

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño del sistema de conducción de aguas servidas hacia las
plantas depuradoras del cantón Caluma

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Giancarlo Bravo Coello

Michael Joel Cuenca Núñez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres Carlos Guillermo Bravo Cevallos y Ernestina Clemencia Coello León, a mis hermanos y a las personas que me han apoyado en mi desarrollo profesional.

Giancarlo Bravo Coello

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis amigos y a mis profesores que me han ayudado en mi desarrollo profesional.

Michael Joel Cuenca Núñez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres, porque han sido el apoyo que he necesitado y mi ejemplo a seguir.

Agradezco a los docentes que me formaron como profesional, a la Msc. Fernanda Estefanía Mejía Peralta, al Msc. Jose Ricardo Reyes Serrano y al Msc. Eduardo Alberto Santos Baquerizo, que han sido la guía para la realización de este proyecto.

Giancarlo Bravo Coello

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres, porque han sido el apoyo que he necesitado y mi ejemplo a seguir.

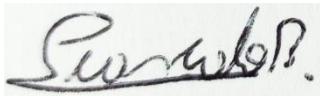
Agradezco a los docentes que me formaron como profesional, a la Msc. Fernanda Estefanía Mejía Peralta, al Msc. Jose Ricardo Reyes Serrano y al Msc. Eduardo Alberto.

Agradezco al GAD Municipal del cantón Caluma por la información brindada para la culminación de este proyecto.

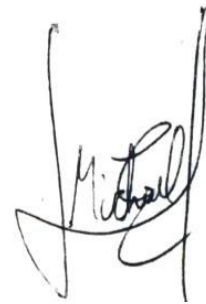
Michael Joel Cuenca Núñez

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Giancarlo Bravo Coello y Michael Joel Cuenca Nuñez damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Giancarlo Bravo Coello



Michael Joel Cuenca Nuñez

EVALUADORES

.....
José Ricardo Reyes Serrano

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Fernanda Estefanía Mejía Peralta

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Caluma es el cantón de mayor crecimiento de la provincia de Bolívar, este cuenta con un sistema de alcantarillado parcial, que se encuentra en mal estado, el sistema descarga las aguas residuales al río Caluma sin antes realizar ningún proceso de depuración, por lo cual el presente proyecto consiste en el diseño de un nuevo sistema de conducción de aguas servidas para el núcleo urbano del cantón Caluma.

El diseño se realizó en base a las disposiciones de la normativa CPE INEN 9-1, se dividió al cantón en 3 zonas debido a su irregular topografía y se consideró tuberías de PVC estructuradas para el cálculo hidráulico mediante el análisis de flujo a gravedad.

Para el diseño se realizó una proyección de 25 años y se determinaron los caudales de diseño de 141.17[L/s], 38.5[L/s] y 3.42[L/s], para la zona 1, 2 y 3 respectivamente. Con lo cual, se obtuvo una red total de 38.2[km] de tuberías con diámetros entre 200[mm] a 400[mm] y 554 pozos de revisión de hormigón armado de 900[mm] de diámetro.

Los parámetros de velocidad y fuerza tractiva se encuentren dentro de los rangos establecidos por la normativa ecuatoriana vigente. El presupuesto referencial del proyecto es de \$6'651,240.08, con un tiempo estimado de 18 meses de construcción incluyendo el plan de gestión ambiental.

El proyecto además de afectar de manera positiva a la calidad de vida de los moradores del cantón Caluma, aporta al cumplimiento del objetivo 3 y 6 de los ODS de la ONU.

Palabras clave: Agua residual, sistema de conducción, funcionamiento a gravedad, cálculo analítico.

ABSTRACT

Caluma is the canton with higher growth in the province of Bolívar. It has a partial sewage system, which is in poor condition and the system discharges wastewater into the Caluma river without any purification process. This project is focused on the design of a new sewage conduction system for the urban area of the Caluma canton.

The design was based on the provisions of the CPE INEN 9-1 regulation, the canton was divided in 3 zones due to its irregular topography and structured wall pipes were considered for the analytical hydraulic calculation through gravity flow analysis.

For the system design, it was used a 25-year projection data and it was calculated a design flow of 141.17[L/s], 38.5[L/s] and 3.42[L/s] that belong to the zone 1, 2 and 3 respectively. From the analysis calculation, it was obtained a network of 38.2[km] structured pipes with diameters of 200[mm] to 400[mm] and 554 reinforced concrete inspection wells with diameters of 900[mm].

On the other hand, it was taken into consideration that the speed and traction force results are within the ranges established by the regulations. The reference budget for the project is \$6'651,240.08, it considers an estimated time of 18 months which includes at the same time the environmental management plan.

The project brings a good life quality to the Caluma population, and it helps with the 3rd and 6th from ODS (ONU).

Keywords: *Sewage water, conduction system, gravity functioning, analytical calculation.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	7
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XV
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Localización.....	2
1.3 Información básica	3
1.3.1 Población	3
1.3.2 Topografía.....	3
1.3.3 Red hídrica.....	4
1.3.4 Uso de suelo	4
1.3.5 Estudio de suelo	4
1.3.6 Red vial.....	5
1.3.7 Zonificación.....	5
1.3.8 Red sanitaria.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6

1.5	Justificación.....	6
1.6	Marco teórico.....	7
1.6.1	Aguas residuales.....	7
1.6.2	Sistemas de alcantarillados.....	7
1.6.3	Tipos de sistemas de recolección	8
1.6.4	Bases de diseño	9
1.6.5	Dimensionamiento de tuberías.....	10
1.7	Plan de actividades	11
CAPÍTULO 2		13
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	13
2.1	Metodología.....	13
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	14
2.2.1	Trabajo de campo	14
2.2.2	Trabajo de laboratorio	14
2.2.3	Trabajo de gabinete	15
2.3	Análisis de alternativas	37
2.3.1	Parámetros de evaluación.....	37
2.3.2	Alternativa 1	39
2.3.3	Alternativa 2	40
2.3.4	Alternativa 3.....	41
2.3.5	Selección de alternativa	42
CAPÍTULO 3		44
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	44
3.1	Diseños	44
3.1.1	Proceso de diseño	44
3.1.2	Resultados de diseño.....	61

3.2	Especificaciones técnicas	88
3.2.1	Seguridad de obra.....	88
3.2.2	Obras preliminares.....	89
3.2.3	Pavimento	90
3.2.4	Movimiento de tierra.....	91
3.2.5	Sistema de alcantarillado	97
3.2.6	Gestión ambiental	101
CAPÍTULO 4		103
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	103
4.1	Objetivos	103
4.1.1	Objetivo general.....	103
4.1.2	Objetivos específicos	103
4.2	Descripción del proyecto	103
4.2.1	Construcción	104
4.2.2	Funcionamiento	104
4.2.3	Abandono	105
4.3	Regularización ambiental	105
4.3.1	Autorización nacional	105
4.3.2	Código CIIU	105
4.3.3	Áreas protegidas.....	106
4.4	Línea de base ambiental	107
4.4.1	Medio Inerte	107
4.4.2	Medio biótico.....	108
4.4.3	Medio humano	111
4.4.4	Factores ambientales del proyecto.....	112
4.5	Actividades del proyecto.....	113

4.5.1	Construcción	113
4.5.2	Funcionamiento	113
4.5.3	Abandono	114
4.5.4	Acciones del proyecto	114
4.6	Identificación de impactos ambientales	115
4.7	Valoración de impactos ambientales	117
4.7.1	Método de valoración	117
4.7.2	Proceso de valoración.....	118
4.7.3	Resultados de la valoración	126
4.8	Medidas de mitigación	127
4.9	Conclusiones.....	128
4.10	Recomendaciones.....	129
CAPÍTULO 5		130
5.	PRESUPUESTO.....	130
5.1	EDT	130
5.2	Descripción de rubros.....	131
5.3	Análisis de costos unitarios	132
5.4	Descripción de cantidades de obra.....	133
5.4.1	Seguridad de obra.....	133
5.4.2	Obras preliminares.....	134
5.4.3	Movimientos de tierra.....	135
5.4.4	Sistema de alcantarillado	138
5.4.5	Gestión ambiental	141
5.5	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	143
5.6	Cronograma de obra	145
CAPÍTULO 6		152

6. Conclusiones Y Recomendaciones.....	152
Conclusiones.....	152
Recomendaciones.....	153
BIBLIOGRAFÍA	154
PLANOS Y ANEXOS.....	157

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
OMS	Organización Mundial de la Salud
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
MAE	Ministerio del ambiente
CPE	Código de Práctica Ecuatoriano
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
RAS	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
CAPEX	Capital Expenditures
OPEX	Operating Expense
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
COA	Código orgánico del Ambiente
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador
MSP	Ministerio de Salud Pública
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales

SIMBOLOGÍA

Hab	Habitantes
ha	Hectárea
L	Litros
s	Segundos
m	Metros
mm	Milímetro
Km	Kilometro
N	Newton
Pa	Pascal

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación cantón Caluma [Elaboración propia].....	3
Figura 1.2 Elevación topográfica de Caluma [Elaboración propia]	4
Figura 1.3 Zonificación del casco urbano de Caluma [Elaboración propia]	5
Figura 2.1. Análisis de factibilidad de las alternativas [Elaboración propia].....	42
Figura 3.1 Ubicación de la tubería No. 270 [Elaboración propia]	44
Figura 3.2 Gráfico de proyección poblacional [Elaboración propia].....	46
Figura 4.1 Requisitos para la autorización del proyecto [MAATE].....	105
Figura 4.2 Actividades CIU [MAATE].....	106
Figura 4.3 Mapa de áreas protegidos [SNAP].....	106
Figura 5.1 Estructura de desglose del trabajo [Elaboración propia]	130
Figura 5.2 Gráfico de costos según las zonas [Elaboración propia]	143
Figura 5.3 Costos según los grupos de trabajo de la zona 1 [Elaboración propia] ..	144
Figura 5.4 Costos según los grupos de trabajo de la zona 2 [Elaboración propia] ..	144
Figura 5.5 Costos según los grupos de trabajo de la zona 3 [Elaboración propia] ..	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Plan de actividades [Elaboración propia]	11
Tabla 2.1 Coeficientes de retorno según el nivel de complejidad del sistema [RAS Título D, 2014].....	19
Tabla 2.2 Consumo industrial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]	20
Tabla 2.3 Consumo comercial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]	21
Tabla 2.4 Consumo comercial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]	21
Tabla 2.5 Factor de mayoración máximo según el número de población servida [RAS Título D, 2014].....	22
Tabla 2.6 Contribución de infiltración según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de infiltración [RAS Título D, 2014].....	24
Tabla 2.7. Relaciones hidráulicas [López Cualla, 2000].....	26
Tabla 2.8 Rango de velocidades y coeficiente de rugosidad, según el material [INEN, 1997]	29
Tabla 2.9 Diámetro mínimo de pozo según el diámetro de la tubería [CPE INEN 9-1].	33
Tabla 2.10 Coeficiente de caída según la relación entre diámetros [López Cualla, 2000]	35
Tabla 2.11. Coeficiente de cambio de dirección según el régimen del flujo y la relación radio de curvatura y diámetro de salida [López Cualla, 2000].....	36
Tabla 2.12. Ponderación de criterios de evaluación [Elaboración propia]	38
Tabla 2.13. Calificaciones de la alternativa 1, según los parámetros de evaluación [Elaboración propia].....	39
Tabla 2.14. Calificaciones de la alternativa 2, según los parámetros de evaluación [Elaboración propia].....	40
Tabla 2.15. Calificaciones de la alternativa 3, según los parámetros de evaluación [Elaboración propia].....	41
Tabla 2.16. Comparación de alternativas según su calificación obtenida [Elaboración propia]	43

Tabla 3.1 Poblaciones proyectadas para el 2047 según tres métodos y su ponderación [Elaboración propia].....	46
Tabla 3.2 Área tributaria según el uso de suelo [Elaboración propia]	47
Tabla 3.3 Consumos según el uso de suelo [Elaboración propia].....	49
Tabla 3.4 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 1 [Elaboración propia].	62
Tabla 3.5 Parámetros de los pozos de la zona 1 [Elaboración propia].....	70
Tabla 3.6 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 2 [Elaboración propia].	78
Tabla 3.7 Parámetros de los pozos de la zona 2 [Elaboración propia].....	82
Tabla 3.8 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 3 [Elaboración propia].	86
Tabla 3.9 Parámetros de los pozos de la zona 3 [Elaboración propia].....	87
Tabla 4.1 Flora característica del cantón Caluma [Elaboración propia].....	108
Tabla 4.2 Fauna característica del cantón Caluma [Elaboración propia].....	110
Tabla 4.3 Factores ambientales del proyecto [Elaboración propia]	113
Tabla 4.4 Acciones según las fases del proyecto [Elaboración propia]	114
Tabla 4.5 Impactos ambientales según las acciones del proyecto [Elaboración propia]	115
Tabla 4.6 Calificación por afectación para los criterios [Elaboración propia]	117
Tabla 4.7 Tabla de ponderaciones según la extensión, duración y reversibilidad. ..	117
Tabla 4.8 Calificaciones para la actividad desbroce del terreno con respecto a la erosión del suelo [Elaboración propia]	119
Tabla 4.9 Matriz de valoración de extensión, duración y reversibilidad.....	120
Tabla 4.10 Matriz de valoración de las magnitudes [Elaboración propia].....	122
Tabla 4.11 Matriz de impacto ambiental [Elaboración propia]	124
Tabla 4.12 Resultados de impacto ambiental para las alternativas de diseño [Elaboración propia].....	126
Tabla 4.13 Medidas de mitigación según los factores ambientales [Elaboración propia].	127
Tabla 5.1 Listado de rubros [Elaboración propia].....	131
Tabla 5.2 APU Letrero de señalización metálico tipo caballete [Elaboración propia]	132
Tabla 5.3 Unidades de letrero de señalización [Elaboración propia].....	133
Tabla 5.4 Unidades de señales de trabajo y desvíos [Elaboración propia]	133

Tabla 5.5 Longitudes de suministro e instalación de malla de seguridad [Elaboración propia]	133
Tabla 5.6 Longitudes de paso peatonal [Elaboración propia].....	134
Tabla 5.7 Áreas de limpieza y desbroce del terreno [Elaboración propia].....	134
Tabla 5.8 Longitudes de trazado y replanteo de la red [Elaboración propia].....	134
Tabla 5.9 Áreas de rotura de pavimento [Elaboración propia]	135
Tabla 5.10 Áreas de reposición de calzada [Elaboración propia].....	135
Tabla 5.11 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m [Elaboración propia]	135
Tabla 5.12 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m [Elaboración propia]	136
Tabla 5.13 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m [Elaboración propia]	136
Tabla 5.14 Áreas de entibado metálico [Elaboración propia]	136
Tabla 5.15 Longitudes de nivelación de zanja [Elaboración propia].....	137
Tabla 5.16 Volúmenes de relleno de mejoramiento [Elaboración propia].....	137
Tabla 5.17 Volúmenes de relleno cama de arena [Elaboración propia]	137
Tabla 5.18 Volúmenes de relleno acostillado con material granular [Elaboración propia]	137
Tabla 5.19 Volúmenes de reposición de lastre [Elaboración propia].....	138
Tabla 5.20 Longitudes de suministro e instalación de cintas [Elaboración propia] ..	138
Tabla 5.21 Volúmenes desalojo de material excavado [Elaboración propia].....	138
Tabla 5.22 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m [Elaboración propia].....	139
Tabla 5.23 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m [Elaboración propia].....	139
Tabla 5.24 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m [Elaboración propia].....	139
Tabla 5.25 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 200mm [Elaboración propia].....	139
Tabla 5.26 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 250mm [Elaboración propia].....	140

Tabla 5.27 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 300mm [Elaboración propia].....	140
Tabla 5.28 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 400mm [Elaboración propia].....	140
Tabla 5.29 Volúmenes de agua para el control de polvo [Elaboración propia]	141
Tabla 5.30 Áreas de reposición de cobertura vegetal [Elaboración propia].....	141
Tabla 5.31 Áreas de replantación de especies arbóreas [Elaboración propia]	141
Tabla 5.32 Unidades de barrera acústica [Elaboración propia]	142
Tabla 5.33 Volúmenes para gestión de escombros [Elaboración propia]	142
Tabla 5.34 Cronograma valorado de zona 1 hasta el 6 mes [Elaboración propia] ..	145
Tabla 5.35 Cronograma valorado de zona 1 del 7 hasta el 12 mes [Elaboración propia]	146
Tabla 5. Cronograma valorado de zona 2 [Elaboración propia]	148
Tabla 5. Cronograma valorado de zona 3 [Elaboración propia]	149

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 1 al suroeste de la ciudad

PLANO 2 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 1 al este de la ciudad.

PLANO 3 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 2 en el oeste de la ciudad.

PLANO 4 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 2 en el oeste de la ciudad

PLANO 5 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 2 al oeste de la ciudad

PLANO 6 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 2 al noreste de la ciudad

PLANO 7 Vista en planta del sistema de conducción de aguas servidas de la zona 3 al noreste de la ciudad

PLANO 8 Perfiles longitudinales de la zona 1 (1 – 14)

PLANO 9 Perfiles longitudinales de la zona 1 (15 - 35)

PLANO 10 Perfiles longitudinales de la zona 1 (36 - 60)

PLANO 11 Perfiles longitudinales de la zona 2 (1 - 19)

PLANO 12 Perfiles longitudinales de la zona 2 (20 - 25) y de la zona 3 (1 - 4)

PLANO 13 Detallamiento de pozos, empalme, zanjas y paso elevado para tuberías

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad se ha evidenciado la necesidad de evacuar las aguas residuales de las ciudades como medio de saneamiento y prevención de enfermedades.

Los sistemas de recolección y conducción de aguas residuales más antiguos de los que se tiene registros se remontan al año 3750 A.C y fueron hallados en Nippur, una ciudad de la antigua Mesopotamia (Orozco, 2014).

La ciudad poseía un sistema que consistía en pequeñas tuberías cilíndricas hechas de material cerámico recolectaban las aguas residuales de las casas y descargaban a una tubería rectangular de mayor tamaño hecha de ladrillo revestido que conducía el agua residual a grandes tanques que desembocaban aguas abajo del Shatt en Nil, un cauce del río Éufrates. (García, 2019)

En ciudades sin una industria pesada desarrollada, la primera causa de contaminación es la mala gestión de desechos que en su mayoría suelen ser aguas residuales, las cuales producto de un mal manejo pueden generar la transmisión de enfermedades.

La OMS establece como su sexto ODS el acceso al agua potable y al saneamiento para todas las personas, debido a la necesidad del líquido vital y la evacuación de desechos para evitar enfermedades, vinculándose al tercer ODS de garantizar la salud y el bienestar de las personas (ONU, 2019).

Los sistemas de conducción son beneficiosos para la población gracias a que atenúan el impacto de la contaminación en la ciudad, asisten al escurrimiento en el control de inundaciones y reducen la presencia de patógenos que puedan ocasionar enfermedades, mejorando así la salubridad.

Caluma al ser una ciudad sin industria pesada, debe tener especial consideración con la gestión de residuos, la ciudad al ser contigua al río Caluma requiere una especial gestión de las aguas residuales.

1.1 Antecedentes

Históricamente, Caluma ha sido un pasaje obligatorio para comerciantes de poblados andinos que se dirigían de la Sierra con rumbo a la Costa para vender sus productos.

Desde la creación de la provincia de Bolívar, Caluma fue designado como la parte rural del cantón Chimbo, hasta que con una población de 9.828 habitantes fue declarado cantón el 23 de agosto de 1990. En la década anterior, el cantón Caluma ha experimentado el crecimiento poblacional más alto de la provincia de Bolívar, habiendo alcanzado para el 2010 una población de 13129 habitantes.

El núcleo urbano del cantón Caluma se encuentra dividido por el río del mismo nombre en 2 sectores, el distrito Viejo al Sur y el distrito Nuevo al Norte, la ciudad posee un sistema parcial de alcantarillado, que recolecta las aguas servidas de solo 5 barrios de la zona Nueva y 2 barrios de la zona Vieja, para posteriormente, descargar sus aguas residuales al río Caluma sin haberse realizado ningún proceso de depuración.

La red de recolección de aguas servidas existente se extiende por aproximadamente 15Km, tuberías que en su mayoría son de hormigón simple, pero se encuentran en mal estado, la configuración del sistema es tipo espina de pescado y cuenta con tuberías cuyos diámetros oscilan entre 10[mm] y 200[mm].

El sector urbano del cantón Caluma se asienta sobre en un valle, en el cual la zona vieja posee una sola pendiente que evacua las aguas directamente al río, mientras que, la zona Nueva posee una ligera elevación en parte central, por lo cual se realiza una evacuación a doble pendiente.

En Base a lo anterior, se busca implementar un sistema para conducir las aguas residuales hacia PTARs, considerando el Estudio del Plan Maestro del GADM que contempla la ampliación del sistema de recolección en sectores sin cobertura del servicio.

1.2 Localización

El cantón Caluma se encuentra al oeste de la provincia de Bolívar en una ladera de la hoya del río Chimbo, exactamente en las coordenadas 79° 18' 22'' de longitud oeste y a 12° 36' 19'' de latitud sur. En el norte limita con los cantones de

Echeandía, Urdaneta y Guaranda, por otro lado, en el sur limita con Babahoyo y Chimbo.

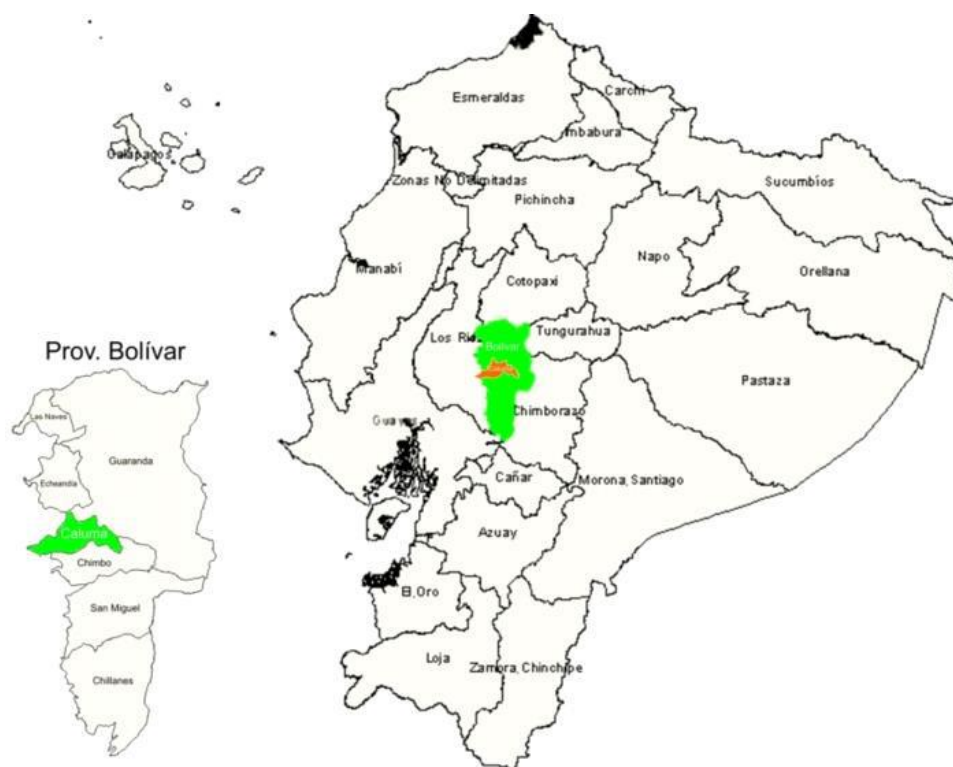


Figura 1.1 Ubicación cantón Caluma [Elaboración propia]

1.3 Información básica

1.3.1 Población

Según el último censo poblacional del 2010, el cantón Caluma posee 13129 habitantes de los cuales el 47.7% corresponde al sector urbano y el 52.3% al sector rural. Así mismo, el cantón presenta un crecimiento poblacional del 1.89%(INEC, 2010).

1.3.2 Topografía

El cantón Caluma se caracteriza por presentar una topografía irregular, teniendo zonas con menor altitud en el oeste a una altura de 210 m.s.n.m. y sectores más elevados al este con una altura de 1874 m.s.n.m., siendo los más conocidos el ramal orográfico Filo de San Pablo y los cerros La Pólvora, Naranja Pata, entre otros(GAD Caluma, 2019).

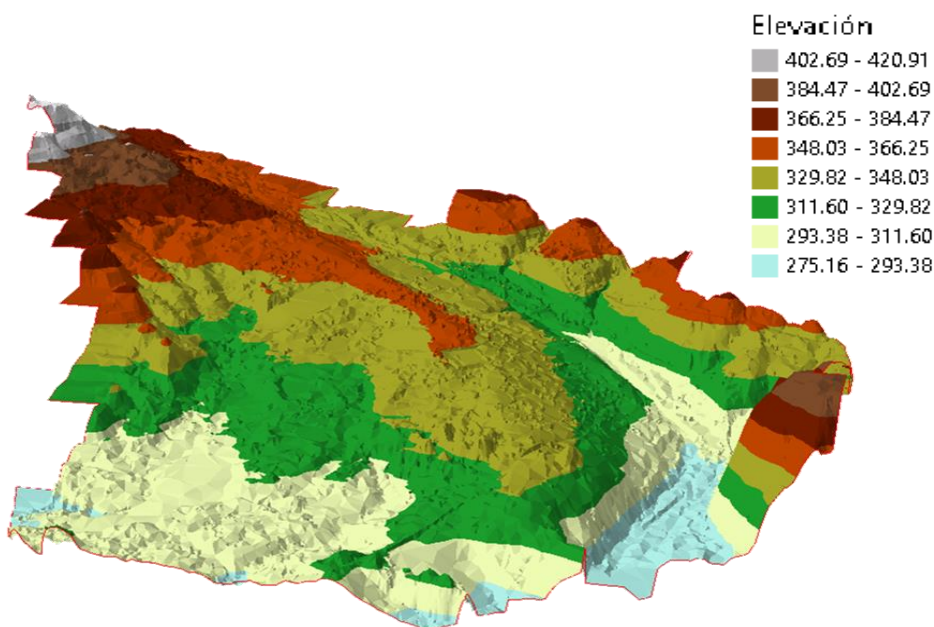


Figura 1.2 Elevación topográfica de Caluma [Elaboración propia]

1.3.3 Red hídrica

El sistema hidrográfico de Caluma está conformado principalmente por el Río Caluma, también conocido aguas abajo como el río Pita y aguas arriba como el río Pacaná, que a su vez está formado por el río Churipungo y San Antonio. Por otro lado, el sistema hidrográfico se compone de subsistemas como esteros y quebradas, como por ejemplo las quebradas de Guarumal, Turumpacha, estero Diablo y Huaycu(GAD Caluma, 2016).

1.3.4 Uso de suelo

Según el MAE el uso de suelo en el año 2012 está conformado principalmente por pastizales con 9128.04 hectáreas y tierras agropecuarias con 6165.84 hectáreas. Por otro lado, en la cabecera cantonal de Caluma mayoritariamente el uso de suelo está destinado a residencias y comercios(GAD Caluma, 2019).

1.3.5 Estudio de suelo

Según los estudios de suelo realizados por el plan maestro en el año 2018, haciendo uso de calicatas se obtuvo de 20 muestras con una profundidad de 1

metro de suelo, que en promedio 0 a 30 cm se encuentra grava arcillosa y lo restante de la muestra está conformado por arcilla de alta plasticidad.

1.3.6 Red vial

En el cantón Caluma cuenta con la vía principal Ricaurte – Caluma – Guaranda, que a su vez cuenta con varias vías rurales de acceso a varias localidades aledañas como San Pablo de Pita, Charquiyacu y Pasagua. Además, según la INEC 2010 se estableció que el 51.50% de la superficie de rodadura son de calles lastradas, el 21.87% de calles de tierra, el 19.80% de calles de asfalto y finalmente 6.83% son de calles adoquinadas(GAD Caluma, 2019).

1.3.7 Zonificación

El sector urbano de Caluma se divide en 3 zonas según su topografía. La zona 1 comprende de toda la zona vieja de Caluma y el sector sureste de la zona nueva, la zona 2 abarca el sector noroeste de Caluma nueva y finalmente la zona alta que se encuentra al noreste pertenece a la zona 3 (GAD Caluma, 2016).

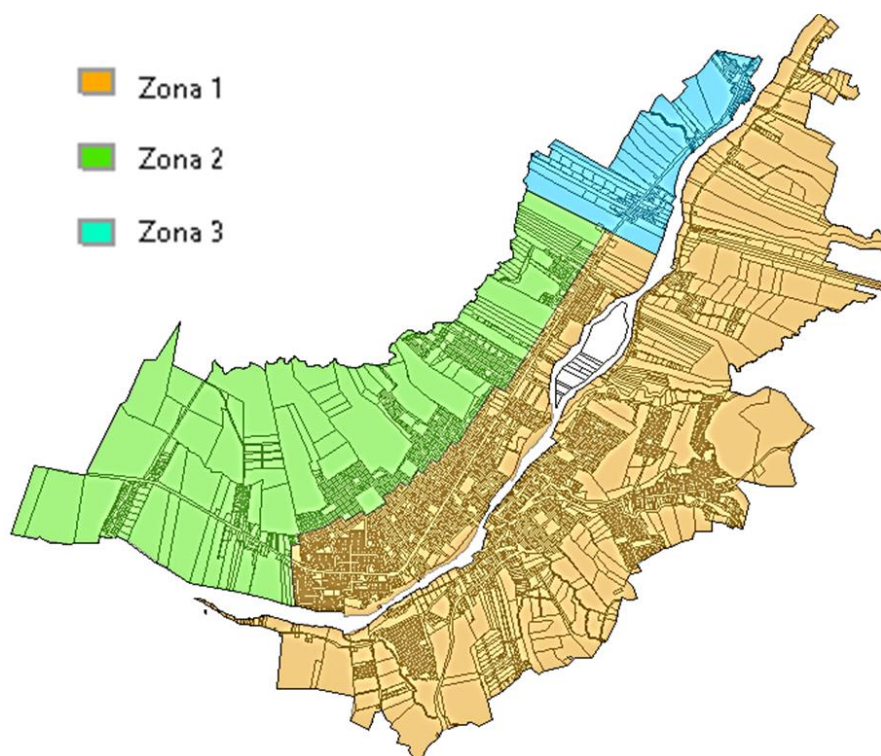


Figura 1.3 Zonificación del casco urbano de Caluma [Elaboración propia]

1.3.8 Red sanitaria

El sistema de alcantarillado del cantón Caluma se extiende solo a ciertos sectores de la ciudad, siendo estos residuos descargados en cuerpos de agua y en casos de no estar conectado a la red pública se usan pozos sépticos o descarga directa al río Caluma (GAD Caluma, 2019).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de conducción de aguas servidas para el casco urbano del cantón Caluma, mediante el análisis y cálculo hidráulico del dimensionamiento de las tuberías para el transporte las aguas residuales a las plantas depuradoras proyectadas.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Recolectar la información preliminar y reglamentaria referente al proyecto para la obtención de parámetros de diseño y procesamiento de datos.
2. Realizar el análisis de factibilidad para 3 alternativas de sistemas de alcantarillado, a través de la evaluación de criterios de diseño para la selección de la alternativa con mayor viabilidad.
3. Diseñar el sistema de conducción de aguas residuales mediante cálculos hidráulicos analíticos elaborados en hojas Excel, para el dimensionamiento adecuado de las tuberías y pozos de revisión.
4. Elaborar los documentos técnicos necesarios, para la implementación del sistema, mediante el análisis de cantidades de materiales, costos y tiempos de construcción.

1.5 Justificación

El cantón Caluma en sus 31 años de fundación, ha experimentado el mayor nivel de crecimiento poblacional entre los cantones de la provincia de Bolívar, puesto que es un núcleo comercial para varias comunidades aledañas y un centro turístico gracias a sus múltiples atractivos naturales (INEC, 2010).

La contaminación del río Caluma ha ocasionado una gran pérdida del turismo en el territorio, que sumado a falta un sistema de saneamiento adecuado, ha propiciado una abstinencia por parte de inversionistas en la región.

El plan maestro del cantón Caluma contempla un conjunto de proyectos para el desarrollo urbano, uno de los aspectos a mejorar es la gestión de las descargas de aguas servidas, debido a que la ciudad cuenta parcialmente con un sistema de alcantarillado que descarga las aguas servidas sin tratar al río Caluma y otros cuerpos de agua(GAD Caluma, 2019).

La OMS estipula en los ODS 6 y 3, correspondientes a saneamiento y salud respectivamente, que las personas tienen el derecho de un adecuado sistema de evacuación de aguas residuales, para disminuir la propagación de patógenos y precaver enfermedades (ONU, 2019).

Por lo anterior mencionado, el GAD municipal de Caluma busca solucionar el problema de contaminación del río y saneamiento, mediante un sistema de conducción de aguas servidas hacia plantas depuradoras para aumentar la inversión, el turismo y la calidad de vida.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Aguas residuales

Son aguas que ya han sido utilizadas y no sirven para el consumo humano debido a la baja calidad producto de la contaminación antropogénica generada después de su uso en una actividad determinada (García, 2019).

1.6.2 Sistemas de alcantarillados

Según (López Cualla, 2000) , es un conjunto de estructuras subterráneas encargado de recolectar, transportar y evacuar las aguas residuales de las viviendas hacia las plantas de depuración.

Se clasifican en:

Separado: Está formado por redes de conducción independientes para la recolección de aguas servidas y aguas lluvias.

- **Sanitario:** Recolecta únicamente las aguas residuales de los hogares e industrias.

- **Pluvial:** Recolecta únicamente las aguas lluvias escurridas producto de la precipitación.

Combinado: Está formado por una red que conduce aguas servidas y aguas lluvias conjuntamente (López Cualla, 2000).

1.6.3 Tipos de sistemas de recolección

Los tipos de sistemas se clasifican en dos los convencionales y no convencionales. Los sistemas convencionales son de orden complejo, debido al número de habitantes que pueden llegar a servir. Por otro lado, los sistemas no convencionales sirven a poblaciones menores generalmente de sectores rurales y bajo condiciones específicas, debido a esto no se considera este tipo de sistema.

1.6.3.1 Sistema por gravedad

Es considerado como el sistema tradicional para la evacuación de aguas residuales, siendo adoptado en todo tipo de poblaciones alrededor mundo. El funcionamiento de sistema de alcantarillado por gravedad se basa en tuberías instaladas a favor de una pendiente, para que las aguas residuales fluyan por peso propio desde los hogares hasta la planta de depuradora de aguas residuales (Lauwo et al., 2012).

1.6.3.2 Sistema por presión

Los alcantarillados a presión sirven para recolectar aguas residuales de diversas fuentes a un depósito equipado con una bomba, con el fin de elevarlas a un alcantarillado de recolección principal o a una planta depuradora de agua servidas. Por consiguiente, el alcantarillado a presión se suele emplear en ciudades con geografía muy irregulares debido a que la topografía ya no un impedimento en el diseño del sistema (Walski et al., 2007), (Cruz Rodríguez, 2013).

1.6.3.3 Sistema por vacío

El alcantarillado al vacío recoge las aguas residuales de los sumideros colectores hasta la estación de bombas de vacío a través de un diferencial de presión. Para que se genere la presión negativa, es necesario que el sistema este cerrado

herméticamente para su correcto funcionamiento. Su aplicación a grandes ciudades se suele realizar mediante la sectorización, generando pequeñas redes de recolección (Abdulla & Ullas, 2020),(Ruiz Morales, 2012).

1.6.4 Bases de diseño

Son todos los parámetros iniciales reglamentarios que deben considerarse en el diseño del sistema de recolección de aguas residuales.

1.6.4.1 *Periodo de diseño*

El periodo de diseño dependerá de la inversión a realizar para cada componente del proyecto y la tasa de actualización correspondiente, se debe dimensionar considerando este parámetro con su debida justificación (SENAGUA, n.d.).

1.6.4.2 *Población de diseño*

La población crece en función del tiempo y el desarrollo económico del territorio, en los sistemas de recolección se debe considerar el crecimiento de esta, para hacer frente a la necesidad en el periodo de análisis determinado (RAS Título B, 2014), (Vanella et al., 2020).

1.6.4.3 *Consumo*

El consumo de agua en una ciudad depende de los hábitos de la población, las características climáticas de la región y el tipo de uso para la cual el agua es requerida. Los usos más comunes del agua son el doméstico, industrial, comercial e institucional, por lo cual estos diferentes usos deben ser considerados para el diseño (SENAGUA, n.d.), (RAS Título B, 2014).

1.6.4.4 *Caudal de diseño*

El consumo de la población tiende a fluctuar a lo largo del día, por efecto de las actividades realizadas como la alimentación, movilización, pernoctación, etc. Por lo anterior, se debe evaluar el momento de consumo máximo para determinar la condición crítica para la que debe ser diseñado el sistema, esto se consigue mediante la mayoración del caudal diario (CONAGUA, n.d.).

El agua producto de la escorrentía superficial infiltrada a la red de recolección y las descargas directas de agua lluvia en el sistema por efecto de los sumideros en los domicilios, suponen un incremento en el caudal que debe considerarse para la realización del diseño (Carmona, 2016).

1.6.5 Dimensionamiento de tuberías

1.6.5.1 Ecuación de Manning

La ecuación de Manning es un modelo matemático basado en la ecuación de Chezy, que tiene de variables a la velocidad, rugosidad y la pendiente de la superficie del agua. Siendo empleada para determinar el diámetro requerido y el caudal a tubo lleno (Chow Ven Te, 1994), (French, 1988).

1.6.5.2 Borde libre

Se describe al borde libre como el espacio entre la superficie de agua y la parte superior del canal. El borde libre es requerido para evitar la acumulación de gases que pueden resultar nocivos para el ser humano (Gallardo Armijos, 2018).

1.6.5.3 Rango de velocidades

El flujo en las tuberías debe respetar una velocidad mínima para asegurar la autolimpieza y un valor máximo para prevenir la erosión de las paredes internas de la tubería (INEN, 1997).

1.6.5.4 Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante relaciona la fuerza resistencia del fondo del canal con la fuerza del peso del agua, un concepto a considerar en el diseño de tuberías por los posibles efectos erosivos (Chow Ven Te, 1994).

1.6.5.5 Pérdida de energía

Las aguas recolectadas pierden energía al ser transportadas por las tuberías, esto es debido a las transiciones y cambios de dirección entre las tuberías y los pozos. Este parámetro debe tenerse en cuenta para realizar el empate de las tuberías y determinar las alturas de excavación (RAS Título D, 2014).

1.7 Plan de actividades

Se detalla las actividades que se realizan por cada semana para el diseño del sistema de recolección de aguas servidas.

Tabla 1.1 Plan de actividades [Elaboración propia]

Actividades		Semanas desde 09/05/2022 hasta 07/09/2022																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Reconocimiento de la zona	■																	
2	Definición de alcance y objetivos		■																
3	Antecedentes			■															
4	Justificación			■															
5	Recolección de información			■	■														
6	Procesado de la topografía				■	■													
7	Zonificación				■	■													
8	Marco teórico				■	■													
9	Metodología					■	■												
10	Propuesta de alternativas						■												
11	Trazado de las redes							■	■										
12	Dimensionamiento de tuberías								■	■	■								
13	Evaluación del impacto ambiental									■	■	■							
14	Elaboración de planos											■	■						
15	Descripción de rubros													■					
16	Análisis de precios unitarios														■	■			
17	Elaboración de presupuesto															■			
18	Elaboración de cronograma de															■	■		

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología

La metodología del presente proyecto está seccionada en 4 etapas consecutivas para lograr una adecuada ejecución.

- **La primera etapa** del proyecto consiste en, una revisión bibliográfica de toda la documentación relacionada al diseño de sistemas de conducción de aguas residuales, la elaboración de un sumario de especificaciones técnicas y parámetros de diseño haciendo uso de las normativas vigentes correspondientes.
- **La segunda etapa** abarca, el proceso de recopilación de información específica referente al proyecto incluyendo la toma de datos en caso de no contar con alguna información necesaria para el desarrollo de este, para el procesamiento de datos y la obtención de parámetros preliminares requeridos para el diseño. Así como, un diagnóstico del estado de la red existente en la zona de estudio y la propuesta de 3 alternativas para realizar un análisis de factibilidad y seleccionar la alternativa idónea que pueda solucionar la problemática.
- **La tercera etapa** engloba todo el proceso de diseño en base a la alternativa seleccionada, considerando el trazado de la red existente y la sectorización por áreas de aportación de las plantas depuradoras de la ciudad.
Para cada zona se determina la población proyectada, el caudal de diseño y se realiza el trazado de la red para el dimensionamiento de red mediante cálculos hidráulicos.
- **La cuarta etapa** comprende, un estudio de la viabilidad del proyecto desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económico, mediante la

evaluación del impacto ambiental y el análisis de costos que incluye, la elaboración APU, presupuestos, cronograma valorado, especificaciones técnicas correspondientes. Así mismo, planos de detalle del trazado y los perfiles, para las distintas redes de tuberías y pozos.

2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

2.2.1 Trabajo de campo

2.2.1.1 *Recolección de información*

La obtención de datos se realizó, mediante una visita al municipio de Caluma, obteniendo información referente al número de predios, tipos de uso de suelo en la ciudad, estudio de suelos, red existente u otra información relevante al proyecto.

2.2.1.2 *Reconocimiento de la zona*

Topografía

Se llevó a cabo un reconocimiento de la ciudad para inspeccionar su relieve, y realizar un contraste de la geografía observada con respecto al estudio topográfico proporcionado por el municipio. Adicionalmente, se complementó la información topográfica, mediante la toma de datos de elevaciones para las zonas no contempladas en el estudio.

Red sanitaria existente

Se efectuó un recorrido por la red de alcantarillado de la ciudad para verificar la veracidad de los datos y evaluar el estado de la red existente. Así mismo, se identificaron e inspeccionaron los puntos de descargas al río y las ubicaciones de las plantas depuradoras planteadas en el plan maestro.

2.2.2 Trabajo de laboratorio

2.2.2.1 *Información geográfica*

Se hizo uso del programa AutoCAD Civil 3D, para el procesamiento de la información geográfica con lo cual se obtuvo las curvas de nivel y la demarcación geográfica de las zonas de estudio. Así mismo, se utilizó en la generación de

mapas temáticos de la topografía del terreno, la sectorización por áreas de aportación, la red hídrica, el tipo de uso de suelos y la red sanitaria existente.

2.2.2.2 Trazado de redes

Se empleó el software AutoCAD Civil 3D, en la generación un modelo topográfico tridimensional útil para en el trazado de las redes de recolección, la obtención de perfiles característicos y en el cálculo de cantidades de tuberías, pozos y volúmenes de excavación. Además, este programa fue útil para la elaboración de planos de detalles del trazado longitudinal, los perfiles transversales y los pozos de revisión pertenecientes a cada red de tuberías.

2.2.2.3 Diseño del sistema

El programa Microsoft Excel fue utilizado para realizar la proyección poblacional con su respectivo análisis de sensibilidad, el cálculo de caudales, el dimensionamiento de tuberías realizando el correspondiente diseño hidráulico y el cálculo de cotas requeridas en el proceso de instalación de las tuberías para cada uno de los tramos de las distintas zonas.

2.2.3 Trabajo de gabinete

El diseño realizado para el sistema de conducción de aguas servidas de la ciudad de Caluma está basado en las disposiciones y recomendaciones expuestas en la normativa ecuatoriana vigente para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales, CPE INEN 9-1.

Por añadidura, se contempla las especificaciones y criterios de diseño para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales expuestos en la normativa colombiana RAS-2016 Título D, debido a la similitud de comportamiento entre las poblaciones de estos países.

2.2.3.1 Nivel de complejidad

El diseño de sistemas de alcantarillado debe realizarse en función del tamaño y crecimiento de la población, la capacidad económica de la comunidad y la topografía de la región.

2.2.3.2 Período de diseño

La Octava Parte de la normativa CPE INEN 9-1 establece que periodo óptimo de diseño para sistemas de alcantarillado en base al factor de economía de escala, la tasa de actualización y nivel de complejidad.

La normativa RAS Título D recomienda un periodo de diseño de 30 [Años] para los sistemas de complejidad alto y 25 [Años] para los demás niveles de complejidad.

2.2.3.3 Proyección poblacional

La CPE INEN 9-1 establece en su Quinta Parte que para el cálculo de población futura la proyección debe realizarse con al menos 3 métodos que permitan discriminar los resultados mediante un análisis de sensibilidad.

Método 1: Aritmético

Este método supone un crecimiento constante, por lo cual la proyección adquiere una tendencia lineal, que es idónea para poblaciones pequeñas que posean un crecimiento moderado sin muchas variaciones.

$$P_f = P_i * (1 + r * (T_f - T_i)) \quad (2.1)$$

Donde:

P_f : Población futura al año de análisis, en [Hab].

P_i : Población inicial en la zona de estudio, en [Hab].

r : Tasa de crecimiento poblacional, en [%].

T_f : Año final de análisis para la proyección, en [Años].

T_i : Año inicial para la proyección, en [Años].

Método 2: Geométrico

Este método está basado en un incremento polinómico de la población, se recomienda su aplicación para poblaciones con apreciable expansión urbana y moderado desarrollo económico.

$$P_f = P_i * (1 + r)^{(T_f - T_i)} \quad (2.2)$$

Donde:

P_f : Población futura al año de análisis, en [Hab].

P_i : Población inicial en la zona de estudio, en [Hab].

r : Tasa de crecimiento poblacional, en [%].

T_f : Año final de análisis para la proyección, en [Años].

T_i : Año inicial para la proyección, en [Años].

Método 3: Exponencial

Este método requiere de al menos 3 censos poblacionales para poder emplearse, es recomendado emplearlo en poblaciones con un elevado crecimiento económico y una considerable expansión urbana.

$$P_f = P_i * e^{r*(T_f-T_i)} \quad (2.3)$$

Donde:

P_f : Población futura al año de análisis, en [Hab].

P_i : Población inicial en la zona de estudio, en [Hab].

r : Tasa de crecimiento poblacional, en [%].

T_f : Año final de análisis para la proyección, en [Años].

T_i : Año inicial para la proyección, en [Años].

Población de diseño

Se realiza un análisis de sensibilidad en el cual se pondera las proyecciones poblacionales en base a la similitud de la tendencia de ellos datos con respecto al promedio de los métodos. La población se obtiene mediante la ecuación (2.4).

$$P_{Dis} = P_{f1} * W_1 + P_{f2} * W_2 + P_{f3} * W_3 \quad (2.4)$$

Donde:

P_{Dis} : Población de diseño, en [Hab].

P_{f1} : Población futura obtenida por el método 1, en [Hab].

W_1 : Ponderación para la proyección del método 1, en [%].

P_{f2} : Población futura obtenida por el método 2, en [Hab].

W_2 : Ponderación para la proyección del método 2, en [%].

P_{f3} : Población futura obtenida por el método 3, en [Hab].

W_3 : Ponderación para la proyección del método 1, en [%].

2.2.3.4 Densidad poblacional

Es un indicador de la cantidad de personas que habitan por unidad de superficie, es útil para estimar la población presente en una extensión de tierra determinada.

$$D_p = \frac{P_o}{A_o} \quad (2.5)$$

Donde:

D_p : Densidad poblacional, en [Hab/ha].

P_o : Población total de análisis, en [Hab].

A_o : Área total de análisis, en [ha].

2.2.3.5 Áreas tributarias

Área parcial

El área parcial de una tubería análisis es la sumatoria de las áreas tributarios por tipo de uso del agua, este valor se obtiene mediante la expresión presentada a continuación.

$$A_{Par} = \sum [A_u] \quad (2.6)$$

Donde:

A_{Par} : Caudal parcial, en [ha].

A_u : Área tributaria por tipo de uso del agua, en [ha].

Área acumulada

El área acumulada de una tubería de análisis es la sumatoria de las áreas parciales de las tuberías anteriores a la tubería de análisis, es determinado mediante la siguiente ecuación.

$$A_{Acum} = \sum [A_{Par_Ant}] \quad (2.7)$$

Donde:

A_{Acum} : Área acumulada, en [ha].

A_{Par_Ant} : Áreas parciales anteriores, en [ha].

Área servida

El área servida para una tubería de análisis considera los aportes el área parcial y el caudal acumulado, se calcula como se muestra en la siguiente expresión.

$$A_s = A_{Par} + A_{Acum} \quad (2.8)$$

Donde:

A_s : Área servida de la tubería actual, en [ha].

A_{Par} : Área parcial de la tubería actual, en [ha].

A_{Acum} : Área acumulada de la tubería anterior, en [ha].

2.2.3.6 Población servida

El número de habitante a los cuales la tubería de análisis provee del servicio.

$$P_s = D_p * A_s \quad (2.9)$$

Donde:

P_s : Población servida de análisis, en [Hab].

D_p : Densidad poblacional, en [Hab/ha].

A_s : Área servida de análisis, en [ha].

2.2.3.7 Coeficiente de retorno

Indica la porción de agua doméstica producida que es devuelta como agua residual. La normativa CPE INEN 9-1 establece que este coeficiente debe ser determinado a partir de las mediciones de consumo en la región de análisis.

Tabla 2.1 Coeficientes de retorno según el nivel de complejidad del sistema [RAS Título D, 2014]

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.80
Medio alto y alto	0.85

2.2.3.8 Consumos

El consumo de agua en ciudad deber ser determinado en base a las condiciones climáticas del sitio, el tamaño de la población, la extensión de su zona industrial, las actividades comerciales y demás tipos de demanda del recurso. Generalmente se consideran los siguientes 4 usos.

Doméstico

La UNESCO sugiere proveer una dotación doméstica de 100[L/día/Hab], para el caso de gobiernos con suficiencia de recursos hídricos (UNESCO, 2019).

El consumo doméstico de agua efectivo para el diseño de sistemas de alcantarillado es un porcentaje del consumo doméstico de agua potable, este es obtenido a partir de la siguiente ecuación.

$$C_{Dom} = \frac{C_r * D_0 * D_p}{86\ 400} \quad (2.10)$$

Donde:

C_{Dom} : Consumo doméstico, en [L/s/ha].

C_r : Coeficiente de retorno.

D_{Dom} : Dotación doméstica, en [L/día/Hab].

D_p : Densidad poblacional, en [Hab/ha].

Industrial

El consumo industrial de agua depende del nivel de complejidad del sistema, los valores referenciales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.2 Consumo industrial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]

Contribución industrial	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial [L/s/ha-ind]
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio alto	0.8
Alto	1.0 – 1.5

Comercial

El consumo comercial de agua depende de la extensión superficial del sector comercial, la EMAAP-Q proporciona un intervalo recomendado para este valor, como se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 2.3 Consumo comercial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]

Contribución comercial	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial [L/s/ha-com]
Cualquiera	0.4 - 0.5

Institucional

El consumo institucional de agua depende de la extensión superficial del sector comercial, la EMAAP-Q proporciona un intervalo recomendado para este valor, como se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 2.4 Consumo comercial de agua según el tipo de instalación [EMAAP-Q, 2009]

Contribución institucional	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional [l/s/ha-com]
Cualquiera	0.4 - 0.5

2.2.3.9 Coeficiente de mayoración

La CPE INEN 9-1 estipula que el caudal diario debe ser mayorado para considerar el efecto de la variación de consumo. En Ecuador se determina el coeficiente mediante la siguiente ecuación.

$$M = \frac{18 + \sqrt{\frac{P_o}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P_o}{1000}}} \quad (2.11)$$

Donde:

M : Coeficiente de mayoración.

P_o : Población de análisis, en [Hab].

El RAS Título D recomienda mayorar el caudal diario mediante un coeficiente que depende de la población servida de la población de análisis, este factor es obtenido a partir de la siguiente ecuación.

$$M = \frac{a}{\left(\frac{P_o}{1000}\right)^b} \quad (2.12)$$

Donde:

M : Coeficiente de mayoración.

a, b : Coeficientes a obtenerse de experiencia en campo, $a=3.5$ y $b=0.1$.

P_o : Población de análisis, en [Hab].

Adicionalmente el RAS Título D recomienda limitar este factor de acuerdo con el número de habitantes que reciben el servicio.

Tabla 2.5 Factor de mayoración máximo según el número de población servida [RAS Título D, 2014]

Población servida	Factor de mayoración máximo
< 20000	3.00
20000 - 50000	2.50
50001 - 750000	2.25
> 750000	2.00

2.2.3.10 Caudales

El cálculo de caudales se realizó en base a lo establecido por el (RAS Título B, 2014).

Caudal parcial

El caudal parcial de una tubería análisis es la sumatoria de los caudales tributarios por tipo de uso del agua, este valor se obtiene mediante la ecuación presentada a continuación.

$$Q_{Par} = \sum [C_u * A_u] \quad (2.13)$$

Donde:

Q_{Par} : Caudal parcial, en [L/s].

C_u : Consumo según el tipo de uso del agua, en [L/s/ha].

A_u : Área tributaria por tipo de uso del agua, en [m²].

Caudal acumulado

El caudal acumulado de una tubería de análisis es la sumatoria de los caudales parciales de las tuberías anteriores a la tubería de análisis, es determinado mediante la siguiente ecuación.

$$Q_{Acum} = \sum [Q_{Par_Ant}] \quad (2.14)$$

Donde:

Q_{Acum} : Caudal acumulado, en [L/s].

Q_{Par_Ant} : Caudales parciales anteriores, en [L/s].

Caudal diario

El caudal diario para una tubería de análisis considera los aportes del caudal parcial y el caudal acumulado, se calcula como se muestra en la siguiente expresión.

$$Q_{Dia} = Q_{Par} + Q_{Acum} \quad (2.15)$$

Donde:

Q_{Dia} : Caudal diario de la tubería actual, en [L/s].

Q_{Par} : Caudal parcial de la tubería actual, en [L/s].

Q_{Acum} : Caudal acumulado de la tubería anterior, en [L/s].

Caudal máximo horario

La variación de consumo diario conduce a una fluctuación del caudal de descarga, la tubería debe estar diseñada para el requerimiento máximo presentado. Por lo cual, se debe mayorar el caudal diario mediante la siguiente ecuación.

$$Q_{MH} = M * Q_{Dia} \quad (2.16)$$

Donde:

Q_{MH} : Caudal máximo horario, en [L/s].

M : Coeficiente de mayoración.

Q_{Dia} : Caudal diario, en [L/s].

Caudal de infiltración

La normativa contempla el aporte de aguas superficiales que se infiltran al sistema de alcantarillado a través de las juntas o fisuras presentes en la red, la contribución

causada por este fenómeno depende del nivel de complejidad del sistema y las características naturales del terreno.

Tabla 2.6 Contribución de infiltración según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de infiltración [RAS Título D, 2014]

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta [L/s/ha]	Infiltración media [L/s/ha]	Infiltración baja [L/s/ha]
Bajo y medio	0.3	0.2	0.1
Medio alto y alto	0.3	0.2	0.1

El caudal aportado por la infiltración se calcula mediante la siguiente expresión.

$$Q_{Inf} = C_{Inf} * A_s \quad (2.17)$$

Donde:

Q_{Inf} : Caudal de infiltración, en [L/s].

C_{Inf} : Contribución por infiltración, en [L/s/ha].

A_s : Área servida de análisis, en [ha].

Caudal de conexiones clandestinas

La normativa contempla el aporte de las aguas lluvias que ingresan directamente al alcantarillado sanitario mediante los sumideros de los domicilios.

El caudal de aporte debe calcularse para las condiciones iniciales de operación, el cual, en caso de que la ciudad cuente con un sistema de alcantarillado pluvial el caudal el caudal de aporte podrá tomar un valor máximo de 0.2[L/s].

$$Q_{CC} = C_{CC} * A_s \quad (2.18)$$

Donde:

Q_{CC} : Caudal de conexiones clandestinas, en [L/s].

C_{CC} : Contribución por conexiones clandestinas, en [L/s/ha].

A_s : Área servida de análisis, en [ha].

Caudal de diseño

La normativa CPE INEN 9-1 establece que el caudal de diseño debe considerar las aportaciones de las aguas servidas (doméstico, comercial, institucional,

industrial) más la contribución por escorrentía y conexiones ilícitas, tal como, se muestra en la siguiente expresión.

$$Q_{Dis} = Q_{MH} + Q_{Inf} + Q_{CC} \quad (2.19)$$

Donde:

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

Q_{MH} : Caudal máximo horario, en [L/s].

Q_{Inf} : Caudal de infiltración, en [L/s].

Q_{CC} : Caudal de conexiones clandestinas, en [L/s].

2.2.3.11 **Diámetro de tubería**

El diámetro requerido de tubería deberá ser determinado mediante la ecuación de Manning (Chow Ven Te, 1994) y deberá ser al menos igual al mínimo establecido, este diámetro se determina tal como se muestra a continuación:

$$D_{Req} = 1.548 \left(\frac{n * Q_{Dis}}{\sqrt{S}} \right)^{3/8} \quad (2.20)$$

Donde:

D_{Req} : Diámetro requerido para la tubería, en [m].

n : Coeficiente de rugosidad de Manning, en [s/(m^{1/3})].

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

S : Pendiente de la tubería, en [m/m].

El diámetro utilizado para el diseño será el diámetro adoptado a partir del diámetro mínimo por normativa y el diámetro comercial que comúnmente se selecciona el diámetro inmediato superior (INEN, 1997).

2.2.3.12 **Flujo a tubo lleno**

Caudal a tubo lleno

El caudal se determina bajo la condición de tubo lleno, considerando el diámetro adoptado y haciendo uso de la ecuación de Manning descrita por (Chow Ven Te, 1994).

$$Q_o = 312 * \frac{D_{Ad}^{8/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.21)$$

Donde:

Q_o : Caudal a tubería llena, en [L/s].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

S : Pendiente de la tubería, en [m/m].

n : Coeficiente de rugosidad de Manning, en [s/(m^{1/3})].

Velocidad a tubo lleno

La velocidad a tubo lleno se obtiene de la relación del caudal a tubo lleno con el área de la tubería.

$$V_o = \frac{0.004 * Q_o}{\pi * D_{Ad}^2} \quad (2.22)$$

Donde:

V_o : Velocidad a tubería llena, en [m/s].

Q_o : Caudal a tubería llena, en [L/s].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

2.2.3.13 Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas sirven para conocer el comportamiento del flujo de agua en una sección (López Cualla, 2000). Se obtienen a partir de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubería llena, ingresando en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 2.7. Relaciones hidráulicas [López Cualla, 2000]

$\left(\frac{Q_{Dis}}{Q_o}\right)_r$	$\left(\frac{V}{V_o}\right)_r$	$\left(\frac{d}{D}\right)_r$	$\left(\frac{R}{R_o}\right)_r$	$\left(\frac{H}{D}\right)_r$
0.01	0.292	0.092	0.239	0.041
0.02	0.352	0.124	0.315	0.067
0.03	0.404	0.148	0.370	0.086
0.04	0.427	0.165	0.410	0.102
0.05	0.453	0.182	0.449	0.116
0.06	0.473	0.196	0.481	0.128
0.07	0.492	0.210	0.510	0.140
0.08	0.505	0.220	0.530	0.151
0.09	0.520	0.232	0.554	0.161
0.10	0.540	0.248	0.586	0.170
0.11	0.553	0.258	0.606	0.179
0.12	0.570	0.270	0.630	0.188
0.13	0.580	0.280	0.650	0.197
0.14	0.590	0.289	0.668	0.213
0.15	0.600	0.298	0.686	0.213

$$\left(\frac{Q_{Dis}}{Q_o}\right)_r \rightarrow \left(\frac{V}{V_o}\right)_r, \left(\frac{d}{D}\right)_r, \left(\frac{R}{R_o}\right)_r, \left(\frac{H}{D}\right)_r \quad (2.23)$$

Donde:

$\left(\frac{Q_{Dis}}{Q_o}\right)_r$: Relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno.

$\left(\frac{V}{V_o}\right)_r$: Relación entre velocidad real y a tubo lleno.

$\left(\frac{d}{D}\right)_r$: Relación entre lámina de agua y diámetro interno de la tubería.

$\left(\frac{R}{R_o}\right)_r$: Relación entre radio hidráulico real y a tubo lleno.

$\left(\frac{H}{D}\right)_r$: Relación entre profundidad hidráulica y diámetro interno de la tubería.

2.2.3.14 Flujo real en la sección

Haciendo uso de las relaciones hidráulicas se obtienen las propiedades hidráulicas de la sección, mediante las expresiones mostradas a continuación.

Velocidad

$$V = V_o * \left(\frac{V}{V_o}\right)_r \quad (2.24)$$

Donde:

V : Velocidad real en la tubería, en [m/s].

V_o : Velocidad a tubería llena, en [m/s].

$\left(\frac{V}{V_o}\right)_r$: Relación entre velocidad real y a tubo lleno.

Altura de lámina de agua

$$d = D_{Ad} * \left(\frac{d}{D}\right)_r \quad (2.25)$$

Donde:

d : Altura de la lámina de agua, en [m].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

$\left(\frac{d}{D}\right)_r$: Relación entre lámina de agua y diámetro interno de la tubería.

Radio hidráulico

$$R_h = \frac{D_{Ad}}{4} * \left(\frac{R}{R_o}\right)_r \quad (2.26)$$

Donde:

R_h : Radio hidráulico para la sección de flujo, en [m].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

$\left(\frac{R}{R_o}\right)_r$: Relación entre radio hidráulico real y a tubo lleno.

Profundidad hidráulica

$$H = D_{Ad} * \left(\frac{H}{D}\right)_r \quad (2.27)$$

Donde:

H : Altura de profundidad hidráulica, en [m].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

$\left(\frac{H}{D}\right)_r$: Relación entre profundidad hidráulica y diámetro interno de la tubería.

2.2.3.15 *Rango de velocidades*

La CPE INEN 9-1 establece que, para el diseño hidráulico la velocidad en la tubería no puede tomar un valor menor a $0.45[m/s]$ debido a que se pueden producir retención de sólidos en la tubería producto de la baja velocidad, siendo recomendada una velocidad de $0.60[m/s]$ para evitar la acumulación de gases en la red de tuberías. Así mismo, indica la velocidad máxima según el tipo de material para evitar la erosión en las paredes de la tubería.

Tabla 2.8 Rango de velocidades y coeficiente de rugosidad, según el material [INEN, 1997]

Material	Velocidad máxima	Coeficiente de rugosidad
Hormigón con uniones de mortero	4	0.013
Hormigón con uniones de neopreno	3.5 - 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 - 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

2.2.3.16 Borde libre

Se debe favorecer la ventilación de gases dentro de la tubería, mediante un borde libre adecuado con el cual no supere el 85[%] de la relación entre profundidad hidráulica y diámetro interno de la tubería (Gallardo Armijos, 2018).

2.2.3.17 Esfuerzo cortante

Se debe verificar la condición de autolimpieza para cada tramo de la red, en la cual el esfuerzo cortante medio podrá tomar un valor mínimo de 1 [Pa] (EMAAP-Q, 2009). Este se determina mediante la expresión mostrada a continuación:

$$\tau = \gamma * R_h * S \quad (2.28)$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante medio, en [Pa].

γ : Peso específico del agua, 9810 [N/m³].

R_h : Radio hidráulico para la sección de flujo, en [m].

S : Pendiente de la tubería, en [m/m].

2.2.3.18 Altura de velocidad

Es definida como la altura que puede alcanzar las partículas de agua por efecto de su energía cinética en una sección de la tubería, se determina haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$h_v = \frac{V^2}{2 * g} \quad (2.29)$$

Donde:

h_v : Altura de velocidad, en [m].

V : Velocidad real en la tubería, en [m/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

2.2.3.19 Energía específica para el flujo real

Es la energía total en una sección de la tubería, se expresada en términos de altura mediante la siguiente expresión.

$$E = d + h_v \quad (2.30)$$

Donde:

E : Energía específica, en [m].

d : Altura de la lámina de agua, en [m].

h_v : Altura de velocidad, en [m].

2.2.3.20 Número de Froude

El empate de las tuberías con los colectores depende del régimen de flujo, este se calcula mediante la expresión mostrada a continuación.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * H}} \quad (2.31)$$

Donde:

NF : Número de Froude, Subcrítico $0.9 < NF < 1.1$ Supercrítico.

V : Velocidad real en la tubería, en [m/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

H : Altura de profundidad hidráulica, en [m].

2.2.3.21 Análisis de régimen

Para el caso de tuberías en régimen supercrítico se debe evaluar el régimen crítico para determinar la caída en el pozo.

Para el análisis del régimen crítico se emplea la solución explícita de Vatankhah & Easa para tirante en tuberías de sección circular, mediante relaciones de flujo (Vatankhah & Easa, 2011).

Relación de flujo

$$\varepsilon_c = \frac{Q_{Dis}^2 * 10^{-6}}{g * D_{Ad}^5} \quad (2.32)$$

Donde:

ε_c : Relación de flujo en una sección circular.

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

Tirante crítico

$$y_c = D_{Ad} * (1 + 13.6 * \varepsilon_c^{-2.1135} - 13 * \varepsilon_c^{-2.1})^{-0.1156} \quad (2.33)$$

Donde:

y_c : Tirante crítico, en [m].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

ε_c : Relación de flujo.

Ángulo crítico

Expresa el nivel de lámina de agua

$$\theta_c = 2 * \text{ArcCos} \left(1 - \frac{2 * y_c}{D_{Ad}} \right) \quad (2.34)$$

Donde:

θ_c : Ángulo crítico, en [rad].

y_c : Tirante crítico, en [m].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

Área crítica

$$A_c = \frac{(100 * D_{Ad})^2}{8} * (\theta_c - \text{Sen}(\theta_c)) \quad (2.35)$$

Donde:

A_c : Área crítica, en [cm²].

θ_c : Ángulo crítico, en [rad].

D_{Ad} : Diámetro adoptado para la tubería, en [m].

Velocidad crítica

$$V_c = 10 * \frac{Q_{Dis}}{A_c} \quad (2.36)$$

Donde:

V_c : Velocidad crítica, en [m/s].

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

A_c : Área crítica, en [cm²].

2.2.3.22 Energía específica para flujo crítico

$$E_c = y_c + \frac{V_c^2}{2 * g} \quad (2.37)$$

Donde:

E_c : Energía específica para condición de flujo crítico, en [m].

y_c : Tirante crítico, en [m].

V_c : Velocidad crítica, en [m/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

2.2.3.23 Diámetro de pozo

Diámetro requerido para el pozo de revisión en función de la geometría de las conexiones entre tuberías se determina mediante la siguiente expresión.

$$D_{P_Req} = \frac{D_{Ext_s}}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (2.38)$$

Donde:

D_{P_Req} : Diámetro requerido del pozo, en [m].

D_{Ext_s} : Diámetro exterior de la tubería de salida del pozo, en [m].

α : Ángulo de giro entre la tubería actual y la tubería siguiente, en [rad].

El diámetro mínimo para el pozo según el régimen de flujo.

$$D_{P_min} \geq k_r * D_{Ext_s} * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2.39)$$

Donde:

D_{P_min} : Diámetro mínimo del pozo, en [m].

k_r : Coeficiente de régimen de flujo, 2 para subcrítico y 12 para supercrítico.

D_{Ext_s} : Diámetro exterior de la tubería de salida del pozo, en [m].

α : Ángulo de giro entre la tubería actual y la tubería siguiente, en [rad].

La normativa CPE INEN 9-1 establece que, el diámetro mínimo para el pozo en función del diámetro de las tuberías conectadas.

Tabla 2.9 Diámetro mínimo de pozo según el diámetro de la tubería [CPE INEN 9-1].

Diámetro de la tubería [mm]	Diámetro del pozo [m]
Menos o igual a 550	0.90
Mayor a 550	Diseño especial

2.2.3.24 Radio de curvatura

Depende el ángulo de giro entre dos tuberías y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$R_c = \frac{D_{P_Ad}}{2 * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (2.40)$$

Donde:

R_c : Radio de curvatura, en [m].

D_{P_Ad} : Diámetro adoptado para el pozo, en [m].

α : Ángulo de giro entre la tubería actual y la tubería siguiente, en [rad].

Este parámetro puede obviarse cuando el ángulo de giro entre dos tuberías sea cercano a cero ya que provee de valores muy grandes para los cuales la pérdida por giro es despreciable.

2.2.3.25 Caída del pozo

Incremento de altura

En caso de que el régimen de flujo en supercrítico se debe considerar un incremento de altura debido a las pérdidas.

$$E_p = 0.589 * D_{Ad_s} * \left(\frac{Q_{Dis} * 10^{-3}}{D_{Ad_s} * \sqrt{g * D_{Ad_s}}} \right)^{2.67} \quad (2.41)$$

Donde:

E_p : Incremento de altura debido a las pérdidas, en [m].

D_{Ad_s} : Diámetro adoptado para la tubería de salida del pozo, en [m].

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

Factor de entrada

Para realizar el empate por la línea de energía, se debe evaluar mediante la siguiente ecuación si la entrada se encuentra sumergida o no.

$$F_e = \frac{Q_{Dis} * 10^{-3}}{\sqrt{g * D_{Ad_s}^5}} \quad (2.42)$$

Donde:

F_e : Factor de entrada, entrada sumergida $\leq 0.62 <$ entrada no sumergida.

Q_{Dis} : Caudal de diseño, en [L/s].

g : Aceleración gravitacional, 9.81 [m/s²].

D_{Ad_s} : Diámetro adoptado para la tubería de salida del pozo, en [m].

Altura de caída del pozo para entrada no sumergida

La caída del pozo depende de la energía específica en el régimen crítico y los incrementos por pérdidas, se determina mediante la siguiente ecuación.

$$H_c = k_c * (E_c + E_p) \quad (2.43)$$

Donde:

H_c : Altura de caída del pozo, en [m].

k_c : Coeficiente de caída.

E_c : Energía específica para condición de flujo crítico, en [m].

E_p : Incremento de altura debido a las pérdidas, en [m].

Para la cual, el coeficiente de caída en función de la relación entre el diámetro del pozo y el diámetro de la tubería se obtiene a partir de la siguiente tabla.

Tabla 2.10 Coeficiente de caída según la relación entre diámetros [López Cualla, 2000]

$\frac{D_{P_Ad}}{D_{Ad_S}}$	k_c
<1.3	1.5
1.3 – 1.6	1.4
1.6 – 2.0	1.3
>2.0	1.2

Altura de caída del pozo para entrada sumergida

La caída del pozo depende de la energía específica en el régimen crítico y los incrementos por pérdidas, se determina mediante la siguiente ecuación.

$$H_c = k_c * D_s * (0.7 + 1.91 * F_e^2) \quad (2.44)$$

Donde:

H_c : Altura de caída del pozo, en [m].

k_c : Coeficiente de caída.

D_{Ad_S} : Diámetro adoptado para la tubería de salida del pozo, en [m].

F_e : Factor de entrada.

2.2.3.26 Pérdidas de energía

En el diseño de sistemas de alcantarillado se consideran dos tipos de pérdidas en tuberías para el empate de cotas.

Pérdida por transición

Estas pérdidas dependen de la variación de velocidad en la transición entre dos tuberías, se estiman mediante la siguiente expresión.

$$\Delta H_t = k_t * |h_{V_S} - h_{V_a}| \quad (2.45)$$

Donde:

ΔH_t : Pérdida de energía por transición, en [m].

k_t : Coeficiente de transición, Aumento $k=0.1$, Disminución $k=0.2$.

h_{V_S} : Altura de velocidad en la siguiente tubería, en [m].

h_{V_a} : Altura de velocidad en la actual tubería, en [m].

Pérdida por cambio de dirección

Estas pérdidas dependen del ángulo de giro entre dos tuberías, se estiman mediante expresión mostrada a continuación.

$$\Delta H_d = k_d * \left(\frac{h_{V_s} + h_{V_a}}{2} \right) \quad (2.46)$$

Donde:

ΔH_d : Pérdida de energía por cambio de dirección, en [m].

k_d : Coeficiente de cambio de dirección.

h_{V_s} : Altura de velocidad en la tubería siguiente, en [m].

h_{V_a} : Altura de velocidad en la tubería actual, en [m].

En donde el coeficiente de cambio de dirección depende la relación entre el radio de curvatura entre las tuberías y el diámetro adoptado de la tubería de salida, el coeficiente se obtiene partir de la tabla mostrada a continuación.

Tabla 2.11. Coeficiente de cambio de dirección según el régimen del flujo y la relación radio de curvatura y diámetro de salida [López Cualla, 2000]

Régimen de flujo	$\frac{R_c}{D_{Ad_s}}$	k_d
Subcrítico	1.0 – 1.5	0.40
	1.5 – 3.0	0.20
	>3	0.05
Supercrítico	6.0 – 8.0	0.40
	8.0 – 10.0	0.20
	>10.0	0.05

Estas pérdidas pueden despreciarse para tramos en donde el giro entre las tuberías sea cercano a cero.

Pérdida absoluta

Es la suma de las perdidas por transición y cambio de dirección, es aplicada en el proceso de empate de cota de energía para el diseño de las tuberías.

$$\Delta H_e = \Delta H_t + \Delta H_d \quad (2.47)$$

Donde:

ΔH_e : Pérdida absoluta de energía, en [m].

ΔH_t : Pérdida de energía por transición, en [m].

ΔH_d : Pérdida de energía por cambio de dirección, en [m].

Perdida por caída

La caída produce una pérdida de energía en el flujo, esta pérdida se determina mediante la siguiente expresión.

$$H_p = H_c - d \quad (2.48)$$

Donde:

H_p : Pérdida de energía por caída, en [m].

H_c : Altura de caída del pozo, en [m].

d : Altura de la lámina de agua, en [m].

2.3 Análisis de alternativas

Se realizó la evaluación de alternativas mediante un análisis cualitativo empleando la matriz comparativa de Pugh, haciendo uso de parámetros de evaluación característicos de los sistemas de recolección de aguas servidas.

2.3.1 Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación se escogieron en base a las particularidades de los sistemas de recolección, los problemas existentes y a las necesidades de la comunidad.

Los criterios seleccionados para el análisis comparativo son detallados a continuación:

- **CAPEX:** Se basa en los costos y volúmenes de construcción para cada alternativa.
- **OPEX:** Se considera todos los costos de operación y mantenimiento, así como su complejidad.

- **Tiempos de construcción:** Se analiza el tiempo que tomara ejecutar cada alternativa.
- **Complejidad del sistema:** Se relaciona a la cantidad de parámetros a considerar en el diseño de cada alternativa.
- **Proveedores:** Se analiza la factibilidad comercial de los métodos y adquisición de los implementos.
- **Daños ambientales:** Corresponde a todo efecto adverso que puede ocasionar la alternativa al medio ambiente, ya sea en fases de construcción, operación, mantenimiento y reparación.
- **Riesgos laborales:** Implica a los riesgos que se expone la mano de obra en el proceso de construcción, operación, mantenimiento y reparación.

A continuación, se realizó una tabla de ponderaciones en base a la comparación del nivel de importancia que tiene cada parámetro de evaluación con relación a los demás criterios.

Tabla 2.12. Ponderación de criterios de evaluación [Elaboración propia]

Comparación de Criterios de Evaluación		A	B	C	D	E	F	G	Iteraciones	Ponderación
		CAPEX	OPEX	Tiempos de construcción	Factibilidad en terrenos	Proveedores	Daños ambientales	Riesgos laborales		
A	CAPEX		A	A	A	E	A	G	4	19.05%
B	OPEX			B	B	E	B	G	3	14.29%
C	Tiempos de construcción				C	E	F	G	1	4.76%
D	Complejidad del sistema					E	D	G	1	4.76%
E	Proveedores						E	G	5	23.81%
F	Daños ambientales							G	1	4.76%
G	Riesgos laborales								6	28.57%
Total									21	100%

2.3.2 Alternativa 1

Considerando el sistema de recolección de aguas servidas actual de la ciudad, se contempla el diseño de un sistema a presión para la conducción de aguas residuales procedentes de la zona 2 hacia una planta depuradora colindante al río Caluma.

Tabla 2.13. Calificaciones de la alternativa 1, según los parámetros de evaluación
[Elaboración propia]

Parámetros de evaluación	Sistema a presión	
	Comentarios	Calificación
CAPEX	Los costos de excavación son menores debido a que no necesitan de una pendiente mínima. El costo en implementos se incrementa debido al número de estaciones de bombeo requeridas. Por otro lado, las cantidades de excavación y de materiales requeridos disminuyen.	5
OPEX	La operación y el mantenimiento son procesos complejos que requirieren de mano de obra especializada, generando altos costos. Por otro lado, es un sistema susceptible a fallas, una reparación paralizaría el sistema dejando a la comunidad sin el servicio.	6
Tiempos de construcción	Se manejan tiempos de construcción bajos debido a que las tuberías pueden instalarse a poca profundidad y solo requiere pozos de revisión en las estaciones de bombeo.	8
Complejidad del sistema	Se puede trabajar a contrapendiente, los diámetros de tuberías son menores, pero se debe calcular el tipo de bomba a utilizar.	8
Proveedores	Si se encuentra en el mercado ecuatoriano y es implementado en diversos sectores del país.	7
Daños ambientales	Se atribuye todo el impacto ecológico a los procesos de construcción y operación, debido a los escombros que se producen y al alto gasto energético permanente generado. Además, en caso de una fuga en la tubería se puede generar una contaminación por aguas residuales.	4
Riesgos laborales	Se realiza excavaciones de poca profundidad por ende la exposición a riesgos es baja. Por otro lado, debido a que se debe tener un operabilidad y mantenimiento continuo, da cabida a accidentes con los equipos de bombeo.	7

2.3.3 Alternativa 2

Busca un cuerpo hídrico para poder descargar el agua residual completamente por gravedad, esto se hará mediante un diseño manual en una hoja de Excel optimizada para el cálculo hidráulico de tuberías considerando la red existente.

**Tabla 2.14. Calificaciones de la alternativa 2, según los parámetros de evaluación
[Elaboración propia]**

Parámetros de evaluación	Sistema a gravedad	
	Comentarios	Calificación
CAPEX	Los costos de excavación son mayores debido a que se debe respetar la pendiente mínima. El costo en implementos como tuberías aumenta, debido a que se requiere una mayor cantidad del insumo para evitar contrapendientes. Por otro lado, no se usa implementos adicionales.	7
OPEX	No requiere operación y el mantenimiento es simple, conllevando un bajo costo. No requiere de revisiones muy seguidas. Aunque si puede presentar fallas como obstrucciones o roturas de la tubería.	9
Tiempos de construcción	Los tiempos de construcción son altos, debido a que los grandes volúmenes de excavación y el número de estructuras a instalar.	3
Complejidad del sistema	Se debe verificar que se trabaje a favor de la pendiente, los diámetros son más grandes, pero no necesita de cálculo de bombas ni de succionadores.	6
Proveedores	Es considerado como el sistema tradicional, posee una gran variedad de proveedores en el país.	10
Daños ambientales	Se atribuye todo el impacto ecológico al proceso de construcción, debido a los escombros que se producen. Además, en caso de una fuga en la tubería se puede generar una contaminación por aguas residuales.	6
Riesgos laborales	Se realizar excavaciones profundas por largos periodos de construcción, por ende, la exposición a riesgos es alta.	5

2.3.4 Alternativa 3

Debido a la topografía irregular de la cabecera cantonal Caluma, se considera el diseño de un sistema al vacío para la conducción de aguas residuales de los sectores que se encuentren en contrapendiente de la zona 2 hacia la planta depuradora.

**Tabla 2.15. Calificaciones de la alternativa 3, según los parámetros de evaluación
[Elaboración propia]**

Parámetros de evaluación	Sistema a gravedad	
	Comentarios	Calificación
CAPEX	Los costos de excavación son menores debido a que no necesitan de una pendiente mínima. El costo en implementos se incrementa debido a las estaciones de bombas de vacío a construir. Por otro lado, las cantidades de excavación y de materiales requeridos disminuyen.	5
OPEX	La operación y el mantenimiento son procesos complejos que requirieren de mano de obra especializada, generando altos costos. Por otro lado, es un sistema susceptible a fallas, una reparación paralizaría el sistema dejando a la comunidad sin el servicio.	3
Tiempos de construcción	Se manejan tiempos de construcción bajos debido a que las tuberías pueden instalarse a poca profundidad, pero necesita la instalación de registros domiciliarios y bombas de vacío.	7
Complejidad del sistema	Se puede trabajar a contrapendiente, se puede usar menos tramos de tubería, los diámetros de tuberías son menores, pero se debe calcular el tipo de bomba de vacío a utilizar.	8
Proveedores	Proveedores muy limitados y es necesario importar sus componentes y en caso de ser necesario sus repuestos.	3
Daños ambientales	Se atribuye todo el impacto ecológico a los procesos de construcción y operación, debido a los escombros que se producen y al alto gasto energético permanente generado. Por otro lado, no se produce fuga de agua residual por el efecto de succión.	8
Riesgos laborales	Se realiza excavaciones de poca profundidad por ende la exposición a riesgos es baja. Por otro lado, debido a que se debe tener un operabilidad y mantenimiento continuo, da cabida a accidentes con los equipos de succión.	7

2.3.5 Selección de alternativa

Se procedió a asignar una puntuación del 1 al 10 a cada criterio de evaluación para cada uno de los sistemas de recolección de aguas servidas propuesta, tal como se muestra en el gráfico a continuación.

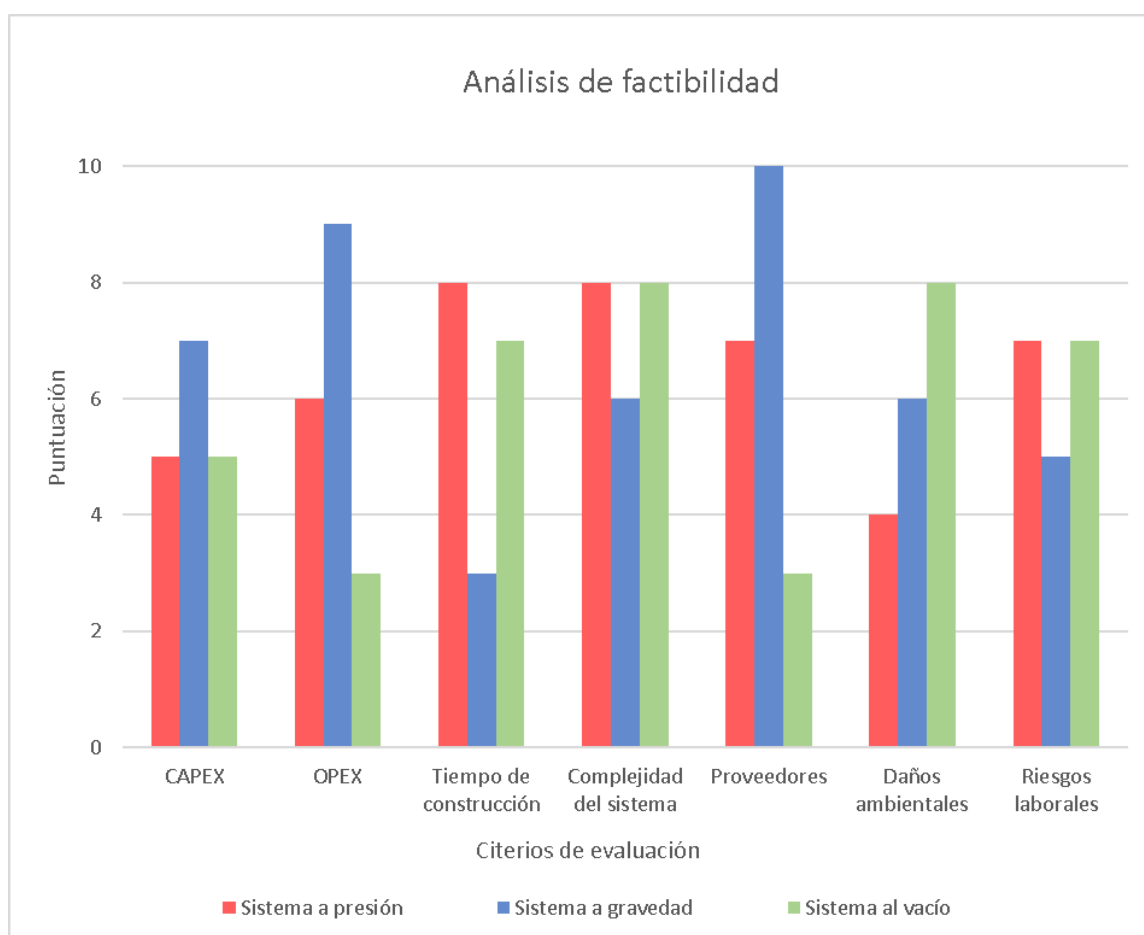


Figura 2.1. Análisis de factibilidad de las alternativas [Elaboración propia]

A través del análisis cualitativo a partir matriz de Pugh, se determinó la factibilidad para cada una de las alternativas, para las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Alternativa 1: El sistema a presión obtuvo una calificación de 6.2 siendo de factibilidad media a comparación a las otras alternativas.

Alternativa 2: El sistema a gravedad alcanzó la calificación más alta de 6.5 con una factibilidad alta.

Alternativa 3: El sistema al vacío presentó la calificación más baja con una puntuación de 6.0, siendo la de factibilidad baja.

**Tabla 2.16. Comparación de alternativas según su calificación obtenida
[Elaboración propia]**

Alternativas para la recolección y conducción de aguas residuales				
Criterio de evaluación	Factor de peso	Calificación del sistema		
		A presión	A gravedad	Al vacío
CAPEX	19.0%	5	7	5
OPEX	9.5%	6	9	3
Tiempos de construcción	4.8%	8	3	7
Complejidad del sistema	4.8%	8	6	8
Proveedores	19.0%	7	10	3
Daños ambientales	14.3%	4	6	8
Riesgos laborales	28.6%	7	5	7
Total	100%	6.2	6.8	5.7
Factibilidad		Media	Alta	Baja

Finalmente, se opta por realizar el diseño de un sistema de recolección de aguas residuales a gravedad, debido a que es la alternativa que mejor se adapta los objetivos de diseño, problemas y necesidades de la comunidad.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Proceso de diseño

A manera de ejemplo se detalla el diseño de la tubería No.270, la cual recibe un caudal acumulado de 0.745[L/s] proveniente de la tubería de entrada No.269 que sirve a 1.490[ha] y un caudal parcial proveniente de la cuadra No.10 como se observa en la imagen mostrada a continuación.

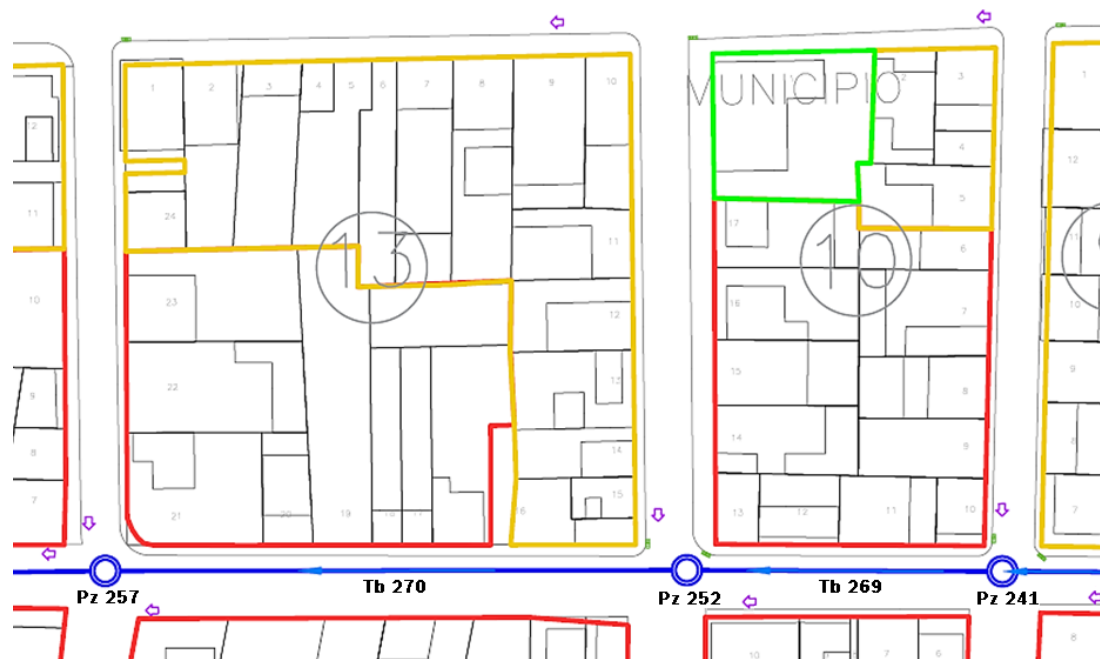


Figura 3.1 Ubicación de la tubería No. 270 [Elaboración propia]

3.1.1.1 Nivel de complejidad

La ciudad de Caluma posee una población que tiene un elevado crecimiento, debido a que la comunidad es el centro económico de la región, los ciudadanos poseen un nivel de adquisición medio y la localidad presenta un relieve irregular. En base a la normativa CPE INEN 9-1, Caluma requiere un sistema de recolección nivel 3, correspondiente a ciudades o comunidades desarrolladas. Análogamente, la normativa RAS Título D sugiere un diseño un sistema nivel medio alto.

3.1.1.2 Período de diseño

En base al nivel de complejidad medio alto de la red sanitaria requerida para la ciudad, la normativa RAS Título D recomienda que el sistema de conducción sea proyectado para una duración de 25[Años] a partir del presente año, es decir una proyección para el año 2047.

3.1.1.3 Proyección poblacional

La población de diseño debe considerar el año de proyección con respecto al año del último censo realizado.

Según datos del censo realizado por la INEC en el 2010, la población del núcleo urbano del cantón Caluma fue de 6263[Hab] y posee una tasa de crecimiento poblacional de 2.52%.

Método 1: Aritmético

A partir de la ecuación (2.1).

$$P_{f1} = P_i * (1 + r * (T_f - T_i))$$
$$P_{f1} = 6263 * (1 + 0.0252 * (2047 - 2010))$$
$$P_{f1} = 12103[\text{Hab}]$$

Método 2: Geométrico

A partir de la ecuación (2.2).

$$P_{f2} = P_i * (1 + r)^{(T_f - T_i)}$$
$$P_{f2} = 6263 * (1 + 0.0252)^{(2047 - 2010)}$$
$$P_{f2} = 15729[\text{Hab}]$$

Método 3: Exponencial

A partir de la ecuación (2.3).

$$P_{f3} = P_i * e^{r * (T_f - T_i)}$$
$$P_{f3} = 6263 * e^{0.0252 * (2047 - 2010)}$$
$$P_{f3} = 15912[\text{Hab}]$$

Análisis de sensibilidad

A partir de las proyecciones poblacionales de los 3 métodos reglamentarios, se contrastó la similitud de las tendencias de cada proyección con el promedio de estas, como se observa en la Figura 3.2.

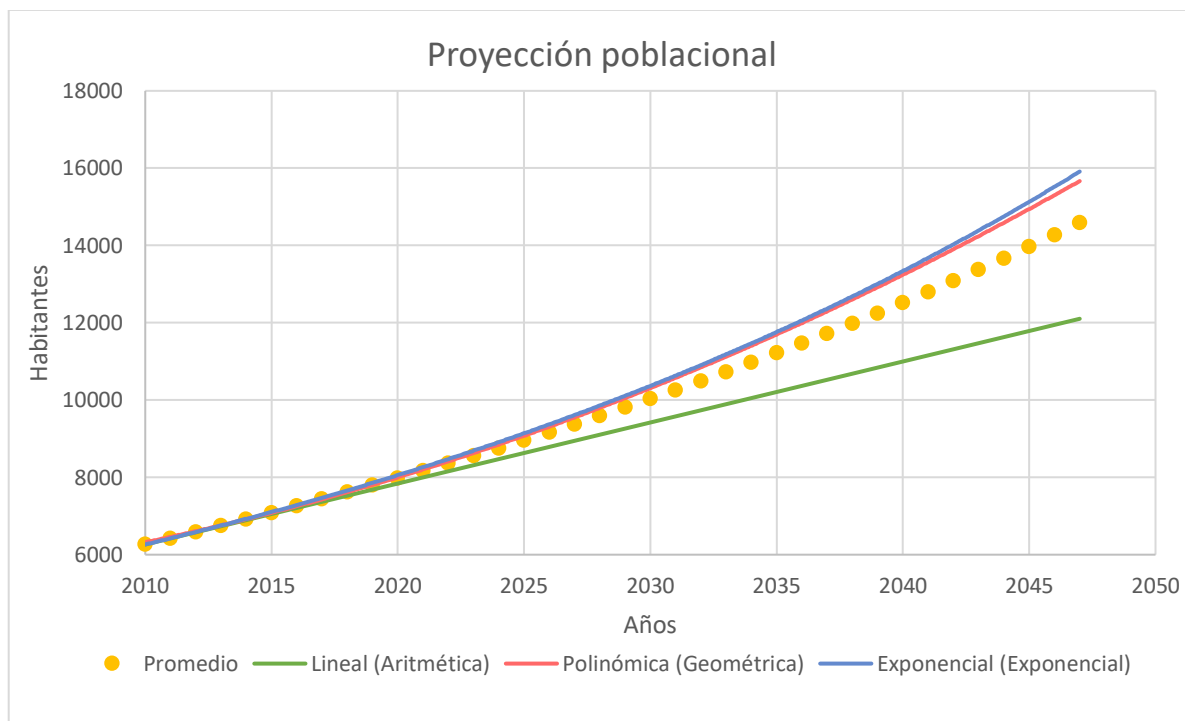


Figura 3.2 Gráfico de proyección poblacional [Elaboración propia]

Se obtuvo de la Figura 3.2 que la proyección más cercana al promedio fue la geométrica, seguida de la exponencial y finalmente de la lineal. Una vez realizado el análisis se establece la ponderación para cada uno de los métodos.

Tabla 3.1 Poblaciones proyectadas para el 2047 según tres métodos y su ponderación [Elaboración propia]

Método	Población	Ponderación
Aritmético	12103	25%
Geométrico	15729	40%
Exponencial	15912	35%

La proyección de la población futura a considerar para el diseño se la calcula a partir de la ecuación (2.4).

$$P_{Dis} = P_{f1} * W_1 + P_{f2} * W_2 + P_{f3} * W_3$$

$$P_{Dis} = 13296 * 25\% + 15729 * 40\% + 15912 * 35\%$$

$$P_{Dis} = 14887[Hab]$$

3.1.1.4 Densidad poblacional

EL número de habitantes por unidad de área se obtiene mediante la ecuación (2.5).

$$D_p = \frac{P_o}{A_o}$$

$$D_p = \frac{14887}{201.57}$$

$$D_p = 73.86 \left[\frac{Hab}{ha} \right]$$

3.1.1.5 Áreas tributarias

A partir de la Figura 3.1 se obtienen las áreas tributarias según el uso de suelo para la tubería de análisis.

Tabla 3.2 Área tributaria según el uso de suelo [Elaboración propia]

Uso de suelo	Área tributaria [ha] * 10 ⁻³
Doméstico	254.59
Industrial	0
Comercial	63.65
Institucional	64.83

Área parcial

A partir de la ecuación (2.6).

$$A_{Par} = \sum [A_u]$$

$$A_{Par} = (254.59 + 63.65 + 64.83) * 10^{-3}$$

$$A_{Par} = 0.383[ha]$$

Área servida

A partir de la ecuación (2.8).

$$A_s = A_{Par} + A_{Acum}$$

$$A_s = 0.383 + 1.490$$

$$A_s = 1.873[ha]$$

3.1.1.6 Población servida

Se emplea la ecuación (2.9) para el cálculo de la población servida, considerando la densidad y área servida obtenida.

$$P_s = D_p * A_s$$

$$P_s = 73.86 * 1.873$$

$$P_s = 139[Hab]$$

3.1.1.7 Coeficiente de retorno

La normativa RAS Título D sugiere considerar un valor de 85% para sistemas de complejidad media alta y alta.

3.1.1.8 Consumos

Para determinar el consumo doméstico se considera la dotación de 100[L/día/Hab] recomendada por la UNESCO, y se hace uso de la ecuación (2.10).

$$C_{Dom} = \frac{C_r * D_0 * D_p}{86\ 400}$$

$$C_{Dom} = \frac{85\% * 100 * 73.86}{86\ 400}$$

$$C_{Dom} = 0.073 \left[\frac{L/s}{ha} \right]$$

Para los consumos industrial, comercial e institucional se considera los recomendados por la EMAAP-Q.

Tabla 3.3 Consumos según el uso de suelo [Elaboración propia]

Uso de suelo	Consumo [L/s/ha]
Doméstico	0.073
Industrial	0.800
Comercial	0.500
Institucional	0.500

3.1.1.9 Coeficiente de mayoración

Para el cálculo del coeficiente de mayoración se usará la ecuación (2.12), haciendo uso de la población servida y de los coeficientes estándares.

$$M = \frac{a}{\left(\frac{P_o}{1000}\right)^b}$$

$$M = \frac{3.5}{\left(\frac{139}{1000}\right)^{0.1}}$$

$$M = 4.26$$

$$M = 3$$

3.1.1.10 Caudales

Caudal parcial

A partir de la ecuación (2.13).

$$Q_{Par} = \sum [C_u * A_u]$$

$$Q_{Par} = (0.073 * 254.59 + 0.500 * 63.65 + 0.500 * 64.83) * 10^{-3}$$

$$Q_{Par} = 0.083 \left[\frac{L}{s} \right]$$

Caudal diario

A partir de la ecuación (2.15).

$$Q_{Dia} = Q_{Par} + Q_{Acum}$$

$$Q_{Dia} = 0.083 \left[\frac{L}{s} \right] + 0.745 \left[\frac{L}{s} \right]$$

$$Q_{Dia} = 0.828 \left[\frac{L}{S} \right]$$

Caudal máximo horario

A partir de la ecuación (2.15).

$$Q_{MH} = M * Q_{Dia}$$

$$Q_{DMH} = 3 * 0.828$$

$$Q_{MH} = 2.48 \left[\frac{L}{S} \right]$$

Caudal de infiltración

Debido a que el suelo es cohesivo, posee una baja permeabilidad. Por otro lado, la zona posee pendientes elevadas se dará con menos frecuencia el estancamiento del agua. Teniendo en consideración estos dos factores se concluye que el sistema va a poseer una infiltración baja para la cual se considera un aporte de 0.1[L/s/ha].

A partir de la ecuación (2.17).

$$Q_{Inf} = C_{Inf} * A_s$$

$$Q_{Inf} = 0.1 * 1.873$$

$$Q_{Inf} = 0.19 \left[\frac{L}{S} \right]$$

Caudal de conexiones clandestinas

El RAS Título D recomienda considerar un aporte máximo de 0.2[L/s/ha] cuando la ciudad disponga de un sistema de drenaje pluvial. Caluma cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial parcial que se encuentra en mal estado, por lo cual se considera este valor máximo para el cálculo del caudal.

A partir de la ecuación (2.18).

$$Q_{CC} = C_{CC} * A_s$$

$$Q_{CC} = 0.2 * 1.873$$

$$Q_{CC} = 0.37 \left[\frac{L}{S} \right]$$

Caudal de diseño

A partir de la ecuación (2.19).

$$Q_{Dis} = Q_{MH} + Q_{Inf} + Q_{CC}$$

$$Q_{Dis} = 2.48 + 0.19 + 0.37$$

$$Q_{Dis} = 3.04 \left[\frac{L}{S} \right]$$

El caudal en la tubería es mayor a 1.5[L/s], por lo tanto, el calculado es el adoptado.

3.1.1.11 **Diámetro de la tubería**

A partir de la ecuación (2.20).

$$D_{Req} = 1.548 \left(\frac{n * Q_{Dis}}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

$$D_{Req} = 1.548 \left(\frac{0.013 * 3.04}{1000 * \sqrt{0.016}} \right)^{3/8}$$

$$D_{Req} = 0.08[m]$$

La CPE INEN 9-1 recomienda un diámetro mínimo de 0.20[m] para sistemas de alcantarillado sanitario nivel 3, pudiendo reducirse a un valor de 0.15[m] solo para las tuberías de los sectores en donde se inicia la producción de aguas servidas. Por lo cual, para la tubería de análisis se adopta el diámetro comercial de 0.20[m].

$$D_{Ad} = 0.20[m]$$

3.1.1.12 **Flujo a tubo lleno**

Caudal a tubo lleno

Obtenido a partir de la ecuación (2.21).

$$Q_o = 312 * \frac{D_{Ad}^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q_o = 312 * \frac{(0.20)^{8/3} * (0.016)^{1/2}}{0.013}$$

$$Q_o = 41.53 \left[\frac{L}{S} \right]$$

Velocidad a tubo lleno

Obtenido a partir de la ecuación (2.22).

$$V_o = \frac{0.004 * Q_o}{\pi * D_{Ad}^2}$$

$$V_o = \frac{0.004 * 41.53}{\pi * (0.20)^2}$$

$$V_o = 1.32 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.1.1.13 Relaciones hidráulicas

Se calcula la relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno en base a la expresión (2.23) y se obtiene las relaciones hidráulicas a partir de la Tabla 2.7.

$$\left(\frac{Q_{Dis}}{Q_o} \right)_r = \frac{3.04}{41.53} = 0.07$$

$$\begin{array}{cccccc} \left(\frac{Q_{Dis}}{Q_o} \right)_r & \rightarrow & \left(\frac{V}{V_o} \right)_r & , & \left(\frac{d}{D} \right)_r & , & \left(\frac{R}{R_o} \right)_r & , & \left(\frac{H}{D} \right)_r \\ 0.07 & \rightarrow & 0.492, & & 0.210, & & 0.510, & & 0.140 \end{array}$$

3.1.1.14 Flujo real en la sección

Velocidad

A partir de la ecuación (2.24).

$$V = V_o * \left(\frac{V}{V_o} \right)_r$$

$$V = 1.32 * 0.492$$

$$V = 0.65 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Altura de lámina de agua

A partir de la ecuación (2.25).

$$d = D_{Ad} * \left(\frac{d}{D} \right)_r$$

$$d = 0.20 * 0.210$$

$$d = 0.042 [m]$$

Radio hidráulico

A partir de la ecuación (2.26).

$$R_h = \frac{D_{Ad}}{4} * \left(\frac{R}{R_o}\right)_r$$
$$R_h = \frac{0.20}{4} * 0.510$$
$$R_h = 0.026[m]$$

Profundidad hidráulica

A partir de la ecuación (2.27).

$$H = D_{Ad} * \left(\frac{H}{D}\right)_r$$
$$H = 0.20 * 0.140$$
$$H = 0.03[m]$$

3.1.1.15 Rango de velocidades

La velocidad en la tubería de análisis es de 0.48[m/s], con lo cual se encuentra dentro del intervalo de velocidades recomendado de 0.45[m/s] como valor mínimo y 4.5[m/s] como máximo para una tubería de PVC.

3.1.1.16 Borde libre

La profundidad hidráulica en la tubería es de un 17.9% la sección de la tubería, con lo cual se encuentra por debajo del máximo de 85% de llenado de la sección.

3.1.1.17 Esfuerzo cortante

Se obtiene mediante la ecuación (2.28).

$$\tau = \gamma * R_h * S$$
$$\tau = 9810 * 0.03 * 0.016$$
$$\tau = 4.08[MPa]$$

Este valor es mayor a 1 [MPa], por lo cual cumple con la recomendación del mínimo para asegurar autolimpieza.

3.1.1.18 *Altura de velocidad*

Se calcula la altura de velocidad a partir de la ecuación (2.29).

$$h_v = \frac{V^2}{2 * g}$$
$$h_v = \frac{0.65^2}{2 * 9.81}$$
$$h_v = 0.022[m]$$

3.1.1.19 *Energía específica*

Empleando la ecuación (2.30) se calcula la energía específica en el tramo de tubería No.270.

$$E = d + h_v$$
$$E = 0.042 + 0.022$$
$$E = 0.064[m]$$

3.1.1.20 *Número de Froude*

Se usa la ecuación (2.31) para calcular el número de Froude.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * H}}$$
$$NF = \frac{0.65}{\sqrt{9.81 * 0.03}}$$
$$NF = 1.24$$

En el caso de la tubería 270 el número Froude da mayor a 1.1 por lo tanto se está trabajando con flujo supercrítico. Debido a que la velocidad aumenta en el tramo siguiente a la tubería 270, por lo tanto, se utiliza un valor de coeficiente de transición de 0.1.

3.1.1.21 *Flujo crítico en la sección*

Relación de flujo en una sección circular

A partir de la ecuación (2.32).

$$\varepsilon_c = \frac{Q_{Dis}^2 * 10^{-6}}{g * D_{Ad}^5}$$

$$\varepsilon_c = \frac{(3.04)^2 * 10^{-6}}{9.81 * (0.20)^5}$$

$$\varepsilon_c = 2.94 * 10^{-3}$$

Tirante crítico

A partir de la ecuación (2.33).

$$y_c = D_{Ad} * (1 + 13.6 * \varepsilon_c^{-2.1135} - 13 * \varepsilon_c^{-2.1})^{-0.1156}$$

$$y_c = 0.20 * (1 + 13.6 * (2.94 * 10^{-3})^{-2.1135} - 13 * (2.94 * 10^{-3})^{-2.1})^{-0.1156}$$

$$y_c = 0.046[\text{m}]$$

Ángulo crítico

A partir de la ecuación (2.34).

$$\theta_c = 2 * \text{ArcCos}\left(1 - \frac{2 * y_c}{D_{Ad}}\right)$$

$$\theta_c = 2 * \text{ArcCos}\left(1 - \frac{2 * 0.046}{0.20}\right)$$

$$\theta_c = 2.00[\text{rad}]$$

Área crítica

A partir de la ecuación (2.35)

$$A_c = \frac{(100 * D_{Ad})^2}{8} * (\theta_c - \text{Sen}(\theta_c))$$

$$A_c = \frac{(100 * 0.20)^2}{8} * (2.00 - \text{Sen}(2.00))$$

$$A_c = 54.55[\text{cm}^2]$$

Velocidad crítica

A partir de la ecuación (2.36).

$$V_c = 10 * \frac{Q_{Dis}}{A_c}$$

$$V_c = 10 * \frac{3.04}{54.55}$$

$$V_c = 0.56 \left[\frac{m}{s} \right]$$

3.1.1.22 **Energía específica para flujo crítico**

Ecuación (2.37)

$$E_c = y_c + \frac{V_c^2}{2 * g}$$

$$E_c = 0.046 + \frac{(0.56)^2}{2 * 9.81}$$

$$E_c = 0.062[m]$$

3.1.1.23 **Diámetro del pozo**

El ángulo de giro es cero ya que la tubería de salida no gira con respecto a la anterior, empleando la ecuación (2.38) se obtiene.

$$D_{P_Req} = \frac{D_{Ext_s}}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$D_{P_Req} = \frac{0.36}{\cos\left(\frac{0.01}{2}\right)}$$

$$D_{P_Req} = 0.36[m]$$

El régimen de flujo es subcrítico, por lo cual, se toma el coeficiente de régimen como 12 y se determina mediante la ecuación (2.39).

$$D_{P_min} \geq k_r * D_{Ext_s} * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$D_{P_min} \geq 2 * 0.36 * \tan\left(\frac{0.01}{2}\right)$$

$$D_{P_min} \geq 0.02[m]$$

El diámetro de pozo mínimo por normativa para tuberías de diámetros menores de 550[mm] es de 0.90[m], por lo tanto, se adopta este valor para el pozo.

$$D_{P_Ad} = 0.90[m]$$

3.1.1.24 Radio de curvatura

El tramo No.270 posee un ángulo de giro casi nulo, la curvatura es mínima por lo cual la ecuación (2.40) provee de valores de radios excesivos.

$$R_c = \frac{D_{P_Ad}}{2 * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$
$$R_c = \frac{0.9}{2 * \tan\left(\frac{0.01}{2}\right)}$$
$$R_c = 63.64[m]$$

3.1.1.25 Caída del pozo

Incremento de altura

Se determina empleando la ecuación (2.41).

$$E_p = 0.589 * D_{Ad_s} * \left(\frac{Q_{Dis} * 10^{-3}}{D_{Ad_s} * \sqrt{g * D_{Ad_s}}} \right)^{2.67}$$
$$E_p = 0.589 * 0.20 * \left(\frac{3.04 * 10^{-3}}{0.20 * \sqrt{9.81 * 0.20}} \right)^{2.67}$$
$$E_p = 5 * 10^{-5}[m]$$

Factor de entrada

Se determina si la entrada en el pozo es sumergida o no, para lo cual se usa la siguiente ecuación (2.42).

$$F_e = \frac{Q_{Dis} * 10^{-3}}{\sqrt{g * D_{Ad_s}^5}}$$
$$F_e = \frac{(3.04 * 10^{-3}) * 10^{-3}}{\sqrt{9.81 * 0.20^5}}$$
$$F_e = 0.054$$

Debido a que el valor es menor a 0.6, se establece que la entrada es no sumergida. A demás, ningún valor obtenido en el diseño supero el valor de 0.6.

Altura de caída del pozo

Aplicando la ecuación (2.43) se obtiene.

$$H_c = k_c * (E_c + E_p)$$
$$H_c = 1.2 * (0.062 + 5 * 10^{-5})$$
$$H_c = 0.074[m]$$

3.1.1.26 Pérdidas de energía

Perdida por transición

Se calcula la pérdida de energía mediante la ecuación (2.45).

$$\Delta H_t = k_t * |h_{V_s} - h_{V_a}|$$
$$\Delta H_t = 0.1 * |0.056 - 0.022|$$
$$\Delta H_t = 0.003[m]$$

Pérdida por cambio de dirección

A partir de la relación entre el radio de curvatura y el diámetro de la tubería, se obtiene se obtiene el coeficiente de pérdidas de la Tabla 2.11.

$$\frac{R_c}{D_{Ad_s}} = \frac{63.64}{0.2}$$
$$\frac{R_c}{D_{Ad_s}} = 318.2$$
$$k_d = 0.05$$

Empleando la ecuación (2.46) se obtiene la pérdida de energía.

$$\Delta H_d = k_d * \left(\frac{h_{V_s} + h_{V_a}}{2} \right)$$
$$\Delta H_d = 0.05 * \left(\frac{0.056 + 0.022}{2} \right)$$
$$\Delta H_d = 0.002 [m]$$

Pérdida absoluta

En cálculo de pérdida absoluta se deberá sumar la pérdida por transición y cambio de giro según la ecuación (2.47).

$$\Delta H_e = \Delta H_t + \Delta H_d$$

$$\Delta H_e = 0.003 + 0.002$$

$$\Delta H_e = 0.005[m]$$

Perdida por caída

Se determina mediante la expresión (2.48).

$$H_p = H_c - d$$

$$H_p = 0.074 - 0.042$$

$$H_p = 0.032[m]$$

3.1.1.27 Cotas y profundidades

Cota de terreno

Se utilizó los valores de cota de terreno en los pozos inicial y final de la tubería, obtenidos de la topografía de Caluma.

$$CR_i = 328.13[m]$$

$$CR_f = 326.79[m]$$

Cota de energía

Para la cota de energía inicial del tramo, se considera la cota de energía final del tramo anterior menos sus pérdidas. En el caso de la cota de energía final se usa la cota de energía inicial menos la pendiente por la longitud de la tubería.

$$CE_i = CE_{f_a} - H_{p_a} - \Delta H_{e_a}$$

$$CE_i = 326.50 - 0.032 - 0$$

$$CE_i = 326.47[m]$$

$$CE_f = CE_i - S * L$$

$$CE_f = 326.47 - 0.016 * 97.6$$

$$CE_f = 324.91[m]$$

Cota batea

La cota de batea inicial se calcula con la cota de energía inicial menos la energía específica. Para la cota de batea final se le resta la pendiente por la longitud de tubería a la cota de batea inicial.

$$CB_i = CE_i - E$$

$$CB_i = 326.47 - 0.064$$

$$CB_i = 326.41[m]$$

$$CB_f = CB_i - S * L$$

$$CB_f = 326.41 - 0.016 * 97.6$$

$$CB_f = 324.85[m]$$

Cota clave

Para la cota clave inicial se debe sumar el diámetro adquirido con la cota de batea inicial, por otro lado, la cota clave final se calcula con la resta de la cota clave inicial con la pendiente por la longitud.

$$CC_i = CB_i + D_{Ad}$$

$$CC_i = 326.41 + 0.2$$

$$CC_i = 326.61[m]$$

$$CC_f = CC_i - S * L$$

$$CC_f = 326.61 - 0.016 * 97.6$$

$$CC_f = 325.05[m]$$

Cota de lámina de agua

La cota de lámina inicial se calcula con la suma de la cota de batea inicial con la altura de lámina de agua. En el caso de la cota de lámina final se le resta a la cota de lámina inicial la pendiente por la longitud de tubería.

$$CL_i = CB_i + d$$

$$CL_i = 326.41 + 0.042$$

$$CL_i = 326.45[m]$$

$$CL_f = CL_i - S * L$$

$$CL_f = 326.45 - 0.016 * 97.6$$

$$CL_f = 324.89[m]$$

Profundidad de cota clave

La profundidad de cota clave inicial y final se calcula con la resta de la cota de rasante menos la cota clave.

$$PCC_i = CR_i - CC_i$$

$$PCC_i = 328.13 - 326.61$$

$$PCC_i = 1.53[m]$$

$$PCC_f = CR_f - CC_f$$

$$PCC_f = 326.79 - 325.05$$

$$PCC_f = 1.74[m]$$

Profundidad de cota batea

La profundidad de cota batea inicial y final se calcula con la resta de la cota de rasante menos la cota batea.

$$PCB_i = CR_i - CB_i$$

$$PCB_i = 328.13 - 326.41$$

$$PCB_i = 1.72[m]$$

$$PCB_f = CR_f - CB_f$$

$$PCB_f = 326.79 - 324.85$$

$$PCB_f = 1.94[m]$$

3.1.2 Resultados de diseño

Realizando el proceso de diseño, se obtuvo los parámetros hidráulicos requeridos para las tuberías que conforman las redes de conducción.

3.1.2.1 Red zona 1

La red de la zona 1 se compone de 361 tuberías y 362 pozos de revisión, esta sirve a una población de 11142 habitantes en un área de 150.75 hectáreas. A continuación, en la Tabla 3.4 y Tabla 3.5 se detallan los resultados de los parámetros hidráulicos de la red de la zona 1.

Tabla 3.4 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 1 [Elaboración propia]

Tubería	Pozo		Pendiente	Diámetro	Velocidad	Fuerza tractiva	Profundidad de cota clave		Profundidad de cota batea	
	Inicial	Final	[%]	[m]	[m/s]	[Pa]	Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]
1	1	3	4.8	0.20	0.95	7.41	1.20	1.28	1.40	1.48
2	3	4	7.0	0.20	0.95	8.21	1.30	1.94	1.50	2.14
3	4	6	4.4	0.20	0.91	6.80	1.98	1.32	2.18	1.52
4	6	7	3.7	0.20	0.84	5.72	1.34	2.17	1.54	2.37
5	7	10	3.4	0.20	0.80	5.25	2.19	3.25	2.39	3.45
6	10	11	1.2	0.20	0.58	2.41	3.27	2.71	3.47	2.91
7	11	14	1.2	0.20	0.58	2.41	2.73	2.61	2.93	2.81
8	14	17	1.2	0.20	0.58	2.41	2.63	1.96	2.83	2.16
9	17	25	3.7	0.20	0.84	5.70	1.99	1.80	2.19	2.00
10	25	31	3.8	0.20	0.85	5.87	1.83	1.96	2.03	2.16
11	31	35	4.3	0.20	0.90	6.64	2.00	2.75	2.20	2.95
12	35	42	0.9	0.20	0.52	1.94	2.76	1.84	2.96	2.04
13	42	55	4.2	0.20	0.89	6.49	1.88	3.14	2.08	3.34
14	55	63	0.9	0.20	0.58	2.28	3.16	1.92	3.36	2.12
15	63	90	3.5	0.20	0.99	7.04	1.96	2.16	2.16	2.36
16	90	125	3.0	0.20	0.97	6.59	2.20	2.34	2.40	2.54
17	125	140	3.0	0.20	1.11	8.15	2.41	2.59	2.61	2.79
18	140	168	2.0	0.20	1.01	6.36	2.65	2.85	2.85	3.05
19	168	188	1.8	0.20	1.02	6.22	2.92	3.15	3.12	3.35
20	13	15	1.2	0.20	0.58	2.41	1.35	1.24	1.55	1.44
21	15	18	3.4	0.20	0.80	5.25	1.27	1.70	1.47	1.90
22	18	19	3.4	0.20	0.80	5.25	1.73	2.64	1.93	2.84
23	19	22	0.9	0.20	0.50	1.83	2.66	2.74	2.86	2.94
24	22	21	0.9	0.20	0.50	1.83	2.76	3.05	2.96	3.25
25	16	20	3.4	0.20	0.80	5.25	1.60	1.61	1.80	1.81
26	20	24	1.2	0.20	0.58	2.41	1.62	1.97	1.82	2.17
27	24	26	3.4	0.20	0.80	5.25	2.00	1.74	2.20	1.94
28	26	28	1.2	0.20	0.58	2.41	1.76	1.76	1.96	1.96
29	28	29	2.4	0.20	0.67	3.71	1.78	2.04	1.98	2.24
30	29	30	6.5	0.20	1.11	10.04	2.11	3.23	2.31	3.43
31	33	36	1.2	0.20	0.58	2.41	1.86	2.22	2.06	2.42

32	36	40	1.2	0.20	0.58	2.41	2.24	2.15	2.44	2.35
33	40	43	0.9	0.20	0.50	1.81	2.16	1.79	2.36	1.99
34	43	44	2.4	0.20	0.67	3.71	1.81	2.63	2.01	2.83
35	21	30	11.0	0.20	1.20	12.90	3.11	3.58	3.31	3.78
36	30	44	10.1	0.20	1.38	15.61	3.65	2.94	3.85	3.14
37	44	45	1.2	0.20	0.73	3.45	2.94	3.18	3.14	3.38
38	45	51	1.2	0.20	0.75	3.57	3.22	3.15	3.42	3.35
39	51	48	0.9	0.20	0.69	2.95	3.19	4.24	3.39	4.44
40	48	53	0.9	0.20	0.70	3.03	4.28	3.80	4.48	4.00
41	53	71	2.0	0.20	0.94	5.75	3.85	2.39	4.05	2.59
42	71	77	1.7	0.20	0.92	5.25	2.45	2.65	2.65	2.85
43	77	83	1.2	0.20	0.81	4.04	2.70	2.96	2.90	3.16
44	83	84	0.9	0.20	0.74	3.22	3.01	3.73	3.21	3.93
45	84	91	0.9	0.20	0.74	3.22	3.78	3.39	3.98	3.59
46	91	104	1.5	0.20	0.89	4.91	3.45	1.70	3.65	1.90
47	104	112	1.5	0.20	0.91	5.05	1.76	1.89	1.96	2.09
48	112	121	2.5	0.20	1.11	7.73	1.96	1.83	2.16	2.03
49	121	130	2.0	0.20	1.01	6.38	1.89	1.69	2.09	1.89
50	130	151	2.8	0.20	1.14	8.32	1.76	2.26	1.96	2.46
51	151	162	1.5	0.20	0.93	5.18	2.32	2.26	2.52	2.46
52	162	181	2.0	0.20	1.03	6.55	2.33	2.56	2.53	2.76
53	181	195	1.5	0.20	1.12	6.76	2.66	2.39	2.86	2.59
54	195	228	7.0	0.20	1.96	23.55	2.59	2.74	2.79	2.94
55	52	64	3.8	0.20	0.85	5.87	1.20	1.42	1.40	1.62
56	64	75	3.6	0.20	0.83	5.61	1.45	2.14	1.65	2.34
57	75	88	3.4	0.20	0.80	5.25	2.17	2.73	2.37	2.93
58	88	99	1.3	0.20	0.60	2.61	2.75	1.82	2.95	2.02
59	99	106	1.3	0.20	0.60	2.61	1.84	1.33	2.04	1.53
60	106	114	2.0	0.20	0.79	4.40	1.37	1.26	1.57	1.46
61	114	124	2.4	0.20	0.82	4.83	1.29	1.28	1.49	1.48
62	124	132	1.5	0.20	0.72	3.54	1.31	1.26	1.51	1.46
63	132	137	1.5	0.20	0.74	3.75	1.30	1.38	1.50	1.58
64	60	73	4.0	0.20	0.87	6.18	1.45	1.98	1.65	2.18
65	73	86	1.1	0.20	0.55	2.21	1.99	1.37	2.19	1.57
66	86	92	1.2	0.20	0.58	2.41	1.39	1.40	1.59	1.60
67	92	109	3.4	0.20	0.80	5.25	1.42	2.85	1.62	3.05
68	109	118	1.2	0.20	0.58	2.41	2.87	2.33	3.07	2.53
69	118	137	1.2	0.20	0.58	2.41	2.35	1.21	2.55	1.41
70	137	152	1.8	0.20	0.89	5.17	1.44	1.44	1.64	1.64
71	152	172	2.2	0.20	1.01	6.54	1.50	2.02	1.70	2.22
72	172	181	3.0	0.20	1.18	8.92	2.09	2.27	2.29	2.47
73	191	199	3.4	0.20	0.80	5.22	1.50	2.05	1.70	2.25
74	199	229	4.5	0.20	0.92	6.88	2.09	3.00	2.29	3.20
75	229	242	1.2	0.20	0.58	2.41	3.01	2.47	3.21	2.67
76	242	241	1.2	0.20	0.58	2.41	2.48	3.54	2.68	3.74

77	241	256	1.5	0.20	0.65	3.02	3.56	3.34	3.76	3.54
78	256	258	1.3	0.20	0.71	3.38	3.37	3.25	3.57	3.45
79	258	274	1.9	0.20	0.86	4.94	3.30	2.41	3.50	2.61
80	274	273	0.5	0.20	0.56	1.80	2.46	2.89	2.66	3.09
81	273	286	3.6	0.20	1.15	9.01	2.92	1.21	3.12	1.41
82	49	57	3.4	0.20	0.80	5.25	1.20	2.00	1.40	2.20
83	57	61	0.9	0.20	0.50	1.83	2.01	1.43	2.21	1.63
84	61	74	3.4	0.20	0.80	5.25	1.46	2.56	1.66	2.76
85	74	94	3.7	0.20	0.84	5.72	2.59	3.99	2.79	4.19
86	94	103	1.2	0.20	0.58	2.41	4.01	3.35	4.21	3.55
87	103	128	1.2	0.20	0.58	2.41	3.37	1.23	3.57	1.43
88	67	79	3.8	0.20	0.85	5.87	1.20	1.37	1.40	1.57
89	79	97	3.4	0.20	0.80	5.25	1.40	2.29	1.60	2.49
90	97	125	8.3	0.20	1.04	9.77	2.34	2.17	2.54	2.37
91	82	101	1.2	0.20	0.58	2.41	3.50	1.73	3.70	1.93
92	85	101	7.2	0.20	0.97	8.44	1.20	1.62	1.40	1.82
93	101	128	7.5	0.20	0.99	8.79	1.76	1.60	1.96	1.80
94	128	188	9.1	0.20	1.31	14.06	1.68	2.71	1.88	2.91
95	188	228	4.0	0.20	1.48	13.46	3.27	3.04	3.47	3.24
96	228	286	6.6	0.20	2.28	28.68	3.31	1.73	3.51	1.93
97	286	290	0.2	0.30	0.68	1.72	1.69	1.59	1.99	1.89
98	146	149	0.6	0.20	0.64	2.30	1.20	1.32	1.40	1.52
99	149	150	0.5	0.20	0.60	2.00	1.33	1.57	1.53	1.77
100	150	154	0.9	0.20	0.78	3.44	1.58	1.80	1.78	2.00
101	154	157	0.9	0.20	0.78	3.44	1.85	2.30	2.05	2.50
102	157	159	0.9	0.20	0.78	3.44	2.35	3.13	2.55	3.33
103	159	166	0.9	0.20	0.80	3.57	3.19	2.85	3.39	3.05
104	166	167	0.9	0.20	0.81	3.69	2.91	3.56	3.11	3.76
105	167	183	2.0	0.20	1.13	7.34	3.64	2.71	3.84	2.91
106	183	207	3.2	0.20	1.35	11.05	2.81	1.99	3.01	2.19
107	207	234	4.0	0.20	1.54	14.05	2.10	1.63	2.30	1.83
108	234	247	3.0	0.20	1.42	11.48	1.72	2.35	1.92	2.55
109	247	253	1.5	0.20	1.23	7.62	2.46	2.34	2.66	2.54
110	253	260	1.6	0.20	1.27	8.12	2.47	2.16	2.67	2.36
111	260	277	2.4	0.20	1.51	11.68	2.31	2.32	2.51	2.52
112	277	287	1.0	0.20	1.16	5.75	2.45	1.93	2.65	2.13
113	287	288	0.8	0.20	1.09	4.72	2.06	2.30	2.26	2.50
114	131	143	3.8	0.20	0.85	5.87	1.20	2.03	1.40	2.23
115	143	169	3.4	0.20	0.80	5.24	2.06	2.17	2.26	2.37
116	169	167	0.9	0.20	0.50	1.83	2.18	3.12	2.38	3.32
117	135	122	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	3.33	1.40	3.53
118	122	127	0.9	0.20	0.50	1.83	3.35	3.72	3.55	3.92
119	127	160	3.4	0.20	0.80	5.25	3.75	2.55	3.95	2.75
120	160	184	6.0	0.20	1.06	9.27	2.60	3.14	2.80	3.34
121	184	207	1.6	0.20	0.67	3.22	3.15	1.58	3.35	1.78

122	56	58	1.4	0.20	0.62	2.82	1.20	1.27	1.40	1.47
123	58	50	1.0	0.20	0.56	2.20	1.29	3.96	1.49	4.16
124	50	69	2.7	0.20	0.87	5.43	4.00	1.22	4.20	1.42
125	69	68	1.5	0.20	0.69	3.30	1.24	2.56	1.44	2.76
126	68	80	2.1	0.20	0.81	4.62	2.60	1.85	2.80	2.05
127	80	111	6.4	0.20	1.33	12.87	1.94	2.19	2.14	2.39
128	111	116	1.4	0.20	0.74	3.64	2.19	2.11	2.39	2.31
129	116	198	24.5	0.20	2.15	37.85	2.34	3.93	2.54	4.13
130	198	230	2.0	0.20	0.88	5.20	3.81	1.29	4.01	1.49
131	230	227	2.0	0.20	0.88	5.20	1.33	2.03	1.53	2.23
132	227	247	2.8	0.20	1.04	7.28	2.10	2.31	2.30	2.51
133	38	32	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	2.98	1.40	3.18
134	32	37	1.2	0.20	0.58	2.41	3.00	2.78	3.20	2.98
135	37	46	4.5	0.20	0.92	6.95	2.82	2.27	3.02	2.47
136	46	80	7.4	0.20	0.98	8.67	2.30	1.70	2.50	1.90
137	202	210	4.2	0.20	0.89	6.49	1.20	1.98	1.40	2.18
138	210	227	4.3	0.20	0.90	6.60	2.01	1.90	2.21	2.10
139	2	5	7.9	0.20	1.01	9.26	2.10	1.27	2.30	1.47
140	5	8	9.9	0.20	1.14	11.64	1.31	2.08	1.51	2.28
141	8	9	1.4	0.20	0.69	3.30	2.10	2.66	2.30	2.86
142	9	12	1.9	0.20	0.84	4.75	2.71	1.30	2.91	1.50
143	12	23	3.9	0.20	1.23	10.14	1.39	1.46	1.59	1.66
144	23	27	7.9	0.20	1.71	19.76	1.60	2.12	1.80	2.32
145	27	34	7.9	0.20	1.71	19.76	2.20	2.91	2.40	3.11
146	34	47	7.0	0.20	1.65	18.20	2.98	2.03	3.18	2.23
147	47	76	7.0	0.20	1.70	19.02	2.12	2.89	2.32	3.09
148	76	96	3.0	0.20	1.28	10.09	2.92	2.76	3.12	2.96
149	96	105	1.5	0.20	1.03	5.95	2.82	2.04	3.02	2.24
150	105	107	1.5	0.20	1.07	6.33	2.12	3.28	2.32	3.48
151	107	119	1.5	0.20	1.13	6.85	3.38	3.17	3.58	3.37
152	119	153	5.0	0.20	1.75	17.88	3.33	2.27	3.53	2.47
153	153	173	4.0	0.20	1.64	15.30	2.37	3.29	2.57	3.49
154	173	201	4.0	0.20	1.66	15.60	3.41	3.34	3.61	3.54
155	201	250	4.0	0.20	1.66	15.60	3.46	1.38	3.66	1.58
156	250	262	5.1	0.20	1.83	19.21	1.53	2.27	1.73	2.47
157	262	276	3.8	0.20	1.64	15.08	2.37	1.96	2.57	2.16
158	276	281	2.7	0.20	1.45	11.57	2.06	3.44	2.26	3.64
159	120	102	0.8	0.20	0.47	1.61	1.10	4.23	1.30	4.43
160	102	110	0.8	0.20	0.47	1.61	4.24	3.88	4.44	4.08
161	110	145	3.2	0.20	0.94	6.44	3.93	1.84	4.13	2.04
162	145	196	13.8	0.20	1.61	21.24	1.95	3.70	2.15	3.90
163	196	243	6.0	0.20	1.29	12.07	3.71	1.20	3.91	1.40
164	243	252	3.0	0.20	1.44	11.70	1.73	2.23	1.93	2.43
165	252	289	20.0	0.20	2.87	54.35	2.62	2.23	2.82	2.43
166	54	70	7.9	0.20	1.01	9.26	1.50	1.36	1.70	1.56

167	70	59	1.2	0.20	0.58	2.41	1.37	3.65	1.57	3.85
168	59	78	1.2	0.20	0.58	2.41	3.67	1.99	3.87	2.19
169	78	113	7.3	0.20	1.17	11.28	2.05	2.53	2.25	2.73
170	113	147	12.0	0.20	1.51	18.54	2.61	3.03	2.81	3.23
171	147	218	15.0	0.20	1.40	17.58	3.04	2.56	3.24	2.76
172	39	41	4.0	0.20	0.87	6.18	1.20	1.92	1.40	2.12
173	41	62	6.5	0.20	1.10	9.97	1.98	2.39	2.18	2.59
174	62	117	10.8	0.20	1.19	12.71	2.49	2.45	2.69	2.65
175	117	225	20.0	0.20	1.61	23.45	2.54	1.24	2.74	1.44
176	66	62	1.2	0.20	0.58	2.41	1.20	2.43	1.40	2.63
177	211	225	0.9	0.20	0.50	1.83	1.89	1.23	2.09	1.43
178	225	233	2.4	0.20	0.82	4.83	1.27	1.25	1.47	1.45
179	233	218	0.9	0.20	0.55	2.12	1.27	3.02	1.47	3.22
180	218	222	0.9	0.20	0.85	3.96	3.13	3.09	3.33	3.29
181	222	243	1.2	0.20	0.95	4.99	3.15	1.60	3.35	1.80
182	89	136	7.9	0.20	1.01	9.26	1.30	1.30	1.50	1.50
183	136	176	4.8	0.20	0.95	7.34	1.33	1.41	1.53	1.61
184	176	213	4.7	0.20	0.94	7.26	1.44	1.44	1.64	1.64
185	213	219	1.5	0.20	0.72	3.54	1.47	2.12	1.67	2.32
186	219	232	0.9	0.20	0.67	2.78	2.16	1.47	2.36	1.67
187	232	218	0.5	0.20	0.59	1.98	1.52	3.10	1.72	3.30
188	290	288	0.2	0.30	0.68	1.73	1.59	2.00	1.89	2.30
189	288	281	0.2	0.40	0.78	2.22	2.18	3.78	2.58	4.18
190	281	280	0.2	0.40	0.84	2.33	3.84	3.98	4.24	4.38
191	280	289	0.4	0.40	1.06	4.18	3.95	2.04	4.35	2.44
192	289	303	4.3	0.40	2.61	31.33	2.27	2.07	2.67	2.47
193	303	302	1.6	0.40	1.80	13.97	2.18	3.20	2.58	3.60
194	302	301	0.3	0.40	1.02	3.47	3.41	3.55	3.81	3.95
195	301	310	0.4	0.40	1.13	4.49	3.54	2.60	3.94	3.00
196	310	306	0.5	0.40	1.21	5.46	2.60	3.01	3.00	3.41
197	306	309	0.3	0.40	1.02	3.47	3.04	3.03	3.44	3.43
198	309	315	0.4	0.40	1.13	4.49	3.02	2.15	3.42	2.55
199	315	321	3.2	0.40	2.35	24.72	2.29	1.97	2.69	2.37
200	321	334	4.5	0.40	2.68	33.02	2.29	2.04	2.69	2.44
201	334	342	3.0	0.40	2.30	23.65	2.22	2.43	2.62	2.83
202	342	345	3.0	0.40	2.31	23.81	2.68	2.78	3.08	3.18
203	345	348	1.4	0.40	1.74	12.70	2.94	1.98	3.34	2.38
204	348	350	2.3	0.40	2.10	19.40	2.24	2.81	2.64	3.21
205	350	355	0.5	0.40	1.21	5.32	2.98	2.65	3.38	3.05
206	355	356	0.5	0.40	1.23	5.54	2.66	2.92	3.06	3.32
207	356	358	4.0	0.40	2.58	30.29	3.11	2.47	3.51	2.87
208	358	360	1.0	0.40	1.59	10.08	2.59	1.82	2.99	2.22
209	163	170	1.2	0.20	0.58	2.45	1.65	1.38	1.85	1.58
210	170	187	3.7	0.20	0.84	5.73	1.41	1.41	1.61	1.61
211	187	208	4.5	0.20	0.92	6.95	1.44	1.68	1.64	1.88

212	208	236	8.4	0.20	1.05	9.85	1.71	3.00	1.91	3.20
213	236	263	8.8	0.20	1.07	10.32	3.04	2.63	3.24	2.83
214	263	304	22.0	0.20	1.69	25.79	2.75	2.73	2.95	2.93
215	304	311	1.5	0.20	0.69	3.30	2.66	2.82	2.86	3.02
216	311	314	2.0	0.20	0.79	4.40	2.85	2.95	3.05	3.15
217	314	332	11.0	0.20	1.44	17.00	3.05	3.70	3.25	3.90
218	332	343	7.0	0.20	1.40	14.08	3.76	2.47	3.96	2.67
219	343	347	7.9	0.20	1.48	15.89	2.53	2.77	2.73	2.97
220	347	358	7.5	0.20	1.53	16.52	2.84	2.37	3.04	2.57
221	164	192	7.0	0.20	0.95	8.21	1.20	1.81	1.40	2.01
222	192	236	9.4	0.20	1.11	11.02	1.86	2.45	2.06	2.65
223	123	185	16.0	0.20	1.44	18.76	1.20	3.01	1.40	3.21
224	185	263	16.8	0.20	1.48	19.69	3.05	2.61	3.25	2.81
225	148	311	32.0	0.20	2.04	37.51	2.00	2.49	2.20	2.69
226	249	314	19.6	0.20	1.60	22.98	2.50	2.54	2.70	2.74
227	200	332	19.0	0.20	1.57	22.27	2.00	3.24	2.20	3.44
228	139	215	18.0	0.20	1.53	21.10	1.90	2.46	2.10	2.66
229	215	279	20.9	0.20	1.65	24.50	2.51	2.39	2.71	2.59
230	279	329	21.0	0.20	1.65	24.62	2.42	2.41	2.62	2.61
231	329	335	3.4	0.20	0.80	5.25	2.34	1.83	2.54	2.03
232	335	344	3.4	0.20	0.80	5.25	1.86	1.31	2.06	1.51
233	344	347	8.1	0.20	1.03	9.50	1.35	2.28	1.55	2.48
234	72	81	1.1	0.20	0.56	2.23	1.60	1.27	1.80	1.47
235	81	93	3.4	0.20	0.80	5.21	1.29	1.81	1.49	2.01
236	93	100	3.4	0.20	0.80	5.25	1.84	2.44	2.04	2.64
237	100	115	3.4	0.20	0.80	5.25	2.47	2.28	2.67	2.48
238	115	126	3.4	0.20	0.80	5.25	2.30	2.58	2.50	2.78
239	126	133	1.2	0.20	0.58	2.41	2.60	2.53	2.80	2.73
240	65	87	5.6	0.20	1.03	8.65	1.60	2.11	1.80	2.31
241	87	100	4.7	0.20	0.94	7.26	2.13	1.91	2.33	2.11
242	138	156	1.2	0.20	0.57	2.31	2.15	1.40	2.35	1.60
243	156	175	3.5	0.20	0.82	5.44	1.42	1.45	1.62	1.65
244	175	189	2.7	0.20	0.87	5.43	1.66	1.86	1.86	2.06
245	189	224	4.0	0.20	1.05	8.04	1.91	1.70	2.11	1.90
246	224	240	2.4	0.20	0.91	5.66	1.73	1.84	1.93	2.04
247	240	269	6.0	0.20	1.29	12.07	1.92	2.29	2.12	2.49
248	269	282	2.8	0.20	0.98	6.61	2.31	1.92	2.51	2.12
249	95	98	2.4	0.20	0.67	3.71	1.20	1.65	1.40	1.85
250	98	108	3.7	0.20	0.84	5.75	1.69	2.03	1.89	2.23
251	108	175	8.2	0.20	1.03	9.61	2.07	1.63	2.27	1.83
252	161	186	4.0	0.20	0.87	6.18	1.60	2.40	1.80	2.60
253	190	223	4.8	0.20	0.95	7.42	1.20	1.59	1.40	1.79
254	223	220	1.2	0.20	0.58	2.41	1.60	2.37	1.80	2.57
255	142	189	8.1	0.20	1.03	9.50	1.60	1.33	1.80	1.53
256	182	224	7.9	0.20	1.01	9.26	1.20	1.55	1.40	1.75

257	254	269	7.3	0.20	0.97	8.56	1.20	2.01	1.40	2.21
258	197	204	1.1	0.20	0.55	2.21	1.50	1.44	1.70	1.64
259	204	206	3.4	0.20	0.81	5.30	1.47	3.35	1.67	3.55
260	206	214	1.3	0.20	0.64	2.84	3.38	3.13	3.58	3.33
261	214	245	1.8	0.20	0.75	3.96	3.16	1.87	3.36	2.07
262	245	266	3.6	0.20	1.00	7.24	1.92	1.77	2.12	1.97
263	266	283	3.1	0.20	0.99	6.83	1.81	1.31	2.01	1.51
264	283	292	3.8	0.20	1.14	8.97	1.37	1.49	1.57	1.69
265	292	298	2.4	0.20	0.97	6.24	1.53	2.13	1.73	2.33
266	217	226	1.2	0.20	0.58	2.41	2.10	1.84	2.30	2.04
267	226	235	1.4	0.20	0.62	2.76	1.87	1.48	2.07	1.68
268	235	239	1.5	0.20	0.69	3.30	1.52	1.35	1.72	1.55
269	239	251	2.3	0.20	0.85	5.07	1.39	1.48	1.59	1.68
270	251	257	1.6	0.20	0.74	3.77	1.50	1.72	1.70	1.92
271	257	295	4.9	0.20	1.24	10.79	1.80	1.23	2.00	1.43
272	295	322	10.0	0.20	1.67	20.11	1.34	1.28	1.54	1.48
273	322	326	4.5	0.20	1.24	10.62	1.29	1.31	1.49	1.51
274	326	330	0.3	0.20	0.51	1.40	1.80	1.46	2.00	1.66
275	330	323	0.3	0.20	0.53	1.45	1.46	3.86	1.66	4.06
276	294	305	4.7	0.20	0.94	7.26	1.20	2.89	1.40	3.09
277	267	268	0.9	0.20	0.50	1.83	1.35	1.23	1.55	1.43
278	268	271	2.4	0.20	0.67	3.71	1.25	1.63	1.45	1.83
279	271	278	3.8	0.20	0.85	5.87	1.67	1.65	1.87	1.85
280	278	285	3.4	0.20	0.80	5.25	1.67	2.30	1.87	2.50
281	285	300	3.4	0.20	0.80	5.25	2.33	2.74	2.53	2.94
282	300	319	4.7	0.20	0.94	7.18	2.78	1.86	2.98	2.06
283	319	325	1.2	0.20	0.58	2.41	1.87	1.21	2.07	1.41
284	325	326	0.9	0.20	0.50	1.83	1.22	1.72	1.42	1.92
285	129	141	1.2	0.20	0.58	2.39	2.20	1.90	2.40	2.10
286	141	186	5.7	0.20	1.04	8.85	1.95	2.21	2.15	2.41
287	144	165	1.2	0.20	0.58	2.41	2.05	1.31	2.25	1.51
288	165	171	3.3	0.20	0.79	5.16	1.33	2.36	1.53	2.56
289	171	180	1.2	0.20	0.58	2.41	2.38	2.04	2.58	2.24
290	180	220	5.0	0.20	0.97	7.73	2.08	1.91	2.28	2.11
291	134	158	6.2	0.20	1.08	9.58	1.20	2.14	1.40	2.34
292	158	178	4.1	0.20	0.88	6.30	2.14	1.32	2.34	1.52
293	178	177	1.2	0.20	0.58	2.41	1.33	2.09	1.53	2.29
294	177	193	1.2	0.20	0.58	2.41	2.10	1.22	2.30	1.42
295	193	209	3.4	0.20	0.80	5.27	1.25	2.55	1.45	2.75
296	209	237	3.4	0.20	0.80	5.24	2.58	2.84	2.78	3.04
297	155	179	6.3	0.20	1.09	9.73	1.20	1.60	1.40	1.80
298	179	194	3.6	0.20	0.82	5.53	1.60	1.38	1.80	1.58
299	194	203	1.2	0.20	0.58	2.41	1.40	1.23	1.60	1.43
300	203	205	1.2	0.20	0.58	2.41	1.25	1.95	1.45	2.15
301	205	216	1.2	0.20	0.58	2.41	1.97	1.71	2.17	1.91

302	216	246	3.8	0.20	0.85	5.87	1.74	2.41	1.94	2.61
303	246	255	1.3	0.20	0.60	2.61	2.43	1.80	2.63	2.00
304	255	261	2.1	0.20	0.76	4.22	1.84	1.47	2.04	1.67
305	174	212	6.3	0.20	1.09	9.73	1.20	1.27	1.40	1.47
306	212	221	3.5	0.20	0.82	5.44	1.27	2.09	1.47	2.29
307	221	231	1.2	0.20	0.58	2.41	2.11	2.26	2.31	2.46
308	231	238	1.2	0.20	0.58	2.41	2.28	2.08	2.48	2.28
309	238	248	1.2	0.20	0.58	2.41	2.10	2.29	2.30	2.49
310	248	264	3.4	0.20	0.80	5.25	2.32	2.16	2.52	2.36
311	264	275	4.0	0.20	0.87	6.18	2.19	2.43	2.39	2.63
312	275	282	1.2	0.20	0.58	2.41	2.45	1.72	2.65	1.92
313	244	259	6.6	0.20	1.12	10.20	1.20	2.93	1.40	3.13
314	259	265	3.4	0.20	0.80	5.18	2.93	3.16	3.13	3.36
315	265	272	1.2	0.20	0.58	2.41	3.18	2.29	3.38	2.49
316	272	284	1.2	0.20	0.58	2.41	2.31	1.36	2.51	1.56
317	284	291	3.0	0.20	0.75	4.64	1.39	1.72	1.59	1.92
318	291	296	1.5	0.20	0.65	3.02	1.75	1.59	1.95	1.79
319	296	297	0.9	0.20	0.55	2.12	1.62	2.01	1.82	2.21
320	297	298	0.9	0.20	0.58	2.25	2.04	2.37	2.24	2.57
321	293	299	3.5	0.20	0.81	5.41	1.40	1.80	1.60	2.00
322	299	307	1.2	0.20	0.58	2.45	1.82	1.20	2.02	1.40
323	307	313	1.2	0.20	0.58	2.41	1.22	1.53	1.42	1.73
324	313	317	1.2	0.20	0.58	2.41	1.55	1.65	1.75	1.85
325	312	317	3.4	0.20	0.80	5.25	1.20	1.91	1.40	2.11
326	317	318	2.1	0.20	0.81	4.60	1.95	1.83	2.15	2.03
327	270	308	15.5	0.20	1.42	18.17	1.20	2.94	1.40	3.14
328	308	320	4.4	0.20	0.91	6.80	2.92	2.94	3.12	3.14
329	320	331	1.2	0.20	0.58	2.41	2.95	1.74	3.15	1.94
330	316	318	1.2	0.20	0.57	2.33	2.20	1.66	2.40	1.86
331	318	324	2.6	0.20	0.91	5.77	1.88	1.92	2.08	2.12
332	324	327	2.2	0.20	0.86	5.17	1.96	2.23	2.16	2.43
333	327	331	0.6	0.20	0.55	1.85	2.26	2.15	2.46	2.35
334	333	338	1.2	0.20	0.58	2.41	2.40	2.16	2.60	2.36
335	338	341	0.9	0.20	0.50	1.83	2.17	1.39	2.37	1.59
336	341	340	0.9	0.20	0.50	1.83	1.40	2.28	1.60	2.48
337	339	336	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	2.33	1.40	2.53
338	336	337	0.9	0.20	0.50	1.83	2.35	2.84	2.55	3.04
339	337	340	0.9	0.20	0.50	1.83	2.85	2.06	3.05	2.26
340	354	351	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	2.11	1.40	2.31
341	351	346	0.9	0.20	0.50	1.83	2.13	3.79	2.33	3.99
342	346	349	0.9	0.20	0.50	1.83	3.81	3.33	4.01	3.53
343	331	340	9.0	0.20	1.68	19.82	2.29	2.48	2.49	2.68
344	340	349	11.0	0.20	1.94	25.95	2.60	3.24	2.80	3.44
345	349	352	0.5	0.20	0.66	2.33	3.41	3.50	3.61	3.70
346	352	357	0.9	0.20	0.83	3.80	3.50	2.96	3.70	3.16

347	357	359	1.2	0.20	0.93	4.85	3.03	1.84	3.23	2.04
348	133	186	11.6	0.20	1.48	17.92	2.64	2.69	2.84	2.89
349	186	220	6.1	0.20	1.30	12.27	2.72	1.88	2.92	2.08
350	220	237	5.3	0.20	1.29	11.67	2.46	2.90	2.66	3.10
351	237	261	5.5	0.20	1.43	13.76	2.98	1.94	3.18	2.14
352	261	282	8.7	0.20	1.79	21.76	2.06	2.04	2.26	2.24
353	282	298	3.7	0.20	1.53	13.58	2.11	2.00	2.31	2.20
354	298	305	3.2	0.20	1.63	14.42	2.56	3.18	2.76	3.38
355	305	323	8.0	0.20	2.29	30.14	3.44	3.87	3.64	4.07
356	323	328	0.9	0.20	1.16	5.35	3.98	2.81	4.18	3.01
357	328	353	14.0	0.20	3.07	53.52	3.19	2.78	3.39	2.98
358	353	359	3.5	0.20	1.86	17.53	2.73	2.17	2.93	2.37
359	359	360	0.9	0.25	1.23	6.29	2.25	1.80	2.50	2.05
360	360	361	3.0	0.40	2.54	27.31	2.19	2.98	2.59	3.38
361	361	362	1.5	0.40	1.99	15.33	3.22	3.35	3.62	3.75

Tabla 3.5 Parámetros de los pozos de la zona 1 [Elaboración propia]

Pozo	Diámetro	Altura	Tuberías	
	[m]	[m]	Llegada	Salida
1	0.9	1.4	N.A.	1
2	0.9	2.3	N.A.	139
3	0.9	1.5	1	2
4	0.9	2.2	2	3
5	0.9	1.5	139	140
6	0.9	1.5	3	4
7	0.9	2.4	4	5
8	0.9	2.3	140	141
9	0.9	2.9	141	142
10	0.9	3.5	5	6
11	0.9	2.9	6	7
12	0.9	1.6	142	143
13	0.9	1.5	N.A.	20
14	0.9	2.8	7	8
15	0.9	1.5	20	21
16	0.9	1.8	N.A.	25
17	0.9	2.2	8	9
18	0.9	1.9	21	22
19	0.9	2.9	22	23
20	0.9	1.8	25	26
21	0.9	3.3	24	35
22	0.9	3.0	23	24
23	0.9	1.8	143	144

24	0.9	2.2	26	27
25	0.9	2.0	9	10
26	0.9	2.0	27	28
27	0.9	2.4	144	145
28	0.9	2.0	28	29
29	0.9	2.3	29	30
30	0.9	3.9	30, 35	36
31	0.9	2.2	10	11
32	0.9	3.2	133	134
33	0.9	2.1	N.A.	31
34	0.9	3.2	145	146
35	0.9	3.0	11	12
36	0.9	2.4	31	32
37	0.9	3.0	134	135
38	0.9	1.4	N.A.	133
39	0.9	1.4	N.A.	172
40	0.9	2.4	32	33
41	0.9	2.2	172	173
42	0.9	2.1	12	13
43	0.9	2.0	33	34
44	0.9	3.1	34, 36	37
45	0.9	3.4	37	38
46	0.9	2.5	135	136
47	0.9	2.3	146	147
48	0.9	4.5	39	40
49	0.9	1.4	N.A.	82
50	0.9	4.2	123	124
51	0.9	3.4	38	39
52	0.9	1.4	N.A.	55
53	0.9	4.1	40	41
54	0.9	1.7	N.A.	166
55	0.9	3.4	13	14
56	0.9	1.4	N.A.	122
57	0.9	2.2	82	83
58	0.9	1.5	122	123
59	0.9	3.9	167	168
60	0.9	1.7	N.A.	64
61	0.9	1.7	83	84
62	0.9	2.7	173, 176	174
63	0.9	2.2	14	15
64	0.9	1.6	55	56
65	0.9	1.8	N.A.	240
66	0.9	1.4	N.A.	176
67	0.9	1.4	N.A.	88
68	0.9	2.8	125	126

69	0.9	1.4	124	125
70	0.9	1.6	166	167
71	0.9	2.6	41	42
72	0.9	1.8	N.A.	234
73	0.9	2.2	64	65
74	0.9	2.8	84	85
75	0.9	2.4	56	57
76	0.9	3.1	147	148
77	0.9	2.9	42	43
78	0.9	2.3	168	169
79	0.9	1.6	88	89
80	0.9	2.1	126, 136	127
81	0.9	1.5	234	235
82	0.9	3.7	N.A.	91
83	0.9	3.2	43	44
84	0.9	4.0	44	45
85	0.9	1.4	N.A.	92
86	0.9	1.6	65	66
87	0.9	2.3	240	241
88	0.9	2.9	57	58
89	0.9	1.5	N.A.	182
90	0.9	2.4	15	16
91	0.9	3.6	45	46
92	0.9	1.6	66	67
93	0.9	2.0	235	236
94	0.9	4.2	85	86
95	0.9	1.4	N.A.	249
96	0.9	3.0	148	149
97	0.9	2.5	89	90
98	0.9	1.9	249	250
99	0.9	2.0	58	59
100	0.9	2.7	236, 241	237
101	0.9	2.0	91, 92	93
102	0.9	4.4	159	160
103	0.9	3.6	86	87
104	0.9	2.0	46	47
105	0.9	2.3	149	150
106	0.9	1.6	59	60
107	0.9	3.6	150	151
108	0.9	2.3	250	251
109	0.9	3.1	67	68
110	0.9	4.1	160	161
111	0.9	2.4	127	128
112	0.9	2.2	47	48
113	0.9	2.8	169	170

114	0.9	1.5	60	61
115	0.9	2.5	237	238
116	0.9	2.5	128	129
117	0.9	2.7	174	175
118	0.9	2.5	68	69
119	0.9	3.5	151	152
120	0.9	1.3	N.A.	159
121	0.9	2.1	48	49
122	0.9	3.5	117	118
123	0.9	1.4	N.A.	223
124	0.9	1.5	61	62
125	0.9	2.6	16, 90	17
126	0.9	2.8	238	239
127	0.9	4.0	118	119
128	0.9	1.9	87, 93	94
129	0.9	2.4	N.A.	285
130	0.9	2.0	49	50
131	0.9	1.4	N.A.	114
132	0.9	1.5	62	63
133	0.9	2.8	239	348
134	0.9	1.4	N.A.	291
135	0.9	1.4	N.A.	117
136	0.9	1.5	182	183
137	0.9	1.6	63, 69	70
138	0.9	2.4	N.A.	242
139	0.9	2.1	N.A.	228
140	0.9	2.9	17	18
141	0.9	2.2	285	286
142	0.9	1.8	N.A.	255
143	0.9	2.3	114	115
144	0.9	2.3	N.A.	287
145	0.9	2.1	161	162
146	0.9	1.4	N.A.	98
147	0.9	3.2	170	171
148	0.9	2.2	N.A.	225
149	0.9	1.5	98	99
150	0.9	1.8	99	100
151	0.9	2.5	50	51
152	0.9	1.7	70	71
153	0.9	2.6	152	153
154	0.9	2.1	100	101
155	0.9	1.4	N.A.	297
156	0.9	1.6	242	243
157	0.9	2.5	101	102
158	0.9	2.3	291	292

159	0.9	3.4	102	103
160	0.9	2.8	119	120
161	0.9	1.8	N.A.	252
162	0.9	2.5	51	52
163	0.9	1.9	N.A.	209
164	0.9	1.4	N.A.	221
165	0.9	1.5	287	288
166	0.9	3.1	103	104
167	0.9	3.8	104, 116	105
168	0.9	3.1	18	19
169	0.9	2.4	115	116
170	0.9	1.6	209	210
171	0.9	2.6	288	289
172	0.9	2.3	71	72
173	0.9	3.6	153	154
174	0.9	1.4	N.A.	305
175	0.9	1.9	243, 251	244
176	0.9	1.6	183	184
177	0.9	2.3	293	294
178	0.9	1.5	292	293
179	0.9	1.8	297	298
180	0.9	2.3	289	290
181	0.9	2.9	52, 72	53
182	0.9	1.4	N.A.	256
183	0.9	3.0	105	106
184	0.9	3.3	120	121
185	0.9	3.3	223	224
186	0.9	2.9	252, 286, 348	349
187	0.9	1.6	210	211
188	0.9	3.5	19, 94	95
189	0.9	2.1	244, 255	245
190	0.9	1.4	N.A.	253
191	0.9	1.7	N.A.	73
192	0.9	2.1	221	222
193	0.9	1.4	294	295
194	0.9	1.6	298	299
195	0.9	2.8	53	54
196	0.9	3.9	162	163
197	0.9	1.7	N.A.	258
198	0.9	4.0	129	130
199	0.9	2.3	73	74
200	0.9	2.2	N.A.	227
201	0.9	3.7	154	155
202	0.9	1.4	N.A.	137
203	0.9	1.5	299	300

204	0.9	1.7	258	259
205	0.9	2.2	300	301
206	0.9	3.6	259	260
207	0.9	2.3	106, 121	107
208	0.9	1.9	211	212
209	0.9	2.8	295	296
210	0.9	2.2	137	138
211	0.9	2.1	N.A.	177
212	0.9	1.5	305	306
213	0.9	1.7	184	185
214	0.9	3.4	260	261
215	0.9	2.7	228	229
216	0.9	1.9	301	302
217	0.9	2.3	N.A.	266
218	0.9	3.3	171, 179, 187	180
219	0.9	2.4	185	186
220	0.9	2.7	254, 290, 349	350
221	0.9	2.3	306	307
222	0.9	3.4	180	181
223	0.9	1.8	253	254
224	0.9	1.9	245, 256	246
225	0.9	1.5	175, 177	178
226	0.9	2.1	266	267
227	0.9	2.3	131, 138	132
228	0.9	3.5	54, 95	96
229	0.9	3.2	74	75
230	0.9	1.5	130	131
231	0.9	2.5	307	308
232	0.9	1.7	186	187
233	0.9	1.5	178	179
234	0.9	1.9	107	108
235	0.9	1.7	267	268
236	0.9	3.2	212, 222	213
237	0.9	3.2	296, 350	351
238	0.9	2.3	308	309
239	0.9	1.6	268	269
240	0.9	2.1	246	247
241	0.9	3.8	76	77
242	0.9	2.7	75	76
243	0.9	1.9	163, 181	164
244	0.9	1.4	N.A.	313
245	0.9	2.1	261	262
246	0.9	2.6	302	303
247	0.9	2.7	108, 132	109
248	0.9	2.5	309	310

249	0.9	2.7	N.A.	226
250	0.9	1.7	155	156
251	0.9	1.7	269	270
252	0.9	2.8	164	165
253	0.9	2.7	109	110
254	0.9	1.4	N.A.	257
255	0.9	2.0	303	304
256	0.9	3.6	77	78
257	0.9	2.0	270	271
258	0.9	3.5	78	79
259	0.9	3.1	313	314
260	0.9	2.5	110	111
261	0.9	2.3	304, 351	352
262	0.9	2.6	156	157
263	0.9	3.0	213, 224	214
264	0.9	2.4	310	311
265	0.9	3.4	314	315
266	0.9	2.0	262	263
267	0.9	1.6	N.A.	277
268	0.9	1.4	277	278
269	0.9	2.5	247, 257	248
270	0.9	1.4	N.A.	327
271	0.9	1.9	278	279
272	0.9	2.5	315	316
273	0.9	3.1	80	81
274	0.9	2.7	79	80
275	0.9	2.6	311	312
276	0.9	2.3	157	158
277	0.9	2.7	111	112
278	0.9	1.9	279	280
279	0.9	2.6	229	230
280	0.9	4.4	190	191
281	0.9	4.2	158, 189	190
282	0.9	2.3	248, 312, 352	353
283	0.9	1.6	263	264
284	0.9	1.6	316	317
285	0.9	2.5	280	281
286	0.9	2.0	81, 96	97
287	0.9	2.3	112	113
288	0.9	2.6	113, 188	189
289	0.9	2.7	165, 191	192
290	0.9	1.9	97	188
291	0.9	1.9	317	318
292	0.9	1.7	264	265
293	0.9	1.6	N.A.	321

294	0.9	1.4	N.A.	276
295	0.9	1.5	271	272
296	0.9	1.8	318	319
297	0.9	2.2	319	320
298	0.9	2.8	265, 320, 353	354
299	0.9	2.0	321	322
300	0.9	3.0	281	282
301	0.9	3.9	194	195
302	0.9	3.8	193	194
303	0.9	2.6	192	193
304	0.9	2.9	214	215
305	0.9	3.6	276, 354	355
306	0.9	3.4	196	197
307	0.9	1.4	322	323
308	0.9	3.1	327	328
309	0.9	3.4	197	198
310	0.9	3.0	195	196
311	0.9	3.1	215, 225	216
312	0.9	1.4	N.A.	325
313	0.9	1.8	323	324
314	0.9	3.2	216, 226	217
315	0.9	2.7	198	199
316	0.9	2.4	N.A.	330
317	0.9	2.2	324, 325	326
318	0.9	2.1	326, 330	331
319	0.9	2.1	282	283
320	0.9	3.1	328	329
321	0.9	2.7	199	200
322	0.9	1.5	272	273
323	0.9	4.2	275, 355	356
324	0.9	2.2	331	332
325	0.9	1.4	283	284
326	0.9	2.0	273, 284	274
327	0.9	2.5	332	333
328	0.9	3.4	356	357
329	0.9	2.5	230	231
330	0.9	1.7	274	275
331	0.9	2.5	329, 333	343
332	0.9	4.0	217, 227	218
333	0.9	2.6	N.A.	334
334	0.9	2.6	200	201
335	0.9	2.1	231	232
336	0.9	2.5	337	338
337	0.9	3.1	338	339
338	0.9	2.4	334	335

339	0.9	1.4	N.A.	337
340	0.9	2.8	336, 339, 343	344
341	0.9	1.6	335	336
342	0.9	3.1	201	202
343	0.9	2.7	218	219
344	0.9	1.6	232	233
345	0.9	3.3	202	203
346	0.9	4.0	341	342
347	0.9	3.0	219, 233	220
348	0.9	2.6	203	204
349	0.9	3.6	342, 344	345
350	0.9	3.4	204	205
351	0.9	2.3	340	341
352	0.9	3.7	345	346
353	0.9	2.9	357	358
354	0.9	1.4	N.A.	340
355	0.9	3.1	205	206
356	0.9	3.5	206	207
357	0.9	3.2	346	347
358	0.9	3.0	207, 220	208
359	0.9	2.5	347, 358	359
360	0.9	2.6	208, 359	360
361	0.9	3.6	360	361
362	0.9	3.7	361	N.A.

3.1.2.2 Red zona 2

La red de la zona 2 se compone de 165 tuberías y 166 pozos de revisión, esta sirve a una población de 3257 habitantes en un área de 44.07 hectáreas. A continuación, en la Tabla 3.6 y Tabla 3.7 se detallan los resultados de los parámetros hidráulicos de la red de la zona 2.

Tabla 3.6 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 2 [Elaboración propia]

Tubería	Pozo		Pendiente	Diámetro	Velocidad	Fuerza tractiva	Profundidad de cota clave		Profundidad de cota batea	
	Inicial	Final	[%]	[m]	[m/s]	[Pa]	Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]
1	1	2	6.1	0.20	1.08	9.50	1.20	1.21	1.40	1.41
2	2	8	5.6	0.20	1.03	8.65	1.23	1.35	1.43	1.55
3	8	14	5.0	0.20	0.97	7.73	1.37	1.60	1.57	1.80
4	14	15	3.4	0.20	0.80	5.25	1.61	2.08	1.81	2.28
5	3	4	5.6	0.20	1.03	8.65	1.20	1.23	1.40	1.43
6	4	10	10.0	0.20	1.14	11.72	1.27	1.69	1.47	1.89

7	5	7	7.0	0.20	0.95	8.21	1.20	1.50	1.40	1.70
8	7	12	5.0	0.20	0.97	7.73	1.54	1.32	1.74	1.52
9	6	11	4.8	0.20	0.95	7.42	1.20	2.18	1.40	2.38
10	9	13	1.2	0.20	0.58	2.41	2.20	1.53	2.40	1.73
11	10	12	1.2	0.20	0.58	2.41	1.69	1.28	1.89	1.48
12	12	11	0.9	0.20	0.50	1.83	1.31	2.32	1.51	2.52
13	11	13	0.9	0.20	0.50	1.83	2.34	1.96	2.54	2.16
14	13	15	8.0	0.20	1.02	9.38	2.00	1.93	2.20	2.13
15	15	17	1.4	0.20	0.62	2.82	2.10	1.54	2.30	1.74
16	16	17	1.2	0.20	0.58	2.41	1.82	1.20	2.02	1.40
17	17	18	2.6	0.20	0.85	5.23	1.58	2.30	1.78	2.50
18	18	19	0.9	0.20	0.58	2.25	2.32	1.69	2.52	1.89
19	19	20	3.1	0.20	0.92	6.17	1.73	1.58	1.93	1.78
20	20	21	3.1	0.20	0.93	6.27	1.62	1.59	1.82	1.79
21	21	22	3.2	0.20	0.94	6.46	1.64	1.29	1.84	1.49
22	22	23	3.2	0.20	1.00	7.03	1.34	1.42	1.54	1.62
23	23	25	2.0	0.20	0.82	4.65	1.45	1.20	1.65	1.40
24	25	24	0.9	0.20	0.61	2.45	1.23	2.39	1.43	2.59
25	24	26	0.9	0.20	0.61	2.45	2.42	1.74	2.62	1.94
26	26	29	1.8	0.20	0.82	4.50	1.79	1.20	1.99	1.40
27	29	32	3.6	0.20	1.06	7.93	1.26	1.33	1.46	1.53
28	32	36	4.0	0.20	1.12	8.85	1.38	1.46	1.58	1.66
29	36	44	5.0	0.20	1.25	11.01	1.53	1.22	1.73	1.42
30	44	53	4.4	0.20	1.17	9.69	1.26	1.44	1.46	1.64
31	53	74	11.0	0.20	1.75	22.12	1.57	1.78	1.77	1.98
32	74	99	12.8	0.20	1.89	25.74	1.86	1.92	2.06	2.12
33	99	98	0.9	0.20	0.70	2.98	1.85	2.66	2.05	2.86
34	27	28	3.5	0.20	0.81	5.41	1.20	2.23	1.40	2.43
35	28	34	3.5	0.20	0.81	5.41	2.25	2.43	2.45	2.63
36	34	37	3.5	0.20	0.81	5.41	2.46	3.06	2.66	3.26
37	37	50	5.2	0.20	0.99	8.03	3.10	3.11	3.30	3.31
38	50	66	7.4	0.20	0.98	8.67	3.13	2.69	3.33	2.89
39	66	81	7.4	0.20	0.98	8.67	2.72	2.80	2.92	3.00
40	81	98	10.0	0.20	1.14	11.72	2.85	2.76	3.05	2.96
41	98	116	10.0	0.20	1.77	22.02	2.91	2.42	3.11	2.62
42	116	120	3.0	0.20	1.16	8.62	2.42	2.19	2.62	2.39
43	30	31	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	1.23	1.40	1.43
44	31	33	3.6	0.20	0.82	5.56	1.26	1.24	1.46	1.44
45	33	35	3.4	0.20	0.80	5.25	1.27	1.83	1.47	2.03
46	35	42	3.4	0.20	0.80	5.25	1.86	1.34	2.06	1.54
47	42	52	6.0	0.20	1.06	9.27	1.39	1.85	1.59	2.05
48	52	61	5.0	0.20	0.97	7.73	1.86	2.37	2.06	2.57
49	61	80	8.0	0.20	1.02	9.38	2.40	2.07	2.60	2.27
50	80	104	12.0	0.20	1.25	14.07	2.13	1.94	2.33	2.14
51	104	120	15.0	0.20	1.40	17.58	2.00	2.12	2.20	2.32

52	102	96	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	2.71	1.40	2.91
53	96	117	8.6	0.20	1.06	10.08	2.76	2.08	2.96	2.28
54	117	118	1.2	0.20	0.58	2.41	2.09	1.83	2.29	2.03
55	86	107	6.7	0.20	0.94	7.90	1.50	1.57	1.70	1.77
56	107	118	8.8	0.20	1.07	10.32	1.61	2.07	1.81	2.27
57	118	120	1.2	0.20	0.58	2.41	2.08	2.02	2.28	2.22
58	120	122	0.5	0.20	0.68	2.39	2.25	1.44	2.45	1.64
59	122	121	0.5	0.20	0.68	2.39	1.44	1.98	1.64	2.18
60	121	125	0.5	0.20	0.68	2.39	1.99	1.81	2.19	2.01
61	125	123	0.5	0.20	0.68	2.39	1.81	2.23	2.01	2.43
62	123	127	0.6	0.20	0.72	2.76	2.23	1.69	2.43	1.89
63	127	133	7.0	0.20	1.77	20.15	1.80	1.23	2.00	1.43
64	133	131	0.9	0.20	0.84	3.86	1.23	2.25	1.43	2.45
65	131	135	0.9	0.20	0.84	3.86	2.31	1.33	2.51	1.53
66	135	134	0.5	0.20	0.68	2.39	1.39	2.23	1.59	2.43
67	134	137	1.7	0.20	1.05	6.33	2.25	1.98	2.45	2.18
68	41	40	0.9	0.20	0.50	1.83	1.20	1.91	1.40	2.11
69	40	39	0.9	0.20	0.50	1.83	1.92	3.20	2.12	3.40
70	39	49	0.9	0.20	0.50	1.83	3.22	1.67	3.42	1.87
71	49	57	6.5	0.20	1.11	10.04	1.73	1.64	1.93	1.84
72	57	67	6.0	0.20	1.06	9.27	1.66	2.68	1.86	2.88
73	67	68	1.6	0.20	0.67	3.22	2.68	3.37	2.88	3.57
74	68	84	1.8	0.20	0.71	3.66	3.39	1.20	3.59	1.40
75	38	47	6.0	0.20	1.06	9.27	1.20	1.68	1.40	1.88
76	47	60	7.0	0.20	0.95	8.21	1.69	1.29	1.89	1.49
77	60	71	6.2	0.20	1.08	9.58	1.34	2.23	1.54	2.43
78	71	84	5.0	0.20	0.97	7.73	2.24	1.64	2.44	1.84
79	84	89	1.2	0.20	0.67	3.00	1.65	2.01	1.85	2.21
80	45	56	8.2	0.20	1.03	9.61	1.20	1.95	1.40	2.15
81	56	77	8.2	0.20	1.03	9.61	1.98	1.73	2.18	1.93
82	77	89	7.8	0.20	1.01	9.15	1.76	2.49	1.96	2.69
83	89	95	3.0	0.20	1.01	7.08	2.54	2.33	2.74	2.53
84	46	51	1.2	0.20	0.58	2.41	1.60	1.43	1.80	1.63
85	51	59	6.4	0.20	1.10	9.89	1.48	2.00	1.68	2.20
86	59	70	3.1	0.20	0.77	4.79	1.99	2.55	2.19	2.75
87	43	58	8.0	0.20	1.02	9.38	1.60	2.56	1.80	2.76
88	58	70	6.0	0.20	1.06	9.27	2.61	2.98	2.81	3.18
89	70	92	6.0	0.20	1.29	12.07	3.04	1.21	3.24	1.41
90	92	95	1.2	0.20	0.68	3.12	1.20	1.98	1.40	2.18
91	95	100	3.0	0.20	1.19	9.01	2.41	2.04	2.61	2.24
92	100	105	0.9	0.20	0.78	3.48	2.08	2.15	2.28	2.35
93	105	108	0.9	0.20	0.79	3.55	2.20	2.38	2.40	2.58
94	108	111	0.9	0.20	0.79	3.55	2.43	2.26	2.63	2.46
95	111	115	2.4	0.20	1.13	7.86	2.33	2.08	2.53	2.28
96	115	119	1.4	0.20	0.96	5.27	2.14	1.54	2.34	1.74

97	119	128	5.8	0.20	1.61	16.67	1.67	2.06	1.87	2.26
98	128	137	6.0	0.20	1.63	17.25	2.15	2.02	2.35	2.22
99	137	142	4.0	0.20	1.72	16.40	2.15	1.73	2.35	1.93
100	142	141	0.7	0.20	0.92	3.89	1.81	2.64	2.01	2.84
101	141	143	1.8	0.20	1.29	8.60	2.66	2.12	2.86	2.32
102	143	145	0.7	0.20	0.92	3.89	2.23	1.76	2.43	1.96
103	145	147	2.8	0.20	1.50	12.31	1.80	1.63	2.00	1.83
104	48	64	3.6	0.20	0.82	5.56	1.20	2.35	1.40	2.55
105	65	64	0.9	0.20	0.50	1.83	1.50	2.46	1.70	2.66
106	64	78	2.6	0.20	0.94	6.13	2.52	1.24	2.72	1.44
107	78	79	0.9	0.20	0.63	2.59	1.26	1.69	1.46	1.89
108	63	79	8.0	0.20	1.02	9.38	1.30	1.70	1.50	1.90
109	55	54	1.2	0.20	0.58	2.41	1.20	2.33	1.40	2.53
110	54	62	1.2	0.20	0.58	2.41	2.35	1.36	2.55	1.56
111	62	76	3.6	0.20	0.82	5.56	1.39	1.23	1.59	1.43
112	76	90	3.6	0.20	0.83	5.59	1.25	1.21	1.45	1.41
113	73	69	0.9	0.20	0.50	1.83	1.27	2.71	1.47	2.91
114	69	72	0.9	0.20	0.50	1.83	2.73	3.01	2.93	3.21
115	72	85	4.6	0.20	0.93	7.11	3.05	3.61	3.25	3.81
116	85	94	1.2	0.20	0.58	2.41	3.62	1.85	3.82	2.05
117	88	83	0.9	0.20	0.50	1.83	1.22	2.89	1.42	3.09
118	83	82	0.9	0.20	0.50	1.83	2.91	3.75	3.11	3.95
119	82	93	0.9	0.20	0.50	1.83	3.77	1.84	3.97	2.04
120	93	97	3.4	0.20	0.80	5.25	1.87	2.86	2.07	3.06
121	79	90	4.0	0.20	1.12	8.81	1.76	1.65	1.96	1.85
122	90	94	3.4	0.20	1.12	8.51	1.70	2.08	1.90	2.28
123	94	97	4.0	0.20	1.25	10.40	2.15	2.77	2.35	2.97
124	97	112	4.0	0.20	1.28	10.87	2.96	2.62	3.16	2.82
125	75	87	3.4	0.20	0.80	5.25	2.00	2.48	2.20	2.68
126	87	91	0.9	0.20	0.50	1.83	2.49	1.74	2.69	1.94
127	91	101	4.4	0.20	0.91	6.80	1.78	1.30	1.98	1.50
128	101	109	0.9	0.20	0.50	1.83	1.30	1.57	1.50	1.77
129	109	106	0.9	0.20	0.50	1.83	1.59	2.45	1.79	2.65
130	106	110	0.9	0.20	0.50	1.83	2.47	2.55	2.67	2.75
131	110	112	0.9	0.20	0.50	1.83	2.57	2.19	2.77	2.39
132	112	114	1.4	0.20	0.92	5.01	2.66	2.50	2.86	2.70
133	114	126	4.2	0.20	1.37	12.09	2.59	1.78	2.79	1.98
134	126	129	7.0	0.20	1.65	18.20	1.90	2.28	2.10	2.48
135	129	130	0.9	0.20	0.79	3.55	2.28	2.39	2.48	2.59
136	130	138	3.0	0.20	1.22	9.27	2.47	2.15	2.67	2.35
137	138	139	0.9	0.20	0.79	3.55	2.19	2.33	2.39	2.53
138	139	144	5.8	0.20	1.55	15.76	2.45	1.54	2.65	1.74
139	144	147	3.2	0.20	1.26	9.89	1.59	1.81	1.79	2.01
140	147	148	2.0	0.20	1.48	10.58	1.97	1.82	2.17	2.02
141	148	149	2.2	0.20	1.54	11.49	1.98	2.18	2.18	2.38

142	149	151	2.4	0.20	1.59	12.36	2.35	2.28	2.55	2.48
143	151	159	2.4	0.20	1.59	12.36	2.45	1.57	2.65	1.77
144	159	166	5.6	0.20	2.16	25.24	1.82	2.22	2.02	2.42
145	103	113	2.1	0.20	0.76	4.16	1.20	1.33	1.40	1.53
146	113	124	5.5	0.20	1.24	11.06	1.41	1.51	1.61	1.71
147	124	132	5.0	0.20	1.31	11.80	1.58	1.61	1.78	1.81
148	132	136	4.2	0.20	1.32	11.41	1.68	1.64	1.88	1.84
149	136	140	6.5	0.20	1.59	16.90	1.75	2.25	1.95	2.45
150	140	146	10.0	0.20	1.92	25.02	2.39	1.90	2.59	2.10
151	146	150	9.3	0.20	1.90	24.20	1.99	1.24	2.19	1.44
152	150	153	2.8	0.20	1.24	9.42	1.24	1.24	1.44	1.44
153	153	152	0.5	0.20	0.67	2.34	1.30	1.91	1.50	2.11
154	152	154	0.9	0.20	0.82	3.79	1.91	2.00	2.11	2.20
155	154	155	0.9	0.20	0.82	3.79	2.06	2.39	2.26	2.59
156	155	157	0.9	0.20	0.82	3.74	2.45	2.55	2.65	2.75
157	157	156	0.3	0.20	0.56	1.55	2.62	3.09	2.82	3.29
158	156	158	0.4	0.20	0.61	1.89	3.08	2.75	3.28	2.95
159	158	161	0.7	0.20	0.75	3.08	2.74	2.09	2.94	2.29
160	161	163	0.3	0.20	0.56	1.55	2.10	1.39	2.30	1.59
161	163	160	0.3	0.20	0.56	1.55	1.39	2.68	1.59	2.88
162	160	165	0.7	0.20	0.75	3.08	2.68	1.37	2.88	1.57
163	165	162	0.5	0.20	0.66	2.33	1.37	3.34	1.57	3.54
164	162	164	0.3	0.20	0.56	1.55	3.35	2.41	3.55	2.61
165	164	166	2.0	0.20	1.11	7.15	2.42	2.01	2.62	2.21

Tabla 3.7 Parámetros de los pozos de la zona 2 [Elaboración propia]

Pozo	Diámetro	Altura	Tuberías	
	[m]	[m]	Llegada	Salida
1	0.9	1.4	N.A.	1
2	0.9	1.4	1	2
3	0.9	1.4	N.A.	5
4	0.9	1.5	5	6
5	0.9	1.4	N.A.	7
6	0.9	1.4	N.A.	9
7	0.9	1.7	7	8
8	0.9	1.6	2	3
9	0.9	2.4	N.A.	10
10	0.9	1.9	6	11
11	0.9	2.5	9, 12	13
12	0.9	1.5	8, 11	12
13	0.9	2.2	10, 13	14
14	0.9	1.8	3	4

15	0.9	2.3	4, 14	15
16	0.9	2.0	N.A.	16
17	0.9	1.8	15, 16	17
18	0.9	2.5	17	18
19	0.9	1.9	18	19
20	0.9	1.8	19	20
21	0.9	1.8	20	21
22	0.9	1.5	21	22
23	0.9	1.6	22	23
24	0.9	2.6	24	25
25	0.9	1.4	23	24
26	0.9	2.0	25	26
27	0.9	1.4	N.A.	34
28	0.9	2.5	34	35
29	0.9	1.5	26	27
30	0.9	1.4	N.A.	43
31	0.9	1.5	43	44
32	0.9	1.6	27	28
33	0.9	1.5	44	45
34	0.9	2.7	35	36
35	0.9	2.1	45	46
36	0.9	1.7	28	29
37	0.9	3.3	36	37
38	0.9	1.4	N.A.	75
39	0.9	3.4	69	70
40	0.9	2.1	68	69
41	0.9	1.4	N.A.	68
42	0.9	1.6	46	47
43	0.9	1.8	N.A.	87
44	0.9	1.5	29	30
45	0.9	1.4	N.A.	80
46	0.9	1.8	N.A.	84
47	0.9	1.9	75	76
48	0.9	1.4	N.A.	104
49	0.9	1.9	70	71
50	0.9	3.3	37	38
51	0.9	1.7	84	85
52	0.9	2.1	47	48
53	0.9	1.8	30	31
54	0.9	2.6	109	110
55	0.9	1.4	N.A.	109
56	0.9	2.2	80	81
57	0.9	1.9	71	72
58	0.9	2.8	87	88
59	0.9	2.2	85	86

60	0.9	1.5	76	77
61	0.9	2.6	48	49
62	0.9	1.6	110	111
63	0.9	1.5	N.A.	108
64	0.9	2.7	104, 105	106
65	0.9	1.7	N.A.	105
66	0.9	2.9	38	39
67	0.9	2.9	72	73
68	0.9	3.6	73	74
69	0.9	2.9	113	114
70	0.9	3.2	86, 88	89
71	0.9	2.4	77	78
72	0.9	3.3	114	115
73	0.9	1.5	N.A.	113
74	0.9	2.1	31	32
75	0.9	2.2	N.A.	125
76	0.9	1.5	111	112
77	0.9	2.0	81	82
78	0.9	1.5	106	107
79	0.9	2.0	107, 108	121
80	0.9	2.3	49	50
81	0.9	3.0	39	40
82	0.9	4.0	118	119
83	0.9	3.1	117	118
84	0.9	1.9	74, 78	79
85	0.9	3.8	115	116
86	0.9	1.7	N.A.	55
87	0.9	2.7	125	126
88	0.9	1.4	N.A.	117
89	0.9	2.7	79, 82	83
90	0.9	1.9	112, 121	122
91	0.9	2.0	126	127
92	0.9	1.4	89	90
93	0.9	2.1	119	120
94	0.9	2.4	116, 122	123
95	0.9	2.6	83, 90	91
96	0.9	3.0	52	53
97	0.9	3.2	120, 123	124
98	0.9	3.1	33, 40	41
99	0.9	2.0	32	33
100	0.9	2.3	91	92
101	0.9	1.5	127	128
102	0.9	1.4	N.A.	52
103	0.9	1.4	N.A.	145
104	0.9	2.2	50	51

105	0.9	2.4	92	93
106	0.9	2.7	129	130
107	0.9	1.8	55	56
108	0.9	2.6	93	94
109	0.9	1.8	128	129
110	0.9	2.8	130	131
111	0.9	2.5	94	95
112	0.9	2.9	124, 131	132
113	0.9	1.6	145	146
114	0.9	2.8	132	133
115	0.9	2.3	95	96
116	0.9	2.6	41	42
117	0.9	2.3	53	54
118	0.9	2.3	54, 56	57
119	0.9	1.9	96	97
120	0.9	2.5	42, 51, 57	58
121	0.9	2.2	59	60
122	0.9	1.6	58	59
123	0.9	2.4	61	62
124	0.9	1.8	146	147
125	0.9	2.0	60	61
126	0.9	2.1	133	134
127	0.9	2.0	62	63
128	0.9	2.3	97	98
129	0.9	2.5	134	135
130	0.9	2.7	135	136
131	0.9	2.5	64	65
132	0.9	1.9	147	148
133	0.9	1.4	63	64
134	0.9	2.4	66	67
135	0.9	1.6	65	66
136	0.9	2.0	148	149
137	0.9	2.4	67, 98	99
138	0.9	2.4	136	137
139	0.9	2.6	137	138
140	0.9	2.6	149	150
141	0.9	2.9	100	101
142	0.9	2.0	99	100
143	0.9	2.4	101	102
144	0.9	1.8	138	139
145	0.9	2.0	102	103
146	0.9	2.2	150	151
147	0.9	2.2	103, 139	140
148	0.9	2.2	140	141
149	0.9	2.6	141	142

150	0.9	1.4	151	152
151	0.9	2.7	142	143
152	0.9	2.1	153	154
153	0.9	1.5	152	153
154	0.9	2.3	154	155
155	0.9	2.7	155	156
156	0.9	3.3	157	158
157	0.9	2.8	156	157
158	0.9	2.9	158	159
159	0.9	2.0	143	144
160	0.9	2.9	161	162
161	0.9	2.3	159	160
162	0.9	3.5	163	164
163	0.9	1.6	160	161
164	0.9	2.6	164	165
165	0.9	1.6	162	163
166	0.9	2.4	144, 165	N.A.

3.1.2.3 Red zona 3

La red de la zona 3 se compone de 25 tuberías y 26 pozos de revisión, esta sirve a una población de 487 habitantes en un área de 6.59 hectáreas. A continuación, en las Tabla 3.8 y Tabla 3.9 se detallan los resultados de los parámetros hidráulicos de la red de la zona 3.

Tabla 3.8 Parámetros hidráulicos de las tuberías de la zona 3 [Elaboración propia]

Tubería	Pozo		Pendiente [%]	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]	Fuerza tractiva [Pa]	Profundidad de cota clave		Profundidad de cota batea	
	Inicial	Final					Inicial [m]	Final [m]	Inicial [m]	Final [m]
1	1	3	5.9	0.20	1.06	9.19	1.80	1.58	2.00	1.78
2	3	5	6.1	0.20	1.07	9.42	1.61	1.58	1.81	1.78
3	5	6	1.2	0.20	0.58	2.41	1.57	1.23	1.77	1.43
4	2	4	6.8	0.20	0.94	7.97	1.20	1.49	1.40	1.69
5	4	6	6.8	0.20	0.94	7.97	1.52	1.32	1.72	1.52
6	6	8	3.4	0.20	0.80	5.25	1.35	1.42	1.55	1.62
7	7	8	3.6	0.20	0.82	5.56	1.30	1.40	1.50	1.60
8	8	9	0.9	0.20	0.50	1.83	1.44	1.51	1.64	1.71
9	9	10	0.9	0.20	0.50	1.83	1.53	2.25	1.73	2.45
10	10	12	4.6	0.20	0.93	7.03	2.29	1.24	2.49	1.44
11	12	15	4.0	0.20	0.87	6.18	1.26	1.51	1.46	1.71
12	11	13	5.6	0.20	1.03	8.65	0.50	0.63	0.70	0.83
13	13	18	3.0	0.20	0.75	4.56	0.63	0.51	0.83	0.71

14	18	15	0.7	0.20	0.45	1.43	0.53	2.08	0.73	2.28
15	15	16	0.7	0.20	0.45	1.43	2.08	2.58	2.28	2.78
16	16	14	0.7	0.20	0.45	1.43	2.58	4.18	2.78	4.38
17	14	17	0.7	0.20	0.45	1.43	4.18	3.65	4.38	3.85
18	17	19	0.7	0.20	0.45	1.43	3.65	3.04	3.85	3.24
19	19	20	0.7	0.20	0.45	1.43	3.04	3.65	3.24	3.85
20	20	21	2.7	0.20	0.71	4.17	3.66	1.97	3.86	2.17
21	21	22	3.9	0.20	0.86	6.03	2.01	2.33	2.21	2.53
22	22	24	1.0	0.20	0.56	2.20	2.35	1.33	2.55	1.53
23	24	23	0.9	0.20	0.58	2.28	1.36	3.68	1.56	3.88
24	23	25	2.2	0.20	0.83	4.85	3.71	1.43	3.91	1.63
25	25	26	0.9	0.20	0.61	2.47	1.46	1.77	1.66	1.97

Tabla 3.9 Parámetros de los pozos de la zona 3 [Elaboración propia]

Pozo	Diámetro	Altura	Tuberías	
	[m]	[m]	Llegada	Salida
1	0.9	2.0	N.A.	1
2	0.9	1.4	N.A.	4
3	0.9	1.8	1	2
4	0.9	1.7	4	5
5	0.9	1.8	2	3
6	0.9	1.5	3, 5	6
7	0.9	1.5	N.A.	7
8	0.9	1.6	6, 7	8
9	0.9	1.7	8	9
10	0.9	2.5	9	10
11	0.9	0.7	N.A.	12
12	0.9	1.5	10	11
13	0.9	0.8	12	13
14	0.9	4.4	16	17
15	0.9	2.3	11, 14	15
16	0.9	2.8	15	16
17	0.9	3.8	17	18
18	0.9	0.7	13	14
19	0.9	3.2	18	19
20	0.9	3.9	19	20
21	0.9	2.2	20	21
22	0.9	2.6	21	22
23	0.9	3.9	23	24
24	0.9	1.6	22	23
25	0.9	1.7	24	25

26	0.9	2.0	25	N.A.
----	-----	-----	----	------

3.2 Especificaciones técnicas

A continuación, se detalla las especificaciones técnicas para los rubros del proyecto en base a los grupos de actividades pertinentes.

3.2.1 Seguridad de obra

3.2.1.1 Rubro No.1.1: Letrero de señalización metálico tipo caballete

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de letreros de señalización tipo caballete, con la finalidad de comunicar a los ciudadanos las actividades y advertir sobre posibles accidentes. El caballete se deberá retirar después de acabar las actividades de ese día.

Materiales mínimos: Letrero de señalización metálico tipo caballete.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, pintor, hojalatero, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, del material usado y registrado en obra.

3.2.1.2 Rubro No.1.2: Señales de trabajo y señales de desvíos

Descripción: Este rubro consta de señaléticas reflectantes, con la finalidad de comunicar los posibles accidentes de tránsito. Se deberá instalar estas señales principalmente en los cierres de vías que modifiquen el tránsito producto del cierre de calles. Se lo instalaran a una distancia adecuada para que los pobladores tengan facilidad de visualización y puedan tener un tiempo de reacción prudente, se debe colocar en el lado derecho de la vía y en lugares que requieran de señales.

Materiales mínimos: Rotulo metálico.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, pintor, hojalatero, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, del material usado y registrado en obra.

3.2.1.3 Rubro No.1.3: Suministro e instalación de malla de seguridad

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de mallas de seguridad para cercar la zona de trabajo.

Materiales mínimos: Malla de polietileno HDPE.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, del material usado y registrado en obra.

3.2.1.4 Rubro No.1.4: Paso peatonal

Descripción: Permiten la movilización peatonal en zonas temporalmente inhabilitadas para la instalación de las tuberías. Deben construirse con un sistema de tablonos soportados por vigas, ambos elementos de madera. Los tablonos deben tener 6[cm] de espesor y la viga una sección de 14[cm]x16[cm].

Materiales mínimos: Malla de polietileno HDPE.

Equipo mínimo: Herramienta menor, clavos de 2½, tablonos y vigas de madera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, carpintero.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, del material usado y registrado en obra.

3.2.2 Obras preliminares

3.2.2.1 Rubro No.2.1: Limpieza y desbroce del terreno

Descripción: Este rubro consiste en la eliminación de la capa vegetal superficial, basura, estructuras menores, entre otros. Se debe cercar la zona de trabajo previamente, para delimitar de la zona de desbroce y evitar la interferencia de los pobladores.

Cierto tipo de materiales especiales deben ser removidos temporalmente para su posterior reubicación, si uno de estos materiales es afectado en obra el contratista tendrá que aportar con los costos de reparación.

Todo implemento usado para la limpieza y desbroce debe ser removido una vez finalizada la actividad. La limpieza se debe realizar durante todo el proceso de construcción, incluida la excavación de la zanja, instalación de los pozos, etc.

Materiales mínimos: Sacos de yute.

Equipo mínimo: Herramienta manual.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se pagará por metro cuadrado (m²) ejecutado de acuerdo con los precios establecidos en el contrato.

3.2.2.2 Rubro No.2.2: Trazado y replanteo de la red

Descripción: Este rubro trata del trazado y replanteo de la red de alcantarillado sanitario diseñado. Para esto se debe realizar la colocación de los puntos verticales de control "benchmarking", que se utilizarán en la nivelación de los tramos de tubería. Una vez culminada la actividad se realizará la aprobación para la excavación, de caso contrario se deberá a realizar la toma de datos de los tramos con problemas.

Materiales mínimos: Estación total, Teodolito, Niveles, Cintas Métricas.

Equipo mínimo: Equipos de precisión.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, topógrafo, cadenero.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: El replanteo se lo pagará por metros lineales.

3.2.3 Pavimento

3.2.3.1 Rubro No.3.1: Rotura, levantamiento y desalojo de pavimento flexible

Descripción: Este rubro consiste en la remoción de pavimento flexible, para la colocación de la red de alcantarillado. Los escombros deben ser trasladados y depositados en el área asignado para los escombros.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, retroexcavadora (incluye taladro/martillo hidráulico), volqueta 20 Ton, cortadora de pavimento asfáltico.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, operador de excavadora, operador de retroexcavadora, operador de equipo liviano, chofer de volquetas.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cuadrados, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.3.2 Rubro No.3.2: Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm

Descripción: Este rubro consiste en la reposición de la calzada con material bituminoso sobre una base, lo cual deberá cumplir con los anchos pendientes y bombeos de la carretera. El tránsito debe ser desviado para darle el tiempo necesario para que se realice la imprimación del asfalto.

Equipo mínimo: Herramienta menor, escoba mecánica autopropulsada, distribuidor de asfalto.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, operador de barredora, operador de distribuidor de asfalto, peón.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cuadrados, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4 Movimiento de tierra

3.2.4.1 Rubro No.4.1: Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m

Descripción: Consiste en la excavación a máquina de la tierra incluyendo otros materiales, para creación de las zanjas con la finalidad de instalar los pozos y tuberías. La excavación será realizada como indica los planos considerando niveles, cotas, pendientes, etc. En el caso de existir adversidades se puede proponer modificaciones in situ, según fiscalización.

La excavación se dará de tal forma que el ancho de la zanja no será impedimento en los trabajadores en la hora de la colocación de la tubería y relleno. Se deberá considerar para el ancho de la zanja el uso de entibados. Por otro lado, la profundidad de la excavación dependerá de la dictaminada por el diseño, siendo la mínima de 1.2 metros más el diámetro externo de la tubería.

Si en obra existe una falla en la instalación de la tubería, se deberá remover el material afectado y reemplazado por uno que sea aprobado por fiscalización. Si se extiende el tiempo y se necesita realizar un trabajo adicional previo a la instalación de la tubería, el costo se hará por el contratista. Se debe inspeccionar todo el proceso de excavación, instalación y rellenado. Si la zanja presenta acumulación de agua será necesario el uso de bombeo. Se debe evitar excavaciones en épocas de lluvia.

Equipo mínimo: Herramienta menor, retroexcavadora 95 hp.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, operador de retroexcavadora, peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.2 Rubro No.4.2: Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m

Descripción: Consiste en la excavación a máquina de la tierra incluyendo otros materiales, para creación de las zanjas con la finalidad de instalar los pozos y tuberías. La excavación será realizada como indica los planos considerando niveles, cotas, pendientes, etc. En el caso de existir adversidades se puede proponer modificaciones in situ, según fiscalización.

La excavación se dará de tal forma que el ancho de la zanja no será impedimento en los trabajadores en la hora de la colocación de la tubería y relleno. Se deberá considerar para el ancho de la zanja el uso de entibados. Por otro lado, la profundidad de la excavación dependerá de la dictaminada por el diseño, siendo la mínima de 1.2 metros más el diámetro externo de la tubería. Si la profundidad supera los 2 metros se deberá hacer un talud de 1:16.

Si en obra existe una falla en la instalación de la tubería, se deberá remover el material afectado y reemplazado por uno que sea aprobado por fiscalización. Si se extiende el tiempo y se necesita realizar un trabajo adicional previo a la instalación de la tubería, el costo se hará por el contratista. Se debe inspeccionar todo el proceso de excavación, instalación y rellenado. Si la zanja presenta acumulación de agua será necesario el uso de bombeo. Se debe evitar excavaciones en épocas de lluvia.

Equipo mínimo: Herramienta menor, retroexcavadora 95 hp.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, operador de retroexcavadora, peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.3 Rubro No.4.3: Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m

Descripción: Consiste en la excavación a máquina de la tierra incluyendo otros materiales, para creación de las zanjas con la finalidad de instalar los pozos y tuberías. La excavación será realizada como indica los planos considerando niveles, cotas, pendientes, etc. En el caso de existir adversidades se puede proponer modificaciones in situ, según fiscalización.

La excavación se dará de tal forma que el ancho de la zanja no será impedimento en los trabajadores en la hora de la colocación de la tubería y relleno. Se deberá considerar para el ancho de la zanja el uso de entibados. Por otro lado, la profundidad de la excavación dependerá de la dictaminada por el diseño, siendo la mínima de 1.2 metros más el diámetro externo de la tubería. Si la profundidad supera los 2 metros se deberá hacer un talud de 1:16.

Si en obra existe una falla en la instalación de la tubería, se deberá remover el material afectado y reemplazado por uno que sea aprobado por fiscalización. Si se extiende el tiempo y se necesita realizar un trabajo adicional previo a la instalación de la tubería, el costo se hará por el contratista. Se debe inspeccionar todo el proceso de excavación, instalación y relleno. Si la zanja presenta acumulación de agua será necesario el uso de bombeo. Se debe evitar excavaciones en épocas de lluvia.

Materiales mínimos: Asfalto RC-250 para imprimación.

Equipo mínimo: Herramienta menor, retroexcavadora 95 hp.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón, operador de retroexcavadora, peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.4 Rubro No.4.4: Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5 metros

Descripción: Este rubro consiste en la instalación de entibado metálico tipo cajón, para evitar posibles derrumbes de las paredes de la zanja. El entibado se colocará cuando se tenga excavaciones mayores a 2 metros o cuando se tenga material suelto en las paredes. Si el entibado no certifica que el trabajo de excavación sea seguro según fiscalización se deberá por optar detener la obra para realizar otras acciones de apuntamiento.

Materiales mínimos: Cinta de peligro.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, cajón metálico.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, operador de excavadora, peón.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cuadrados, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.5 Rubro No.4.5: Nivelación de fondo de zanja

Descripción: Se deberá realizar la excavación manual previo a la nivelación de la zanja para realizar los trabajos menores, se debe colocar material de mejoramiento en caso de que el terreno presente irregularidades o el suelo sea susceptible a asentamientos, para posteriormente realizar la compactación.

Materiales mínimos: Material de mejoramiento

Equipo mínimo: Herramienta menor, vibro apisonador

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros lineales, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.6 Rubro No.4.6: Relleno de mejoramiento

Descripción: Este rubro consiste en la preparación del fondo de la zanja con material de mejoramiento (cascajo grueso), previo a la colocación de las tuberías y los pozos. El relleno de mejoramiento solo será autorizado cuando el fiscalizador lo

establezca y cualquier daño en la tuberías o pozos generados por la mala implementación del relleno, deberá cubrirse por el constructor.

Materiales mínimos: Cascajo grueso

Equipo mínimo: Herramienta menor, vibro apisonador

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón

Unidad: Metro cúbico (m3).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.7 Rubro No.4.7: Relleno cama de arena

Descripción: Este rubro consiste en la preparación del fondo de la zanja con arena previo a la colocación de las tuberías. Se debe considerar que la tubería debe apoyarse de manera regular en todo el trayecto, para la cual se debe realizar una cama de arena ligeramente compactada siempre y cuando el fondo sea nivelado.

Materiales mínimos: Arena fina

Equipo mínimo: Herramienta menor, vibro apisonador

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón

Unidad: Metro cúbico (m3).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.8 Rubro No.4.8: Relleno acostillado material granular

Descripción: Este rubro consiste en la colocación y compactación del relleno que cubre la tubería. El material está conformado de grava triturada y el espesor del relleno será de la mitad del diámetro de la tubería.

Materiales mínimos: Grava triturada 3/4" para alcantarillado

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra calificada: Maestro mayor, peón

Unidad: Metro cúbico (m3).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.9 Rubro No.4.9: Reposición de lastre

Descripción: Consiste en el aprovisionamiento del material granular para su colocación como relleno en zonas que deban ser recubiertas para hacer frente al tráfico vehicular, seguido del proceso de compactación que debe realizarse mediante métodos mecánicos. La subrasante generada debe contar con el diseño correspondiente considerando las pendientes, alineaciones y secciones propias del terreno previo a su intervención.

Materiales mínimos: Material de reposición de subbase.

Equipo mínimo: Herramienta menor, vibro apisonador.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros lineal, de la cantidad usada y registrada en obra

3.2.4.10 Rubro No.4.10: Suministro e instalación de cintas

Descripción: Este rubro consiste en la delimitación de la zona de trabajo mediante cinta. Las cintas serán de color naranja con negro y con la indicación de peligro. Se las colocará en todos los sitios requeridos y se las repondrá según fiscalización.

Materiales mínimos: Cinta de peligro.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros lineal, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.4.11 Rubro No.4.11: Desalojo de material excavado

Descripción: Este rubro consiste en el desalojo de material sobrante de la obra, ya sea por la excavación, escombros o desechos varios. Para lo cual se asignará un área de para la deposición de estos residuos y en el caso que se pueda reutilizar uno de estos desechos, se deberá pedir una aprobación de fiscalización. La volqueta debe contar un con una lona que cubra la parte superior para que no se genere accidentes o contaminación por desprendimientos de materiales hacia la calle o trayecto.

Equipo mínimo: Herramienta menor, volqueta.

Mano de obra calificada: Chofer de volquetas, peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5 Sistema de alcantarillado

3.2.5.1 Rubro No.5.1: Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de materiales e instalación del pozo de revisión. Las dimensiones estarán establecidas según los lineamientos de los planos, pero el contratista podrá proponer dimensiones en el caso de existir una adversidad.

El material del pozo será de hormigón armado de 240[kg/cm²] con aditivo impermeabilizante. Se instalará el pozo procurando que no existe una desviación superior a los 0.5[cm]. El pozo deberá contar con una base estable de hormigón ciclópeo de 180[kg/cm] y además el pozo deberá estar fijo al material colindante, para que no exista desplazamientos. La base del pozo está formada por hormigón armado de 240[kg/cm²] con los correspondientes acabados como la pendiente, cuñas o caídas. En el caso de que el material que cubra el pozo sea de poca resistencia se deberá cambiar por piedra triturada o hormigón pobre.

Materiales mínimos: Saco de cemento portland de 50[kg], agua, grava triturada 3/4", arena, encofrado metálico, pintura anticorrosiva, piedra bola Ø=20[cm] máximo, tubería de hormigón con Ø=90[cm] y tapa cónica de D=70[cm].

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, operador de excavadora, carpintero, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.2 Rubro No.5.2: Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de materiales e instalación del pozo de revisión. Las dimensiones estarán establecidas según los lineamientos de los planos, pero el contratista podrá proponer dimensiones en el caso de existir una adversidad.

El material del pozo será de hormigón armado de 240[kg/cm²] con aditivo impermeabilizante. Se instalará el pozo procurando que no existe una desviación superior a los 0.5[cm]. El pozo deberá contar con una base estable de hormigón ciclópeo de 180[kg/cm] y además el pozo deberá estar fijo al material colindante, para que no exista desplazamientos. La base del pozo está formada por hormigón armado de 240[kg/cm²] con los correspondientes acabados como la pendiente, cuñas o caídas. En el caso de que el material que cubra el pozo sea de poca resistencia se deberá cambiar por piedra triturada o hormigón pobre.

Materiales mínimos: Saco de cemento portland de 50[kg], agua, grava triturada 3/4", arena, encofrado metálico, pintura anticorrosiva, piedra bola Ø=20[cm] máximo, tubería de hormigón con Ø=90[cm] y tapa cónica de D=70[cm].

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concreteira de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, operador de excavadora, carpintero, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.3 Rubro No.5.3: Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de materiales e instalación del pozo de revisión. Las dimensiones estarán establecidas según los lineamientos de los planos, pero el contratista podrá proponer dimensiones en el caso de existir una adversidad.

El material del pozo será de hormigón armado de 240[kg/cm²] con aditivo impermeabilizante. Se instalará el pozo procurando que no existe una desviación

superior a los 0.5[cm]. El pozo deberá contar con una base estable de hormigón ciclópeo de 180[kg/cm] y además el pozo deberá estar fijo al material colindante, para que no exista desplazamientos. La base del pozo está formada por hormigón armado de 240[kg/cm²] con los correspondientes acabados como la pendiente, cuñas o caídas. En el caso de que el material que cubra el pozo sea de poca resistencia se deberá cambiar por piedra triturada o hormigón pobre.

Materiales mínimos: Saco de cemento portland de 50[kg], agua, grava triturada 3/4", arena, encofrado metálico, pintura anticorrosiva, piedra bola Ø=20[cm] máximo, tubería de hormigón con Ø=90[cm] y tapa cónica de D=70[cm].

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, operador de excavadora, carpintero, peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.4 Rubro No.5.4: Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de tuberías de PVC estructurada de diámetro de 200mm, según los alineamientos y la ubicación en los planos. Las tuberías deberán ser resistentes a la abrasión, a la presión de los carros, y penetración por raíces.

Materiales mínimos: Tubería de PVC estructurada de 250mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, peón.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metro lineal, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.5 Rubro No.5.5: Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de tuberías de PVC estructurada de diámetro de 250mm, según los alineamientos y la ubicación en los

planos. Las tuberías deberán ser resistentes a la abrasión, a la presión de los carros, y penetración por raíces.

Materiales mínimos: Tubería de PVC estructurada de 250mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, peón.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metro lineal, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.6 Rubro No.5.6: Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de tuberías de PVC estructurada de diámetro de 300mm, según los alineamientos y la ubicación en los planos. Las tuberías deberán ser resistentes a la abrasión, a la presión de los carros, y penetración por raíces.

Materiales mínimos: Tubería de PVC estructurada de 300mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, peón.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metro lineal, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.5.7 Rubro No.5.7: Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm

Descripción: Este rubro consiste en el suministro e instalación de tuberías de PVC estructurada de diámetro de 400mm, según los alineamientos y la ubicación en los planos. Las tuberías deberán ser resistentes a la abrasión, a la presión de los carros, y penetración por raíces.

Materiales mínimos: Tubería de PVC estructurada de 400mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor, excavadora de oruga 140 hp, concretera de 1 saco, vibrador de manguera.

Mano de obra calificada: Maestro mayor, albañil, peón.

Unidad: Metro lineal (m).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metro lineal, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.6 Gestión ambiental

3.2.6.1 Rubro No.6.1: Agua para control de polvo

Descripción: Este rubro consiste en la mitigación de la generación de polvo haciendo uso de agua rociada en la zona. Su uso se dará cuando se presenta una alta producción de polvos en la construcción.

Materiales mínimos: Agua.

Equipo mínimo: Herramienta menor, tanquero de agua.

Mano de obra calificada: Chofer, peón.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.6.2 Rubro No.6.2: Reposición de cobertura vegetal

Descripción: Consiste en la recomposición de la capa vegetal superficial del terreno con la finalidad de hacer frente a posibles problemas de erosión del suelo. Se debe evaluar la composición de la flora en la zona afectada previo a la intervención y realizar la siembra de dichas especies posterior a la aprobación por parte de la Fiscalización.

Materiales mínimos: Agua, tierra de sembrío, especies herbáceas.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cuadrados, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.6.3 Rubro No.6.3: Replantación de especies arbóreas

Descripción: Consiste en la siembra del mismo tipo de especies arbóreas removidas para la implementación del sistema.

Se debe usar plantas con una altura de entre 60[cm] a 80[cm] que deben estar aprobadas por fiscalización, para que pueda arraigarse al terreno en restauración.

Materiales mínimos: Agua, tierra de sembrío, especies arbóreas.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cuadrados, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.6.4 Rubro No.6.4: Barrera acústica

Descripción: Consiste en la instalación de mantas acústicas sostenidas por estructuras metálicas ubicadas alrededor de las zonas de construcción, para reducir el ruido generado por la construcción y no se sobrepase el máximo permisible de 50[dB] en zonas residenciales.

Materiales mínimos: Manta acústica flexible, armazones metálicos, alambre.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Peón.

Unidad: Unidad (u).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por unidad, de la cantidad usada y registrada en obra.

3.2.6.5 Rubro No.6.5: Gestión de escombros

Descripción: Consiste en el manejo de los residuos derivados del proceso constructivo, para lo cual se debe contar con un lugar adecuado para la colocación de estos, el lugar debe ubicarse a una distancia máxima de 3[km] para el acarreo mediante volquetas. El procedimiento incluye un análisis para evaluar la reutilización de los materiales los cuales deben almacenarse temporalmente en sitios adecuados.

Equipo mínimo: Herramienta menor, volqueta, cargadora frontal.

Mano de obra calificada: Peón, chofer de volqueta, operador de excavadora

Unidad: Metro cuadrado (m³).

Medición y forma de pago: Se lo pagará por metros cúbicos, de la cantidad usada y registrada en obra.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental producido por la construcción del sistema de conducción de aguas servidas, mediante un análisis cualitativo a través de matrices de causa y efecto, para elaboración de un sistema de control ambiental.

4.1.2 Objetivos específicos

1. Establecer el impacto ambiental generado por las actividades derivadas de la implementación del sistema de conducción.
2. Valorar el impacto ambiental de las actividades relacionadas con el proyecto en base a su potencial de afectación medioambiental.
3. Contrastar los impactos ambientales de las alternativas de diseño para el análisis de la factibilidad ambiental.
4. Plantear un sistema de gestión ambiental que minimice el impacto ambiental negativo generado en la localidad.

4.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la implementación de un sistema de conducción de las aguas residuales del núcleo urbano del cantón Caluma, hacia las plantas depuradoras proyectadas.

En el diseño de la red de conducción se consideró 3 alternativas que comprenden los sistemas a presión, a gravedad y al vacío, los cuales poseen procesos de construcción similares.

La ejecución del proyecto se contempla en 3 fases en base a la vida útil del mismo, las fases son detalladas a continuación considerando las particularidades de las alternativas de diseño.

4.2.1 Construcción

El cantón Caluma posee una geografía irregular, esto que dificulta el proceso de construcción de la red de tuberías que dependiendo el sistema supondrá un mayor impacto por las actividades relacionadas a este proceso.

Los sistemas a presión y al vacío se pueden adaptar fácilmente a la geografía del terreno, por lo cual se requiere una profundidad mínima para la instalación de las tuberías, esto supone un menor volumen de excavación y un menor tiempo de construcción. Por otro lado, estos sistemas conllevan la construcción de estructuras complementarias y la implementación de equipos especiales.

El sistema a gravedad debe cumplir con una pendiente mínima requiriendo mayores profundidades para la instalación de las tuberías en comparación con los otros sistemas, lo que supone un mayor volumen de excavación y un mayor tiempo de construcción. Sin embargo, no requieren de estructuras complementarias o equipos especiales.

4.2.2 Funcionamiento

El funcionamiento de estos sistemas implica la operabilidad y el mantenimiento de la red de tuberías y los equipos.

El sistema a presión requiere de un suministro considerable de energía eléctrica para la operabilidad de sus equipos y en caso de avería no se detectaría inmediatamente, lo que supondría una contaminación por la filtración de aguas residuales. Además, el proceso de mantenimiento paralizaría parcialmente el servicio.

El sistema a gravedad implica únicamente el proceso de mantenimiento, que para caso de una fuga no sería inmediatamente perceptible la avería lo que supondría una contaminación por la filtración de aguas residuales, pero el mantenimiento simple en comparación con los otros sistemas.

El sistema al vacío supone un funcionamiento similar al sistema a presión, con la diferencia de que una avería sería detectada inmediatamente y no se producirían fugas por el efecto de succión. Por otro lado, el proceso de mantenimiento paralizaría por completo el servicio.

4.2.3 Abandono

El abandono contempla el fin de la vida útil de la estructura, este proceso es similar para todos los sistemas, ya que consiste en la suspensión del servicio por efectos de la demolición de la red de tubería y estructuras complementarias.

4.3 Regularización ambiental

4.3.1 Autorización nacional

A nivel nacional, el MAATE dispone a través del SUIA los requisitos específicos para obtener la autorización de ejecución para el proyecto en función del tipo del tipo de actividades a realizar.



Consulta de Actividades Ambientales	
Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.	
Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL O COMBINADO (NO INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES)
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 4.1 Requisitos para la autorización del proyecto [MAATE]

La autorización del proyecto corresponde a un registro ambiental, por lo cual se tiene los siguientes requisitos específicos:

- Registro del proyecto en SUIA.
- Certificado de intersección.
- Pago \$180 por concepto de tasa de trámite.
- Informe del proceso de participación social.

4.3.2 Código CIU

Según el MAATE, las actividades CIU a realizar el proyecto corresponde al código F4.220.12.01 para realizar su registro en el SUIA.

CONSULTA DE ACTIVIDADES CIU

Estimado operador, puede conocer las actividades CIU disponibles en el módulo Regularización y Control Ambiental

Código	Nombre
	Construcción de sistemas de alcantarillado
F4220.12	Construcción de sistemas de alcantarillado, incluida su reparación, instalaciones de evacuación de aguas residuales y perforación de pozos de agua.
F4220.12.01	Construcción de sistemas de alcantarillado, incluida su reparación, instalaciones de evacuación de aguas residuales y perforación de pozos de agua.

Figura 4.2 Actividades CIU [MAATE]

4.3.3 Áreas protegidas

El cantón Caluma está ubicado al oeste de la provincia de Bolívar, Según el SNAP la zona prevista para el proyecto no pertenece a ninguna área protegida.

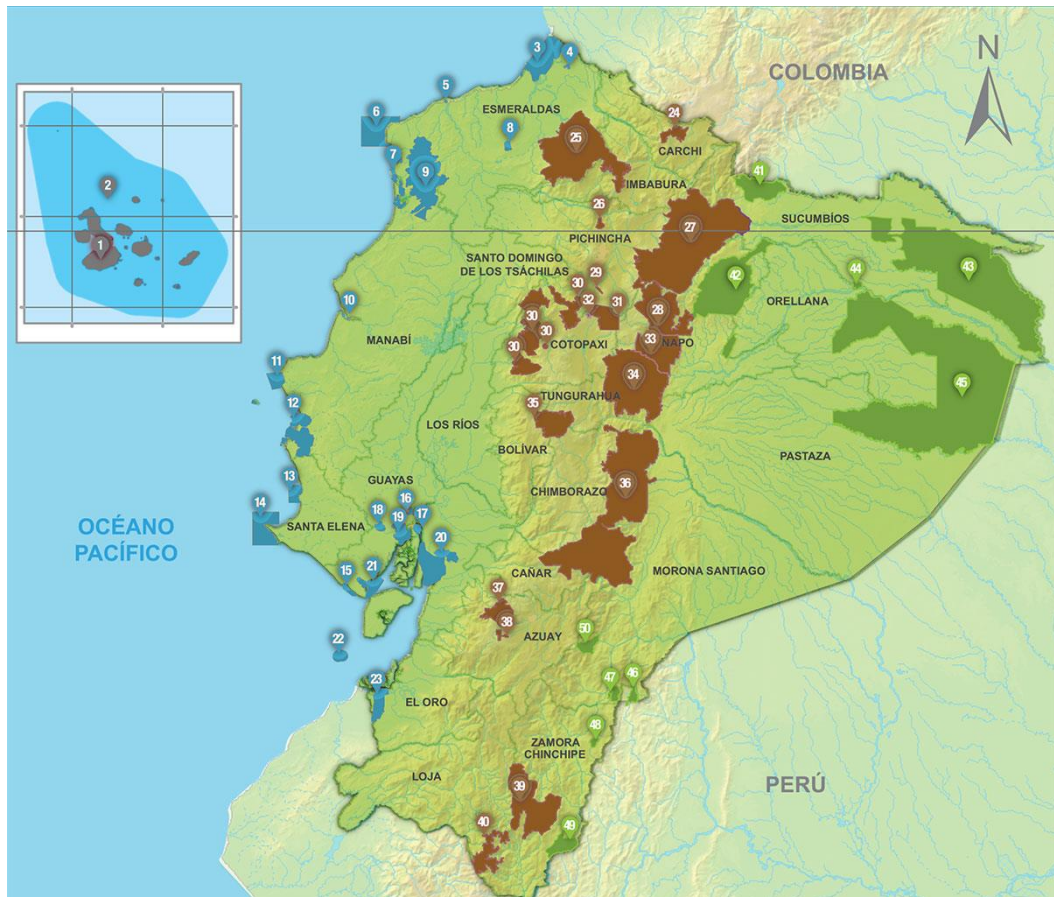


Figura 4.3 Mapa de áreas protegidos [SNAP]

4.4 Línea de base ambiental

La implementación del sistema de conducción de aguas residuales influye directamente sobre los elementos naturales y los aspectos humanos de su población. (López, 2013)

A continuación, se detallan los factores ambientales potencialmente afectados por las actividades del proyecto para los parámetros pertinentes a los medios ambientales, inerte, biótico y humano.

4.4.1 Medio Inerte

4.4.1.1 *Atmósfera*

Caluma es una comunidad con severos problemas de contaminación atmosférica por efecto de partículas suspendidas como el polvo, debido a que el 73.37% de las calles son lastradas y de tierra. Por otro lado, es una ciudad pequeña sin un sistema de transporte público desarrollado por lo que no presenta problemas de contaminación acústica (GAD Caluma, 2019).

4.4.1.2 *Geología*

El suelo de Cantón Caluma proviene de cenizas volcánicas presenta por lo que presenta una composición de suelo limoso y arcilloso en estratos inferiores, además de un bajo porcentaje de materia orgánica en la superficie, que es característico de las zonas boscosas, lo que conlleva una alta incidencia a la erosión. Así mismo, el suelo presenta una gran cantidad de hierro, magnesio sulfatos por lo que se tiene un suelo rico en nutrientes, ideal para el cultivo de plátano, café y cítricos (GAD Caluma, 2019).

4.4.1.3 *Hidrología*













El río Caluma evidencia una notoria contaminación producida por la descarga directa de aguas residuales y desechos, debido al déficit de sistema de recolección de basura y de alcantarillado. Esta contaminación ha ocasionado la reducción de la variedad de peces, debido al incremento de los niveles de amonio y nitrito, sumado a una variación de pH en el agua que la ha vuelto ligeramente alcalina y nociva para los peces (Enrique Laaz Moncayo, 2010).


4.4.2 Medio biótico

4.4.2.1 Vegetación

La vegetación en el cantón Caluma está compuesta principalmente por bosques húmedos siendo el 90% de la cobertura natural del cantón. Estos bosques tienen la función de protección de los suelos ante la lixiviación, protección de la fauna, reducción de la huella de carbono, etc. (MAGAP-PRAT, 2015)

Tabla 4.1 Flora característica del cantón Caluma [Elaboración propia]

<p>Roble <i>Quercus robur</i></p> 	<p>Epífitas <i>Tillandsia xyphioides</i></p> 	<p>Helechos arbóreos <i>Cyatheaceae</i></p> 
<p>Guayacán <i>Guaiacum officinale</i></p> 	<p>Caoba <i>Swietenia macrophylla</i></p> 	<p>Copal <i>Protium copal</i></p> 
<p>Motilón <i>Hieronyma macrocarpa</i></p> 	<p>Colorado <i>Schinopsis balansae</i></p> 	<p>Cedro <i>Cedrus</i></p> 
<p>Laurel <i>Laurus nobilis</i></p> 	<p>Cedrillo <i>Vochysia vismiifolia</i></p> 	<p>Guabos <i>Inga edulis</i></p> 

<p>Naranja Citrus x sinensis</p> 	<p>Mandarina Citrus reticulata</p> 	<p>Naranjilla Solanum quitoense</p> 
<p>Banano Musa x paradisiaca</p> 	<p>Café Coffea</p> 	<p>Mamey Pouteria sapota</p> 
<p>Caña guadua Guadua angustifolia</p> 	<p>Romerillo Podocarpus sprucei</p> 	<p>Palmas Arecaceae</p> 
<p>Guarumo Cecropia peltata</p> 	<p>Balsa Ochroma pyramidale</p> 	<p>Guanto Brugmansia arborea</p> 

4.4.2.2 Fauna

Caluma posee una diversidad de especies como aves, mamíferos pequeños, peces, reptiles y anfibios. El uso de suelo agrícola y la deforestación ha alterado al sistema ecológico del sector, afectando a las aves y mamíferos como las raposas, colibríes, gavilanes, venados, etc.

Tabla 4.2 Fauna característica del cantón Caluma [Elaboración propia]

<p>Bocachico Prochilodus magdalенаe</p> 	<p>Campeche Chaetostoma loborhynchos</p> 	<p>Cusumbos Nasua</p> 
<p>Salamandras Urodela</p> 	<p>Sapos Bufónidos</p> 	<p>Guantas Cuniculus paca</p> 
<p>Rana marsupial Gastrotheca riobambae</p> 	<p>Víboras Viperinae</p> 	<p>Raposas Didelphimorphia</p> 
<p>Garcilla bueyera Bubulcus ibis</p> 	<p>Garrapatero Crotophaga ani</p> 	<p>Guatusas Dasyprocta punctata</p> 

<p>Tortolita azul Columbina passerina</p> 	<p>Pava de monte Penélope obscura</p> 	<p>Monos Cebus albifrons</p> 
<p>Gavilanes Accipiter nisus</p> 	<p>Tucán Ramphastidae</p> 	<p>Venados Cervidae</p> 
<p>Diostedé Ramphastidae</p> 	<p>Colibríes Trochilinae</p> 	<p>Armadillos Dasypodidae</p> 

4.4.3 Medio humano

4.4.3.1 Socioeconómico

El cantón Caluma posee la tasa de crecimiento poblacional más alta de la provincia de Bolívar teniendo un 1.89% y posee una población joven ya que la mitad de la población se encuentra por debajo de los 24 años. La principal actividad económica de la población es la agropecuaria y la agricultura, siendo la última la que más aporte económico representa en la población. La economía de la ciudad se mantiene en constante movimiento, debido a la alta presencia de comercio de productos agrícolas o de consumo diario en la cabecera cantonal, pero ha tenido una disminución notoria en el turismo por la contaminación de sus cuerpos de agua (GAD Caluma, 2019).

4.4.3.2 Social

La ciudad posee un grupo uniforme mayoritario en el que casi la totalidad de sus habitantes son originarios de la localidad y el 92% de la población se identifica como mestiza.

Caluma cuenta con una federación de barrios, donde se reúnen todos los comités urbanos y rurales. Del mismo modo, existen organizaciones como la de la Mujer, de Adultos mayores, asociaciones juveniles, etc. Adicionalmente, el GAD Municipal de Caluma mediante la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado ha aprobado el estudio del plan maestro para mejorar el sistema de saneamiento de la ciudad (GAD Caluma, 2019).

4.4.3.3 Calidad de vida

El sistema de salud del cantón Caluma está conformado por el MSP perteneciente al área 2 de la provincia de Bolívar, el IESS, el Patronato Municipal de Amparo Social, voluntarias de salud y practicantes de medicina tradicional, además de organizaciones que realizan campañas de prevención de enfermedades (GAD Caluma, 2019).

La ciudad en la actualidad sufre una crisis de salubridad, debido a la insuficiencia de los servicios básicos como el alcantarillado, la recolección de desechos y el suministro de agua potable.

Caluma al ser el centro comercial de los poblados aledaños es el principal destino regional, pero en la ciudad existe una dificultad para la movilización debido a que las vías de transporte se encuentran deterioradas.

4.4.4 Factores ambientales del proyecto

En base al inventario ambiental de parámetros se establecen los potenciales factores ambientales susceptibles de impacto ambiental, en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 4.3 Factores ambientales del proyecto [Elaboración propia]

Medios	Parámetros	Factores ambientales
Inerte	Atmosfera	Composición del aire
		Ruido
	Geología	Erosión
		Riqueza del suelo
	Hidrología	Composición del agua
	Biótico	Vegetación
Cobertura vegetal		
Fauna		Diversidad de la fauna
		Habitad
Humano	Socioeconómico	Sector económico
	Social	Conformidad
	Calidad de vida	Salubridad
Comodidad		

4.5 Actividades del proyecto

4.5.1 Construcción

En esta fase contempla todas las acciones en las labores necesarias para la ejecución del sistema de alcantarillado. Para esto es necesario la instalación del campamento y el cercado del área de trabajo. También se deben realizar labores de desbroce del terreno, para posteriormente la excavación del terreno con su respectivo desalojo. Teniendo ya la zanja creada se nivela el fondo para la colocación de las tuberías con el respectivo relleno compactado y de ser necesario se realiza la reposición del terreno.

4.5.2 Funcionamiento

Esta etapa abarca las labores de operación y mantenimiento de la estructura del proyecto. La operación consiste en el manejo de las aguas servidas, la remoción de residuos inusuales y la realización de verificaciones de buen funcionamiento como el manejo de equipos o el control de malos olores. La operación de mantenimiento contempla la limpieza de las estructuras como sistema de prevención y la reparación de elementos como sistema de corrección.

4.5.3 Abandono

Una vez la obra cumpla con el periodo de vida útil se debe adecuar el área de trabajo para eso se debe realizar el desvío de aguas residuales mediante el taponamiento del colector en el pozo aguas arriba. Después se realiza la ruptura del pavimento, la excavación de la zanja y el retiro de la tubería. Finalmente se realiza el trabajo de relleno, reposición del pavimento y en caso de requerirlo se puede reutilizar el material para otros usos.

4.5.4 Acciones del proyecto

En base a las actividades a realizar para la implementación del sistema de conducción se establecen las potenciales actividades causantes de impacto ambiental, en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 4.4 Acciones según las fases del proyecto [Elaboración propia]

Fases	Labores	Acciones
Construcción	Obras preliminares	Instalación del campamento
		Cercado del área de trabajo
	Movimiento de tierra	Desbroce del terreno
		Excavación
		Desalojo de material
	Instalación	Nivelación del fondo
		Colocación de tuberías
	Relleno	Suministro de material
		Vaciado del material
		Compactación del material
Reposición del terreno		
Funcionamiento	Operación	Recolección de aguas residuales
		Extracción de residuos inusuales
		Manejo de equipos
		Moderación de malos olores
	Mantenimiento	Limpieza de las estructuras
		Control de fugas
		Reparación de elementos

Abandono	Obras preliminares	Desvío de las aguas servidas
	Demolición	Rotura de pavimento
		Excavación de la zanja
		Retiro de la estructura
	Reutilización	Reposición del pavimento
Reciclaje de materiales		

4.6 Identificación de impactos ambientales

Una vez identificadas las actividades a realizar según la fase del proyecto (construcción, funcionamiento y abandono), se procede a correlacionarlas con los factores ambientales propensos a alteraciones tal como se muestra en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Impactos ambientales según las acciones del proyecto [Elaboración propia]

Acciones	Impacto ambiental
Instalación del campamento	En el proceso de instalación del campamento se genera ruido leve que incomoda a los habitantes aledaños al lugar y se molesta a la fauna del lugar.
Cercado del área de trabajo	En el cercado del área de trabajo se debe cerrar calles lo que genera un descontento en los pobladores que habitan las zonas afectadas.
Desbroce del terreno	Durante del desbroce se elimina la cobertura natural del terreno a utilizar, lo que afecta la flora de la región y desprotege a la superficie ante la erosión.
Excavación para instalación	La excavación genera ruidos elevados y contaminación por polvo, además afecta la riqueza del suelo, la diversidad de la fauna y su hábitad.
Desalojo de material	El desalojo de material produce ruido que afecta a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Nivelación del fondo	La nivelación del fondo produce ruido que afecta a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Colocación de tuberías	La colocación de tuberías produce ruido que afecta a los pobladores y a la fauna de la zona.
Suministro de material	El suministro de materiales produce ruido que afectara a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.

Vaciado del material	El vaciado del fondo produce ruido que afectara a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Compactación del material	La compactación del material produce ruido que afectara a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Reposición del terreno	La reposición de terreno beneficia a la comodidad, economía y aumenta la satisfacción de los pobladores de la zona.
Recolección de aguas residuales	La recolección de aguas residuales aumenta la satisfacción de los suscriptores, beneficia la economía, salubridad genera comodidad y mitiga la contaminación del río.
Extracción de residuos inusuales	La extracción de residuos inusuales beneficia a la salubridad de la ciudad y mitiga la contaminación del agua del río.
Manejo de equipos	El sistema no precisa manejo de equipos lo que reduce el costo de operación, beneficiando la economía y la conformidad de la población.
Moderación de malos olores	La moderación de los malos olores beneficia a la salubridad, economía y aumenta la satisfacción de los pobladores suscriptores.
Limpieza de las estructuras	La limpieza de la estructura aumenta la satisfacción de los pobladores.
Control de fugas	Un control de fugas permite que se deje de alterar la composición del subsuelo y aumenta la satisfacción de los pobladores, pero disminuye la comodidad y la economía por el cierre calles.
Reparación de elementos	En el proceso de reparación se debe cerrar las calles y se produce ruido por lo que afecta la comodidad y la economía de los pobladores y la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Desvío de las aguas servidas	Disminuye la conformidad de los pobladores de la zona debido que se suspende el servicio.
Rotura de pavimento	En el proceso de rotura de pavimento se debe cerrar las calles lo que afectara la comodidad y la economía, se produce ruido que afectara a los pobladores y a la fauna de la zona.
Excavación para retiro	La excavación genera ruidos elevados y contaminación por polvo, además afecta la diversidad de la fauna y su habitat.
Retiro de la estructura	En el retiro de la estructura se produce ruido que afectara a los pobladores y a la fauna de la zona, además se genera contaminación por polvo.
Reposición del pavimento	La reposición del pavimento aumenta la satisfacción y la comodidad de los pobladores de la zona.
Reciclaje de materiales	El reciclaje de los materiales aumenta la satisfacción y la economía de los pobladores de la zona.

4.7 Valoración de impactos ambientales

4.7.1 Método de valoración

El proceso de valoración se realizó mediante un análisis cualitativo a través del método de la matriz de Leopold modificada. La metodología evalúa los criterios de extensión, duración y reversibilidad, parámetros mediante los cuales se analiza el área de influencia, el tiempo de afectación y la posibilidad de reversión del impacto ambiental respectivamente, en esta se establecen 5 niveles de afectación en base a los criterios de evaluación.

Tabla 4.6 Calificación por afectación para los criterios [Elaboración propia]

Criterios de evaluación				Calificación por tipo de afectación
Extensión	Duración	Reversibilidad	Magnitud	
Puntual	Esporádica	Completamente reversible	Poca incidencia	1
Particular	Temporal	Medianamente reversible		2.5
Local	Periódica	Parcialmente irreversible	Mediana incidencia	5
Generalizada	Recurrente	Medianamente irreversible	Alta incidencia	7.5
Regional	Permanente	Completamente irreversible		10

Tabla 4.7 Tabla de ponderaciones según la extensión, duración y reversibilidad.

Parámetro	Ponderación
Extensión	40%
Duración	30%
Reversibilidad	30%
Total	100%

El valor de importancia del impacto ambiental depende de los criterios de evaluación y sus ponderaciones, esta se determina mediante la siguiente ecuación.

$$Imp = E * W_E + D * W_D + R * W_R \quad (4.1)$$

Donde:

Imp : Importancia del impacto ambiental.

E : Extensión del impacto ambiental.

W_E : Ponderación del criterio de extensión, en [%].

D : Duración del impacto ambiental.

W_D : Ponderación del criterio de duración, en [%].

R : Reversibilidad del impacto ambiental.

W_R : Ponderación del criterio de reversibilidad, en [%].

La valoración del impacto ambiental se determina haciendo uso de la siguiente expresión.

$$IA = \pm \sqrt{Imp * |Mag|} \quad (4.2)$$

Donde:

IA : Valor del impacto ambiental.

Imp : Importancia del impacto ambiental.

Mag : Magnitud del impacto ambiental, proporciona el signo a la expresión.

4.7.2 Proceso de valoración

A modo de ejemplo, se detalla el análisis del impacto ambiental de erosión del suelo producida por la actividad de desbroce del terreno.

Se establece la afectación de este proceso para cada parámetro de evaluación y mediante partir de la tabla 4.4 se asignan las calificaciones pertinentes por tipo de afectación.

Tabla 4.8 Calificaciones para la actividad desbroce del terreno con respecto a la erosión del suelo [Elaboración propia]

Criterio	Afectación	Calificación
Extensión	Particular	2.5
Duración	Permanente	10
Reversibilidad	Parcialmente irreversible	5

La importancia de la actividad del desbroce del terreno que ocasiona impacto ambiental de erosión del suelo se calcula con la ecuación (4.1).

$$\begin{aligned}
 Imp &= E * W_E + D * W_D + R * W_R \\
 Imp &= 2.5 * 40\% + 10 * 30\% + 5 * 30\% \\
 Imp &= 5.5
 \end{aligned}$$

La actividad del desbroce del terreno posee una incidencia media que en base a la tabla 4.4 se obtiene una calificación de 5 para la magnitud.

$$Mag = 5$$

Finalmente, el valor del impacto ambiental se determina haciendo uso de la ecuación (4.2).

$$\begin{aligned}
 IA &= \pm \sqrt{Imp * |Mag|} \\
 IA &= -\sqrt{5.5 * |-5|} \\
 IA &= -5.2
 \end{aligned}$$

Mediante este análisis para los demás impactos ambientales se obtienen los valores de los criterios de evaluación, la magnitud de incidencia y el valor de impacto ambiental, como se muestra en las tablas 4.7, 4.8 y 4.9 respectivamente.

Tabla 4.9 Matriz de valoración de extensión, duración y reversibilidad.

Factores ambientales Acciones		Inerte				Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad
Construcción	Instalación del campamento		2.5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Cercado del área de trabajo												5 2.5 1
	Desbroce del terreno			2.5 10 5			10 10 5	2.5 10 5					
	Excavación	2.5 2.5 1	5 2.5 1		2.5 10 1			5 2.5 2.5	2.5 10 5				
	Desalojo de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Nivelación del fondo	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Colocación de tuberías		2.5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Suministro de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Vaciado del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Compactación del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1					5 2.5 2.5					
	Reposición del terreno									7.5 10 5	7.5 10 5		7.5 10 5

Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10					7.5	7.5	7.5	7.5
						10					10	10	10	10
						10					10	10	10	10
	Extracción de residuos inusuales					10							7.5	
						5							5	
						10							10	
Manejo de equipos											7.5	7.5		
											10	10		
											10	5		
Moderación de malos olores											2.5	2.5	2.5	
											5	5	5	
											10	10	10	
Limpieza de las estructuras												2.5		
												5		
												10		
Control de fugas					2.5						5	2.5		5
					5						2.5	5		5
					10						10	10		10
Reparación de elementos	2.5	2.5							5		5			5
	5	5						5		2.5				5
	1	1						2.5		10				10
Abandono	Desvío de las aguas servidas											5		
												2.5		
												10		
	Rotura de pavimento		2.5						5		5			5
			2.5						2.5		2.5			2.5
			1						2.5		10			10
Excavación de la zanja	2.5	2.5						5	2.5					
	2.5	2.5						2.5	10					
	1	1						2.5	5					
Retiro de la estructura	2.5	2.5						5						
	2.5	2.5						2.5						
	1	1						2.5						
Reposición del pavimento												5		5
												5		5
												10		10
Reciclaje de materiales											7.5	5		
											1	1		
											10	10		

Tabla 4.10 Matriz de valoración de las magnitudes [Elaboración propia]

Factores ambientales		Inerte					Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad	Comodidad
Acciones														
Construcción	Instalación del campamento		-2.5					-1						
	Cercado del área de trabajo												-5	
	Desbroce del terreno			-5			-5	-5						
	Excavación	-5	-5		-5			-2.5	-5					
	Desalojo de material	-2.5	-2.5					-1						
	Nivelación del fondo	-2.5	-2.5					-1						
	Colocación de tuberías		-2.5					-1						
	Suministro de material	-5	-5					-2.5						
	Vaciado del material	-2.5	-2.5					-2.5						
	Compactación del material	-2.5	-2.5					-1						
	Reposición del terreno									2.5	2.5		2.5	

Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10					7.5	7.5	7.5	7.5
	Extracción de residuos inusuales					7.5							5	
	Manejo de equipos										1	7.5		
	Moderación de malos olores										2.5	7.5	2.5	
	Limpieza de las estructuras											2.5		
	Control de fugas					-5					-2.5	7.5		-5
	Reparación de elementos	-2.5	-2.5							-1	-2.5			5
Abandono	Desvío de las aguas servidas											-5		
	Rotura de pavimento		-5						-2.5	-2.5				-2.5
	Excavación de la zanja	-5	-5						-2.5	-5				
	Retiro de la estructura	-2.5	-2.5						-1					
	Reposición del pavimento											2.5		2.5
	Reciclaje de materiales										2.5	5		

Tabla 4.11 Matriz de impacto ambiental [Elaboración propia]

Factores ambientales		Inerte					Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad	Comodidad
Acciones														
Construcción	Instalación del campamento		-2.3					-1.9						
	Cercado del área de trabajo												-3.9	
	Desbroce del terreno			-5.2			-6.5	-5.2						
	Excavación	-3.2	-3.9		-4.6			-3.0	-5.2					
	Desalojo de material	-2.3	-2.8						-1.9					
	Nivelación del fondo	-2.3	-2.3						-1.9					
	Colocación de tuberías		-2.3						-1.9					
	Suministro de material	-3.2	-3.9						-3.0					
	Vaciado del material	-2.3	-2.3						-3.0					
	Compactación del material	-2.3	-2.3						-1.9					
	Reposición del terreno										4.3	4.3	4.3	

Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10					8.2	8.2	8.2	8.2	
	Extracción de residuos inusuales					8.0							6.1		
	Manejo de equipos										3.0	7.5			
	Moderación de malos olores										3.7	6.4	3.7		
	Limpieza de las estructuras											3.7			
	Control de fugas					-5.2						-3.8	6.4		-5.7
	Reparación de elementos	-2.6	-2.6								-2.1	-3.8			5.7
Abandono	Desvío de las aguas servidas											-5.4			
	Rotura de pavimento		-3.2							-3.0		-3.8			-3.8
	Excavación de la zanja	-3.2	-3.2							-3.0	-5.2				
	Retiro de la estructura	-2.3	-2.3								-1.9				
	Reposición del pavimento												4.0		4.0
	Reciclaje de materiales											4.0	5.1		

4.7.3 Resultados de la valoración

Una vez obtenidos los valores de impacto ambiental para las actividades del proyecto, se procedió a calcular afectación perjudicial y beneficio para las alternativas de diseño del proyecto. De los cuales se obtuvo los valores mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 4.12 Resultados de impacto ambiental para las alternativas de diseño [Elaboración propia]

Resultados	Sistema a gravedad		Sistema a vacío		Sistema a presión	
	Perjudicial	Benéfico	Perjudicial	benéfico	Perjudicial	benéfico
Número de impactos	47	22	48	20	49	20
Impacto total	-152.36	127.31	-159.16	116.81	-162.63	116.81
Impacto neto	-25.05		-42.34		-45.82	
Impacto promedio	-3.24	5.79	-3.32	5.84	-3.32	5.84

El sistema a gravedad al requerir una mayor profundidad de excavación supone un incremento en la duración del proceso constructivo, por lo cual el impacto ambiental de las actividades de la fase de construcción tiende en promedio a ser levemente más perjudicial.

Por otro lado, los sistemas a vacío y presión presentan impactos netos más perjudiciales, debido a que el manejo de equipos supone un gasto adicional en su construcción de estaciones, implementación de equipos y consumo eléctrico por operación.

4.8 Medidas de mitigación

Se establece un plan de control ambiental, a través de medidas de mitigación y compensación para reducir el impacto ambiental negativo derivado del proyecto. Cabe recalcar que muchas de estas acciones se repiten para las diferentes actividades realizadas en las fases del proyecto, debido a esto se clasificó las acciones del plan de gestión ambiental en base a los factores ambientales afectados.

Tabla 4.13 Medidas de mitigación según los factores ambientales [Elaboración propia].

Medios	Factores ambientales	Plan de gestión ambiental
Inerte	Composición del aire	Humedecimiento de la zona de trabajo para controlar la dispersión de polvo.
	Ruido	Colocación de mantas acústicas en el cercado de la zona de trabajo para reducir la contaminación auditiva.
	Erosión	Reposición de la cobertura del terreno vegetal con tierra de sembrado para mejorar la estabilidad del suelo.
	Riqueza del suelo	Inspección periódica de las tuberías para prevenir la contaminación por filtración de aguas residuales producto de fugas.
	Composición del agua	Tiene impacto positivo, ya que se conducen las aguas residuales a las plantas para su depuración, lo que evita la contaminación del río.
Biótico	Diversidad de la flora	Evaluación de árboles que deberán ser removidos para la posterior replantación de los mimos.
	Cobertura vegetal	Evaluación de la capa vegetal superficial extraída para la respectiva reposición del terreno.
	Diversidad de la fauna	Reubicación temporal de especies que lo requieran y reintroducción al hábitad restituido.
	Habitad	Reposición de las condiciones iniciales del entorno.

Humano	Sector económico	Tiene un impacto positivo, debido a que el manejo del agua evita la contaminación del río lo que se revitaliza el turismo, así mismo una mayor cobertura del servicio da paso a nuevas zonas de inversión.
	Conformidad	Posee un impacto positivo, ya que se satisface la demanda de la población al incrementar la zona de cobertura del servicio y reduce la dependencia de pozos sépticos.
	Salubridad	tendrá un impacto positivo, porque se reduce la probabilidad de transmisión de enfermedades por efecto de patógenos presentes en el agua residual.
	Comodidad	Es un impacto positivo, ya que la actualización de la red conlleva a que no sobrepase la capacidad del sistema y se mitigara la generación de malos olores.

De manera general, se conoce que en la fase constructiva se produce una gran cantidad de desechos, la mala gestión de escombros supone una de las principales causas de contaminación del entorno. Para mitigar esta problemática se debe asignar un área estratégica para la acumulación de desechos, a la cual se transporten regularmente los escombros generados in situ, con la finalidad de no afectar a la población y a la fauna de la localidad.

4.9 Conclusiones

1. Las actividades más influyentes sobre el medio ambiente son las actividades relacionadas a la fase constructiva, así mismo estas actividades son las principales causantes de impacto ambiental perjudicial. Por otro lado, las actividades ligadas a la fase de funcionamiento generan mayoritariamente impacto benéfico.
2. En base a los parámetros de valoración, se obtuvo que la mayoría de las actividades afectan de manera temporal, son medianamente reversibles y poseen poca incidencia. Según la escala de índice de impacto ambiental, se obtuvo que los impactos perjudiciales en general son despreciables, por otro lado, el impacto benéfico promedio es significativo.
3. A partir del análisis de impacto ambiental de las alternativas de diseño, se obtuvo que el sistema de gravedad presenta el menor impacto perjudicial en comparación con los sistemas de presión y al vacío, debido a que no supone un gasto energético para el funcionamiento de los equipos.

4. La mayoría de las acciones propuestas en el plan de gestión ambiental son medidas correctoras y compensatorias de fácil aplicabilidad, adicionalmente se encuentran parte de las acciones perjudiciales se encuentran compensadas por actividades incorporadas en el proyecto.

4.10 Recomendaciones

1. El sistema de alcantarillado se la debe plantear de tal forma que se considere que las aguas residuales deben ser conducidas a la respectiva planta de depuración, con la finalidad de que las aguas residuales sean tratadas antes de ser vertidas al cuerpo hídrico.
2. Realizar un plan de gestión ambiental para cada una de las alternativas de diseño y reevaluar los impactos considerando las acciones correctivas, para verificar la alternativa con mayor factibilidad ambiental.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 EDT

En base a las actividades necesarias para la implementación de la red sanitaria se desglosa los rubros pertinentes al proyecto.

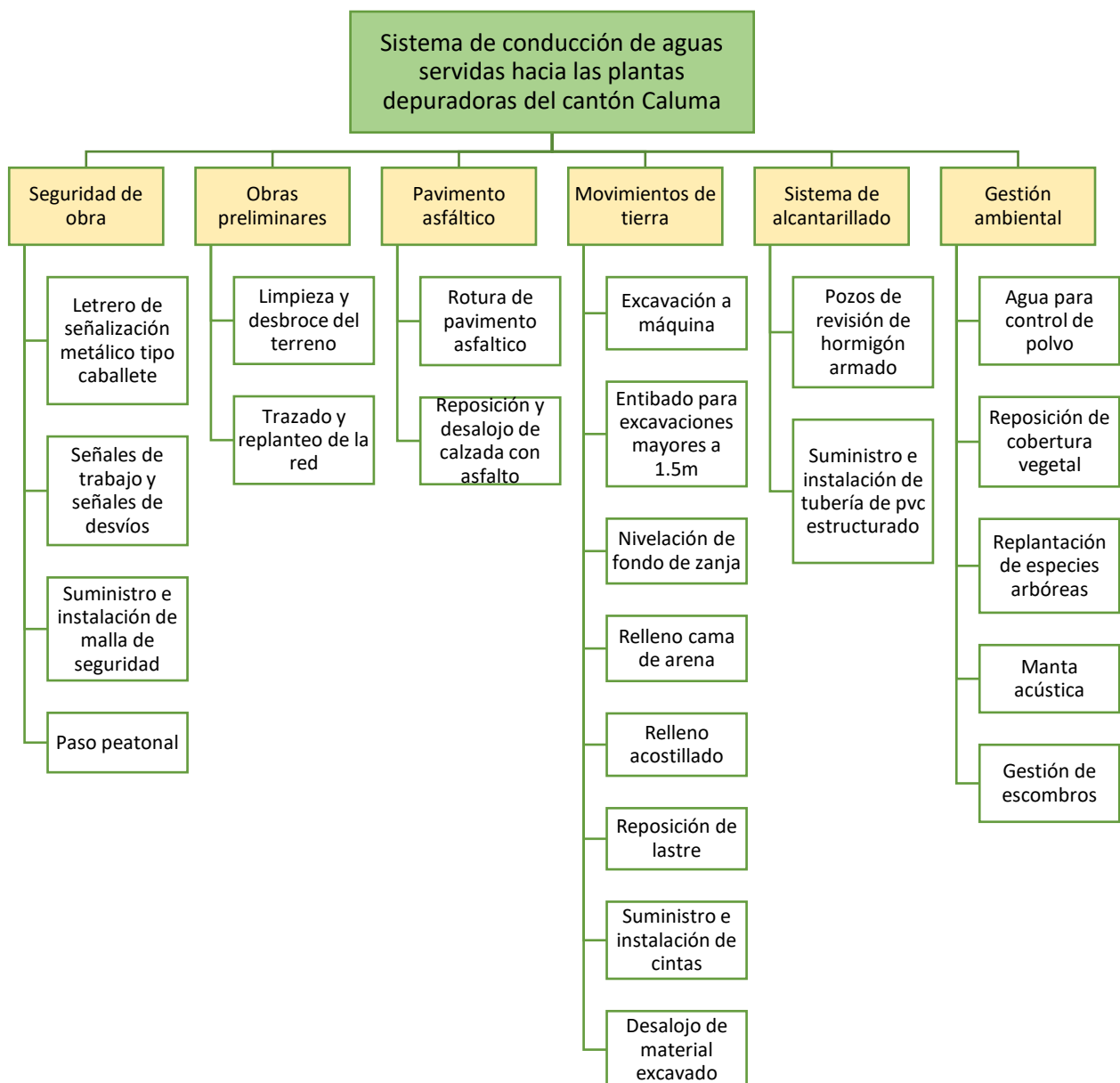


Figura 5.1 Estructura de desglose del trabajo [Elaboración propia]

5.2 Descripción de rubros

Las especificaciones técnicas de los rubros se encuentran detalladas en la sección 3.2 del capítulo 3. A continuación, se muestra un listado con los rubros del proyecto.

Tabla 5.1 Listado de rubros [Elaboración propia]

No.	Descripción	Unidad
1	Seguridad de obra	
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	u
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	u
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	m
1.4	Paso peatonal	m
2	Obras preliminares	
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	m ²
2.2	Trazado y replanteo de la red	m
3	Pavimento asfáltico	
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	m ³
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	m ²
4	Movimientos de tierra	
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	m ³
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	m ³
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	m ³
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	m ²
4.5	Nivelación de fondo de zanja	m
4.6	Relleno cama de arena	m ³
4.7	Relleno acostillado con material granular	m ³
4.8	Reposición de lastre	m ³
4.9	Suministro e instalación de cintas	m
4.10	Desalojo de material excavado	m ³
5	Sistema de alcantarillado	
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de	u
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de	u
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de	u
5.4	Suministro e instalación de tubería de hormigón prefabricado 150mm	m
5.5	Suministro e instalación de tubería de hormigón prefabricado 200mm	m
5.6	Suministro e instalación de tubería de hormigón prefabricado 250mm	m
5.7	Suministro e instalación de tubería de hormigón prefabricado 300mm	m
5.8	Suministro e instalación de tubería de hormigón prefabricado 400mm	m
6	Gestión ambiental	
6.1	Agua para control de polvo	m
6.2	Reposición de cobertura vegetal	ha
6.3	Replantación de especies arbóreas	ha
6.4	Barrera acústica	u
6.5	Gestión de escombros	m ³

5.3 Análisis de costos unitarios

A continuación, se realiza el análisis de costos unitarios para el rubro de letrero de señalización metálico tipo caballete.

Tabla 5.2 APU Letrero de señalización metálico tipo caballete [Elaboración propia]

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	LETRERO DE SEÑALIZACIÓN METÁLICO TIPO CABALLETE			No.	1.1
				UNIDAD:	u
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			1.53
Soplete	1.00	0.50	0.50	2.47	1.23
Compresor para soplete	1.00	0.90	0.90	2.47	2.22
SUBTOTAL M					4.99
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	2.47	9.46
Hojalatero	1.00	3.87	3.87	2.47	9.56
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.29	0.86	2.47	2.12
Pintor	1.00	3.87	3.87	2.47	9.56
SUBTOTAL N					30.69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Rótulo metálico 1.20x0.70/0.50m tipo caballete	u	1.00	100.00	100.00	
SUBTOTAL O					100.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					135.68
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)					27.14
COSTO TOTAL					162.81
VALOR OFERTADO					162.90

Los demás análisis de costos de unitarios son detallados en los anexos.

5.4 Descripción de cantidades de obra

5.4.1 Seguridad de obra

5.4.1.1 Letrero de señalización metálico tipo caballete

Comprende a los letreros de señalización que se colocaran uno al inicio y otro al final del cierre de la calle.

Tabla 5.3 Unidades de letrero de señalización [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Unidades [u]	2	2	2

5.4.1.2 Señales de trabajo y señales de desvíos

Señales de trabajo y desvíos se colocarán una de cada una al inicio y final de la calle.

Tabla 5.4 Unidades de señales de trabajo y desvíos [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Unidades [u]	4	4	4

5.4.1.3 Suministro e instalación de malla de seguridad

Corresponde a la malla de seguridad que va a cercar toda la extensión de la tubería en ambos lados.

Tabla 5.5 Longitudes de suministro e instalación de malla de seguridad [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Ancho [m]	50	50	50
Largo [m]	100	100	100
Longitud [m]	300	300	300

5.4.1.4 Paso peatonal

Comprende a los pasos peatonales construidos para permitir la movilidad de los peatones, la dimensión del paso peatonal va a depender del ancho mayor de zanja y los 2 metros de seguridad en los extremos.

Tabla 5.6 Longitudes de paso peatonal [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Ancho [m]	2.6	2.6	2.6
Seguridad [m]	2	2	2
Longitud [m]	26.4	26.4	26.4

5.4.2 Obras preliminares

5.4.2.1 Limpieza y desbroce del terreno

Engloba a la limpieza y desbroce previo al trazado de la red. Se calcula a través del ancho total de la zanja por la longitud total de tubería.

Tabla 5.7 Áreas de limpieza y desbroce del terreno [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Ancho [m]	2.6	2.6	2.6
Longitud [m]	24769.81	11503.96	1949.82
Área [m ²]	6.44	2.99	0.51

5.4.2.2 Trazado y replanteo de la red

Incluye el trazado y replanteo de toda la red, dependiendo de la longitud total de tubería.

Tabla 5.8 Longitudes de trazado y replanteo de la red [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	24769.81	11503.96	1949.82

5.4.2.3 Pavimento asfáltico

5.4.2.4 Rotura de pavimento asfáltico

Abarca a rotura de pavimento en los tramos que se posean pavimento asfáltico. Se lo calcula considerando toda el área de pavimento a romper por el espesor requerido.

Tabla 5.9 Áreas de rotura de pavimento [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	7378	709	449
Ancho [m]	1.02	1.02	1.02
Área [m2]	7525.56	723.18	457.98

5.4.2.5 Reposición de calzada con asfalto, $e=5\text{cm}$

Comprende a la reposición de la calzada y dependerá de toda el área de pavimento a romper por el espesor requerido.

Tabla 5.10 Áreas de reposición de calzada [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Área [m2]	7525.56	723.18	457.98

5.4.3 Movimientos de tierra

5.4.3.1 Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m

Corresponde a todo el volumen de material a excavar a una profundidad de 0 a 1.5m. Se calcula a través del programa Civil 3d.

Tabla 5.11 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	406.41	79.30	49.18

5.4.3.2 Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m

Corresponde a todo el volumen de material a excavar a una profundidad de 1.5 a 3m. Se calcula a través del programa Civil 3d.

Tabla 5.12 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	21876.43	13186.18	1801.18

5.4.3.3 Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m

Corresponde a todo el volumen de material a excavar a una profundidad de 3 a 4.5m. Se calcula a través del programa Civil 3d.

Tabla 5.13 Volúmenes de excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	31221.60	8406.05	1799.20

5.4.3.4 Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m

Se trata del entibado metálico para las excavaciones mayores a 1.5m que se va a colocar en la zanja. Se calcula a través de la longitud total de red y la altura que se necesite utilizar entibado.

Tabla 5.14 Áreas de entibado metálico [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	100	100	100
Altura [m]	3	3	3
Área [m2]	300.00	300.00	300.00

5.4.3.5 Nivelación de fondo de zanja

Corresponde a la nivelación de fondo de zanja de toda la red y depende de la longitud total de tubería.

Tabla 5.15 Longitudes de nivelación de zanja [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	24769.81	11503.96	1949.82

5.4.3.6 Relleno de mejoramiento

Corresponde al relleno de mejoramiento, se lo calcula a partir de una altura de 30 a 50 cm de relleno dependiendo del tipo de zanja, el ancho del fondo de zanja y la longitud total de la red.

Tabla 5.16 Volúmenes de relleno de mejoramiento [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	53504.44	21671.52	3649.56

5.4.3.7 Relleno cama de arena

Comprende a la cama de arena que se coloca debajo de la tubería, que depende del ancho al fondo de zanja, la altura de cama de arena que es de 10 cm y la longitud total de la red.

Tabla 5.17 Volúmenes de relleno cama de arena [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	2499.65	1161.35	193.98

5.4.3.8 Relleno acostillado con material granular

Abarca a todo el relleno acostillado a utilizar y calcula considerando la geometría de la zanja multiplicada por la longitud total de la red.

Tabla 5.18 Volúmenes de relleno acostillado con material granular [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	138.76	63.14	9.470

5.4.3.9 **Reposición de lastre**

Incluye a todo el relleno natural o lastre que se debe colocar. Se calcula considerando la geometría de la zanja y la longitud total de la red.

Tabla 5.19 Volúmenes de reposición de lastre [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	39821.74	15438.40	2612.06

5.4.3.10 **Suministro e instalación de cintas**

Corresponde al total de cintas de seguridad utilizadas en la obra. Se lo estima calculando la longitud de toda la red.

Tabla 5.20 Longitudes de suministro e instalación de cintas [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	24769.81	11503.96	1949.82

5.4.3.11 **Desalojo de material excavado**

Engloba a todo al desalojo de todo el material excavado considerando el esponjamiento y dependerá de los volúmenes de excavación anteriormente calculados.

Tabla 5.21 Volúmenes desalojo de material excavado [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Volumen [m3]	53504.44	21671.52	3649.56

5.4.4 **Sistema de alcantarillado**

5.4.4.1 **Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.**

Comprende a la cantidad de pozos de revisión de 0 a 1.5m que se van a realizar.

Tabla 5.22 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Unidad [u]	44	29	6

5.4.4.2 Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.

Comprende a la cantidad de pozos de revisión de 1.5 a 3m que se van a realizar.

Tabla 5.23 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Unidad [u]	234	123	15

5.4.4.3 Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.

Comprende a la cantidad de pozos de revisión de 3 a 4.5m que se van a realizar.

Tabla 5.24 Unidades de pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Unidad [u]	84	14	5

5.4.4.4 Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm

Abarca al total de tubería de 200mm que se debe utilizar y dependerá de la longitud total de la red.

Tabla 5.25 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 200mm [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	23054.45	11503.96	1949.82

5.4.4.5 Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm

Abarca al total de tubería de 250mm que se debe utilizar y dependerá de la longitud total de la red.

Tabla 5.26 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 250mm

[Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	68.61	0.00	0.00

5.4.4.6 Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm

Abarca al total de tubería de 300mm que se debe utilizar y dependerá de la longitud total de la red.

Tabla 5.27 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 300mm

[Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	137.23	0.00	0.00

5.4.4.7 Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm

Abarca al total de tubería de 400mm que se debe utilizar y dependerá de la longitud total de la red.

Tabla 5.28 Longitudes de suministro e instalación de tubería estructurada 400mm

[Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	1509.52	0.00	0.00

5.4.5 Gestión ambiental

5.4.5.1 Agua para control de polvo

Engloba a todo el volumen de agua a utilizar para el control de polvo, se lo calcula estimando la cantidad de polvo generado en la excavación.

Tabla 5.29 Volúmenes de agua para el control de polvo [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	24769.81	11503.96	1949.82
Ancho [m]	1.02	1.02	1.02
Espesor [m]	0.001	0.001	0.001
Volumen [m3]	25.26	11.73	1.98

5.4.5.2 Reposición de cobertura vegetal

Corresponde a la reposición de la cobertura vegetal con especies herbáceas y se la calcula con el ancho mayor de la zanja por la longitud total de la parte boscosa.

Tabla 5.30 Áreas de reposición de cobertura vegetal [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	381.5	1879.67	0
Ancho [m]	1.02	1.02	1.02
Área [m2]	389.13	1917.26	0

5.4.5.3 Replantación de especies arbóreas

Comprende a la replantación de especies arbóreas y se la calcula con el ancho mayor de la zanja por la longitud total de la parte boscosa.

Tabla 5.31 Áreas de replantación de especies arbóreas [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Longitud [m]	381.5	1879.67	0
Ancho [m]	1.02	1.02	1.02
Área [m2]	389.13	1917.26	0

5.4.5.4 Barrera acústica

Incluye a toda la barrera acústica utilizada y depende de la longitud de malla de seguridad.

Tabla 5.32 Unidades de barrera acústica [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Perímetro [m]	300.00	300.00	300.00
Ancho [m]	1.25	1.25	1.25
Unidades [u]	240.00	240.00	240.00

5.4.5.5 Gestión de escombros

Engloba al volumen de escombros generados y se lo estima, según los desechos generados de los materiales de construcción o por la reposición de estructuras en sitio como pozos y tuberías.

Para los escombros generados por las estructuras actuales a reponer, se realiza la estimación a partir de la cantidad de tuberías y pozos existente, multiplicándolo por el volumen promedio por unidad para cada una.

Por otro lado, se calcula un porcentaje de desecho generado por la instalación o construcción de tuberías, pozo y otros materiales utilizados.

Tabla 5.33 Volúmenes para gestión de escombros [Elaboración propia]

Resultados	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Tuberías actuales [m3]	45.87	0	0
Pozos actuales [m3]	38.17	0	0
Tuberías de diseño [m3]	9.73	3.79	0.64
Pozos de diseño [m3]	7.29	3.02	0.48
Desechos [m3]	216.62	87.63	18.40
Volumen [m3]	317.68	94.45	19.53

Los presupuestos referenciales de las tres zonas se encuentran detallados en los anexos.

5.5 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

El costo total del proyecto incluyendo las 3 zonas, gestión ambiental será de \$5'040.406,03. A continuación se detallarán los costos según los grupos de trabajo para cada zona.

En la Figura 5.2 se puede observar el porcentaje de inversión total a utilizar en cada zona.

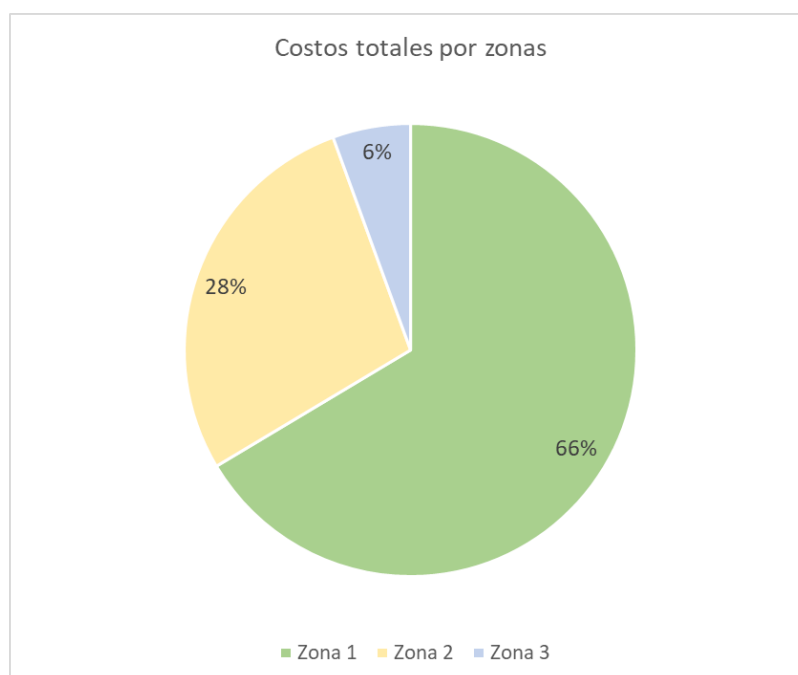


Figura 5.2 Gráfico de costos según las zonas [Elaboración propia]

En la Figura 5.3 se puede observar los costos según los grupos de trabajos de la zona 1.

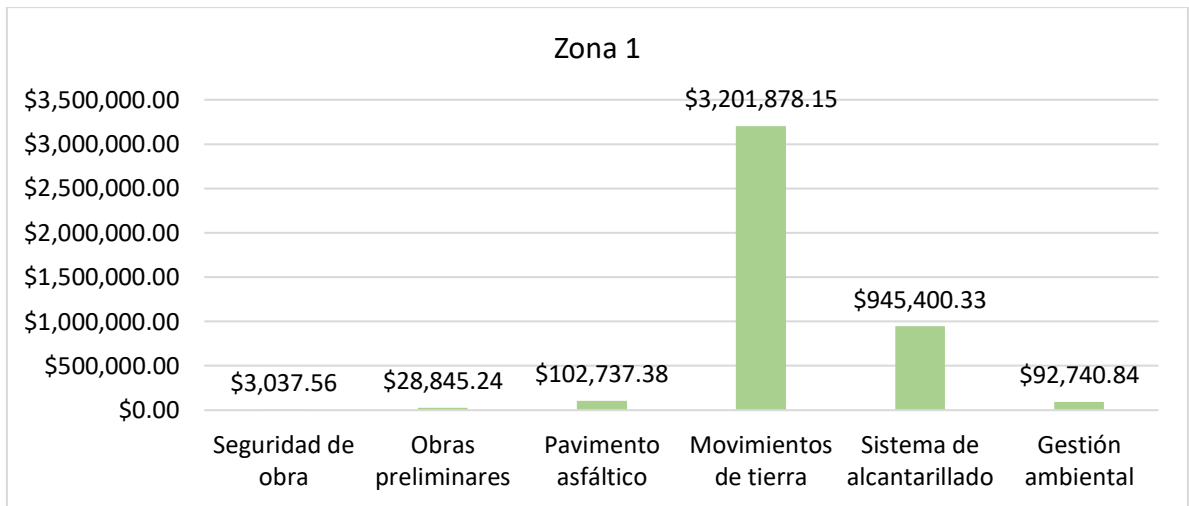


Figura 5.3 Costos según los grupos de trabajo de la zona 1 [Elaboración propia]

En la Figura 5.4 se puede observar los costos según los grupos de trabajos de la zona 2.

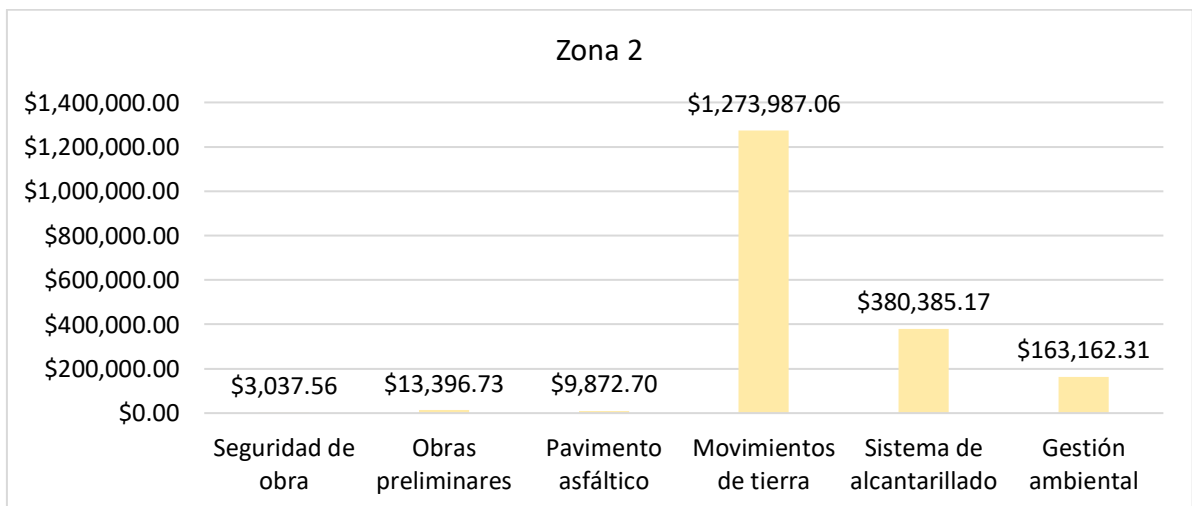


Figura 5.4 Costos según los grupos de trabajo de la zona 2 [Elaboración propia]

En la Figura 5.5 se puede observar los costos según los grupos de trabajos de la zona 3.

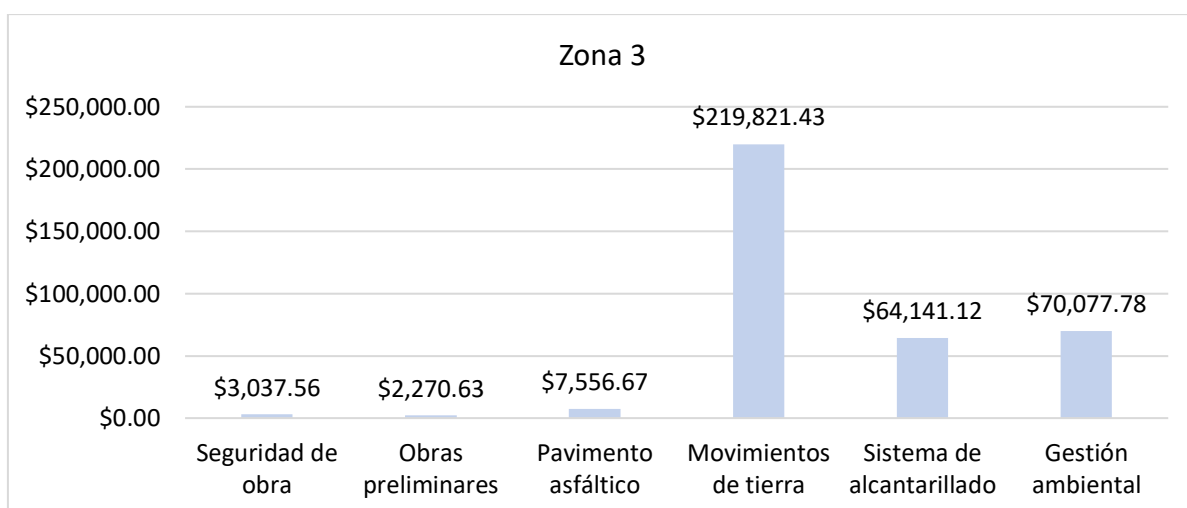


Figura 5.5 Costos según los grupos de trabajo de la zona 3 [Elaboración propia]

5.6 Cronograma de obra

Tabla 5.34 Cronograma valorado de zona 1 hasta el 6 mes [Elaboración propia]

No.	Descripción	P. total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	Seguridad de obra							
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	\$ 325.80	\$ 260.64	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	\$ 480.00	\$ 384.00	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	\$ 1,350.00	\$ 1,080.00	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55
1.4	Paso peatonal	\$ 881.76	\$ 705.41	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03
	Subtotal	\$ 3,037.56						
2	Obras preliminares							
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	\$ 1,598.45	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20
2.2	Trazado y replanteo de la red	\$ 27,246.79	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57
	Subtotal	\$ 28,845.24						
3	Pavimento asfáltico							
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	\$ 46,076.77	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	\$ 56,660.61	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72
	Subtotal	\$ 102,737.38						
4	Movimientos de tierra							
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	\$ 1,625.63	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	\$ 175,011.47	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29

4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	\$ 390,270.01	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	\$ 4,230.00	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50
4.5	Nivelación de fondo de zanja	\$ 39,631.70	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64
4.6	Relleno de mejoramiento	\$ 1,048,687.04	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59
4.7	Relleno cama de arena	\$ 63,241.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09
4.8	Relleno acostillado con material granular	\$ 4,759.40	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62
4.9	Reposición de lastre	\$ 768,559.68	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64
4.10	Suministro e instalación de cintas	\$ 4,953.96	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83
4.11	Desalojo de material excavado	\$ 700,908.18	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01
	Subtotal	\$ 3,201,878.15						
5	Sistema de alcantarillado							
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 10,305.26	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 61,921.86	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 30,773.14	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	\$ 673,190.00	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	\$ 2,655.38	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	\$ 8,659.14	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	\$ 157,895.55	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96
	Subtotal	\$ 945,400.33						
6	Gestión ambiental							
6.1	Agua para control de polvo	\$ 75.80	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32
6.2	Reposición de cobertura vegetal	\$ 9,416.95	-	-	-	-	-	-
6.3	Replantación de especies arbóreas	\$ 9,270.45	-	-	-	-	-	-
6.4	Barrera acústica	\$ 69,816.00	\$ 55,852.80	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38
6.5	Gestión de escombros	\$ 4,161.64	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80
	Subtotal	\$ 92,740.84						
	Gasto por seguridad industrial	43746.39						
	Valor total del proyecto	4418385.89						

Tabla 5.35 Cronograma valorado de zona 1 del 7 hasta el 12 mes [Elaboración propia]

No.	Descripción	P. total	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	Seguridad de obra							
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	\$ 325.80	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92	\$ 5.92
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	\$ 480.00	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73	\$ 8.73

1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	\$ 1,350.00	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55	\$ 24.55
1.4	Paso peatonal	\$ 881.76	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03	\$ 16.03
	Subtotal	\$ 3,037.56						
2	Obras preliminares							
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	\$ 1,598.45	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20	\$ 133.20
2.2	Trazado y replanteo de la red	\$ 27,246.79	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57	\$ 2,270.57
	Subtotal	\$ 28,845.24						
3	Pavimento asfáltico							
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	\$ 46,076.77	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73	\$ 3,839.73
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	\$ 56,660.61	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72	\$ 4,721.72
	Subtotal	\$ 102,737.38						
4	Movimientos de tierra							
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	\$ 1,625.63	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47	\$ 135.47
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	\$ 175,011.47	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29	\$ 14,584.29
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	\$ 390,270.01	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50	\$ 32,522.50
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	\$ 4,230.00	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50	\$ 352.50
4.5	Nivelación de fondo de zanja	\$ 39,631.70	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64	\$ 3,302.64
4.6	Relleno de mejoramiento	\$ 1,048,687.04	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59	\$ 87,390.59
4.7	Relleno cama de arena	\$ 63,241.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09	\$ 5,270.09
4.8	Relleno acostillado con material granular	\$ 4,759.40	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62	\$ 396.62
4.9	Reposición de lastre	\$ 768,559.68	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64	\$ 64,046.64
4.10	Suministro e instalación de cintas	\$ 4,953.96	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83	\$ 412.83
4.11	Desalojo de material excavado	\$ 700,908.18	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01	\$ 58,409.01
	Subtotal	\$ 3,201,878.15						
5	Sistema de alcantarillado							
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 10,305.26	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77	\$ 858.77
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 61,921.86	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16	\$ 5,160.16
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 30,773.14	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43	\$ 2,564.43
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	\$ 673,190.00	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17	\$ 56,099.17
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	\$ 2,655.38	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28	\$ 221.28
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	\$ 8,659.14	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60	\$ 721.60
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	\$ 157,895.55	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96	\$ 13,157.96
	Subtotal	\$ 945,400.33						
6	Gestión ambiental							
6.1	Agua para control de polvo	\$ 75.80	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32	\$ 6.32
6.2	Reposición de cobertura vegetal	\$ 9,416.95	-	-	-	-	-	\$ 9,416.95
6.3	Replantación de especies arbóreas	\$ 9,270.45	-	-	-	-	-	\$ 9,270.45
6.4	Barrera acústica	\$ 69,816.00	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38	\$ 1,269.38

6.5	Gestión de escombros	\$ 4,161.64	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80	\$ 346.80
	Subtotal	\$ 92,740.84						
	Gasto por seguridad industrial	43746.39						
	Valor total del proyecto	4418385.89						

Tabla 5.36 Cronograma valorado de zona 2 [Elaboración propia]

No.	Descripción	P. total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
1	Seguridad de obra						
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	\$ 325.80	\$ 309.51	\$ 4.07	\$ 4.07	\$ 4.07	\$ 4.07
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	\$ 480.00	\$ 456.00	\$ 6.00	\$ 6.00	\$ 6.00	\$ 6.00
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	\$ 1,350.00	\$ 1,282.50	\$ 16.88	\$ 16.88	\$ 16.88	\$ 16.88
1.4	Paso peatonal	\$ 881.76	\$ 837.67	\$ 11.02	\$ 11.02	\$ 11.02	\$ 11.02
	Subtotal	\$ 3,037.56					
2	Obras preliminares						
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	\$ 742.37	\$ 148.47	\$ 148.47	\$ 148.47	\$ 148.47	\$ 148.47
2.2	Trazado y replanteo de la red	\$ 12,654.35	\$ 2,530.87	\$ 2,530.87	\$ 2,530.87	\$ 2,530.87	\$ 2,530.87
	Subtotal	\$ 13,396.73					
3	Pavimento asfáltico						
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	\$ 4,427.82	\$ 885.56	\$ 885.56	\$ 885.56	\$ 885.56	\$ 885.56
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	\$ 5,444.89	\$ 1,088.98	\$ 1,088.98	\$ 1,088.98	\$ 1,088.98	\$ 1,088.98
	Subtotal	\$ 9,872.70					
4	Movimientos de tierra						
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	\$ 317.18	\$ 63.44	\$ 63.44	\$ 63.44	\$ 63.44	\$ 63.44
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	\$ 105,489.42	\$ 21,097.88	\$ 21,097.88	\$ 21,097.88	\$ 21,097.88	\$ 21,097.88
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	\$ 105,075.60	\$ 21,015.12	\$ 21,015.12	\$ 21,015.12	\$ 21,015.12	\$ 21,015.12
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	\$ 4,230.00	\$ 846.00	\$ 846.00	\$ 846.00	\$ 846.00	\$ 846.00
4.5	Nivelación de fondo de zanja	\$ 18,406.33	\$ 3,681.27	\$ 3,681.27	\$ 3,681.27	\$ 3,681.27	\$ 3,681.27
4.6	Relleno de mejoramiento	\$ 424,761.83	\$ 84,952.37	\$ 84,952.37	\$ 84,952.37	\$ 84,952.37	\$ 84,952.37
4.7	Relleno cama de arena	\$ 29,382.06	\$ 5,876.41	\$ 5,876.41	\$ 5,876.41	\$ 5,876.41	\$ 5,876.41
4.8	Relleno acostillado con material granular	\$ 2,165.81	\$ 433.16	\$ 433.16	\$ 433.16	\$ 433.16	\$ 433.16
4.9	Reposición de lastre	\$ 297,961.10	\$ 59,592.22	\$ 59,592.22	\$ 59,592.22	\$ 59,592.22	\$ 59,592.22
4.10	Suministro e instalación de cintas	\$ 2,300.79	\$ 460.16	\$ 460.16	\$ 460.16	\$ 460.16	\$ 460.16
4.11	Desalojo de material excavado	\$ 283,896.94	\$ 56,779.39	\$ 56,779.39	\$ 56,779.39	\$ 56,779.39	\$ 56,779.39

	Subtotal	\$ 1,273,987.06					
5	Sistema de alcantarillado						
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 6,792.10	\$ 1,358.42	\$ 1,358.42	\$ 1,358.42	\$ 1,358.42	\$ 1,358.42
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 32,548.67	\$ 6,509.73	\$ 6,509.73	\$ 6,509.73	\$ 6,509.73	\$ 6,509.73
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 5,128.86	\$ 1,025.77	\$ 1,025.77	\$ 1,025.77	\$ 1,025.77	\$ 1,025.77
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	\$ 335,915.54	\$ 67,183.11	\$ 67,183.11	\$ 67,183.11	\$ 67,183.11	\$ 67,183.11
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Subtotal	\$ 380,385.17					
6	Gestión ambiental						
6.1	Agua para control de polvo	\$ 35.20	\$ 7.04	\$ 7.04	\$ 7.04	\$ 7.04	\$ 7.04
6.2	Reposición de cobertura vegetal	\$ 46,397.77	-	-	-	-	\$ 46,397.77
6.3	Replantación de especies arbóreas	\$ 45,675.98	-	-	-	-	\$ 45,675.98
6.4	Barrera acústica	\$ 69,816.00	\$ 66,325.20	\$ 872.70	\$ 872.70	\$ 872.70	\$ 872.70
6.5	Gestión de escombros	\$ 1,237.35	\$ 247.47	\$ 247.47	\$ 247.47	\$ 247.47	\$ 247.47
	Subtotal	\$ 163,162.31					
	Gasto por seguridad industrial	18438.42					
	Valor total del proyecto	1862279.95					

Tabla 5.37 Cronograma valorado de zona 3 [Elaboración propia]

No.	Descripción	P. total	Mes 1
1	Seguridad de obra		
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	\$ 325.80	\$ 325.80
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	\$ 480.00	\$ 480.00
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	\$ 1,350.00	\$ 1,350.00
1.4	Paso peatonal	\$ 881.76	\$ 881.76
	Subtotal	\$ 3,037.56	
2	Obras preliminares		

2.1	Limpieza y desbroce del terreno	\$ 125.83	\$ 125.83
2.2	Trazado y replanteo de la red	\$ 2,144.80	\$ 2,144.80
	Subtotal	\$ 2,270.63	
3	Pavimento asfáltico		
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	\$ 3,389.05	\$ 3,389.05
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	\$ 4,167.62	\$ 4,167.62
	Subtotal	\$ 7,556.67	
4	Movimientos de tierra		
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	\$ 196.73	\$ 196.73
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	\$ 14,409.40	\$ 14,409.40
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	\$ 22,489.98	\$ 22,489.98
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	\$ 4,230.00	\$ 4,230.00
4.5	Nivelación de fondo de zanja	\$ 3,119.71	\$ 3,119.71
4.6	Relleno de mejoramiento	\$ 71,531.32	\$ 71,531.32
4.7	Relleno cama de arena	\$ 4,907.63	\$ 4,907.63
4.8	Relleno acostillado con material granular	\$ 324.82	\$ 324.82
4.9	Reposición de lastre	\$ 50,412.67	\$ 50,412.67
4.10	Suministro e instalación de cintas	\$ 389.96	\$ 389.96
4.11	Desalojo de material excavado	\$ 47,809.20	\$ 47,809.20
	Subtotal	\$ 219,821.43	
5	Sistema de alcantarillado		
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 1,405.26	\$ 1,405.26
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 3,969.35	\$ 3,969.35

5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	\$ 1,831.73	\$ 1,831.73
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	\$ 56,934.77	\$ 56,934.77
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	\$ -	\$ -
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	\$ -	\$ -
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	\$ -	\$ -
	Subtotal	\$ 64,141.12	
6	Gestión ambiental		
6.1	Agua para control de polvo	\$ 5.97	\$ 5.97
6.2	Reposición de cobertura vegetal	\$ -	\$ -
6.3	Replantación de especies arbóreas	\$ -	\$ -
6.4	Barrera acústica	\$ 69,816.00	\$ 69,816.00
6.5	Gestión de escombros	\$ 255.81	\$ 255.81
	Subtotal	\$ 70,077.78	
	Gasto por seguridad industrial	3669.05	
	Valor total del proyecto	370574.24	

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realizó un análisis de factibilidad a través de la matriz de Pugh considerando 3 alternativas de diseño (sistema a presión, a gravedad y a vacío) evaluando los objetivos de diseño, problemas y necesidades de la comunidad. Concluyendo que la alternativa del sistema de conducción de aguas servidas a gravedad es la más indicada, debido a que no presenta gastos por operabilidad y mantenimiento

De acuerdo con la información preliminar y reglamentaria referente al proyecto, se obtuvo una población de 14581 habitantes, con un área por uso de suelo de 138.42 [ha] para el doméstico, 47.84 [ha] para el comercial, 0.02 [ha] para el industrial y 21.08 [ha] para el institucional. Por otro lado, se calculó un caudal de diseño de 141.17 [L/s] para la zona 1, 38.5 [L/s] para la zona 2 y 3.42 [L/s] para la zona 3.

El diseño del sistema fue realizado a través de cálculos analíticos programados en el software Microsoft Excel, tomando en consideración el uso de tubería estructurada con Manning de 0.011, el coeficiente de mayoración, el caudal de infiltración y conexiones erradas. Del diseño se obtuvo como resultado 551 de tuberías estructuradas de dimensiones de 200[mm] a 400[mm], con una longitud total de 38.2[km] y 554 pozos de revisión de hormigón armado de 900[mm] de diámetro. El valor máximo alcanzado de velocidad fue de 3.07 m/s y el valor mínimo de fuerza tractiva fue de 1.4 [Pa]. Según lo antes mencionado se concluye que la propuesta de diseño abarca el 94% de cobertura de aass en el casco urbano de caluma, con lo cual aporta al cumplimiento del ODS 3 y 6.

El presupuesto referencial de la zona 1 es \$ 4'418,385.89, para la zona 2 es \$ 1'862,279.95, para la zona 3 es \$ 370,574.24, lo que significa un total de \$ 6'651,240.08. La zona 1 representa el 66% del presupuesto total, la zona 2 el 28% y la zona 3 el 6%. El movimiento de tierra es el grupo de actividades que mayor

inversión requiere siendo de \$4'695,686.64 aproximadamente el 70.6% del presupuesto. Se obtuvo un tiempo estimado de 18 meses.

Recomendaciones

La finalidad del sistema de alcantarillado es conducir las aguas residuales a las plantas de depuración para reducir la contaminación de los cuerpos hídricos, por lo cual, para el pleno aprovechamiento del sistema de conducción propuesto, es necesario la implementación del sistema de depuración.

El estudio de suelo proporcionado por el municipio de Caluma representa una pequeña parte de la ciudad, se sugiere realizar estudios representativos para la ciudad, debido a que esto influye directamente sobre las actividades de movimiento de tierra, el grupo de trabajo que involucra mayor inversión de capital.

Debido a que el cantón Caluma se caracteriza por la actividad agropecuaria, se recomienda la reutilización de las aguas depuradas para el riego, con lo cual se reduce el gasto del recurso hídrico, y por consecuencia reducir la huella hídrica por consumo humano de agua.

Se debe realizar concientización en la población en el consumo del recurso hídrico, para que no se incremente la generación de aguas residuales y se pueda cumplir con la gestión sostenible del recurso.

Se recomienda que se gestione de manera paralela el diseño e instalación de la red de alcantarillado pluvial para disminuir las aportaciones ilícitas de AALL al sistema de AASS, puesto que este fue concebido como separado.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdulla, S., & Ullas, A. K. (2020). Design of Vacuum Sewerage System. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- Carmona, R. P. (2016). *Diseño y Construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras (Spanish Edition)* (1st ed.). ECOE EDICIONES.
- Chow Ven Te. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*.
- CONAGUA. (n.d.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* (Vol. 4). Retrieved June 20, 2022, from www.conagua.gob.mx
- Cruz Rodríguez, D. (2013). Comparación de los Sistemas Sanitarios por Gravedad y por Presión. *Prcrepository.Org*. <http://prcrepository.org/xmlui/handle/20.500.12475/858>
- EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*.
- Enrique Laaz Moncayo. (2010). *Tesis de Grado para la obtención del Título de Magister en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES .
- French, R. (1988). *HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS*. 2017–2029.
- GAD Caluma. (2016). *Caluma: La Ciudad*. <https://normas-apa.org/referencias/citar-pagina-web/>
- GAD Caluma. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Caluma*.
- Gallardo Armijos, P. (2018). *DISEÑO DE CANALES ABIERTOS*. 1. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2018.43>
- García, F. (2019). *Minimización de vertidos para el desarrollo sostenible* (Vol. 1). ELEARNING S.L.
- INEC. (2010). *Censo poblacional. Cantón Caluma. Provincia de Bolívar*.
- INEN. (1997). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*.

- Lauwo, S., Sharvelle, S., & Roesner, L. (2012). *A REVIEW OF ADVANCED SEWER SYSTEM DESIGNS AND TECHNOLOGIES*. www.iwapublishing.com
- López Cualla, R. Alfredo. (2000). *Diseño de acueductos y alcantarillados* (2a. ed.). Alfaomega.
- López, V. L. B. (2013). *Estudio y evaluación de impacto ambiental en ingeniería civil*. Editorial Club Universitario.
- MAGAP-PRAT. (2015). *COBERTURA Y USO DE LA TIERRA SISTEMAS PRODUCTIVOS ZONAS HOMOGÉNEAS DE CULTIVO*.
- ONU. (2019). *Organización Mundial de la Salud. Saneamiento*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- Orozco, Alvaro. (2014). *Bioingeniería de aguas residuales teoría y diseño* (2 edición., Vol. 1). Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- RAS Título B. (2014). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS. Título B. Sistemas de Acueducto*.
- RAS Título D. (2014). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS. Título D. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*.
- Ruiz Morales, C. E. (2012). *Comparación de los Sistemas Sanitarios por Gravedad y por Vacío*. <http://hdl.handle.net/20.500.12475/466>
- SENAGUA. (n.d.). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. In *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS*.
- UNESCO. (2019). *Garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp
- Vanella, P., Deschermeier, P., & Wilke, C. B. (2020). An Overview of Population Projections—Methodological Concepts, International Data Availability, and Use Cases. *Forecasting 2020, Vol. 2, Pages 346-363, 2(3), 346–363*. <https://doi.org/10.3390/FORECAST2030019>
- Vatankhah, A. R., & Easa, S. M. (2011). Explicit solutions for critical and normal depths in channels with different shapes. *Flow Measurement and Instrumentation*, 22(1), 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2010.12.003>

Walski, T., Barnard, T., Harold, E., Merritt, L., Walker, N., & Whitman, B. (2007).
Wastewater Collection System Modeling and Design (Primer). Bentley
Institute Press.

PLANOS Y ANEXOS

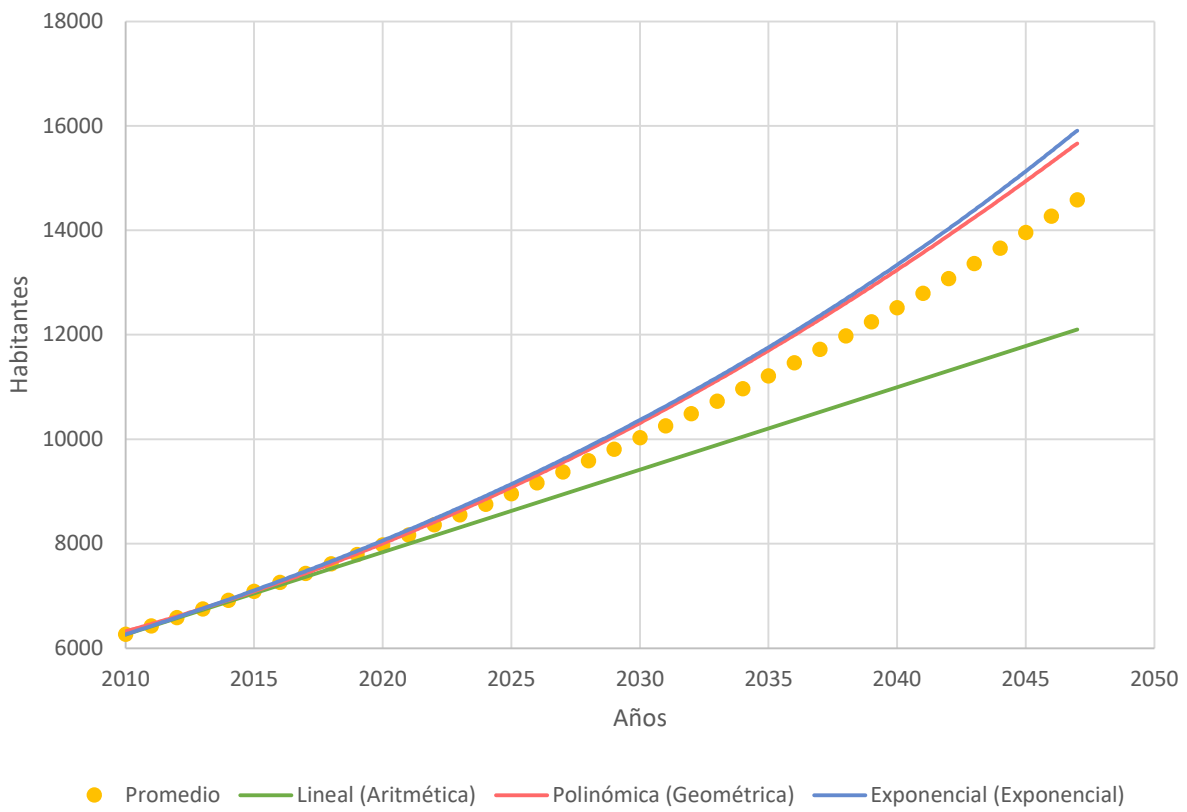
APÉNDICE A

Cálculo poblacional

TD	25	Años
Po (2010)	6263	Habitantes
r=	2.52%	

ITEM	AÑO	Aritmética	Geométrica	Exponencial	Promedio
		[Habitantes]	[Habitantes]	[Habitantes]	[Habitantes]
0	2010	6263	6263	6263	6263
1	2011	6421	6421	6423	6421
2	2012	6579	6583	6587	6583
3	2013	6736	6749	6755	6747
4	2014	6894	6919	6927	6913
5	2015	7052	7093	7104	7083
6	2016	7210	7272	7285	7256
7	2017	7368	7455	7471	7431
8	2018	7526	7643	7662	7610
9	2019	7683	7835	7857	7792
10	2020	7841	8033	8058	7977
11	2021	7999	8235	8264	8166
12	2022	8157	8443	8475	8358
13	2023	8315	8656	8691	8554
14	2024	8473	8874	8913	8753
15	2025	8630	9097	9140	8956
16	2026	8788	9327	9373	9163
17	2027	8946	9562	9613	9373
18	2028	9104	9803	9858	9588
19	2029	9262	10050	10109	9807
20	2030	9420	10303	10367	10030
21	2031	9577	10563	10632	10257
22	2032	9735	10829	10903	10489
23	2033	9893	11102	11182	10725
24	2034	10051	11381	11467	10966
25	2035	10209	11668	11760	11212
26	2036	10367	11962	12060	11463
27	2037	10524	12264	12368	11719
28	2038	10682	12573	12683	11979
29	2039	10840	12890	13007	12246
30	2040	10998	13214	13339	12517
31	2041	11156	13547	13679	12794
32	2042	11314	13889	14028	13077
33	2043	11471	14239	14386	13366
34	2044	11629	14598	14753	13660
35	2045	11787	14966	15130	13961
36	2046	11945	15343	15516	14268
37	2047	12103	15729	15912	14581

Proyección poblacional

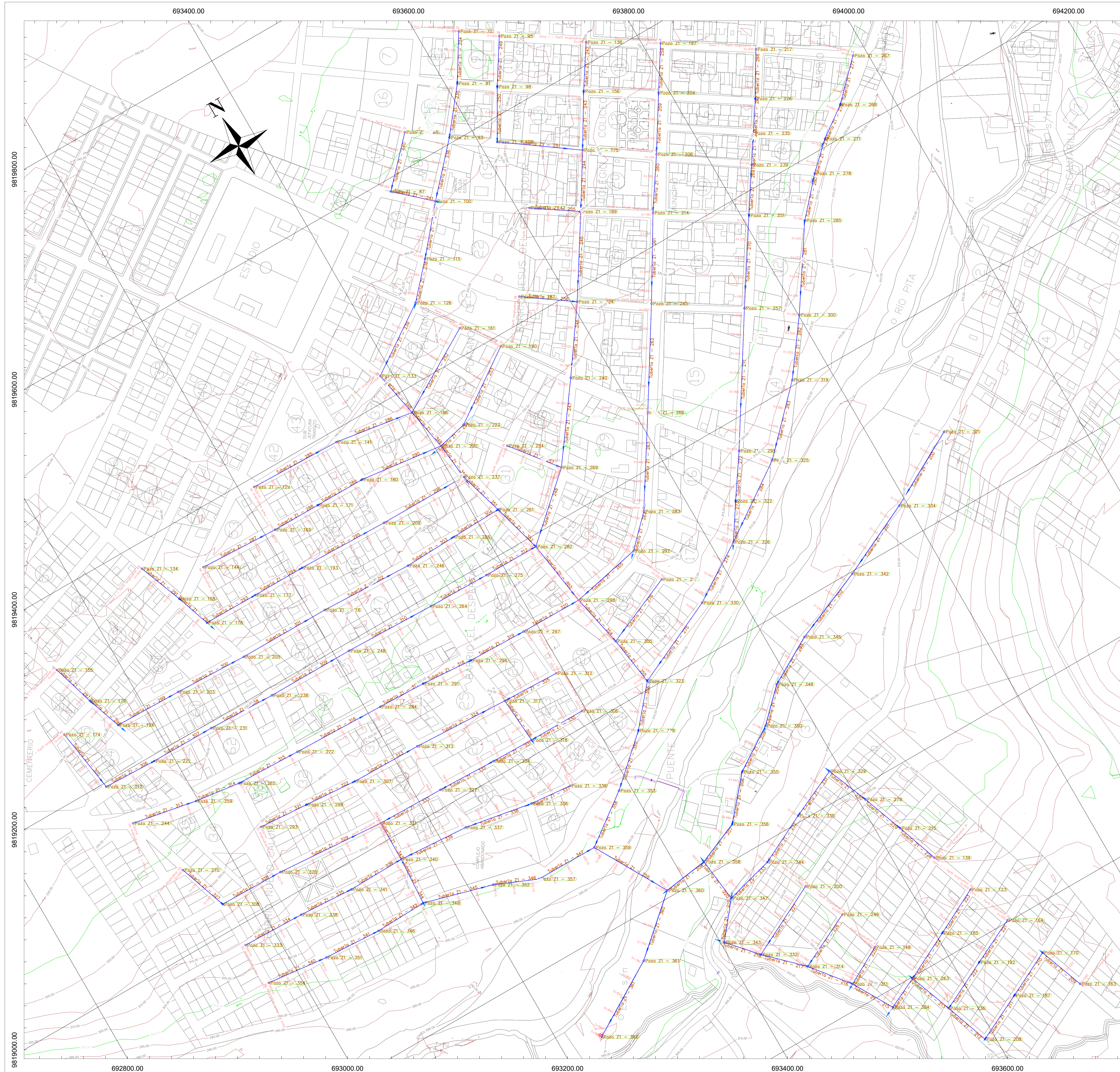


Método	Población	Ponderación
Aritmetico	12103	25%
Geometrico	15729	40%
Exponencial	15912	35%

Población	14887	Habitantes
-----------	-------	------------

Zonas	Areas [ha]	Poblacion
1	150.75	11142
2	44.07	3257
3	6.60	488
Total	201.42	14887

APÉNDICE B



Leyenda

- Sector en planta
- ⊗ Plantas depuradoras proyectadas
- ⊙ Pozos
- Tuberías
- ➔ Sentido de flujo
- Curva primaria
- Curva secundaria

Ubicación

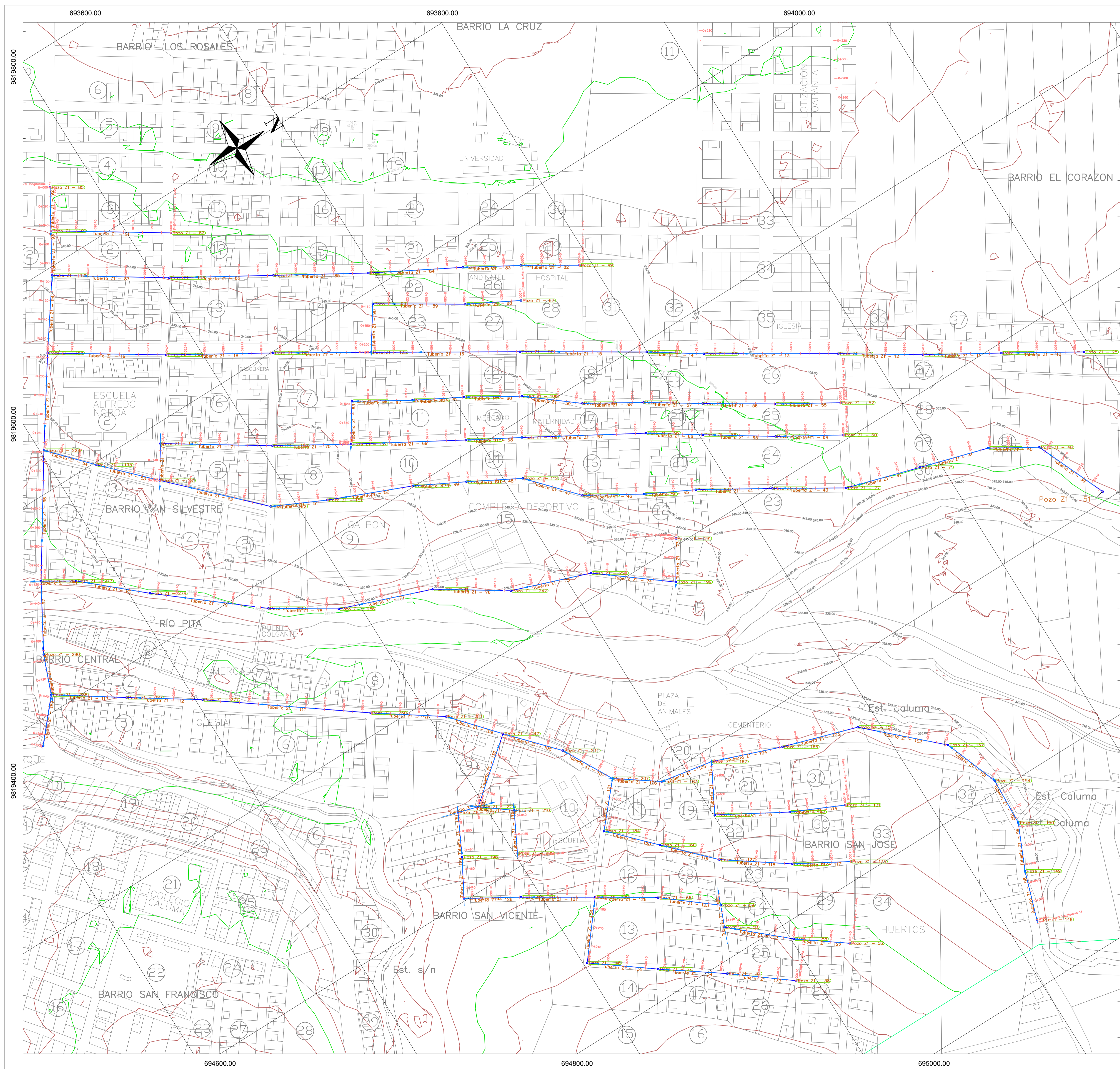
Cantón: Caluma
 Provincia: Bolívar
 País: Ecuador
 Datum: UTM-WGS 1984
 Zona: 17 Sur

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA

CONTENIDO:
VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 1 AL SUROESTE DE LA CIUDAD

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos MSc. Pablo Daza	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca
Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022		
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía		Lámina: HS 1/13 Escala: 1:2000

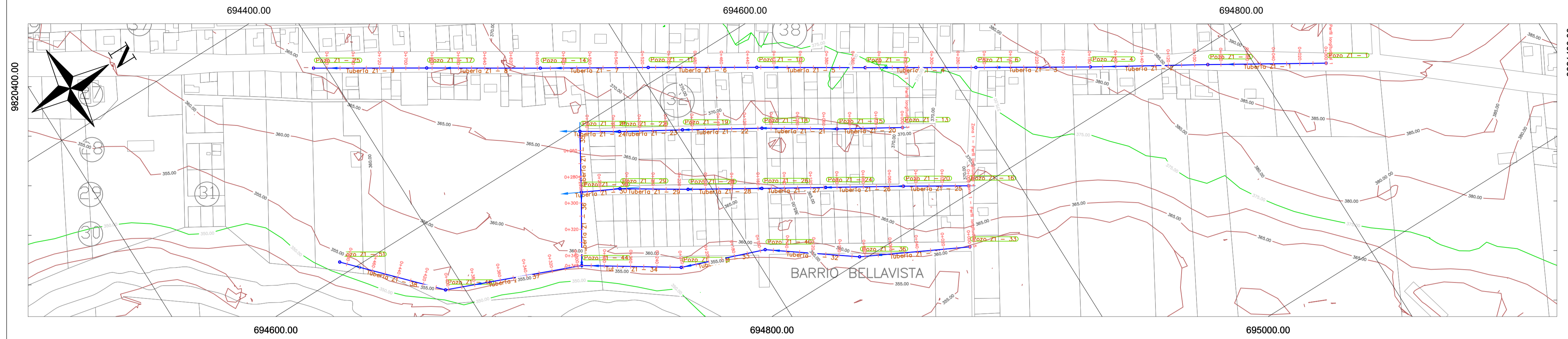


Leyenda	
	Sector en planta
	Plantas depuradoras proyectadas
	Pozos
	Tuberías
	Sentido de flujo
	Curva primaria
	Curva secundaria

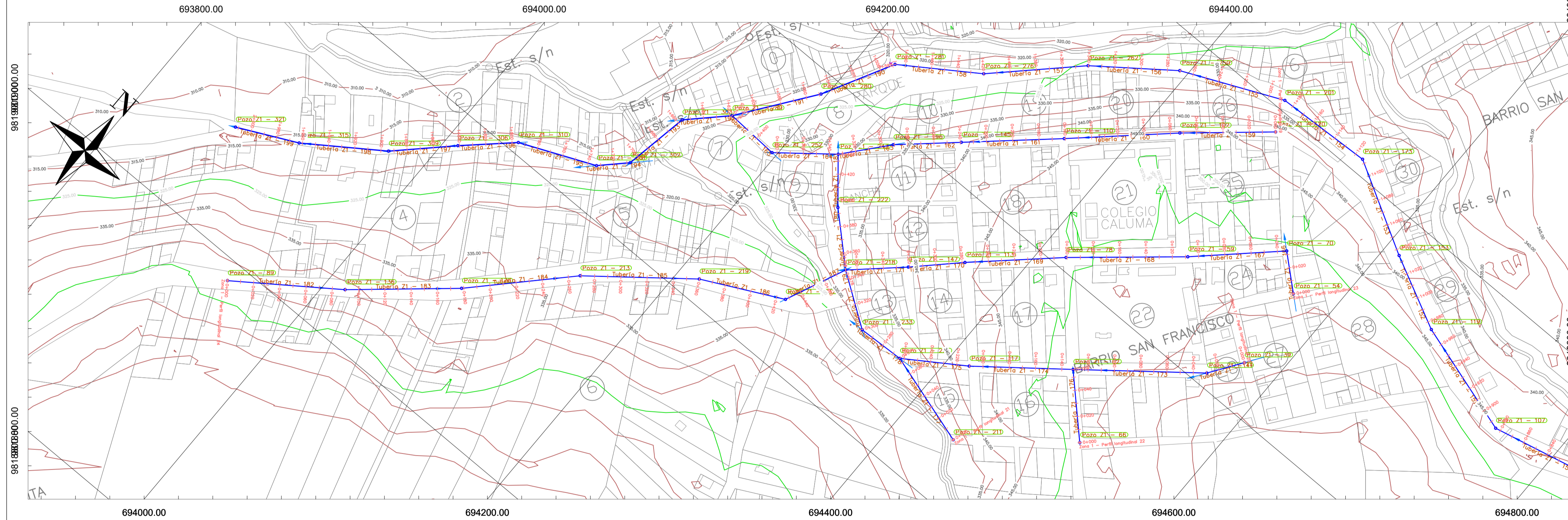
Ubicación	
Cantón: Caluma	
Provincia: Bolívar	
País: Ecuador	
Datum: UTM-WGS 1984	
Zona: 17 Sur	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 1 EN EL CENTRO DE LA CIUDAD			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía	MSc. Pablo Daza	Lámina: HS 2/13	Escala: 1:2000

Sector A



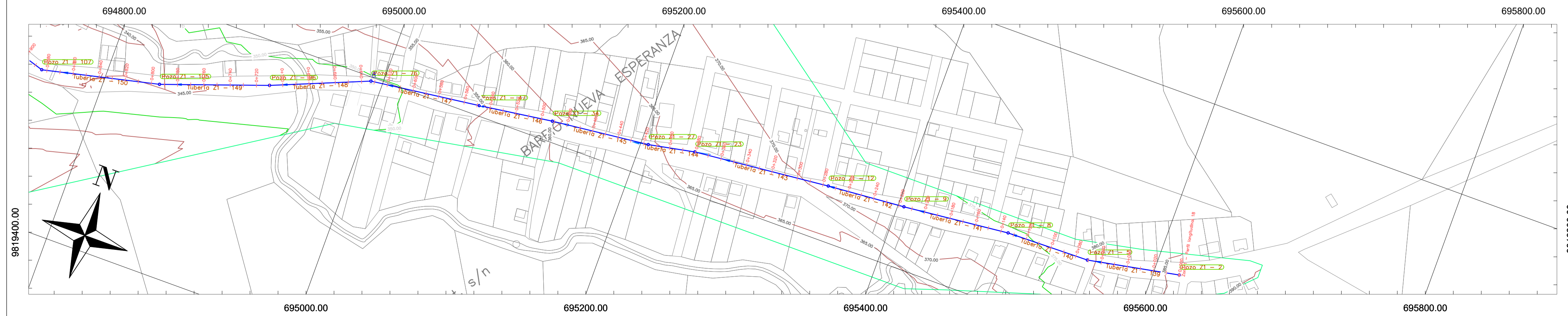
Sector B



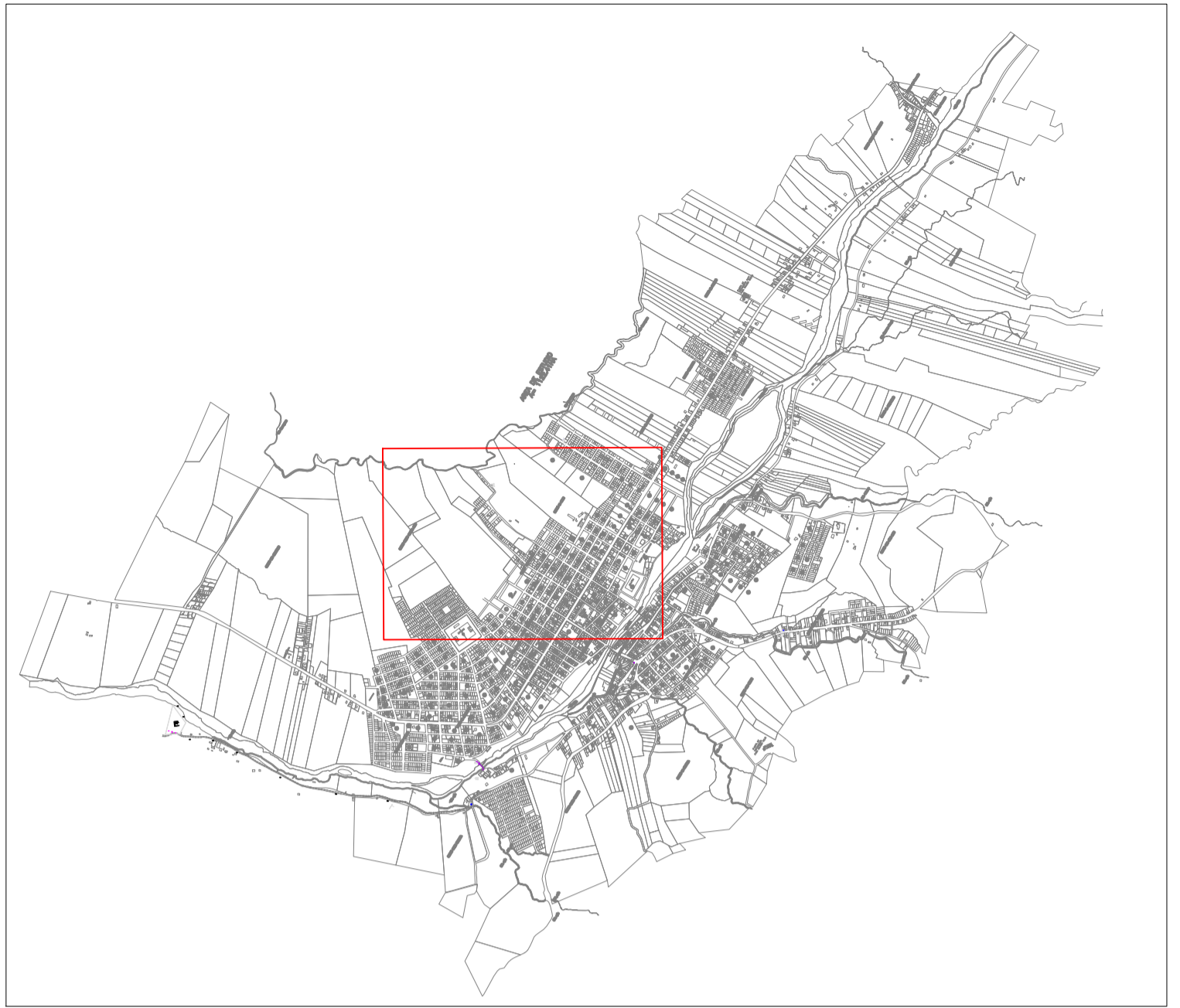
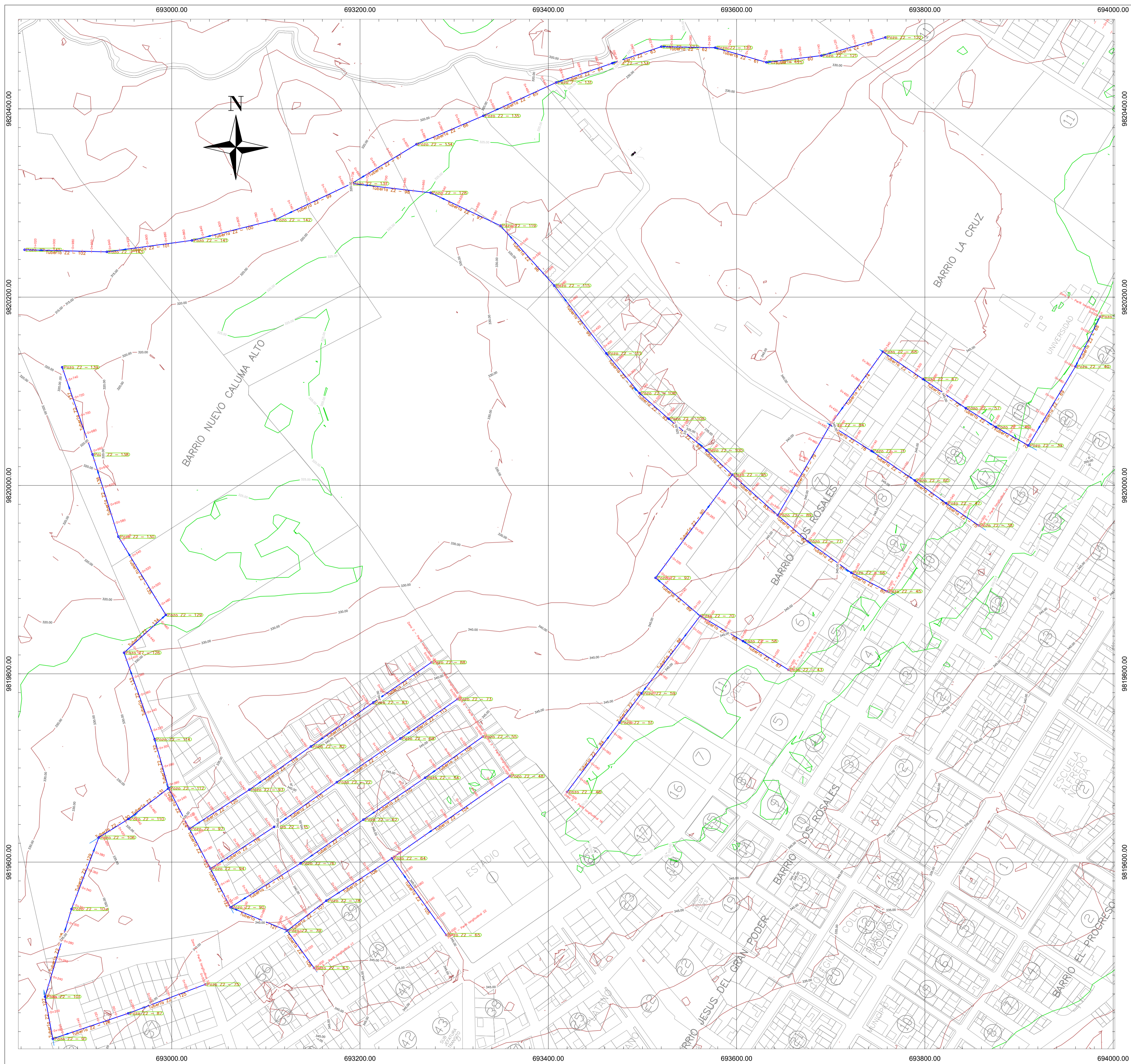
Legenda	
	Sector A
	Sector B
	Sector C
	Plantas depuradoras proyectadas
	Pozos
	Tuberías
	Sentido de flujo
	Curva primaria
	Curva secundaria

Ubicación	
Cantón: Caluma	
Provincia: Bolívar	
País: Ecuador	
Datum: UTM-WGS 1984	
Zona: 17 Sur	

Sector C



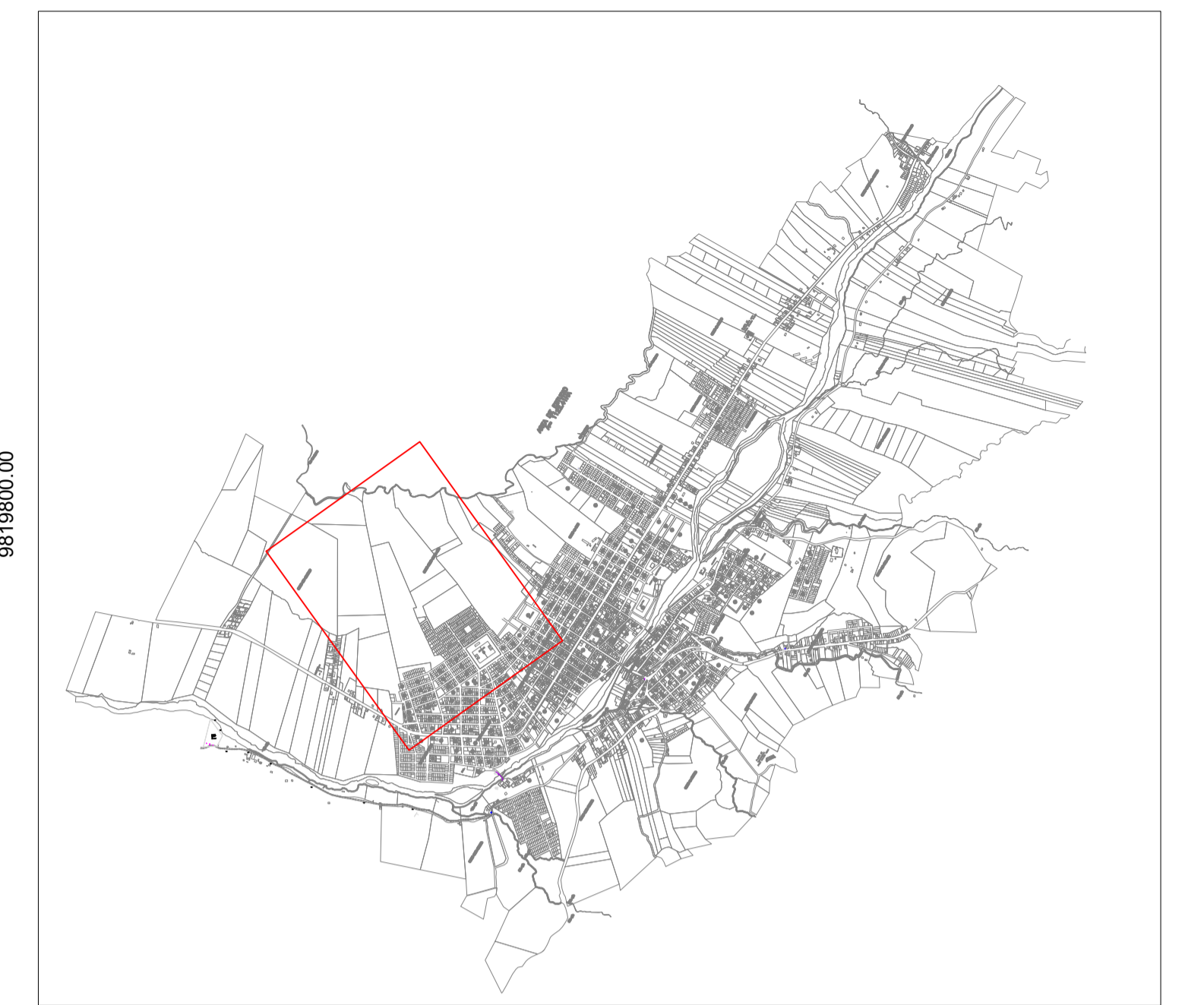
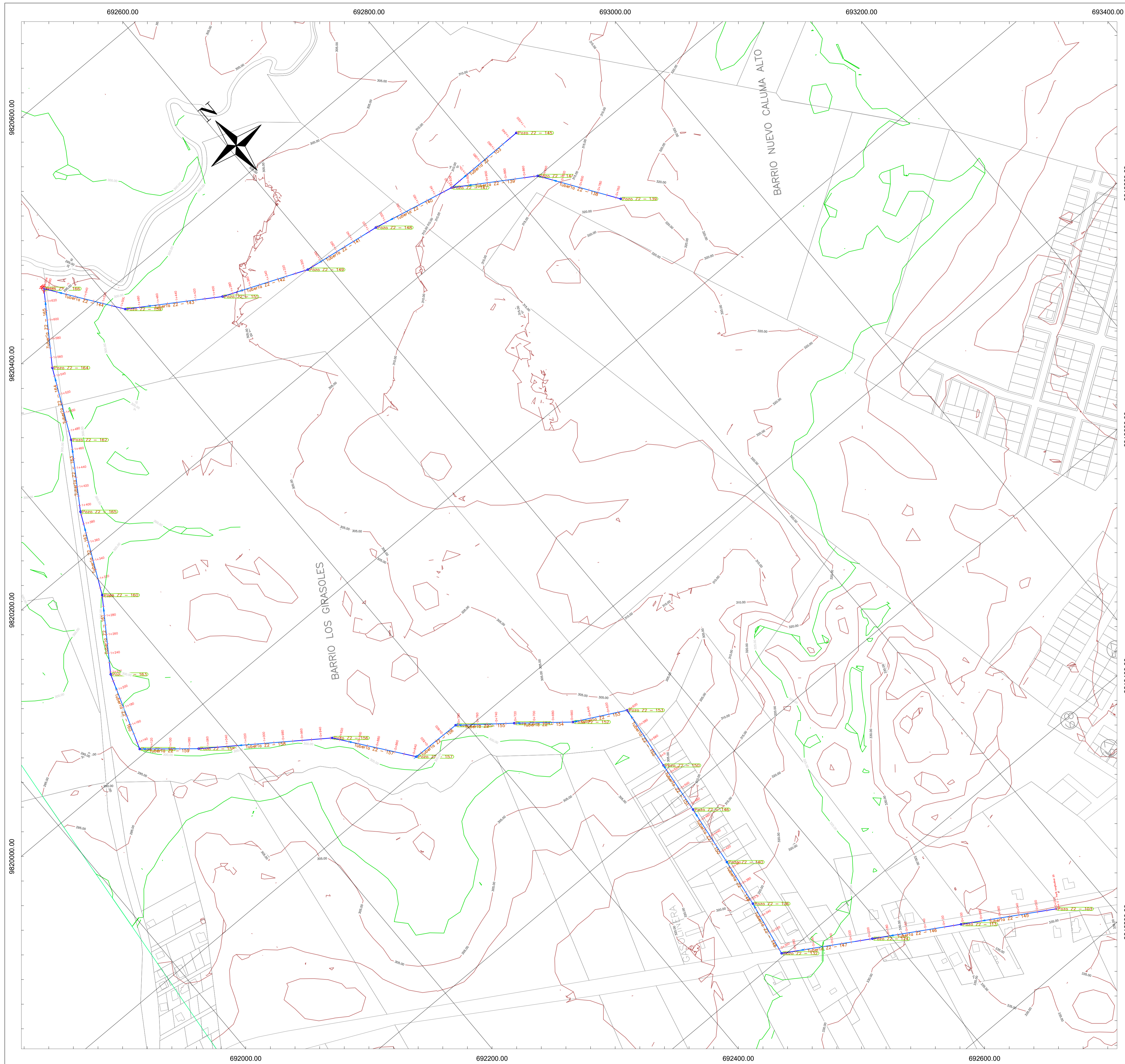
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 1 AL ESTE DE LA CIUDAD			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos MSc. Pablo Daza	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía		Lámina: HS 3/13	Escala: 1:2000



Leyenda	
	Sector en planta
	Plantas depuradoras proyectadas
	Pozos
	Tuberías
	Sentido de flujo
	Curva primaria
	Curva secundaria

Ubicación	
Cantón: Caluma	
Provincia: Bolívar	
País: Ecuador	
Datum: UTM-WGS 1984	
Zona: 17 Sur	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 2 EN EL OESTE DE LA CIUDAD			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía	MSc. Pablo Daza	Lámina: HS 4/13	Escala: 1:2000



Leyenda

- Sector en planta
- ✕ Plantas depuradoras proyectadas
- Pozos
- Tuberías
- ➔ Sentido de flujo
- Curva primaria
- Curva secundaria

Ubicación

Cantón: Caluma
 Provincia: Bolívar
 País: Ecuador
 Datum: UTM-WGS 1984
 Zona: 17 Sur

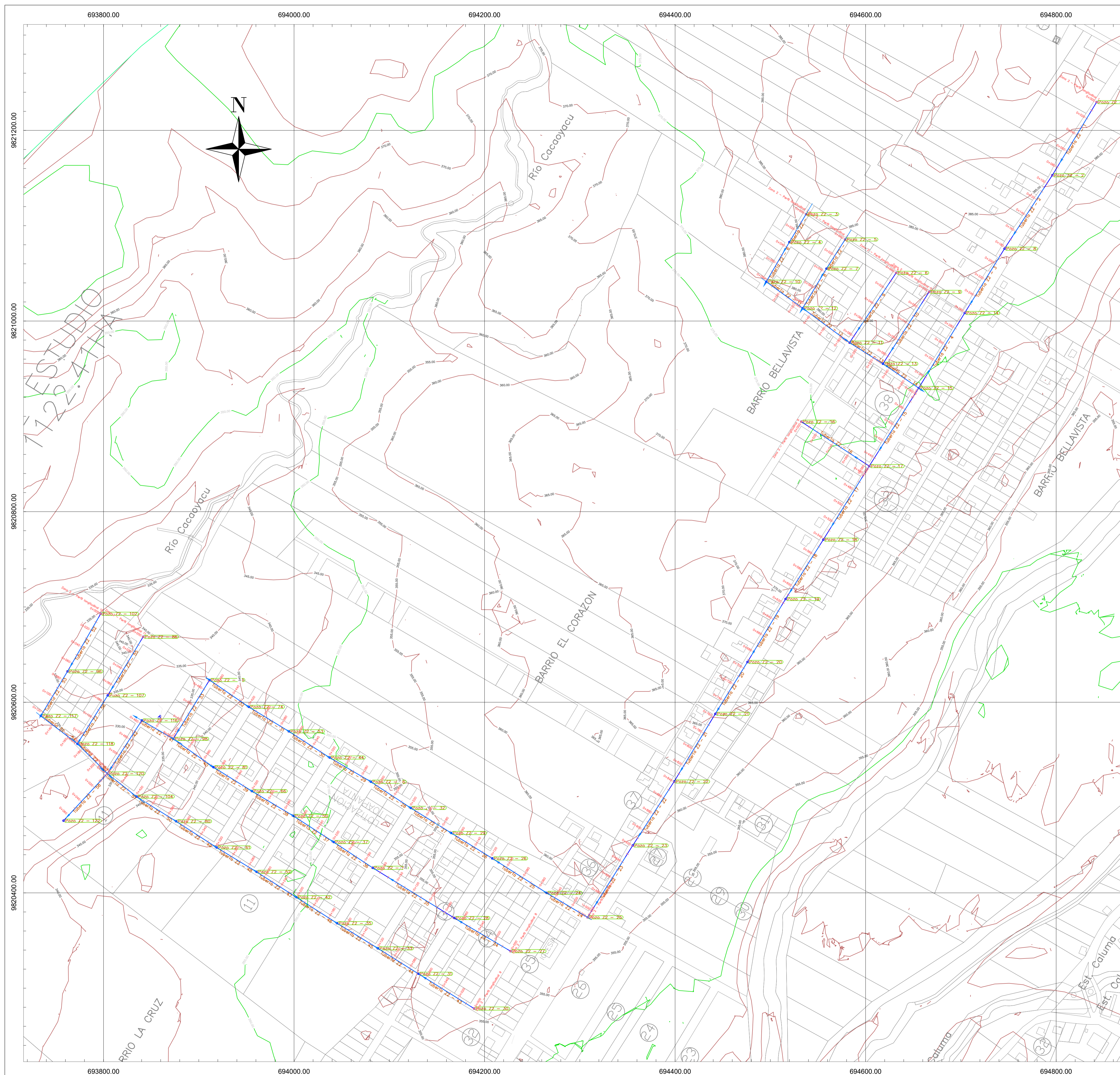
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA

CONTENIDO:
VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 2 AL OESTE DE LA CIUDAD

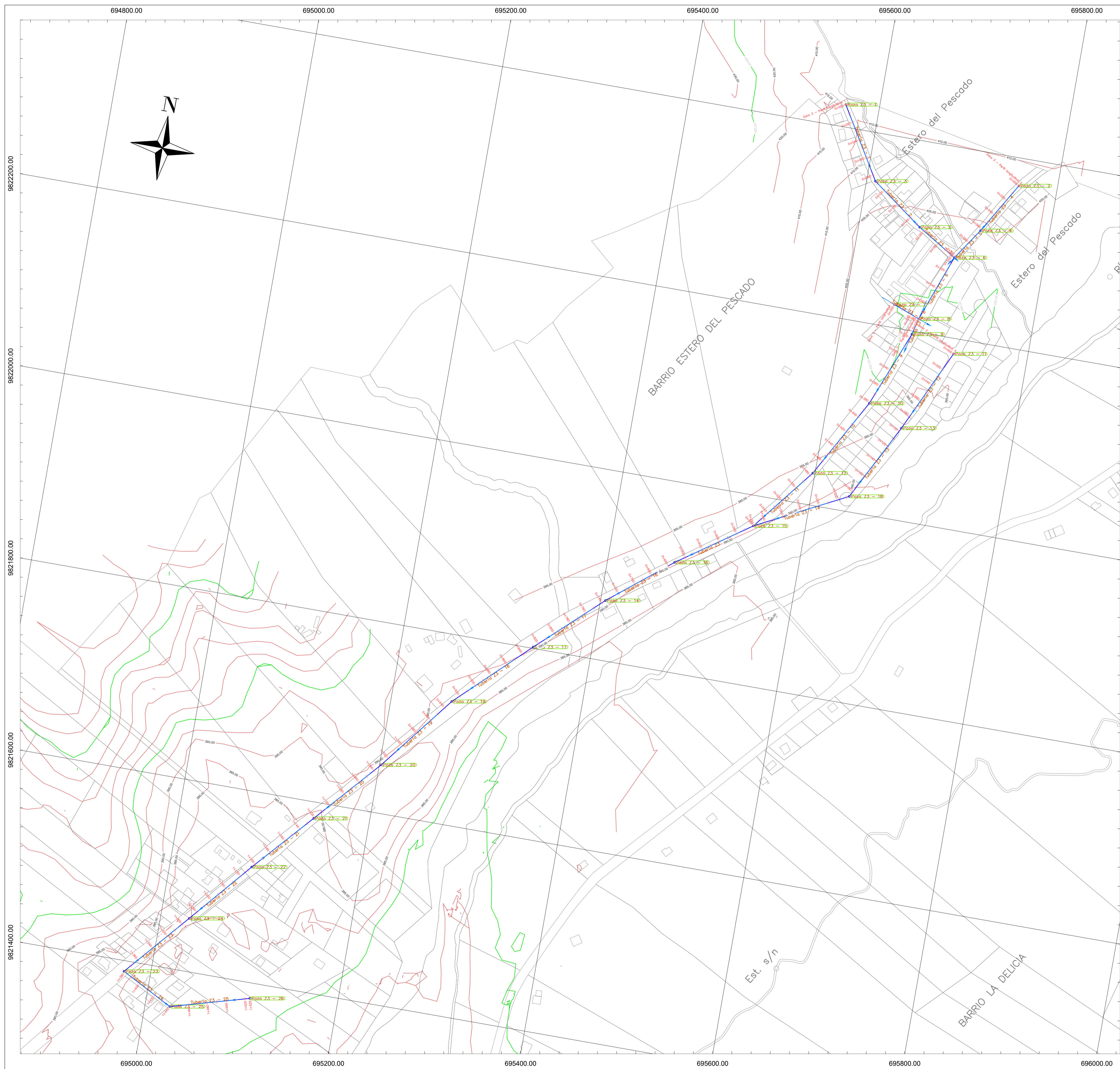
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos MSc. Pablo Daza	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía			Lámina: Escala: HS 5/13 1:2000



Leyenda	
	Sector en planta
	Plantas depuradoras proyectadas
	Pozos
	Tuberías
	Sentido de flujo
	Curva primaria
	Curva secundaria

Ubicación	
Cantón: Caluma	
Provincia: Bolívar	
País: Ecuador	
Datum: UTM-WGS 1984	
Zona: 17 Sur	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 2 AL NORESTE DE LA CIUDAD			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Eduardo Santos - MSc. Pablo Daza	Estudiantes: - Giancarlo Bravo - Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía	Lámina: HS 6/13	Escala: 1:2000	

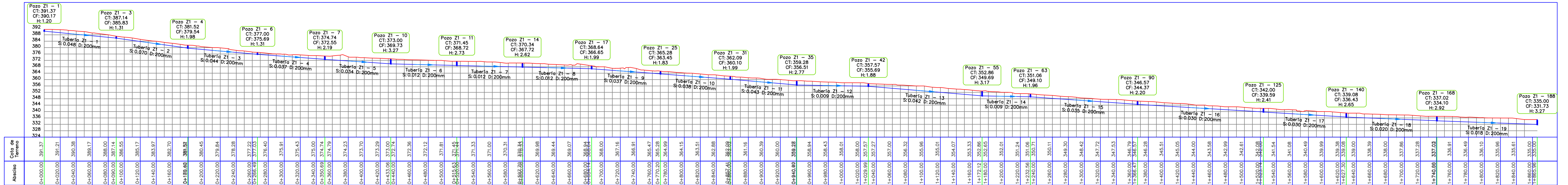


Leyenda	
	Sector en planta
	Plantas depuradoras proyectadas
	Pozos
	Tuberías
	Sentido de flujo
	Curva primaria
	Curva secundaria

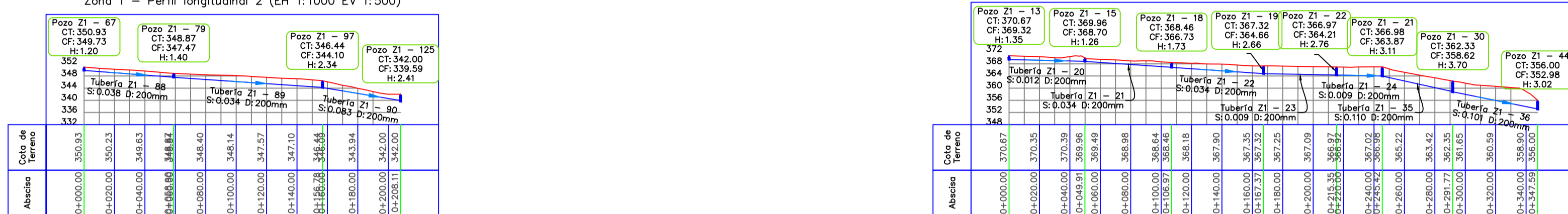
Ubicación	
Cantón: Caluma	
Provincia: Bolívar	
País: Ecuador	
Datum: UTM-WGS 1984	
Zona: 17 Sur	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA 3 AL NORESTE DE LA CIUDAD			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos	Estudiantes: Giancarlo Bravo	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía	MSc. Pablo Daza	Michael Cuenca	Lámina: Escala: HS 7/13 1:2000

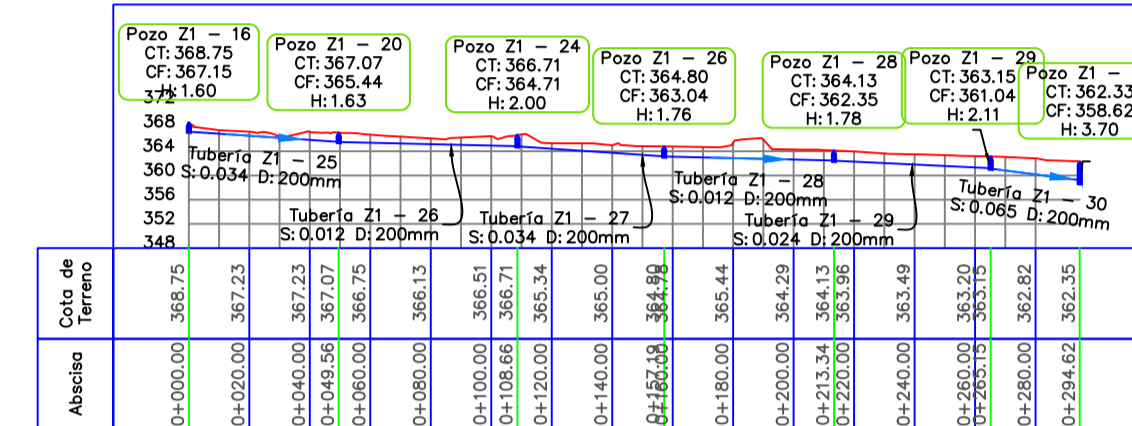
Zona 1 - Perfil longitudinal 1 (EH 1:1000 EV 1:500)



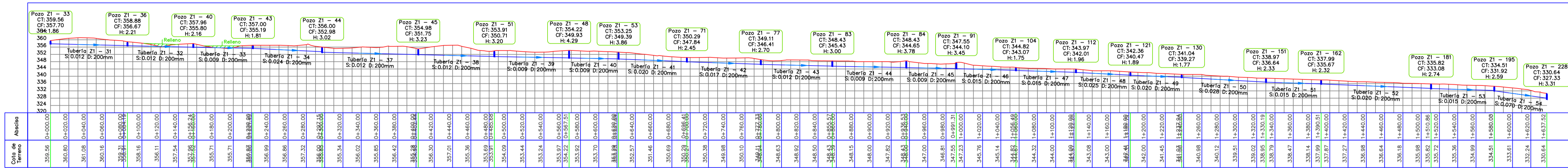
Zona 1 - Perfil longitudinal 3 (EH 1:1000 EV 1:500)



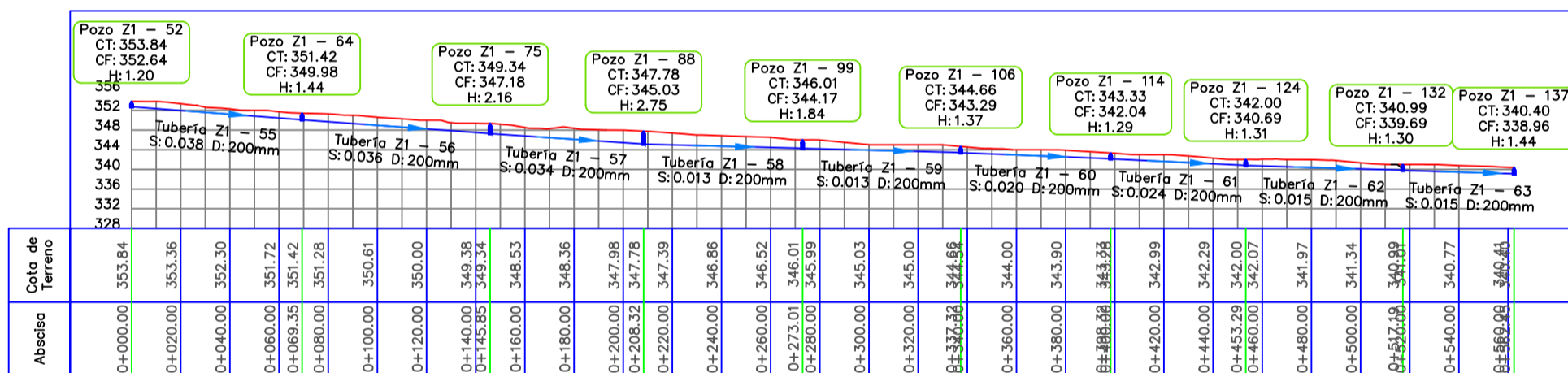
Zona 1 - Perfil longitudinal 4 (EH 1:1000 EV 1:500)



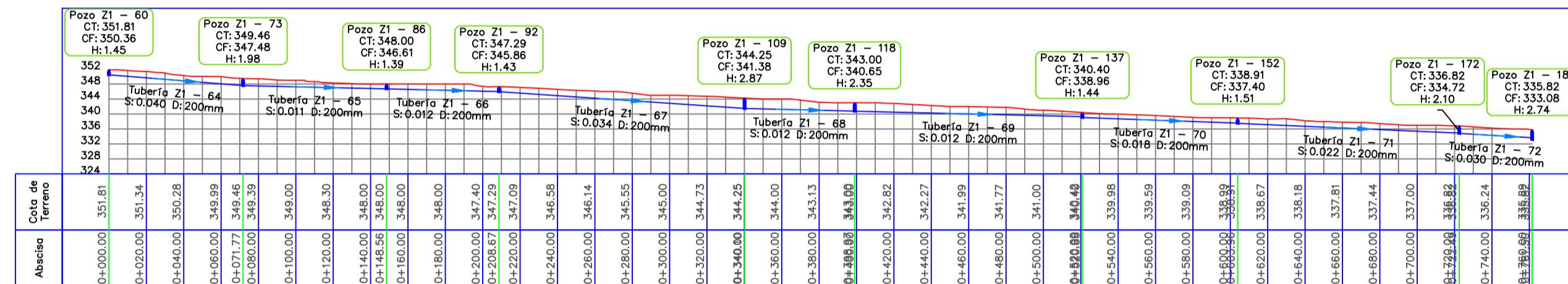
Zona 1 - Perfil longitudinal 5 (EH 1:1000 EV 1:500)



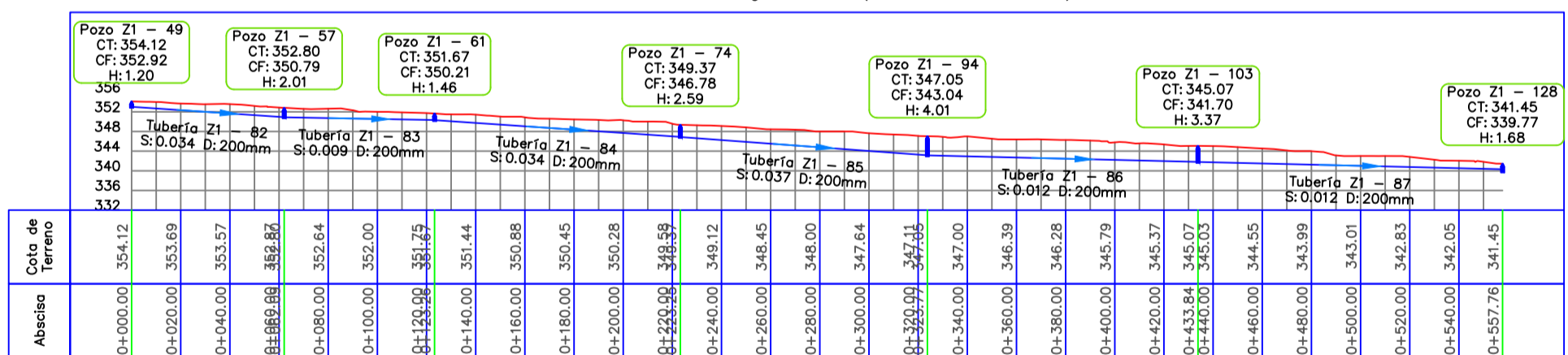
Zona 1 - Perfil longitudinal 6 (EH 1:1000 EV 1:500)



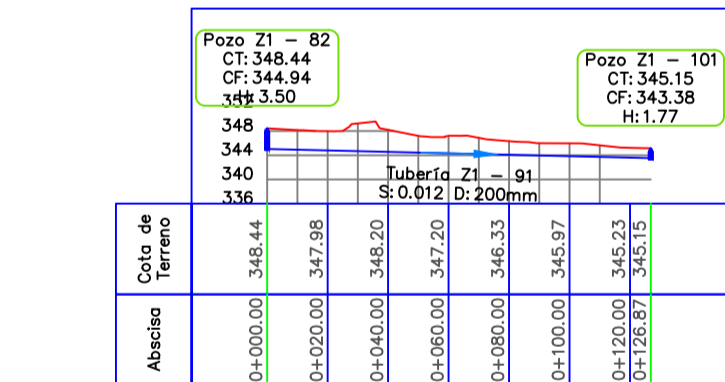
Zona 1 - Perfil longitudinal 7 (EH 1:1000 EV 1:500)



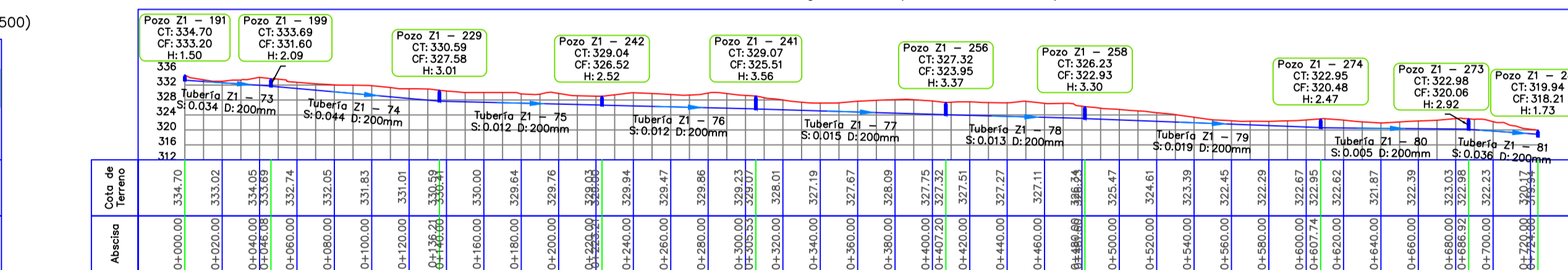
Zona 1 - Perfil longitudinal 8 (EH 1:1000 EV 1:500)



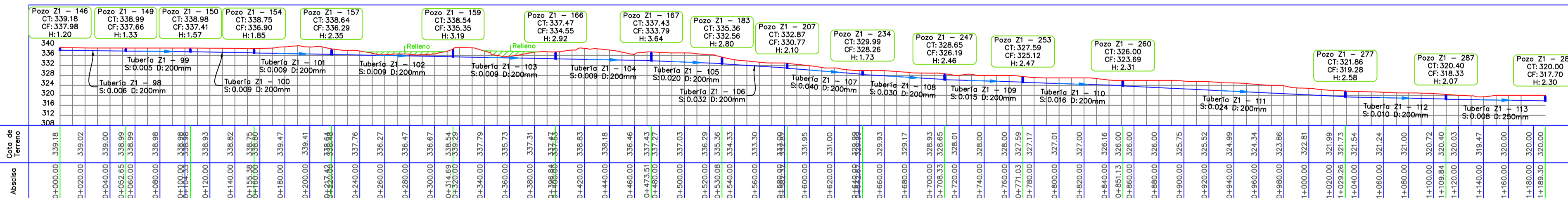
Zona 1 - Perfil longitudinal 9 (EH 1:1000 EV 1:500)



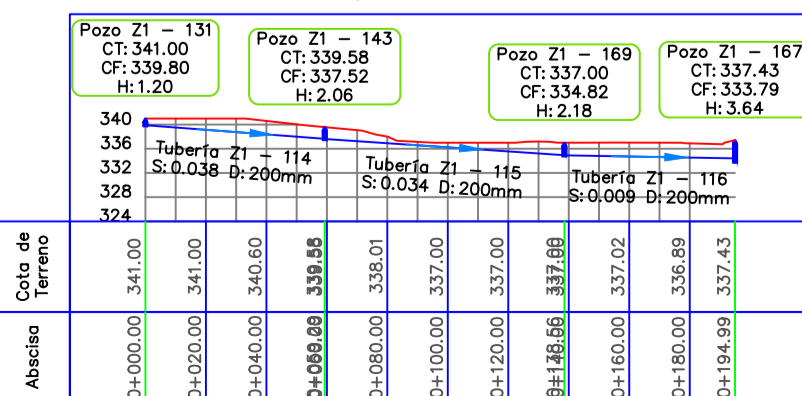
Zona 1 - Perfil longitudinal 10 (EH 1:1000 EV 1:500)



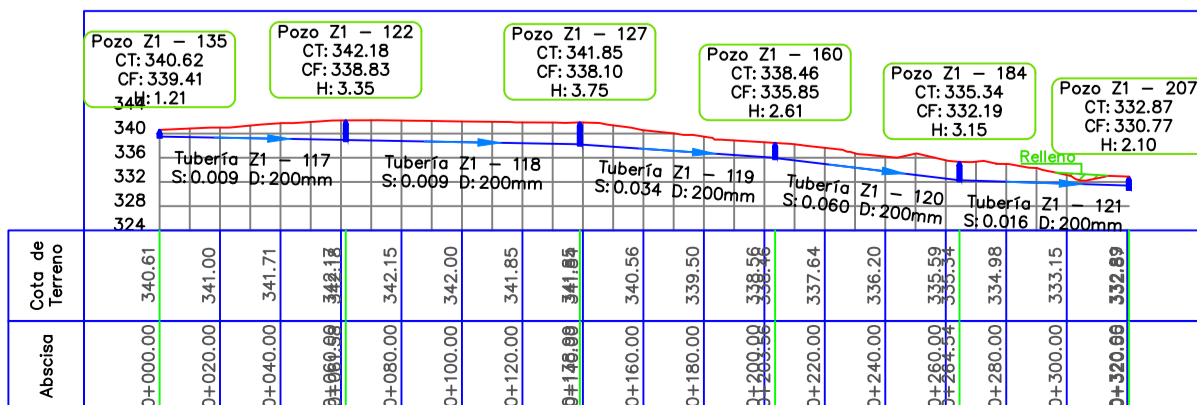
Zona 1 - Perfil longitudinal 11 (EH 1:1000 EV 1:500)



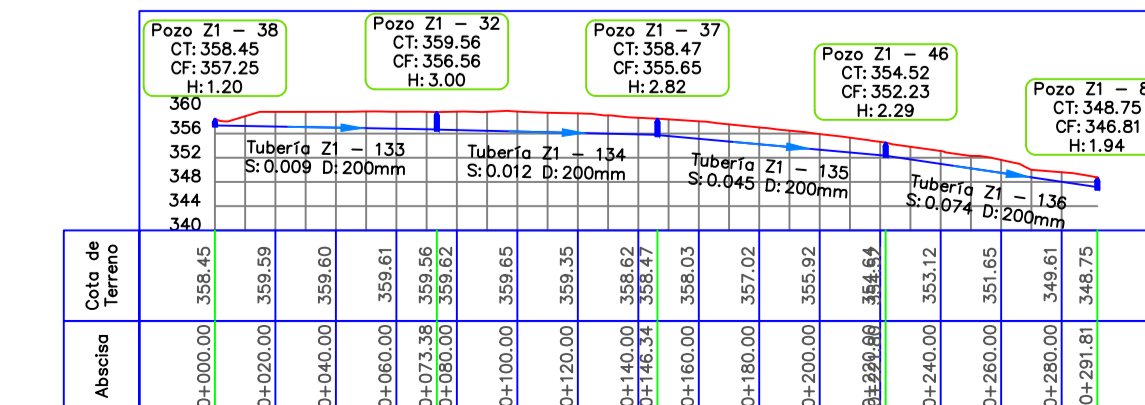
Zona 1 - Perfil longitudinal 12 (EH 1:1000 EV 1:500)



Zona 1 - Perfil longitudinal 13 (EH 1:1000 EV 1:500)



Zona 1 - Perfil longitudinal 14 (EH 1:1000 EV 1:500)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA

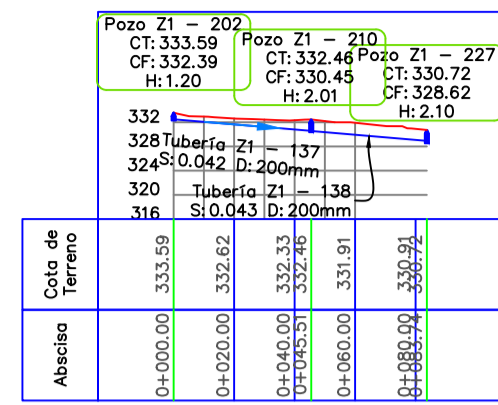
CONTENIDO:
PERFILES LONGITUDINALES DE LA ZONA 1 (1 - 14)

Coordinador de Materia Integradora: **PhD. Andrés Velastegui**
Tutores de Conocimientos Específicos: **MSc. Eduardo Santos**
Estudiantes: **Giancarlo Bravo**, **Michael Cuenca**

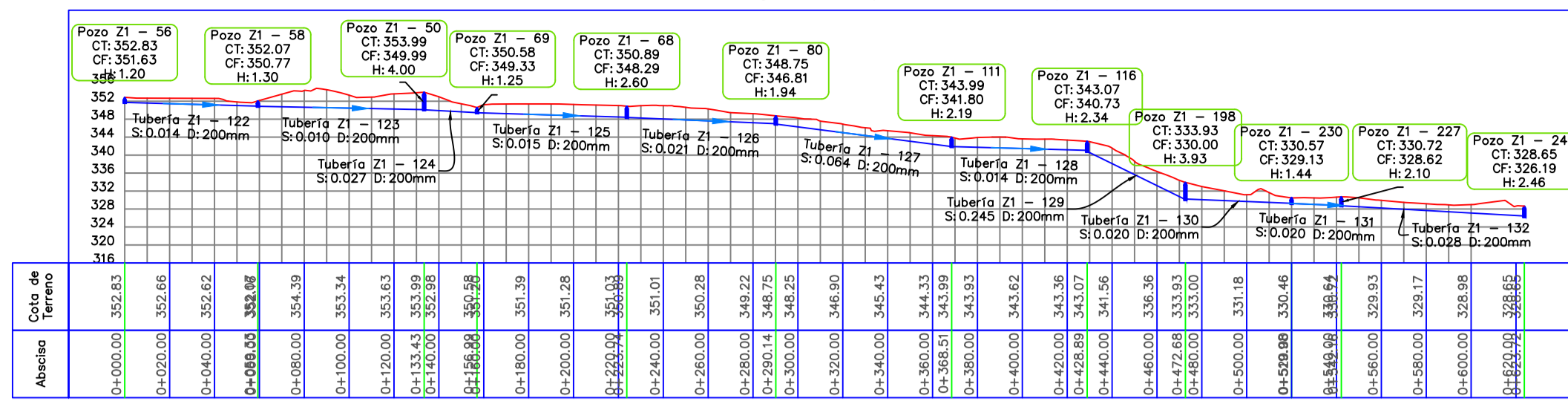
Fecha de entrega: **7 de Septiembre, 2022**
Lámina: **HS 8/13** Escala: **Indicadas**

Tutor del Área de Conocimiento: **MSc. Fernanda Mejía**

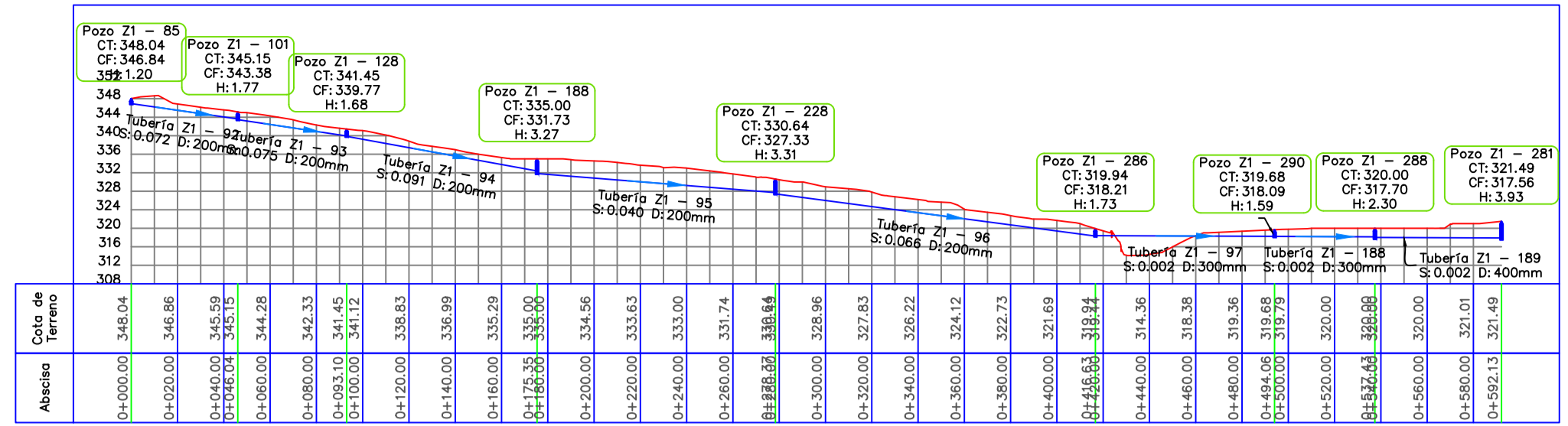
Zona 1 - Perfil longitudinal 15 (EH 1:1000 EV 1:500)



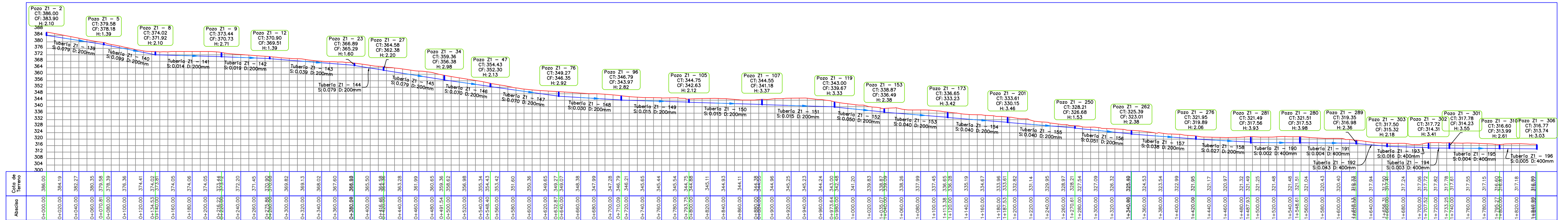
Zona 1 - Perfil longitudinal 16 (EH 1:1000 EV 1:500)



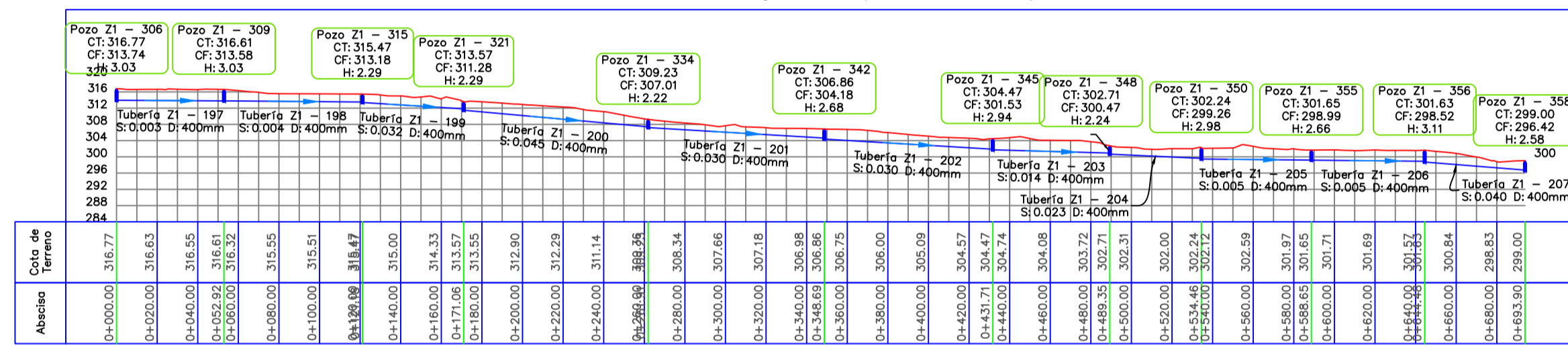
Zona 1 - Perfil longitudinal 17 (EH 1:1000 EV 1:500)



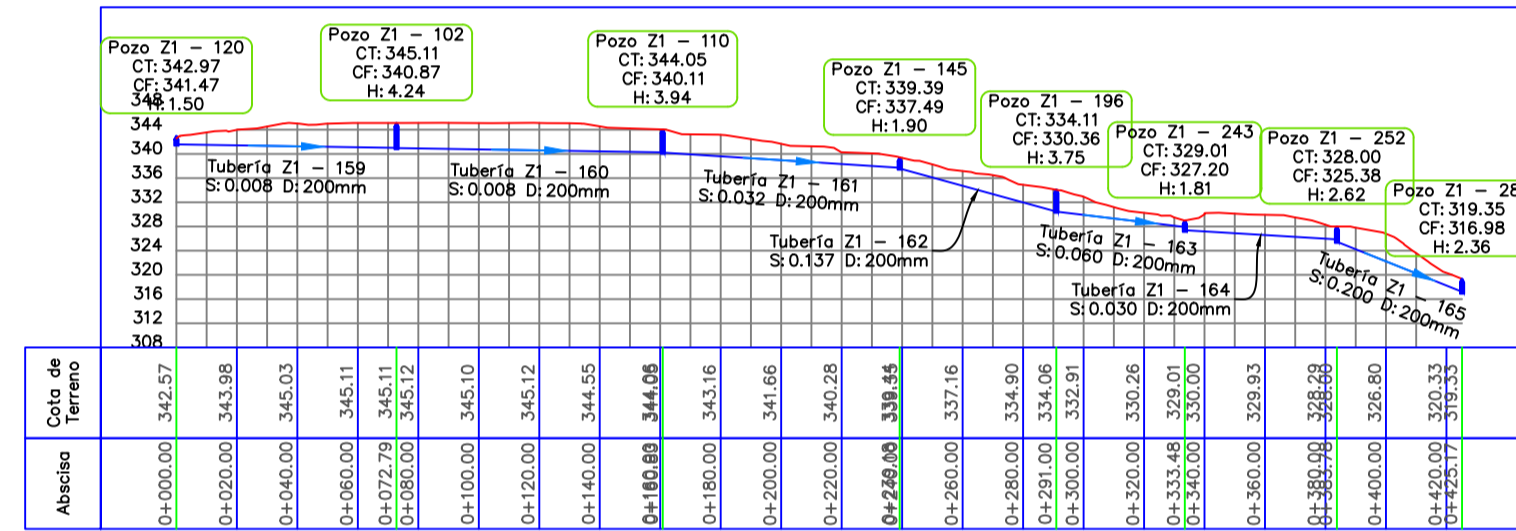
Zona 1 - Perfil longitudinal 18 (EH 1:1000 EV 1:500)



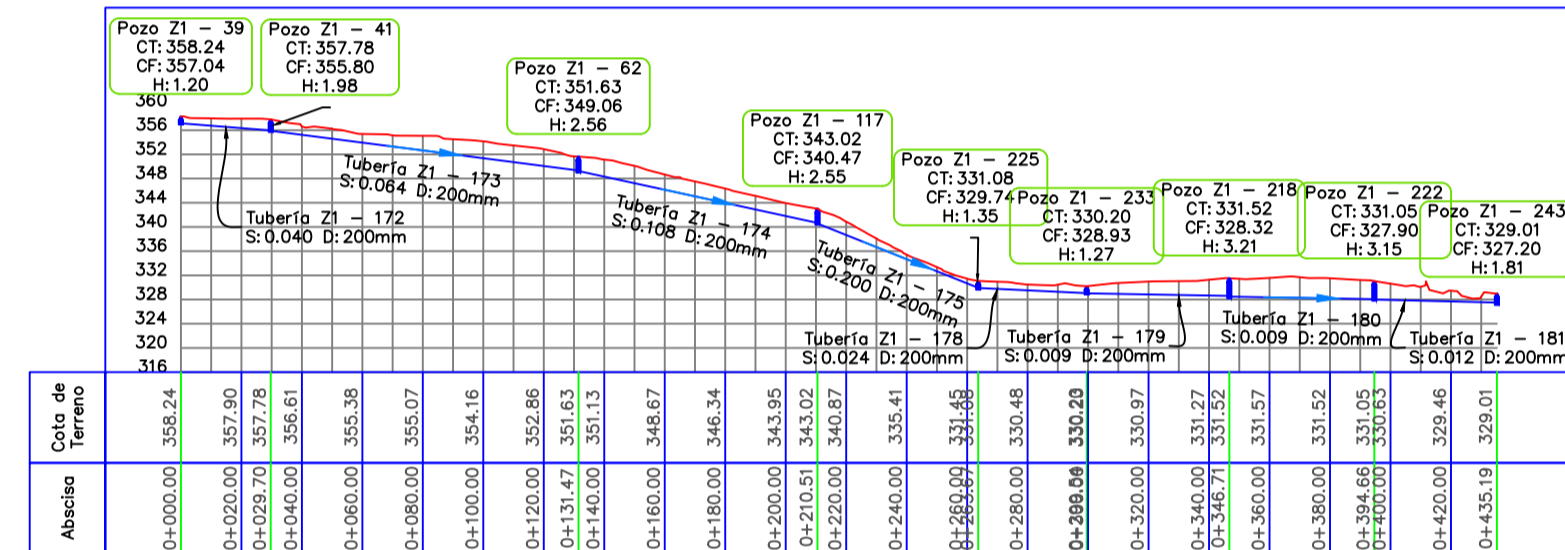
Zona 1 - Perfil longitudinal 19 (EH 1:1000 EV 1:500)



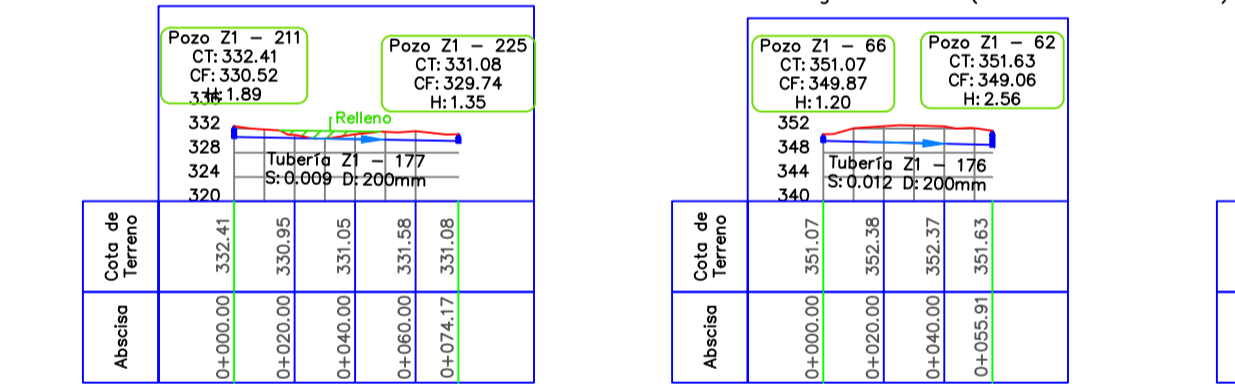
Zona 1 - Perfil longitudinal 20 (EH 1:1000 EV 1:500)



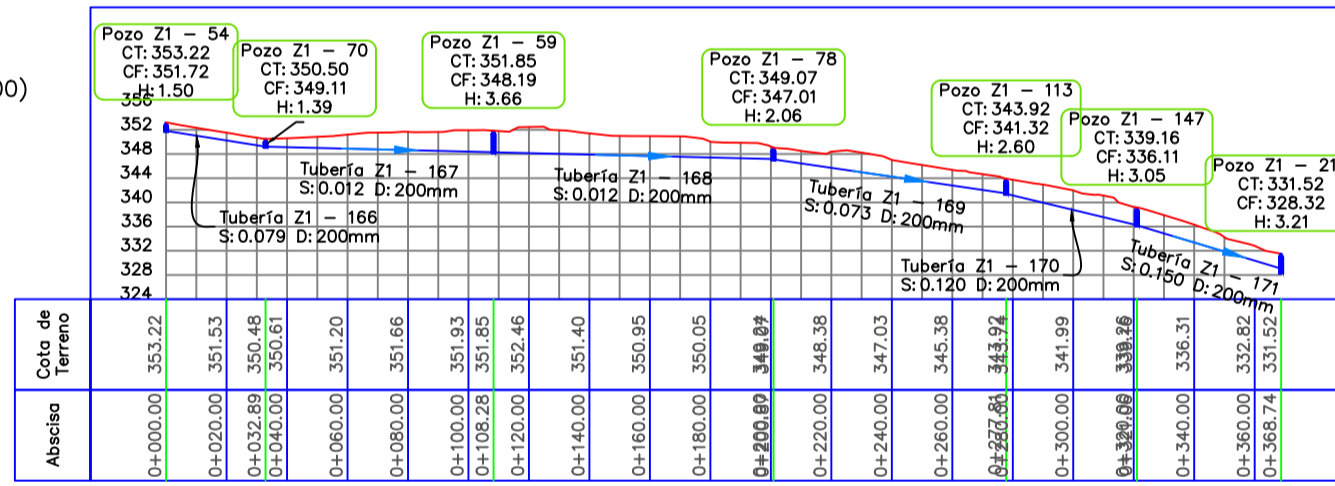
Zona 1 - Perfil longitudinal 21 (EH 1:1000 EV 1:500)



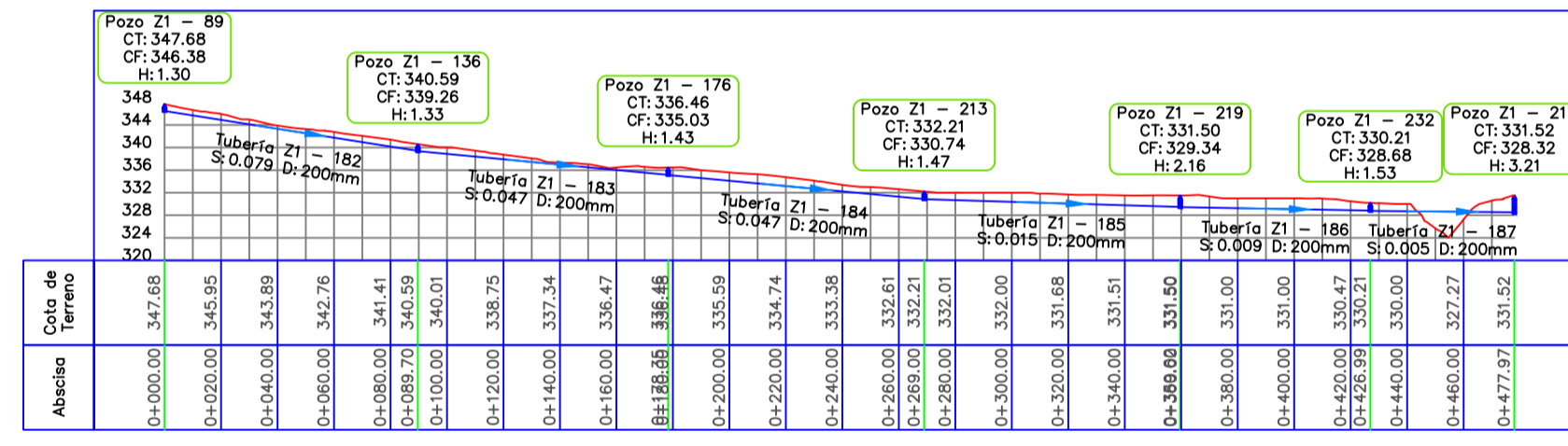
Zona 1 - Perfil longitudinal 22 (EH 1:1000 EV 1:500) - Perfil longitudinal 23 (EH 1:1000 EV 1:500)



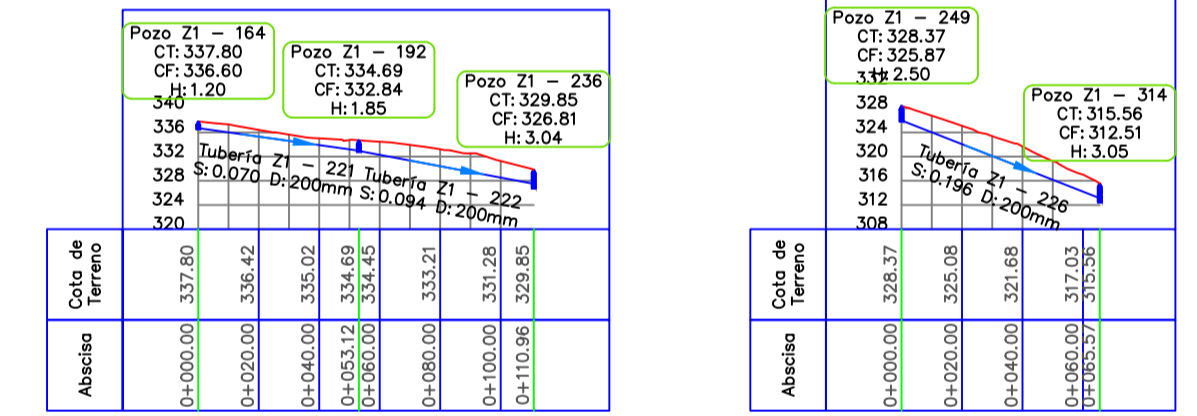
Zona 1 - Perfil longitudinal 24 (EH 1:1000 EV 1:500)



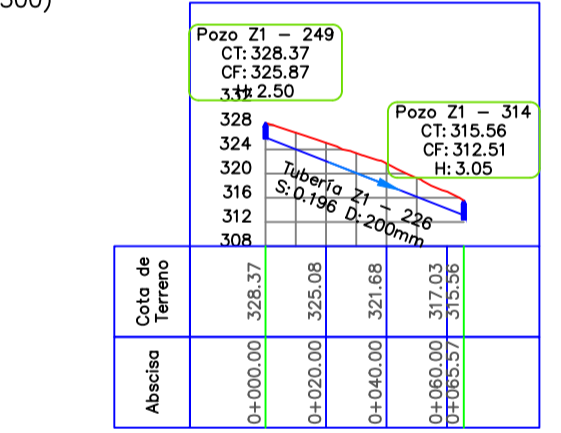
Zona 1 - Perfil longitudinal 25 (EH 1:1000 EV 1:500)



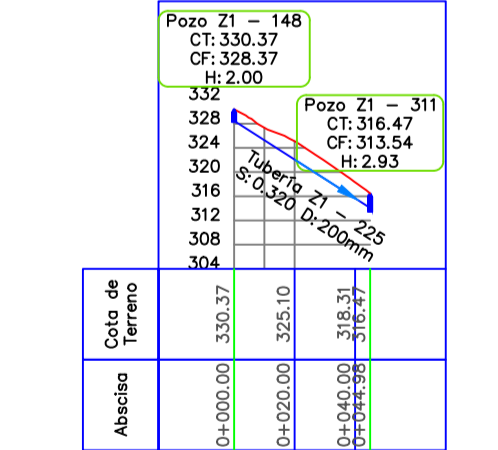
Zona 1 - Perfil longitudinal 26 (EH 1:1000 EV 1:500)



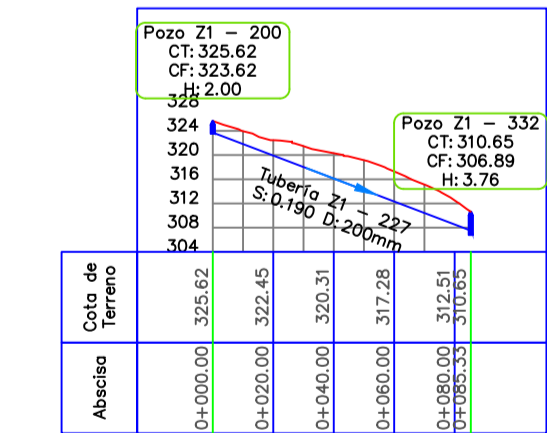
Zona 1 - Perfil longitudinal 27 (EH 1:1000 EV 1:500)



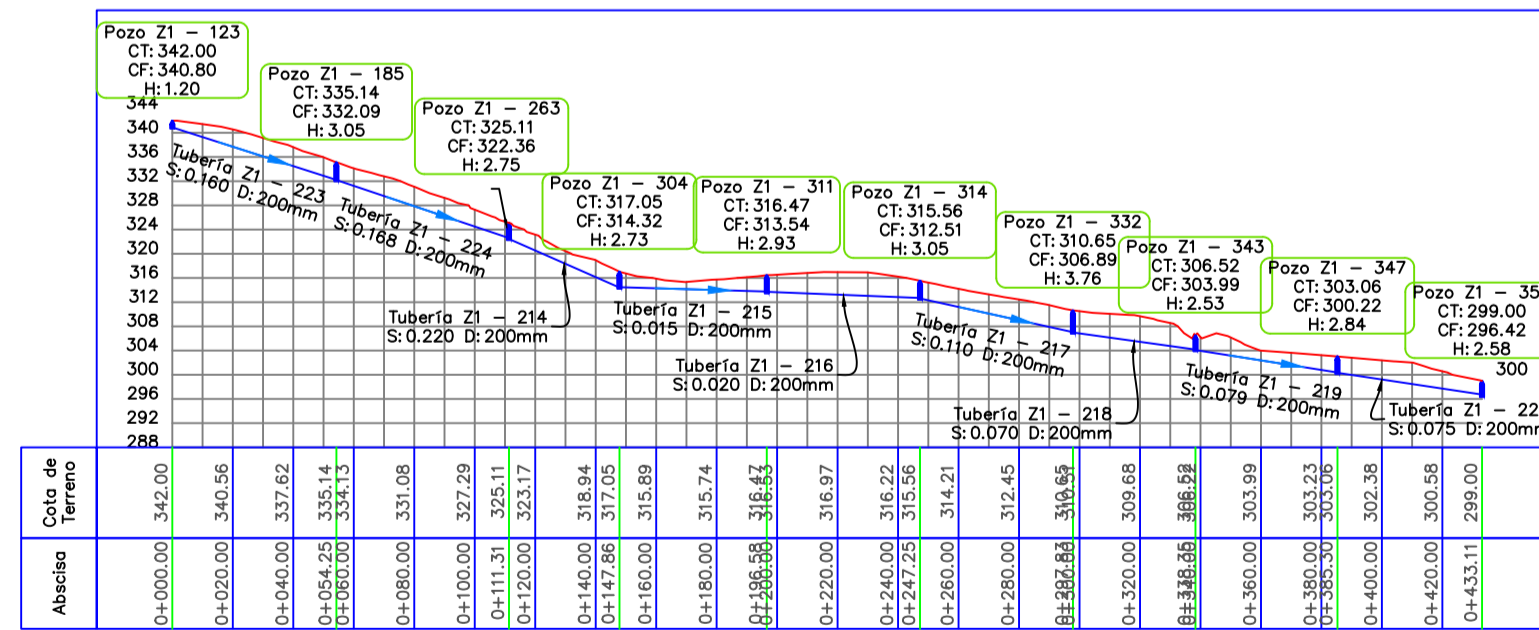
Zona 1 - Perfil longitudinal 28 (EH 1:1000 EV 1:500)



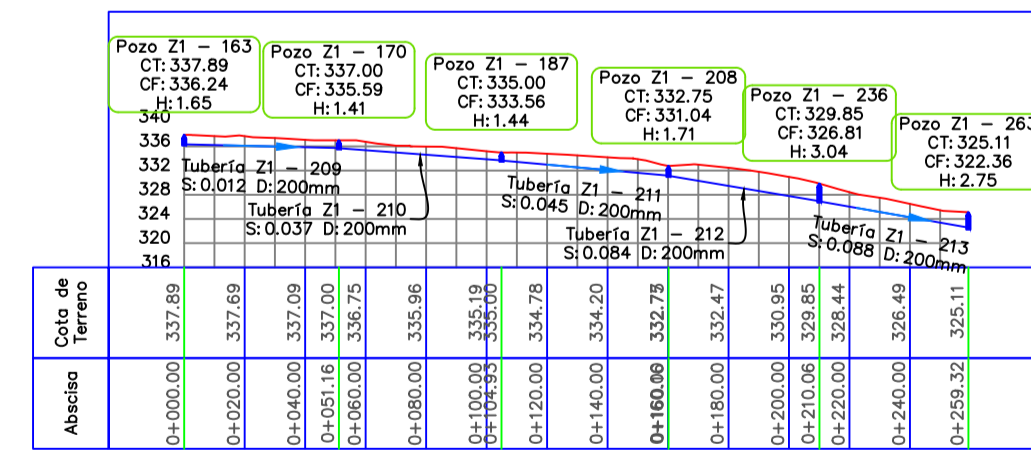
Zona 1 - Perfil longitudinal 29 (EH 1:1000 EV 1:500)



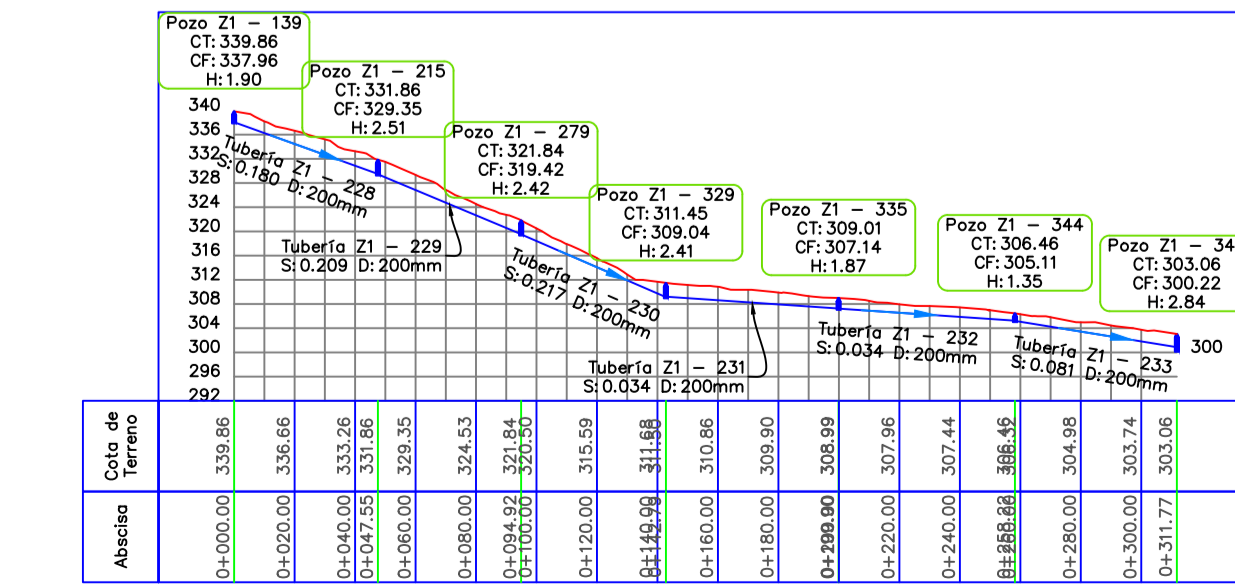
Zona 1 - Perfil longitudinal 30 (EH 1:1000 EV 1:500)



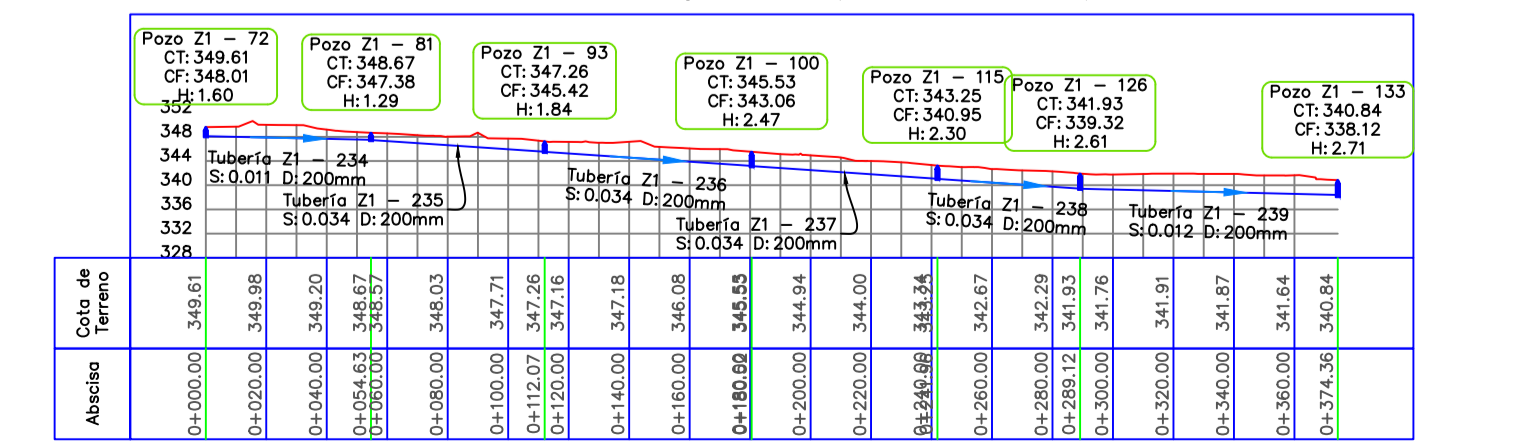
Zona 1 - Perfil longitudinal 31 (EH 1:1000 EV 1:500)



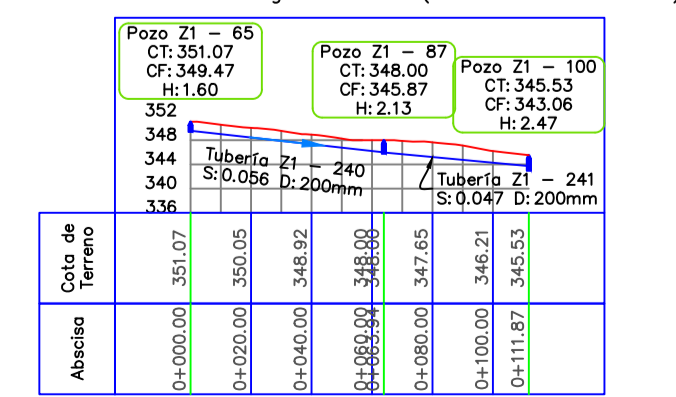
Zona 1 - Perfil longitudinal 32 (EH 1:1000 EV 1:500)



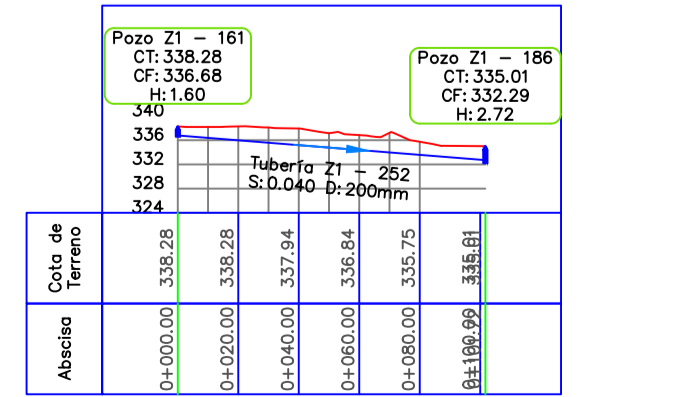
Zona 1 - Perfil longitudinal 33 (EH 1:1000 EV 1:500)



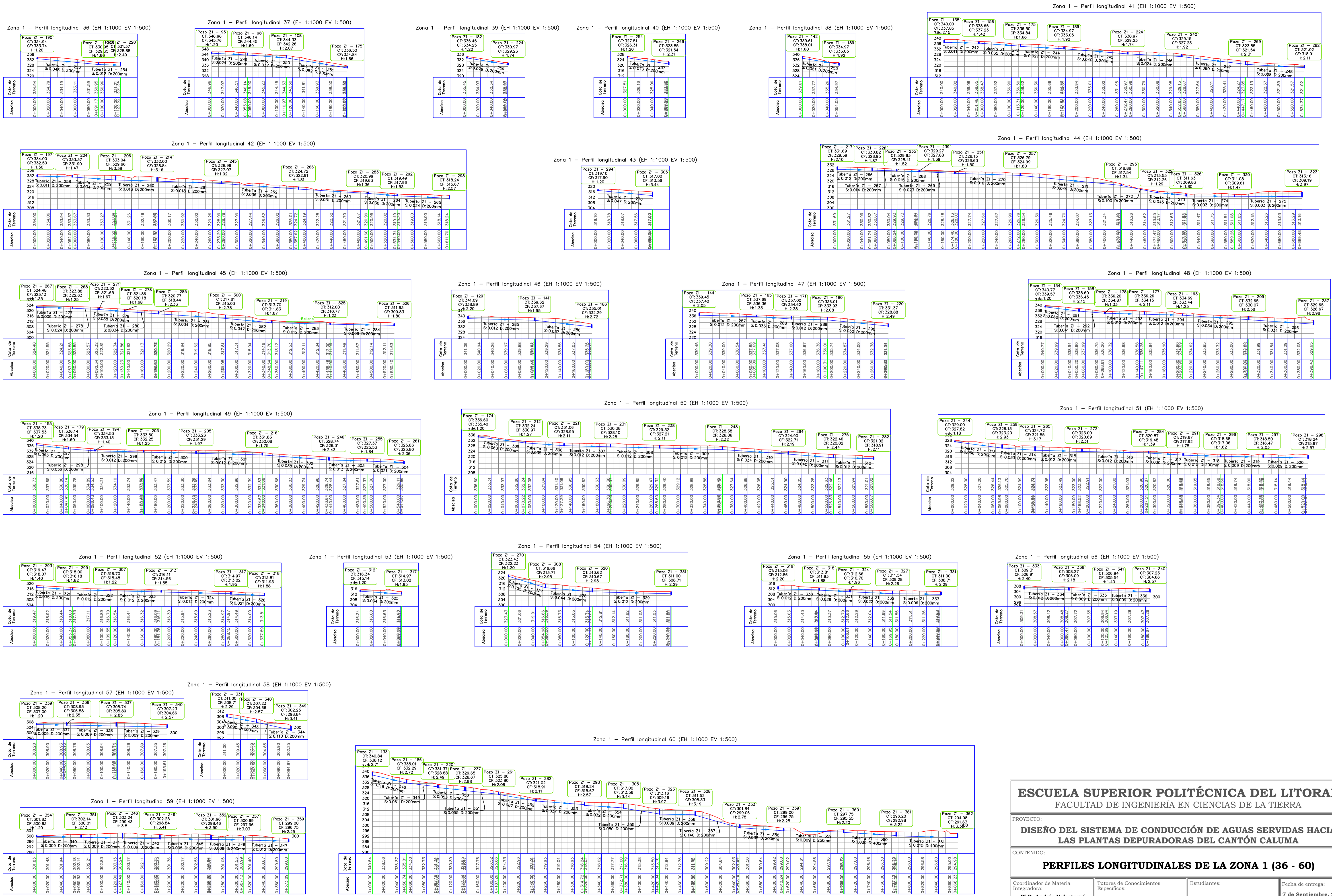
Zona 1 - Perfil longitudinal 34 (EH 1:1000 EV 1:500)



Zona 1 - Perfil longitudinal 35 (EH 1:1000 EV 1:500)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA. PERFILES LONGITUDINALES DE LA ZONA 1 (15 - 35). Coordinador de Materia Integradora: P.H.D. Andrés Velastegui. Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Eduardo Santos, M.Sc. Pablo Daza. Estudiantes: Giancarlo Bravo, Michael Cuenca. Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022. Lámina: HS 9/13. Escala: Indicadas.



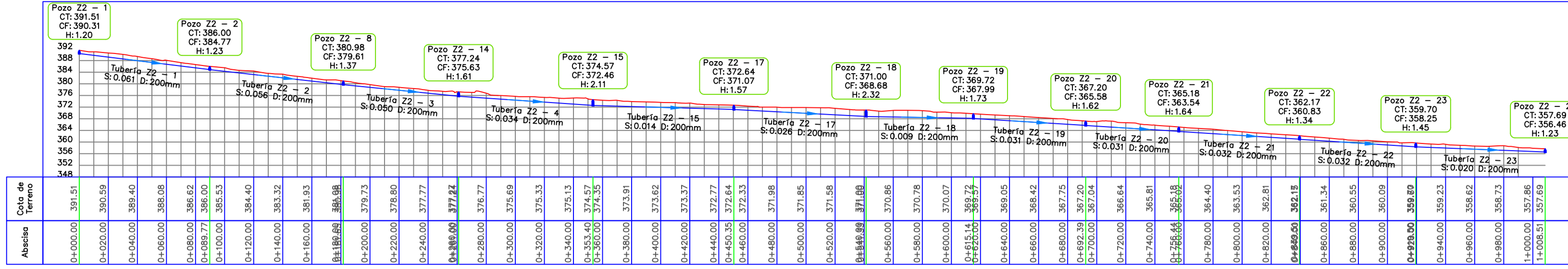
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA

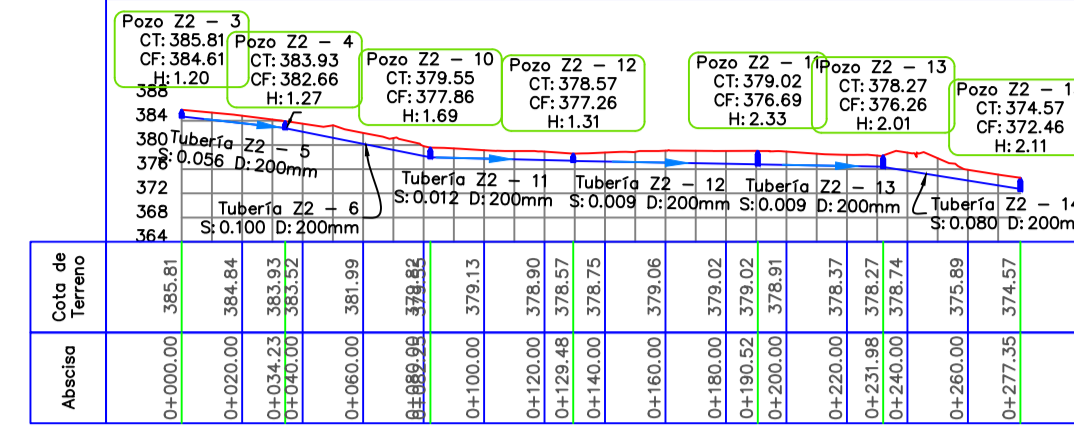
CONTENIDO:
PERFILES LONGITUDINALES DE LA ZONA 1 (36 - 60)

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: MSc. Eduardo Santos MSc. Pablo Daza	Estudiantes: Giancarlo Bravo Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía			Lámina: HS 10/13
			Escala: Indicadas

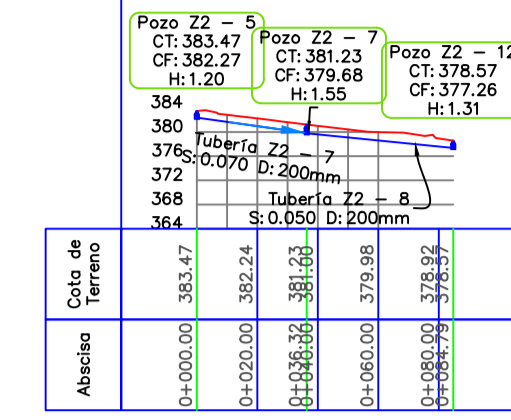
Zona 2 - Perfil longitudinal 1 (EH 1:1000 EV 1:500)



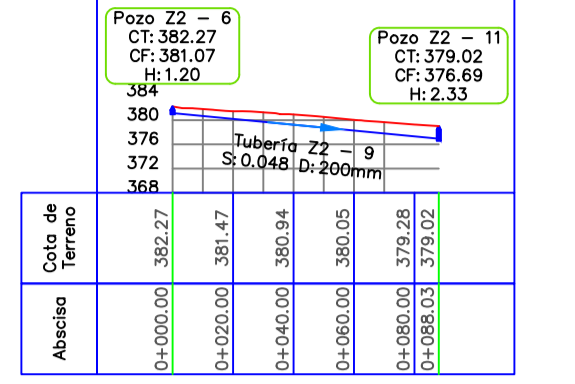
Zona 2 - Perfil longitudinal 2 (EH 1:1000 EV 1:500)



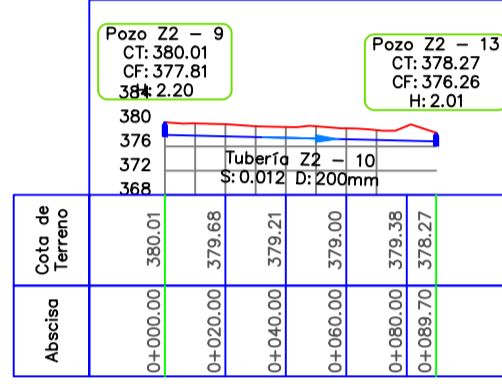
Zona 2 - Perfil longitudinal 3 (EH 1:1000 EV 1:500)



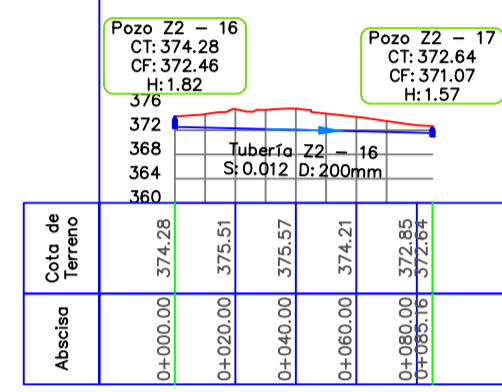
Zona 2 - Perfil longitudinal 4 (EH 1:1000 EV 1:500)



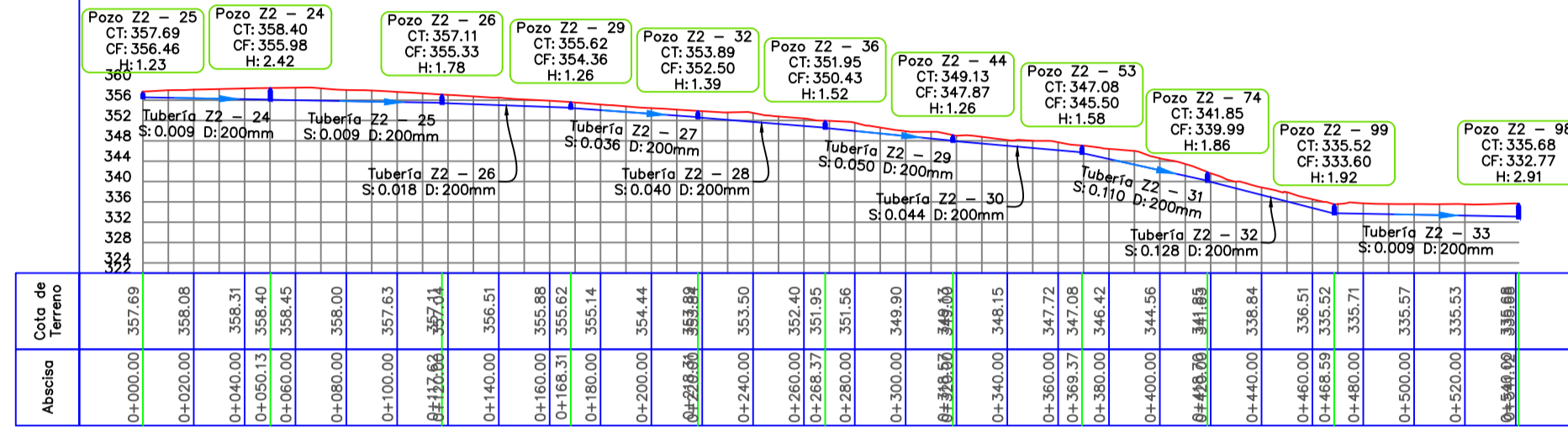
Zona 2 - Perfil longitudinal 5 (EH 1:1000 EV 1:500)



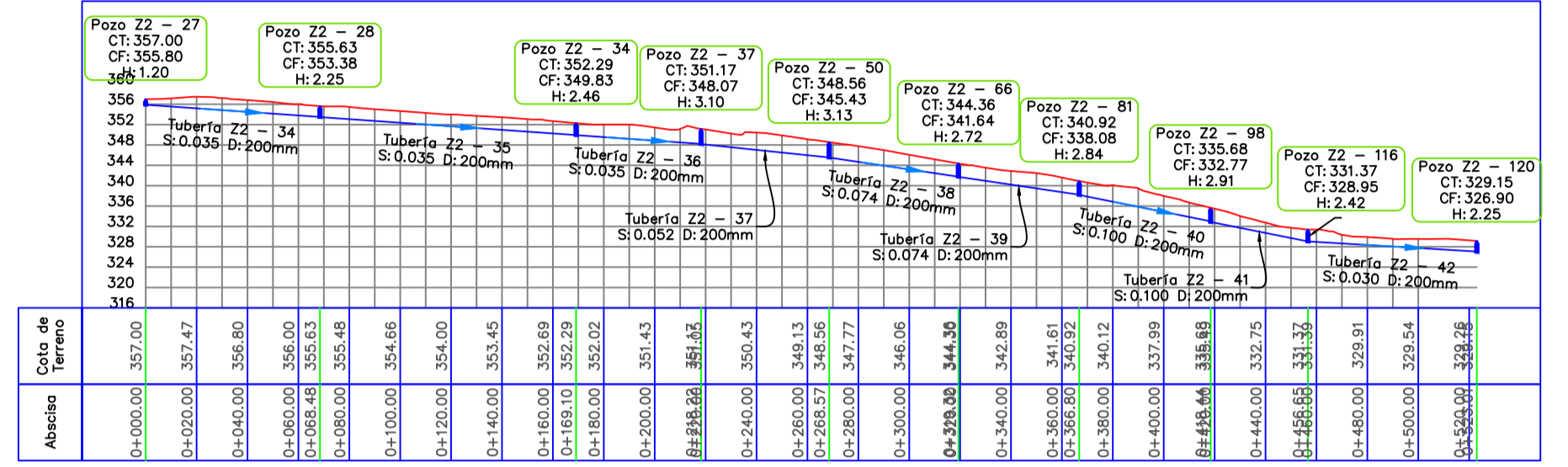
Zona 2 - Perfil longitudinal 6 (EH 1:1000 EV 1:500)



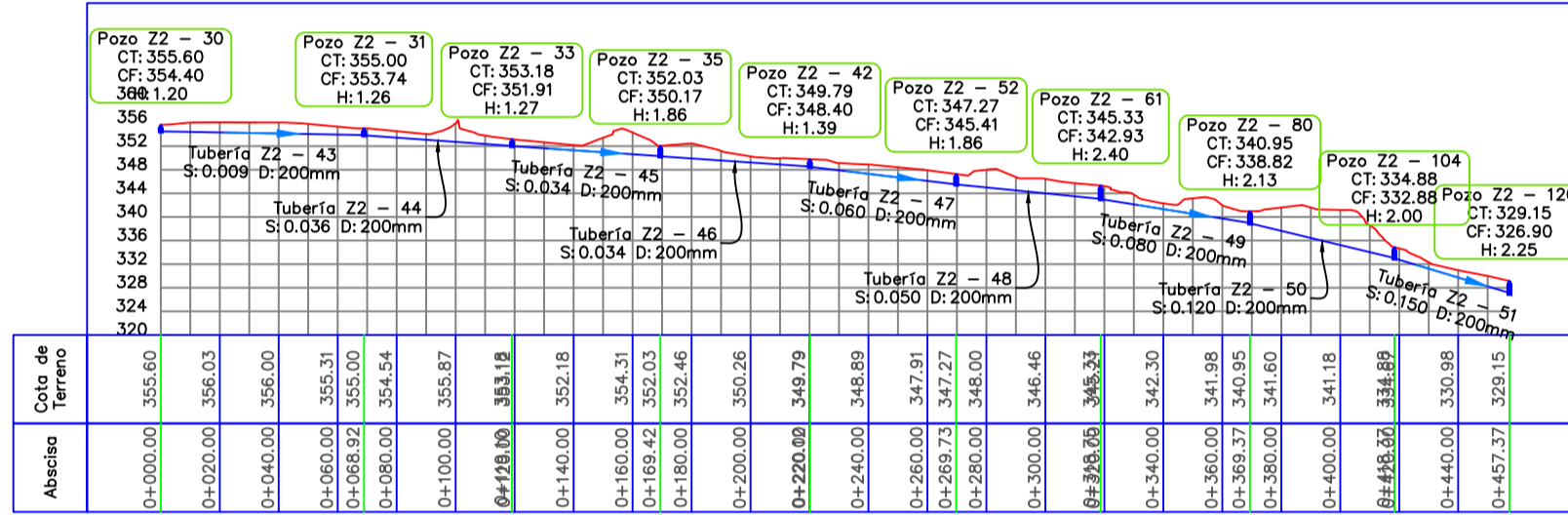
Zona 2 - Perfil longitudinal 7 (EH 1:1000 EV 1:500)



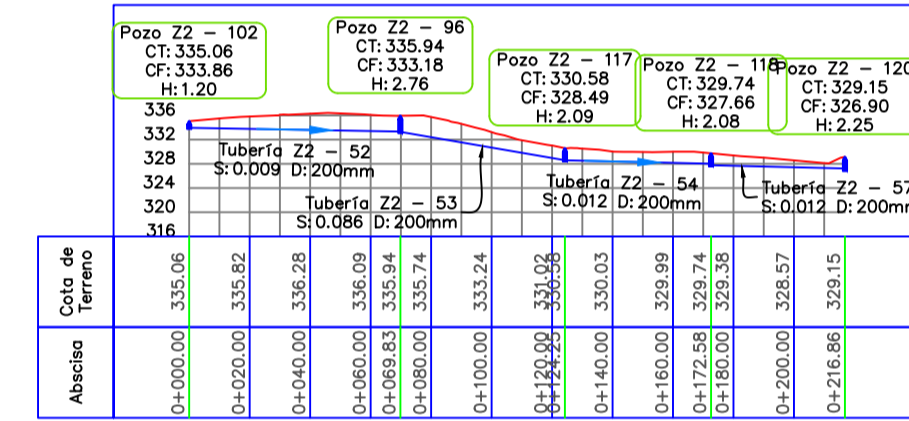
Zona 2 - Perfil longitudinal 8 (EH 1:1000 EV 1:500)



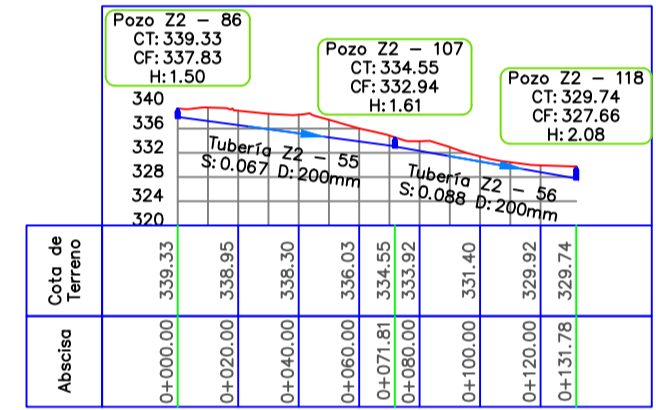
Zona 2 - Perfil longitudinal 9 (EH 1:1000 EV 1:500)



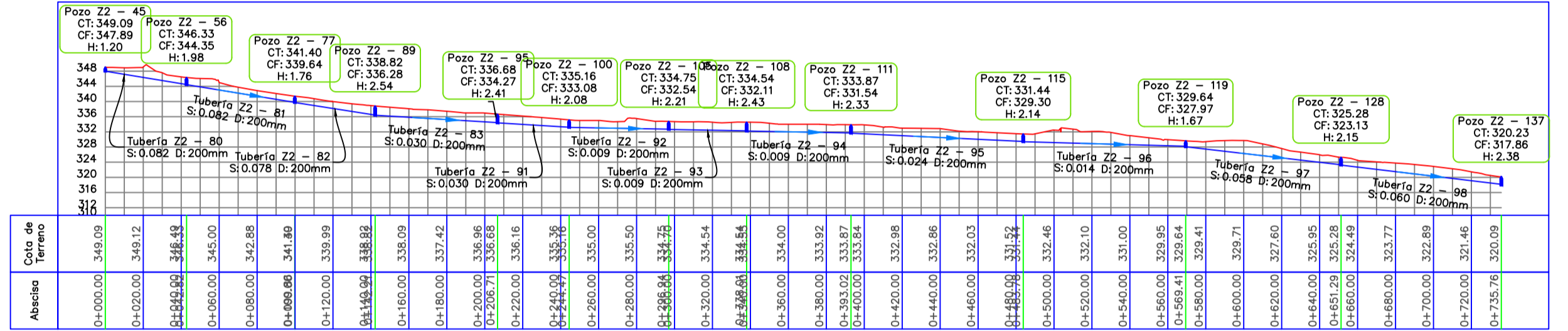
Zona 2 - Perfil longitudinal 10 (EH 1:1000 EV 1:500)



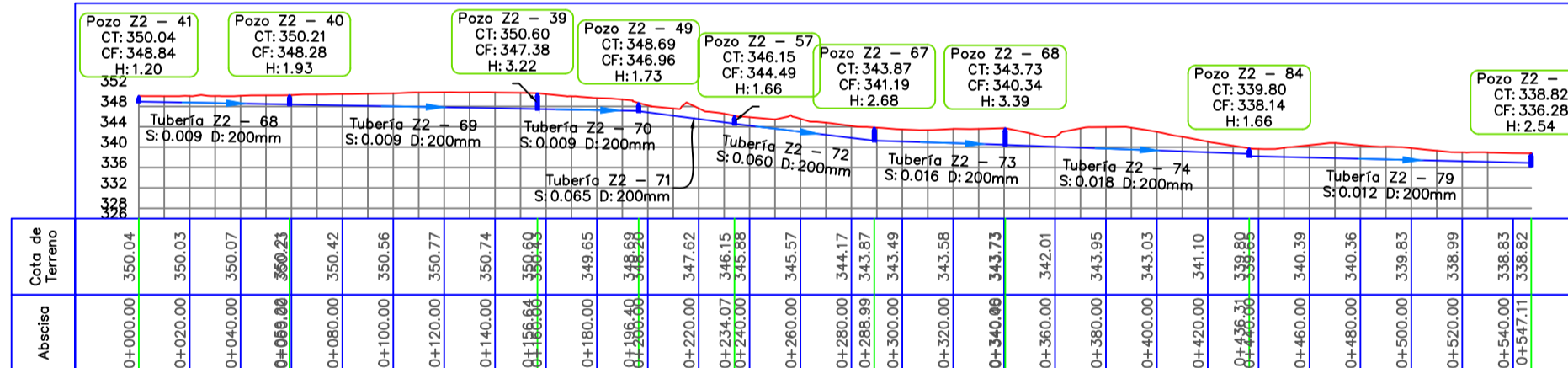
Zona 2 - Perfil longitudinal 11 (EH 1:1000 EV 1:500)



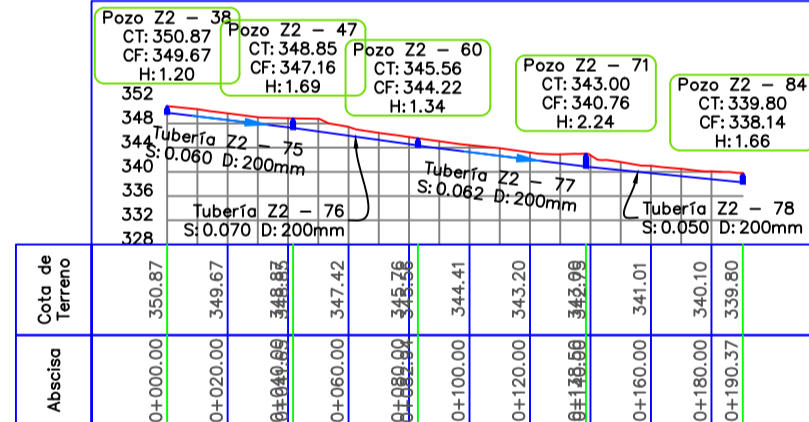
Zona 2 - Perfil longitudinal 12 (EH 1:1000 EV 1:500)



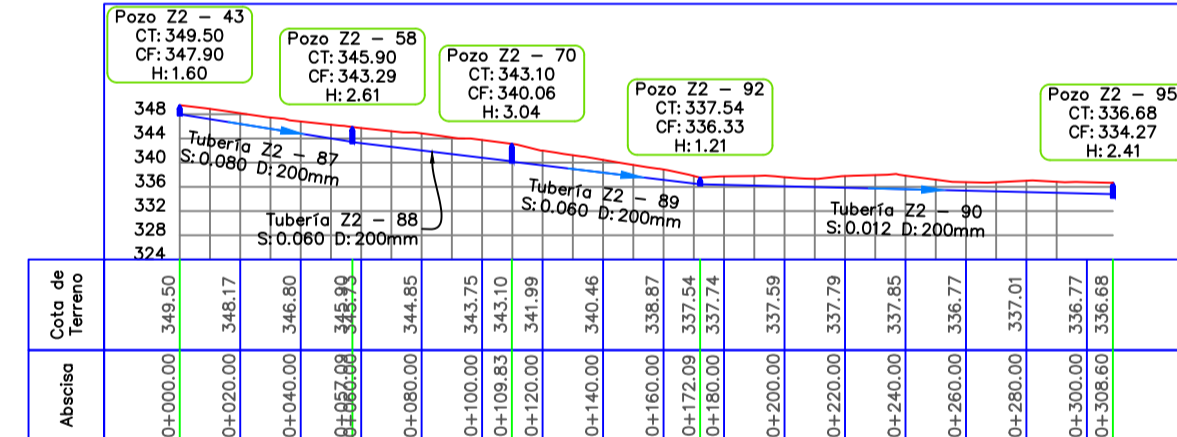
Zona 2 - Perfil longitudinal 13 (EH 1:1000 EV 1:500)



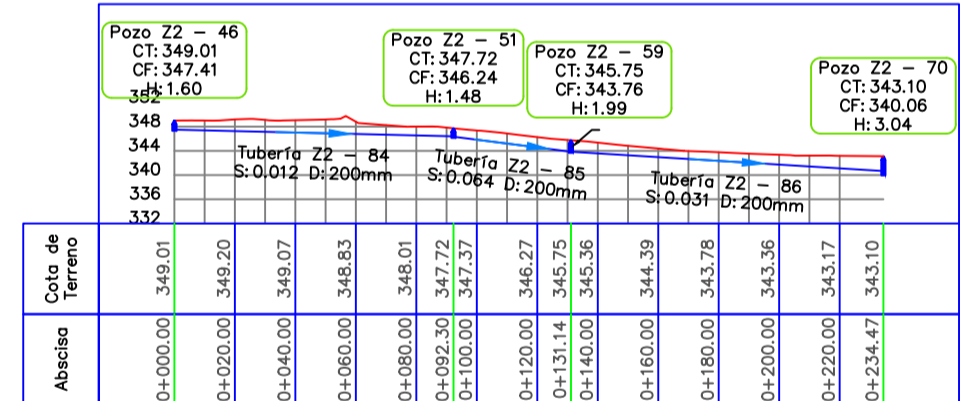
Zona 2 - Perfil longitudinal 14 (EH 1:1000 EV 1:500)



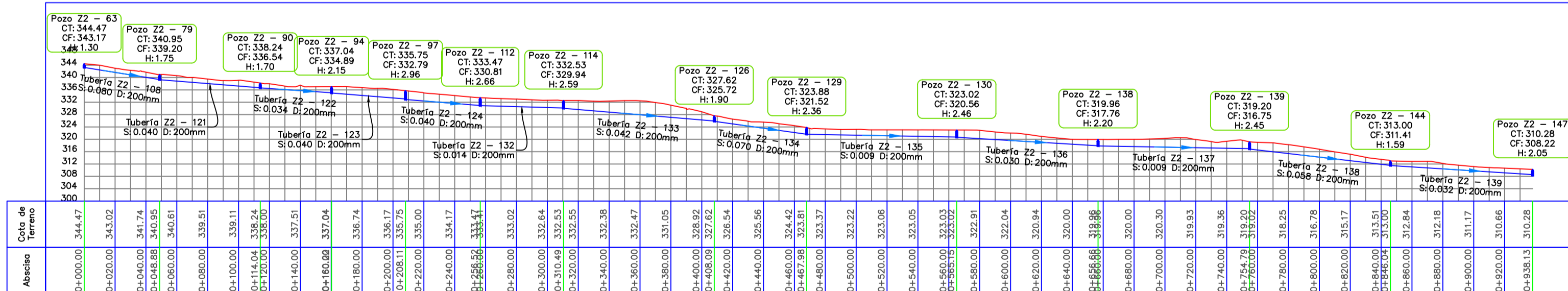
Zona 2 - Perfil longitudinal 15 (EH 1:1000 EV 1:500)



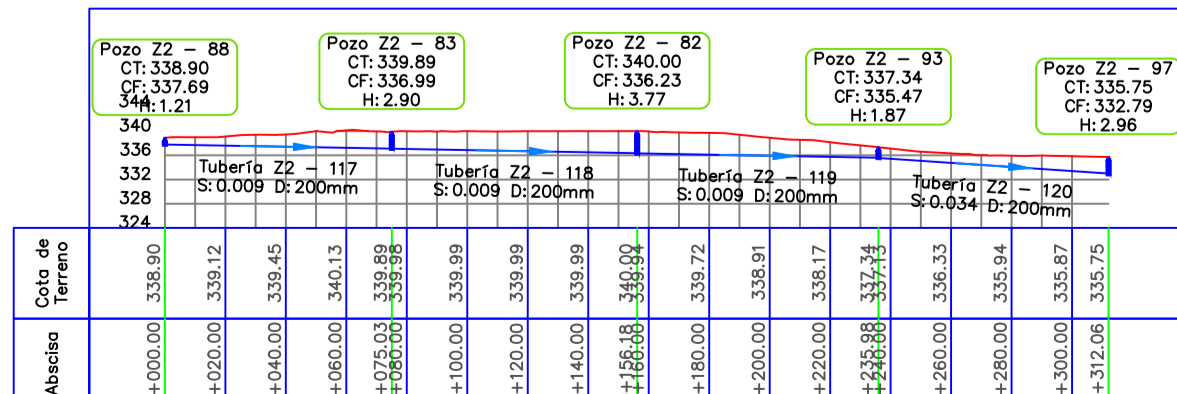
Zona 2 - Perfil longitudinal 16 (EH 1:1000 EV 1:500)



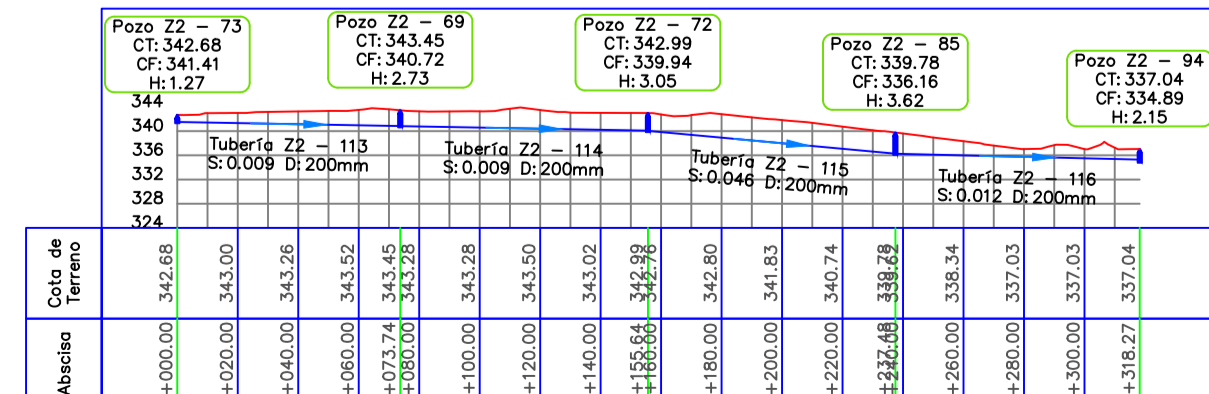
Zona 2 - Perfil longitudinal 17 (EH 1:1000 EV 1:500)



Zona 2 - Perfil longitudinal 18 (EH 1:1000 EV 1:500)



Zona 2 - Perfil longitudinal 19 (EH 1:1000 EV 1:500)

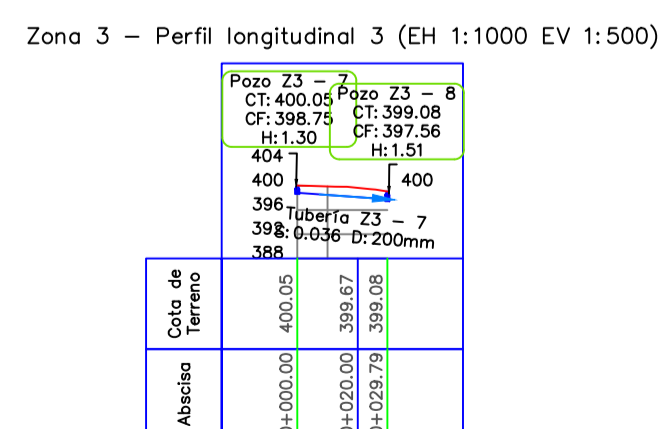
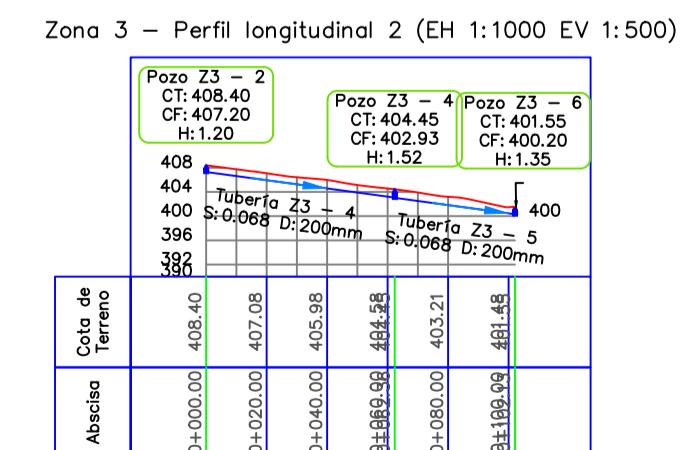
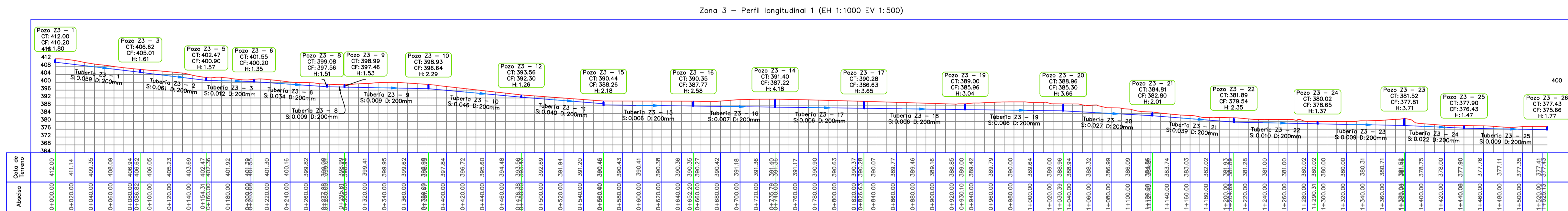
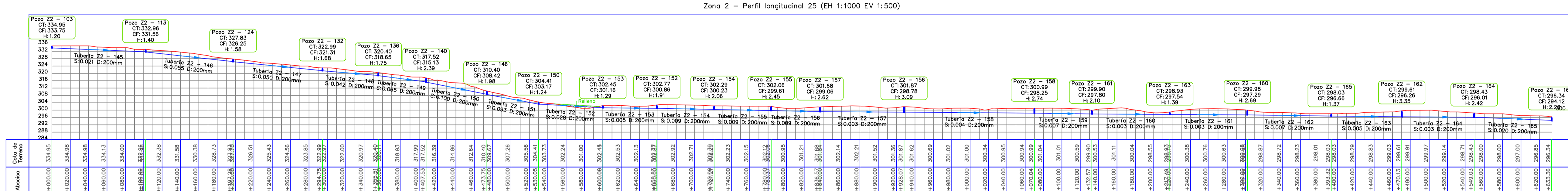
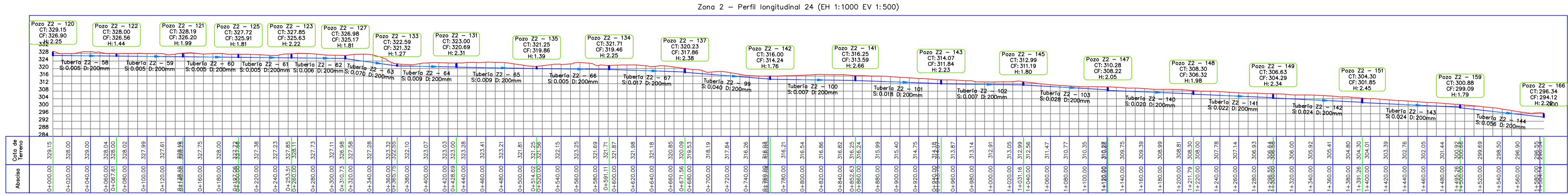
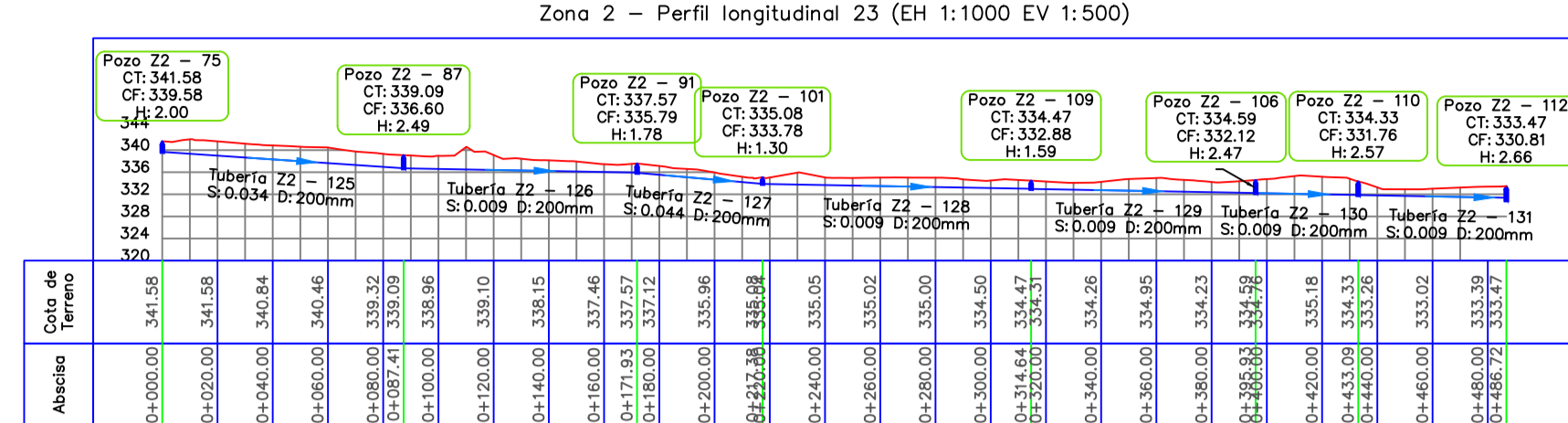
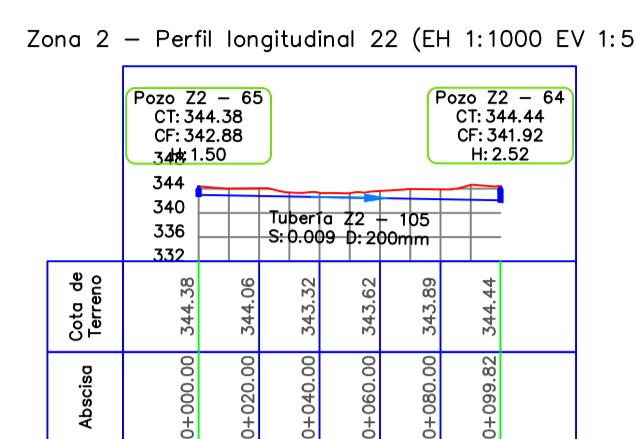
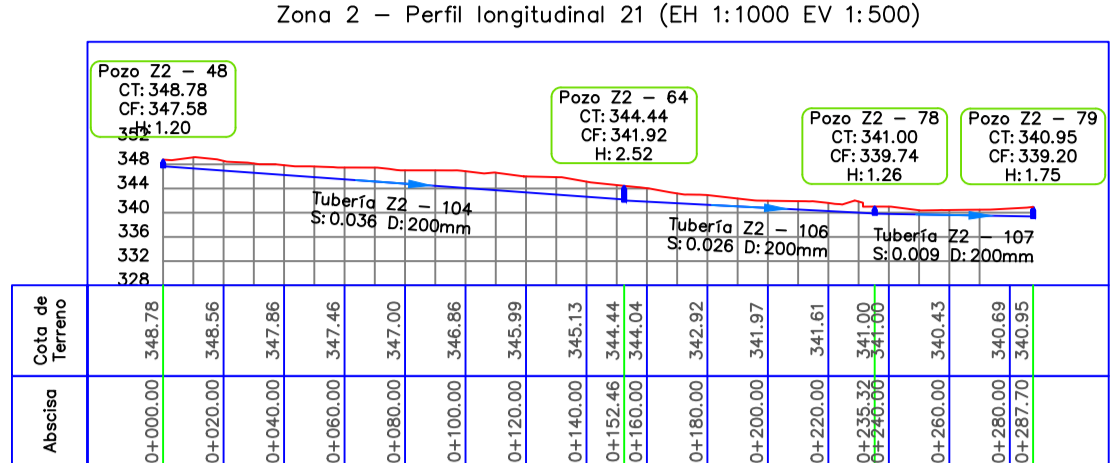
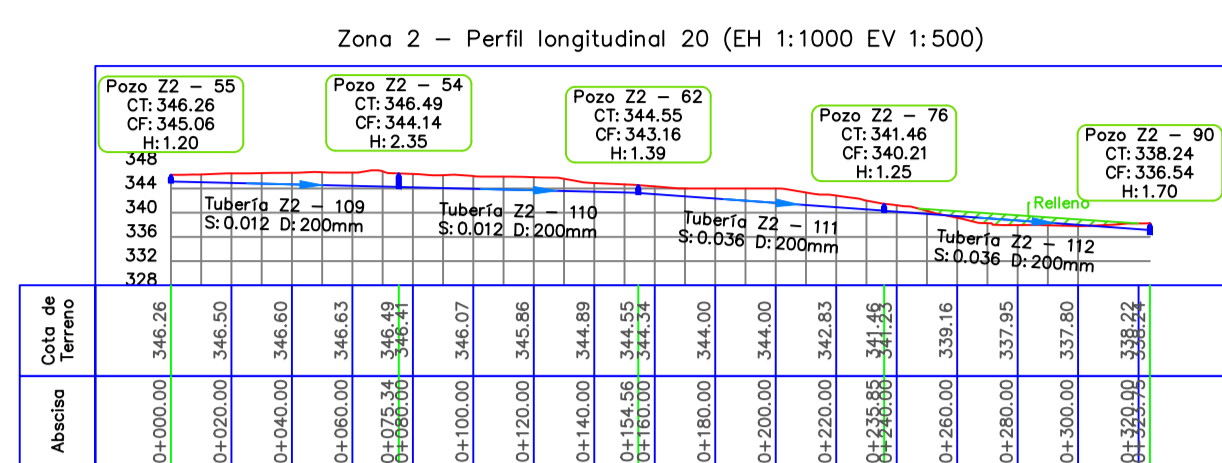


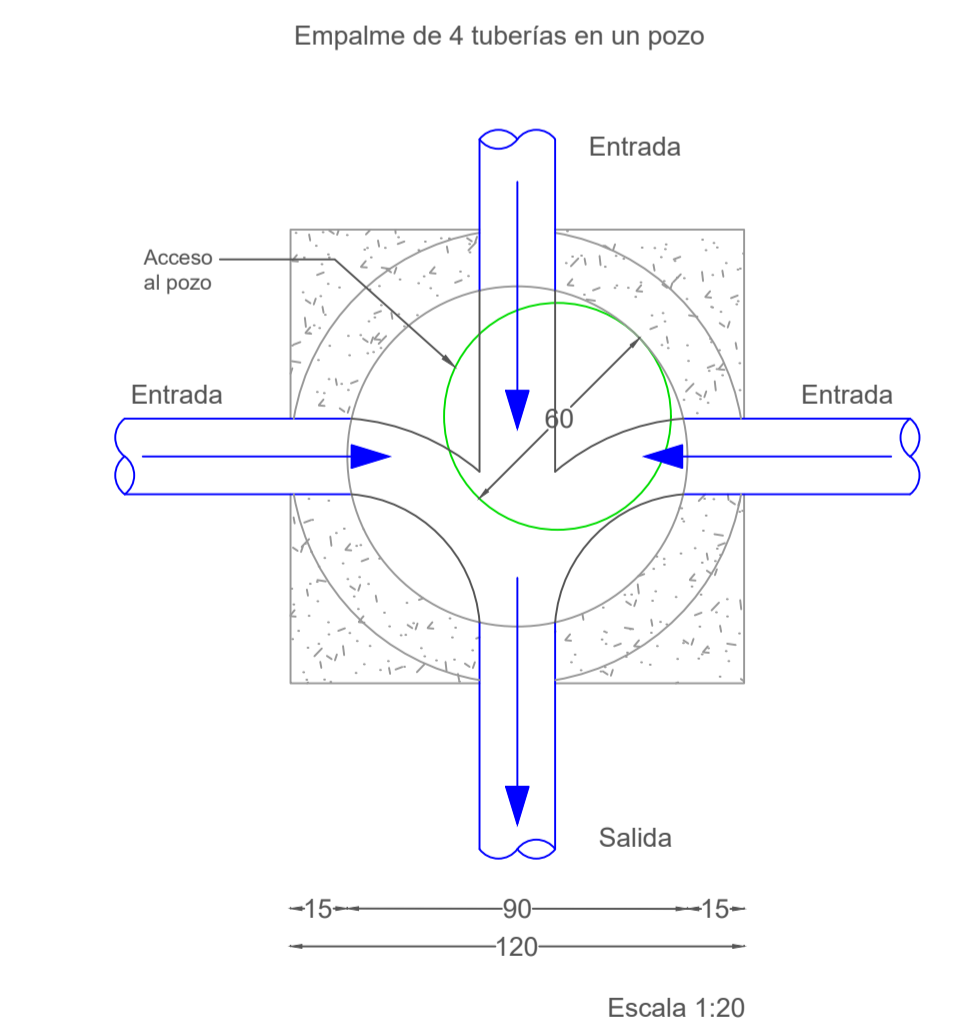
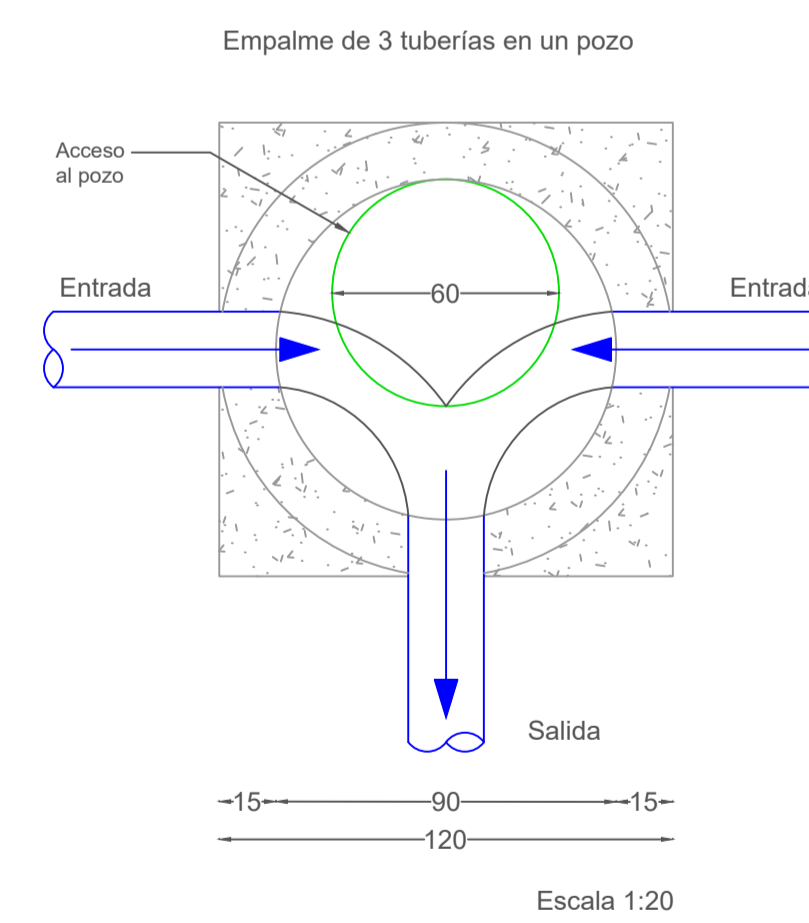
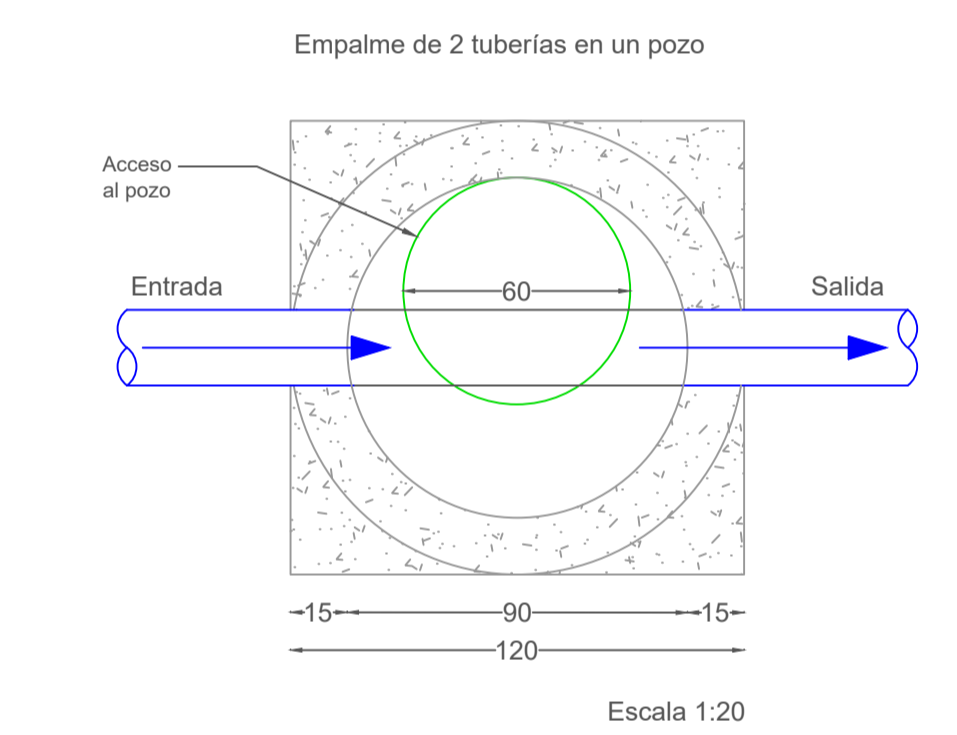
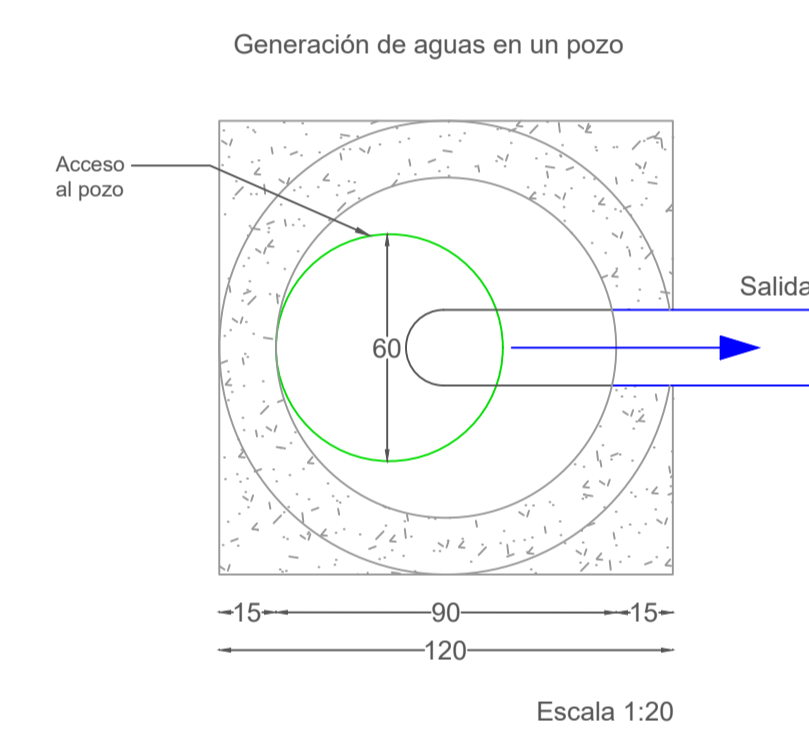
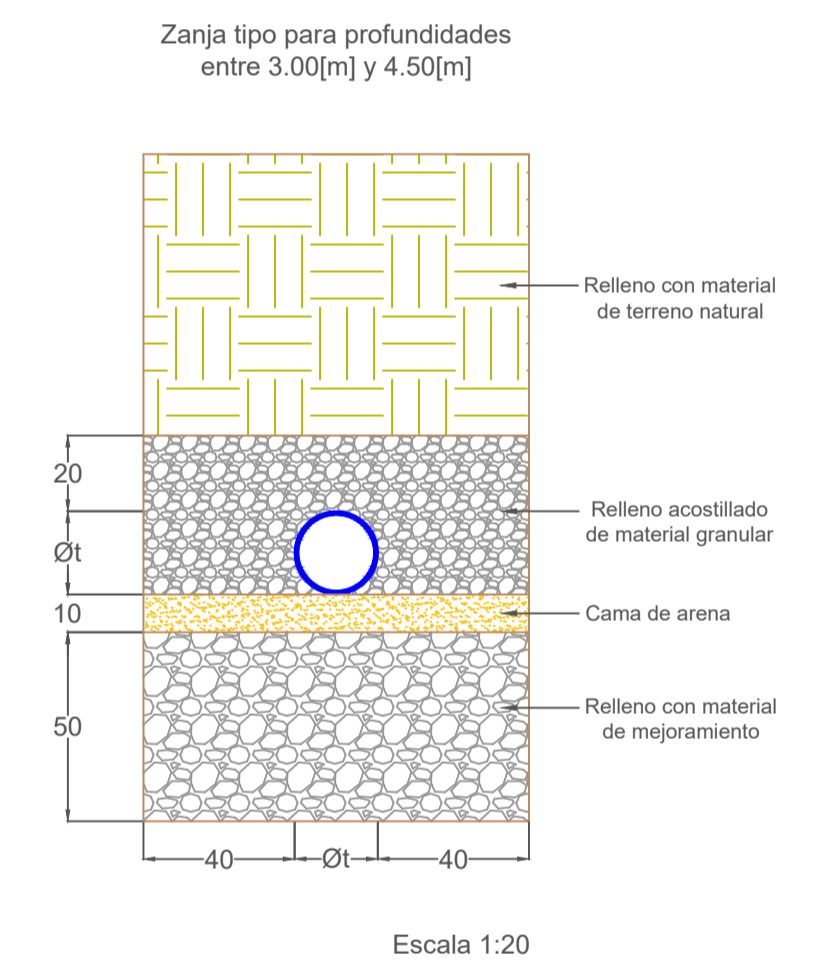
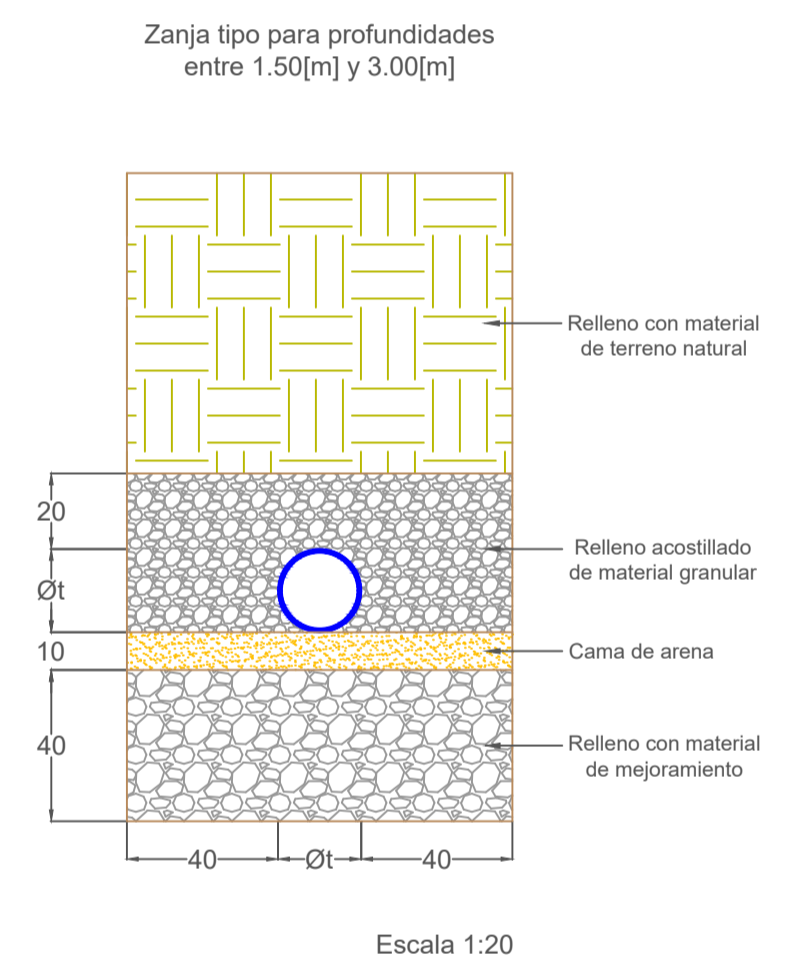
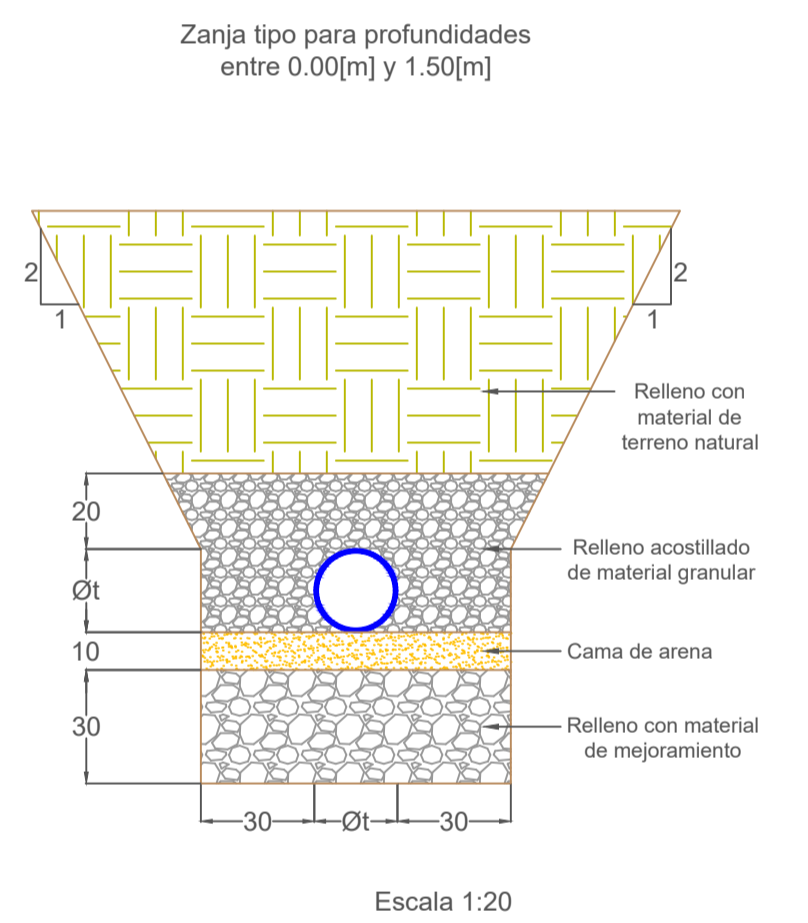
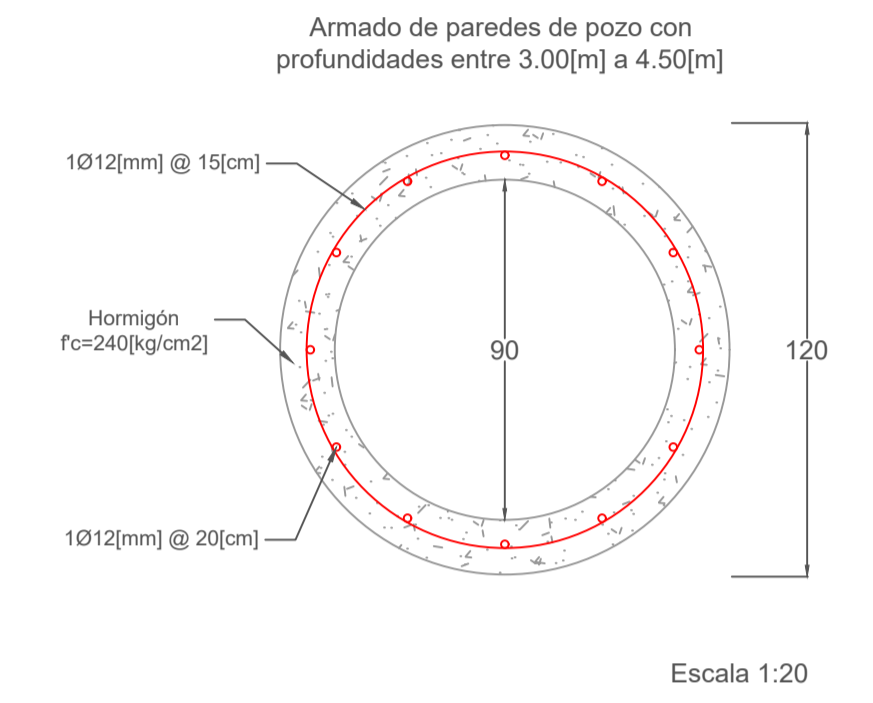
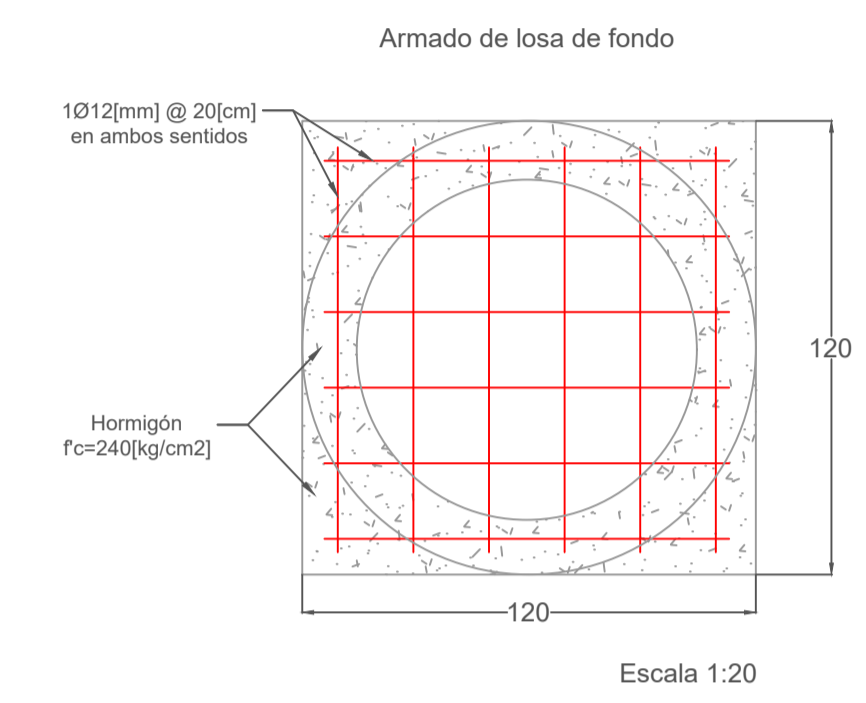
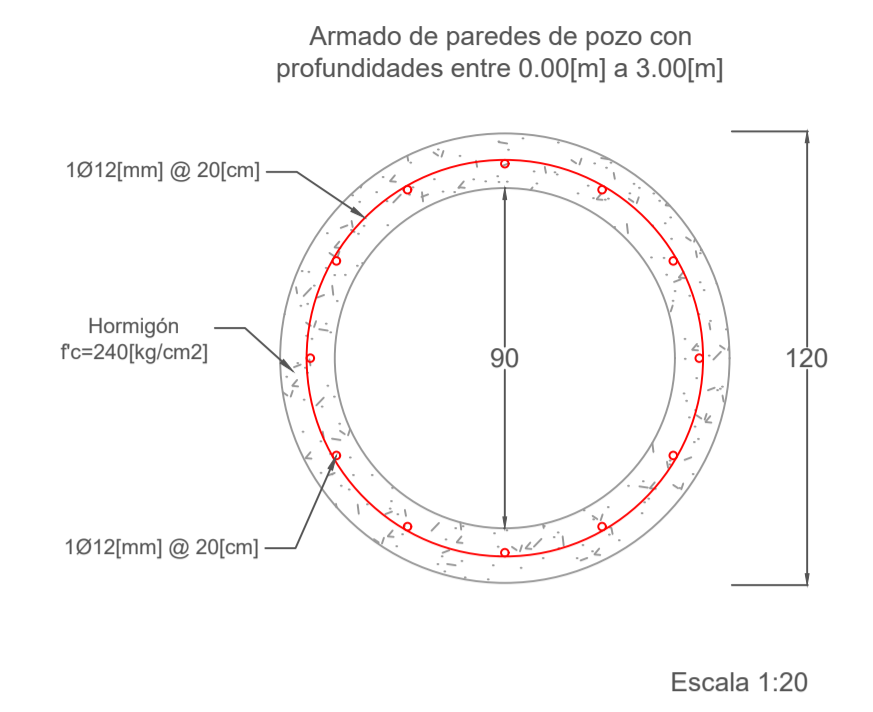
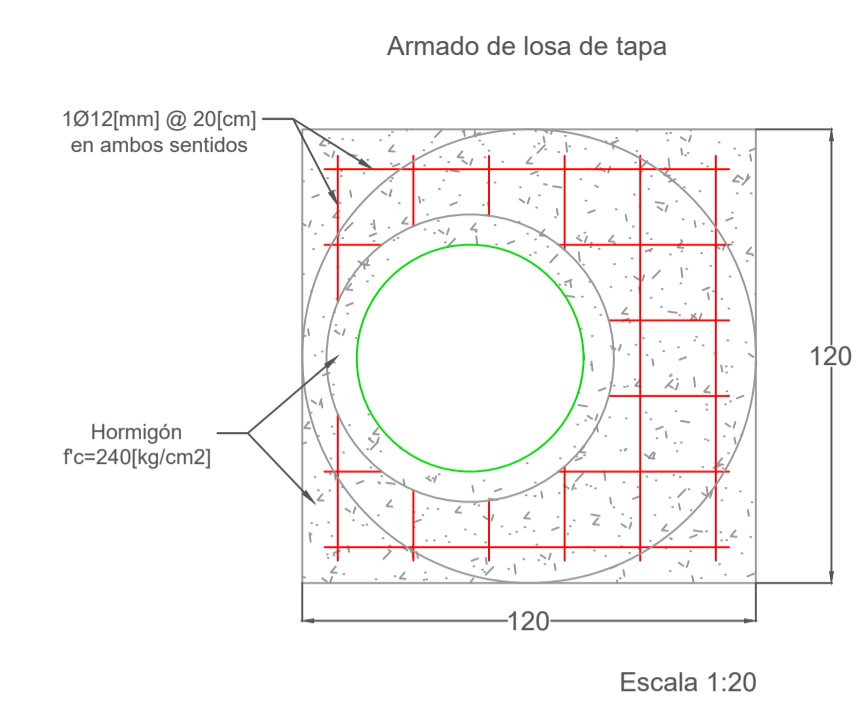
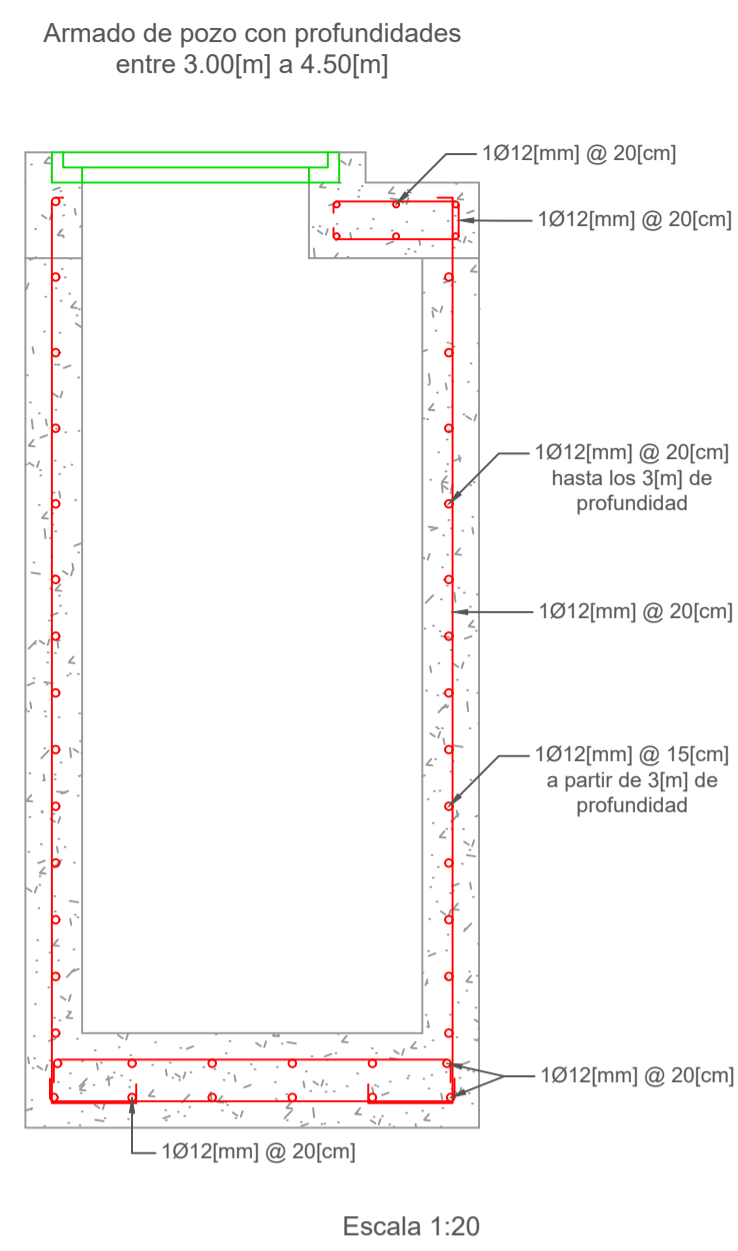
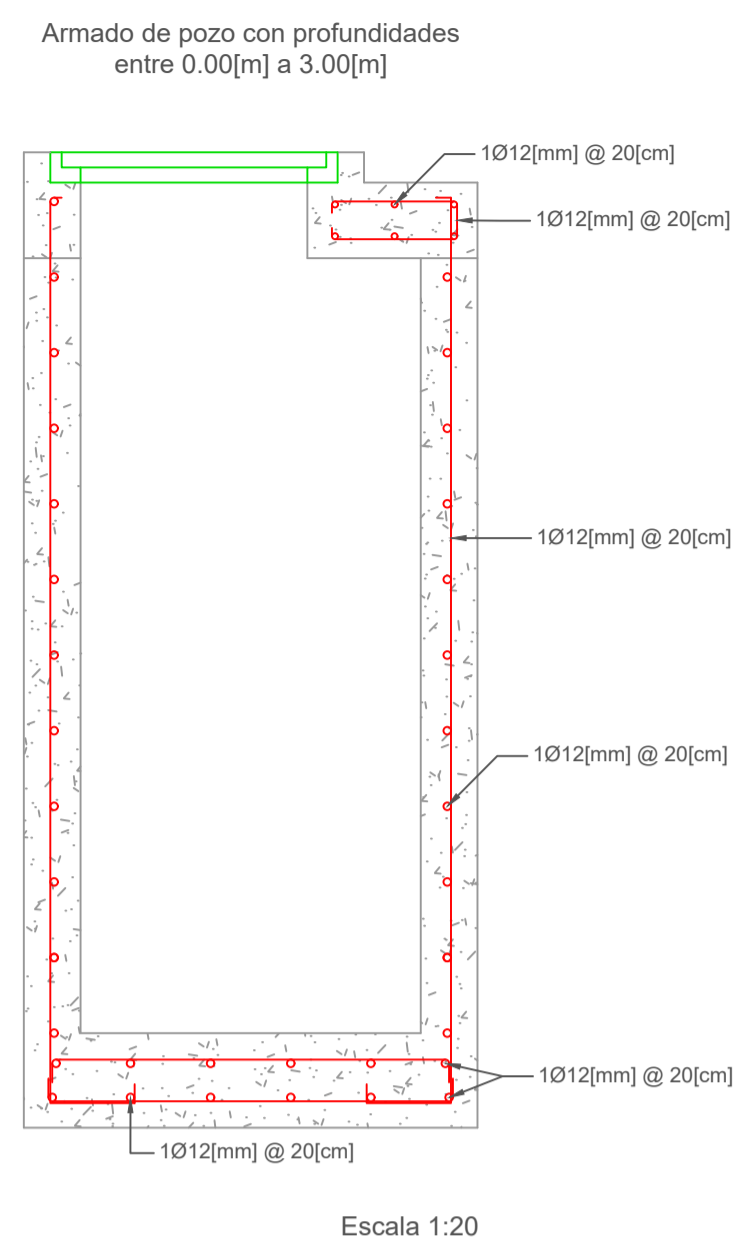
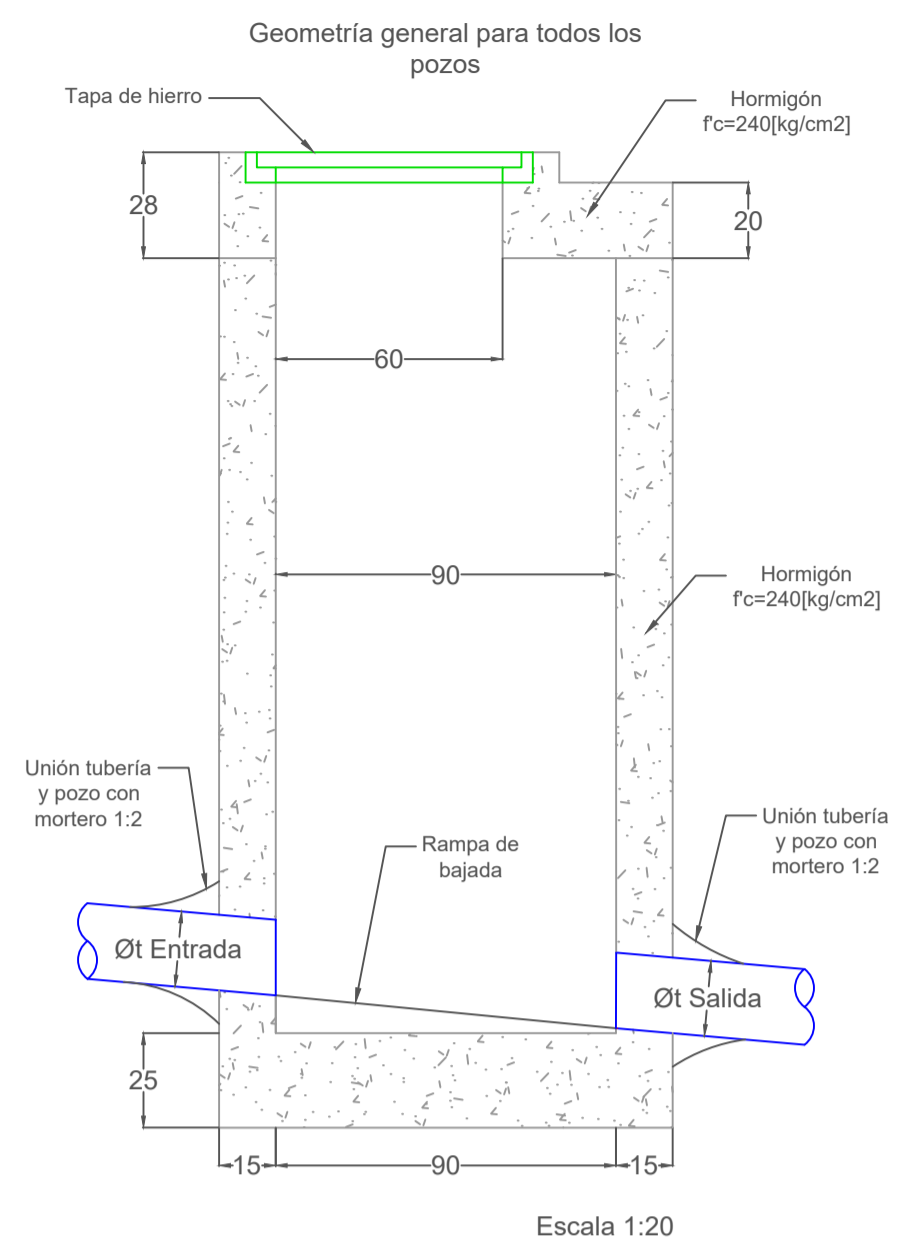
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA

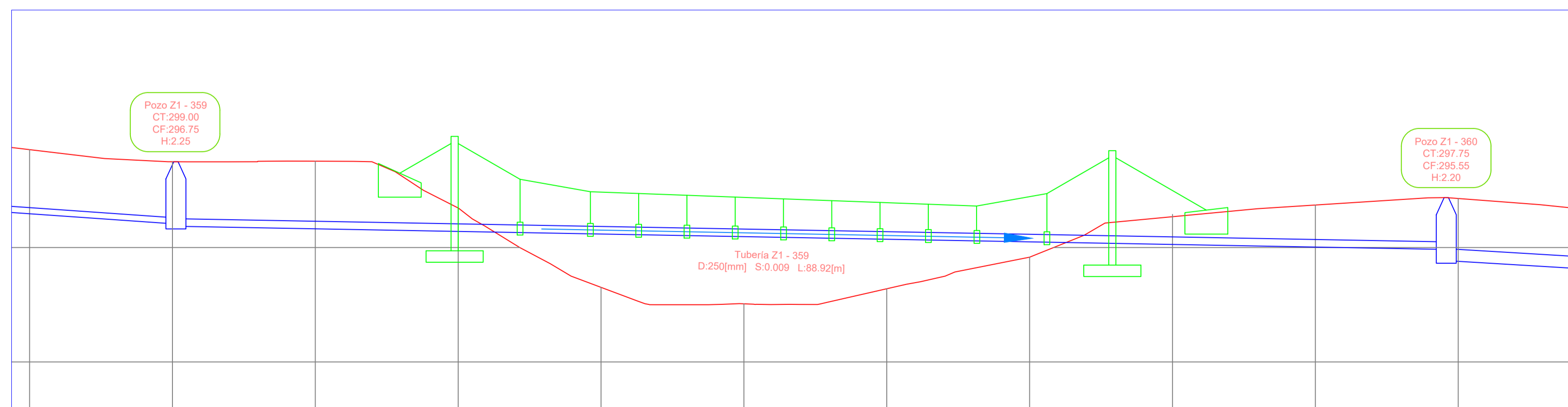
CONTENIDO:
PERFILES LONGITUDINALES DE LA ZONA 2 (1 - 19)

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Eduardo Santos - MSc. Pablo Daza	Estudiantes: - Giancarlo Bravo - Michael Cuenca	Fecha de entrega: 7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento: MSc. Fernanda Mejía			Lámina: HS 11/13
			Escala: Indicadas





Paso elevado para tuberías



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA			
CONTENIDO:			
DETALLAMIENTO DE POZOS, EMPALME, ZANJAS Y PASO ELEVADO PARA TUBERÍAS			
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimientos Específicos:	Estudiantes:	Fecha de entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Eduardo Santos	Giancarlo Bravo	7 de Septiembre, 2022
Tutor del Área de Conocimiento:	MSc. Pablo Daza	Michael Cuenca	Lámina: Escala:
MSc. Fernanda Mejía			HS 13/13 Indicadas

APÉNDICE C

Sistema a vacío

Valores de importancia para la Extensión, la Duración y la Reversibilidad

Acciones	Factores ambiental	Inerte					Biótico				Humano			
		Composición del suelo	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del suelo	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad social	Salubridad	Comodidad
Construcción	Instalación del campamento		2.5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Cercado del área de trabajo												5 2.5 1	
	Desbroce del terreno			2.5 10 5			10 10 5	2.5 10 5						
	Excavación para instalación	2.5 2.5 1	5 2.5 1		2.5 10 1				5 2.5 2.5	2.5 10 5				
	Desalojo de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Nivelación del fondo	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Colocación de tuberías		2.5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Suministro de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Vaciado del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5					
	Compactación del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5					
										7.5	7.5		7.5	

	Reposición del terreno										10 5	10 5		10 5
Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10 10 10					7.5 10 10	7.5 10 10	7.5 10 10	7.5 10 10
	Extracción de residuos inusuales					10 5 10							7.5 5 10	
	Manejo de equipos										7.5 10 10	7.5 10 5		
	Moderación de malos olores										2.5 5 10	2.5 5 10	2.5 5 10	
	Limpieza de las estructuras											2.5 5 10		
	Control de fugas										5 2.5 10	2.5 5 10		5 5 10
	Reparación de elementos	2.5 5 1	2.5 5 1						5 5 2.5		5 2.5 10			5 5 10
	Desvío de las aguas servidas											5 2.5 10		
Abandono	Rotura de pavimento		2.5 2.5 1					5 2.5 2.5		5 2.5 10			5 2.5 10	
	Excavación para retiro	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1					5 2.5 2.5	2.5 10 5					
	Retiro de la estructura	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1					5 2.5 2.5						
	Reposición del pavimento										5 5 10		5 5 10	
	Reciclaje de materiales									7.5 1 10	5 1 10			

Magnitud

Acciones	Factores ambientales	Inerte				Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad
Construcción	Instalación del campamento		-2.5						-1				
	Cercado del área de trabajo												-5
	Desbroce del terreno			-5			-5	-5					
	Excavación para instalación	-5	-5		-2.5				-1	-5			
	Desalojo de material	-2.5	-2.5						-1				
	Nivelación del fondo	-2.5	-2.5						-1				
	Colocación de tuberías		-2.5						-1				
	Suministro de material	-5	-5						-2.5				
	Vaciado del material	-2.5	-2.5						-2.5				
	Compactación del material	-2.5	-2.5						-1				
Reposición del terreno										2.5	2.5	2.5	

Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10					7.5	7.5	7.5	7.5
	Extracción de residuos inusuales					7.5							5	
	Manejo de equipos										-7.5	-5		
	Moderación de malos olores										2.5	7.5	2.5	
	Limpieza de las estructuras											2.5		
	Control de fugas										-2.5	7.5		-5
	Reparación de elementos	-2.5	-2.5						-2.5		-5			5
Abandono	Desvío de las aguas servidas											-5		
	Rotura de pavimento		-5					-2.5		-2.5				-2.5
	Excavación para retiro	-5	-5					-1	-2.5					
	Retiro de la estructura	-2.5	-2.5					-1						
	Reposición del pavimento											2.5		2.5
	Reciclaje de materiales										2.5	5		

Impacto ambiental

Acciones	Factores ambientales	Inerte				Biótico					Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad	Comodidad
Construcción	Instalación del campamento	0.0	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cercado del área de trabajo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.9
	Desbroce del terreno	0.0	0.0	-5.2	0.0	0.0	-6.5	-5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Excavación para instalación	-3.2	-3.9	0.0	-3.3	0.0	0.0	0.0	-1.9	-5.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Desalojo de material	-2.3	-2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nivelación del fondo	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Colocación de tuberías	0.0	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Suministro de material	-3.2	-3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vaciado del material	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Compactación del material	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Reposición del terreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.3	0.0	4.3
Funcionamiento	Recolección de aguas residuales	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	8.2	8.2	8.2
		0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0

	Extracción de residuos inusuales													
	Manejo de equipos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.2	-6.1	0.0	0.0
	Moderación de malos olores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	6.4	3.7	0.0
	Limpieza de las estructuras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0
	Control de fugas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.8	6.4	0.0	-5.7
	Reparación de elementos	-2.6	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.3	0.0	-5.4	0.0	0.0	5.7
Abandono	Desvío de las aguas servidas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.4	0.0	0.0
	Rotura de pavimento	0.0	-3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	-3.8	0.0	0.0	-3.8
	Excavación para retiro	-3.2	-3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Retiro de la estructura	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Reposición del pavimento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
	Reciclaje de materiales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.1	0.0	0.0

Sistema a presión

Valores de importancia para la Extensión, la Duración y la Reversibilidad

Acciones	Factores ambientales	Inerte				Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad
Construcción	Instalación del campamento		2.5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Cercado del área de trabajo												5 2.5 1
	Desbroce del terreno			2.5 10 5			10 10 5	2.5 10 5					
	Excavación para instalación	2.5 2.5 1	5 2.5 1		2.5 10 1				5 2.5 2.5	2.5 10 5			
	Desalojo de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Nivelación del fondo	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Colocación de tuberías		2.5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Suministro de material	2.5 2.5 1	5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Vaciado del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5				
	Compactación del material	2.5 2.5 1	2.5 2.5 1						5 2.5 2.5				
											7.5	7.5	

Funcionamiento	Reposición del terreno									10	10		10	
										5	5		5	
	Recolección de aguas residuales					10				7.5	7.5	7.5	7.5	
										10	10	10	10	
										10	10	10	10	
	Extracción de residuos inusuales					10							7.5	
													5	
													10	
											7.5	7.5		
										10	10			
										10	5			
Moderación de malos olores										2.5	2.5	2.5		
										5	5	5		
										10	10	10		
Limpieza de las estructuras											2.5			
											5			
											10			
Control de fugas					2.5					5	2.5		5	
					5					2.5	5		5	
					10					10	10		10	
Reparación de elementos	2.5	2.5						5		5			5	
	5	5						5		2.5			5	
	1	1						2.5		10			10	
Abandono	Desvío de las aguas servidas										5			
											2.5			
											10			
	Rotura de pavimento		2.5					5		5			5	
			2.5					2.5		2.5			2.5	
			1					2.5		10			10	
Excavación para retiro	2.5	2.5					5	2.5						
	2.5	2.5					2.5	10						
	1	1					2.5	5						
Retiro de la estructura	2.5	2.5					5							
	2.5	2.5					2.5							
	1	1					2.5							
Reposición del pavimento											5		5	
											5		5	
											10		10	
Reciclaje de materiales										7.5	5			
										1	1			
										10	10			

Magnitud

Acciones	Factores ambientales	Inerte				Biótico				Humano			
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad
Construcción	Instalación del campamento		-2.5						-1				
	Cercado del área de trabajo												-5
	Desbroce del terreno			-5			-5	-5					
	Excavación para instalación	-2.5	-2.5		-2.5				-1	-5			
	Desalojo de material	-2.5	-2.5						-1				
	Nivelación del fondo	-2.5	-2.5						-1				
	Colocación de tuberías		-2.5						-1				
	Suministro de material	-5	-5						-2.5				
	Vaciado del material	-2.5	-2.5						-2.5				
	Compactación del material	-2.5	-2.5						-1				
Reposición del terreno										2.5	2.5		2.5

Funcionamiento	Recolección de aguas residuales					10					7.5	7.5	7.5	7.5
	Extracción de residuos inusuales					7.5							5	
	Manejo de equipos										-7.5	-5		
	Moderación de malos olores										2.5	7.5	2.5	
	Limpieza de las estructuras											2.5		
	Control de fugas					-5					-2.5	7.5		-5
	Reparación de elementos	-5	-5						-2.5		-5			5
Abandono	Desvío de las aguas servidas											-5		
	Rotura de pavimento		-5					-2.5		-2.5				-2.5
	Excavación para retiro	-2.5	-2.5					-1	-2.5					
	Retiro de la estructura	-2.5	-2.5					-1						
	Reposición del pavimento											2.5		2.5
	Reciclaje de materiales										2.5	5		

Impacto ambiental

Acciones	Factores ambientales	Inerte				Biótico				Humano				
		Composición del aire	Ruido	Erosión	Riqueza del suelo	Composición del agua	Diversidad de la flora	Cobertura vegetal	Diversidad de la fauna	Habitad	Sector económico	Conformidad	Salubridad	Comodidad
Construcción	Instalación del campamento	0.0	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Cercado del área de trabajo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.9	
	Desbroce del terreno	0.0	0.0	-5.2	0.0	0.0	-6.5	-5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Excavación para instalación	-2.3	-2.8	0.0	-3.3	0.0	0.0	0.0	-1.9	-5.2	0.0	0.0	0.0	
	Desalojo de material	-2.3	-2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Nivelación del fondo	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Colocación de tuberías	0.0	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Suministro de material	-3.2	-3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Vaciado del material	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Compactación del material	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
Reposición del terreno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.3	0.0	4.3	
FU		0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	8.2	8.2	8.2

	Recolección de aguas residuales													
	Extracción de residuos inusuales	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0
	Manejo de equipos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.2	-6.1	0.0	0.0
	Moderación de malos olores	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	6.4	3.7	0.0
	Limpieza de las estructuras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0
	Control de fugas	0.0	0.0	0.0	-5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.8	6.4	0.0	-5.7
	Reparación de elementos	-3.7	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.3	0.0	-5.4	0.0	0.0	5.7
Abandono	Desvío de las aguas servidas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.4	0.0	0.0	
	Rotura de pavimento	0.0	-3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	0.0	-3.8	0.0	0.0	-3.8
	Excavación para retiro	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Retiro de la estructura	-2.3	-2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Reposición del pavimento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
	Reciclaje de materiales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.1	0.0	0.0

APÉNDICE D

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	LETRERO DE SEÑALIZACIÓN METÁLICO TIPO CABALLETE	No.	1.1		
		UNIDAD:	u		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			1.53
Soplete	1.00	0.50	0.50	2.47	1.23
Compresor para soplete	1.00	0.90	0.90	2.47	2.22
SUBTOTAL M					4.99
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	2.47	9.46
Hojalatero	1.00	3.87	3.87	2.47	9.56
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	2.47	2.12
Pintor	1.00	3.87	3.87	2.47	9.56
SUBTOTAL N					30.69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Rótulo metálico 1.20x0.70/0.50m tipo caballete	u	1.00	100.00	100.00	
SUBTOTAL O					100.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				135.68
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)				27.14
	COSTO TOTAL				162.81
	VALOR OFERTADO				162.90

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SEÑALES DE TRABAJO Y SEÑALES DE DESVÍOS			No.	1.2
				UNIDAD:	u
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.43
Soldadora	1.00	1.00	1.00	0.72	1.00
SUBTOTAL M					1.43
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	1.00	3.83
Albañil	1.00	3.83	3.83	1.00	3.83
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	1.00	0.86
SUBTOTAL N					8.52
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Señalización de seguridad tipo pedestal 0.60x0.60m	u	1	90.00	90.00	
SUBTOTAL O					90.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				99.94
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				19.99
	COSTO TOTAL				119.93
	VALOR OFERTADO				120.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA DE SEGURIDAD	No.		1.3	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.08
SUBTOTAL M					0.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.20	0.77
Albañil	1.00	3.83	3.83	0.20	0.77
SUBTOTAL N					1.53
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Malla de seguridad (seg. especific.)	m	1	2.07	2.07	
SUBTOTAL O					2.07
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					3.68
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					0.74
COSTO TOTAL					4.41
VALOR OFERTADO					4.50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	PASO PEATONAL	No.		1.4	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.46
SUBTOTAL M					0.46
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.20	0.77
Ayudante de carpintero	1.00	3.83	3.83	1.00	3.83
Carpintero	1.00	3.87	3.87	1.00	3.87
Albañil	1.00	3.83	3.83	0.20	0.77
SUBTOTAL N					9.23
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Clavos de 2" a 4"	Kg	0.74	2.50	1.85	
Viga de madera 14 x 16 cm	m	2.00	1.50	3.00	
Pingos	m	7.79	0.50	3.89	
Tablones de eucalipto (según especificación)	u	1.67	4.49	7.48	
Malla exagonal 5/8"	m2	1.00	1.90	1.90	
SUBTOTAL O					18.13
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					27.82
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					5.56
COSTO TOTAL					33.39
VALOR OFERTADO					33.40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	No.	2.1	UNIDAD:	ha
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			2.1094
Tractor 85 HP	1.00	40.00	40.00	4.00	160
Motosierra 1,8 KW	0.25	2.50	0.63	4.00	2.50
SUBTOTAL M					164.61
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.25	4.29	1.07	4.00	4.29
Operador de tractor de carriles o ruellos	1.00	4.29	4.29	4.00	17.16
Engrasador	0.10	3.87	0.39	4.00	1.55
Operador de equipo liviano	0.25	3.87	0.97	4.00	3.87
Peón	1.00	3.83	3.83	4.00	15.32
SUBTOTAL N					42.19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				206.80
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				41.36
	COSTO TOTAL				248.16
	VALOR OFERTADO				248.20

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	TRAZADO Y REPLANTEO DE LA RED	No. 2.2			
		UNIDAD:	m		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.01
Equipo topográfico	1.00	2.50	2.50	0.02	0.05
SUBTOTAL M					0.06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Cadenero	2.00	3.87	7.74	0.02	0.15
Maestro mayor en ejecución de obra	0.25	4.29	1.07	0.02	0.02
Topógrafo	1.00	4.29	4.29	0.02	0.09
SUBTOTAL N					0.26
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cuartón para encofrado 300x5x5cm	u	0.09	4.00	0.35	
Tiras para encofrado 300x5x2cm	u	0.06	2.00	0.11	
Clavos para madera de 2" a 4"	kg	0.00	2.00	0.01	
Cal	lb	0.05	0.35	0.02	
Pintura esmalte	gln	0.00	14.00	0.03	
Piola de nylon	rollo	0.02	1.50	0.03	
SUBTOTAL O					0.55
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.88
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					0.18
COSTO TOTAL					1.05
VALOR OFERTADO					1.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	ROTURA DE PAVIMENTO ASFALTICO	No.		3.1	
		UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.18
Cortadora de pavimento	1.00	10.00	10.00	0.23	2.30
SUBTOTAL M					2.48
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.10	4.29	0.43	0.23	0.10
Operador de equipo liviano	1.00	3.87	3.87	0.23	0.89
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.23	0.89
Peón	2.00	3.83	7.66	0.23	1.76
SUBTOTAL N					3.64
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				6.12
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				1.22
	COSTO TOTAL				7.35
	VALOR OFERTADO				7.40

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	REPOSICIÓN DE CALZADA CON ASFALTO, E= 5CM	No.		3.2	
		UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.03
Planta de asfalto	0.25	200.00	50.00	0.01	0.63
Cargadora frontal	0.25	30.00	7.50	0.01	0.09
Rodillo liso vibratorio 10 Ton	0.50	45.00	22.50	0.01	0.28
Rodillo neumático	0.50	35.00	17.50	0.01	0.22
Terminadora de asfalto	1.00	50.00	50.00	0.01	0.63
SUBTOTAL M					1.87
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.10	4.29	0.43	0.01	0.01
Operador responsable de la planta as	0.25	4.09	1.02	0.01	0.01
Operador de cargadora frontal (paylo	0.25	4.29	1.07	0.01	0.01
Operador de rodillo autopropulsado	1.00	4.09	4.09	0.01	0.05
Operador de acabadora de pavimento	1.00	4.09	4.09	0.01	0.05
Engrasador	0.25	3.87	0.97	0.01	0.01
Peón	8.00	3.83	30.64	0.01	0.38
SUBTOTAL N					0.53
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Mezcla asfáltica para capa de rodadura, incluye trans	m3	0.07	20.00	1.36	
Asfalto AC-20	gln	2.40	1.20	2.88	
Diesel	gln	0.46	1.50	0.69	
Aditivo para carpetas asfálticas	gln	0.02	10.00	0.20	
SUBTOTAL O					5.13
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				7.53
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				1.51
	COSTO TOTAL				9.03
	VALOR OFERTADO				9.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	EXCAVACIÓN A MÁQUINA, PROFUNDIDAD DE 0 A 1.5M	No.		4.1	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.05
Retroexcavadora 95 hp	1.00	28.00	28.00	0.08	2.24
SUBTOTAL M					2.29
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.08	0.07
Operador de retroexcavadora	1.00	4.29	4.29	0.08	0.34
Engrasador	1.00	3.87	3.87	0.08	0.31
Peón	1.00	3.83	3.83	0.08	0.31
SUBTOTAL N					1.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				3.32
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				0.66
	COSTO TOTAL				3.98
	VALOR OFERTADO				4.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	EXCAVACIÓN A MÁQUINA, PROFUNDIDAD DE 1.5 A 3M	No. 4.2			
		UNIDAD: m3			
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.10
Retroexcavadora 95 hp	1.00	28.00	28.00	0.16	4.48
SUBTOTAL M					4.58
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.16	0.14
Operador de retroexcavadora	1.00	4.29	4.29	0.16	0.69
Engrasador	1.00	3.87	3.87	0.16	0.62
Peón	1.00	3.83	3.83	0.16	0.61
SUBTOTAL N					2.06
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					6.64
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					1.33
COSTO TOTAL					7.97
VALOR OFERTADO					8.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	EXCAVACIÓN A MÁQUINA, PROFUNDIDAD DE 3 A 4.5M	No.		4.3	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.16
Retroexcavadora 95 hp	1.00	28.00	28.00	0.25	7.00
SUBTOTAL M					7.16
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.25	0.21
Operador de retroexcavadora	1.00	4.29	4.29	0.25	1.07
Engrasador	1.00	3.87	3.87	0.25	0.97
Peón	1.00	3.83	3.83	0.25	0.96
SUBTOTAL N					3.21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				10.37
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				2.07
	COSTO TOTAL				12.45
	VALOR OFERTADO				12.50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	ENTIBADO METÁLICO TIPO CAJÓN PARA EXCAVACIONES MAYORES A 1.5M	No.		4.4	
		UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.11
Excavadora de oruga 140 Hp	1.00	45.00	45.00	0.10	4.50
Cajón metálico; L=6m; h=3m; b=1.4m	1.00	50.00	50.00	0.10	5.00
SUBTOTAL M					9.61
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	1.00	4.29	4.29	0.10	0.43
Operador de excavadora	1.00	4.29	4.29	0.10	0.43
Engrasador	0.25	3.87	0.97	0.10	0.10
Peón	3.00	3.83	11.49	0.10	1.15
SUBTOTAL N					2.10
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				11.71
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				2.34
	COSTO TOTAL				14.05
	VALOR OFERTADO				14.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	No.		4.5	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.05
Vibroapisonador 3Hp	1.00	4.00	4.00	0.08	0.31
SUBTOTAL M					0.36
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.08	0.07
Operador de equipo liviano	1.00	3.87	3.87	0.08	0.30
Peón	2.00	3.83	7.66	0.08	0.59
SUBTOTAL N					0.95
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1.31
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				0.26
	COSTO TOTAL				1.57
	VALOR OFERTADO				1.60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	RELLENO DE MEJORAMIENTO	No.		4.6	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.15
Plancha vibroapisonadora	1	6.26	6.26	0.60	3.76
SUBTOTAL M					3.91
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Albañil	0.30	3.87	1.16	0.60	0.70
Peón	1.00	3.83	3.83	0.60	2.30
SUBTOTAL N					2.99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cascajo grueso	m3	1.25	7.50	9.38	
SUBTOTAL O					9.38
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				16.28
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				3.26
	COSTO TOTAL				19.53
	VALOR OFERTADO				19.60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	RELLENO CAMA DE ARENA	No.		4.7	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.15
Plancha vibroapisonadora	1	6.26	6.26	0.60	3.76
SUBTOTAL M					3.91
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Albañil	0.30	3.87	1.16	0.60	0.70
Peón	1.00	3.83	3.83	0.60	2.30
SUBTOTAL N					2.99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Arena	m3	1.05	13.50	14.18	
SUBTOTAL O					14.18
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				21.08
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				4.22
	COSTO TOTAL				25.29
	VALOR OFERTADO				25.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	RELLENO ACOSTILLADO CON MATERIAL GRANULAR	No.		4.8	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.15
Plancha vibroapisonadora	1	6.26	6.26	0.60	3.76
SUBTOTAL M					3.91
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Albañil	0.30	3.87	1.16	0.60	0.70
Peón	1.00	3.83	3.83	0.60	2.30
SUBTOTAL N					2.99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Ripio	m3	1.20	18.00	21.60	
SUBTOTAL O					21.60
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				28.50
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				5.70
	COSTO TOTAL				34.20
	VALOR OFERTADO				34.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	REPOSICIÓN DE LASTRE	No.		4.9	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.06
Retroexcavadora 95 hp	0.25	28.00	7.00	0.08	0.57
Compactador manual	1.00	4.00	4.00	0.08	0.33
SUBTOTAL M					0.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obra	0.25	4.29	1.07	0.08	0.09
Operador de retroexcavadora	0.25	4.29	1.07	0.08	0.09
Engrasador	0.10	3.87	0.39	0.08	0.03
Operador de equipo liviano	1.00	3.87	3.87	0.08	0.32
Peón	2.00	3.83	7.66	0.08	0.63
SUBTOTAL N					1.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Material de mejoramiento lastre < 2", incluye transp	m3	1.25	11.00	13.75	
Agua	m3	0.10	2.00	0.20	
SUBTOTAL O					13.95
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				16.05
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				3.21
	COSTO TOTAL				19.26
	VALOR OFERTADO				19.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CINTAS	No.		4.1	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.00
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	0.30	3.83	1.15	0.03	0.04
SUBTOTAL N					0.04
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cinta peligro 200m roja	u	0.01	9.00	0.05	
SUBTOTAL O					0.05
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				0.09
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				0.02
	COSTO TOTAL				0.11
	VALOR OFERTADO				0.20

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO	No.		4.11	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.15
Volqueta 20 Ton	1.00	20.00	20.00	0.20	4.00
Cargadora frontal	1.00	19.14	19.14	0.20	3.83
SUBTOTAL M					7.97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
CHOFER: Volquetas	1.00	5.62	5.62	0.20	1.12
Operador de excavadora	1.00	4.29	4.29	0.20	0.86
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.20	0.17
Engrasador	1.00	3.87	3.87	0.20	0.77
SUBTOTAL N					2.93
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				10.90
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				2.18
	COSTO TOTAL				13.08
	VALOR OFERTADO				13.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	POZO DE REVISIÓN DE HORMIGÓN ARMADO DE 0 A 1.5M, INCLUYE TAPA DE HORMIGÓN ARMADO.	No.	5.1		
		UNIDAD:	u		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			3.73
Excavadora de oruga 140 Hp	0.10	45.00	4.50	4.59	20.64
SUBTOTAL M					24.37
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obras	0.10	4.29	0.43	4.59	1.97
Albañil	1.00	3.87	3.87	4.59	17.75
Operador de excavadora	0.10	4.29	0.43	4.59	1.97
Carpintero	1.00	3.87	3.87	4.59	17.75
Peón	2.00	3.83	7.66	4.59	35.13
SUBTOTAL N					74.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cemento portland 1 (50kg)	kg	90.00	0.17	15.30	
Grava triturada 3/4" para hormigones, incluye transp	m3	0.38	25.00	9.38	
Arena para hormigones, incluye transporte	m3	0.17	20.00	3.30	
Agua	m3	0.11	2.00	0.21	
Media duela eucalipto machimbrada 5cmx2.40m	u	4.50	2.00	9.00	
Aceite quemado	gln	0.15	20.00	3.00	
Piedra bola Ø=20cm máximo	m3	0.15	23.00	3.45	
Tapas de pozo HF	u	0.50	80.00	39.60	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.29	0.90	0.26	
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	15.75	0.81	12.76	
SUBTOTAL O					96.25
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				195.18
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				39.04
	COSTO TOTAL				234.21
	VALOR OFERTADO				234.30

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	POZO DE REVISIÓN DE HORMIGÓN ARMADO DE 1.5 A 3M, INCLUYE TAPA DE HORMIGÓN ARMADO.	No.		5.2	
		UNIDAD:		u	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			1.06
Excavadora de oruga 140 Hp	0.1	45	4.5	1.30	5.85
SUBTOTAL M					6.90
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obras	0.10	4.29	0.43	1.30	0.56
Albañil	1.00	3.87	3.87	1.30	5.03
Operador de excavadora	0.10	4.29	0.43	1.30	0.56
Carpintero	1.00	3.87	3.87	1.30	5.03
Peón	2.00	3.83	7.66	1.30	9.95
SUBTOTAL N					21.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cemento portland 1 (50kg)	kg	180.00	0.17	30.60	
Grava triturada 3/4" para hormigones, incluye transp	m3	0.75	25.00	18.75	
Arena para hormigones, incluye transporte	m3	0.33	20.00	6.60	
Agua	m3	0.21	2.00	0.42	
Media duela eucalipto machimbrada 5cmx2.40m	u	9.00	2.00	18.00	
Aceite quemado	gln	0.30	20.00	6.00	
Piedra bola Ø=20cm máximo	m3	0.30	23.00	6.90	
Tapas de pozo HF	u	0.99	80.00	79.20	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.57	0.90	0.51	
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	31.50	0.81	25.52	
SUBTOTAL O					192.50
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				220.52
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				44.10
	COSTO TOTAL				264.62
	VALOR OFERTADO				264.70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	POZO DE REVISIÓN DE HORMIGÓN ARMADO DE 3 A 4.5M, INCLUYE TAPA DE HORMIGÓN ARMADO.	No. 5.3			
		UNIDAD:	u		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.62
Excavadora de oruga 140 Hp	0.10	45.00	4.50	0.77	3.45
SUBTOTAL M					4.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Maestro mayor en ejecución de obras	0.10	4.29	0.43	0.77	0.33
Albañil	1.00	3.87	3.87	0.77	2.97
Operador de excavadora	0.10	4.29	0.43	0.77	0.33
Carpintero	1.00	3.87	3.87	0.77	2.97
Peón	2.00	3.83	7.66	0.77	5.87
SUBTOTAL N					12.47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Cemento portland 1 (50kg)	kg	270.00	0.17	45.90	
Grava triturada 3/4" para hormigones, incluye transp	m3	1.13	25.00	28.13	
Arena para hormigones, incluye transporte	m3	0.50	20.00	9.90	
Agua	m3	0.32	2.00	0.63	
Media duela eucalipto machimbrada 5cmx2.40m	u	13.50	2.00	27.00	
Aceite quemado	gln	0.45	20.00	9.00	
Piedra bola Ø=20cm máximo	m3	0.45	23.00	10.35	
Tapas de pozo HF	u	1.49	80.00	118.80	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.86	0.90	0.77	
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	47.25	0.81	38.27	
SUBTOTAL O					288.75
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				305.29
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				61.06
	COSTO TOTAL				366.35
	VALOR OFERTADO				366.40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA 200MM			No.	5.4
				UNIDAD:	m
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.06	0.23
Plomero	1.00	3.87	3.87	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Tuberia de pvc d=200 mm	m	1.00	17.50	17.50	
Anillo de caucho	u	1.00	6.30	6.30	
SUBTOTAL O					23.80
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				24.29
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				4.86
	COSTO TOTAL				29.14
	VALOR OFERTADO				29.20

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA 250MM	No.		5.5	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.06	0.23
Plomero	1.00	3.87	3.87	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Tuberia de pvc d=250 mm	m	1.00	21.66	21.66	
Anillo de caucho	u	1.00	10.05	10.05	
SUBTOTAL O					31.71
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				32.20
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				6.44
	COSTO TOTAL				38.63
	VALOR OFERTADO				38.70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA 300MM	No.		5.6	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.06	0.23
Plomero	1.00	3.87	3.87	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Tuberia de pvc d=300 mm	m	1.00	31.95	31.95	
Anillo de caucho	u	1.00	20.11	20.11	
SUBTOTAL O					52.06
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				52.55
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				10.51
	COSTO TOTAL				63.05
	VALOR OFERTADO				63.10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA 400MM	No.		5.7	
		UNIDAD:		m	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	1.00	3.83	3.83	0.06	0.23
Plomero	1.00	3.87	3.87	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Tuberia de pvc d=400 mm	m	1.00	52.70	52.70	
Anillo de caucho	u	1.00	33.94	33.94	
SUBTOTAL O					86.64
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				87.13
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				17.43
	COSTO TOTAL				104.55
	VALOR OFERTADO				104.60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	No.		6.1	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.01
Tanquero para provisión de agua 10 T	1.00	25.00	25.00	0.01	0.31
SUBTOTAL M					0.31
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
CHOFER: Tanqueros	1.00	5.62	5.62	0.01	0.07
Peón	1.00	3.83	3.83	0.01	0.05
SUBTOTAL N					0.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Agua	m3	1.00	2.00	2.00	
SUBTOTAL O					2.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				2.43
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				0.49
	COSTO TOTAL				2.91
	VALOR OFERTADO				3.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL	No.		6.2	
		UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.96
SUBTOTAL M					0.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	5.00	3.83	19.15	1.00	19.15
SUBTOTAL N					19.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Especies arbustivas (según especificación)	u	1.25	0.01	0.01	
SUBTOTAL O					0.01
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					20.12
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					4.02
COSTO TOTAL					24.14
VALOR OFERTADO					24.20

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	REPLANTACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS	No.		6.3	
		UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.96
SUBTOTAL M					0.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	5.00	3.83	19.15	1.00	19.15
SUBTOTAL N					19.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Especies arboreas (según especificación)	u	1.25	0.06	0.08	
SUBTOTAL O					0.08
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					20.18
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					4.04
COSTO TOTAL					24.22
VALOR OFERTADO					24.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	BARRERA ACÚSTICA	No.		6.4	
		UNIDAD:		u	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.11
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Peón	2.00	3.83	7.66	0.30	2.30
SUBTOTAL N					2.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
Manta acustica 1.25x2.50	u	1	240	240.00	
SUBTOTAL O					240.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				242.41
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				48.48
	COSTO TOTAL				290.90
	VALOR OFERTADO				290.90

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS HACIA LAS PLANTAS DEPURADORAS DEL CANTÓN CALUMA					
RUBRO:	GESTIÓN DE ESCOMBROS	No.		6.5	
		UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
Herramientas menores (5% M.O.)		0.05			0.15
Volqueta 20 Ton	1.00	20.00	20.00	0.20	4.00
Cargadora frontal	1.00	19.14	19.14	0.20	3.83
SUBTOTAL M					7.97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C=AxB	Rendimiento R	Costo D=CxR
CHOFER: Volquetas	1.00	5.62	5.62	0.20	1.12
Operador de excavadora	1.00	4.29	4.29	0.20	0.86
Maestro mayor en ejecución de obra	0.20	4.29	0.86	0.20	0.17
Engrasador	1.00	3.87	3.87	0.20	0.77
SUBTOTAL N					2.93
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
	COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				10.90
	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				2.18
	COSTO TOTAL				13.08
	VALOR OFERTADO				13.10

APÉNDICE E

Zona 1

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	APU	Total
1	Seguridad de obra				
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	u	2.00	162.90	325.80
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	u	4.00	120.00	480.00
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	m	300.00	4.50	1350.00
1.4	Paso peatonal	m	26.40	33.40	881.76
2	Obras preliminares				
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	ha	6.44	248.20	1598.45
2.2	Trazado y replanteo de la red	m	24769.81	1.10	27246.79
3	Pavimento asfáltico				
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	m2	7525.56	6.12	46076.77
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	m2	7525.56	7.53	56660.61
4	Movimientos de tierra				
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	m3	406.41	4.00	1625.63
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	m3	21876.43	8.00	175011.47
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	m3	31221.60	12.50	390270.01
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	m2	300.00	14.10	4230.00
4.5	Nivelación de fondo de zanja	m	24769.81	1.60	39631.70
4.6	Relleno de mejoramiento	m3	53504.44	19.60	1048687.04
4.7	Relleno cama de arena	m3	2499.65	25.30	63241.09
4.8	Relleno acostillado con material granular	m3	138.76	34.30	4759.40
4.9	Reposición de lastre	m3	39821.74	19.30	768559.68
4.10	Suministro e instalación de cintas	m	24769.81	0.20	4953.96
4.11	Desalojo de material excavado	m3	53504.44	13.10	700908.18
5	Sistema de alcantarillado				
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	44.00	234.21	10305.26
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	u	234.00	264.62	61921.86
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	84.00	366.35	30773.14
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	m	23054.45	29.20	673190.00
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	m	68.61	38.70	2655.38
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	m	137.23	63.10	8659.14
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	m	1509.52	104.60	157895.55
6	Gestión ambiental				
6.1	Agua para control de polvo	m3	25.27	3.00	75.80
6.2	Reposición de cobertura vegetal	m2	389.13	24.20	9416.95
6.3	Replantación de especies arbóreas	m2	381.50	24.30	9270.45
6.4	Barrera acústica	u	240.00	290.90	69816.00
6.5	Gestión de escombros	m3	317.68	13.10	4161.64
	Gasto por seguridad industrial				43746.39
	Valor total del proyecto				4418385.89

Zona 2

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	APU	Total
1	Seguridad de obra				
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	u	2.00	162.90	325.80
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	u	4.00	120.00	480.00
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	m	300.00	4.50	1350.00
1.4	Paso peatonal	m	26.40	33.40	881.76
2	Obras preliminares				
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	ha	2.99	248.20	742.37
2.2	Trazado y replanteo de la red	m	11503.96	1.10	12654.35
3	Pavimento asfáltico				
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	m2	723.18	6.12	4427.82
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	m2	723.18	7.53	5444.89
4	Movimientos de tierra				
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	m3	79.30	4.00	317.18
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	m3	13186.18	8.00	105489.42
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	m3	8406.05	12.50	105075.60
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	m2	300.00	14.10	4230.00
4.5	Nivelación de fondo de zanja	m	11503.96	1.60	18406.33
4.6	Relleno de mejoramiento	m3	21671.52	19.60	424761.83
4.7	Relleno cama de arena	m3	1161.35	25.30	29382.06
4.8	Relleno acostillado con material granular	m3	63.14	34.30	2165.81
4.9	Reposición de lastre	m3	15438.40	19.30	297961.10
4.10	Suministro e instalación de cintas	m	11503.96	0.20	2300.79
4.11	Desalojo de material excavado	m3	21671.52	13.10	283896.94
5	Sistema de alcantarillado				
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	234.21	0.00
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	264.62	0.00
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	366.35	0.00
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	m	11503.96	29.20	335915.54
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	m	0.00	38.70	0.00
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	m	0.00	63.10	0.00
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	m	0.00	104.60	0.00
6	Gestión ambiental				
6.1	Agua para control de polvo	m3	11.73	3.00	35.20
6.2	Reposición de cobertura vegetal	m2	1917.26	24.20	46397.77
6.3	Replantación de especies arbóreas	m2	1879.67	24.30	45675.98
6.4	Barrera acústica	u	240.00	290.90	69816.00
6.5	Gestión de escombros	m3	91.43	13.10	1197.72
	Gasto por seguridad industrial				17993.32
	Valor total del proyecto				1817325.60

Zona 3

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	APU	Total
1	Seguridad de obra				
1.1	Letrero de señalización metálico tipo caballete	u	2.00	162.90	325.80
1.2	Señales de trabajo y señales de desvíos	u	4.00	120.00	480.00
1.3	Suministro e instalación de malla de seguridad	m	300.00	4.50	1350.00
1.4	Paso peatonal	m	26.40	33.40	881.76
2	Obras preliminares				
2.1	Limpieza y desbroce del terreno	ha	0.51	248.20	125.83
2.2	Trazado y replanteo de la red	m	1949.82	1.10	2144.80
3	Pavimento asfáltico				
3.1	Rotura de pavimento asfáltico	m2	457.98	7.40	3389.05
3.2	Reposición de calzada con asfalto, e= 5cm	m2	457.98	9.10	4167.62
4	Movimientos de tierra				
4.1	Excavación a máquina, profundidad de 0 a 1.5m	m3	49.18	4.00	196.73
4.2	Excavación a máquina, profundidad de 1.5 a 3m	m3	1801.18	8.00	14409.40
4.3	Excavación a máquina, profundidad de 3 a 4.5m	m3	1799.20	12.50	22489.98
4.4	Entibado metálico tipo cajón para excavaciones mayores a 1.5m	m2	300.00	14.10	4230.00
4.5	Nivelación de fondo de zanja	m	1949.82	1.60	3119.71
4.6	Relleno de mejoramiento	m3	3649.56	19.60	71531.32
4.7	Relleno cama de arena	m3	193.98	25.30	4907.63
4.8	Relleno acostillado con material granular	m3	9.47	34.30	324.82
4.9	Reposición de lastre	m3	2612.06	19.30	50412.67
4.10	Suministro e instalación de cintas	m	1949.82	0.20	389.96
4.11	Desalojo de material excavado	m3	3649.56	13.10	47809.20
5	Sistema de alcantarillado				
5.1	Pozo de revisión de hormigón armado de 0 a 1.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	234.21	0.00
5.2	Pozo de revisión de hormigón armado de 1.5 a 3m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	264.62	0.00
5.3	Pozo de revisión de hormigón armado de 3 a 4.5m, incluye tapa de hormigón armado.	u	0.00	366.35	0.00
5.4	Suministro e instalación de tubería estructurada 200mm	m	1949.82	29.20	56934.77
5.5	Suministro e instalación de tubería estructurada 250mm	m	0.00	38.70	0.00
5.6	Suministro e instalación de tubería estructurada 300mm	m	0.00	63.10	0.00
5.7	Suministro e instalación de tubería estructurada 400mm	m	0.00	104.60	0.00
6	Gestión ambiental				
6.1	Agua para control de polvo	m3	1.99	3.00	5.97
6.2	Reposición de cobertura vegetal	m2	0.00	24.20	0.00
6.3	Replantación de especies arbóreas	m2	0.00	24.30	0.00
6.4	Barrera acústica	u	240.00	290.90	69816.00
6.5	Gestión de escombros	m3	19.04	13.10	249.43
	Gasto por seguridad industrial				3596.92
	Valor total del proyecto				363289.39

APÉNDICE F