C) se define como la proporción entre el flujo medio de aguas residuales domésticas y el flujo medio de agua consumida por la población. En otras palabras, de toda el agua consumida por la población no toda el agua regresa como contribución hacia el alcantarillado, ya que el restante es utilizado para riego en jardines y huertas, lavado de vehículos, y entre otros. Este coeficiente varía de acuerdo con los factores locales como la ubicación y tipo de vivienda, estado de la infraestructura vial (pavimentada o no), el clima y entre otros factores (Tapia, 2023).

Acorde al tipo de vivienda predominante en el área, del uso del suelo y del estado de pavimentación de las vías, se ha decidido utilizar un valor de $C=0.80$ para este parámetro.

7.6.10 Caudal medio de aguas residuales domésticas (Q_D)

Para el caudal de contribución doméstico, se pueden emplear tres métodos diferentes según el tipo de proyección poblacional utilizada: demanda de agua potable, número de clientes o población (EPM, 2013). Como se realizó una proyección poblacional para el diseño del alcantarillado, el caudal doméstico debe calcularse de la siguiente manera:

$$Q_D = \frac{P * D}{86400} * R$$

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas [m^3/s]

R = Coeficiente de retorno [adimensional]

P = Número de habitantes proyectados al período de diseño [hab]

D = Dotación [$m^3/hab/día$]

7.6.11 Caudal de aguas residuales institucionales (Q_{INS}) – Descarga Concentrada

Este caudal incluye los aportes de escuelas, colegios, universidades, centros de salud, hospitales, hoteles y otros. Este aporte varía según el tipo y tamaño de la institución, y debe calcularse individualmente para cada caso. Para instituciones pequeñas en áreas residenciales, se puede considerar un aporte medio diario entre 0.4 y 0.5 l/s/ha (EMAAP, 2009).

Tabla 14

Contribuciones Institucionales mínimas según la EMAAP.

CONTRIBUCIÓN INSTITUCIONAL MÍNIMA EN ZONAS RESIDENCIALES	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional (l/s-ha-Inst.)
Cualquiera	0.4 – 0.5

Nota. Considerando que no hay muchas instituciones en la zona de estudio, se opta por escoger el valor mínimo. Fuente: (EMAAP, 2009). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

Con la presencia de únicamente 24 instituciones educativas en la zona de estudio, este aporte se lo debería considerar y se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{INS} = Coeficiente_{INS} * Area_{acu}$$

Donde:

Q_{INS} = Caudal institucional [l/s]

$Coeficiente_{INS}$ = Coeficiente institucional (l/s-ha)

$Area_{acu}$ = Área acumulada [ha]

7.6.12 Caudal de aguas residuales industriales (Q_i) – Descarga Concentrada

El caudal de contribución industrial, descargado en un sistema de recolección y evacuación, se refiere a la cantidad de agua residual generada por una industria específica (Tapia, 2023). Depende del tipo y tamaño de la industria, del proceso industrial utilizado y de los aportes de aguas residuales, que pueden variar según el grado de recirculación del agua y los métodos de tratamiento empleados. Este caudal debe determinarse para cada caso particular, basándose en información proveniente de censos, encuestas sobre tipos y procesos

industriales, y considerando estimaciones futuras sobre ampliaciones y consumos (EPM, 2013).

En nuestro trabajo de titulación, no existen áreas con proyecciones industriales, por lo que, no se consideró el aporte de agua residual industrial en el dimensionamiento de nuestro sistema de alcantarillado.

7.6.13 Caudal de aguas residuales comerciales (Q_c) – Descarga Concentrada

El caudal de contribución comercial, descargada a un sistema de recolección y evacuación, es la cantidad de aguas residuales provenientes de los sectores comerciales. Si el proyecto se ubica en un sector netamente comercial, este caudal, al igual que el caudal de contribución industrial, debe ser calculado para cada caso y deberá ser respaldado por un estudio detallado. Si estamos en una zona mixta, tanto comercial como residencial, se debe considerar la concentración comercial relativa a la concentración residencial, usando una contribución de caudal comercial entre 0.4 - 0.5 L/s-ha (EMAAP, 2009).

Tabla 15

Contribuciones comerciales.

CONTRIBUCIÓN COMERCIAL	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (l/s-ha)
Cualquiera	0.4 - 0.5

Nota. Desde Cochapamba hasta Macas, el sector comercial es casi inexistente. Fuente: (EMAAP, 2009). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

No obstante, para este proyecto no se tomará en cuenta una contribución comercial, dado que no se identifica una zona con alta densidad de negocios.

7.6.14 Caudal por infiltración (Q_{INF})

Las contribuciones no deseadas en las redes de alcantarillado, conocidas como infiltraciones, son inevitables y suelen ocurrir a través de fisuras en las tuberías, juntas mal ejecutadas, conexiones deficientes entre tuberías, pozos de inspección y otras estructuras, y cuando el sistema no es completamente impermeable (Tapia, 2023).

Como sugerencia para calcular el flujo de infiltración, se deben realizar mediciones durante las horas de menor consumo y considerar factores como la naturaleza y permeabilidad del terreno, la topografía del área de estudio y su drenaje, la cantidad y distribución de la precipitación, la variación del nivel freático en relación con las cotas de las tuberías, las dimensiones y el estado de las mismas, el número y tipo de uniones y juntas, así como la calidad constructiva de los pozos de inspección y otras estructuras. En caso de no contar con mediciones directas o si no es posible determinar el caudal de infiltración, se utilizará un rango de entre 0.1 a 0.3 l/s*ha, considerando la topografía de la zona de estudio, el suelo, los niveles freáticos y la precipitación de esta (EPM, 2013).

Tabla 16

Caudales de infiltración.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (l/s-ha)	Infiltración media (l/s-ha)	Infiltración baja (l/s-ha)
Bajo y medio	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2
Medio alto y alto	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2

Nota. Fuente: (EMAAP, 2009). Realizado por: Juan Omar Jarama Guambaña.

Para calcular el caudal de infiltración, dado que este no posee una conexión domiciliaria directa, se ha determinado utilizar el 30% de las áreas de las viviendas en las zonas barriales previamente delimitadas. Este porcentaje se multiplica por el coeficiente de

infiltración mayor, considerando la proximidad del área al río. Esta metodología asegura una estimación precisa del caudal de infiltración, tomando en cuenta las condiciones geográficas y de infraestructura específicas de la región. A continuación, tenemos la fórmula:

$$Q_{INF} = Coeficiente_{INF} * Area_{30\%}$$

Donde:

Q_{INF} = Caudal de infiltración [l/s]

$Coeficiente_{INF}$ = Coeficiente de infiltración [l/s-ha]

$Area_{30\%}$ = Área correspondiente al 30% de las viviendas en las zonas barriales [ha]

7.6.15 Caudal de Conexiones Erradas (Q_{CE})

El caudal aportado por las conexiones ilícitas en un sistema de alcantarillado sanitario generalmente proviene de contribuciones pluviales, por conexiones erradas y de conexiones clandestinas. Existen diferentes métodos para estimar el flujo proveniente de estas conexiones. Dichas conexiones pueden definirse según parámetros como la densidad poblacional y pueden adoptarse coeficientes de aportes unitarios.

Por otra parte, si el área destinada al diseño de la red de alcantarillado sanitario está situada en un municipio que carece de un sistema de recolección y transporte de aguas lluvias, se debe considerar un aporte máximo de drenaje de aguas pluviales domiciliarias al alcantarillado sanitario de 2 L/s*ha (EPM, 2013). Para nuestro diseño, se tomó un valor de 1 L/s*ha.

7.6.16 Caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD})

Al no contar con registros de caudales, el caudal medio diario, para un colector con un área de drenaje dado, se calcula con la suma de todos los caudales de aportación (EMAAP, 2009). Para ello, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = Q_D + Q_{INS} + Q_I + Q_C$$

Donde:

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales [L/s]

Q_D = Caudal doméstico [L/s]

Q_{INS} = Caudal institucional [L/s]

Q_I = Caudal industrial [L/s]

Q_C = Caudal commercial [L/s]

7.6.17 Factor de Mayoración o Coeficiente de Mayoración y Minoración

En toda red de alcantarillado sanitario, hay momentos en los que circulan caudales máximos, los cuales suelen coincidir con los picos de consumo de agua potable. Este caudal corresponde al caudal máximo horario doméstico del día más crítico y se calcula multiplicando el caudal medio diario por un coeficiente de mayoración M ; el cual refleja las variaciones entre el caudal máximo diario y el máximo horario en relación con el caudal medio diario anual (Tapia, 2023).

Sin embargo, las fluctuaciones horarias de caudal pueden ser mitigadas en los sistemas de alcantarillado, ya que las redes de extensión moderada absorben los picos de flujo. Para este propósito, la literatura ha desarrollado diversas ecuaciones para el factor M en función de distintas variables. Según las normas del antiguo IEOS, el coeficiente de mayoración para caudales medios diarios entre $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$ y $5 \text{ m}^3/\text{s}$ se calcula mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

Donde:

K = Factor de Mayoración [-]

Q = Caudal medio diario $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$

7.6.18 Caudal máximo horario doméstico del día máximo (QMI)

Este flujo es esencial para definir el caudal de diseño de una red de colectores y el sistema de evacuación de aguas residuales. El flujo máximo horario doméstico del día más crítico se calcula a partir del flujo medio diario, aplicando el coeficiente de mayoración "M" para las condiciones iniciales y finales del proyecto. Para determinar este flujo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$QMI = Q_{MD} * K$$

Donde:

QMI = Caudal máximo doméstico [l/s]

Q_{MD} = caudal medio diario de aguas residuales [l/s]

K = Coeficiente de mayoración [-]

7.6.19 Caudal máximo horaria por conexión para el año 20 (L/s)

Para calcular la descarga máxima por conexión para el año 20, se aplicó la siguiente ecuación:

$$QMH20 = K * R * dnetan * Dv/86400$$

Donde:

K = Factor de mayoración

R = Coeficiente de retorno

$dnetan$ = Dotación neta para el año n (l/hab*día)

Dv = Densidad promedio de habitantes por viviendas de la localidad (hab/viv)

7.6.20 Caudal de diseño

El caudal de diseño utilizado para este proyecto fue la suma del caudal máximo horario del día máximo ($QMH20$), el aporte debido a las conexiones erradas y el de infiltración (EPM, 2013). Si el caudal de diseño fuese inferior a 1.5 L/s, se toma este valor (EMAAP, 2009).

$$Qd = QMI + Q_{CE} + Q_{INF}$$

7.6.21 Criterios de diseño

Para la parte hidráulica, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

7.6.21.1 Velocidad Mínima

Es importante que la velocidad del fluido en los colectores, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier momento del período de diseño, no sea inferior a 0.45 m/s (INEN, 1992).

7.6.21.2 Velocidad Máxima

La velocidad máxima de nuestro colector depende del material de fabricación, y en nuestro caso trabajaremos con material PVC, por lo que la velocidad máxima y el coeficiente de rugosidad están descritos en la siguiente tabla:

Tabla 17

Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple		
Con uniones de mortero	4	0.013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5 - 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 - 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Nota. Fuente: (INEN, 1992). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

7.6.21.3 Profundidad mínima y máxima a la cota de la clave de la tubería

Las redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben tener un recubrimiento mínimo del colector lo suficientemente para evitar su ruptura debido a las

cargas vivas. Para nuestro colector, se consideró una profundidad mínima de 1.50 m y para comprobar, podemos guiarnos con la siguiente tabla:

Tabla 18

Profundidad mínima de tuberías.

PROFUNDIDAD MÍNIMA DE TUBERÍAS	
Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1.50
Vías vehiculares	1.50

Nota. Fuente: (INEN, 1992). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

Por lo general, la profundidad máxima de las tuberías es de 5 metros, pero puede ser mayor siempre que se cumplan los requisitos geotécnicos de las cimentaciones.

En nuestro caso, consideraremos una profundidad máxima de 5 m.

7.6.21.4 Selección de tubería

Para el interceptor sanitario, se optó por trabajar con tuberías de PVC Tipo B de Plásticos RIVAL con diámetro interior de 250 mm, acorde a las indicaciones dadas por ETAPA EP, puesto que esta empresa usa estas tuberías para alcantarillados e interceptores. En el caso de profundidades altas, se consideró utilizar una tubería de mayor revestimiento teniendo en cuenta el diámetro mínimo.

7.6.21.5 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo que se debe emplear en los sistemas de alcantarillado sanitario será de 0.2 m (INEN, 1992).

7.6.21.6 Pozos y cajas de revisión

Los pozos de revisión facilitan el acceso al interior de las tuberías para realizar tareas de inspección, limpieza, mantenimiento y reparación y estarán ubicados en cada cambio de pendiente, dirección y en las intersecciones de los colectores.

7.6.21.7 Distancia máxima entre cada pozo

La distancia máxima entre los pozos de revisión está descrita en la siguiente tabla:

Tabla 19

Distancias máximas entre pozos de revisión.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Nota. Fuente: (INEN, 1992). Realizado por: Juan Omar Jarama Guambaña.

7.6.21.8 Diámetros de los pozos de revisión

El fondo de los pozos deberá contar con los canales correspondientes para asegurar que el flujo del agua a través del pozo no sufra interferencias hidráulicas. Del mismo modo, debe facilitar la entrada de un trabajador, y por ello existen diámetros sugeridos:

Tabla 20*Diámetros recomendados de pozos de revisión.*

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
Menor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

Nota. Fuente: (INEN, 1992). Realizado por: Alexander Jose Torres Añasco.

7.6.21.9 Pendiente a la rasante

Para calcular la pendiente rasante, se aplicó la siguiente ecuación:

$$S = \frac{Co - Cf}{L} * 100$$

Donde:

S = Pendiente de la rasante

Co = Cota inicial de la rasante

Cf = Cota final de la rasante

L = Longitud del tramo (m)

7.6.22 Diseño hidráulico

7.6.22.1 Ecuación de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad [m/s]

n = Coeficiente de rugosidad de Manning [-]

R_h = Radio hidráulico [m]

$s =$ pendiente [m/m]

7.6.22.2 Ecuación de Continuidad

$$Q = V * A$$

Donde:

$Q =$ Caudal [m^3/s]

$V =$ Velocidad [m/s]

$A =$ Área de la sección [m^2]

7.6.22.3 Sección Llena

Las ecuaciones aplicadas para determinar las propiedades geométricas de nuestra sección circular son:

a) Área:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

b) Perímetro:

$$p = \pi * D$$

c) Radio hidráulico:

$$R_h = \frac{D}{4}$$

d) Velocidad:

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{2}{3}}$$

7.6.22.4 Caudal a sección llena

Sin embargo, se puede calcular el caudal a sección llena (Q_o) de la siguiente forma:

$$Q_o = 1000 * 0.312 * \left(\frac{D}{1000}\right)^{\frac{3}{8}} * \frac{\left(\frac{s}{100}\right)^{0.5}}{n}$$

7.6.22.5 Sección Parcialmente Llena

Las ecuaciones aplicadas para determinar las propiedades geométricas de nuestra sección circular parcialmente llena son:

a) Ángulo Central:

$$\theta = 2 * \arccos \left(1 - \frac{2 * h}{D} \right)$$

b) Radio Hidráulico:

$$r_h = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{360 * \operatorname{sen}\theta}{2\pi\theta} \right)$$

c) Velocidad:

$$V = \frac{0.397 * D^{\frac{2}{3}}}{n} * \left(1 - \frac{360 * \operatorname{sen}\theta}{2\pi\theta} \right)^{\frac{5}{3}} * s^{\frac{1}{2}}$$

d) Caudal:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 * n * \left(2\pi\theta^{\frac{2}{3}} \right)} * (2\pi\theta - 360 * \operatorname{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} * s^{\frac{1}{2}}$$

7.6.23 Relación de tirantes, velocidades y caudales

7.6.23.1 Relación de tirantes:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} * \left(1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right)$$

7.6.23.2 Relación de velocidades:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \operatorname{sen}\theta}{2\pi\theta} \right)^{\frac{2}{3}}$$

7.6.23.3 Relaciones de caudales:

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\operatorname{sen}\theta}{2\pi} \right) * \left(1 - \frac{360 * \operatorname{sen}\theta}{2\pi\theta} \right)^{\frac{2}{3}}$$

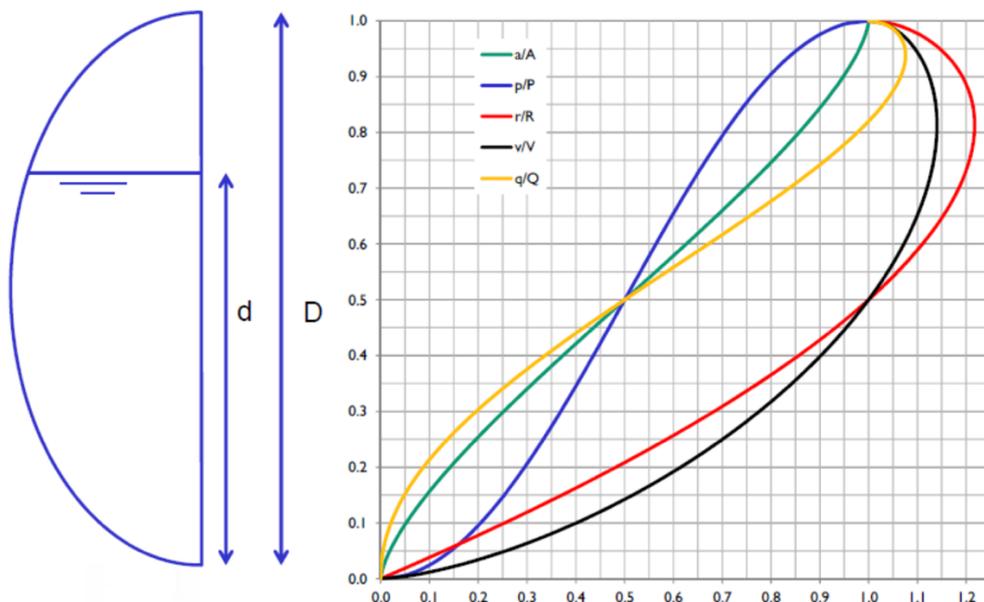
Donde:

D = Diámetro [m]

H = Tirante de agua [m]

Figure 23

Relaciones hidráulicas para sección circular llena y parcialmente llena.



Nota. Las relaciones para el diseño hidráulico del interceptor apoyadas por esta gráfica y por una hoja de Excel Auxiliar realizada en clases. Fuente: (Tapia, 2023).

7.6.24 Criterio de la tensión tractiva

$$\tau = s * R_h * g * \rho$$

Donde:

τ = Tensión tractiva media [Pa]

ρ = Densidad del agua [kg/m^3]

g = Aceleración de la gravedad [m/s^2]

R_h = Radio hidráulico [m]

s = Pendiente del tramo de tubería [m/m]

7.6.24.1 Tensión Tractiva Recomendada

Se recomienda que el valor de la tensión mínima de arrastre sea lo suficiente para el transporte del 90% y el 95% del material granular estimado que ingresa al interceptor sanitario. Cada tramo de alcantarillado debe ser evaluado según el criterio de la tensión tractiva media, con un valor mínimo de $\tau \geq 1.0 \text{ N/m}^2$ ($0.10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$) (Tapia, 2023).

VIII. RESULTADOS

En base al diseño hidráulico, se garantizó el funcionamiento correcto de un interceptor en consideración del Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, la Empresa Pública de Medellín (EPM) y de la EMAAP, garantizando lo que son pendientes, alturas mínimas, diámetros, velocidad, etc. Dándonos como resultado la estructura de un interceptor de 5.6 km de tuberías de diámetro exterior de 280 mm y diámetros interiores de 250 mm con un total de 100 pozos ubicados estratégicamente para asegurar el correcto funcionamiento y mantenimiento de este.

Es relevante mencionar que estamos con 11 pozos especiales, debido a que ETAPA EP trabaja con un diámetro interior mínimo de 250 mm para interceptores y estamos trabajando con caudales bajos y para poder mantener las velocidades mínimas, se tiene que aumentar pendientes con el fin de mantener a su vez las relaciones hidráulicas. Cabe mencionar que, se realizaron varios trazados preliminares antes del resultado final, esto con el fin de encontrar la ruta óptima en cuanto a pendientes, terrenos accesibles, usos del suelo y respetando los límites prediales.

Para el diseño de este interceptor se ha implementado una estrategia que minimizará la invasión a terrenos privados, y a su vez evitará la colisión con estructuras preexistentes durante la ejecución de obra. Además, se ha considerado la importancia de evitar conflictos sociales y políticos con los residentes, asegurando así, la factibilidad a la hora de construir el interceptor.

Después de un análisis de los precios unitarios, se concluye que el proyecto final estaría evaluado en un presupuesto referencial de aproximadamente \$ 2.3 millones de dólares hasta la fecha de julio de 2024. Luego de haber realizado un análisis hidráulico del interceptor, se ve la necesidad de la existencia de esta estructura que pueda conducir los caudales sanitarios del área hasta la planta de tratamiento, en lugar de una descarga directa al río.

8.1 Sostenibilidad a largo plazo

El proyecto de alcantarillado para las comunidades de Macas Quingeo Centro y Cochapamba se muestra altamente viable a largo plazo, ya que la implementación de este sistema aliviará los problemas de contaminación del agua, mejorando la salud pública y favoreciendo el desarrollo sostenible de la región. Diseñado para manejar caudales de más de 20 litros por segundo, el uso de un colector para aguas residuales está plenamente justificado.

Este proyecto también puede extenderse a otras áreas que necesiten conducir alcantarillado a su debido tratamiento. Los caudales de 20 l/s demuestran la existencia de una cantidad considerable de aguas residuales no tratadas correctamente, lo cual subraya la necesidad de este sistema de alcantarillado. A largo plazo, se espera que, al proporcionar servicios básicos como el alcantarillado y el agua potable, se incentive el regreso de la población a estas comunidades, contribuyendo a un desarrollo más equilibrado y evitando la congestión en áreas urbanas. En resumen, el proyecto no solo mejorará la calidad de vida actual, sino que también garantizará un crecimiento demográfico saludable y sostenible en el futuro.

IX. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		Excavación y Soporte Zanjas				305452.00
1.1	559001	Excavación mecánica con retroexcavadora, zanja (0-2) m, material sin clasificar	m3	11200	3.31	37072.00
1.2	559013	Excavación mecánica con retroexcavadora, profundidad (2-4) m, material sin clasificar	m3	11200	4.15	46480.00
1.3	556006	Entibado incluye retiro, suministro y colocación	m2	14000	15.85	221900.00
2		Construcción Pozos				83840.16
2.1	5AE009	Pozo de revisión prefabricado h= (1.50-2) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	5	407.83	2039.15
2.2	5AE010	Pozo de revisión prefabricado h= (2-2.50) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	9	479.70	4317.30
2.3	5AE011	Pozo de revisión prefabricado h= (2.50-3) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	9	587.42	5286.78
2.4	5AE012	Pozo de revisión prefabricado h= (3-3.50) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	7	678.53	4749.71
2.5	5AE013	Pozo de revisión prefabricado h= (3.50-4) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	9	782.92	7046.28
2.6	5AE014	Pozo de revisión prefabricado h= (4-<5) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	50	986.14	49307.00
2.7	5AE015	Pozo de revisión prefabricado h= (5-<7) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación	u	11	1008.54	11093.94
3		Colocación Tubería				472169.46
3.1	5AL022	Relleno con arena, cama de arena para tuberías	m3	2240	34.64	77593.60
3.2	5BD004	Tubería pvc para alcantarillado U/E d= 315mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	7000	33.47	234290.00
3.3	5AE027	Empate a pozo con mortero 1:3	u	360	21.98	7912.80
3.4	5AL024	Relleno compactado, 50% material del sitio, 50% mejoramiento	m3	6174	9.79	60443.46
3.5	5AL004	Relleno compactado con material de mejoramiento en zanjas	m3	2240	41.04	91929.60
4		Movimiento Tierras				1037406.72
4.1	5B3001	Transporte de material de excavacion, sobreacarreo, carga y descarga	m3/km	11746	88.32	1037406.72
5		Paso Subfluvial				13573.90
5.1	569001	Hormigón simple f'c= 300kg/cm2 bombeado, elaboración y vertido	m3	30	165.18	4955.40
5.2	593002	Muro de gaviones, incluye malla para gavión y piedra, suministro e instalación	m3	60	114.49	6869.40
5.3	5BD004	Tubería pvc para alcantarillado U/E d= 315mm serie 5, tipo B, suministro e instalación	m	20	33.47	669.40
5.4	549001	Desvío cauce con canalón de madera	m	30	31.84	955.20
5.5	559013	Excavación mecánica con retroexcavadora, profundidad (2-4) m, material sin clasificar	m3	30	4.15	124.50
SUBTOTAL						1912442.24
IVA					15%	286866.34
TOTAL						2199308.58

Son: DOS MILLONES CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL TRES CIENTOS OCHO CON 58/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

X. CONCLUSIONES

El proyecto de diseño del interceptor sanitario para las comunidades de Macas, Quingeo Centro y Cochapamba se desarrolló siguiendo rigurosamente las normativas y criterios de diseño establecidos por ETAPA EP. Durante el proceso de diseño, se ha garantizado el cumplimiento de las pendientes mínimas y máximas necesarias para asegurar un flujo adecuado de las aguas residuales, evitando problemas de estancamiento y asegurando una autolimpieza eficiente del sistema. Se han utilizado recubrimientos protectores en las tuberías subfluviales para prevenir la corrosión y garantizar la durabilidad de las instalaciones. Además, la modernización y ampliación de las plantas de tratamiento aseguran la correcta eliminación de contaminantes, cumpliendo con los estándares ambientales y protegiendo el ecosistema local.

El sistema de monitoreo continuo implementado permite detectar y solucionar fallas de manera temprana, manteniendo la operatividad del sistema en óptimas condiciones. La participación comunitaria y los programas educativos han fomentado prácticas sostenibles, asegurando la colaboración de la población en el mantenimiento del sistema.

En resumen, el diseño del interceptor sanitario no solo cumple con los requisitos técnicos y normativos, sino que también mejora significativamente la calidad de vida de los habitantes, protege el ecosistema y promueve un desarrollo urbano sostenible en la región de Quingeo.

XI. RECOMENDACIONES

De ser posible, pedir al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), la información actual del área de estudio, ya que puede servir para adaptarse al contorno como el uso de estudios anteriores. Del mismo modo, respetar el diseño planeado, puesto que este se ha realizado siguiendo las normativas vigentes.

Se deberá considerar el crecimiento poblacional para asegurar su capacidad y eficiencia a largo plazo. Así también, se puede ampliar las plantas de tratamiento existentes para asegurar la eliminación de contaminantes.

Por otro lado, para una correcta ejecución de obra se necesita un equipo capacitado en seguir las instrucciones con el fin de seguir el diseño planteado y evitar inconvenientes.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, J., Carranza, J., & González, I. (2012). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, AGUAS LLUVIAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN ISIDRO, DEPARTAMENTO DE CABAÑAS. [Universidad de El Salvador]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35215895/DISENO_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLADO_SANITARIO_AGUAS_LLUVIAS_Y_PLANTA_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RE-libre.pdf?1414443584=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLADO_SAN.pdf&Expires=1711245845&Signature=QldNI79Fk-2oagNsBrUpvy93RdFI8X~m-N3eRKEMvcwOt3roPb0ornIUaXCxcd3Yaww3PbWCgffb4OgxeyAYMcaUZ8r7c1hZQwzeNkTxMdP2UayMx8smw02oRpHbOmUGs9WLJNznR8GsL~9urIcNMIhLoNX4iulr97Z6zfRLK-ow9D6oScELM3TmCS~xS8fojA-bnn5xvt~TQqqCOTpPNMd017MutjmgH1qBKFAKNfvto7dScZO0kae8y30fSGeJn10hIhDfgwHyXJv4apNFcU2TAOf-TsD5Sx9Q5Mr2FTbbvrnScYgASz0Nn1WmzC4KWPqUDQQcOPb65QGHHSJ6Q__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Andrade, V. (2010). DISEÑO FINAL DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA LA CIUDAD DE CUENCA - II ETAPA. https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/convocatoria_saymirin_interceptorxiii/INTECEPTOR%20XII_pasos%20SUBPLUVIAL.pdf
- Colaboradores de Wikipedia. (2024, January 10). Quingeo (parroquia de Cuenca).
- Cumbal, R. (2013). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario proyectado a 30 años para la Parroquia de Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2073/1/T-UIDE-1198.pdf>
- DSP Analytic. (2023, March 27). ¿Qué es el RTK y cómo funciona? https://dsanalytic.com/inspeccion-aerea/inspeccion_rtk/
- EMAAP. (2009). NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q. 27–48.
- EPM. (2009). Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. 5_85-5_97.
- EPM. (2013). Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. 5_63-5_74.
- EQUIPO CONSULTOR. (2019). ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA QUINGEO PARROQUIA QUINGEO CANTÓN AZUAY VICEPRESIDENTA: VOCALES PRINCIPALES.
- INEN. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. 181–198. www.pdfactory.com
- INEN. (1997). CPE INEN 5: CÓDIGO DE PRÁCTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. 18–19. <https://doi.org/10.07-610>

- LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. (2014). LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. 13–14. www.lexis.com.ec
- Ministerio de Salud Pública. (2021). Enfermedades transmitidas por agua o alimentos . <https://www.salud.gob.ec/enfermedades-transmitidas-por-agua-o-alimentos/>
- Ospina, D. (1981). MODELOS MATAMÁTICOS ELEMENTALES EN PROYECCIONES DE POBLACIÓN. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/24168/9803-17385-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peña, D., & Laloum, X. (2018). Recomendaciones para el diseño de cruces subfluviales para acueducto.
- Pérez, R. (2013). Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras (Vol. 1). https://www.academia.edu/44942566/Diseño_y_Construcciones_de_Alcantarillados_Sanitario_Pluvial_y_Drenaje_en_Carreteras_Rafael_Pérez_Carmona
- Pesántez, C., & Rodas, L. (2024). Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de Antaño y Cachiloma del cantón Girón en la provincia del Azuay. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26893>
- Proaño, G. R. (2023). Diseño del alcantarillado pluvial para la ciudadela Valle Hermoso de la ciudad de Portoviejo [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6120/1/Proaño%20Cuenca%20Guido%20Rafael.pdf>
- Rojas, R. (2002). GETIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.
- Sánchez, A. (1995). Proyecto de sistemas de alcantarillado [Instituto Politécnico Nacional]. https://www.academia.edu/37204111/Proyecto_de_sistemas_de_alcantarillado_araceli_sanchez_segura_ipndocx
- Tapia, J. (2023). INFORMACIÓN TÉCNICA: AMPLIACIÓN AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, SECTOR EL PEDREGAL – PARROQUIA SAYAUSÍ.
- UNESCO. (2017). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso no explotado. *A Latin American Journal of Applied Economics*, 8(18), 137–138. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>
- Valdivieso, A. (2021, March 4). ¿Qué es un caudal? <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal>
- Wolf, P., & Ghilani, C. (2015). Topografía. In *Alfaomega* (14th ed.). https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=g7F1EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=topografia&ots=jSuJ2M56f2&sig=vV7kCDuRwo_NsooZ4FVBfQDjt6s#v=onepage&q&f=false

XIII. ANEXOS

Anexo A

Colocación de antena RTK



Anexo B

Cambio de batería en pleno vuelo



Anexo C

Encendido de Drone Matrice 350 RTK



Anexo D

PTAR en Macas



Anexo E

Apagado del Drone Matrice 350 RTK



Anexo F

Datos iniciales para el cálculo de caudal en Macas

Calculo Caudal Inicial por Parte de Macas		
DATOS		
Poblacion	860	hab
Area Total	25.60	ha
Dotacion	150	L/hab/dia
n Manning	0.011	[-]
Caudal de aguas domiciliarias		
$Qd = \frac{Dneta + D + Ard + R}{86400}$		
Coefficiente de Retorno		
Sistema	Alto	
R	0.8	COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS RESIDUALES
Hmin	1.5	m
Caudales		
Qm	1.49	L/s
Qmd	1.19	L/s
Qd	0.0467	L/s/ha
Caudal Industrial		
QI	0	L/s
Caudal Comercial		
QC	0	L/s
Caudal institucional		
QIN	0	L/s
Caudal medio diario de aguas residuales		
QmD	1.19	L/s
Poblaciones menores a 1000 hab		
Babbit Menor a mil Habitantes		
K	1.294405394	
QMH20	0.06039435	L/s/ha
Caudal de conexiones erradas		
QCE	1	3.84 L/s/ha
Caudal de infiltracion		
QINF	0.3	1.152 L/s/ha

Nota. Cálculos realizados con las fórmulas proporcionadas por ETAPA EP

Anexo G

Datos iniciales para el cálculo de caudal en zona de proyecto

Calculo Caudal de la zona de Proyecto		
DATOS		
Poblacion	1833	hab
Área Total	497.21	ha
Dotacion	150	L/hab/dia
n Manning	0.011	[-]
Caudal de aguas domiciliarias		
$Qd = \frac{Dneta + D * Ard + R}{86400}$		
Coefficiente de Retorno		
Sistema	Alto	COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS RESIDUALES
R	0.8	
Hmin	1.5	m
Caudales		
Qm	3.18	L/s
Qmd	2.55	L/s
Qd	0.0051	L/s/ha
Caudal Industrial		
QI	0	L/s
Caudal Comercial		
QC	0	L/s
Caudal institucional		
QIN	0	L/s
Caudal medio diario de aguas residuales		
QmD	2.55	L/s
Coefficientes de conexiones erradas		
QCE	1	L/s/ha
Coefficiente de infiltracion		
QINF	0.3	L/s/ha
K	2.080452018	
QMH20	0.01065241	L/s/ha

Área de Aporte =	4972119	Eje Vertical (Valor) T	
	497.2119	ha	
Densidad =	3.687	hab/ha	

Densidad	3.687	Hab/Ha	
Densidad	4	Hab/Vivienda	Quingeo

Area de QUINGEO	
QMh20	0.010653648 Hab/Ha/L

Area de MACAS	
QMh20	0.007191141
	4.472889751
	9.464889751
	Q domestico de Aporte de Macas
	caudal final (Qmd+Qc+Qj)

Caudal	9.46	Macas
--------	------	-------

Viviendas 405

Ha/Vivi 1.227679012

Hab 1 Hab Vivienda	Hab*Vivienda Hab*1
-----------------------------	-----------------------

Anexo H

Cálculo de caudales de aporte

Tramo	Pozos		Áreas Tributarias (ha)		Área al 30% de las casas	Población	VIVIENDAS	QMH20	QCE	QINF	Qmd		Qd + Q acumulado		Qdiseño final
	Inicial	Final	Parcial	Total							L/s	L/s	L/s	L/s	
1	1	2	2.07	2.07	0.9828	8	2	0.08	0.9828	0.29484	1.50	CUMPLE	10.96	10.96	
	2	4	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	10.96	10.96	
2	4	6	12.59	12.59	0.8203436	46	12	0.49	0.8203436	0.24610	1.56	CUMPLE	12.46	12.46	
	6	8	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	8	10	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	10	12	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	12	14	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	14	16	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	16	18	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	18	20	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	20	22	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	22	24	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	24	26	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	26	28	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	28	30	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	30	32	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	32	34	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	12.46	12.46	
	34	36	8.65	8.65	0.7458	32	8	0.34	0.7458	0.22374	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	36	38	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	38	40	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	40	42	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	42	44	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	44	46	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	46	48	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	48	50	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	50	52	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	52	54	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	54	56	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	56	58	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	58	60	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	60	62	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	62	64	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	13.96	12.46	
	64	66	14.26	14.26	0.98	53	13	0.56	0.98	0.29400	1.83	CUMPLE	15.46	12.46	
	66	68	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	68	70	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	70	72	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	72	74	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	74	76	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	76	78	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	15.46	12.46	
	63	80		0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	16.96	16.96	
	80	82	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	16.96	16.96	
	82	84	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00000	1.50	CUMPLE	16.96	16.96	

Anexo I

Cálculo de pendientes

Qmd		Qd + Q acumulado	Qdiseño final	Longitud	S rasante	S asumida	Diametro calculado		Diametro comercial	
L/s	Qd30 min=1.5 lts/s	L/s	L/s	m	%	%	mm	pulg	m	pulg
1.50	CUMPLE	10.96	10.96	50.65	1.5%	1.6%	115.42	4.54	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	10.96	10.96	23.91	1.1%	1.7%	122.33	4.82	0.25	0.01
1.56	CUMPLE	12.46	12.46	36.06	1.4%	2.0%	122.68	4.83	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	49.202	1.5%	1.2%	121.10	4.77	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	56.978	1.6%	1.2%	119.65	4.71	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	21.377	1.4%	1.2%	122.68	4.83	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	66.8	1.3%	1.2%	124.40	4.90	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	34.578	1.3%	1.2%	124.40	4.90	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	67.781	2.0%	1.2%	114.74	4.52	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	29.653	1.0%	1.2%	130.67	5.14	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	49.481	0.9%	1.2%	133.28	5.25	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	50.645	0.6%	1.2%	143.80	5.66	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	35.923	0.5%	1.2%	148.81	5.86	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	48.54	0.5%	1.2%	148.81	5.86	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	83.747	0.5%	1.2%	148.81	5.86	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	29.886	0.6%	1.2%	143.80	5.66	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	12.46	12.46	8.29	0.8%	1.2%	136.25	5.36	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	43.946	0.6%	1.2%	143.80	5.66	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	29.646	1.5%	1.2%	121.10	4.77	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	21.064	1.0%	1.2%	130.67	5.14	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	26.249	1.10%	1.2%	128.36	5.05	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	19.268	0.80%	1.2%	136.25	5.36	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	12.537	0.50%	1.2%	148.81	5.86	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	45.831	0.70%	1.2%	139.71	5.50	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	14.652	0.80%	1.2%	136.25	5.36	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	19.193	1%	1.2%	130.67	5.14	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	20.852	0.90%	1.2%	133.28	5.25	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	19.835	1.10%	1.2%	128.36	5.05	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	58.11	1.20%	1.2%	126.28	4.97	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	14.287	1.20%	1.2%	126.28	4.97	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	38.23	1.30%	1.2%	124.40	4.90	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	13.96	12.46	31.961	1.90%	0.6%	115.85	4.56	0.25	0.01
1.83	CUMPLE	15.46	12.46	47.511	1.20%	1.2%	126.28	4.97	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	76.838	0.80%	1.1%	136.25	5.36	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	47.139	1.40%	1.2%	122.68	4.83	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	74.562	1%	1.2%	130.67	5.14	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	45.783	0.80%	1.2%	136.25	5.36	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	33.41	0.68%	1.2%	140.47	5.53	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	15.46	12.46	75.61	0.50%	1.2%	148.81	5.86	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	16.96	16.96	51.94	0.5%	1.2%	167.04	6.58	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	16.96	16.96	90.408	0.50%	1.2%	167.04	6.58	0.25	0.01
1.50	CUMPLE	16.96	16.96	88.54	0.50%	1.2%	167.04	6.58	0.25	0.01

Nota. Pendientes, diámetros y velocidades

Anexo J

Relaciones hidráulicas

Qo	Vo	Vmin	Qdis/Q	Comprobación Q/Qo <1	Y/D	V/Vo	D/Ø	RADIO HIDRÁULICO Rh (m)	ESFUERZO CORTANTE τ	PESO ESPECIFICO DEL AGUA	COMPROBACIÓN DE $\tau \geq 0.1$	V	Vmin	Vmax
L/s	m/s	m/s	-		-	-	-	(m)	(kg/m ²)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	m/s		
88.90	0.91	Cumple	0.12	Cumple	0.17	0.55	2.17	0.24	3.58	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple
91.63	0.95	Cumple	0.12	Cumple	0.16	0.54	2.04	0.24	2.62	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple
99.39	1.06	Cumple	0.13	Cumple	0.17	0.55	2.04	0.24	3.34	1000	Cumple	0.58	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.06	0.21	3.18	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.09	0.21	3.39	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.04	0.21	2.96	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.01	0.21	2.75	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.01	0.21	2.75	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	2.18	0.21	4.23	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.91	0.21	2.12	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.88	0.21	1.91	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.74	0.21	1.27	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.68	0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.68	0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.68	0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.74	0.21	1.27	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.16	Cumple	0.20	0.62	1.83	0.21	1.69	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.74	0.21	1.24	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	2.06	0.21	3.09	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.91	0.21	2.06	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.95	0.21	2.27	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.83	0.21	1.65	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.68	0.21	1.03	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.79	0.21	1.44	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.83	0.21	1.65	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.91	0.21	2.06	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.88	0.21	1.86	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.95	0.21	2.27	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.98	0.21	2.47	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	1.98	0.21	2.47	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.18	Cumple	0.22	0.64	2.01	0.21	2.68	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
56.22	0.49	Cumple	0.25	Cumple	0.27	0.72	2.16	0.18	3.49	1000	Cumple	0.36	Cumple	Cumple
76.67	0.75	Cumple	0.20	Cumple	0.23	0.67	1.98	0.20	2.36	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple
73.37	0.70	Cumple	0.21	Cumple	0.24	0.68	1.83	0.19	1.53	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple
75.69	0.73	Cumple	0.20	Cumple	0.24	0.68	2.04	0.20	2.75	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple
78.26	0.77	Cumple	0.20	Cumple	0.23	0.67	1.91	0.20	1.96	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple
76.02	0.74	Cumple	0.20	Cumple	0.24	0.68	1.83	0.20	1.57	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple
76.34	0.74	Cumple	0.20	Cumple	0.24	0.68	1.78	0.20	1.33	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple
78.26	0.77	Cumple	0.20	Cumple	0.23	0.67	1.68	0.20	0.98	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple
76.99	0.75	Cumple	0.22	Cumple	0.25	0.69	1.50	0.19	0.96	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple
77.31	0.75	Cumple	0.22	Cumple	0.25	0.69	1.50	0.19	0.96	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple
76.34	0.74	Cumple	0.22	Cumple	0.25	0.70	1.50	0.19	0.94	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple

Nota. Velocidad máxima y mínima comprobados

Anexo K

Cálculo de tensión tractiva

RADIO HIDRÁULICO Rh (m)	ESFUERZO CORTANTE τ (kg/m ²)	PESO ESPECIFICO DEL AGUA (kg/m ³)	COMPROBACIÓN DE $\tau \geq 0.1$ (kg/m ²)	V (m/s)	Vmin	Vmax	V ² /2g (m)	y (m)	E especifica (m)	Profundidad hidraulica (m)	Froude (-)	Regimen (-)
0.24	3.58	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple	0.01	0.04125	0.05	0.08	0.57	Subcritico
0.24	2.62	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple	0.01	0.04	0.05	0.08	0.56	Subcritico
0.24	3.34	1000	Cumple	0.58	Cumple	Cumple	0.02	0.04125	0.06	0.08	0.64	Subcritico
0.21	3.18	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.52	Subcritico
0.21	3.39	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.52	Subcritico
0.21	2.96	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.51	Subcritico
0.21	2.75	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.51	Subcritico
0.21	2.75	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.51	Subcritico
0.21	4.23	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.08	0.53	Subcritico
0.21	2.12	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.09	0.50	Subcritico
0.21	1.91	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.09	0.49	Subcritico
0.21	1.27	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.10	0.47	Subcritico
0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.10	0.47	Subcritico
0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.10	0.47	Subcritico
0.21	1.06	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.10	0.47	Subcritico
0.21	1.27	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.10	0.47	Subcritico
0.21	1.69	1000	Cumple	0.46	Cumple	Cumple	0.01	0.05	0.06	0.09	0.49	Subcritico
0.21	1.24	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.10	0.49	Subcritico
0.21	3.09	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.08	0.54	Subcritico
0.21	2.06	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.52	Subcritico
0.21	2.27	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.52	Subcritico
0.21	1.65	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.51	Subcritico
0.21	1.03	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.10	0.49	Subcritico
0.21	1.44	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.50	Subcritico
0.21	1.65	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.51	Subcritico
0.21	2.06	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.52	Subcritico
0.21	1.86	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.51	Subcritico
0.21	2.27	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.52	Subcritico
0.21	2.47	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.53	Subcritico
0.21	2.47	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.09	0.53	Subcritico
0.21	2.68	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.05375	0.07	0.08	0.53	Subcritico
0.18	3.49	1000	Cumple	0.36	Cumple	Cumple	0.01	0.06625	0.07	0.08	0.41	Subcritico
0.20	2.36	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple	0.01	0.0575	0.07	0.09	0.55	Subcritico
0.19	1.53	1000	Cumple	0.48	Cumple	Cumple	0.01	0.06	0.07	0.09	0.51	Subcritico
0.20	2.75	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple	0.01	0.05875	0.07	0.08	0.55	Subcritico
0.20	1.96	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple	0.01	0.0575	0.07	0.09	0.55	Subcritico
0.20	1.57	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple	0.01	0.05875	0.07	0.09	0.53	Subcritico
0.20	1.33	1000	Cumple	0.50	Cumple	Cumple	0.01	0.05875	0.07	0.09	0.52	Subcritico
0.20	0.98	1000	Cumple	0.51	Cumple	Cumple	0.01	0.0575	0.07	0.10	0.52	Subcritico
0.19	0.96	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple	0.01	0.06125	0.08	0.11	0.49	Subcritico
0.19	0.96	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple	0.01	0.06125	0.08	0.11	0.50	Subcritico
0.19	0.94	1000	Cumple	0.52	Cumple	Cumple	0.01	0.0625	0.08	0.11	0.49	Subcritico

Nota. Se comprueba que nuestra tensión tractiva si cumple

Anexo L

Cotas de los pozos

COTA RASANTE		COTA CLAVE		COTA BATEA		COTA FONDO		H		Cota de la línea de Energía	
Aguas Arriba	Aguas Abajo	Inicio	Fin								
2743.98	2744.06	2742.48	2741.6696	2742.23	2741.4196	2742.55	2741.80	1.43	2.26	2742.28	2741.47
2744.06	2744	2742.56	2742.153581	2742.31	2741.903581	2741.80	2741.43	2.26	2.57	2742.36	2741.96
2744	2743	2742.5	2741.7788	2742.25	2741.5288	2741.43	2740.72	2.57	2.28	2742.31	2741.59
2743	2743	2741.5	2740.909576	2741.25	2740.659576	2740.72	2740.13	2.28	2.87	2741.31	2740.72
2743	2742	2741.5	2740.816264	2741.25	2740.566264	2740.13	2739.44	2.87	2.56	2741.31	2740.63
2742	2742	2740.5	2740.243476	2740.25	2739.993476	2739.44	2739.19	2.56	2.81	2740.31	2740.05
2742	2741	2740.5	2739.6984	2740.25	2739.4484	2739.19	2738.39	2.81	2.61	2740.31	2739.51
2741	2741	2739.5	2739.085064	2739.25	2738.835064	2738.39	2737.97	2.61	3.03	2739.31	2738.90
2741	2741	2739.5	2738.686628	2739.25	2738.436628	2737.97	2737.16	3.03	3.84	2739.31	2738.50
2741	2740	2739.5	2739.144164	2739.25	2738.894164	2737.16	2736.80	3.84	3.20	2739.31	2738.96
2740	2739	2738.5	2737.906228	2738.25	2737.656228	2736.80	2736.21	3.20	2.79	2738.31	2737.72
2739	2740	2737.5	2736.89226	2737.25	2736.64226	2736.21	2735.60	2.79	4.40	2737.31	2736.70
2740	2739	2738.5	2738.068924	2738.25	2737.818924	2735.60	2735.17	4.40	3.83	2738.31	2737.88
2739	2738.98	2737.5	2736.91752	2737.25	2736.66752	2735.17	2734.59	3.83	4.39	2737.31	2736.73
2738.98	2738	2737.48	2736.475036	2737.23	2736.225036	2734.59	2733.58	4.39	4.42	2737.29	2736.29
2738	2737	2736.5	2736.141368	2736.25	2735.891368	2733.58	2733.22	4.42	3.78	2736.31	2735.95
2737	2737	2735.5	2735.40052	2735.25	2735.15052	2733.22	2732.74	3.78	4.26	2735.31	2735.21
2737	2737	2735.5	2734.972648	2735.25	2734.722648	2732.74	2732.26	4.26	4.74	2735.32	2734.79
2737	2736	2735.5	2735.144248	2735.25	2734.894248	2732.26	2731.90	4.74	4.10	2735.32	2734.96
2736	2736	2734.5	2734.247232	2734.25	2733.997232	2731.90	2731.80	4.10	4.20	2734.32	2734.06
2736	2736	2734.5	2734.185012	2734.25	2733.935012	2731.80	2731.28	4.20	4.72	2734.32	2734.00
2736	2735.11	2734.5	2734.268784	2734.25	2734.018784	2731.28	2730.92	4.72	4.19	2734.32	2734.08
2735.11	2735.63	2733.61	2733.459556	2733.36	2733.209556	2730.92	2730.60	4.19	5.03	2733.43	2733.28
2735.63	2735	2734.13	2733.580028	2733.88	2733.330028	2730.60	2730.35	5.03	4.65	2733.95	2733.40
2735	2735	2733.5	2733.324176	2733.25	2733.074176	2730.35	2730.12	4.65	4.88	2733.32	2733.14
2735	2735.03	2733.5	2733.269684	2733.25	2733.019684	2730.12	2729.97	4.88	5.06	2733.32	2733.09
2735.03	2734	2733.53	2733.279776	2733.28	2733.029776	2729.97	2729.42	5.06	4.58	2733.35	2733.10
2734	2734	2732.5	2732.26198	2732.25	2732.01198	2729.42	2729.25	4.58	4.75	2732.32	2732.08
2734	2734	2732.5	2731.80268	2732.25	2731.55268	2729.25	2729.02	4.75	4.98	2732.32	2731.62
2734	2733.84	2732.5	2732.328556	2732.25	2732.078556	2729.02	2728.77	4.98	5.07	2732.32	2732.14
2733.84	2733.65	2732.34	2731.88124	2732.09	2731.63124	2728.77	2728.53	5.07	5.12	2732.16	2731.70
2733.65	2733.14	2732.15	2731.94545	2731.9	2731.69545	2728.53	2728.16	5.12	4.98	2731.97	2731.77
2733.14	2733.08	2731.64	2731.074619	2731.39	2730.824619	2728.16	2727.59	4.98	5.49	2731.46	2730.89
2733.08	2733	2731.58	2730.742466	2731.33	2730.492466	2727.59	2727.57	5.49	5.43	2731.40	2730.56
2733	2731.98	2731.5	2730.953188	2731.25	2730.703188	2727.57	2727.20	5.43	4.78	2731.32	2730.77
2731.98	2731	2730.48	2729.555431	2730.23	2729.305431	2727.20	2726.61	4.78	4.39	2730.30	2729.38
2731	2730	2729.5	2728.964339	2729.25	2728.714339	2726.61	2725.71	4.39	4.29	2729.32	2728.79
2730	2728.9	2728.5	2728.105762	2728.25	2727.855762	2725.71	2725.15	4.29	3.75	2728.32	2727.93
2728.9	2730.38	2727.4	2726.462436	2727.15	2726.212436	2725.15	2724.04	3.75	6.34	2727.22	2726.28
2730.38	2729.35	2728.88	2728.25672	2728.63	2728.00672	2724.04	2723.03	6.34	6.32	2728.71	2728.08
2729.35	2728.24	2727.85	2726.756063	2727.6	2726.506063	2723.03	2721.95	6.32	6.29	2727.68	2726.58
2728.24	2727.56	2726.74	2725.695228	2726.49	2725.445228	2721.95	2720.98	6.29	6.58	2726.57	2725.52

Anexo M*Hoja de cálculo - Excel*



Tramo	Punto	Aves Tubificadas (t)	Aves de Agua		VIBRADOR	QMBE	QCE	QNF	Qnd	Q1 + Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q38	Q39	Q40	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q48	Q49	Q50	Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q57	Q58	Q59	Q60	Q61	Q62	Q63	Q64	Q65	Q66	Q67	Q68	Q69	Q70	Q71	Q72	Q73	Q74	Q75	Q76	Q77	Q78	Q79	Q80	Q81	Q82	Q83	Q84	Q85	Q86	Q87	Q88	Q89	Q90	Q91	Q92	Q93	Q94	Q95	Q96	Q97	Q98	Q99	Q100	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q113	Q114	Q115	Q116	Q117	Q118	Q119	Q120	Q121	Q122	Q123	Q124	Q125	Q126	Q127	Q128	Q129	Q130	Q131	Q132	Q133	Q134	Q135	Q136	Q137	Q138	Q139	Q140	Q141	Q142	Q143	Q144	Q145	Q146	Q147	Q148	Q149	Q150	Q151	Q152	Q153	Q154	Q155	Q156	Q157	Q158	Q159	Q160	Q161	Q162	Q163	Q164	Q165	Q166	Q167	Q168	Q169	Q170	Q171	Q172	Q173	Q174	Q175	Q176	Q177	Q178	Q179	Q180	Q181	Q182	Q183	Q184	Q185	Q186	Q187	Q188	Q189	Q190	Q191	Q192	Q193	Q194	Q195	Q196	Q197	Q198	Q199	Q200	Q201	Q202	Q203	Q204	Q205	Q206	Q207	Q208	Q209	Q210	Q211	Q212	Q213	Q214	Q215	Q216	Q217	Q218	Q219	Q220	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226	Q227	Q228	Q229	Q230	Q231	Q232	Q233	Q234	Q235	Q236	Q237	Q238	Q239	Q240	Q241	Q242	Q243	Q244	Q245	Q246	Q247	Q248	Q249	Q250	Q251	Q252	Q253	Q254	Q255	Q256	Q257	Q258	Q259	Q260	Q261	Q262	Q263	Q264	Q265	Q266	Q267	Q268	Q269	Q270	Q271	Q272	Q273	Q274	Q275	Q276	Q277	Q278	Q279	Q280	Q281	Q282	Q283	Q284	Q285	Q286	Q287	Q288	Q289	Q290	Q291	Q292	Q293	Q294	Q295	Q296	Q297	Q298	Q299	Q300	Q301	Q302	Q303	Q304	Q305	Q306	Q307	Q308	Q309	Q310	Q311	Q312	Q313	Q314	Q315	Q316	Q317	Q318	Q319	Q320	Q321	Q322	Q323	Q324	Q325	Q326	Q327	Q328	Q329	Q330	Q331	Q332	Q333	Q334	Q335	Q336	Q337	Q338	Q339	Q340	Q341	Q342	Q343	Q344	Q345	Q346	Q347	Q348	Q349	Q350	Q351	Q352	Q353	Q354	Q355	Q356	Q357	Q358	Q359	Q360	Q361	Q362	Q363	Q364	Q365	Q366	Q367	Q368	Q369	Q370	Q371	Q372	Q373	Q374	Q375	Q376	Q377	Q378	Q379	Q380	Q381	Q382	Q383	Q384	Q385	Q386	Q387	Q388	Q389	Q390	Q391	Q392	Q393	Q394	Q395	Q396	Q397	Q398	Q399	Q400	Q401	Q402	Q403	Q404	Q405	Q406	Q407	Q408	Q409	Q410	Q411	Q412	Q413	Q414	Q415	Q416	Q417	Q418	Q419	Q420	Q421	Q422	Q423	Q424	Q425	Q426	Q427	Q428	Q429	Q430	Q431	Q432	Q433	Q434	Q435	Q436	Q437	Q438	Q439	Q440	Q441	Q442	Q443	Q444	Q445	Q446	Q447	Q448	Q449	Q450	Q451	Q452	Q453	Q454	Q455	Q456	Q457	Q458	Q459	Q460	Q461	Q462	Q463	Q464	Q465	Q466	Q467	Q468	Q469	Q470	Q471	Q472	Q473	Q474	Q475	Q476	Q477	Q478	Q479	Q480	Q481	Q482	Q483	Q484	Q485	Q486	Q487	Q488	Q489	Q490	Q491	Q492	Q493	Q494	Q495	Q496	Q497	Q498	Q499	Q500	Q501	Q502	Q503	Q504	Q505	Q506	Q507	Q508	Q509	Q510	Q511	Q512	Q513	Q514	Q515	Q516	Q517	Q518	Q519	Q520	Q521	Q522	Q523	Q524	Q525	Q526	Q527	Q528	Q529	Q530	Q531	Q532	Q533	Q534	Q535	Q536	Q537	Q538	Q539	Q540	Q541	Q542	Q543	Q544	Q545	Q546	Q547	Q548	Q549	Q550	Q551	Q552	Q553	Q554	Q555	Q556	Q557	Q558	Q559	Q560	Q561	Q562	Q563	Q564	Q565	Q566	Q567	Q568	Q569	Q570	Q571	Q572	Q573	Q574	Q575	Q576	Q577	Q578	Q579	Q580	Q581	Q582	Q583	Q584	Q585	Q586	Q587	Q588	Q589	Q590	Q591	Q592	Q593	Q594	Q595	Q596	Q597	Q598	Q599	Q600	Q601	Q602	Q603	Q604	Q605	Q606	Q607	Q608	Q609	Q610	Q611	Q612	Q613	Q614	Q615	Q616	Q617	Q618	Q619	Q620	Q621	Q622	Q623	Q624	Q625	Q626	Q627	Q628	Q629	Q630	Q631	Q632	Q633	Q634	Q635	Q636	Q637	Q638	Q639	Q640	Q641	Q642	Q643	Q644	Q645	Q646	Q647	Q648	Q649	Q650	Q651	Q652	Q653	Q654	Q655	Q656	Q657	Q658	Q659	Q660	Q661	Q662	Q663	Q664	Q665	Q666	Q667	Q668	Q669	Q670	Q671	Q672	Q673	Q674	Q675	Q676	Q677	Q678	Q679	Q680	Q681	Q682	Q683	Q684	Q685	Q686	Q687	Q688	Q689	Q690	Q691	Q692	Q693	Q694	Q695	Q696	Q697	Q698	Q699	Q700	Q701	Q702	Q703	Q704	Q705	Q706	Q707	Q708	Q709	Q710	Q711	Q712	Q713	Q714	Q715	Q716	Q717	Q718	Q719	Q720	Q721	Q722	Q723	Q724	Q725	Q726	Q727	Q728	Q729	Q730	Q731	Q732	Q733	Q734	Q735	Q736	Q737	Q738	Q739	Q740	Q741	Q742	Q743	Q744	Q745	Q746	Q747	Q748	Q749	Q750	Q751	Q752	Q753	Q754	Q755	Q756	Q757	Q758	Q759	Q760	Q761	Q762	Q763	Q764	Q765	Q766	Q767	Q768	Q769	Q770	Q771	Q772	Q773	Q774	Q775	Q776	Q777	Q778	Q779	Q780	Q781	Q782	Q783	Q784	Q785	Q786	Q787	Q788	Q789	Q790	Q791	Q792	Q793	Q794	Q795	Q796	Q797	Q798	Q799	Q800	Q801	Q802	Q803	Q804	Q805	Q806	Q807	Q808	Q809	Q810	Q811	Q812	Q813	Q814	Q815	Q816	Q817	Q818	Q819	Q820	Q821	Q822	Q823	Q824	Q825	Q826	Q827	Q828	Q829	Q830	Q831	Q832	Q833	Q834	Q835	Q836	Q837	Q838	Q839	Q840	Q841	Q842	Q843	Q844	Q845	Q846	Q847	Q848	Q849	Q850	Q851	Q852	Q853	Q854	Q855	Q856	Q857	Q858	Q859	Q860	Q861	Q862	Q863	Q864	Q865	Q866	Q867	Q868	Q869	Q870	Q871	Q872	Q873	Q874	Q875	Q876	Q877	Q878	Q879	Q880	Q881	Q882	Q883	Q884	Q885	Q886	Q887	Q888	Q889	Q890	Q891	Q892	Q893	Q894	Q895	Q896	Q897	Q898	Q899	Q900	Q901	Q902	Q903	Q904	Q905	Q906	Q907	Q908	Q909	Q910	Q911	Q912	Q913	Q914	Q915	Q916	Q917	Q918	Q919	Q920	Q921	Q922	Q923	Q924	Q925	Q926	Q927	Q928	Q929	Q930	Q931	Q932	Q933	Q934	Q935	Q936	Q937	Q938	Q939	Q940	Q941	Q942	Q943	Q944	Q945	Q946	Q947
-------	-------	----------------------	--------------	--	----------	------	-----	-----	-----	---------	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Anexo N

Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 21

RUBRO: Replanteo y nivelación para red de alcantarillado

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.02			0.02
Equipo de topografía (teodolito, tripode, altímetro, nivel, brújula, cinta, mira)	1	4	4	0.03333	0.13
SUBTOTAL M					0.15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	0.03333	0.14
Topógrafo	1	4.65	4.65	0.03333	0.15
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.03333	0.02
SUBTOTAL N					0.31
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Clavo multiuso con cabeza l= 1 1/4in, d= 16mm	kg	0.03	1.95	0.06	
Tabla dura de encofrado 0.30m	u	0.1	2.58	0.26	
Tira de eucalipto (4x5) cm	m	0.06	0.95	0.06	
SUBTOTAL O					0.38
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.17
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.01
VALOR OFERTADO					1.01

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 21

RUBRO: Excavación mecánica con retroexcavadora, zanja (0-2) m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora, potencia bruta 57.40kW	1	21.18	21.18	0.08	1.69
SUBTOTAL M					1.69
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	0.08	0.66
Operador de Retroexcavadora	1	4.65	4.65	0.08	0.37
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.08	0.04
SUBTOTAL N					1.07
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.55
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.31
VALOR OFERTADO					3.31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 21

RUBRO: Excavación mecánica con retroexcavadora, zanja (2-4) m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora, potencia bruta 57.40kW	1	21.18	21.18	0.085	1.8
SUBTOTAL M					1.8
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	0.085	0.7
Operador de Retroexcavadora	1	4.65	4.65	0.085	0.4
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.085	0.04
SUBTOTAL N					1.14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.59
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.53
VALOR OFERTADO					3.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 21

RUBRO: Entibado incluye retiro, suministro y colocación

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.31			0.31
SUBTOTAL M					0.31
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	0.7	2.9
Albañil	1	4.19	4.19	0.7	2.93
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.7	0.33
SUBTOTAL N					6.16
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pingos de eucalipto (4-7) m	m	2.2	1.1	2.42	
Clavo multiuso con cabeza l= 1 1/4in, d= 16mm	kg	0.1	1.95	0.2	
Tabla dura de encofrado 0.30m	u	1.6	2.58	4.13	
SUBTOTAL O					6.75
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.22
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					2.64
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.86
VALOR OFERTADO					15.86

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (1.50-2) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.63333	4.9
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.06			1.06
SUBTOTAL M					5.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.63333	13.52
Albañil	1	4.19	4.19	1.63333	6.84
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.63333	0.76
SUBTOTAL N					21.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.735	82.99	61	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	12.8	1.41	18.05	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.1	116.87	11.69	
SUBTOTAL O					315.83
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					342.91
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					68.58
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					411.49
VALOR OFERTADO					411.49

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (2-2.50) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.63333	4.9
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.06			1.06
SUBTOTAL M					5.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.63333	13.52
Albañil	1	4.19	4.19	1.63333	6.84
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.63333	0.76
SUBTOTAL N					21.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	1.029	82.99	85.4	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	12.8	1.41	18.05	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	2	30.46	60.92	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.15	116.87	17.53	
SUBTOTAL O					376.53
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					403.61
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					80.72
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					484.33
VALOR OFERTADO					484.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (2.50-3) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.66667	5
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.08			1.08
SUBTOTAL M					6.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.66667	13.8
Albañil	1	4.19	4.19	1.66667	6.98
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.66667	0.78
SUBTOTAL N					21.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.931	82.99	77.26	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	12.8	1.41	18.05	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	5	30.46	152.3	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.2	116.87	23.37	
SUBTOTAL O					465.61
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					493.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					98.65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					591.9
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					591.9

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (3-3.50) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.75	5.25
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.13			1.13
SUBTOTAL M					6.38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.75	14.49
Albañil	1	4.19	4.19	1.75	7.33
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.75	0.81
SUBTOTAL N					22.63
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	1.029	82.99	85.4	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	12.8	1.41	18.05	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	7	30.46	213.22	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.25	116.87	29.22	
SUBTOTAL O					540.52
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					569.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					113.91
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					683.44
VALOR OFERTADO					683.44

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (3.50-4) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.61667	4.85
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.05			1.05
SUBTOTAL M					5.9
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.61667	13.39
Albañil	1	4.19	4.19	1.61667	6.77
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.61667	0.75
SUBTOTAL N					20.91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.931	82.99	77.26	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	12.8	1.41	18.05	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	10	30.46	304.6	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.3	116.87	35.06	
SUBTOTAL O					629.6
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					656.41
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					131.28
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					787.69
VALOR OFERTADO					787.69

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 21

RUBRO: Pozo de revisión prefabricado h= (4-<5) m, incluye tapa, cerco y/o brocal, suministro y colocación

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	1	3	3	1.66667	5
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.08			1.08
SUBTOTAL M					6.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.66667	13.8
Albañil	1	4.19	4.19	1.66667	6.98
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.66667	0.78
SUBTOTAL N					21.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón ciclópeo (50% hormigón y 50% piedra) f'c = 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.98	82.99	81.33	
Acero de refuerzo fy= 4200kg/cm2, suministro e instalación	kg	15.4	1.41	21.71	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (#1)	u	1	26.02	26.02	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 20cm (cuerpo)	u	15	30.46	456.9	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 25cm (transición inicio)	u	1	30.46	30.46	
Anillo de hormigón para pozo prefabricado h= 35cm (transición fin)	u	1	30.46	30.46	
Brocal tipo A cónico d= 700mm, h= 20cm	u	1	49	49	
Tapa de hormigón con cerco metálico d= 70cm, tipo A para brocal cónico h= 10cm	u	1	48	48	
Replantillo de piedra e= 15cm, emporado con grava	m2	1.3	8.22	10.69	
Hormigón simple f'c= 210kg/cm2, elaboración y vertido	m3	0.35	116.87	40.9	
SUBTOTAL O					795.47
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					823.11
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					164.62
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					987.73
VALOR OFERTADO					987.73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 21

RUBRO: Relleno con arena, cama de arena para tuberías

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Compactador manual de 5.50HP	1	3.2	3.2	0.71667	2.29
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.31			0.31
SUBTOTAL M					2.6
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.71667	0.33
Peón	2	4.14	8.28	0.71667	5.93
SUBTOTAL N					6.26
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena puesta en obra	m3	1	20	20	
SUBTOTAL O					20
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					5.77
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					34.63
VALOR OFERTADO					34.63

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 21

RUBRO: Tubería pvc para alcantarillado U/E d= 315mm serie 5, tipo B, suministro e instalación

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.11			0.11
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	0.25	1.04
Albañil	1	4.19	4.19	0.25	1.05
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.25	0.12
SUBTOTAL N					2.21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería de pvc, d= 315mm	m	1	25.37	25.37	
Limpiador para tuberías pvc	lt	0.025	6.26	0.16	
Lubricante vegetal	kg	0.15	0.32	0.05	
SUBTOTAL O					25.58
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					27.9
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					5.58
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					33.48
VALOR OFERTADO					33.48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 21

RUBRO: Empate a pozo con mortero 1:3

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.04			0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/ HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	0.1	0.41
Albañil	1	4.19	4.19	0.1	0.42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.1	0.05
SUBTOTAL N					0.88
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubo de hormigón simple d= 300 mm campana clase 1	m	0.5	9.6	4.8	
Mortero cemento-arena 1:3, producción con concretora un saco, suministro y colocación	m3	0.1	127.97	12.8	
SUBTOTAL O					17.6
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					3.7
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.22
VALOR OFERTADO					22.22

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 21

RUBRO: Relleno compactado, 50% material del sitio, 50% mejoramiento

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Compactador manual de 5.50HP	1	3.2	3.2	0.4578	1.46
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.2			0.2
SUBTOTAL M					1.66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.4578	0.21
Peón	2	4.14	8.28	0.4578	3.79
SUBTOTAL N					4
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material seleccionado	m3	0.5	5	2.5	
SUBTOTAL O					2.5
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					1.63
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.79
VALOR OFERTADO					9.79

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 21

RUBRO: Relleno compactado con material de mejoramiento en zanjas

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.49			0.49
Vibroapisonador, potencia 4.80HP	1	4.75	4.75	0.75	3.56
SUBTOTAL M					4.05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	0.75	6.21
Albañil	1	4.19	4.19	0.75	3.14
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.75	0.35
SUBTOTAL N					9.7
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Mejoramiento puesto en obra	m3	1.35	15	20.25	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	4	0.05	0.2	
SUBTOTAL O					20.45
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					34.2
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					6.84
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					41.04
VALOR OFERTADO					41.04

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 21

RUBRO: Transporte de material de excavación, sobreacarreo, carga y descarga

UNIDAD: m3/km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.84			0.84
Volqueta de 9m3	2	28	56	1	56
SUBTOTAL M					56.84
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas	2	6.08	12.16	1	12.16
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1	0.47
Peón	1	4.14	4.14	1	4.14
SUBTOTAL N					16.77
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					73.61
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					14.72
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					88.33
VALOR OFERTADO					88.33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 21

RUBRO: Hormigón simple f'c= 300kg/cm2 bombeado, elaboración y vertido

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.92			0.92
Concreteira 1 saco	1	3.75	3.75	1.41667	5.31
Bomba para hormigon 1460 horas de trabajo, presion del concreto 75 bar	1	5.89	5.89	1.41667	8.34
SUBTOTAL M					14.57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	1.41667	11.73
Albañil	1	4.19	4.19	1.41667	5.94
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.41667	0.66
SUBTOTAL N					18.33
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cemento portland tipo I	saco (50kg)	8.5	7.34	62.39	
Arena puesta en obra	m3	0.6	20	12	
Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	180	0.05	9	
Ripio puesto en obra	m3	0.9	21	18.9	
Aditivo plastificante para hormigón	kg	2.465	1	2.47	
SUBTOTAL O					104.76
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					137.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					27.53
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					165.19
VALOR OFERTADO					165.19

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 21

RUBRO: Muro de gaviones, incluye malla para gavión y piedra, suministro e instalación

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	2.25			2.25
SUBTOTAL M					2.25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	3.48333	28.84
Albañil	1	4.19	4.19	3.48333	14.6
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	3.48333	1.62
SUBTOTAL N					45.06
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Gavión triple torsión pvc (2x1x1) m	u	0.5	50	25	
Piedra (para cimientos y/o empedrado) puesta en obra	m3	1.05	20	21	
Alambre galvanizado #12	kg	0.8	2.63	2.1	
SUBTOTAL O					48.1
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					95.41
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					19.08
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					114.49
VALOR OFERTADO					114.49

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 21

RUBRO: Tubería pvc para alcantarillado U/E d= 315mm serie 5, tipo B, suministro e instalación

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.11			0.11
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/ HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	0.25	1.04
Albañil	1	4.19	4.19	0.25	1.05
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.25	0.12
SUBTOTAL N					2.21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería de pvc, d= 315mm	m	1	25.37	25.37	
Limpiador para tuberías pvc	lt	0.025	6.26	0.16	
Lubricante vegetal	kg	0.15	0.32	0.05	
SUBTOTAL O					25.58
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					27.9
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					5.58
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					33.48
VALOR OFERTADO					33.48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 21

RUBRO: Desvio cause con canalon de madera

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	1.04			1.04
SUBTOTAL M					1.04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/ HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	4.14	4.14	1.6	6.62
Albañil	2	4.19	8.38	1.6	13.41
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	1.6	0.74
SUBTOTAL N					20.77
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Alfajía (3x6) cm, l= 250cm	m	2.9	0.45	1.31	
Clavo multiuso con cabeza l= 1 1/4in, d= 16mm	kg	0.025	1.95	0.05	
Tabla de monte 30cm	m	4.25	0.79	3.36	
SUBTOTAL O					4.72
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					26.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					5.31
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31.84
VALOR OFERTADO					31.84

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 21

RUBRO: Excavación mecánica con retroexcavadora, zanja (2-4) m, material sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

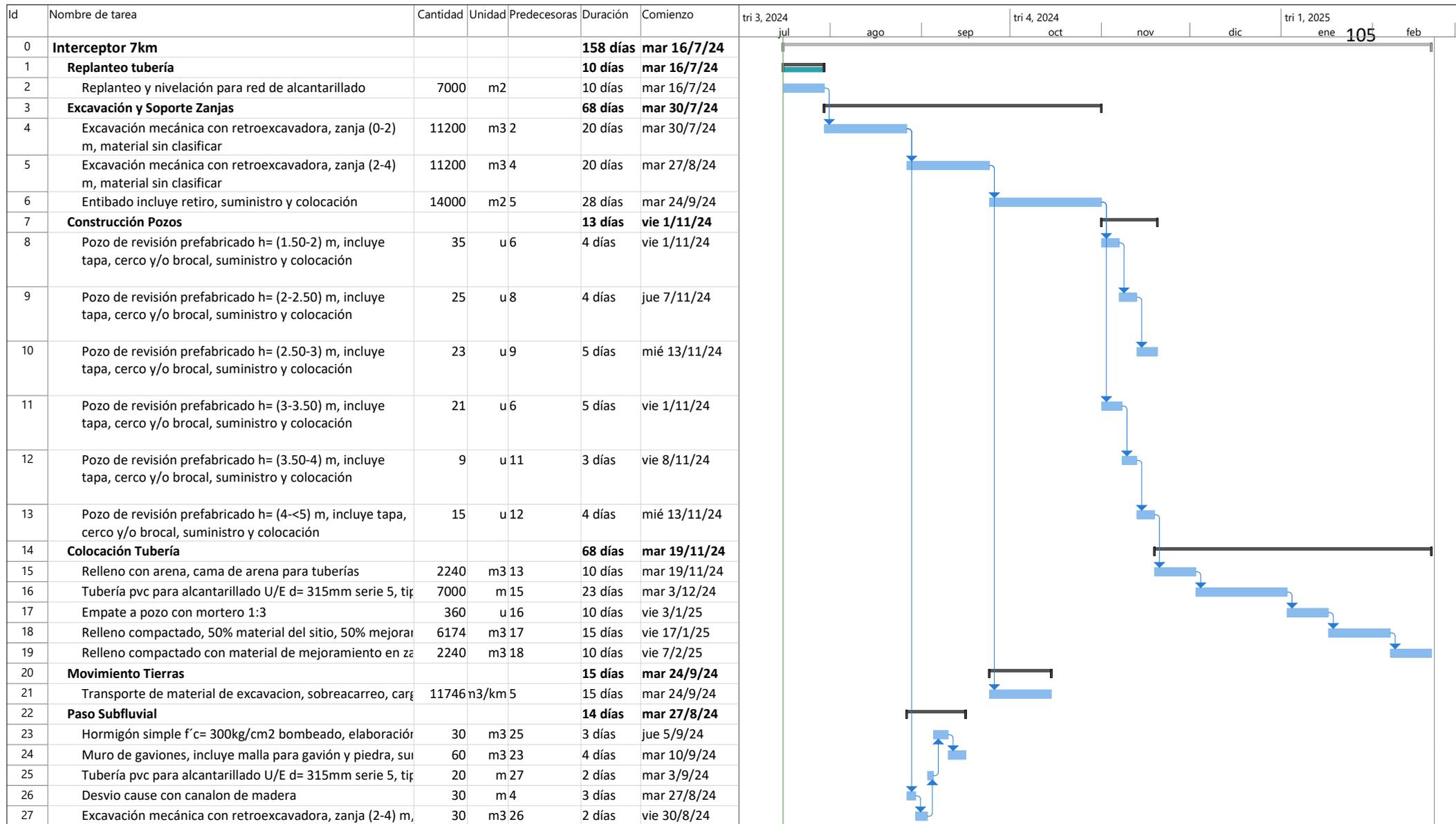
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora, potencia bruta 57.40kW	1	21.18	21.18	0.085	1.8
SUBTOTAL M					1.8
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	4.14	8.28	0.085	0.7
Operador de Retroexcavadora	1	4.65	4.65	0.085	0.4
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.65	0.47	0.085	0.04
SUBTOTAL N					1.14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.59
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.53
VALOR OFERTADO					3.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 16 de julio de 2024

Anexo O

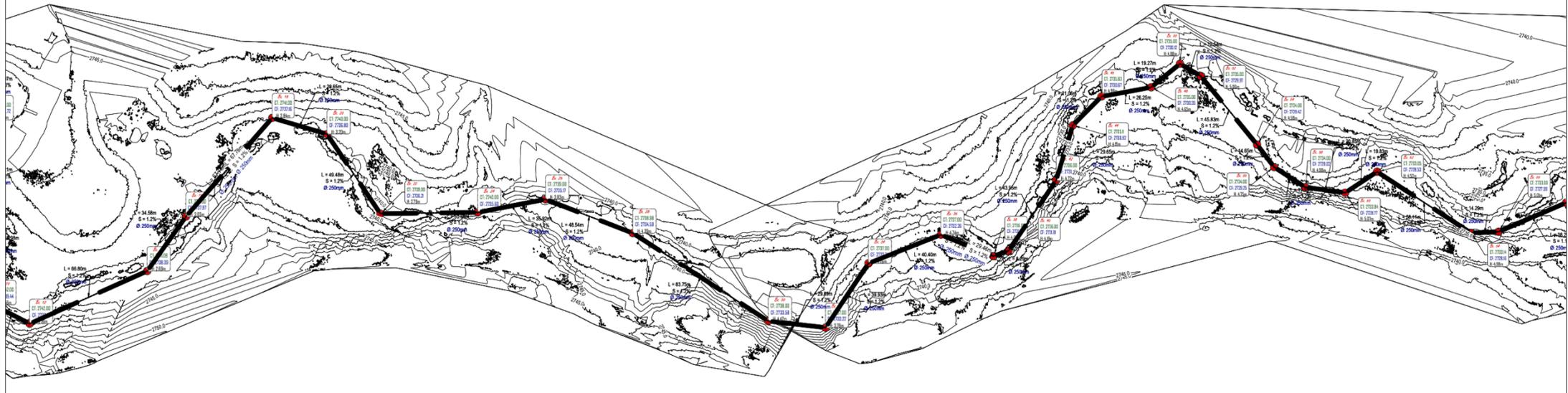
Cronograma Valorado



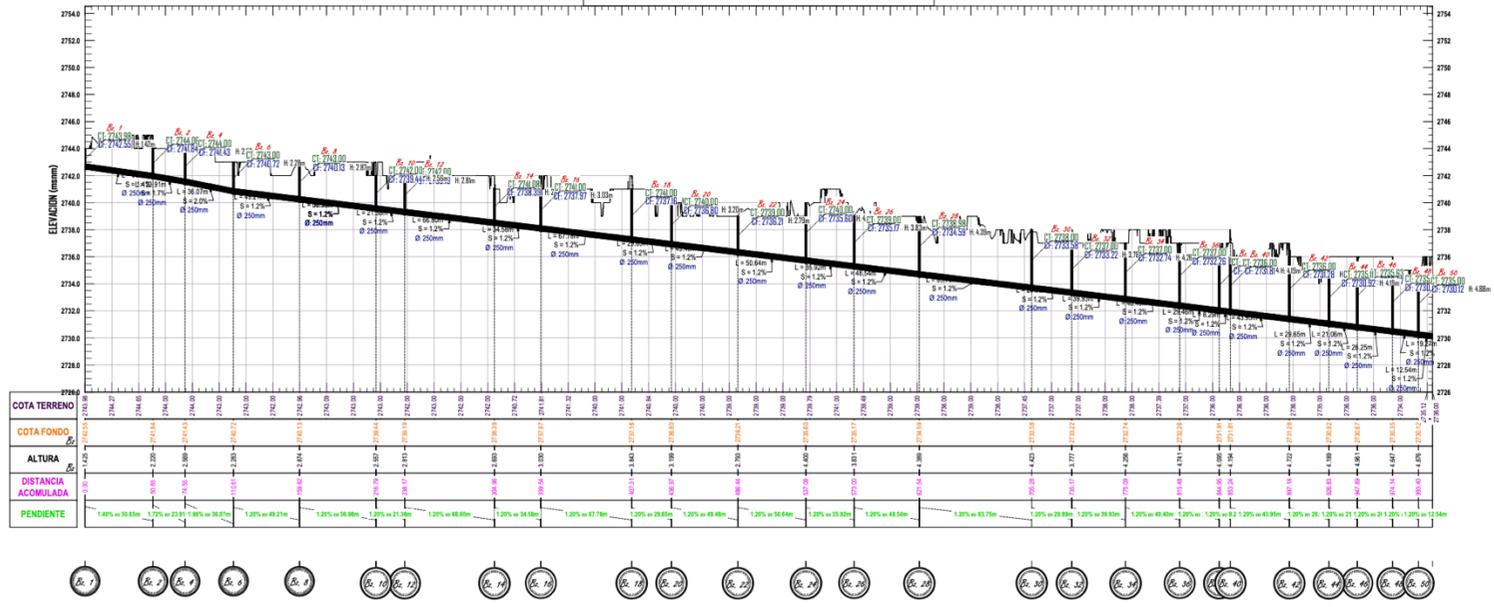
Proyecto: Interceptor 7km Fecha: mar 16/7/24	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

Plano 1

Interceptor sanitario tramo 1 – Vista en planta y perfil



PERFIL LONGITUDINAL-TRAMO 1



SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO (mm)
S	PENDIENTE (%)
L	LONGITUD (m)
⊕	POZO
—	TUBERÍA
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO
H	ALTURA DE POZO
MATERIAL	PVC ø= 250 mm
▶	DIRECCIÓN DE FLUJO
~	CURVAS DE NIVEL
⊕	PTAR MACAS

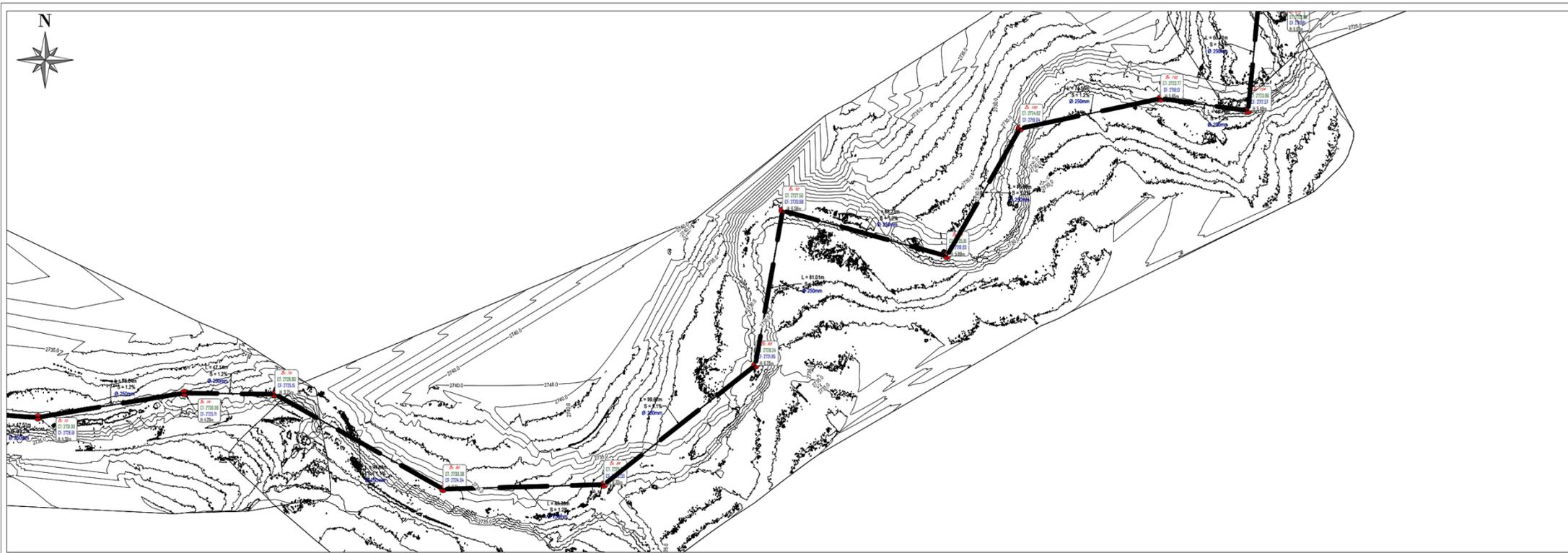


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGO		BOLSA: 1 DE 6
CONTIENE: DETALLES VISTA DE PLANTA DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000
FECHA: 14 DE JULIO DE 2024	COMUNIDAD: MACAS QUINGO COCHAPAMBA	PARROQUIA: QUINGO
CANTÓN: CUENCA	PROVINCIA: AZUAY	DISEÑADO: JUAN JARMA ALEXANDER TORRES
INGENIERÍA CIVIL		SEDE CUENCA

Plano 2

Interceptor sanitario tramo 2 – Vista en planta y perfil



PERFIL LONGITUDINAL-TRAMO 2



SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO (mm)
S	PENDIENTE (%)
L	LONGITUD (m)
⊙	POZO
—	TUBERÍA
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO
H	ALTURA DE POZO
MATERIAL	PVC ø=250mm
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
~	CURVAS DE NIVEL

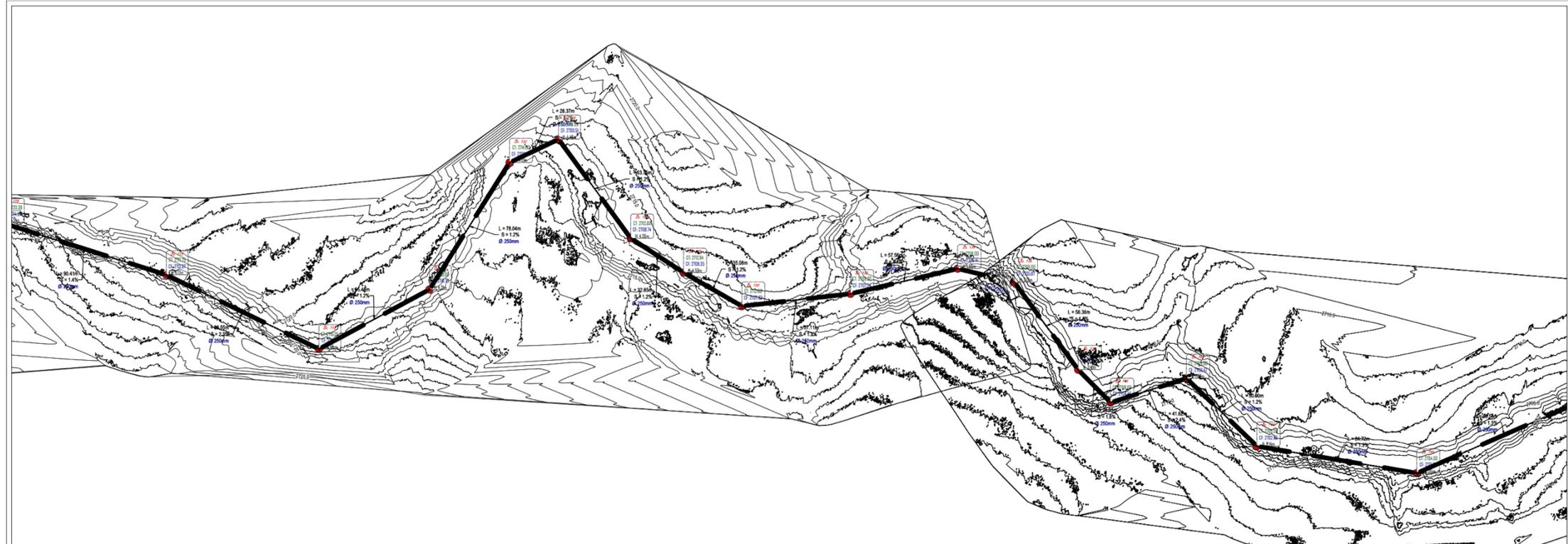


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

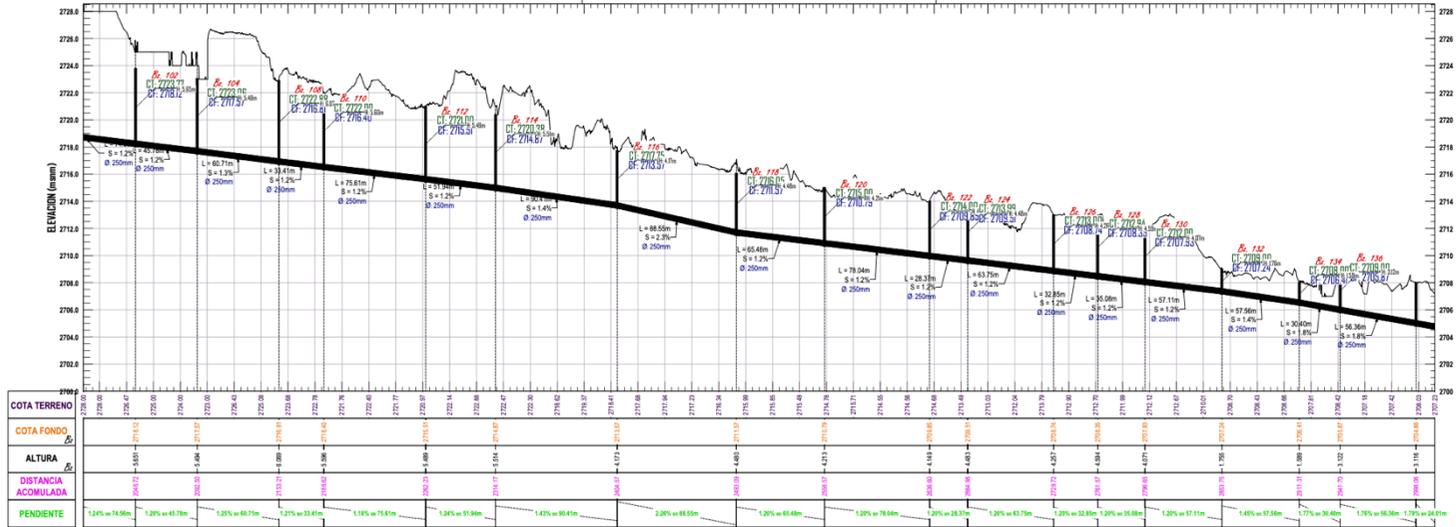
PROYECTO: DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGO		HOJA: 2 DE 6	
CONTENIDO: DETALLES VISTA DE PLANTA DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000	
FECHA: 14 DE JULIO DE 2024	COMUNIDAD: MACAS QUINGO COCHAPAMBA	PARROQUIA: QUINGO	CANTÓN: CUENCA
DISEÑO: JUAN ARMA		PROVINCIAS: AZUAY	
INGENIERÍA CIVIL		SEDE CUENCA	

Plano 3

Interceptor sanitario tramo 3 – Vista en planta y perfil



PERFIL LONGITUDINAL-TRAMO 3



SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO (mm)
S	PENDIENTE (%)
L	LONGITUD (m)
⊙	POZO
—	TUBERÍA
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO
H	ALTURA DE POZO
MATERIAL	PVC øe 250 mm
➔	DIRECCIÓN DE FLUJO
⌒	CURVAS DE NIVEL
⬭	PTAR QUINGEO



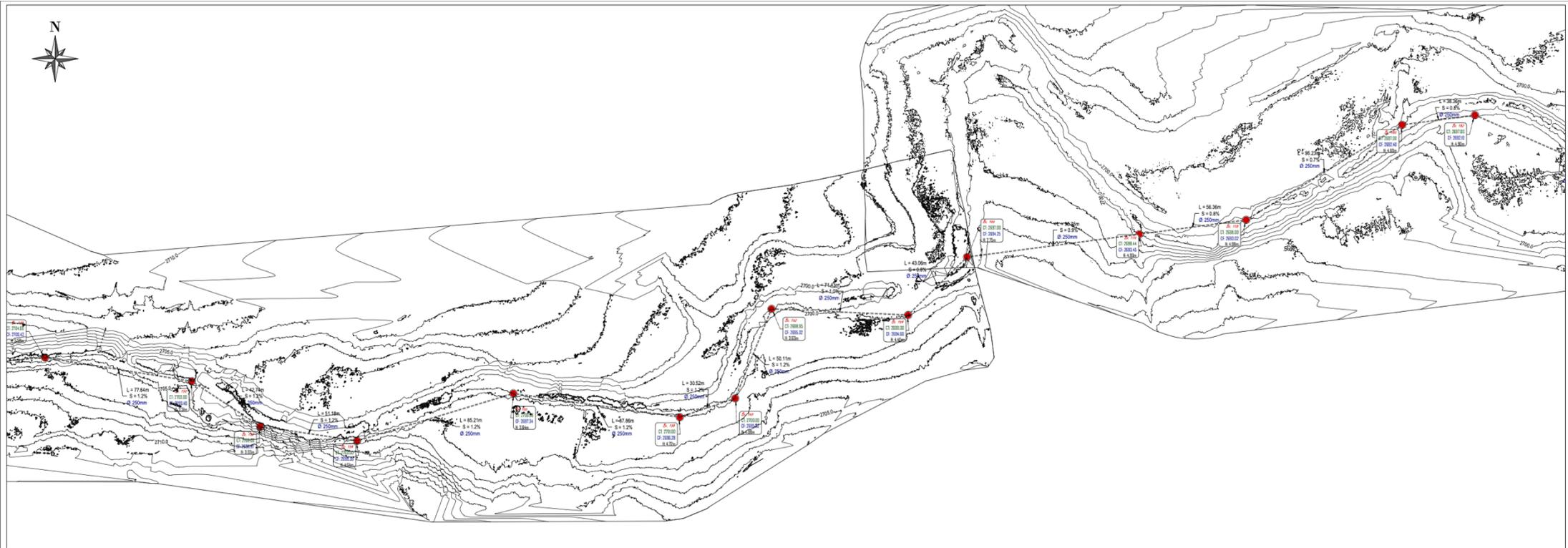
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGEO		BODIA: JUAN RAMA ALEXANDER TORRES
CONTENIDO: DETALLES VISTA DE PLANTA DEL PROYECTO		ESCALA: 1:5000
FECHA: 14 DE JULIO DE 2024	COMUNIDAD: MACAS QUINGO COCHAPAMBA	PARROQUIA: QUINGO CANTÓN: CUENCA PROVINCIA: AZUAY
DEBIDO: 3 DE 6		COMPROBADO:
INGENIERÍA CIVIL		SEDE CUENCA

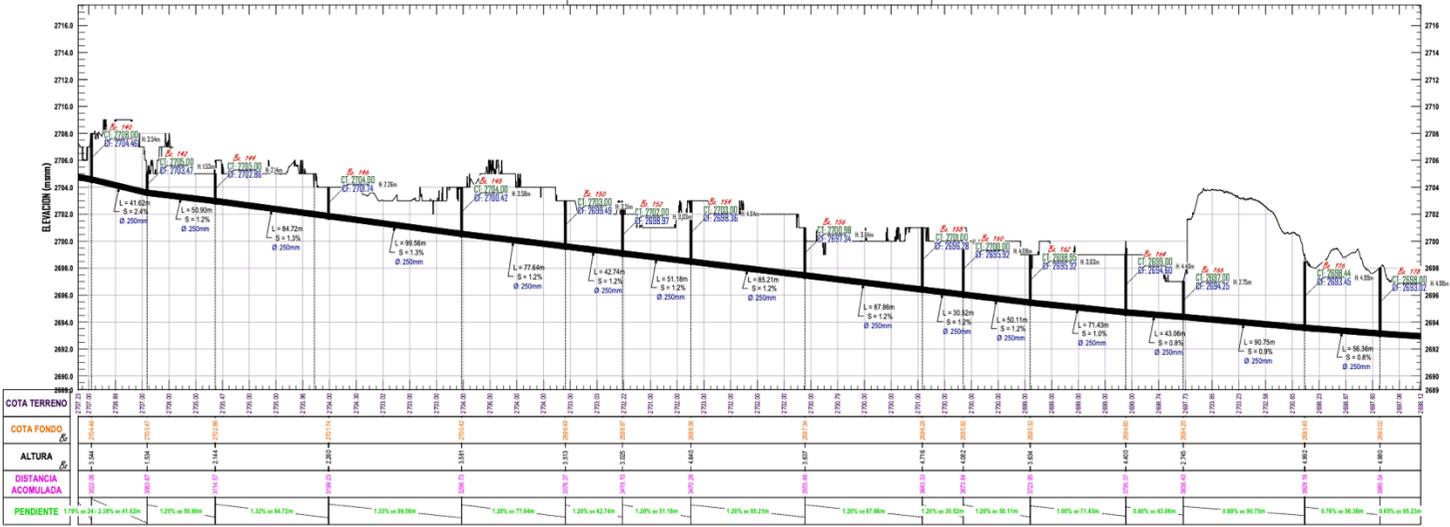


Plano 6

Interceptor sanitario tramo 4 – Vista en planta y perfil



PERFIL LONGITUDINAL - TRAMO 4



SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO (mm)
S	PENDIENTE (%)
L	LONGITUD (m)
P2	POZO
—	TUBERÍA
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO
H	ALTURA DE POZO
MATERIAL	PVC Ø= 250 mm
▶	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	CURVAS DE NIVEL



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

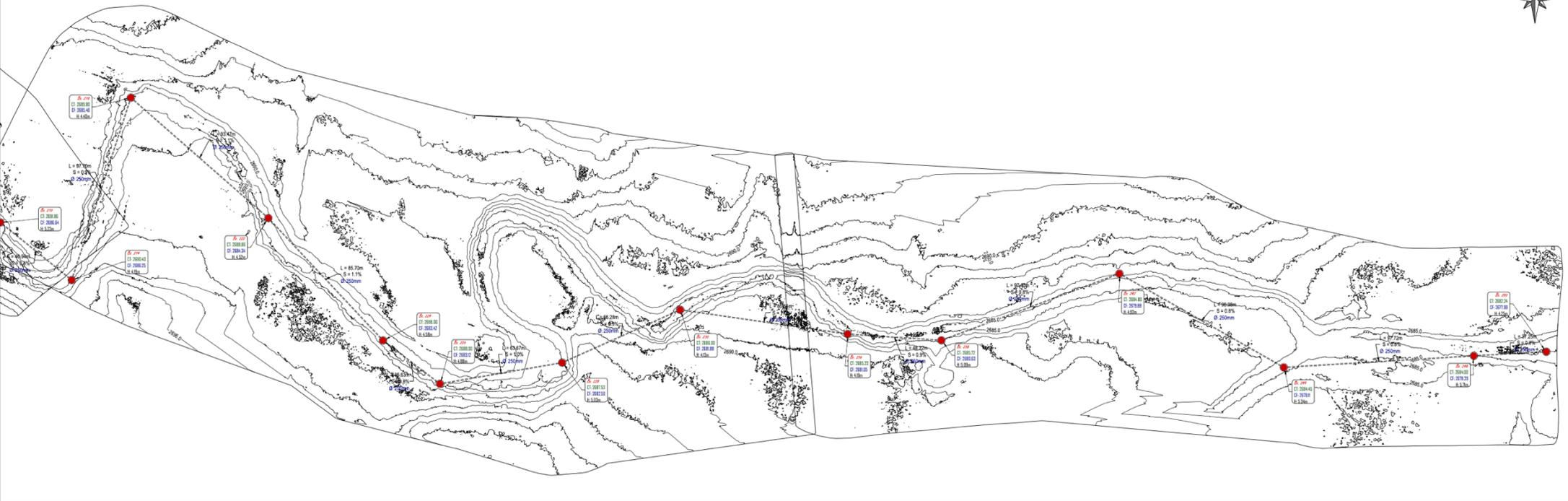
PROYECTO: DISEÑO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGO		HOJA: 4 DE 6
CONTIENE: DETALLES VISTA DE PLANTA DEL PROYECTO		ESCALA: 1:1000
FECHA: 14 DE JULIO DE 2024	COMUNIDAD: MACAS QUINGO COCHAPAMBA	PARROQUIA: QUINGO
CANTON: CUENCA		PROVINCIA: AZUAY
DIBUJO: JUAN JARMA ALEXANDER TORRES		COMPROBADO:
INGENIERÍA CIVIL		SEDE CUENCA

Plano 7

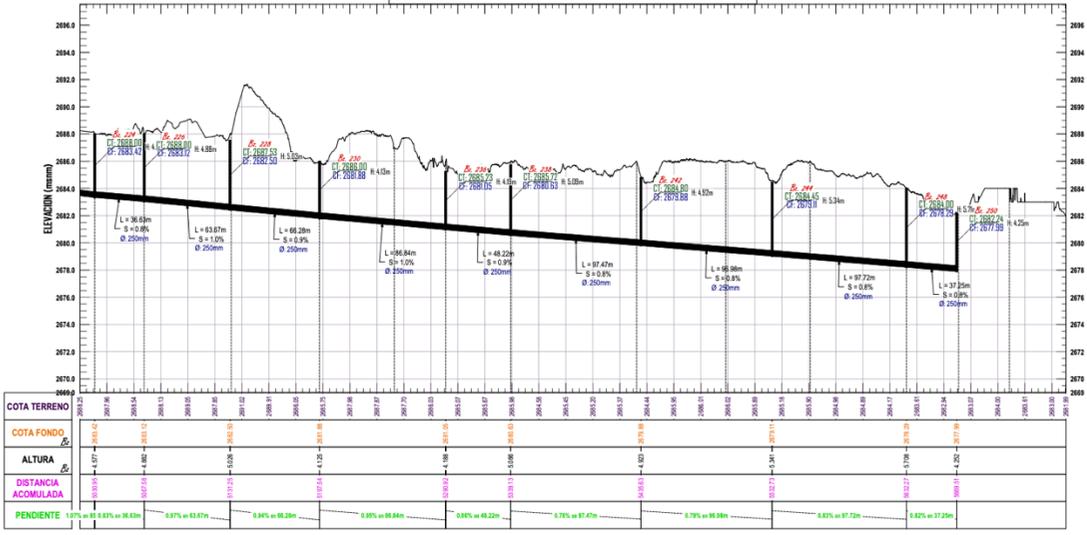
Interceptor sanitario tramo 5 – Vista en planta y perfil

Plano 8

Interceptor sanitario tramo 1 – Vista en planta y perfil



PERFIL LONGITUDINAL - TRAMO 6



SIMBOLOGÍA	
Ø	DIÁMETRO (mm)
S	PENDIENTE (%)
L	LONGITUD (m)
PZ	POZO
—	TUBERÍA
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO
H	ALTURA DE POZO
MATERIAL	PVC ø = 250 mm
▶	DIRECCIÓN DE FLUJO
~	CURVAS DE NIVEL



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO	DESIGNO HIDRÁULICO DEL INTERCEPTOR SANITARIO PARA LAS COMUNIDADES MACAS, QUINGEO CENTRO Y COCHAPAMBA DE LA PARROQUIA QUINGEO	FOLIO	6 DE 6
ESCALA:	1:1000	DISEÑO:	JUAN JARMA ALEXANDER TORRES
CONTIENE:	DETALLES VISTA DE PLANTA DEL PROYECTO		
FECHA:	14 DE JULIO DE 2014	COMUNIDAD:	MACAS QUINGEO COCHAPAMBA
PARROQUIA:	QUINGEO	CANTÓN:	CUENCA
PROVINCIA:	AZUAY	COMPROBADO:	

INGENIERÍA CIVIL

SEDE CUENCA

Plano 9

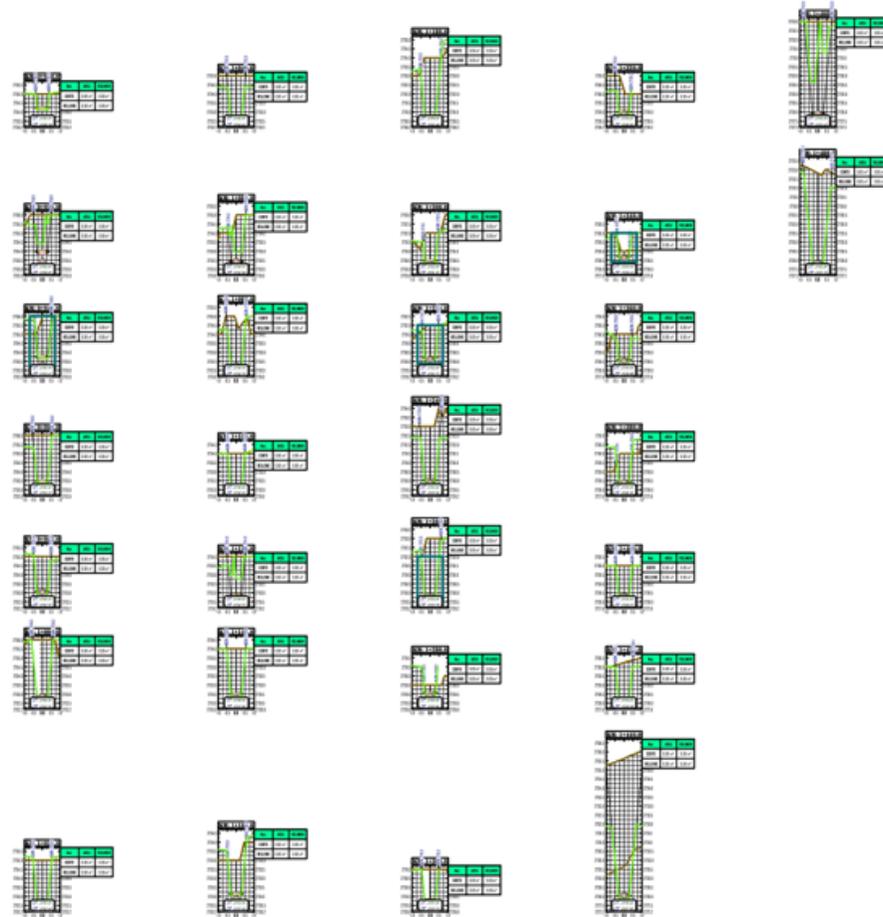
Perfiles de corte y relleno 1



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J	
Comprobado	5-07-2024		
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		Ingeniería Civil Lámina Nº 1 / 1

Plano 10

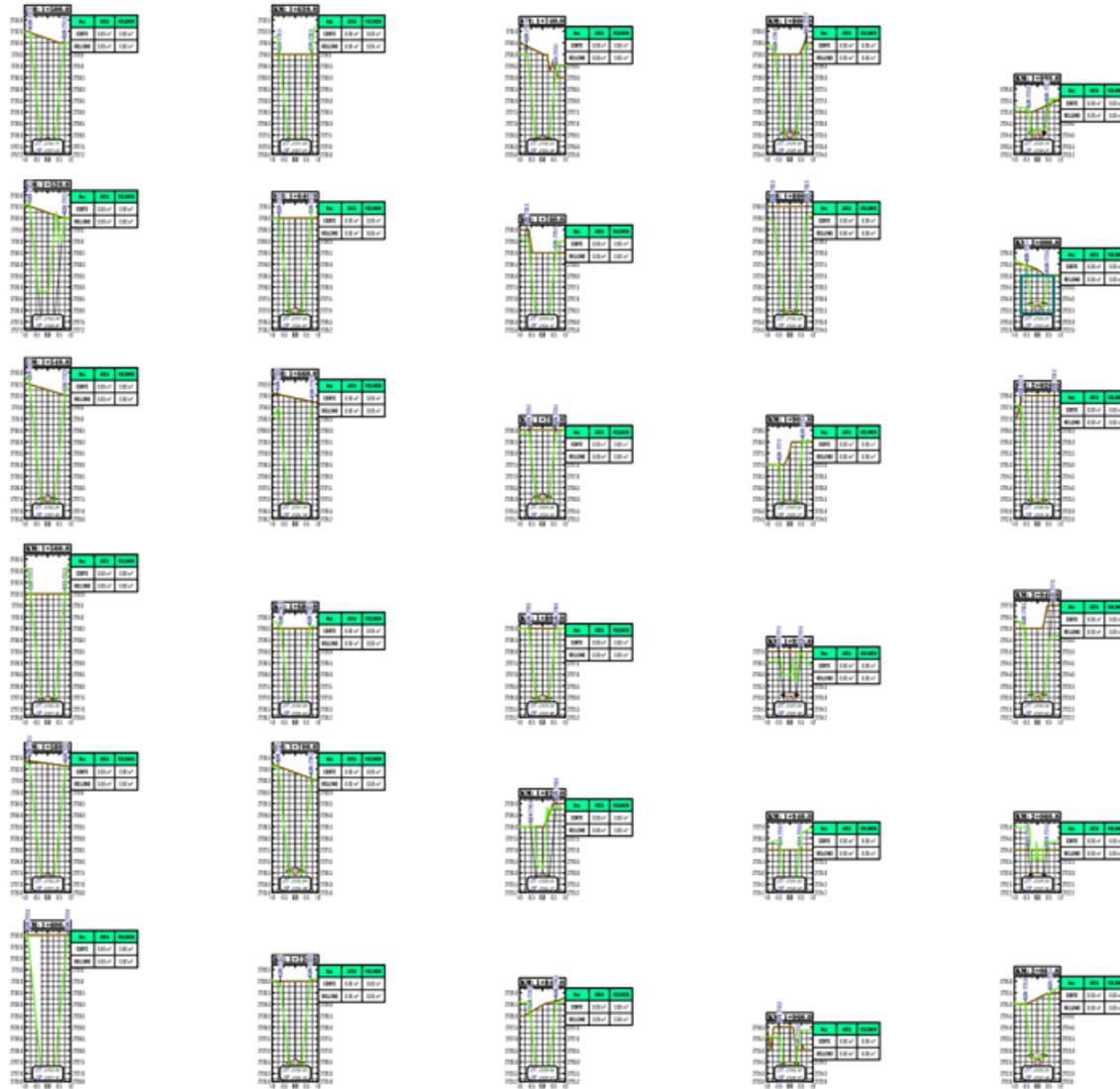
Perfiles de corte y relleno 2



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA <i>Cuenca</i>
<i>Dibujado</i>	13-07-2024	Torres A - Jarama J		
<i>Comprobado</i>	5-07-2024			
<i>ESCALA:</i> 1:1	<i>ÁREAS DE CORTE Y RELLENO</i>			<i>Ingeniería Civil</i> Lámina Nº 1 / 1

Plano 11

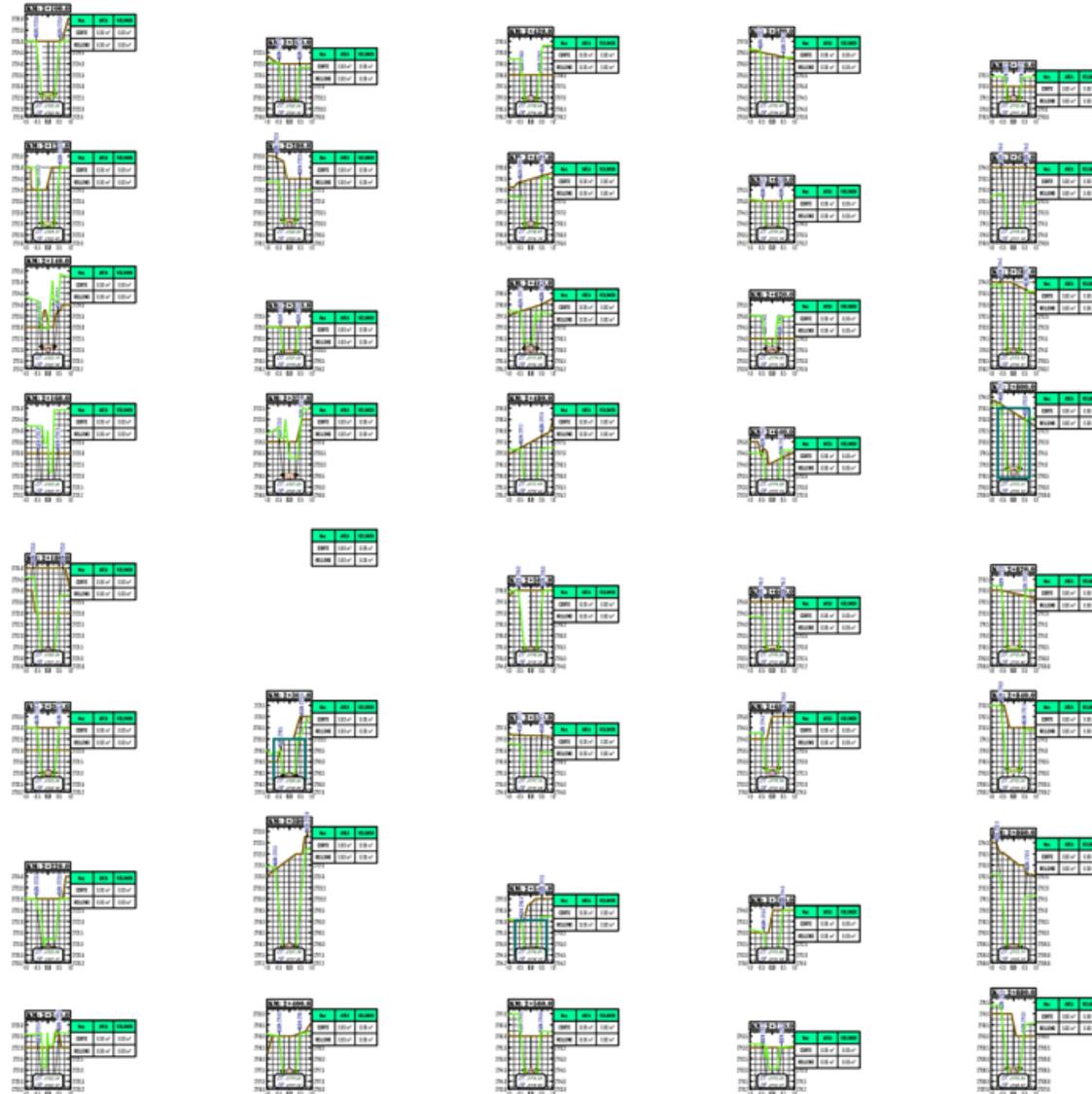
Perfiles de corte y relleno 3



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <i>Cuenca</i>
<i>Dibujado</i>	13-07-2024	Torres A - Jarama J	
<i>Comprobado</i>	5-07-2024		
<i>ESCALA:</i> 1:1	<i>ÁREAS DE CORTE Y RELLENO</i>		<i>Ingeniería Civil</i> <i>Lámina Nº 1 / 1</i>

Plano 12

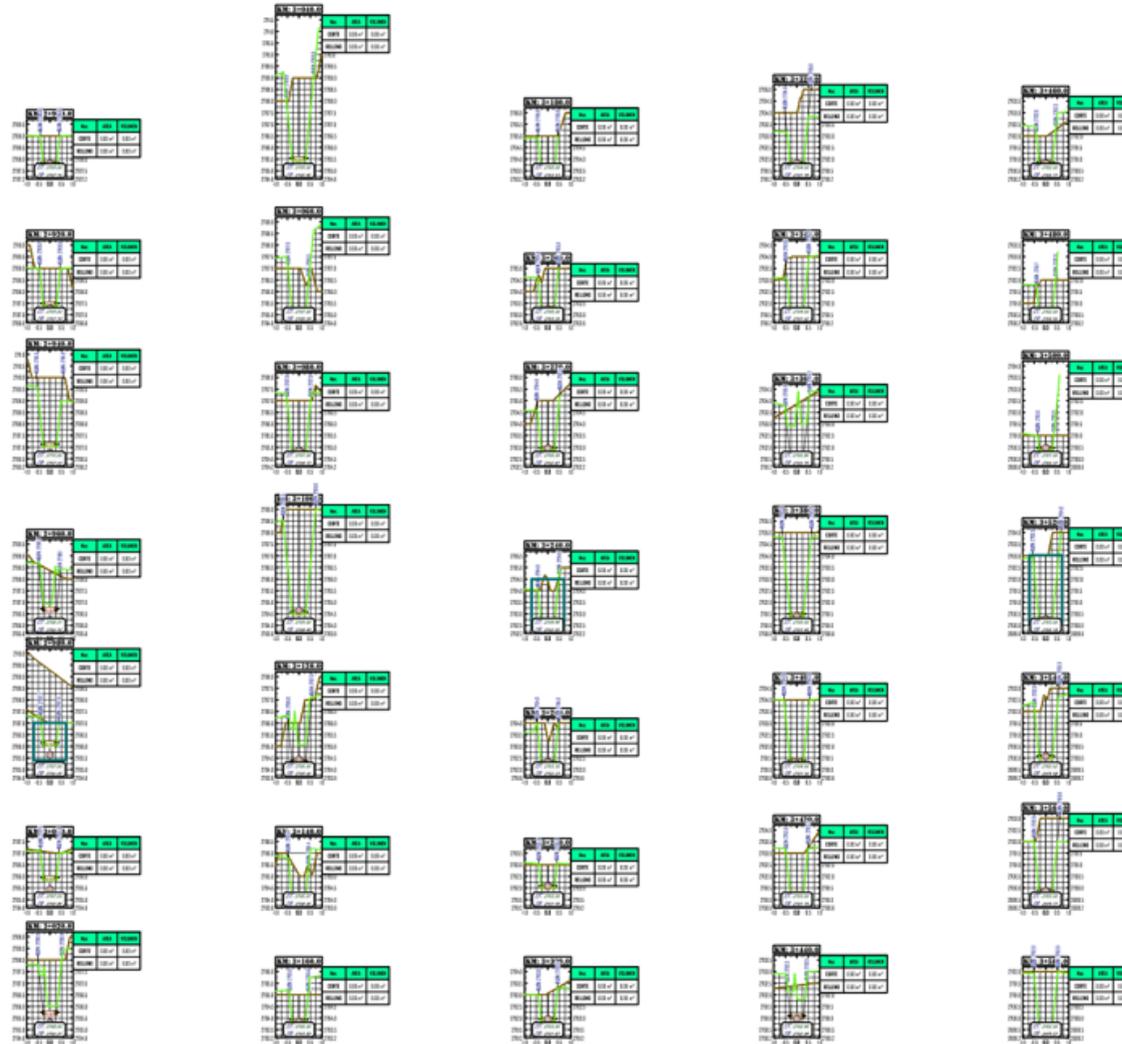
Perfiles de corte y relleno 4



	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J		
Comprobado	5-07-2024			
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO			Ingeniería Civil Lámina Nº 1 / 1

Plano 13

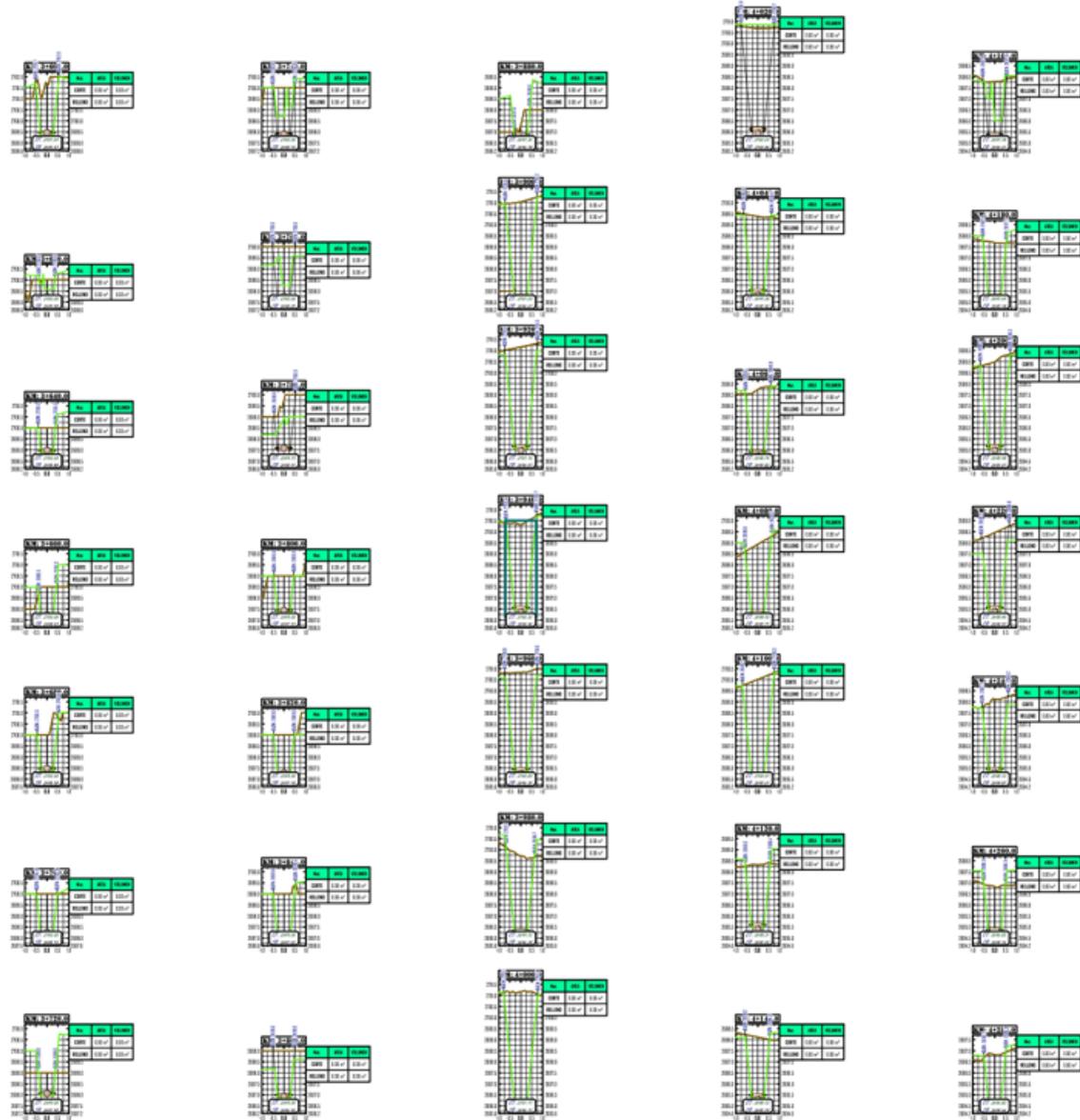
Perfiles de corte y relleno 5



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J	
Comprobado	5-07-2024		
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		Ingeniería Civil Lámina Nº 1 / 1

Plano 14

Perfiles de corte y relleno 6



	Fecha	Nombre
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J
Comprobado	5-07-2024	



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

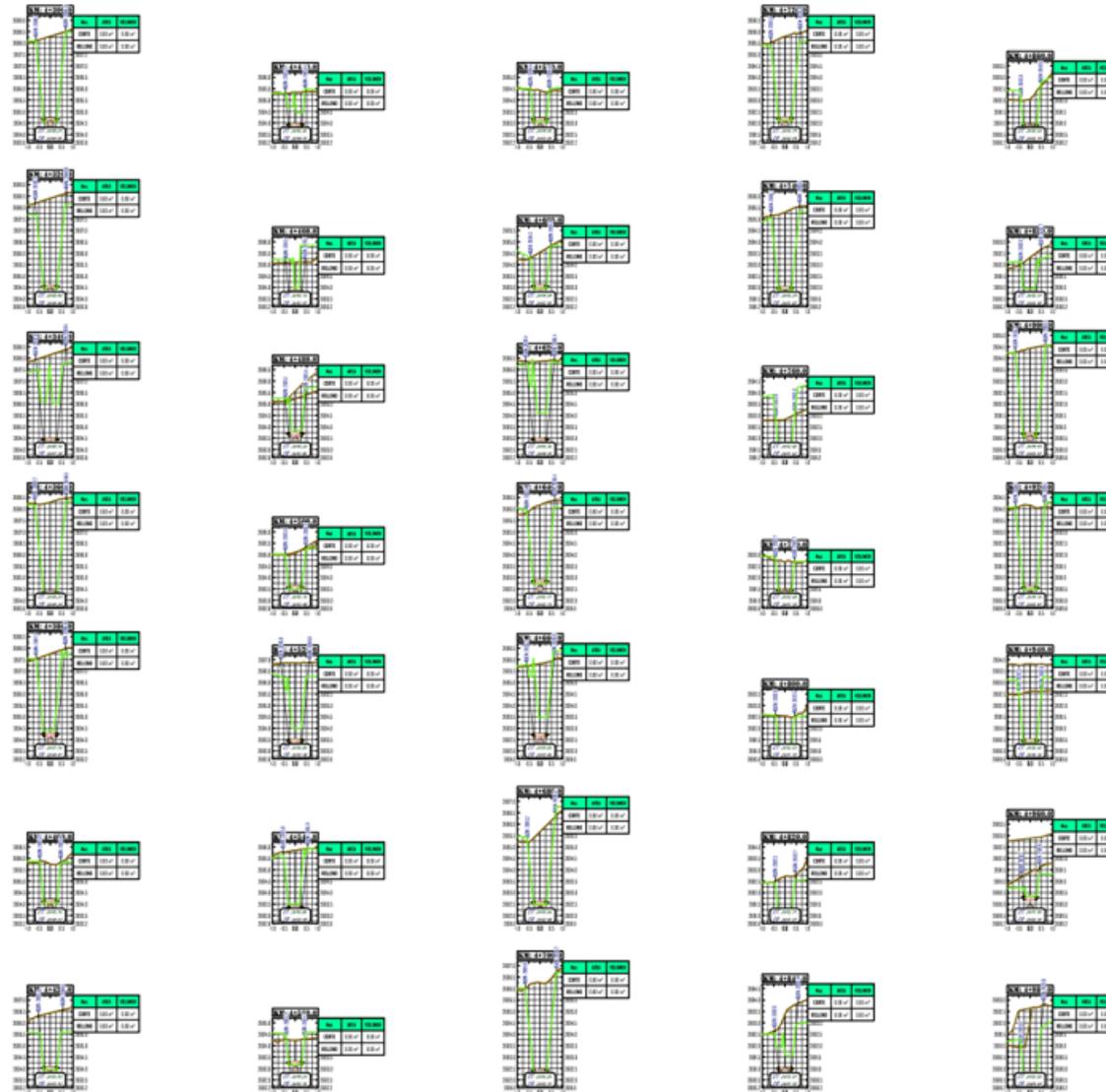
Cuenca

ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO
----------------	--------------------------

Ingeniería Civil
Lámina Nº 1 / 1

Plano 15

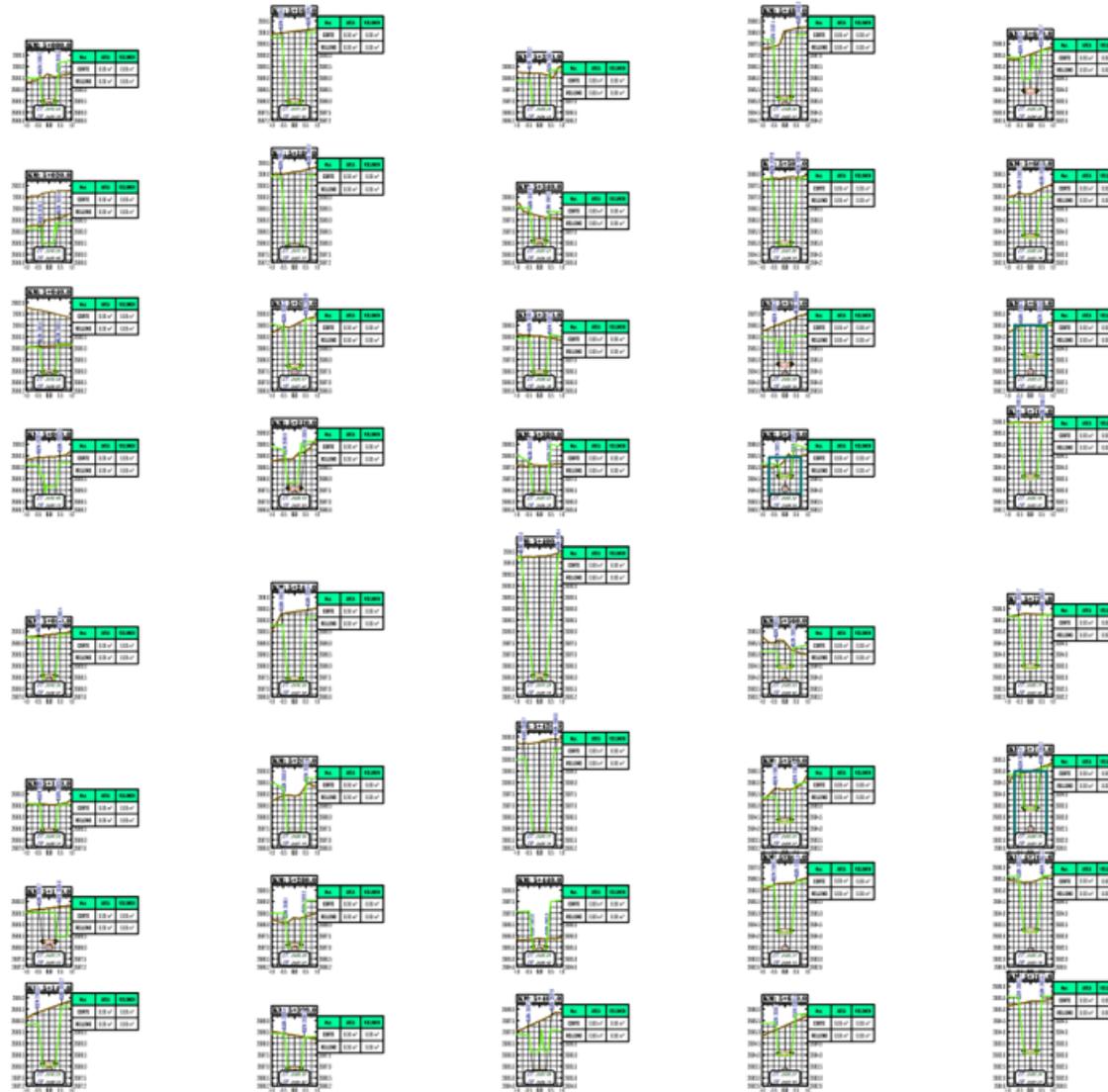
Perfiles de corte y relleno 7



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J	
Comprobado	5-07-2024		
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		Ingeniería Civil Lámina Nº 1 / 1

Plano 16

Perfiles de corte y relleno 8



	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J		Cuenca
Comprobado	5-07-2024			
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO			Ingeniería Civil Lámina Nº 1 / 1

Plano 17

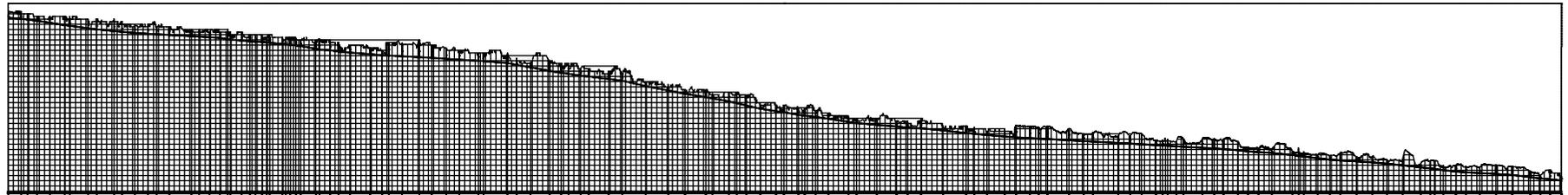
Perfiles de corte y relleno 9



	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Dibujado	13-07-2024	Torres A - Jarama J		
Comprobado	5-07-2024			
ESCALA: 1:1	ÁREAS DE CORTE Y RELLENO			Ingeniería Civil
				Lámina Nº 1 / 1

Plano 18

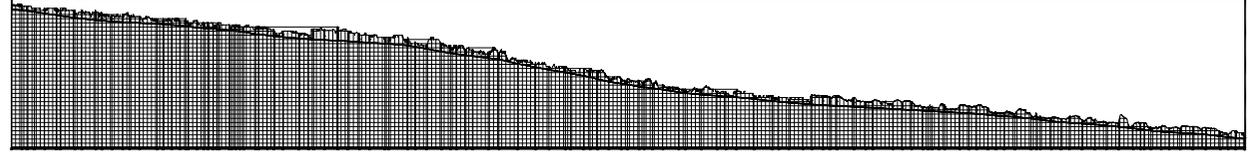
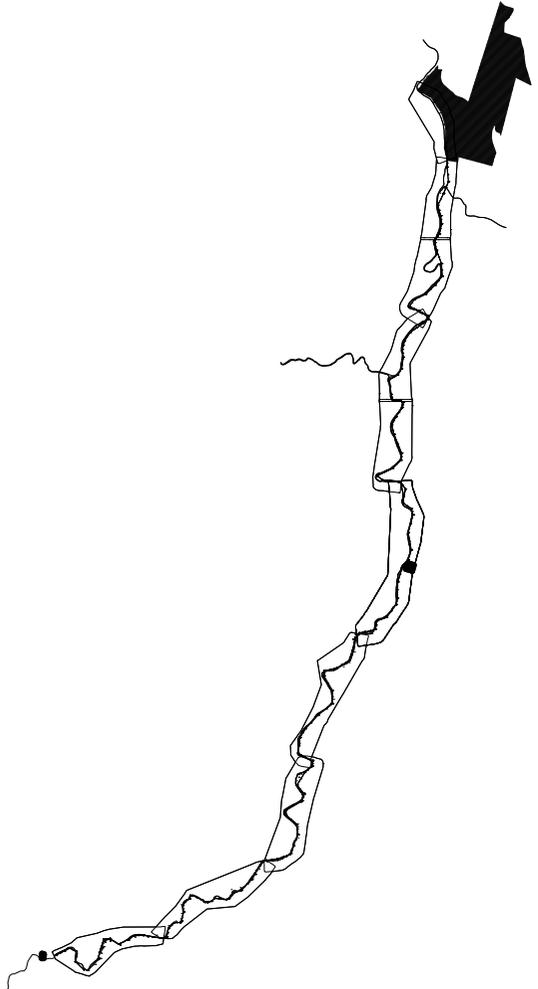
Perfil longitudinal del interceptor



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA <i>Cuenca</i>
<i>Dibujado</i>	13 -07-2024	Torres A. - Juan J.		
<i>Comprobado</i>	15-07-2024			
<i>ESCALA:</i> 1:1	<i>PERFIL LONGITUDINAL - INTERCEPTOR</i>			<i>Ingeniería</i> <i>Civil</i>
				<i>Lámina Nº 1 / 1</i>

Plano 19

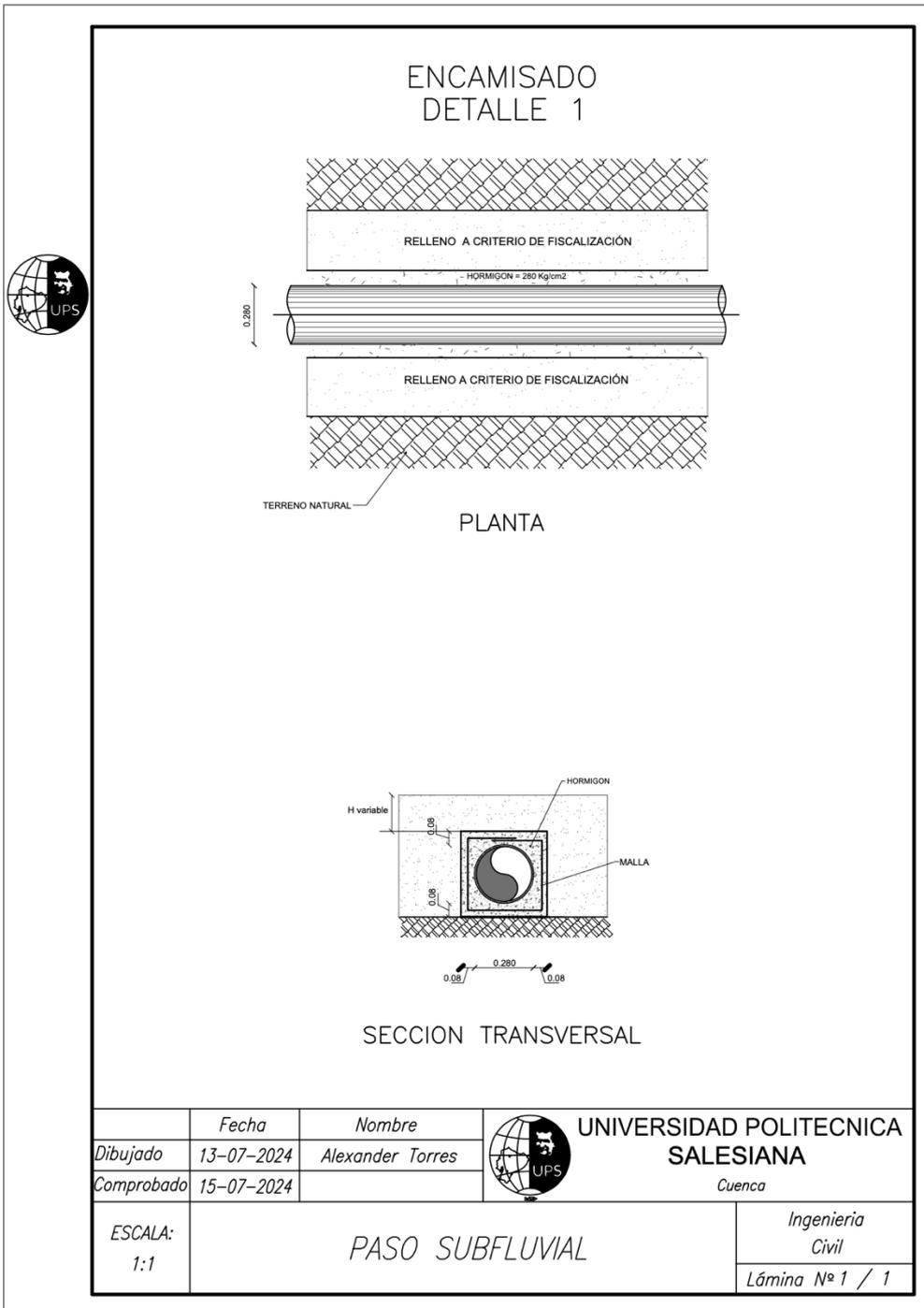
Hoja de CivilCAD 3D



Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dibujado 13-07-2024	Torres A. - Juan J.		
Comprobado 15-07-2024			
ESCALA: 1:1	PERFIL LONGITUDINAL - INTERCEPTOR		Ingeniería Civil Lámina No 1 / 1

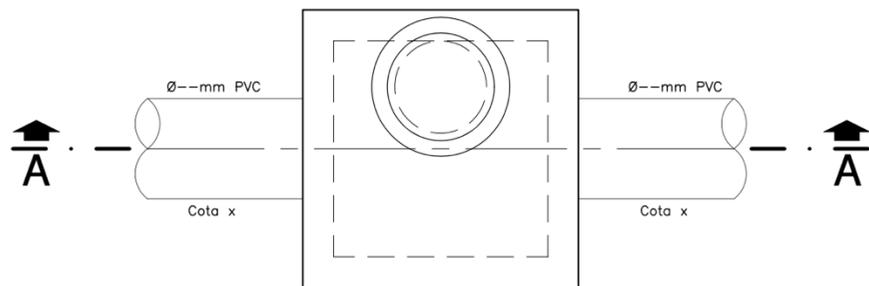
Plano 20

Paso subfluvial

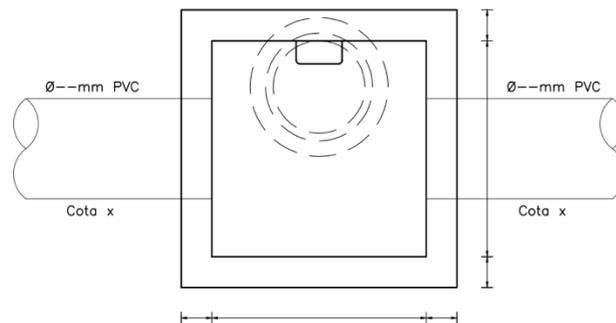


Plano 21

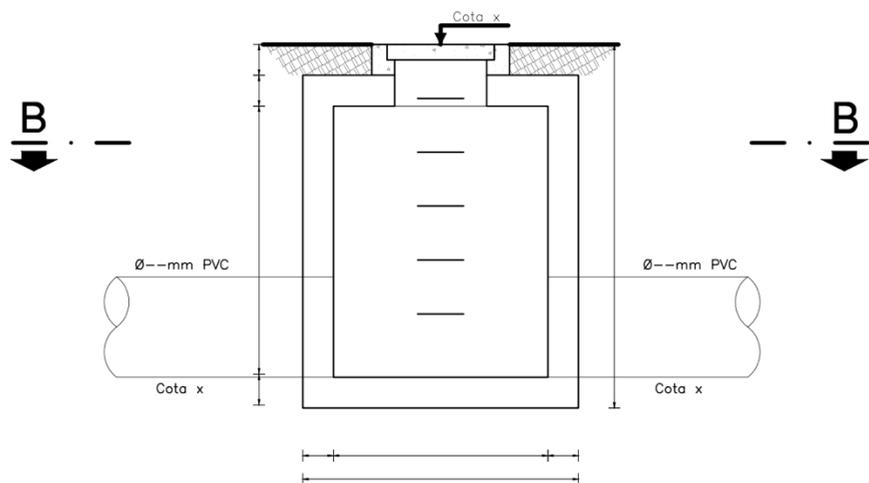
Modelo de pozo de visita



PLANTA



CORTE B - B

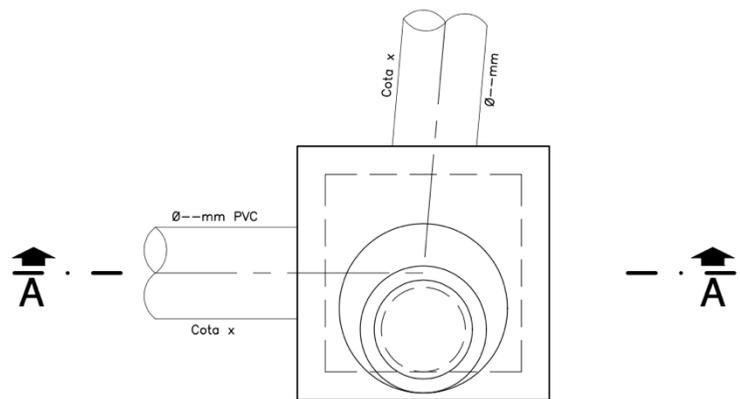


CORTE A - A

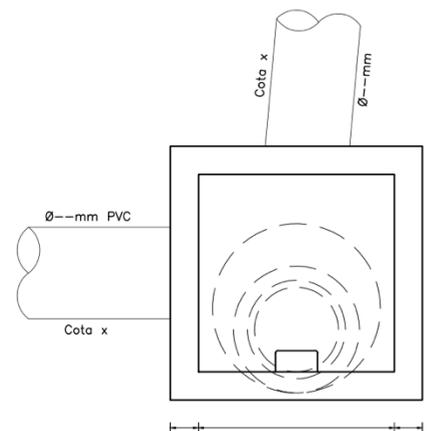
	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13 -07-2024	Torres A. - Juan J.		
Comprobado	15-07-2024			
ESCALA: 1:1	MODELO DE POZO DE VISITA			Ingeniería Civil Lámina N° 1 / 1

Plano 22

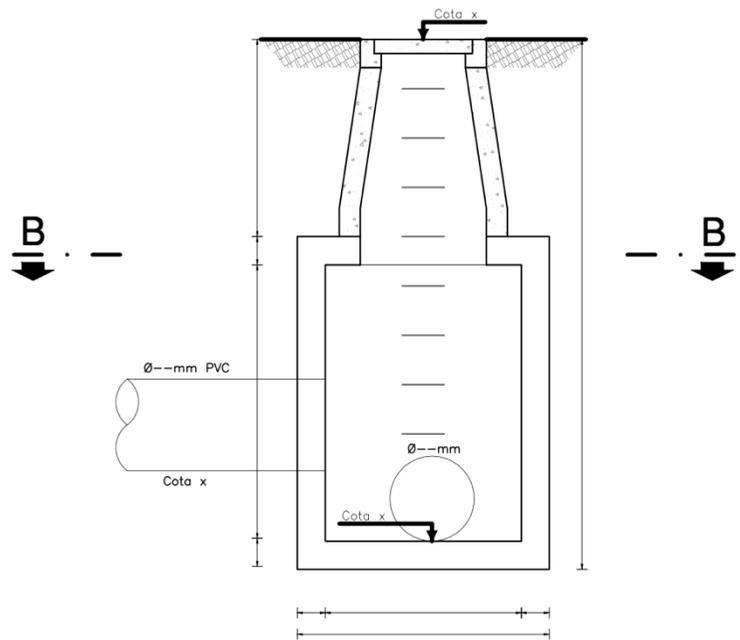
Modelo de estructura especial



PLANTA



CORTE B - B



CORTE A - A

	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cuenca
Dibujado	13 -07-2024	Torres A. - Juan J.		
Comprobado	15-07-2024			
ESCALA: 1:1	MODELO DE ESTRUCTURA ESPECIAL			Ingenieria Civil Lámina N° 1 / 1