

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad San Alfonso en
Camilo Ponce Enríquez”

INGE-2571

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Diego Anderson Merino Jiménez

Bolívar Enrique Nevarez Llaguno

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado expresamente a mis padres, cuyo esfuerzo diario y sacrificio constante han sido primordiales para mi desarrollo académico y personal. A ustedes, que con su trabajo incansable no solo han asegurado mi bienestar, sino que también han llenado mi vida de buenos valores y sustento. Cada día de su labor ha sido una inversión en mi futuro, y es gracias a su dedicación y compromiso que hoy puedo presentar este trabajo. Con profundo respeto y gratitud, se los dedico.

Bolívar Enrique Nevarez Llaguno

Dedicatoria

El presente proyecto está dedicado a mi madre, quien ha sido mi mayor apoyo motivacional a lo largo de mi vida estudiantil, por sus consejos y enseñanzas pude superar grandes obstáculos. Asimismo, valoro su gran esfuerzo y aporte económico invertidos en mi formación universitaria. También dedico este proyecto a mis docentes que me han transmitido sus valiosos conocimientos a lo largo de la carrera. Y, por último, quiero dedicar este proyecto a mi prometida por su gran cariño, aportarte académico y cuidar de mi salud. Con mucha gratitud y admiración les dedico este trabajo.

Diego Anderson Merino Jiménez

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional. A mis padres, por brindarme las mejores oportunidades, y a mi hermano, por su ánimo en cada desafío. A mi pareja, cuyo amor y motivación han estado presentes a lo largo de este proceso. A mis amigos por su comprensión y apoyo. Por último, a mi tutora y profesores que fueron mis guías hasta finalizar el proyecto. Cada uno de ustedes ha sido crucial en la realización de este trabajo, y les estoy sumamente agradecido.

Bolívar Enrique Nevarez Llaguno

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar en una excelente universidad. A mi familia por creer en mí. A mi madre por sus grandes enseñanzas de vida, por inculcarme valores éticos y morales, y por su apoyo incondicional. A mis docentes por compartirme sus conocimientos. A mi prometida por su gran amor y palabras inspiradoras. A mi compañero de tesis por su gran desempeño y arduo trabajo en equipo. Finalmente, doy un agradecimiento especial a mi tutora por su dedicación y tiempo a lo largo del proyecto. Ustedes han sido fundamental en cada etapa de este trabajo, estoy muy agradecido.

Diego Anderson Merino Jiménez

Declaración Expresa

Nosotros Bolívar Enrique Nevarez Llaguno y Diego Anderson Merino Jiménez acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor de los autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

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

Guayaquil, 25 de septiembre del 2024.



Firmado electrónicamente por:
BOLIVAR ENRIQUE
NEVAREZ LLAGUNO

Bolívar Enrique Nevarez Llaguno



Firmado electrónicamente por:
DIEGO ANDERSON
MERINO JIMENEZ

Diego Anderson Merino Jiménez

Evaluadores



Firmado electrónicamente por:
**LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR**

MSc. Lenin Alexander Dender Aguilar

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
**INGRID TATIANA ORTA
ZAMBRANO**

MSc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano

Tutor de proyecto

Resumen

La comunidad San Alfonso, no cuenta con drenaje pluvial, conforme indicó el GADM de Camilo Ponce Enríquez. De la investigación previa se definió como insight que, en temporadas de precipitaciones, la población sufre inundaciones con daños materiales en hogares y cultivos. Al empatizar con la comunidad, se supo que los mosquitos generados por acumulación de aguas lluvias en zonas sin esorrentía, afectan la salud. Por ello, la propuesta de diseño de alcantarillado pluvial, y para la selección de alternativas consideró problemas locales, condiciones económicas, ambientales, sociales y técnicas. En el prototipado del diseño se adoptaron normativas de la autoridad única del agua y de empresas cantonales de saneamiento, Norma NTE-INEN-1855-1 y otras. Como resultado se obtuvo el diseño del sistema pluvial con longitud de 2759.46 m y 57 pozos. El proyecto propuesto cumple criterios de diseño hidráulico, su trazado no interfiere con los sistemas existentes, y tendrá un bajo impacto ambiental, ya que no existen afectaciones significativas al medio. La implementación fue valorada en USD\$ 719,469.53; una inversión municipal de USD\$ 261 por metro de intervención, para mejorar la calidad de vida de la comunidad San Alfonso y aportar a las metas de ODS 3, 6, 11 y 15.

Palabras Clave: Hidráulica, inversión municipal, saneamiento, infraestructura cantonal, mitigación de inundaciones, impacto ambiental, drenaje pluvial.

Abstract

The San Alfonso community does not have a stormwater drainage system, as indicated by the GADM of Camilo Ponce Enríquez. From previous research, it was identified as an insight that during rainy seasons, the population suffers from floods causing material damage to homes and crops. By empathizing with the community, it was learned that mosquitoes, generated by the accumulation of rainwater in areas without runoff, affect health. Therefore, the proposed stormwater drainage design, and the selection of alternatives, considered local problems, and economic, environmental, social, and technical conditions. In the design prototyping, regulations from the sole water authority and municipal sanitation companies, such as NTE-INEN-1855-1 and others, were adopted. As a result, a stormwater drainage system with a length of 2,759.46 m and 57 manholes was designed. The proposed project meets hydraulic design criteria, its alignment does not interfere with existing systems, and it will have a low environmental impact, as there are no significant effects on the environment. The implementation was valued at USD \$719,469.53, a municipal investment of USD \$261 per meter of intervention, to improve the quality of life of the San Alfonso community and contribute to the goals of SDGs 3, 6, 11, and 15.

Keywords: Hydraulics, municipal investment, sanitation, cantonal infrastructure, flood mitigation, environmental impact, stormwater drainage.

Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	XIII
Simbología.....	XIV
Índice de figuras.....	XV
Índice de tablas.....	XVII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVIII
1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 Revisión de literatura.....	8
2.1.1 Sistemas de Alcantarillado.....	8
2.1.1.1 Alcantarillado Combinado.....	8
2.1.1.2 Alcantarillado Separado.....	8
2.1.1.3 Sistema de Alcantarillado Pluvial (A.A.L.L.).....	8
2.1.1.3.1 Sumideros.....	9
2.1.1.3.2 Zanjas de drenaje.....	9
2.1.1.3.3 Pozos de inspección y cámaras de registro.....	9
2.1.2 Cuenca Hidrográfica.....	9
2.2 Área de estudio.....	10
2.2.1 Localización.....	10
2.2.2 Orografía.....	11
2.2.3 Clima.....	12
2.2.4 Actividad productiva de la población.....	13
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	13
2.3.1 Metodología.....	13
2.3.1.1 Fase de investigación.....	14

2.3.1.2 Fase de empatía.....	14
2.3.1.3 Fase de definición.....	14
2.3.1.4 Fase de ideación.....	14
2.3.1.5 Fase de prototipado y validación.....	15
2.3.1.6 Fase de diseño final.....	15
2.3.2 Topografía.....	17
2.3.3 Estudio de suelos.....	17
2.3.3.1 Ensayo de granulometría.....	17
2.3.3.1.1 Método de tamizado.....	18
2.3.3.1.2 Análisis hidrométrico.....	18
2.3.3.2 Límites de Atterberg.....	18
2.3.3.2.1 Límite Líquido (LL).....	18
2.3.3.2.2 Límite plástico (LP).....	19
2.3.3.2.3 Índice de plasticidad (IP).....	19
2.3.3.3 Contenido de humedad.....	19
2.3.3.3.1 Método de secado al horno.....	19
2.4 Análisis de datos.....	19
2.4.1 Datos topográficos.....	20
2.4.2 Datos hidrológicos.....	23
2.4.2.1 Método racional.....	23
2.4.1.2 Período de retorno (T).....	24
2.4.1.2.1 Sistema de micro drenaje.....	24
2.4.1.2.2 Sistema de macro drenaje.....	25
2.4.1.3 Tiempo de concentración (t_c).....	25
2.4.1.3.1 Tiempo inicial (t_i).....	25
2.4.1.3.1 Tiempo de recorrido (t_r).....	25
2.4.1.4 Intensidad de lluvia (I).....	26
2.4.1.5 Coeficiente de escurrimiento (C).....	27
2.5 Análisis de alternativas.....	28
2.5.1 Descripción de alternativas y consideraciones.....	30
2.5.1.1 Alternativa A.....	30
2.5.1.1.1 Consideraciones económicas.....	30
2.5.1.1.2 Consideraciones ambientales.....	30
2.5.1.1.3 Consideraciones sociales.....	31
2.5.1.1.4 Consideraciones técnicas.....	31

2.5.2.2	Alternativa B.	31
2.5.2.2.1	Consideraciones económicas.	32
2.5.2.2.2	Consideraciones ambientales.	32
2.5.2.2.3	Consideraciones sociales.	32
2.5.2.2.4	Consideraciones técnicas.	33
2.5.2	Resultados y selección de alternativa	33
3	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	36
3.1	Diseño	36
3.1.1	Parámetros de diseño para el sistema de AALL	36
3.1.1.1	Distancia mínima entre conductos.	36
3.1.1.2	Secciones transversales.	36
3.1.1.3	Diámetro interno.	36
3.1.1.4	Velocidad mínima.	36
3.1.1.5	Velocidad máxima.	37
3.1.1.6	Fuerza tractiva.	38
3.1.1.7	Pendiente mínima.	38
3.1.1.8	Pendiente máxima.	38
3.1.1.9	Profundidad hidráulica máxima.	39
3.1.1.10	Profundidad mínima a la cota clave.	39
3.2	Diseño mediante hoja de cálculo	39
3.2.1	Columna 1 - Calle	39
3.2.2	Columna 2 – N.º Pozos	39
3.2.3	Columna 3 – Longitud parcial	40
3.2.4	Columna 4 – Longitud acumulada	40
3.2.5	Columna 5 – Área parcial	40
3.2.6	Columna 6 – Área Acumulada	40
3.2.7	Columna 7 – Coeficiente de escorrentía y porcentaje de área	40
3.2.8	Columna 8 – Tiempo de concentración	41
3.2.9	Columna 9 – Ecuación IDF I (mm/h) 5 < 15 min.	41
3.2.10	Columna 10 – Ecuación IDF I (mm/h) 15 < 60 min.	41
3.2.11	Columna 11 – Ecuación IDF I (mm/h) 60 < 1440 min.	41
3.2.12	Columna 12 – Intensidad adoptada.	42
3.2.13	Columna 13 – Caudal de diseño	42
3.2.14	Columna 14 – Diámetro comercial / interior y espesor	42
3.2.15	Columna 15 – Cálculo de Pendiente.	43

3.2.16	Columna 16 – Pendiente Corregida	43
3.2.17	Columna 17 – Velocidad a tubería llena	44
3.2.18	Columna 18 – Caudal a tubo lleno.....	44
3.2.19	Columna 19 – Tiempo de flujo	45
3.2.20	Columna 20 – Identificación de relaciones hidráulicas	45
3.2.21	Columna 21 – Calado de diseño	49
3.2.22	Columna 22 – Velocidad de diseño.....	49
3.2.23	Columna 23 – Tensión tractiva	49
3.2.24	Columna 24 – Desnivel del tramo	50
3.2.25	Columna 25 – Profundidad hidráulica	50
3.2.26	Columna 26 – Número de Froude.....	50
3.2.27	Columna 27 – Diámetro del pozo y Radio de curvatura.....	51
3.2.28	Columna 28 – Relación r_c/D_p	51
3.2.29	Columna 29 – Pérdida de energía por cambio de dirección A: $A \cdot v^2/2g$	51
3.2.30	Columna 30 – V entrada, V_1	52
3.2.31	Columna 31 – Pérdida de energía por cambio de dirección	52
3.2.32	Columna 32 – Coeficiente K de la velocidad promedio	52
3.2.33	Columna 33 – Pérdida de energía por unión de tubería.....	53
3.2.34	Columna 34 – Tipo de conexión	53
3.2.35	Columna 35 – Pérdida de energía	53
3.2.36	Columna 36 – Energía de entrada E_1	53
3.2.37	Columna 37 – Energía de salida E_2	53
3.2.38	Columna 38 – Salto $Z_1 - Z_2$	54
3.2.39	Columna 39 – H del agua que circula por la tubería.....	54
3.2.40	Columna 40 – Cálculo del ángulo teta crítico.....	54
3.2.41	Columna 41 – Tirante crítico	55
3.2.42	Columna 42 – Área crítica	55
3.2.43	Columna 43 – Velocidad crítica	56
3.2.44	Columna 44 – H crítica	56
3.2.45	Columna 45 – H Esperada	56
3.2.46	Columna 46 – D_p / D_s	56
3.2.47	Columna 47 – Coeficiente k en pozos de unión con caída	57
3.2.48	Columna 48 – Caída en el pozo – no sumergido	57
3.2.49	Columna 49 – Salto supercrítico, salto y salto escogido	57
3.2.50	Columna 50 – Cota de terreno	57

3.2.51	Columna 51 – Cota de proyecto.....	58
3.2.52	Columna 52 – H desnivel.....	58
3.2.53	Columna 53 – Corte.....	58
3.3	Especificaciones Técnicas	60
3.3.1	Generalidades.....	60
3.3.2	Seguridad en la obra.....	60
3.3.3	Niveles de construcción	61
3.3.4	Período de hasta la Recepción Definitiva	61
3.3.5	Trazado y replanteo.....	61
3.3.5.1	Equipo mínimo.....	61
3.3.5.2	Materiales.....	61
3.3.5.3	Procedimiento de trabajo.	61
3.3.5.4	Medición y forma de pago.	61
3.3.5.5	Obligaciones del contratista.....	61
3.3.6	Limpieza de canal	62
3.3.6.1	Equipo mínimo.....	62
3.3.6.2	Materiales.....	62
3.3.6.3	Procedimiento de trabajo.	62
3.3.6.4	Medición y forma de pago.	62
3.3.6.5	Obligaciones del contratista.....	62
3.3.7	Desbroce y limpieza manual.....	62
3.3.7.1	Equipo mínimo.....	62
3.3.7.2	Materiales.....	63
3.3.7.3	Procedimiento de trabajo.	63
3.3.7.4	Medición y forma de pago.	63
3.3.7.5	Obligaciones del contratista.....	63
3.3.8	Letrero de obra	63
3.3.8.1	Equipo mínimo.....	63
3.3.8.2	Materiales.....	63
3.3.8.4	Medición y forma de pago.	63
3.3.9	Excavación sin clasificación	63
3.3.9.1	Equipo mínimo.....	64
3.3.9.2	Materiales.....	64
3.3.9.3	Procedimiento de trabajo.	64
3.3.9.4	Medición y forma de pago.	64

3.3.9.5	Obligaciones del contratista.....	64
3.3.10	Desalojo de material	64
3.3.10.1	Equipo mínimo.....	64
3.3.10.2	Materiales.....	64
3.3.10.3	Procedimiento de trabajo.	64
3.3.10.4	Medición y forma de pago.	65
3.3.10.5	Obligaciones del contratista.....	65
3.3.11	Material de préstamo importado	65
3.3.11.1	Equipo mínimo.....	65
3.3.11.2	Materiales.....	65
3.3.11.3	Procedimiento de trabajo.	65
3.3.12	Transporte de materiales	66
3.3.12.1	Equipo mínimo.....	66
3.3.12.2	Materiales.....	66
3.3.12.3	Procedimiento de trabajo.	66
3.3.12.4	Medición y forma de pago.	66
3.3.12.5	Obligaciones del contratista.....	66
3.3.13	Suministro e instalación de tuberías PVC.....	67
3.3.13.1	Equipo mínimo.....	67
3.3.13.2	Materiales.....	67
3.3.13.3	Procedimiento de trabajo.	67
3.3.13.4	Medición y forma de pago.	68
3.3.13.5	Obligaciones del contratista.....	68
3.3.14	Inspección CCTV colectores 200 – 400 mm y 450 – 750 mm.....	68
3.3.14.1	Equipo mínimo.....	68
3.3.14.2	Materiales.....	68
3.3.14.3	Procedimiento de trabajo.	69
3.3.14.4	Mediciones y forma de pago.....	69
3.3.15.4	Obligaciones del contratista.....	69
3.3.15	Bombeo de agua.....	69
3.3.15.1	Equipo mínimo.....	70
3.3.15.2	Materiales.....	70
3.3.15.3	Procedimiento de trabajo.	70
3.3.15.4	Mediciones y forma de pago.....	70
3.3.16	Caja de revisión H=0.80 - 2.50 m y H=2.51 - 4.00 m	70

3.3.16.1	Equipo mínimo.....	70
3.3.16.2	Materiales.....	70
3.3.16.3	Procedimiento de trabajo.	70
3.3.16.4	Mediciones y forma de pago.....	71
3.3.16.5	Obligaciones del contratista.....	71
3.3.17	Sumidero sencillo y doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) $f'c = 280$ kg/cm ² 71	
3.3.17.1	Equipo mínimo.....	71
3.3.17.2	Materiales.....	71
3.3.17.3	Procedimiento de trabajo.	71
3.3.17.4	Medición y forma de pago.	72
3.3.18	Agua para control de polvo.....	72
3.3.18.1	Equipo mínimo.....	72
3.3.18.2	Materiales.....	72
3.3.18.3	Procedimiento de trabajo.	72
3.3.18.4	Medición y forma de pago.	72
3.3.19	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	73
3.3.19.1	Equipo mínimo.....	73
3.3.19.2	Materiales.....	73
3.3.19.3	Procedimiento de trabajo.	73
3.3.19.4	Medición y forma de pago.	73
3.3.20	Reunión con la comunidad.....	73
3.3.20.1	Equipo mínimo.....	74
3.3.20.2	Materiales.....	74
3.3.20.3	Procedimiento de trabajo.	74
3.3.20.4	Medición y forma de pago.	74
3.3.21	Tanque metálico de 55 galones	74
3.3.21.1	Equipo mínimo.....	74
3.3.21.2	Materiales.....	74
3.3.21.3	Procedimiento de trabajo.	74
3.3.21.4	Medición y forma de pago.	75
3.3.22	Charlas de concienciación.....	75
3.3.22.1	Equipo mínimo.....	75
3.3.22.2	Materiales.....	75
3.3.22.3	Procedimiento de trabajo.	75

3.3.22.4	Medición y forma de pago.	75
3.3.23	Paso de madera provisional para peatones.....	75
3.3.23.1	Equipo mínimo.....	75
3.3.23.2	Materiales.....	76
3.3.23.3	Procedimiento de trabajo.	76
3.3.23.4	Medición y forma de pago.	76
3.3.24	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	76
3.3.24.1	Equipo mínimo.....	76
3.3.24.2	Materiales.....	76
3.3.24.3	Procedimiento de trabajo.	76
3.3.24.4	Medición y forma de pago.	77
3.3.24.5	Obligaciones del contratista.....	77
3.3.25	Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D= 0.62 m C/Base	77
3.3.25.1	Equipo mínimo.....	77
3.3.25.2	Materiales.....	77
3.3.25.3	Procedimiento de trabajo.	77
3.3.25.4	Medición y forma de pago.	77
3.3.26	Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 Tabl.C	78
3.3.26.1	Equipo mínimo.....	78
3.3.26.2	Materiales.....	78
3.3.26.3	Procedimiento de trabajo.	78
3.3.26.4	Medición y forma de pago.	78
3.3.26.5	Obligaciones del contratista.....	78
4	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	80
4.1	Descripción del proyecto	80
4.2	Línea base ambiental.....	80
4.2.1	Medio físico	80
4.2.2	Medio biológico	81
4.2.3	Medio socioeconómico	82
4.3	Actividades del proyecto.....	82
4.3.1	Fase de construcción	83
4.3.1.1	Desbroce de suelo.	83
4.3.1.2	Movimiento de tierra.....	83
4.3.1.3	Transporte de materiales.	83
4.3.1.4	Instalación de tuberías.....	83

4.3.1.5	Infraestructura hidrosanitaria.....	83
4.3.1.6	Desalojo de escombros y desperdicios.....	84
4.3.2	Fase de operación.....	84
4.3.2.1	Mantenimiento preventivo.....	84
4.3.2.2	Monitoreo.....	84
4.3.2.3	Funcionamiento del sistema.....	85
4.3.3	Fase de cierre.....	85
4.3.3.1	Desmantelamiento de tuberías e infraestructura.....	85
4.3.3.2	Rehabilitación de la zona afectada.....	85
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	85
4.4.1	Impactos ambientales - fase de construcción.....	86
4.4.2	Impactos ambientales - fase de operación.....	90
4.4.3	Impactos ambientales - fase de cierre.....	92
4.4.4	Matriz de Leopold.....	93
4.5	Valoración de impactos ambientales.....	96
4.5.1	Matriz de valoración de impactos del proyecto.....	97
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	98
4.6.1	Desbroce del Suelo y Movimiento de Tierra.....	98
4.6.2	Transporte de Materiales.....	98
4.6.3	Instalación de Tuberías e Infraestructura Hidrosanitaria.....	99
4.6.4	Desalojo de Escombros y Desperdicios.....	99
4.6.5	Mantenimiento Preventivo y Monitoreo.....	99
4.6.6	Desmantelamiento de Tuberías e Infraestructuras y Rehabilitación de la Zona Afectada.....	100
4.7	Conclusiones y recomendaciones.....	100
5	PRESUPUESTO.....	103
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo.....	103
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios.....	104
5.2.1	Trazado y replanteo - Rubro #1.....	105
5.2.2	Limpieza de canal - Rubro #2.....	106
5.2.3	Desbroce y limpieza manual - Rubro #3.....	107
5.2.4	Letrero de obra - Rubro #4.....	108
5.2.5	Excavación sin clasificación - Rubro #5.....	109
5.2.6	Desalojo de material - Rubro #6.....	110
5.2.7	Material de préstamo importado - Rubro #7.....	111

5.2.8	Transporte de materiales - Rubro #8.....	112
5.2.9	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm - Rubro #9	113
5.2.10	Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm - Rubro #10	114
5.2.11	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm - Rubro #11.....	115
5.2.12	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm - Rubro #12	116
5.2.13	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm - Rubro #13	117
5.2.14	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm - Rubro #14	118
5.2.15	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm - Rubro #15	119
5.2.16	Bombeo de agua - Rubro #16	120
5.2.17	Pozo de revisión H= 0.80 - 2.50 m incluye tapa, replantillo y excavación - Rubro #17.....	121
5.2.18	Pozo de revisión H= 2.51 - 4.00 m incluye tapa, replantillo y excavación - Rubro #18.....	122
5.2.19	Sumidero sencillo de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) f'c= 280 kg/cm ² - Rubro #19.....	123
5.2.20	Sumidero doble de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) f'c= 280 kg/cm ² - Rubro #20.....	124
5.2.21	Agua para control de polvo - Rubro #21	125
5.2.22	Alquiler de batería sanitaria/servicio público - Rubro #22	126
5.2.23	Reunión con la comunidad - Rubro #23	127
5.2.24	Tanque metálico de 55 galones - Rubro #24.....	128
5.2.25	Charlas de concienciación - Rubro #25	129
5.2.26	Paso de madera provisional para peatones - Rubro #26	130
5.2.27	Malla plástica de seguridad (color reflectivo) - Rubro #27	131
5.2.28	Tanque protector vial de polietileno H= 1.02 m, D= 0.62 m C/BASE - Rubro #28	132
5.2.29	Barricada de madera (1.20 x 1.50) m C/3 Tabl. C - Rubro #29.....	133
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	134
5.4	Valoración integral del costo del proyecto.....	135
5.5	Cronograma de obra.....	136
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
6.1	Conclusiones	138
6.2	Recomendaciones	139

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
EMMAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
INTERAGUA	International Water Services of Guayaquil
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
GADM	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
INHAMI	Instituto Nacional Meteorología e Hidrología
IDF	Intensidad – Duración - Frecuencia
AALL	Alcantarillado de Aguas Lluvias

Simbología

l	Litros
m	Metros
ha	Hectáreas
Q	Caudal
min	Minutos
H	Profundidad
Km	Kilómetros
Kg	Kilogramos
N	Newton
cm	Centímetros
u	Unidades
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
T	Período de retorno
d/D	Relación de tirante
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de Velocidades
r/R	Relación de radio hidráulico
NF	Número de Froude
D	Diámetro

Índice de figuras

Figura 1	Localización de la comunidad San Alfonso	11
Figura 2	Ubicación de la comunidad de San Alfonso.....	12
Figura 3	Flujograma de la metodología Design Thinking para AALL.....	16
Figura 4	Área y perímetro de la comunidad de San Alfonso.....	17
Figura 5	Triangulaciones de la superficie de San Alfonso.....	20
Figura 6	Perfil de calle A - San Alfonso	21
Figura 7	Curvas de nivel de San Alfonso	21
Figura 8	Información topográfica básica de San Alfonso.....	22
Figura 9	Planos del AASS de San Alfonso	23
Figura 10	Mapas de estaciones pluviográficas del Ecuador	26
Figura 11	Primera parte del diseño de AALL para la comunidad de San Alfonso	48
Figura 12	Parámetros del solver	55
Figura 13	Segunda parte del diseño de AALL para la comunidad de San Alfonso.....	59
Figura 14	Magnitud e importancia.....	94
Figura 15	Matriz Leopold del proyecto	96
Figura 16	Matriz de Leopold - Valoración de impactos	97
Figura 17	Desglose de trabajo del proyecto.....	103
Figura 18	Trazado y replanteo - APU	105
Figura 19	Limpieza de canal - APU.....	106
Figura 20	Desbroce y limpieza manual - APU	107
Figura 21	Letrero de obra - APU	108
Figura 22	Excavación sin clasificación - APU	109
Figura 23	Desalojo de material - APU	110
Figura 24	Material de préstamo importado - APU	111
Figura 25	Transporte de materiales - APU.....	112
Figura 26	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm - APU	113
Figura 27	Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm - APU	114
Figura 28	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm - APU	115
Figura 29	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm - APU	116
Figura 30	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm - APU	117
Figura 31	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm - APU	118
Figura 32	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm - APU	119

Figura 33 Bombeo de agua - APU	120
Figura 34 Pozo de revisión H= 0.80 - 2.50 m incluye tapa, replantillo y excavación - APU	121
Figura 35 Pozo de revisión H= 2.51 - 4.00 m incluye tapa, replantillo y excavación - APU	122
Figura 36 Sumidero sencillo de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) f'c= 280 kg/cm ² - APU.....	123
Figura 37 Sumidero doble de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) f'c= 280 kg/cm ² - APU	124
Figura 38 Agua para control de polvo - APU	125
Figura 39 Alquiler de batería sanitaria/servicio público - APU.....	126
Figura 40 Reunión con la comunidad - APU	127
Figura 41 Tanque metálico de 55 galones - APU	128
Figura 42 Charlas de concienciación - APU	129
Figura 43 Paso de madera provisional para peatones - APU.....	130
Figura 44 Malla plástica de seguridad (color reflectivo) - APU.....	131
Figura 45 Tanque protector vial de polietileno H= 1.02 m, D= 0.62 m C/BASE - APU	132
Figura 46 Barricada de madera (1.20 x 1.50) m C/3 Tabl. C - APU.....	133
Figura 47 Valoración integral del proyecto.....	135
Figura 48 Cronograma para construcción de AALL	136

Índice de tablas

Tabla 1	Ecuaciones IDF para la estación seleccionada	27
Tabla 2	Tipo de zona - coeficiente de escorrentía	27
Tabla 3	Tipo de superficie - coeficiente de escorrentía.....	28
Tabla 4	Descripción general de la escala de Likert.....	29
Tabla 5	Evaluación de análisis de alternativas	33
Tabla 6	Velocidades para los diferentes tipos de tuberías	37
Tabla 7	Velocidades para los diferentes tipos de tuberías	37
Tabla 8	Especificaciones técnicas de tuberías PVC de Plastigama.....	42
Tabla 9	Coficiente de rugosidad de Manning.....	44
Tabla 10	Relaciones hidráulicas de Manning.....	45
Tabla 11	Número de Froude y regímenes	50
Tabla 12	Régimen de flujo rc/Ds	51
Tabla 13	Coficiente k en pozos de unión con caída	57
Tabla 14	Inspecciones televisivas	69
Tabla 15	Impacto ambiental - Desbroce del suelo	86
Tabla 16	Impacto ambiental - Movimiento de tierra.....	87
Tabla 17	Impacto ambiental - Transporte de materiales	87
Tabla 18	Impacto ambiental - Instalación de tuberías.....	88
Tabla 19	Impacto ambiental - Infraestructura hidrosanitaria	88
Tabla 20	Impacto ambiental - Desalojo de escombros y desperdicios.....	89
Tabla 21	Impacto ambiental - Mantenimiento preventivo	90
Tabla 22	Impacto ambiental - Monitoreo	91
Tabla 23	Impacto ambiental - Funcionamiento del sistema.....	91
Tabla 24	Impacto ambiental - Desmantelamiento de tuberías e infraestructura	92
Tabla 25	Impacto ambiental - Rehabilitación de la zona afectada.....	93
Tabla 26	Rango de valoración de criterios	94
Tabla 27	Valoración de criterios.....	95
Tabla 28	Rango de valoración final de impacto del proyecto	96
Tabla 29	Análisis de Precios Unitarios.....	104

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Áreas de aportación de San Alfonso
- PLANO 2 Trazado de tuberías del alcantarillado pluvial
- PLANO 3 Alcantarillado pluvial de San Alfonso
- PLANO 4 Perfiles del alcantarillado pluvial
- PLANO 5 Cajas de inspección del alcantarillado pluvial

Capítulo 1

1 INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para la supervivencia de los seres vivos en la tierra, siendo clave para la sostenibilidad ambiental, el desarrollo socioeconómico y la salud pública. El manejo correcto del agua, incluyendo la apropiada gestión de las aguas de lluvia en áreas urbanas, se vuelve una necesidad mundial en la actualidad debido al cambio climático y al aumento de la población. (Suárez et al., 2010). El alcantarillado pluvial emerge como un elemento esencial de la infraestructura urbana, encargado de recolectar, transportar y tratar las aguas de lluvia para prevenir inundaciones y minimizar el impacto ambiental en áreas urbanas.

En Latinoamérica, el manejo de las aguas pluviales presenta desafíos particulares debido a la rápida urbanización y la limitada infraestructura existente en muchas ciudades de la región. Este escenario se ve agravado por la topografía irregular, los suelos con índices plásticos elevados y la falta de recursos financieros para invertir en infraestructura de drenaje adecuada (Nieto, 2011). Debido a esta situación, muchas ciudades latinoamericanas enfrentan problemas recurrentes de inundaciones y contaminación de cuerpos de agua superficiales durante eventos de lluvia intensa.

Un ejemplo destacado de los obstáculos en la gestión del alcantarillado pluvial en América Latina es el caso de la Ciudad de México. La ciudad enfrenta problemas crónicos de inundaciones debido a su geografía, la sobreexplotación de acuíferos subterráneos y la falta de infraestructura de drenaje adecuada. El sistema de alcantarillado pluvial de esta urbe se encuentra obsoleto y sobrecargado, lo que provoca inundaciones recurrentes que afectan a millones de personas y generan costos económicos y sociales significativos (Izazola, 2001).

Ante estas problemáticas, se han implementado diversas iniciativas en América Latina para mejorar la gestión del alcantarillado pluvial, la promoción de prácticas de drenaje sostenible y la mejora de la planificación urbana. Sin embargo, aún queda mucho por hacer

para garantizar la resiliencia de las ciudades latinoamericanas frente a los impactos del cambio y los eventos climáticos extremos (Altafin & Wila, 2020).

1.1 Antecedentes

En el año 2021 la región Interandina del Ecuador tuvo problemas severos de erosión del suelo y deslizamientos de tierra en las vías principales que conectan las provincias, generando graves accidentes automovilísticos (Ortiz et al., 2021). Por otro lado, ciudades como Guayaquil en el año 2020 sufrieron fuertes precipitaciones que provocaron inundaciones masivas, perjudicando considerablemente las propiedades de los residentes y paralizando el tráfico (Bravo Matamoros, 2020). Además, las comunidades asentadas en áreas propensas a inundaciones recurrentes pueden verse obligadas a desplazarse, lo que genera problemas sociales y económicos en la región (Burgos Choez et al., 2019).

En Ecuador, la comunidad San Alfonso del cantón Camilo Ponce Enríquez, se caracteriza por su naturaleza rodeada de montañas y exuberante vegetación. Sus habitantes valoran las tradiciones locales que reflejan la riqueza cultural de la región. De acuerdo con (Loayza Torres, 2022), la localidad enfrenta problemas de explotación minera generando la contaminación de acuíferos que son las fuentes de captación de agua para consumo de sus moradores. El G.A.D municipal actuó como prestatario por parte del subsector de saneamiento ambiental para financiar la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades San Alfonso y La Independencia, desembolsando un valor de \$438.519,46.

1.2 Descripción del Problema

La comunidad San Alfonso del cantón Camilo Ponce Enríquez enfrenta una serie de desafíos significativos relacionados con la ausencia de un sistema de alcantarillado pluvial,

que sea adecuado a los requerimientos técnicos establecidos por el GAD Municipal y que no intervenga con la infraestructura existente en el sector.

La localidad sufre inundaciones recurrentes en la temporada de lluvias por la falta de infraestructura para gestionar el flujo de aguas pluviales. Estas inundaciones provocan daños materiales en las viviendas, afectan la movilidad de los residentes y representan un riesgo para la salud pública. Además, la acumulación de aguas pluviales sin control puede causar la contaminación de fuentes de agua cercanas, lo que afecta la disponibilidad de agua potable y contribuye a la degradación del medio ambiente local.

El presente proyecto surge por una necesidad del GAD Municipal del cantón Camilo Ponce Enríquez. La comunidad cuenta con una organización de líderes barriales que informan sobre las problemáticas locales. Estos líderes conectan a los ciudadanos con las autoridades municipales para abordar y resolver desafíos comunitarios de manera efectiva y sostenible.

1.3 Justificación del Problema

La necesidad de un sistema de alcantarillado pluvial en la comunidad de San Alfonso se fundamenta en múltiples aspectos que afectan tanto la calidad de vida de sus habitantes como el desarrollo sostenible de la comunidad, teniendo en cuenta que la ONU tiene como meta para el 2030 establecer mecanismo que permitan la gestión integrada de recursos hídricos (Chávez, 2019).

Ante todo, la implementación de un sistema de drenaje adecuado permitirá reducir el riesgo de inundaciones, protegiendo así la integridad de las viviendas y la infraestructura urbana. Esta medida también contribuirá a mejorar la seguridad y movilidad de los residentes durante períodos de lluvia intensa. Además, la prevención de inundaciones ayudará a minimizar los costos asociados con la reparación de daños materiales y las pérdidas económicas para los habitantes. Por último, la construcción de un sistema de alcantarillado

pluvial permitirá gestionar de manera más eficiente el recurso hídrico, promoviendo la conservación del agua y la protección del medio ambiente local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial analizando los requerimientos técnicos y ambientales de la comunidad de San Alfonso del cantón Camilo Ponce Enríquez, mitigando efectos negativos en la infraestructura por las posibles inundaciones y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis topográfico y de imágenes con la ayuda del software Civil 3D, para la ubicación de la infraestructura de alcantarillado pluvial en la comunidad de San Alfonso.
- Analizar los datos hidráulicos e hidrológicos, mediante hojas de cálculo en Excel, considerando el ODS 15 "vida de ecosistemas terrestres", para la rehabilitación de los suelos degradados afectados por las inundaciones.
- Evaluar las alternativas planteadas en la fase de ideación del proyecto, determinando la opción adecuada para el diseño, que considere al ODS 3 "salud y bienestar", para la reducción de las enfermedades producidas por la contaminación del agua.
- Desarrollar la documentación técnica con los detalles del diseño propuesto para la construcción del sistema de alcantarillado pluvial, que comprende los planos, especificaciones técnicas, evaluación de impacto ambiental y presupuesto; en línea con el ODS 6 "agua limpia y saneamiento", respecto al uso eficiente de los recursos hídricos y la gestión del agua.

- Efectuar un análisis de costos estimando los recursos necesarios para la inversión durante la ejecución del proyecto para asegurar el acceso al servicio de alcantarillado pluvial y control de inundaciones, contribuyendo al ODS 11 "ciudades y comunidades sostenibles"

Capítulo 2

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Según (Ozoriaga Rivera & Sanabria Garay, 2017), el 50.7% de los municipios tenían alcantarillados diferenciados “sanitarios y pluviales”, el 73.8% de los GADM tenían una o más plantas de tratamiento de agua residual a nivel urbano, mientras que el 23.0% no tenían ningún tipo de tratamiento. En cuanto a las aguas residuales tratadas, el 22.4% del agua distribuida a nivel nacional ingresa a plantas de tratamiento.

2.1.1 *Sistemas de Alcantarillado*

Los sistemas de alcantarillado son infraestructuras diseñadas para recolectar y transportar aguas residuales y pluviales desde su fuente hasta un lugar de tratamiento o disposición final. Estos sistemas son esenciales para la gestión del agua, la propagación de contaminación en los ecosistemas y protege la salud pública (León Pozo, 2022).

2.1.1.1 Alcantarillado Combinado. Se trata de un sistema que recoge y entrega simultáneamente agua de sistemas sanitarios y pluviales, pero su disposición dificulta su tratamiento posterior y genera graves problemas de contaminación si se vierte de la naturaleza y no puede entrar por restricciones medio ambientales (Karwot & Ober, 2019).

2.1.1.2 Alcantarillado Separado. Consiste en la construcción de dos redes distintas; una para las aguas residuales y otra para las aguas pluviales, las cuales son recolectadas de manera independiente dentro de una misma zona (Terry et al., 2014).

2.1.1.3 Sistema de Alcantarillado Pluvial (A.A.L.L). Un sistema de alcantarillado pluvial es una red de infraestructuras diseñada para recolectar, transportar y controlar el flujo de aguas pluviales, es decir, el agua de lluvia que cae sobre superficies urbanas como calles, techos y aceras (Marques, 2006). Este tipo de sistema está separado del alcantarillado

sanitario, que se encarga de transportar las aguas residuales domésticas e industriales. Los elementos de recolección inicial son los siguientes (Yap & Ngien, 2015).

2.1.1.3.1 Sumideros. También conocidos como rejillas pluviales o bocas de tormenta, son dispositivos ubicados en la superficie de las calles, aceras o áreas pavimentadas que permiten la entrada de agua de lluvia al sistema de alcantarillado. Los sumideros suelen estar conectados a tuberías subterráneas que dirigen el agua hacia la red de drenaje (Yang & Su, 2006).

2.1.1.3.2 Zanjas de drenaje. Son canales excavados en el suelo que permiten la captación y el transporte superficial de agua de lluvia. Según (Kassim & Lee, 2002), las zanjas de drenaje pueden estar revestidas con materiales permeables para facilitar la infiltración del agua en el suelo o pueden estar conectadas a la red de alcantarillado pluvial para su evacuación.

2.1.1.3.3 Pozos de inspección y cámaras de registro. Los pozos de inspección y cámaras de registro están diseñados para permitir el acceso al sistema de tuberías subterráneas para limpieza, mantenimiento y reparación. Estas estructuras son puntos de acceso cruciales que permiten el acceso al sistema a personas y equipos mecánicos sin necesidad de excavaciones significativas (Imam & Elnakar, 2014).

2.1.2 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un área geográfica rodeada por divisiones de agua donde toda el agua de precipitación se drena hacia un cuerpo de agua común; como un río, lago, embalse o mar. Debido a que determinan como el agua se distribuye y fluye a través del paisaje, las cuencas hidrográficas son unidades fundamentales en la hidrología y la gestión del agua (Chesbrough, 1878).

2.2 Área de estudio

El presente proyecto de alcantarillado pluvial tiene como principal objetivo mejorar las condiciones de vida de la comunidad San Alfonso. Este proyecto aborda diversas áreas de la ingeniería civil, incluyendo la hidráulica, la hidrología y el diseño de infraestructuras. Se llevarán a cabo estudios hidrológicos para determinar el comportamiento de las lluvias en la zona y, con base en estos estudios, se diseñarán sistemas de drenaje eficientes que incluirán tuberías, zanjas, y estructuras de captación y descarga de aguas pluviales. Además, se considerarán aspectos geotécnicos para asegurar la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras. La implementación de este sistema de alcantarillado pluvial permitirá reducir el riesgo de inundaciones, mejorar la salubridad al evitar acumulaciones de agua estancada que pueden ser focos de enfermedades, y contribuir al bienestar general de la comunidad.

2.2.1 Localización

San Alfonso es una comunidad estratégicamente ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia de Azuay. Su localización en una zona de transición entre la costa y la Sierra, sus coordenadas geográficas de aproximadamente 3.03208° S de latitud y 79.7387° W de longitud, junto con su accesibilidad y proximidad a recursos naturales, influye en su clima, economía y modo de vida, haciendo de la agricultura una actividad central para sus habitantes.

Figura 1

Localización de la comunidad San Alfonso



Nota. Imagen satelital tomada de Google Earth Pro.

2.2.2 Orografía

La comunidad cuenta con una orografía diversa y compleja que determina su paisaje y afecta el uso del suelo. Prevalecen las regiones montañosas que forman parte de la cordillera Occidental de los Andes y tienen altitudes que van desde 300 hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Las pendientes pronunciadas y los terrenos irregulares de estas montañas crean un entorno accidentado.

Figura 2

Ubicación de la comunidad de San Alfonso



Nota. Imagen satelital tomada de Google Earth Pro.

2.2.3 Clima

A lo largo del año, San Alfonso disfruta de temperaturas cálidas de 24 a 30 grados Celsius. Este rango de temperatura constante es ideal para una variedad de cultivos tropicales, lo que promueve una agricultura próspera y diversa. Sin embargo, la alta humedad también tiene un impacto en el confort de los residentes, quienes deben adaptarse a las condiciones cálidas y húmedas.

La comunidad recibe una gran cantidad de precipitaciones, particularmente durante la temporada de lluvias que dura de diciembre a mayo. Las lluvias pueden ser intensas y frecuentes durante estos meses, asegurando una provisión constante de agua para los cultivos, pero también pueden causar problemas como la erosión del suelo y deslizamientos de tierra.

De junio a noviembre, San Alfonso experimenta una temporada más seca, aunque la humedad ambiental sigue siendo alta. Las precipitaciones disminuyen, pero no cesan

completamente, permitiendo que la agricultura continúe. Durante esta temporada seca, el manejo de los recursos hídricos se vuelve crucial para garantizar el riego adecuado de los cultivos y evitar la escasez de agua.

2.2.4 *Actividad productiva de la población*

En la comunidad de San Alfonso, la agricultura es la principal actividad económica del cantón, debido a su clima tropical y suelos fértiles. Los cultivos más notables incluyen café, cacao, banano y cítricos. Otra importante fuente de ingresos y empleo es la minería, particularmente la extracción de oro. A pesar de que ha generado crecimiento económico, esta actividad también presenta problemas ambientales que requieren una gestión sostenible.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

En este proyecto de diseño de alcantarillado pluvial para la comunidad, se utilizará una metodología de Design Thinking para abordar las necesidades específicas de los habitantes, asegurando soluciones innovadoras y centradas en el usuario. El trabajo de campo incluirá un estudio de suelos, fundamental para comprender la capacidad de infiltración y la estabilidad del terreno, así como levantamientos topográficos que permitirán un análisis detallado del relieve y las pendientes naturales. Estos datos serán esenciales para la planificación y diseño de un sistema de alcantarillado eficiente y sostenible, adaptado a las características únicas del entorno.

2.3.1 *Metodología*

En el presente proyecto se aplicó la metodología de Design Thinking que consta de una serie de fases. Según la figura, se empieza por la fase de investigación basada en la delimitación del área de estudio y la recopilación de parámetros requeridos para el alcantarillado; luego está la fase de empatía que consiste en contactarse con el cliente y entender las problemáticas de la comunidad de primera mano realizando una serie de

preguntas clave. A continuación, está la fase de definición donde básicamente se comprueba la información recopilada. Posteriormente viene la fase de ideación que consiste en proponer alternativas de diseño al cliente basándose en factores físicos y económicos. Después se llega a la fase de prototipado y validación que consta en presentar el diseño del alcantarillado al cliente incluyendo los planos y el presupuesto con el fin de obtener una validación del diseño por parte del cliente. Por último, se presenta la fase de diseño final, en la cual se expone la memoria técnica detallada y así los funcionarios públicos encargados puedan realizar la construcción.

2.3.1.1 Fase de investigación. Implica recopilar datos e información pertinentes sobre los usuarios, el contexto en el que operan y sus acciones. Por ejemplo: observaciones, encuestas, entrevistas y análisis de datos previos pueden ser parte de esto; tratando de comprender mejor a los usuarios y sus problemas (Latorre-Coscolluela et al., 2020).

2.3.1.2 Fase de empatía. Implica recopilar datos e información pertinentes sobre los usuarios, el contexto en el que operan y sus acciones. Observaciones, entrevistas y análisis de datos previos pueden ser realizados como parte de esta fase. El objetivo es comprender mejor a los usuarios y sus problemas (Lammi & Becker, 2013).

2.3.1.3 Fase de definición. Consiste en combinar los resultados de la investigación para identificar los problemas principales y las demandas de los usuarios. En esta etapa, los problemas se enmarcan de manera precisa y clara para guiar el proceso de ideación y desarrollo de soluciones (Márquez et al., 2021).

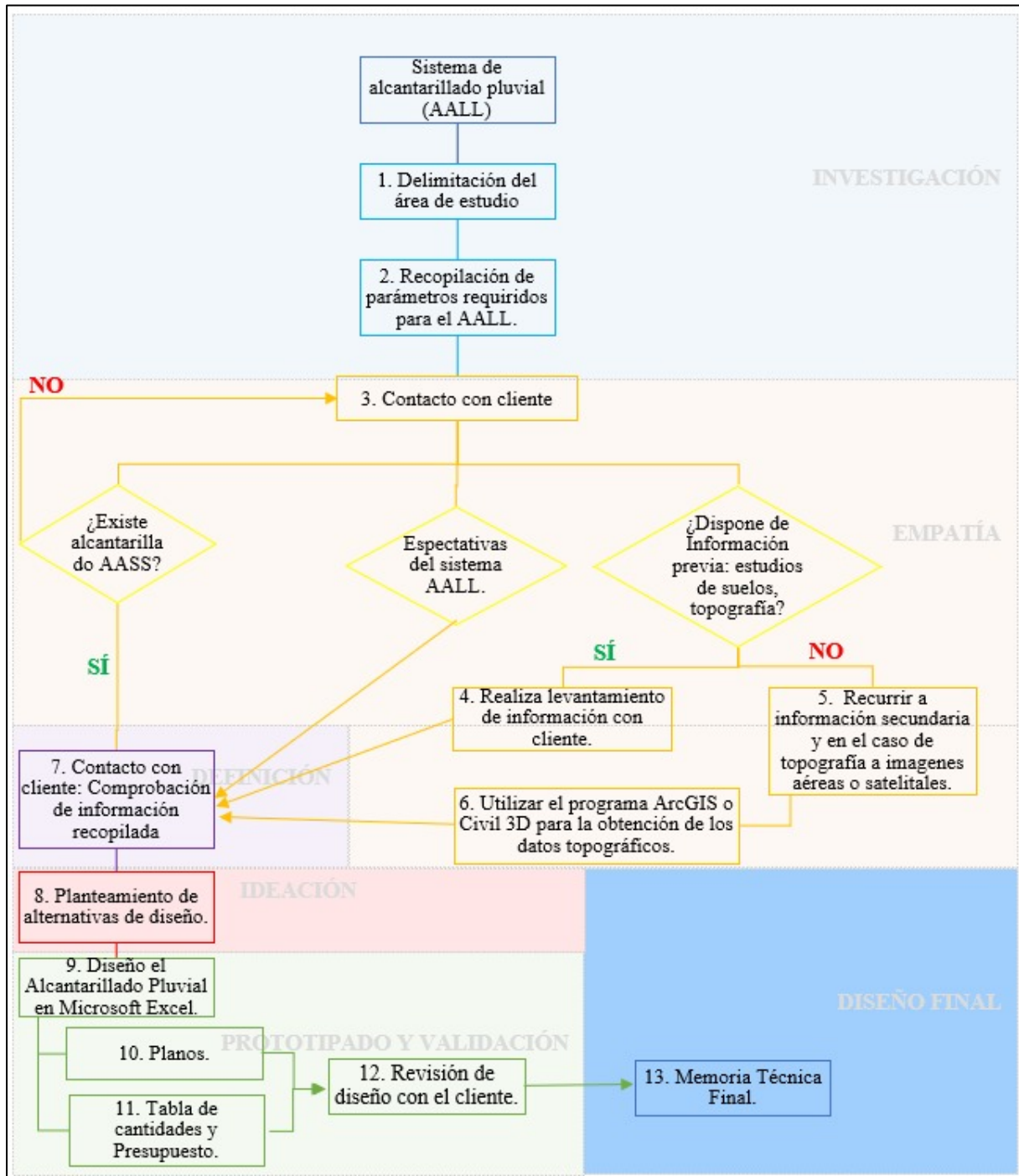
2.3.1.4 Fase de ideación. Radica en generar un amplio rango de posibles soluciones e ideas para problemas específicos. En esta etapa, se fomenta la creatividad y la generación de ideas sin límites mediante el uso de herramientas como el Brainstorming, los mapas mentales y los prototipos rápidos (Braun & Clarke, 2022).

2.3.1.5 Fase de prototipado y validación. Son etapas interconectadas que se enfocan en desarrollar soluciones innovadoras y convertirlas en representaciones tangibles que se pueden evaluar y refinar. La creatividad se fomenta durante la ideación, lo que permite explorar una amplia gama de propuestas. Estas ideas luego se materializan en versiones preliminares y tangibles durante la fase de prototipado, lo que facilita la experimentación, la visualización y la obtención de retroalimentación (Schmiedgen et al., 2016).

2.3.1.6 Fase de diseño final. Es el paso en el que la solución, basada en los prototipos y las opiniones recibidas durante los pasos anteriores, se perfecciona y desarrolla. Esta etapa implica la creación de una versión completa y detallada del producto o servicio, preparada para su implementación o lanzamiento al mercado (Pressman, 2018). Aquí se garantizan todos los aspectos técnicos, funcionales y estéticos, lo que garantiza que la solución final satisfaga las necesidades y expectativas de los pobladores de la comunidad y autoridades involucrados.

Figura 3

Flujograma de la metodología Design Thinking para AALL



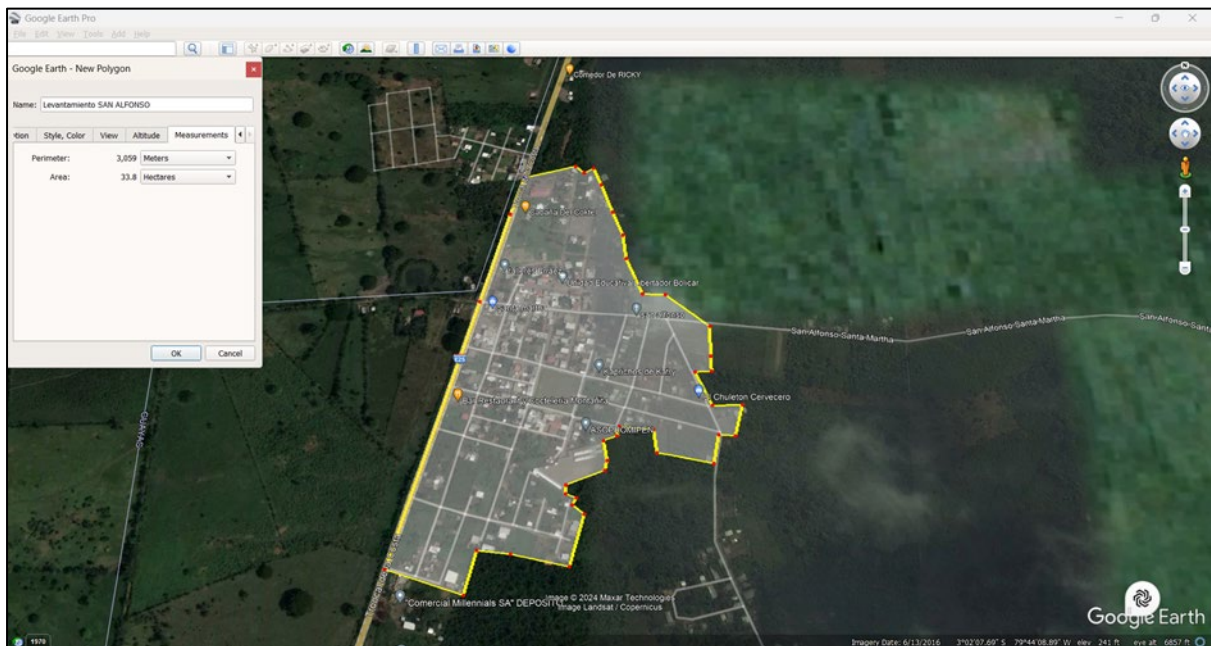
Nota. Imagen elaborada en Microsoft Word con licencia estudiantil.

2.3.2 Topografía

Se realizó una investigación bibliográfica y se encontraron los planos con formato DWG de la comunidad de San Alfonso, para realizar el análisis topográfico con ayuda del software Civil 3D.

Figura 4

Área y perímetro de la comunidad de San Alfonso



Nota. Imagen obtenida de Google Earth Pro.

2.3.3 Estudio de suelos

En el presente proyecto se está considerado un estudio de suelo facilitado por el GAD Municipal del cantón Camilo Ponce Enríquez. Este estudio proporciona datos detallados sobre las características del suelo, que tienen un impacto directo en el diseño y la eficacia del sistema de drenaje. Para el proyecto se usarán los estudios de zonas cercanas a la comunidad.

2.3.3.1 Ensayo de granulometría. El análisis granulométrico se realiza para determinar la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de suelo. Este análisis es esencial porque las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como la permeabilidad, la

capacidad de retención de agua y compactibilidad, están directamente influenciadas por el tamaño de las partículas del suelo (Alfaro & Espinoza, 2021). Para llevar a cabo este análisis existen dos métodos principales:

2.3.3.1.1 Método de tamizado. Este método se usa principalmente para partículas gruesas como arenas y gravas. La muestra de suelo seco se pasa por una serie de tamices apilados con aberturas de tamaño decreciente. Las partículas se separan según su tamaño al agitar los tamices, quedando las partículas más grandes en los tamices superiores y las más pequeñas en los inferiores. La distribución granulométrica del suelo se calcula registrando el peso de las partículas retenidas en cada tamiz. Este cálculo se presenta normalmente en un gráfico de curva granulométrica (Rodríguez, 2023).

2.3.3.1.2 Análisis hidrométrico. Se utiliza para partículas más finas como limos y arcillas. Consiste en agregar agua a la muestra de suelo y se agita para obtener una suspensión homogénea. Luego se mide la densidad de la suspensión con un hidrómetro a intervalos de tiempo, lo que permite determinar el tamaño de las partículas en función de su velocidad de sedimentación. Los hallazgos se utilizan para crear una curva de distribución del tamaño de las partículas finas (BRIONES PICO, 2021).

2.3.3.2 Límites de Atterberg. Se utilizan para evaluar las propiedades plásticas del suelo, es decir, cómo reacciona el suelo cuando se agrega o pierde agua. Estos límites son cruciales para clasificar los suelos y predecir su comportamiento bajo cargas estructurales y en condiciones naturales. Los límites principales son el líquido, plástico y el índice de plasticidad (García Calle, 2023).

2.3.3.2.1 Límite Líquido (LL). Es cuando un suelo pasa de plástico a líquido. Se realiza con el método de casa grande, que consiste en colocar una muestra de suelo en una copa de Casagrande, un dispositivo estandarizado que simula el movimiento de las partículas de suelo mediante golpes controlados. La muestra se perfora y se golpea hasta que la ranura

se cierra a una distancia determinada. El número de golpes necesarios está relacionado con el contenido de agua para determinar el límite líquido (Díaz Velasco, 2021).

2.3.3.2.2 Límite plástico (LP). Es el nivel de agua en el suelo cuando pasa de un estado semisólido a uno plástico. Este límite se determina amasando el suelo y formando un filamento de 3 mm de diámetro. Cuando se forman estos filamentos, el suelo comienza a agrietarse y se llega al límite plástico. Este método ayuda a determinar el contenido de agua del suelo que muestra propiedades plásticas (Montoya Suarez, 2013).

2.3.3.2.3 Índice de plasticidad (IP). Es la diferencia entre el límite líquido y plástico. Este índice mide la plasticidad del suelo e informa sobre su capacidad para deformarse sin fracturarse. Un suelo con un índice de plasticidad alto muestra una mayor capacidad de deformación, mientras que un suelo con un índice de plasticidad bajo muestra un suelo más rígido y menos plástico (Ulloque Llerena & Guzmán Pérez, 2020).

2.3.3.3 Contenido de humedad. Una medida crucial para determinar la cantidad de agua presente en una muestra de suelo es el contenido de humedad del suelo. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como su cohesión, compresibilidad y resistencia al corte se ven significativamente afectadas por este parámetro. El secado al horno es el método más común para medir la cantidad de humedad (Parraga Espinoza, 2022).

2.3.3.3.1 Método de secado al horno. Antes de utilizar este método, se pesa una muestra de suelo para determinar su peso húmedo. Luego, la muestra se seca durante 24 horas en un horno a una temperatura constante de 105-110°C. Se pesa la muestra una vez seca para obtener su peso seco. El contenido de humedad del suelo se calcula utilizando la diferencia de peso antes y después del secado (Botía Díaz, 2015).

2.4 Análisis de datos

En el marco del proyecto de alcantarillado pluvial para la comunidad de San Alfonso, se procederá a analizar los datos relevantes que permitirán diseñar y construir un sistema de

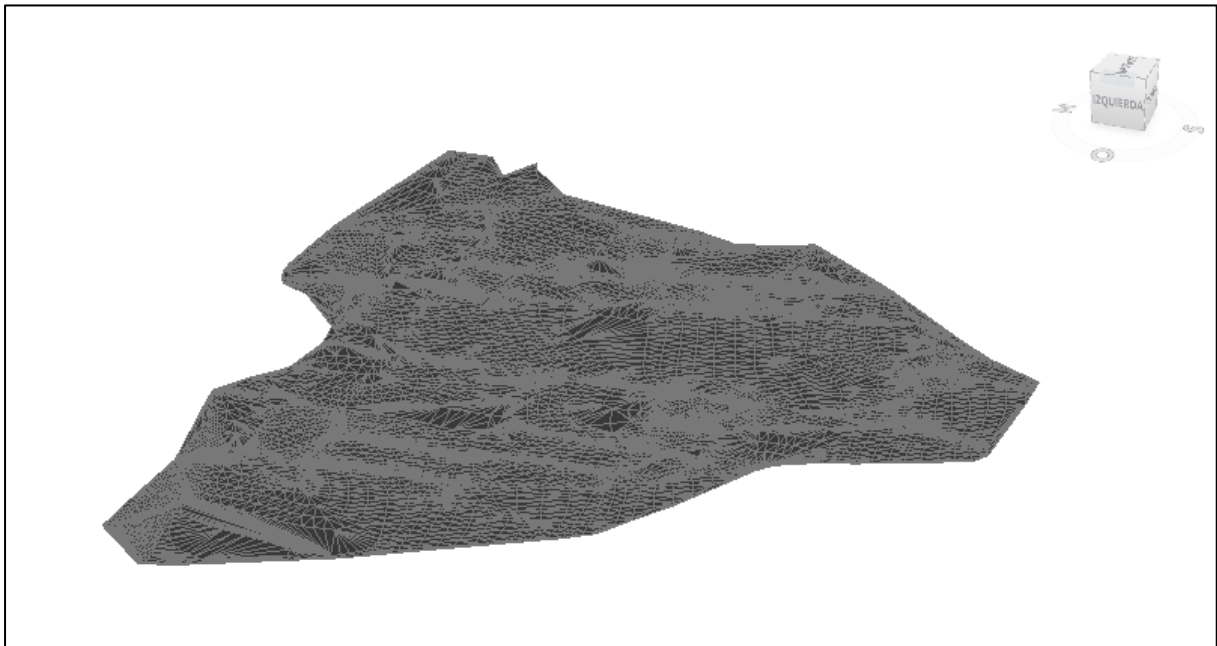
drenaje eficiente y sostenible. Este análisis incluirá estudios hidrológicos para comprender el comportamiento de las precipitaciones en la zona, evaluaciones geotécnicas para asegurar la estabilidad del terreno, y el mapeo de las áreas más afectadas por inundaciones.

2.4.1 Datos topográficos

Se cuenta con información base de planos del alcantarillado sanitario realizados en el año 2009. A partir de la información topográfica sustentada en las curvas de nivel se ha creado una modelación de la superficie de la comunidad San Alfonso como se muestra en la Figura.

Figura 5

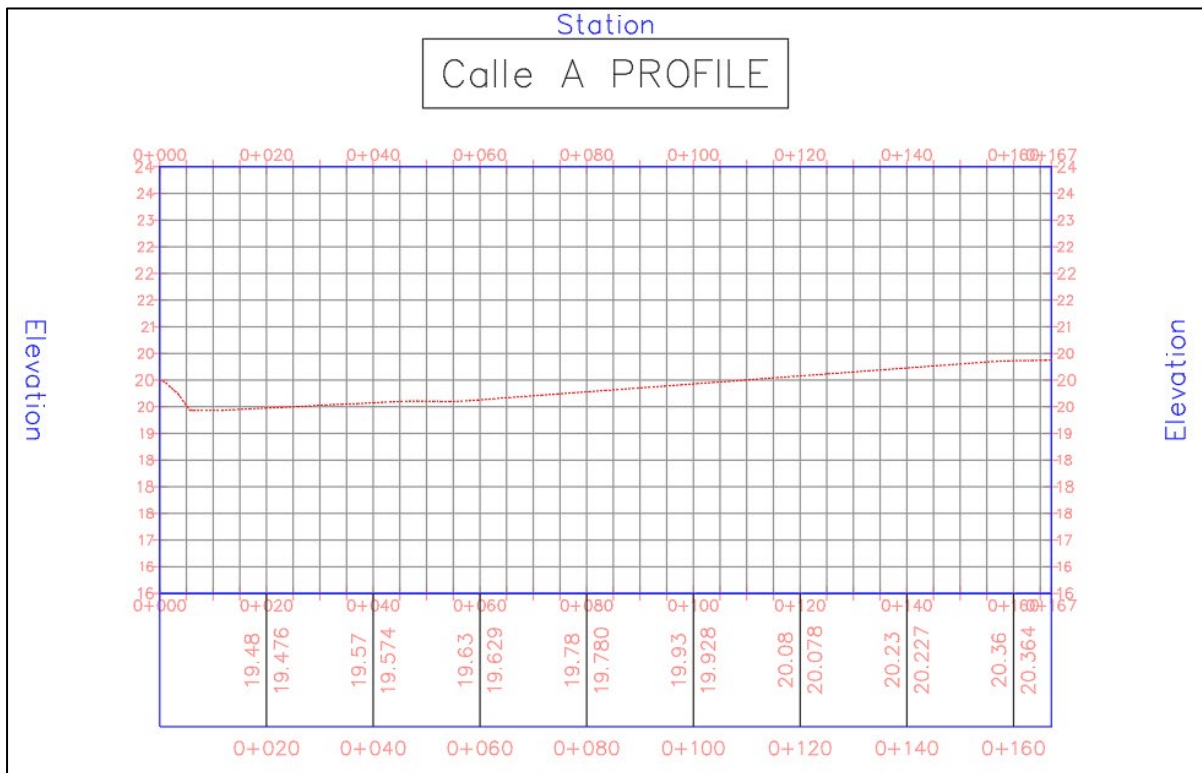
Triangulaciones de la superficie de San Alfonso



Nota. Elaborado mediante AutoCAD con licencia estudiantil.

Figura 6

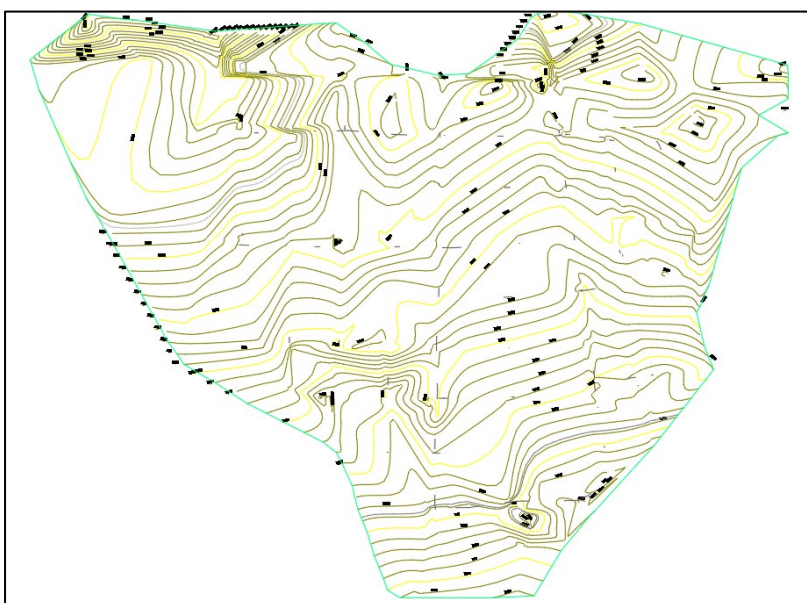
Perfil de calle A - San Alfonso



Nota. Elaborado mediante AutoCAD con licencia estudiantil.

Figura 7

Curvas de nivel de San Alfonso



Nota. Elaborado mediante AutoCAD y Civil 3D con licencia estudiantil.

Figura 8

Información topográfica básica de San Alfonso



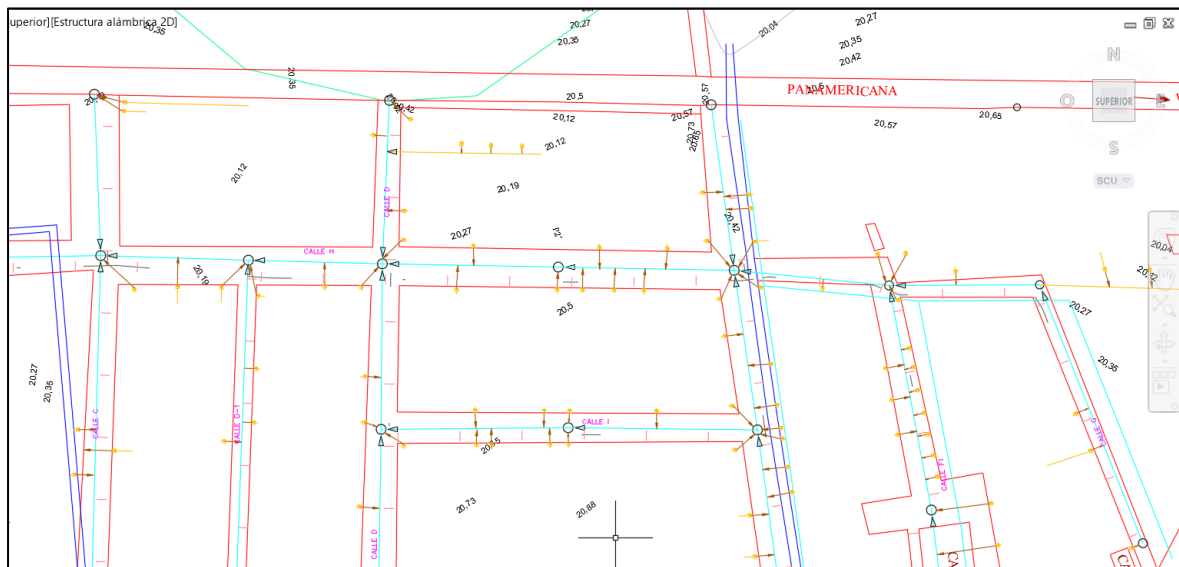
Nota. Elaborado mediante AutoCAD y Civil 3D con licencia estudiantil.

En los planos se han encontrado algunas observaciones como la ubicación del trazado del alcantarillado sanitario que está en el centro de cada calle, cuando este debería estar posicionado en el Sur y en el Oeste. Esto va a dificultar la posición del alcantarillado pluvial (AALL), que debe estar en el centro de cada vía según la normativa (EMAAP-Q & de Quito, 2001). A priori se tratará de ajustar los trazados y áreas de aportación intercambiando lugares entre los sistemas de alcantarillado y en lo posible regirse a las normas de diseño.

Además, el alcantarillado sanitario (AASS) no cumple con las normas de diseño, puesto que, está usando conexiones tipo espina de pescado y no hay una secuencia de conexiones terciarias que descarguen a los pozos de inspección.

Figura 9

Planos del AASS de San Alfonso



Nota. Elaborado mediante AutoCAD y Civil 3D con licencia estudiantil.

2.4.2 Datos hidrológicos

Para garantizar la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión de aguas pluviales, los parámetros de diseño de un sistema de alcantarillado pluvial son cruciales. Estos parámetros incluyen el análisis de la cantidad y frecuencia de precipitaciones, el tamaño y la capacidad de los conductos y el diseño de pendientes para garantizar un flujo adecuado. La integración con el entorno urbano, la capacidad de retención y almacenamiento temporal de agua y las medidas para prevenir inundaciones y erosión también se toman en cuenta. Un diseño efectivo debe cumplir con las normas ambientales y de seguridad, minimizando los efectos perjudiciales en el medio ambiente y las comunidades cercanas.

2.4.2.1 Método racional. Se utilizará este método para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie inferior a 100 ha, en los casos excepcionales: hasta 500 ha $\approx 5 \text{ km}^2$ (SENAGUA, 2011). Se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{T=} = \frac{C * I(T, t_c) * A * K_A}{360} \quad (2.1)$$

Donde:

Q: Caudal de escorrentía, (m^3/s)

C: Coeficiente de escurrimiento o escorrentía, (**adimensional**)

A: Área de la cuenca hidrológica o área de drenaje/tributaria, (**ha**)

I(T, t_c): Intensidad de la lluvia correspondiente al período de retorno considerado, para una duración de aguacero igual al tiempo de concentración **t_c** de la cuenca,

(**mm/h**)

K_A: Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, (**adimensional**)

$$Si A < 1 km^2 \quad K_A = 1 \quad (2.2)$$

$$Si A \geq 1 km^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} * A}{15} \quad (2.3)$$

2.4.1.2 Período de retorno (T). Intervalo de tiempo en el cual se espera que la obra alcance su nivel de saturación; este período debe ser menor que la vida útil de la misma. La selección de la frecuencia ideal de diseño debe responder a un estudio de tipo hidro económico que permita escoger a aquella que presente el valor mínimo para la suma del daño anual esperado, más los costos de inversión, operación y mantenimiento de las obras de drenaje (Barriga Ruiz & Sánchez Lumba, 2018).

2.4.1.2.1 Sistema de micro drenaje. Con un T: 2 a 10 años en función de la importancia del sector y de los daños y molestias que puedan ocasionar las inundaciones periódicas.

2.4.1.2.2 Sistema de macro drenaje. Con un $T: \geq 50$ años: Selección: Resultado de un análisis de los daños a propiedades y vidas humanas que puedan ocasionar escurrimientos de frecuencias superiores.

2.4.1.3 Tiempo de concentración (t_c). Tiempo necesario para que una gota de agua llegue desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto donde se necesita estimar el caudal de esorrentía (Estrada González, 2017). Se puede estimar el tiempo total de viaje, como la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, más el tiempo de viaje a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado, aguas arriba al punto de estudio (tiempo de recorrido). De acuerdo con la siguiente expresión:

$$t_c = t_i + t_r \quad (2.4)$$

Donde:

t_i : Tiempo inicial, (**min**)

t_r : Tiempo de recorrido, (**min**)

2.4.1.3.1 Tiempo inicial (t_i). Es el tiempo requerido, expresado en minutos, para que el agua fluya por la superficie del terreno hasta la primera entrada del alcantarillado (EMAAP-Q & de Quito, 2001). Las recomendaciones de las instituciones son las siguientes:

- **SENAGUA/CPE INEN:** $10 \leq t_i \leq 30$ min
- **EMAAP-Q:** $t_i = 5$ min
- **Interagua:** $t_i = 6$ min para tramos iniciales en urbanizaciones unifamiliares con no más de 30 m de fondo y 8 minutos para tramos iniciales en urbanizaciones unifamiliares con lotes de 30 a 40 m de fondo.

2.4.1.3.1 Tiempo de recorrido (t_r). Es el tiempo para que el agua fluya en la alcantarilla desde la primera boca hasta el punto donde se desea determinar el tamaño de esta (EMAAP-Q & de Quito, 2001). Puede ser estimado usando la fórmula de Manning:

$$t_r = \frac{L}{60 \cdot V} \quad (2.1)$$

Donde:

t_r : Tiempo de recorrido, (*min*)

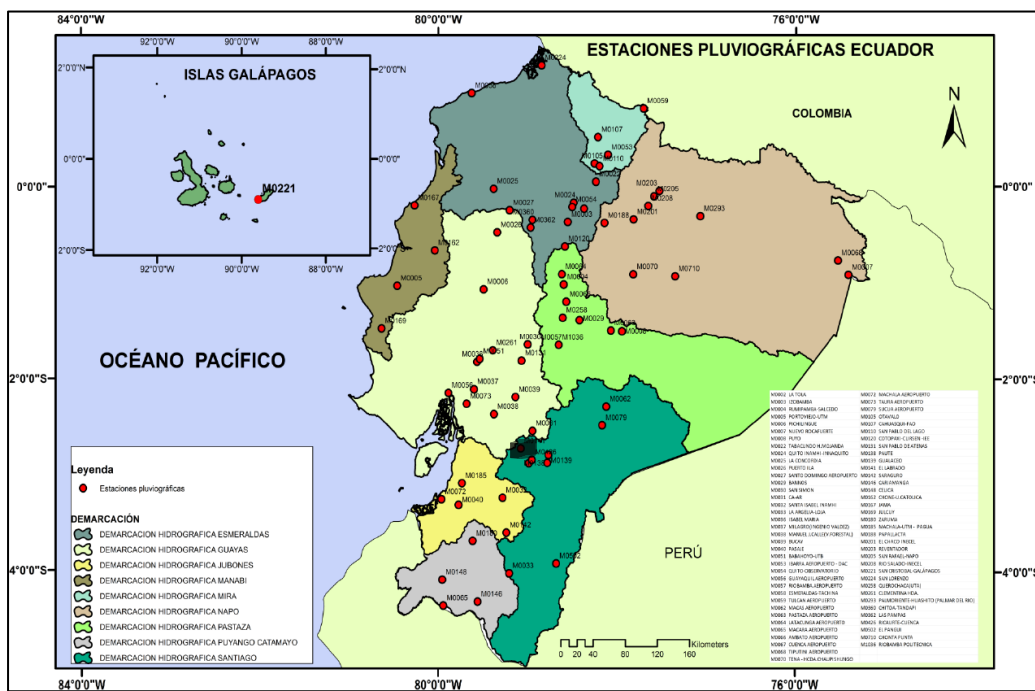
L : Longitud del tramo, (*m*)

2.4.1.4 Intensidad de lluvia (*I*). Se define a la intensidad de la lluvia como la precipitación caída en la unidad de tiempo y se mide en (mm/h) y a la duración de la lluvia como el intervalo de tiempo durante el cual se produce la máxima intensidad. Este valor es obtenido a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtienen las curvas de intensidad, duración y frecuencia (Valencia, 2021).

Para el diseño de este presente proyecto se tomará como dato el Código M0141 de la estación de El Labrado, como se muestra resaltada el punto en color rosado en la siguiente figura.

Figura 10

Mapas de estaciones pluviográficas del Ecuador



Nota. Imagen obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019).

Adicionalmente, se obtuvieron las siguientes tablas de ecuaciones IDF para la estación seleccionada.

Tabla 1

Ecuaciones IDF para la estación seleccionada

ECUACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)			
M0141	EL LABRADO	5<15	$i = 102.6808 \cdot T^{0.2373} \cdot t^{-0.5073}$	0.9804	0.9611
		15<60	$i = 146.5836 \cdot T^{0.2062} \cdot t^{-0.6077}$	0.9915	0.983
		60<1440	$i = 363.4344 \cdot T^{0.1650} \cdot t^{-0.8037}$	0.9986	0.9971

Nota. Imagen obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019)

2.4.1.5 Coeficiente de escurrimiento (C). Según (SENAGUA, 2011), para frecuencias entre 2 y 10 años se recomienda los siguientes valores de coeficientes de escurrimiento.

Tabla 2

Tipo de zona - coeficiente de escurrimiento

TIPO DE ZONA	VALORES DE C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.	0.7-0.9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas.	0.7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55-0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35-0.55
Parque, campos de deportes	0.1-0.2

Nota. Datos tomados de SENAGUA.

Cuando sea necesario se calculará un coeficiente de escurrimiento compuesto, basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie.

Tabla 3*Tipo de superficie - coeficiente de escorrentía*

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.9
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 a 0.9
Pavimentos de hormigón	0.8 a 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 a 0.8
Empedrados (juntas ordinarias)	0.4 a 0.5
Pavimentos de macadam	0.25 a 0.6
Superficies no pavimentadas	0.1 a 0.3
Parques y jardines	0.05 a 0.25

Nota. Datos tomados de SENAGUA.

2.5 Análisis de alternativas

Se deben considerar diversos aspectos en la selección del tipo de alcantarillado a implementar en la localidad. Estos factores están relacionados con las áreas de aportación, recursos económicos y conocimiento por parte de los pobladores en conservación de la infraestructura. Lo indispensable para ejecutar una obra de diseño de alcantarillado pluvial es la efectividad del drenaje de agua, basado en los criterios técnicos de diseño.

Para el presente proyecto tenemos dos alternativas la cuales se evaluarán con ayuda de una escala de Likert, que es una herramienta de investigación utilizada para medir actitudes y opiniones mediante una serie de afirmaciones, a las que los encuestados responden en una escala ordinal, que va desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo". Cada respuesta se asigna un valor numérico, lo que permite cuantificar y analizar los datos estadísticamente. Su simplicidad y facilidad de uso la hacen ideal para diversos contextos, mejorando la recolección y el análisis de datos sobre percepciones y actitudes.

De acuerdo con el proyecto, las consideraciones que se evaluarán son las económicas, ambientales, sociales y técnicas. La escala tiene valores del 1 al 5, donde 1 es el caso más desfavorable que se encuentra de color rojo, 3 es el caso neutral identificado con el color amarillo y el 5 es el caso más favorable con el color azul. A continuación, se presentará la tabla con la descripción de la escala de Likert.

Tabla 4

Descripción general de la escala de Likert

Factores de valoración	Ponderación	Escala				
		1	2	3	4	5
Consideraciones económicas	35%					
Costo de construcción	25%	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Costo de mantenimiento	10%	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Consideraciones ambientales	25%					
Impacto sobre el agua	5%	Muy elevado	Elevado	Medio	Bajo	Muy bajo
Erosión del suelo	3%	Muy rápido	Rápido	Normal	Lento	Muy lento
Generación de residuos	8%	Demasiado	Bastante	Moderado	Poco	Muy poco
Consumo de materiales/recursos	4%	Muy Elevado	Elevado	Medio	Bajo	Muy bajo
Contaminación de ruido	5%	Muy elevado	Elevado	Medio	Bajo	Muy bajo
Consideraciones Sociales	20%					
Aceptación y confiabilidad del cliente	10%	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Capacidades técnicas a la comunidad	5%	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo
Generación de empleo	5%	Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto
Consideraciones técnicas	20%					
Metodología constructiva	10%	Muy difícil	Difícil	Regular	Fácil	Muy fácil
Diámetros de tubería	5%	Muy pequeño	Pequeño	Medio	Grande	Muy grande
Tiempo de ejecución de obra	5%	Muy extenso	Extenso	Moderado	Corto	Muy corto

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

2.5.1 Descripción de alternativas y consideraciones

2.5.1.1 Alternativa A. Se propone un sistema de alcantarillado pluvial convencional de tuberías y colectores. En esta alternativa la red de alcantarillado está trazada por el eje de las vías principales y se basa en emplear una red de tuberías subterráneas para recolectar y transportar el agua de lluvia hasta un punto de descarga como un cuerpo de agua río. Además, poseen cámaras de inspección con una separación máxima entre ellas de 100 metros.

2.5.1.1.1 Consideraciones económicas. Los costos de construcción son moderados debido a la operación de maquinarias para la excavación, movimiento de tierras, instalación de tuberías y fabricación de infraestructuras complementarias. Además, los costos de mantenimiento también son de moderados, debido a que suelen tener diámetros de tuberías más grandes y permite que los municipios realicen los mantenimientos con una periodicidad más prolongada de limpieza y reparación de las tuberías; gracias a esto se generará un beneficio económico a largo plazo debido a la mitigación de daños por inundaciones y costos asociados (Ávila, 2012).

2.5.1.1.2 Consideraciones ambientales. El impacto sobre el agua en el sistema convencional influye a un nivel medio, debido a que los contaminantes transportados por el agua de lluvia pueden perjudicar la flora y la fauna acuática, alterar los ciclos naturales y la calidad del agua en general de la comunidad (Velásquez López et al., 2022). Además, la erosión del suelo es moderada ya que la rápida evacuación de las aguas pluviales a través de los sistemas de drenaje puede provocar el desgaste del suelo (Párraga & Aguirre, 2010). También existe una generación de residuos moderada ya que el agua lluvia arrastra contaminantes de las superficies impermeables como carreteras y techos; a su vez transporta residuos líquidos como herbicidas, sólidos orgánicos como ramas y sólidos inorgánicos como metales por la minería de la zona (Cañaverall & Santiago, 2021). Por otro lado, el consumo de materiales es bajo ya que no requiere de construcción adicional de infraestructura sostenible

como jardines y zanjas de infiltración. Como último punto tenemos a la contaminación de ruido debido a la maquinaria y herramientas que se deben usar para la construcción del alcantarillado, que según la escala de Likert está en un nivel medio, tolerable para la comunidad (García et al., 2016).

2.5.1.1.3 Consideraciones sociales. Desde una perspectiva social, la comunidad está totalmente de acuerdo con el alcantarillado pluvial convencional, lo que facilita su implementación. Esto asegura un apoyo comunitario sólido, lo cual es crucial para el éxito de cualquier proyecto de infraestructura (Ortega Salinas, 2023). Además, la mano de obra para actividades puntuales requiere de un nivel bajo de tecnificación; tareas como la excavación, instalación de tuberías y construcción de estructuras sencillas, pueden ser realizadas por trabajadores con habilidades básicas y sin necesidad de formación técnica avanzada. Esto facilita la incorporación de miembros de la comunidad en el proceso y se tendría un nivel alto de generación de empleo.

2.5.1.1.4 Consideraciones técnicas. Desde el punto de vista técnico, el sistema convencional de alcantarillado pluvial tiene un nivel muy fácil de metodología constructiva, ya que es bien comprendida por los profesionales del sector, lo que ayuda a minimizar la cantidad de fallos que pueden existir durante la construcción. Así mismo, los diámetros de tubería utilizados en este sistema son muy grandes, perfectos para manejar los volúmenes de agua esperados y así evitar las inundaciones. Además, el tiempo de ejecución de la obra es moderado, permitiendo una rápida puesta en marcha del sistema (Castro Carrera et al., 2022).

2.5.2.2 Alternativa B. Se propone un sistema de drenaje sostenible (SUDS); que emplea métodos naturales y seminaturales para fomentar la infiltración, retención y la reutilización del agua. Esto puede incluir la instalación de techos verdes, jardines de infiltración y áreas permeables, que ayudan a retener, filtrar y absorber el agua de lluvia en lugar de enviarla directamente a los sistemas de alcantarillado.

2.5.2.2.1 Consideraciones económicas. El alcantarillado de drenaje sostenible presenta un costo alto de construcción inicial y mantenimiento; ya que se estiman construcciones sostenibles de elevado valor monetario como superficies permeables, humedales, jardines y zanjas de infiltración. Además, requieren de un cuidado constante lo cual genera gastos significativos y esto puede ser una barrera importante para su adopción, especialmente en proyectos con presupuestos limitados (Cubides & Santos, 2018).

2.5.2.2.2 Consideraciones ambientales. Los sistemas de drenaje sostenibles están diseñados para reducir la erosión del suelo y por ende tienen un desgaste bajo. Además el impacto sobre el agua es menor, ya que este sistema posee la implementación de diferentes filtros y depuradores, lo que ayuda a tener una generación de residuos moderada y un caudal de aguas lluvias más limpio (Lozano Hurtado & Guevara Daniel, 2023). Sin embargo, la implementación de sistemas SUDS puede ser más compleja y conlleva usar bastantes materiales de construcción lo que genera problemas de residuos a nivel medio según la escala de Likert y una contaminación de ruido media debido a la manipulación de equipo caminero y herramientas de construcción (Fernández Rodríguez et al., 2020).

2.5.2.2.3 Consideraciones sociales. En términos sociales, existe una aceptación y confiabilidad inicial neutral por parte de la comunidad. Aun sabiendo que son personas que les agradan las ideas innovadoras, la situación actual a nivel seguridad del cantón y de presupuestos serían impedimentos importantes. Además, las comunidades pueden estar menos familiarizadas con estos sistemas y se necesitaría mano de obra tecnificada, lo que provocaría que el número de vacantes disponibles para trabajar en la obra por parte de los moradores sea menor. Es fundamental llevar a cabo capacitaciones técnicas y conceptuales a para aumentar la comprensión y participación en estos sistemas sostenibles (Flores Vega, 2017).

2.5.2.2.4 Consideraciones técnicas. El sistema de drenaje sostenible tiene un nivel regular de metodología constructiva, ya que habría que contactar a profesionales de otros cantones cerca del sector del sector para llevar a cabo la construcción, lo que provocaría una mayor probabilidad de inconvenientes que pueden existir durante la obra. Además, esto puede extender el tiempo de la obra, presentando un desafío significativo para su implementación (Cadenas Martínez & Parrales Saltos, 2017). Por otro lado, los diámetros de tubería utilizados en este sistema son medianos, ya que necesitan retener las aguas pluviales para poder depurarlas, pero se debe de tener cuidado para evitar inundaciones al momento de dimensionar los diámetros y no dejarlos muy pequeños y soporten la escorrentía de la zona.

2.5.2 Resultados y selección de alternativa

De acuerdo con la comparación que se muestra en la matriz de valoración, se realizó un análisis entre las consideraciones económicas, ambientales, sociales y técnicas de cada alternativa para lograr un resultado adecuado en función de las prioridades específicas del proyecto. Donde la alternativa **A** obtuvo la mayor puntuación, el alcantarillado pluvial convencional de tuberías y colectores. Esta alternativa será la que se llevará a cabo en el proyecto.

Tabla 5

Evaluación de análisis de alternativas

Factores de valoración	Ponderación	Alternativas			
		Evaluación	A	Evaluación	B
Consideraciones económicas	25%				
Costo de construcción	15%	3	9%	2	6%
Costo de mantenimiento	10%	3	6%	3	6%
Consideraciones ambientales	25%				
Impacto sobre el agua	5%	3	3%	4	4%
Erosión del suelo	3%	3	2%	4	2%
Generación de residuos	8%	3	5%	3	5%
Consumo de materiales/recursos	4%	4	3%	3	2%
Contaminación de ruido	5%	3	3%	3	3%

Consideraciones Sociales	20%				
Aceptación y confiabilidad del cliente	10%	5	10%	3	6%
Capacidades técnicas a la comunidad	5%	4	4%	2	2%
Generación de empleo	5%	4	4%	4	4%
Consideraciones técnicas	30%				
Metodología constructiva	15%	5	15%	3	9%
Diámetros de tubería	5%	5	5%	3	3%
Tiempo de obra	10%	3	6%	2	4%
TOTAL		48	75%	39	57%

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

A pesar de los beneficios ambientales y de sostenibilidad que ofrece el alcantarillado pluvial sostenible, la alternativa del alcantarillado pluvial convencional se presenta como una opción más favorable y la escogida para el diseño, desde una perspectiva económica, social y técnica. En términos económicos, el sistema convencional generalmente requiere una inversión inicial más baja y utiliza tecnologías y materiales más comunes o accesibles, lo que resulta en menores costos de construcción y mantenimiento. En el ámbito social, los sistemas convencionales son más familiares para las comunidades y los trabajadores, lo que facilita su aceptación y la participación de mano de obra local con habilidades básicas, reduciendo la necesidad de capacitación especializada.

El alcantarillado pluvial convencional, desde un punto de vista técnico, ofrece una solución probada y eficiente para la gestión de grandes cantidades de agua de lluvia; puede manejar adecuadamente la escorrentía pluvial y prevenir inundaciones. Además, su ejecución es más rápida y menos complicada, lo que permite una respuesta efectiva a las necesidades de la comunidad. En muchos contextos rurales donde la efectividad, los costos y la simplicidad técnica son factores importantes, el sistema de alcantarillado pluvial convencional sigue siendo la mejor opción.

Capítulo 3

3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseño

Luego de analizar los datos hidrológicos, topográficos y las alternativas; se debe determinar el dimensionamiento del colector, es decir, encontrar el tirante de agua, la velocidad real y el diámetro comercial, considerando el escenario a tubería llena.

3.1.1 *Parámetros de diseño para el sistema de AALL*

Estos son los parámetros generales para realizar el diseño del alcantarillado para la comunidad de San Alfonso con la finalidad de determinar la cota de diseño o corte.

3.1.1.1 Distancia mínima entre conductos. Para proteger las redes de servicios públicos, los conductos pluviales deben estar separados 1 metro horizontalmente y 0.50 metros verticalmente de otras tuberías. Al cruzar quebradas sin estructuras, se debe instalar la tubería bajo el cauce y protegerla contra la erosión, enterrándola a 3 metros de profundidad si es necesario (Melgar et al., 2012).

3.1.1.2 Secciones transversales. Las tuberías fabricadas en serie son generalmente circulares y pueden ser de hormigón, acero, hierro, PVC o PEAD. Las construidas en el lugar suelen ser de hormigón armado, y pueden ser estructuras cerradas con secciones rectangulares, cuadradas o abiertas con secciones rectangulares, trapezoidales o triangulares. (Karwot & Ober, 2019).

3.1.1.3 Diámetro interno. El diámetro mínimo en alcantarillados pluviales (tramos iniciales), será de 250 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros) (EMAAP-Q & de Quito, 2001).

3.1.1.4 Velocidad mínima. La velocidad mínima permisible es de 0.80 m/s considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente a tubería parcialmente llena

(EMAAP-Q & de Quito, 2001). Para colectores secundarios se permite una velocidad mínima permisible de 0.70 m/s y en condiciones críticas con arrastres excesivos, se recomienda una velocidad mínima de 1 m/s. Estas restricciones tienen por objeto evitar el depósito de sedimentos que provoquen azolves y taponamientos en la tubería (Interagua, 2015).

3.1.1.5 Velocidad máxima. La velocidad máxima permisible, para evitar erosión y socavación en las tuberías, depende del tipo de material que se utilice y de la cantidad y características de las partículas sólidas arrastradas y suspendidas en el escurrimiento (EMAAP-Q & de Quito, 2001).

Tabla 6

Velocidades para los diferentes tipos de tuberías

Material	Velocidad máxima (m/s)
Acero	6.0
PVC	8.0
Acero con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5
Cobre	4.0
Concreto normal	3.0
Concreto reforzado	4.5
Ladrillo común	3.0
Gres	5.0
Hierro dúctil con recubrimiento de mortero centrifugado	4.5

Nota. Obtenido del manual de Interagua. (2015)

Tabla 7

Velocidades para los diferentes tipos de tuberías

Material de tubería	Velocidad máxima (m/s)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm de diámetro	4.5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm de diámetro o mayores	6.0

Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6.0 – 6.5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ²	7.0 – 7.5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
Acero	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9.0 o mayor

Nota. Obtenido del manual de EMAAP-Q.

3.1.1.6 Fuerza tractiva. Este parámetro indica la fuerza necesaria para mover el agua a través del sistema de alcantarillado a una velocidad determinada. Se calcula utilizando principios de mecánica de fluidos y se utiliza para seleccionar el tamaño y la pendiente adecuada de las tuberías, así como para diseñar estructuras como cámaras de inspección y cámaras de caída. El valor mínimo permisible es de 1 N/m² o 0.1 Kg/m² (Malek Mohammadi et al., 2020).

3.1.1.7 Pendiente mínima. La pendiente de cada tramo de tubería debe ser tan semejante a la del terreno como sea posible, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero se deberá proyectar con una pendiente mínima del 0.5% para tuberías de Ø 40 cm (16”) en la red de drenaje cuando las condiciones topográficas y las conexiones que se hicieran lo permitan, esto con el objeto de garantizar que el régimen hidráulico que se forme no ocasione sedimentos que reduzcan la capacidad del conducto y requiera un mantenimiento más continuo (EMAAP-Q & de Quito, 2001).

3.1.1.8 Pendiente máxima. En pendientes altas se recomienda no sobrepasar las velocidades máximas permisibles. En caso de que exista la posibilidad de deslizamiento, la

tubería deberá anclarse a intervalos regulares, según se requiera (EMAAP-Q & de Quito, 2001).

3.1.1.9 Profundidad hidráulica máxima. Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas pluviales en conductos cerrados, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro o altura real de éste.

3.1.1.10 Profundidad mínima a la cota clave. Los sistemas de alcantarillado pluvial deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas lluvias de su área tributaria y para evitar daños en la infraestructura.

3.2 Diseño mediante hoja de cálculo

En este apartado se explicará de manera numérica todas las variables necesarias para el diseño del alcantarillado pluvial, mediante ecuaciones utilizadas en cada una de las columnas de la hoja de cálculo. En el desarrollo de la presente sección se pondrá de ejemplo los datos y cálculos de la calle N.º 20, sin embargo, en la Figura 13 se encuentra la hoja de cálculo del diseño completo.

3.2.1 Columna 1 - Calle

Se determinan las calles con su número o código para tener una orientación correcta y elaborar planos más conservadores. En este caso la calle que se explicará será la N.º 20.

3.2.2 Columna 2 – N.º Pozos

Los pozos en un alcantarillado pluvial son estructuras verticales que permiten el acceso al sistema de drenaje para realizar inspecciones. En este proyecto se realizaron 57 pozos en total y la nomenclatura se ilustra como “P - #”, ya que se analizará el tramo o calle N.º 20, se revisan los pozos que la conectan, en este caso son los P-4 y P-5.

3.2.3 Columna 3 – Longitud parcial

Es la longitud parcial de la tubería y se mide de centro a centro de los pozos, en este caso la longitud entre el P-4 y P-5 que es de 48.18 m.

$$\text{Longitud Parcial Calle N.º 20} = 48.18 \text{ m}$$

3.2.4 Columna 4 – Longitud acumulada

Es la suma de la longitud parcial de la calle actual y de las calles anteriores que están conectadas, en este caso los tramos anteriores son de las calles N.º 8 y N.º 10.

$$\text{Longitud Acumulada} = \text{Longitud (Calle N.º 20 + Calle N.º 8 + Calle N.º 10)} \quad (3.1)$$

$$\text{Longitud Acumulada} = 48.18 + 70.50 + 165.94 = 287.63 \text{ m}$$

3.2.5 Columna 5 – Área parcial

Es la superficie de drenaje situada aguas arriba de la sección en estudio. Los límites de un área o cuenca de drenaje suelen estar alterados por las obras que el hombre realiza, tales como caminos, calles, alcantarillas, bordos y las mismas obras de drenaje (Melgar et al., 2012).

$$\text{Area parcial Calle N.º 20} = 0.31 \text{ ha}$$

3.2.6 Columna 6 – Área Acumulada

Es el área de aportación acorde al tramo y los pozos, en este caso los tramos anteriores a la calle N.º 20 son de las calles N.º 8 y N.º 10.

$$\text{Area acumulada} = \text{Area (Calle N.º 20 + Calle N.º 8 + Calle N.º 10)} \quad (3.2)$$

$$\text{Area acumulada} = 0.31 + 1.14 + 0.15 = 1.60 \text{ ha}$$

3.2.7 Columna 7 – Coeficiente de escorrentía y porcentaje de área

El coeficiente de escorrentía parcial es 0.65 acorde al análisis hidrológico, ya que es para poblaciones medianamente densas y dado que no hubo otro caso de escorrentía parcial,

todos quedaron en el mismo valor, significa que todos los porcentajes de área quedaron en 100%.

$$\text{Coeficiente de escorrentia} = 0.65$$

$$\text{Porcentaje de area} = 100\%$$

3.2.8 Columna 8 – Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo inicial que es de 5 minutos, establecidos por la EMAAPQ (2001) y añadiéndole el tiempo de flujo (Tr) de los tramos anteriores.

$$\text{Tiempo de concentracion (Calle N.º 20)} = t_i + Tr \text{ Calle N.º 10} + Tr \text{ Calle N.º 8} \quad (3.3)$$

$$\text{Tiempo de concentracion (Calle N.º 20)} = 5.00 + 0.57 + 1.25 = 6.82$$

3.2.9 Columna 9 – Ecuación IDF I (mm/h) 5 < 15 min

En base a la estación hidrológica detallada en la sección de análisis de datos del capítulo 2 - tabla 1:

$$i = 102.6808 \cdot T^{0.2373} \cdot t^{-0.5073} \quad (3.4)$$

$$i = 102.6808 \cdot (5.00)^{0.2373} \cdot (6.82)^{-0.5073} = 56.82 \text{ mm/h}$$

3.2.10 Columna 10 – Ecuación IDF I (mm/h) 15 < 60 min

En base a la estación hidrológica detallada en la sección de análisis de datos del capítulo 2 - tabla 1:

$$i = 146.5836 \cdot T^{0.2062} \cdot t^{-0.6077} \quad (3.5)$$

$$i = 146.5836 \cdot (5.00)^{0.2062} \cdot (6.82)^{-0.6077} = 63.63 \text{ mm/h}$$

3.2.11 Columna 11 – Ecuación IDF I (mm/h) 60 < 1440 min

En base a la estación hidrológica detallada en la sección de análisis de datos del capítulo 2 - tabla 1:

$$i = 363.4344 \cdot T^{0.1650} \cdot t^{-0.8037} \quad (3.6)$$

$$i = 363.4344 \cdot (5.00)^{0.1650} \cdot (6.82)^{-0.8037} = 101.36 \text{ mm/h}$$

3.2.12 Columna 12 – Intensidad adoptada

Para determinar la intensidad adoptada, se debe escoger la menor intensidad entre las 3 calculadas, en este caso la menor fue la de 56.82 mm/h.

3.2.13 Columna 13 – Caudal de diseño

Se aplica la siguiente fórmula para cálculo de caudal

$$Q_T = \frac{C \cdot I(T, t_c) \cdot A \cdot K_A}{0.36} \quad (3.7)$$

$$Q_{T(\text{Calle N.º 20})} = \frac{6.82 \cdot 56.82 \cdot 1.6 \cdot 1}{0.36} = 165.13 \text{ l/s}$$

3.2.14 Columna 14 – Diámetro comercial / interior y espesor

El diámetro seleccionado para cada tramo se lo hace mediante la verificación de la velocidad, tensión tractiva y relación d/D mínima permisible. Este apartado de lo realizó mediante el catálogo de Plastigama, facilitando los diámetros nominales, interiores y espesor.

A continuación, se muestra el diámetro y espesor para la tubería de la Calle N.º 20:

$$\text{Diámetro Comercial/Nominal } (D_n) = 440 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro interior } (D_i) = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor} = 20 \text{ mm}$$

Tabla 8

Especificaciones técnicas de tuberías PVC de Plastigama

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED		
ESTRUCTURADA		
DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)
125	110	7.5

175	160	7.5
220	200	10
280	250	15
335	300	17.5
400	364	18
440	400	20
540	500	20
650	600	25
760	700	30
875	800	37.5
975	900	37.5

Nota. Catálogo obtenido de Plastigama 2024.

3.2.15 Columna 15 – Cálculo de Pendiente

La pendiente se determina mediante la resta de las cotas de los pozos, en este caso el resultado da negativo debido a que la cota del P-4 es mayor a la del P-5.

$$Cota \text{ de terreno } P - 5 = 20.92 \text{ m}$$

$$Cota \text{ de terreno } P - 4 = 20.96 \text{ m}$$

$$Longitud \text{ Parcial Calle } N.^\circ 20 = 48.18 \text{ m}$$

$$Pendiente = \frac{(Cota \text{ } P - 5) - (Cota \text{ } P - 4)}{Longitud \text{ Parcial Calle } N.^\circ 20} * 1000 \quad (3.8)$$

$$Pendiente \text{ (Calle } N.^\circ 20) = \frac{20.92 - 20.96}{48.18} * 1000 = -0.78$$

3.2.16 Columna 16 – Pendiente Corregida

Luego del cálculo de la pendiente se debe corregir mediante la verificación de la velocidad, tensión tractiva y relación d/D mínima permisible. En este caso la pendiente corregida para cumplir con todas las variables obtuvo un valor de 5.10.

$$Pendiente\ corregida\ (Calle\ N.^{\circ}\ 20) = 5.10$$

3.2.17 Columna 17 – Velocidad a tubería llena

Para el cálculo de la velocidad a tubería llena se determinó el coeficiente de rugosidad de Manning mediante la tabla de la EMAAPQ (2001), el material de revestimiento de las tuberías es de PVC, es decir que n es 0.011.

Tabla 9

Coeficiente de rugosidad de Manning

Material de revestimiento	Coeficiente “n”
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación	0.025

Nota. Tabla obtenida de la EMAAP-Q (2001).

$$V_o = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (3.9)$$

$$V_o\ (Calle\ N.^{\circ}\ 20) = \frac{(400/4/1000)^{\frac{2}{3}} * (5.10)^{\frac{1}{2}}}{0.011} = 1.34\ m/s$$

3.2.18 Columna 18 – Caudal a tubo lleno

$$Q_o = (D/1000)^2 * 2 * \pi * V_o * 1000 \quad (3.10)$$

$$Q_o\ (Calle\ N.^{\circ}\ 20) = (400/1000)^2 * 2 * \pi * 1.399 * 1000 = 175.76\ l/s$$

3.2.19 Columna 19 – Tiempo de flujo

$$Tr = \frac{\text{Longitud Parcial}}{60 * V_o (\text{Calle N.º 20})} \quad (3.11)$$

$$Tr (\text{Calle N.º 20}) = \frac{48.181}{60 * 1.399} = 0.57 \text{ s}$$

3.2.20 Columna 20 – Identificación de relaciones hidráulicas

En este apartado se verifican las relaciones hidráulicas de Manning q/Q , θ , v/V_o y d/D . Donde se identifican los valores mediante la tabla que se presenta a continuación.

$$\frac{q}{Q} = \frac{165.13}{175.77} = 0.94$$

$$\theta = 245.36$$

$$\frac{d}{D} = 0.77$$

Tabla 10

Relaciones hidráulicas de Manning

d/D	θ	A	R	V	q	q/Q	v/V
0.001	7.248615	0.000042	0.000666	0.069355	0.000003	0.000001	0.019224
0.770	245.367278	0.648933	0.303065	4.101707	2.661733	0.939379	1.136922
0.002	10.252800	0.000119	0.001332	0.110060	0.000013	0.000005	0.030507
0.003	12.559161	0.000219	0.001997	0.144174	0.000032	0.000011	0.039963
0.004	14.504494	0.000337	0.002662	0.174600	0.000059	0.000021	0.048396
0.005	16.219229	0.000471	0.003326	0.202543	0.000095	0.000034	0.056141
0.006	17.770249	0.000619	0.003989	0.228648	0.000141	0.000050	0.063377
0.007	19.197277	0.000779	0.004651	0.253317	0.000197	0.000070	0.070215
0.008	20.526192	0.000952	0.005313	0.276815	0.000263	0.000093	0.076728
0.009	21.774966	0.001135	0.005975	0.299333	0.000340	0.000120	0.082970
0.010	22.956682	0.001329	0.006636	0.321014	0.000427	0.000151	0.088980
0.011	24.081215	0.001533	0.007296	0.341966	0.000524	0.000185	0.094787
0.012	25.156237	0.001746	0.007955	0.362276	0.000633	0.000223	0.100417
0.013	26.187847	0.001969	0.008614	0.382013	0.000752	0.000265	0.105887
0.014	27.180988	0.002199	0.009272	0.401234	0.000882	0.000311	0.111215
0.015	28.139735	0.002438	0.009930	0.419988	0.001024	0.000361	0.116413

d/D	Θ	A	R	V	q	q/Q	v/V
0.016	29.067494	0.002685	0.010587	0.438315	0.001177	0.000415	0.121493
0.017	29.967142	0.002940	0.011243	0.456249	0.001341	0.000473	0.126464
0.018	30.841142	0.003202	0.011899	0.473821	0.001517	0.000536	0.131335
0.019	31.691615	0.003472	0.012554	0.491057	0.001705	0.000602	0.136112
0.020	32.520409	0.003749	0.013209	0.507979	0.001904	0.000672	0.140803
0.021	33.329143	0.004032	0.013862	0.524608	0.002115	0.000746	0.145412
0.022	34.119243	0.004322	0.014516	0.540962	0.002338	0.000825	0.149945
0.023	34.891975	0.004619	0.015168	0.557057	0.002573	0.000908	0.154406
0.024	35.648472	0.004922	0.015820	0.572907	0.002820	0.000995	0.158800
0.025	36.389745	0.005231	0.016472	0.588527	0.003078	0.001086	0.163129
0.026	37.116707	0.005546	0.017122	0.603926	0.003349	0.001182	0.167398
0.027	37.830186	0.005867	0.017773	0.619118	0.003633	0.001282	0.171609
0.028	38.530929	0.006194	0.018422	0.634111	0.003928	0.001386	0.175765
0.029	39.219621	0.006527	0.019071	0.648914	0.004236	0.001495	0.179868
0.030	39.896887	0.006866	0.019719	0.663537	0.004556	0.001608	0.183921
0.031	40.563300	0.007209	0.020367	0.677986	0.004888	0.001725	0.187926
0.032	41.219386	0.007559	0.021014	0.692269	0.005233	0.001847	0.191885
0.033	41.865632	0.007913	0.021660	0.706392	0.005590	0.001973	0.195800
0.034	42.502488	0.008273	0.022306	0.720362	0.005960	0.002103	0.199672
0.035	43.130370	0.008638	0.022951	0.734184	0.006342	0.002238	0.203503
0.036	43.749665	0.009008	0.023595	0.747865	0.006737	0.002378	0.207295
0.037	44.360734	0.009383	0.024239	0.761408	0.007145	0.002521	0.211049
0.038	44.963913	0.009763	0.024882	0.774818	0.007565	0.002670	0.214766
0.039	45.559516	0.010148	0.025525	0.788101	0.007998	0.002823	0.218448
0.040	46.147836	0.010538	0.026167	0.801259	0.008443	0.002980	0.222095
0.041	46.729150	0.010932	0.026808	0.814298	0.008902	0.003142	0.225709
0.042	47.303716	0.011331	0.027449	0.827220	0.009373	0.003308	0.229291
0.043	47.871779	0.011734	0.028089	0.840030	0.009857	0.003479	0.232842
0.044	48.433567	0.012142	0.028728	0.852730	0.010354	0.003654	0.236362
0.045	48.989297	0.012555	0.029367	0.865324	0.010864	0.003834	0.239853
0.046	49.539174	0.012971	0.030005	0.877815	0.011387	0.004019	0.243315
0.047	50.083390	0.013393	0.030642	0.890205	0.011922	0.004208	0.246749
0.048	50.622130	0.013818	0.031279	0.902498	0.012471	0.004401	0.250157
0.049	51.155567	0.014248	0.031916	0.914695	0.013032	0.004599	0.253537
0.050	51.683866	0.014681	0.032551	0.926799	0.013607	0.004802	0.256893
0.051	52.207182	0.015119	0.033186	0.938813	0.014194	0.005009	0.260223
0.052	52.725666	0.015561	0.033821	0.950739	0.014795	0.005221	0.263528
0.053	53.239459	0.016008	0.034454	0.962578	0.015408	0.005438	0.266810
0.054	53.748696	0.016458	0.035087	0.974333	0.016035	0.005659	0.270068
0.055	54.253506	0.016912	0.035720	0.986007	0.016675	0.005885	0.273304

d/D	Θ	A	R	V	q	q/Q	v/V
0.056	54.754012	0.017369	0.036352	0.997600	0.017328	0.006115	0.276517
0.057	55.250332	0.017831	0.036983	1.009114	0.017994	0.006350	0.279709
0.058	55.742578	0.018297	0.037613	1.020552	0.018673	0.006590	0.282879
0.059	56.230857	0.018766	0.038243	1.031914	0.019365	0.006834	0.286029
0.060	56.715273	0.019239	0.038872	1.043203	0.020071	0.007083	0.289158
0.061	57.195924	0.019716	0.039501	1.054420	0.020789	0.007337	0.292267
0.062	57.672906	0.020197	0.040129	1.065566	0.021521	0.007595	0.295356
0.063	58.146308	0.020681	0.040756	1.076643	0.022266	0.007858	0.298427
0.064	58.616218	0.021168	0.041383	1.087653	0.023024	0.008126	0.301478
0.065	59.082721	0.021660	0.042009	1.098595	0.023795	0.008398	0.304512
0.066	59.545896	0.022155	0.042635	1.109473	0.024580	0.008675	0.307527
0.067	60.005822	0.022653	0.043260	1.120286	0.025378	0.008956	0.310524
0.068	60.462573	0.023155	0.043884	1.131037	0.026189	0.009243	0.313504
0.069	60.916220	0.023660	0.044507	1.141725	0.027013	0.009533	0.316466
0.070	61.366834	0.024168	0.045130	1.152354	0.027851	0.009829	0.319412
0.071	61.814482	0.024680	0.045753	1.162922	0.028701	0.010129	0.322342
0.072	62.259227	0.025196	0.046374	1.173432	0.029565	0.010434	0.325255
0.073	62.701132	0.025714	0.046995	1.183884	0.030443	0.010744	0.328152
0.074	63.140257	0.026236	0.047616	1.194280	0.031333	0.011058	0.331034
0.075	63.576661	0.026761	0.048235	1.204620	0.032237	0.011377	0.333900
0.076	64.010400	0.027290	0.048854	1.214906	0.033155	0.011701	0.336751
0.077	64.441527	0.027821	0.049473	1.225137	0.034085	0.012029	0.339587
0.078	64.870096	0.028356	0.050091	1.235316	0.035029	0.012362	0.342408
0.079	65.296158	0.028894	0.050708	1.245442	0.035986	0.012700	0.345215
0.080	65.719761	0.029435	0.051324	1.255516	0.036956	0.013043	0.348007
0.081	66.140953	0.029979	0.051940	1.265541	0.037940	0.013390	0.350786
0.082	66.559782	0.030526	0.052555	1.275515	0.038937	0.013742	0.353551
0.083	66.976291	0.031077	0.053170	1.285440	0.039947	0.014098	0.356302
0.084	67.390524	0.031630	0.053784	1.295316	0.040971	0.014459	0.359039
0.085	67.802524	0.032186	0.054397	1.305145	0.042008	0.014825	0.361764

Nota. Relaciones Hidráulicas calculadas a partir del Número de Manning

Autor. Ing. Pérez Carmona 2013

Figura 11

Primera parte del diseño de AALL para la comunidad de San Alfonso

DISEÑO AA-LL COMUNIDAD SAN ALFONSO DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ																													
CALLE	N° de Hacer	Longitud Parcela (m)	Longitud Acumulada (m)	CAUDAL PLUVIAL								Relaciones hidráulicas																	
				Área			Coeficiente de escorrentía			Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/h)			Caudal Total de diseño (q (l/s))	Diámetro Comercial (mm)	Diámetro Interior Comercial (mm)	Espesor	PENDIENTE (S)	PENDIENTE CORREGIDAS	Tubería Lima									
				Parcela (m ²)	Parcela (ft ²)	Acumulada (ft ²)	Coeficiente de escorrentía parcelas	Porcentaje de área	Área parcelas (ft ²)		Coeficiente de escorrentía ponderado	I (mm/h) 5-15 min	I (mm/h) 15-60 min							I (mm/h) 60-1440 min	Intensidad Adaptada (mm/h)	V ₀ (m/s)	Q ₀ (l/s)	Tiempo de Flujo (min)	q/Q	Tubo Ø	v/V ₀	Ø/D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20										
1	P-21	89.4327	89.4327	1638.245	0.1638245	0.1638245	0.65	100.00%	0.1638245	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	19.6678573	280	250	15	1.61014931	4.30	0.939	46.09	1.588	0.4268	169.9029	0.9602	0.4560
	P-22	52.4008	141.8335	1520.314	0.1520314	0.1520314	0.65	100.00%	0.1520314	0	0.65	6.59	57.8113874	64.9637567	104.170141	57.8113874	32.9695669	280	250	15	7.27088136	4.40	0.950	46.62	0.920	0.7072	207.7731	1.0839	0.6200
2	P-23	80.2539	80.2539	2743.073	0.2743073	0.2743073	0.65	100.00%	0.2743073	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	32.918072	280	250	15	2.86590434	4.40	0.950	46.62	1.408	0.7064	207.7731	1.0839	0.6200
	P-24	45.1604	267.2478	4728.555	0.4728555	1.063019	0.65	100.00%	0.4728555	0	0.65	7.33	54.7709968	60.8921152	95.6239999	54.7709968	105.12336	400	364	18	3.01148794	4.40	1.220	126.96	0.617	0.8280	225.6602	1.1177	0.6940
3	P-1	48.3328	315.5806	883.113	0.883113	1.151330	0.65	100.00%	0.883113	0	0.65	5.62	62.6806446	71.5717806	118.408505	62.6806446	130.299915	440	400	20	4.53108448	4.30	1.269	159.51	0.635	0.8169	233.9250	1.1151	0.6870
	P-2	51.174	366.7546	1011.514	0.1011514	1.252481	0.65	100.00%	0.1011514	0	0.65	5.63	62.5807166	71.4351175	118.109579	62.5807166	141.521581	440	400	20	2.75530543	4.40	1.299	163.26	0.656	0.8669	231.9527	1.1258	0.7190
4	P-3	29.5709	396.3255	1880.297	0.188030	1.440511	0.65	100.00%	0.1880297	0	0.65	5.66	62.4379238	71.2672432	117.7426317	62.4379238	162.448239	440	400	20	51.4309667	4.95	1.378	173.16	0.358	0.9381	245.0952	1.1368	0.7690
	P-4	73.5081	73.5081	1480.508	0.148051	0.148051	0.65	100.00%	0.1480508	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	17.741547	280	250	15	10.5430558	4.70	0.982	48.18	1.248	0.3689	161.5862	0.9230	0.4200
5	P-5	73.4763	73.4763	3055.630	0.305563	0.305563	0.65	100.00%	0.305563	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	36.6841925	280	250	15	4.02850997	4.40	0.971	47.67	1.261	0.7696	216.6009	1.1026	0.6570
	P-6	47.3173	120.7936	4384.813	0.438481	0.744044	0.65	100.00%	0.4384813	0	0.65	6.26	59.3216535	67.0019676	108.514267	59.3216535	79.6934995	400	364	18	2.34586504	4.50	1.234	128.39	0.639	0.6207	196.0957	1.0533	0.5700
6	P-7	45.1491	165.9427	4056.098	0.405610	1.149654	0.65	100.00%	0.4056098	0	0.65	5.64	62.5550996	71.4000903	118.032993	62.5550996	129.840645	400	364	18	6.55605538	5.20	1.326	138.02	0.567	0.9408	245.6398	1.1371	0.7710
	P-8	48.1816	287.6324	3118.879	0.311888	1.609993	0.65	100.00%	0.3118879	0	0.65	6.82	56.8224946	63.6348571	101.361298	56.8224946	165.138058	440	400	20	-0.78868282	5.10	1.399	175.77	0.574	0.9395	245.3673	1.1369	0.7700
7	P-9	4.1313	291.7637	5457.756	0.545776	2.155368	0.65	100.00%	0.5457756	0	0.65	5.57	62.9244604	71.905408	119.138027	62.9244604	244.879183	540	500	20	335.245564	4.10	1.455	285.74	0.047	0.8570	230.1748	1.1237	0.7120
	P-10	46.8961	46.8961	2931.038	0.293104	0.293104	0.65	100.00%	0.2931038	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	35.1884103	280	250	15	5.16034382	4.50	0.960	47.15	0.814	0.7464	213.2373	1.0950	0.6430
8	P-11	48.5214	95.4175	1251.150	0.125115	0.418219	0.65	100.00%	0.125115	0	0.65	5.81	61.5948159	70.0891073	115.175316	61.5948159	46.5113097	335	300	17.5	5.06992791	3.95	1.016	71.83	0.796	0.6476	199.5756	1.0631	0.5850
	P-12	56.8321	152.2406	3376.692	0.337669	0.755888	0.65	100.00%	0.3376692	0	0.65	5.80	61.6914834	70.2208662	115.401815	61.6914834	84.1963994	400	364	18	6.79193625	3.90	1.149	119.53	0.825	0.7044	207.5771	1.0834	0.6100
9	P-13	52.5181	204.7677	1702.630	0.170263	0.926151	0.65	100.00%	0.170263	0	0.65	5.82	61.536535	70.0096716	115.002712	61.536535	102.902445	400	364	18	3.50355401	4.30	1.206	125.51	0.726	0.8199	224.4197	1.1158	0.6890
	P-14	22.3385	227.1062	3366.752	0.336675	1.262826	0.65	100.00%	0.3366752	0	0.65	5.73	62.0751177	70.7421311	116.59664	62.0751177	141.534005	440	400	20	71.5804553	4.40	1.299	163.26	0.287	0.8669	231.9527	1.1258	0.7190
10	P-15	55.629	55.629	6220.968	0.622097	0.622097	0.65	100.00%	0.6220968	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	74.6854781	335	300	17.5	6.6323087	5.20	1.166	82.41	0.795	0.9063	238.9442	1.1326	0.7460
	P-16	51.4781	107.1071	1587.614	0.158761	0.780858	0.65	100.00%	0.1587614	0	0.65	5.80	61.6947992	70.2254174	115.471647	61.6947992	86.98244	335	300	17.5	7.4983424	6.00	1.252	88.52	0.685	0.9826	254.8901	1.1399	0.8040
11	P-17	7.8918	114.9989	5209.897	0.520990	1.301848	0.65	100.00%	0.5209897	0	0.65	6.26	59.3216535	67.0019676	108.514267	59.3216535	139.430029	400	364	18	178.919892	5.55	1.370	142.59	0.096	0.9779	253.7398	1.1397	0.8000
	P-18	46.7785	46.7785	4282.760	0.428276	0.428276	0.65	100.00%	0.428276	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	51.416432	280	250	15	36.8759152	6.00	1.109	54.44	0.703	0.9445	246.1861	1.1373	0.7730
12	P-19	49.1744	49.1744	1841.520	0.184152	0.184152	0.65	100.00%	0.184152	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	22.1082638	280	250	15	5.47032602	4.00	0.906	44.45	0.905	0.4974	179.5416	0.9983	0.4980
	P-20	7.8918	114.9989	5209.897	0.520990	1.301848	0.65	100.00%	0.5209897	0	0.65	6.26	59.3216535	67.0019676	108.514267	59.3216535	139.430029	400	364	18	178.919892	5.55	1.370	142.59	0.096	0.9779	253.7398	1.1397	0.8000
13	P-21	46.7785	46.7785	4282.760	0.428276	0.428276	0.65	100.00%	0.428276	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	51.416432	280	250	15	36.8759152	6.00	1.109	54.44	0.703	0.9445	246.1861	1.1373	0.7730
	P-22	49.1744	49.1744	1841.520	0.184152	0.184152	0.65	100.00%	0.184152	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	22.1082638	280	250	15	5.47032602	4.00	0.906	44.45	0.905	0.4974	179.5416	0.9983	0.4980
14	P-23	50.738	50.738	4565.451	0.456545	0.456545	0.65	100.00%	0.4565451	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	54.8102628	335	300	17.5	3.98123694	4.25	1.054	74.50	0.802	0.7357	211.8040	1.0920	0.6370
	P-24	47.4606	98.1986	4810.401	0.481040	0.937583	0.65	100.00%	0.4810401	0	0.65	5.80	61.6566986	70.1734686	115.538691	61.6566986	104.376292	400	364	18	3.49763804	4.35	1.213	126.23	0.652	0.8269	225.4117	1.1173	0.6930
15	P-25	45.5703	143.7689	1958.330	0.195833	1.133418	0.65	100.00%	0.195833	0	0.65	5.65	62.4826534	71.3010467	117.816503	62.4826534	127.867596	440	400	20	1.99691466	4.15	1.262	158.55	0.602	0.8065	232.2004	1.1124	0.6800
	P-26	8.4744	201.4177	3879.931	0.387993	1.705563	0.65	100.00%	0.3879931	0	0.65	6.51	58.1734403	65.451423	105.205579	58.1734403	179.144486	440	400	20	171.811574	5.50	1.453	182.53	0.097	0.9815	254.6017	1.1399	0.8030
16	P-27	53.6863	53.6863	1704.612	0.170461	0.170461	0.65	100.00%	0.1704612	0	0.65	5.00	66.4916856	76.8155115	130.015129	66.4916856	20.4646226	280	250	15	1.02446993	4.20	0.928	45.55	0.964	0.4493	172.8908	0.9725	0.4600
	P-28	50.3518	50.3518	1762.626	0.176263	0.176263	0.65	100.0																					

3.2.21 Columna 21 – Calado de diseño

$$\text{Calado diseño} = \frac{d}{D} * D_i \quad (3.12)$$

$$\text{Calado diseño} = \frac{d}{D} * D_i$$

$$\text{Calado diseño} = 0.77 * 400 = 308$$

$$\text{Calado maximo permisible} = \frac{d}{D} \text{max} * D_i = 0.85 * 400 = 340 \text{ mm}$$

3.2.22 Columna 22 – Velocidad de diseño

La velocidad mínima permisible que se debe de cumplir en el diseño es de 0.9 m/s, en este caso como la velocidad es de 1.59 m/s, es decir que sí cumple con las generalidades hidráulicas requeridas.

$$\text{Velocidad de diseño} = \frac{v}{V_o} * V \quad (3.13)$$

$$\text{Velocidad de diseño} = \frac{v}{V_o} * V$$

$$\text{Velocidad de diseño} = 1.1369 * 1.399 = 1.59 \text{ m/s}$$

3.2.23 Columna 23 – Tensión tractiva

La tensión tractiva mínima permisible que se debe de cumplir en el diseño es de 1 Nm², en este caso como la tensión tractiva es de 6.06 Nm², es decir que sí cumple con las generalidades hidráulicas requeridas.

$$\tau = S * \gamma * \frac{D_i}{4} * \left(1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta}\right) \quad (3.14)$$

$$\tau = \left(\frac{5.10}{1000}\right) * (9810) * \left(\frac{400}{4}\right) * \left(1 - \frac{360 \sin(245.36)}{2\pi(245.36)}\right) = 6.06 \text{ Nm}^2$$

3.2.24 Columna 24 – Desnivel del tramo

$$\text{Desnivel del tramo} = \frac{\text{Longitud parcial}}{\text{Pendiente corregida}} \quad (3.15)$$

$$\text{Desnivel del tramo} = \frac{48.18 * 5.10}{1000} = 0.25 \text{ m}$$

3.2.25 Columna 25 – Profundidad hidráulica

$$\text{Profundidad hidraulica} = \frac{\left(\frac{D_i}{\frac{1000}{8}}\right) * (\theta - \sin \theta)}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad (3.16)$$

$$\text{Profundidad hidraulica} = \frac{\left(\frac{400}{\frac{1000}{8}}\right) * (245.36 - \sin(245.36))}{\sin\left(\frac{245.36}{2}\right)} = 0.31 \text{ m}$$

3.2.26 Columna 26 – Número de Froude

El número de Froude es un parámetro que permite caracterizar el flujo. Donde V es la velocidad característica del escurrimiento y D es la profundidad hidráulica, definida como la relación entre el área de la sección de escurrimiento y el ancho superficial. En este caso el número de Froude es 0.914, es decir que estamos en un régimen de transición.

$$F = \frac{\text{Velocidad de diseño}}{\sqrt{g * D}} \quad (3.17)$$

$$F = \frac{1.59}{\sqrt{9.81 * 0.308}} = 0.91$$

Tabla 11

Número de Froude y regímenes

Número de Froude	Régimen de flujo
$F < 1.1$	Crítico o Transición

$F < 0.9$	Subcrítico
$F > 1.1$	Supercrítico

Nota. Tabla obtenida de la EMAAP-Q.

3.2.27 Columna 27 – Diámetro del pozo y Radio de curvatura

El diámetro del pozo es de 1 m para todos los pozos del sistema de alcantarillado pluvial de este diseño.

$$D_p = 1 \text{ m}$$

$$r_c = \frac{D_p}{2} = \frac{1}{2} = 0.50 \text{ m}$$

3.2.28 Columna 28 – Relación r_c/D_p

En esta columna se relacionan el radio de curvatura y el diámetro interior de la tubería.

$$\frac{r_c}{D_p} = \frac{r_c}{D_i} = \frac{0.5}{\frac{400}{1000}} = 1.30 \text{ m}$$

3.2.29 Columna 29 – Pérdida de energía por cambio de dirección A: $A \cdot v^2/2g$

La pérdida de energía por cambio de dirección se la obtiene identificando el rango en el que se encuentra el r_c/D_p calculado previamente y luego con ayuda de la tabla se determina el ΔH_d , que en este caso es 0.4.

Tabla 12

Régimen de flujo r_c/D_s

Régimen de flujo	$\frac{r_c}{D_s}$	ΔH_d
Subcrítico	1.0 – 1.5	$0.40 V^2/2g$
	1.5 – 3.0	$0.20 V^2/2g$
	> 3.0	$0.05 V^2/2g$
Supercrítico	6.0 – 8.0	$0.40 V^2/2g$

8.0 – 10.0	$0.20 V^2/2g$
> 10.0	$0.05 V^2/2g$

Nota. Tabla obtenida de la EMAAP-Q.

3.2.30 Columna 30 – *V entrada, VI*

Para obtener la velocidad de entrada se debe calcular el promedio de las velocidades que intervienen de los otros pozos, en este caso, sería promediar 3 velocidades de las calles N.º 20,10 y 8.

$$V_{\text{entrada}} = \frac{(V_{\text{Calle N.º 20}} + V_{\text{Calle N.º 10}} + V_{\text{Calle N.º 8}})}{3} \quad (3.18)$$

$$V_{\text{entrada}} = \frac{(1.59 + 1.508 + 0.907)}{3} = 1.34 \text{ m/s}$$

3.2.31 Columna 31 – *Pérdida de energía por cambio de dirección*

La pérdida de energía por cambio de dirección se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta H_d = 0.4 * \left(\frac{(V_{\text{entrada}} + V_{\text{diseño}})^2}{2 * g} \right) \quad (3.19)$$

$$\Delta H_d = 0.4 * \left(\frac{\left(\frac{(1.335 + 1.590)}{2} \right)^2}{2 * 9.81} \right) = 0.044 \text{ m}$$

3.2.32 Columna 32 – *Coficiente K de la velocidad promedio*

Para determinar el coeficiente de velocidad promedio se presentan 2 condiciones.

Velocidad de entrada < *Velocidad de diseño* ; **K** = 0.1

Velocidad de entrada > *Velocidad de diseño* ; **K** = 0.2

En este caso $1.335 < 1.590$ y por lo tanto **K** = 0.1.

3.2.33 Columna 33 – Pérdida de energía por unión de tubería

$$\Delta H_t = K * \left| \frac{(V \text{ diseño})^2}{2 * g} - \frac{(V \text{ entrada})^2}{2 * g} \right| \quad (3.20)$$

$$\Delta H_t = 0.1 * \left| \frac{(1.590)^2}{2 * 9.81} - \frac{(1.335)^2}{2 * 9.81} \right| = 0.0038 \text{ m}$$

3.2.34 Columna 34 – Tipo de conexión

El tipo de conexión del sistema de alcantarillado será el de cambio de dirección y transición. Por esta razón el valor es igual a 1.

3.2.35 Columna 35 – Pérdida de energía

Para determinar la pérdida de energía en el caso de un sistema de alcantarillado de cambio de dirección y transición, se lo hace sumando las pérdidas por cambio de dirección y por unión de tubería.

$$\Delta H_e = \Delta H_d + \Delta H_t \quad (3.21)$$

$$\Delta H_e = 0.0436 + 0.003804 = 0.47 \text{ m}$$

3.2.36 Columna 36 – Energía de entrada E1

$$E1 = \left(\frac{\text{Calado diseño calle N.º 10}}{1000} \right) + \left(\frac{(V \text{ entrada})^2}{2 * g} \right) \quad (3.22)$$

$$E1 = \left(\frac{280.644}{1000} \right) + \left(\frac{(1.335)^2}{2 * 9.81} \right) = 0.37 \text{ m}$$

3.2.37 Columna 37 – Energía de salida E2

$$E2 = \left(\frac{\text{Calado diseño calle N.º 20}}{1000} \right) + \left(\frac{(V \text{ diseño})^2}{2 * g} \right) \quad (3.23)$$

$$E2 = \left(\frac{308}{1000} \right) + \left(\frac{(1.59)^2}{2 * 9.81} \right) = 0.44 \text{ m}$$

3.2.38 Columna 38 – Salto Z1 - Z2

Para determinar el salto se realiza resta la energía de salida con la energía de entrada y se adiciona la pérdida de energía.

$$\text{Salto}_{Z1-Z2} = E2 - E1 + \Delta H_e \quad (3.24)$$

$$\text{Salto}_{Z1-Z2} = 0.436 - 0.371 + 0.474 = 0.11 \text{ m}$$

3.2.39 Columna 39 – H del agua que circula por la tubería

Para identificar que la entrada es sumergida o no sumergida, se sigue el siguiente parámetro:

H del agua que circula por la tubería < 0.62 ; Tubería no sumergida

H del agua que circula por la tubería > 0.62 ; Tubería sumergida

$$H \text{ tubería} = \frac{\left(\frac{\text{Caudal diseño}}{1000}\right)}{\left(\frac{D_i}{1000}\right)^2} * \sqrt{g * \left(\frac{D_i}{1000}\right)} \quad (3.25)$$

$$H \text{ tubería} = \frac{\left(\frac{165.138}{1000}\right)}{\left(\frac{400}{1000}\right)^2} * \sqrt{9.81 * \left(\frac{400}{1000}\right)} = 0.52 \text{ m}$$

0.52 < 0.62 ; Tubería no sumergida

3.2.40 Columna 40 – Cálculo del ángulo teta crítico

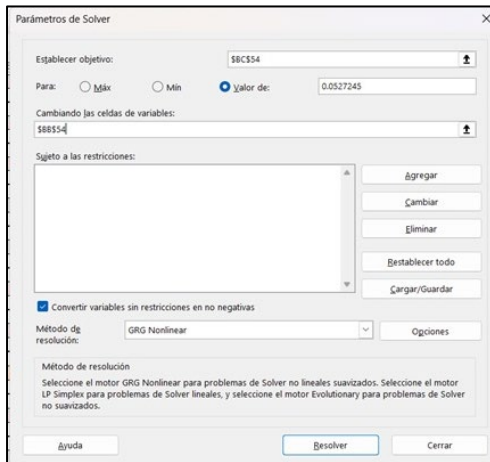
Para determinar el ángulo de teta crítico primero se calcula el Q/raíz(g):

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{165.138}{\sqrt{9.81}} = 0.053$$

Luego mediante la función solver se determina el ángulo teta crítico:

Figura 12

Parámetros del solver



Nota. Elaborado por Microsoft Excel con licencia estudiantil.

3.2.41 Columna 41 – Tirante crítico

$$Y_C = \left(\frac{D_i}{2} \right) * \left(1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right) \quad (3.26)$$

$$Y_C = \left(\frac{400}{2} \right) * \left(1 - \cos \left(\frac{3.473}{2} \right) \right) = 0.23 \text{ m}$$

3.2.42 Columna 42 – Área crítica

$$A_C = \frac{\left(\frac{D_i}{1000} \right)^2}{8} * (\theta - \sin(\theta)) \quad (3.27)$$

$$A_C = \frac{\left(\frac{400}{1000} \right)^2}{8} * (3.473 - \sin(3.473)) = 0.076 \text{ m}^2$$

3.2.43 Columna 43 – Velocidad crítica

$$V_c = \left(\frac{\text{Caudal diseño}}{\frac{1000}{A_c}} \right) \quad (3.28)$$

$$V_c = \left(\frac{\frac{165.138}{1000}}{0.07598} \right) = 2.17 \text{ m/s}$$

3.2.44 Columna 44 – H crítica

$$H_c = Y_c + \frac{(V_c)^2}{2 * g} \quad (3.29)$$

$$H_c = Y_c + \frac{(V_c)^2}{2 * g}$$

$$H_c = 0.233 + \frac{(2.173)^2}{2 * 9.81} = 0.47 \text{ m}$$

3.2.45 Columna 45 – H Esperada

$$H_{\text{Esperada}} = 0.58 * \left(\frac{D_i}{1000} \right) * \left(\frac{\left(\frac{\text{Caudal diseño}}{1000} \right)}{\left(\frac{D_i}{1000} \right)} * \sqrt{g * \left(\frac{D_i}{1000} \right)} \right)^{2.67} \quad (3.30)$$

$$H_{\text{Esperada}} = 0.58 * \left(\frac{400}{1000} \right) * \left(\frac{\left(\frac{165.138}{1000} \right)}{\left(\frac{400}{1000} \right)} * \sqrt{g * \left(\frac{400}{1000} \right)} \right)^{2.67} = 0.0035 \text{ m}$$

3.2.46 Columna 46 – Dp / Ds

$$\frac{D_p}{D_s} = \frac{D_{\text{pozo}}}{\frac{\text{Caudal diseño}}{1000}} \quad (3.31)$$

$$\frac{D_p}{D_s} = \frac{1}{\frac{165.138}{1000}} = 2.50$$

3.2.47 Columna 47 – Coeficiente k en pozos de unión con caída

Para identificar el coeficiente en pozos de unión con caída, se lo analiza con la siguiente tabla. Como D_p / D_s es 2.50 el k es igual a 1.2.

$$k = 1.2$$

Tabla 13

Coeficiente k en pozos de unión con caída

Dp / Ds	k
> 2.0	1.2
1.6 – 2.0	1.3
1.3 – 1.6	1.4
< 1.3	1.5

Nota. Tabla obtenida de la EMAAP-Q.

3.2.48 Columna 48 – Caída en el pozo – no sumergido

$$H_w = k * (H_c + H_e) \quad (3.32)$$

$$H_w = 1.2 * (0.473 + 0.00352) = 0.57 \text{ m}$$

3.2.49 Columna 49 – Salto supercrítico, salto y salto escogido

$$\text{Salto supercritico} = H_w - Y_c \quad (3.33)$$

$$\text{Salto supercritico} = 0.572 - 0.233 = 0.339 \text{ m}$$

$$\text{Salto escogido} = 0.34 \text{ m}$$

3.2.50 Columna 50 – Cota de terreno

Las cotas de terreno se obtienen mediante el modelamiento de la superficie de la comunidad en el programa Civil 3D, en este caso se identifican las cotas de los pozos P-5 y P-4:

$$\text{Cota de terreno P – 5} = 19.095 \text{ m}$$

$$\text{Cota de terreno P – 4} = 20.966 \text{ m}$$

3.2.51 Columna 51 – Cota de proyecto

La cota de proyecto se obtiene mediante la resta del tramo final anterior y salto escogido.

$$\text{Cota tramo anterior } P - 5 = 20.928 \text{ m}$$

$$\text{Salto escogido} = 0.34 \text{ m}$$

$$\text{Cota de proyecto } P - 5 = \text{Cota tramo anterior} - \text{Salto escogido} \quad (3.34)$$

$$\text{Cota de proyecto } P - 5 = 20.928 - 0.34 = 18.755 \text{ m}$$

Luego para calcular la cota del pozo P-4 que se encuentra a final de la calle 20, se debe de restar la cota de proyecto P-5 previamente calculada con el desnivel.

$$\text{Cota de proyecto } P - 5 = 18.755 \text{ m}$$

$$H \text{ desnivel} = 0.246 \text{ m}$$

$$\text{Cota de proyecto } P - 4 = (\text{Cota de proyecto } P - 5) - H \text{ desnivel} \quad (3.35)$$

$$\text{Cota de proyecto } P - 4 = 18.755 - 0.246 = 18.509 \text{ m}$$

3.2.52 Columna 52 – H desnivel

$$H \text{ desnivel} = \left(\frac{\text{Pendiente corregida}}{1000} \right) * \text{Longitud Parcial Calle N.º 20} \quad (3.36)$$

$$H \text{ desnivel} = \left(\frac{5.10}{1000} \right) * 48.181 = 0.246 \text{ m}$$

3.2.53 Columna 53 – Corte

Finalmente, el corte es la diferencia entre la cota de terreno y la cota de proyecto:

$$\text{Corte } P - 5 = (\text{Cota terreno } P - 5) - (\text{Cota de proyecto } P - 5) \quad (3.37)$$

$$\text{Corte } P - 5 = 20.928 - 18.755 = 2.172 \text{ m}$$

$$\text{Corte } P - 4 = (\text{Cota terreno } P - 4) - (\text{Cota de proyecto } P - 4) \quad (3.38)$$

$$\text{Corte } P - 4 = 20.966 - 18.509 = 2.456 \text{ m}$$

3.3 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas se realizaron en base a la documentación disponible en el portal web por parte de la Municipalidad de Guayaquil del proyecto “Pavimentación, incluye construcción de aceras y bordillos e implementación de alcantarillado hidrosanitario – polígono 7 (Coop Tiwinza y Nueva Guayaquil) – programa CAF XIV” (GADM Guayaquil, 2023).

Estas especificaciones técnicas se han creado siguiendo las normas del Ministerio de Obras Públicas. Siempre que se refiera a "las normas", se indica que se debe citar las especificaciones generales MOP-001-F2002. En caso de que este capítulo no proporcione las especificaciones necesarias, se deberá recurrir a las indicadas en las normas mencionadas anteriormente (GADM Guayaquil, 2023). El contratista que llevará a cabo los trabajos deberá inspeccionar el área antes de iniciar la obra, para asegurarse de que sea consciente del lugar y de los trabajos que se realizarán.

3.3.1 Generalidades

El contratista junto con la fiscalización debe:	1. Determinar campamento (oficina, talleres bodegas y guardiana).
	2. Otorgar todas las instalaciones adecuadas para que funcionen correctamente.
	3. Equipos y materiales incorporados a la obra deberán ser nuevos.
	4. Técnicos y obreros capacitados.

3.3.2 Seguridad en la obra

Se deberá:	1. Preservar propiedades públicas y particulares, de daños por proceso constructivo.
	2. Seguridad y salud para personal.
	3. Equipos y maquinarias con dispositivos de seguridad provistos o recomendados por fabricantes y normas.

3.3.3 Niveles de construcción

Al inicio de Replantear los ejes referenciados.

construcción

Marcar con estacas y puntos de control.

3.3.4 Período de hasta la Recepción Definitiva

Obligación del Contratista: Conservar la obra en buenas condiciones hasta la recepción definitiva.

Corregir, complementar o reemplazar, por su cuenta cualquier falla, parte inconclusa o defectuosa de la obra.

3.3.5 Trazado y replanteo

Colocación de referencias topográficas (longitudes y niveles) de los planos del diseño hidrosanitario en terreno. Realizado por contratista con supervisión de Fiscalización.

3.3.5.1 Equipo mínimo. Herramientas menores y equipo topográfico.

3.3.5.2 Materiales. Accesorios como clavos, cuartones, estacas, piola y tiras.

3.3.5.3 Procedimiento de trabajo. Colocar referencias permanentes durante la obra para ejes (abscisas), anchos, longitudes y cotas de rellenos y excavaciones del proyecto.

3.3.5.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cuadrados (m²), ejecutados en sitio, conforme al precio unitario.

3.3.5.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.6 Limpieza de canal

Se debe eliminar cualquier objeto que bloquee el flujo del agua. La limpieza del canal implica retirar maleza, vegetación y raíces tanto del fondo como de los taludes.

3.3.6.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.6.2 Materiales. No aplica materiales.

3.3.6.3 Procedimiento de trabajo. La limpieza de canal se realizará un perfilado, conformación de taludes para adecuar sección y pendiente de los canales existentes, dejando el canal limpio para el desalojo de las aguas. Este trabajo debe ser efectuado considerando el “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas” (MDT, 2008) y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266 “Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos” (INEN, 2013). El trabajo se realizará con equipo, debiendo ajustarse a las características del terreno y demás circunstancias locales.

3.3.6.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros (m), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.6.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.7 Desbroce y limpieza manual

Este trabajo consistirá en despejar de forma manual el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones. En las zonas determinadas por el Fiscalizador, y con la correspondiente autorización del GAD Municipal y la Autoridad Ambiental Competente, se eliminará la vegetación que interfiera con el cauce los canales naturales y que aumente el riesgo de inundaciones. También se incluye en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada por el fiscalizador.

3.3.7.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.7.2 Materiales. No aplica materiales.

3.3.7.3 Procedimiento de trabajo. Desbroce y limpieza manual incluye tala, corte, poda cuando sea eficiente, autorizado por el GAD Municipal y la Autoridad Ambiental Competente, así como deberá ser aprobado por la Fiscalización, dentro del área del proyecto y hasta 10 metros a cada lado de los taludes. No deberá afectar la flora y fauna del sector, edificaciones y servicios públicos.

3.3.7.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cuadrados (m²), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.7.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.8 Letrero de obra

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de letreros de obra, en una lona impresa con protección UV, pintura y tubo metálico; conforme a lo indicado en el diseño de los planos aprobados u ordenados por el Fiscalizador.

3.3.8.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.8.2 Materiales. Lona impresa con protección UV, Soldadura, Elementos de fijación, Esmalte varios colores, Anticorrosivo (CO 5) y tubo cuadrado estructural de 25 x 25 x 2 mm.

3.3.8.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.9 Excavación sin clasificación

La excavación abarcará cualquier terreno con material granular, excluyendo macizos rocosos meteorizados y no meteorizados, sin requerir clasificación del material. Incluirá

todos los materiales encontrados durante la obra y se aplicará a tareas como el movimiento de tierra para obras pluviales, terraplenes, plataformas, diques, canales, entre otros, a excepción de las excavaciones especificadas en otras partes del contrato.

3.3.9.1 Equipo mínimo. Retroexcavadora.

3.3.9.2 Materiales. No aplica materiales.

3.3.9.3 Procedimiento de trabajo. La excavación seguirá las indicaciones y las referencias aprobadas por el Fiscalizador. El material excavado que el Fiscalizador considere adecuado se usará para otros fines en la obra. Los restos de material por erosión deberán ser retirados y desechados en lugares aprobados. El material inadecuado será eliminado según las instrucciones.

3.3.9.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cúbicos (m³), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.9.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.10 Desalojo de material

Este trabajo consistirá en el desalojo de material autorizado por la Fiscalización, material que será producto de toda excavación no deseada, etc. hacia los sitios de desalojo.

3.3.10.1 Equipo mínimo. Volqueta y herramientas menores.

3.3.10.2 Materiales. No aplica materiales.

3.3.10.3 Procedimiento de trabajo. El Contratista puede proponer un sitio alternativo para el desecho de material, siempre que obtenga la aprobación del Fiscalizador, Administrador del Contrato, GAD Municipal y Autoridad Ambiental Competente. Si se utiliza el relleno sanitario municipal, el Contratista debe cubrir el costo de la tasa. Además, deberá cumplir con todas las normativas y ordenanzas vigentes:

- **NORMA NTE INEN 2266:** Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. (INEN, 2013)
- **MOP - 001-F 2002:** Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. (MOP, 2002)
- **REGISTRO OFICIAL:** No. 249 SUPLEMENTO, “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas” (MDT, 2008) Ordenanzas relacionadas al manejo de escombros del GAD Municipal.

3.3.10.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cúbicos por kilómetros (m^3/km), ejecutado en sitio (m^3) y distancia desde el baricentro del proyecto al sitio de desalojo, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.10.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.11 Material de préstamo importado

Este proceso implica suministrar, extender, hidratar y compactar material de relleno. El material se extraerá de zonas de préstamo fuera del área del proyecto, que deben estar calificadas y autorizadas por la Fiscalización. La ubicación de estas zonas debe estar detallada en el libro de obra y en las disposiciones especiales de la Fiscalización.

3.3.11.1 Equipo mínimo. Rodillo vibratorio, motoniveladora, camión cisterna de 2000 galones con bomba y herramientas menores.

3.3.11.2 Materiales. Cascajo mediano IP.

3.3.11.3 Procedimiento de trabajo. El Contratista deberá suministrar, extender, hidratar y compactar material que tenga la aprobación previa de la Fiscalización y cumpla con las normas de granulometría, contenido de humedad, densidad y otros criterios técnicos correspondientes al relleno. De acuerdo con las especificaciones del MOP-001-F-2002 (MOP,

2002), sobre la superficie excavada se colocará una capa de cascajo libre de materia orgánica e impurezas. Esta capa se compactará hasta el nivel requerido, y luego se rellenará con material seleccionado según las dimensiones indicadas en el diseño. La compactación, realizada en capas de 10 cm y debidamente humedecidas, deberá alcanzar un 95% del Proctor modificado. La excavación se efectuará mediante métodos mecánicos o manuales, dependiendo de las características del terreno.

3.3.12 Transporte de materiales

Este servicio abarcará el transporte debidamente autorizado de materiales granulares y rocosos esenciales para la construcción de las obras pluviales. Incluye el traslado de préstamo importado, material destinado a drenajes y cualquier otro material granular necesario para la ejecución del proyecto, contemplando los correspondientes pagos por el servicio de transporte.

3.3.12.1 Equipo mínimo. Se requerirá un equipo mínimo compuesto por volquetas y herramientas menores.

3.3.12.2 Materiales. No se necesitarán materiales adicionales.

3.3.12.3 Procedimiento de trabajo. El transporte de materiales se llevará a cabo con destino al lugar específico de la obra, según lo indicado y supervisado por el Fiscalizador. Se garantizará el estricto cumplimiento de las normativas y ordenanzas vigentes durante todo el proceso.

3.3.12.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cúbicos por kilómetros (m^3/km), ejecutado en sitio y considerando la distancia desde la cantera o proveedor de material hasta el baricentro de la obra, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.12.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.13 Suministro e instalación de tuberías PVC

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de las tuberías PVC, con accesorios, uniones y materia prima; todo bajo la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2059 “Tubos Perfilados PVC Rígido de Pared Estructurada para Alcantarillado” (INEN, 2010), las presentes especificaciones técnicas y de conformidad con los diseños bajo supervisión y aprobación de Fiscalización. Los diámetros que se utilizarán en la obra son:

- Tubería PVC con diámetro de 220 mm
- Tubería PVC con diámetro de 280 mm
- Tubería PVC con diámetro de 335 mm
- Tubería PVC con diámetro de 440 mm
- Tubería PVC con diámetro de 540 mm

3.3.13.1 Equipo mínimo. Herramientas menores, equipo topográfico, compactador mediano manual.

3.3.13.2 Materiales. Tubo PVC rígido de pared estructurada exterior corrugada - interior lisa con los siguientes diámetros: (Dn=220mm; Di=200mm), (Dn=280mm; Di=250mm), (Dn=335mm; Di=300mm), (Dn=440mm; Di=400mm), (Dn=540mm; Di=400mm), piedra graduada de 1/2" - 3/4", transporte, anillo de caucho, agua y accesorios para pruebas de estanquidad.

3.3.13.3 Procedimiento de trabajo. Para el suministro e instalación de estas tuberías se procederá a realizar la excavación de las zanjas y el desalojo del material no apto para formar parte de la obra pluvial, luego de verificar las cotas y talud previa colocación de tubería, se colocará arena como replantillo y su respectiva tubería recubierta con material de mejoramiento como relleno, el mismo que será compactado y cumplirá lo indicado en los planos y en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP-001-F-2002 (MOP, 2002). La zanja necesita ser lo suficientemente ancha para permitir

a un hombre trabajar en condiciones de seguridad. La profundidad ideal bajo calles y carreteras es de 1.2m, sin embargo, depende más de las características del diseño. La mínima Profundidad de la zanja debe ser de 90 cm. Se evitará que los tubos se apoyen en las uniones o solamente en puntos aislados o se sostengan con cuñas. Los taludes de la excavación profunda, en caso necesario se asegurarán mediante entibamiento para protección de los trabajadores y seguridad de la obra.

3.3.13.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros (m), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.13.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.14 Inspección CCTV colectores 200 – 400 mm y 450 – 750 mm

Consiste en la inspección televisa, también conocida como inspección CCTV o inspección óptica interna, de todas las tuberías de alcantarillado (pluvial), que contribuirá al registro, control y calidad de las obras efectuadas. El trabajo consistirá en la filmación interna con cámara propulsada con medios manuales o mecánicos con recorrido a pie de las tuberías de alcantarillado instaladas. Incluye las tareas que se describen a continuación:

- Inspección televisa mediante cámara de empuje manual o auto- pulsada en ramales domiciliarios, tirantes y cruces viales.
- Inspección televisiva mediante cámara oscilo-giratoria autopulsada en colectores desde 200 mm hasta 750 mm.

3.3.14.1 Equipo mínimo. Equipos de CCTV aptos para Inspección televisiva, herramientas menores.

3.3.14.2 Materiales. Sacos de yute (grande), balón inflable.

3.3.14.3 Procedimiento de trabajo. El Contratista previo a actividades de Inspección televisiva, deberá conocer, cumplir y respetar a los procedimientos de calidad, ambiente, seguridad y salud laboral. Es deber del Contratista efectuar las actividades preliminares, como limpieza, destapes, bombeos y adecuaciones, que garantizarán las inspecciones televisivas, estas actividades no tendrán un valor adicional, ya que estarán incluidas en su costo administrativo. Además, realizará el número de inspecciones televisivas, de acuerdo con lo indicado en la tabla detallada en el para Redes de Alcantarillado Pluvial (AALL).

Tabla 14

Inspecciones televisivas

% de tramos a inspeccionar	Rango de tuberías	Elementos
100 %	Mayores a 400 mm	Colectores
100 %	160 mm a 400 mm	Tirantes y cruces viales

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil. Referencia Manual de Alcantarillado (Interagua, 2015)

3.3.14.4 Mediciones y forma de pago. Las cantidades se medirán en milímetros (mm), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.15.4 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.15 Bombeo de agua

Este rubro corresponde a las actividades en donde se requiera la utilización de un sistema de bombeo previo al reconocimiento de abatimiento del nivel freático cuando en el transcurso de una excavación exista la presencia de agua, o por otras razones que se fundamente en características permanentes y que, para su evacuación fuese necesaria la utilización de bombas. No se considerará abatimiento del nivel freático, cuando el agua sea

evacuada mediante zanjas auxiliares o que drenen al sitio de la obra o cuando la presencia de agua obedezca a rotura de tuberías o canales.

3.3.15.1 Equipo mínimo. Herramientas menores y bomba de agua de 3”.

3.3.15.2 Materiales. Gasolina extra.

3.3.15.3 Procedimiento de trabajo. Durante la colocación del pedraplén, se construirán manualmente los puntos de succión, dejando espacio suficiente para usar mangueras con una bomba estándar si es necesario. Si una bomba estándar no logra reducir el nivel freático, se instalarán pozos para bombas sumergibles. Se utilizará una bomba de sólidos de 3” de diámetro, ya sea estándar o sumergible, según el flujo de agua en la excavación.

3.3.15.4 Mediciones y forma de pago. Las cantidades se medirán en horas (h), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.16 Caja de revisión H=0.80 - 2.50 m y H=2.51 - 4.00 m

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

3.3.16.1 Equipo mínimo. Herramientas menores y concretera.

3.3.16.2 Materiales. Se proporcionarán cemento tipo GU, piedra # 3/4", arena fina, agua y encofrado, además del transporte de estos materiales hasta el lugar de trabajo. Es importante que todos los materiales sean de buena calidad y cumplan con las especificaciones del proyecto para asegurar un resultado óptimo

3.3.16.3 Procedimiento de trabajo. Las cajas de revisión, construidas con hormigón simple y enterradas según las dimensiones del plano, estarán sobre una solera de hormigón simple de 10 cm de espesor. De ser necesario, se incluirá encofrado metálico y se formarán agujeros para el paso de los tubos. El proceso también comprende la excavación y el relleno

de los lados. Estas cajas permiten conectar tuberías, realizar amarres y conectar redes. Para garantizar un flujo adecuado, el piso de las cajas debe tener una inclinación mínima del 5%. La tapa debe ajustarse perfectamente en los bordes superiores de la caja.

3.3.16.4 Mediciones y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.16.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.17 Sumidero sencillo y doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

La construcción de sumideros sencillos y dobles de hormigón simple, con una resistencia mínima de 280 kg/cm^2 , debe seguir las especificaciones de los planos. Estos sumideros, destinados a captar agua de lluvia en calzadas y cunetas, se realizarán de acuerdo con los alineamientos, dimensiones y detalles proporcionados, y estarán sujetos a la supervisión y aprobación de la Fiscalización. También incluirán rejillas de hierro dúctil según el diseño establecido.

3.3.17.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.17.2 Materiales. Rejilla de hierro dúctil clase-250 (70 a 75) cm x (40 a 55) cm, Hormigón premezclado 280 kg/cm^2 , transporte y encofrado.

3.3.17.3 Procedimiento de trabajo. De acuerdo con las especificaciones del MOP-001-F-2002 (MOP, 2002), sobre la superficie excavada para los sumideros se colocará una capa de cascajo libre de materia orgánica e impurezas. Esta capa se compactará hasta el nivel requerido, y luego se rellenará con material seleccionado según las dimensiones indicadas en el diseño. La compactación, realizada en capas de 10 cm y debidamente humedecidas, deberá alcanzar un 95% del Proctor modificado. La excavación se efectuará mediante métodos mecánicos o manuales, dependiendo de las características del terreno. La junta con la pared

del sumidero con los tubos debe ser impermeable. El encofrado, armado y hormigonado de los sumideros será acorde a los planos de detalle del diseño y con la liberación del fiscalizador. El acabado del hormigón debe realizarse con el material húmedo. La fiscalización debe validar el correcto nivel de acabado del sumidero a fin de evitar que ingrese material pétreo al sistema. Los sumideros deberán ser entregados limpios y con acabados apropiados hasta la recepción final de la obra. Las rejillas serán de hierro dúctil conforme la norma NTE INEN 2499 “Fundición Nodular (Hierro Dúctil). Requisitos.” (INEN, 2009)

3.3.17.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.18 Agua para control de polvo

Para controlar el polvo, el Contratista debe usar tanqueros para regar agua sobre los suelos expuestos al paso de maquinaria, humedeciendo calles y vías a no más de 5 km/h. En áreas con acumulación de material suelto o de excavaciones, como arena o tierra, se debe rociar el material con agua utilizando rociadores con control de flujo para prevenir escurrimientos y polvo.

3.3.18.1 Equipo mínimo. Tanquero de 2000 galones con bomba.

3.3.18.2 Materiales. Agua.

3.3.18.3 Procedimiento de trabajo. El agua será distribuida de modo uniforme por tanqueros equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La tasa de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador quien definirá también la frecuencia de aplicación.

3.3.18.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cúbicos (m³), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.19 Alquiler de batería sanitaria/servicio público

El alquiler mensual de una batería sanitaria es necesario para el personal que trabaja en el proyecto, especialmente en áreas donde el acceso a sistemas de agua potable y eliminación de excretas es limitado debido a restricciones de espacio y tiempo. Esto ayuda a prevenir la contaminación ambiental causada por los residuos orgánicos.

3.3.19.1 Equipo mínimo. Batería sanitaria (alquilada).

3.3.19.2 Materiales. No aplica.

3.3.19.3 Procedimiento de trabajo. Se deberá ubicar un predio (solar vacío) en el área de influencia directa del proyecto, el cual deberá contar con un espacio suficiente para ubicar la Batería Portátil. La ubicación de esta batería deberá estar alejada de Centros de Salud, Locales Educativos u otras instituciones sensibles con el fin de no afectar ni obstruir sus actividades normales.

- Restringir el ingreso de personal no autorizado o ajeno a la obra.
- Deben ser revisadas y vaciadas regularmente para evitar el rebose.
- Deben estar en un área a la que debido al fuerte olor que emanan, principalmente durante la limpieza, es preferible que no se encuentren cerca de vías públicas o de áreas en donde habitan personas.
- Deben estar en una superficie plana para evitar que se vuelquen.

3.3.19.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidad por mes (u/mes), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.20 Reunión con la comunidad

En este apartado, el Contratista llevará a cabo una serie de actividades para fortalecer el conocimiento y el respeto por el patrimonio natural, así como para fomentar la participación de los residentes que se beneficiarán de la construcción y operación de las obras en las comunidades locales.

3.3.20.1 Equipo mínimo. No aplica.

3.3.20.2 Materiales. Hojas, marcadores y borradores.

3.3.20.3 Procedimiento de trabajo. En línea con lo indicado en el permiso ambiental y su plan de manejo ambiental, la Contratista planificará y pondrá a consideración del Fiscalizador los contenidos, cronograma y metodologías de ejecución de las reuniones con la comunidad para su aprobación. Se podrán incluir temas de concienciación ambiental y del cuidado del sistema pluvial.

3.3.20.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.21 Tanque metálico de 55 galones

Se instalarán tanques metálicos de 55 galones, que deben estar en buen estado y pintados para su uso. La ubicación de estos tanques se realizará conforme a las instrucciones dadas por la Fiscalización.

3.3.21.1 Equipo mínimo. No aplica.

3.3.21.2 Materiales. Esmalte de varios colores, y tanque metálico de 55 galones.

3.3.21.3 Procedimiento de trabajo. Se prepararán y colocarán tanques de 55 galones en el sitio de la obra para su uso durante la fabricación de elementos, y luego se trasladarán a su ubicación final. Estos tanques metálicos servirán para almacenar residuos sólidos, clasificados por color:

- Verde: para desechos de materia orgánica biodegradable.
- Rojo: para otros tipos de residuos peligrosos. (en caso de generarse)
- Negro: para otros tipos de residuos sólidos generales.

Los tanques verde y negro se instalarán con señalización adecuada y se situarán en lugares accesibles para los recolectores de basura, de acuerdo con las indicaciones de la

Fiscalización. Los desechos peligrosos serán gestionados a costo del contratista con un gestor ambiental autorizado por la autoridad ambiental nacional.

3.3.21.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.22 Charlas de concienciación

Las charlas las gestionará el contratista a cabo actividades destinadas a promover el conocimiento y respeto por el patrimonio natural, así como a involucrar a los trabajadores.

3.3.22.1 Equipo mínimo. No aplica.

3.3.22.2 Materiales. Hojas, marcadores y borradores.

3.3.22.3 Procedimiento de trabajo. En línea con lo indicado en el reglamento interno de trabajo, reglamento de salud y seguridad de la contratista, permiso ambiental y plan de manejo ambiental de la obra; la Contratista preparará y presentará al Fiscalizador los detalles, cronograma y métodos de ejecución de las charlas de concienciación para su aprobación. Las charlas de concienciación estarán dirigidas a los trabajadores de la obra y proveedores de la zona.

3.3.22.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.23 Paso de madera provisional para peatones

Se construirán estructuras de madera semidura, resistentes y seguras para el paso de peatones, permitiendo el tránsito de los residentes de la zona en que se realizan los trabajos. Estas estructuras se ejecutarán de acuerdo con el “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas” (MDT, 2008), conforme al artículo 101 y bajo la aprobación del Fiscalizador.

3.3.23.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.23.2 Materiales. clavos de 2 1/2", tiras de madera de 1" x 4 m, cuartones de madera semidura de 2" x 2" con una longitud de 4 m, y tablas de madera de 1" x 4 m. Estos elementos serán esenciales para garantizar la correcta formación y estabilidad de las estructuras durante la construcción.

3.3.23.3 Procedimiento de trabajo. Durante la ejecución de la obra, se construirán pasarelas provisionales de madera para peatones en los sitios donde se realicen excavaciones y trabajos de colocación de tuberías. La ubicación de estas pasarelas se determinará en función del flujo de peatones y del tráfico en el área, y será aprobada por el Fiscalizador. Estas estructuras estarán hechas de madera semidura con una durabilidad moderada y se ajustarán a las dimensiones del sitio para asegurar un paso seguro y temporal para los peatones.

3.3.23.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.24 Malla plástica de seguridad (color reflectivo)

Este ítem incluye la provisión e instalación de una malla plástica de seguridad de color naranja, fabricada en polietileno flexible. La malla debe cumplir con altos estándares de resistencia a la tracción, ruptura y exposición a rayos ultravioleta para minimizar la decoloración. Con un ancho mínimo de 1 metro, se empleará para la delimitación y señalización de áreas en proyectos de construcción o mantenimiento.

3.3.24.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.24.2 Materiales. Elementos de fijación, malla plástica de seguridad color reflectivo.

3.3.24.3 Procedimiento de trabajo. El objetivo de este trabajo es rodear frentes peligrosos de la obra para evitar que vehículos y peatones ingresen a las áreas cercanas. Esto no solo protege a los trabajadores y a quienes pasan por allí, sino que también ayuda a

mantener todo en orden y bajo control. Se usarán mallas plásticas sujetas a postes tubulares, siguiendo las recomendaciones del fiscalizador.

3.3.24.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en metros cuadrados (m^2), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.24.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

3.3.25 Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D= 0.62 m C/Base

Este rubro abarca la provisión de tanques de polietileno que cumplen con la norma ASTM D1248 y el Manual On Uniform Traffic Control Devices (MUTCD, 2003). Estos tanques, utilizados para mejorar la visibilidad en áreas de construcción y disminuir los accidentes, están equipados con material reflectivo en colores fijos para una mejor visibilidad nocturna. Diseñados para soportar vientos de hasta 70 km/h, los tanques también sirven para marcar desvíos.

3.3.25.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.25.2 Materiales. Tanque Protector Vial-Polietileno H=1.02m. D=0.62m. Inc. Base.

3.3.25.3 Procedimiento de trabajo. Durante las obras, se asegurará que no se acumulen suelos u otros materiales en los carriles de circulación para evitar riesgos para los usuarios. Si llegara a haber acumulaciones, se retirarán de inmediato para mantener el acceso y la circulación en las vías y desvíos sin inconvenientes.

3.3.25.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.26 Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 Tabl.C

Este rubro consistirá en la construcción de una barricada de madera con las medidas indicadas en la descripción, la misma que servirá para dar paso a los vehículos por el lado izquierdo de la barricada.

3.3.26.1 Equipo mínimo. Herramientas menores.

3.3.26.2 Materiales. Esmalte varios colores, Plancha plywood (1220x2440x12) mm, Cuartón cepillado 1 1/2" x 1", Elementos de fijación, Lámina vinyl reflectiva grado ingeniería (colores).

3.3.26.3 Procedimiento de trabajo. La barricada constará de tres listones horizontales de Plywood de 12 mm de espesor, 20 cm de ancho y 1.20 m de largo, montados sobre cuartones de madera dura de 1½" x 1". Tendrá una altura de 1.50 m, con soportes de madera dispuestos con excentricidades de 40 cm. La malla reflectiva, adherida a los listones, seguirá la Norma ASTM-4956 tipo III, con franjas alternadas de 15 cm en blanco y naranja, inclinadas a 45 grados. Se empleará en desvíos y para señalar zonas de peligros en los frentes de trabajo.

3.3.26.4 Medición y forma de pago. Las cantidades se medirán en unidades (u), ejecutado en sitio, conforme al análisis de precio unitario.

3.3.26.5 Obligaciones del contratista. El Contratista como responsable de los trabajos ejecutados hasta la Recepción Definitiva de la obra, deberá mantener, recuperar y reacondicionar los defectos, deficiencias y/o negligencias que sean detectados.

Capítulo 4

4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto propone el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial en la comunidad San Alfonso, las autoridades de GADM de Camilo Ponce Enríquez han planteado buscar soluciones viables que vayan encaminadas a mitigar los daños por inundaciones y que a su vez mejoren las condiciones de vida de sus habitantes. Es decir que, para evitar contaminación de los ecosistemas acuáticos y desbordamientos de canales en la zona, se debe de crear la infraestructura de drenaje, mediante análisis topográficos, hidrológicos y criterios de diseño basados en normativas y costos amigables.

Este capítulo se centra en valorar las acciones potenciales de impacto ambiental generadas en diferentes etapas del proyecto. Por tal motivo se ha optado por diseñar un alcantarillado pluvial que vaya con el cumplimiento de las normas técnicas y de impacto ambiental del Ecuador; que se ajusten a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) 3, 6, 11 y 15; que son establecidos por la ONU para garantizar el bienestar de la comunidad.

4.2 Línea base ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA) debe identificar los elementos que podrían verse afectados por el progreso del proyecto. La identificación de estos elementos ayudará a pronosticar los posibles efectos, por lo que se podría intentar evitar alguno de ellos o, en algunos casos, simplificarlo. Se llevó a cabo una clasificación en la que se consideraron los medios físicos, biológicos y socioeconómicos.

4.2.1 Medio físico

En San Alfonso el agua de los ríos Tenguel y Gala se encuentra con grandes inconvenientes de contaminación debido a la explotación minera que existe en la zona, el pasado 3 de julio del 2024 se registró el colapso de un dique perteneciente a la empresa

minera AustroGold CLtda; el cual contaminó el 50% del agua de los referidos cuerpos hídricos y como consecuencia se vieron afectadas 2000 personas aproximadamente (SNGRE, 2024). Además, según el estudio de (Burbano Bustamante & López Quinteros, 2022), que consiste en la identificación molecular de bacterias con capacidad metabólica para soportar altas concentraciones de Arsénico (As) y Cromo (Cr), se realizaron análisis de sensibilidad para arsénico y trióxido de arsénico desde 0.1 a 100 ppm, en el que se recomendó proponer ensayos de biorremediación usando consorcios bacterianos formulados con las cepas obtenidas en esta investigación.

La comunidad tiene un clima tropical, el periodo de lluvia suele caracterizarse por ser cálido y húmedo, por lo general sucede entre los meses de diciembre a mayo, las lluvias pueden llegar a ser intensas durante días lo que asegura agua para los cultivos de los habitantes, pero con un alto riesgo de sufrir inundaciones severas en esta época. Las temperaturas a lo largo del año suelen variar entre 24°C a 30°C, siendo poco común que la temperatura sobrepase los 32°C o que baje de los 20°C (INAMHI, 2023).

La caracterización del subsuelo de la zona se la realizó mediante un estudio de suelos proporcionado por el municipio, el cual explica que la comunidad está formada geológicamente por suelos sedimentarios y metamórficos (arcillas, limos) suelos finos de origen aluvial y coluvial. Además, se encontró un material arcilloso de mediana plasticidad (CL), de consistencia media color café oscuro y el nivel freático se encontró a los -2.5m.

4.2.2 Medio biológico

La comunidad de San Alfonso destaca por su rica diversidad de flora y fauna. Entre su flora, se encuentra el cacao y el café, que son fundamentales tanto económica como culturalmente. La fauna incluye peces como el bagre y el sábalo, aves como el colibrí y el tucán, mamíferos como el oso hormiguero y, reptiles como la iguana y el caimán. Cabe

indicar que la comunidad a pesar de ser una zona rural se encuentra intervenida por actividades antropogénicas, por lo que la fauna del sector es de carácter doméstico en su mayoría.

4.2.3 Medio socioeconómico

El desarrollo San Alfonso está impulsado por diversas actividades económicas y culturales. La principal actividad es la agricultura, que aprovecha el clima tropical y los suelos fértiles. Los campos de cultivo están llenos de cacao, café, banano y cítricos, que no solo apoyan la economía local, sino que también forman parte del paisaje y la cultura de la comunidad. Otra importante fuente de ingresos y empleo es la minería, particularmente la extracción de oro. A pesar de que esta industria ha impulsado significativamente el desarrollo económico, también ha generado problemas ambientales que requieren una gestión sostenible para reducir los efectos negativos. La ganadería es una parte importante de la economía local. La cría de ganado bovino y porcino produce carne y productos lácteos para el consumo local y para la venta en mercados más grandes. La pesca artesanal es común en los ríos y cuerpos de agua de la región, donde se capturan y venden especies como el bagre y el sábalo en los mercados locales.

Además, la población se caracteriza por tener festividades en conjunto con las otras comunidades que es fundamental en la vida de los habitantes donde la música, la danza y las tradiciones se celebran con entusiasmo. Las tradiciones culturales ricas de la región se mantienen vivas gracias a estas celebraciones, que también fortalecen las relaciones sociales.

4.3 Actividades del proyecto

Se ha realizado una evaluación de cada fase del proyecto (construcción, operación y cierre) para determinar las acciones relevantes dentro del proyecto que podrían tener un impacto ambiental significativo durante su ejecución. A continuación, se describen las tareas:

4.3.1 Fase de construcción

Es la ejecución física de los planos y diseños previamente elaborados. Es una etapa crucial en el ciclo de vida de un proyecto, durante esta etapa se planifican varias actividades, incluida la preparación del sitio, la adquisición de materiales, la aplicación de métodos de construcción, control de calidad y la supervisión continua para garantizar que el trabajo se realice conforme a las especificaciones y normas.

4.3.1.1 Desbroce de suelo. La eliminación de la flora del área de construcción es esencial para comenzar los trabajos, pero esta acción también puede afectar a los hábitats de diversas especies de fauna presentes en la zona.

4.3.1.2 Movimiento de tierra. Esta etapa se lleva a cabo al comienzo del proyecto para nivelar el terreno, empleando diversas máquinas pesadas o tractores. Este proceso, sin embargo, puede causar la generación de nubes de polvo, altos niveles de ruido y vibraciones, lo que puede resultar incómodo para la comunidad local. Además de las molestias directas, estas condiciones pueden afectar la calidad del aire y el bienestar de los residentes cercanos.

4.3.1.3 Transporte de materiales. Los materiales para construcción y montaje son transportados en un vehículo de carga pesada y liviana ya sean camionetas o camiones, esto genera ruido y gases como dióxido de carbono debido a las emisiones de los vehículos, afectando la salud de trabajadores de la obra y de los pobladores.

4.3.1.4 Instalación de tuberías. De acuerdo con las especificaciones técnicas se realizará la colocación de las tuberías, aunque pueden invadir la vegetación y los hábitats naturales. Además, se pueden crear barreras físicas en el paisaje fragmentando la fauna local y afectando la movilidad de los animales.

4.3.1.5 Infraestructura hidrosanitaria. Comprende los elementos del sistema de aguas lluvias como cámaras impermeabilizadas, sumideros, cunetas, entre otros. Para el momento de fundición el mixer genera emisiones considerables de dióxido de carbono,

levanta polvo, contaminación acústica y genera vibraciones en el suelo siendo molesto para los pobladores. También se origina la erosión y contaminación del suelo por los cabezales de descarga. Para impermeabilizar las estructuras se utilizarán aditivos.

4.3.1.6 Desalojo de escombros y desperdicios. El empleo de equipo caminero genera dióxido de carbono y eleva el polvo en la zona. Esta actividad es crucial porque todo lo que queda de la obra que ya no se usará y contamina el entorno.

4.3.2 Fase de operación

Se refiere al período en el que el sistema, diseñado para recoger y gestionar aguas de lluvia, se pone en funcionamiento. Durante esta fase, se llevan a cabo actividades de mantenimiento y monitoreo para asegurar el adecuado drenaje y evitar inundaciones.

4.3.2.1 Mantenimiento preventivo. Es crucial realizar mantenimientos regulares que incluyan la limpieza de desagües y sumideros para prevenir obstrucciones que puedan causar inundaciones y que puedan emitir malos olores y albergar fauna nociva (cucarachas y roedores) que atentan contra la salud de los habitantes, así mismo ser una amenaza para la flora y fauna. Es esencial también controlar la vegetación que pueda obstruir las tuberías y monitorear el flujo de agua durante las tormentas para asegurar un funcionamiento eficiente del sistema. El impacto que genera el mantenimiento será la liberación temporal de contaminantes en el agua debido a la remoción de sedimentos y disturbios en el suelo y la vegetación circundante.

4.3.2.2 Monitoreo. Se verifica que el flujo de agua pluvial se gestione de manera eficiente para minimizar el impacto en áreas urbanas y prevenir daños a propiedades y ecosistemas. Además, se debe realizar inspecciones periódicas de tuberías y estructuras para detectar rápidamente posibles daños que podrían afectar el flujo. El monitoreo de la calidad del agua puede generar residuos de las muestras y sedimentos. Por otro lado, los equipos de

monitoreo, como sensores y sistemas de comunicación, consumen energía y pueden aumentar la huella de carbono.

4.3.2.3 Funcionamiento del sistema. La comunidad contará con un sistema de drenaje que prevendrá las inundaciones. Además, se podría generar la contaminación del cuerpo hídrico del punto de descarga, ya que la escorrentía superficial podría arrastrar suciedad, aceites de automotores, sustancias químicas, herbicidas, bacterias, entre otros. Incumpliendo así con los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática según la normativa.

4.3.3 Fase de cierre

4.3.3.1 Desmantelamiento de tuberías e infraestructura. La retirada de tuberías puede permitir la separación de materiales reutilizables, como rejillas metálicas, válvulas y tuberías de PVC, así como materiales de drenaje como geotextiles. Sin embargo, durante el desmantelamiento, es probable que se liberen residuos y contaminantes acumulados en las tuberías, afectando la calidad del agua. Además, la remoción de infraestructura puede alterar los cursos de agua y los patrones de drenaje, impactando negativamente los ecosistemas acuáticos.

4.3.3.2 Rehabilitación de la zona afectada. Se debe de realizar una restauración lo más acertada posible, acercándose o superando la cantidad de flora y fauna que existía antes de realizar la obra. Aunque se generará temporalmente ruido y polvo por los movimientos de tierra, interrupciones en el tráfico y limitar el acceso en ciertas áreas.

4.4 Identificación de impactos ambientales

En el presente proyecto se identificarán las interacciones potenciales entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales de manera cualitativa, considerando todas las fases para realizar el análisis y la caracterización.

4.4.1 Impactos ambientales - fase de construcción

A continuación, se adjuntarán las tablas de identificación de impactos ambientales para la fase de construcción:

Tabla 15

Impacto ambiental - Desbroce del suelo

FASE DE CONTRUCCIÓN - DESBROCE DEL SUELO						
Identificación de aspectos ambientales	Uso de vehículos pesados y tractores		Uso de guadañas automáticas		Uso de herbicidas	
	Factor	Efecto	Factor	Efecto	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)	Exposición del suelo	Erosión por viento y agua	Residuos de glifosatos y glifosinatos	Alteración de la composición química y biológica del suelo
Calidad del agua	-	-	-	-	Residuos de glifosatos en el agua superficial y subterránea	Contaminación de cuerpos de agua cercanos
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire	Material particulado	Contaminación del aire	-	-
Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Migración de especies	-	-
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo	-	-	Agricultura	Suelos menos fértiles y disminución de la producción
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	Empleo y comercio	Incremento de ventas en establecimientos de insumos agrícolas del sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo	Salud	Enfermedades causadas por exposición al ruido	Salud	Enfermedades causadas por la exposición a herbicidas

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 16

Impacto ambiental - Movimiento de tierra

FASE DE CONSTRUCCIÓN – MOVIMIENTO DE TIERRA		
Uso de vehículos pesados y tractores		
Identificación de aspectos ambientales	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)
Calidad del agua	-	-
Atmósfera	Gases de combustión y material particulado	Contaminación del aire
Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 17

Impacto ambiental - Transporte de materiales

FASE DE CONSTRUCCIÓN – TRANSPORTE DE MATERIALES		
Uso de vehículos pesados y tractores		
Identificación de aspectos ambientales	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)
Calidad del agua	-	-
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire

Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 18

Impacto ambiental - Instalación de tuberías

FASE DE CONTRUCCIÓN – INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				
Identificación de aspectos ambientales	Uso de vehículos pesados y tractores		Uso de soldadura líquida para tuberías PVC	
	Factor	Efecto	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)	Residuos	Afectación de la microbiota del suelo y alteración de su fertilidad por infiltración de cemento solvente
Calidad del agua	-	-	Derrame de solvente en agua superficial y subterránea	Daño a organismos acuáticos y contaminación a la potabilidad del agua
Calidad del aire	Gases de combustión	Contaminación del aire	Gases de combustión	La evaporación de solventes genera ozono troposférico lo cual contamina el aire
Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales	Fauna protegida	Alto riesgo en la salud de organismos acuáticos
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo	-	-
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo	Salud	Enfermedades causadas por exposición a vapores de los solventes

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 19

Impacto ambiental - Infraestructura hidrosanitaria

FASE DE CONTRUCCIÓN – INFRAESTRUCTURA HIDROSANITARIA

Identificación de aspectos ambientales	Uso de vehículos pesados y tractores		Uso de mezcla de hormigón	
	Factor	Efecto	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)	Exposición del suelo por extracción de materiales	Degradación del suelo
Calidad del agua	-	-	Calidad superficial y subterránea	La escorrentía de la zona puede llevar partículas de cemento y productos químicos a cuerpos de agua provocando la contaminación
Calidad del aire	Gases de combustión	Contaminación del aire	-	-
Flora y fauna	Hábitats naturales: árboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales	Fauna protegida	Riesgo en la salud de organismos acuáticos
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo	-	-
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo	Salud	Riesgos físicos y químicos en los trabajadores, incluyendo problemas respiratorios

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 20

Impacto ambiental - Desalojo de escombros y desperdicios

FASE DE CONSTRUCCIÓN – DESALOJO DE ESCOMBROS Y DESPERDICIOS

Identificación de aspectos ambientales	Uso de vehículos pesados, tractores y maquinaria	
	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Aumenta debido al despeje y rehabilitación de la zona
	Residuos	Posible afectación en la fertilidad del suelo debido a sustancias tóxicas en los residuos
	Exposición del suelo	Erosión por un mal manejo de escombros

Calidad del agua	Escombros y desperdicios en agua superficial y subterránea	Daño a organismos acuáticos y contaminación a la potabilidad del agua
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire
	Material particulado	Contaminación del aire
Flora y fauna	Hábitats naturales	Rehabilitación de hábitats
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo y materiales peligrosos en los escombros

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

4.4.2 Impactos ambientales - fase de operación

Tabla 21

Impacto ambiental - Mantenimiento preventivo

FASE DE OPERACIÓN – MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Identificación de aspectos ambientales	Uso de vehículos livianos		Uso de productos químicos	
	Factor	Efecto	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)	Filtraciones de químicos durante la aplicación o eliminación de residuos	Afectación a la calidad del suelo y capacidad de soportar vida vegetal
Calidad del agua	-	-	Los productos químicos pueden filtrarse en los cuerpos de agua	Contaminación de cuerpos de agua cercanos
Calidad del aire	Gases de combustión	Contaminación del aire	-	-
Flora y fauna	Hábitats naturales: árboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales	Fauna protegida	Riesgo en la salud de organismos acuáticos
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo	Agricultura	Suelos menos fértiles y disminución de la producción
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector

Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo	Salud	Enfermedades causadas por la exposición de químicos
-------	---	-------	---

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 22

Impacto ambiental - Monitoreo

FASE DE OPERACIÓN – MONITOREO			
Uso de sensores de turbidez de agua			
Identificación de aspectos ambientales			
	Factor	Efecto	
Calidad de la tierra	Sensores defectuosos	Liberación de metales tóxicos y metales pesados al suelo	
Calidad del agua	Calidad superficial y subterránea	Alteración del flujo de agua	
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire	
Flora y fauna	-	-	
Uso del suelo	-	-	
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector	
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo	

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 23

Impacto ambiental - Funcionamiento del sistema

FASE DE OPERACIÓN – FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA			
Puntos de descarga pluvial			
Identificación de aspectos ambientales			
	Factor	Efecto	

Calidad de la tierra	-	-
Calidad del agua	Calidad superficial y subterránea	Escorrentía puede arrastrar contaminantes al AALL y eventualmente a cuerpos de agua
Atmósfera	-	-
Flora y fauna	Hábitats naturales	Contaminación de ecosistemas acuáticos
Uso del suelo	-	-
Bienestar social	-	-

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

4.4.3 Impactos ambientales - fase de cierre

Tabla 24

Impacto ambiental - Desmantelamiento de tuberías e infraestructura

FASE DE CIERRE – DESMANTELAMIENTO DE TUBERÍAS E INFRAESTRUCTURAS		
Uso de vehículos pesados y tractores		
Identificación de aspectos ambientales	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)
Calidad del agua	-	-
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire
Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Destrucción de hábitats naturales
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Enfermedades respiratorias por el polvo

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Tabla 25

Impacto ambiental - Rehabilitación de la zona afectada

FASE DE CIERRE – REHABILITACIÓN DE LA ZONA AFECTADA		
Uso de vehículos pesados y tractores		
Identificación de aspectos ambientales	Factor	Efecto
Calidad de la tierra	Capacidad agrícola	Reduce capacidad agrícola (retener agua y nutrientes en el suelo, por la compactación innecesaria)
Calidad del agua	-	-
Atmósfera	Gases de combustión	Contaminación del aire
Flora y fauna	Hábitats naturales: arboles, plantas y arbustos	Dstrucción de hábitats naturales
Uso del suelo	Agricultura	Decrecimiento del área de cultivo
Bienestar social	Empleo y comercio	Generación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de comercio en el sector
	Salud	Generación de enfermedades como dengue

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

4.4.4 *Matriz de Leopold*

Para entender mejor cómo nuestras actividades afectan el medio ambiente, usamos la matriz de Leopold. Esta herramienta nos ayuda a analizar los impactos al listar todos los factores ambientales que podrían verse afectados y las actividades del proyecto. La matriz se basa en dos aspectos principales:

- **Magnitud:** Mide qué tan fuerte es el impacto. Se califica del 1 al 10, donde un número mayor indica un impacto más significativo. También se marca si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

- **Importancia:** Evalúa cuán relevante es el impacto. Se encuentra en la parte inferior de la matriz y se basa en tres criterios específicos para una evaluación objetiva.

Juntos, estos criterios nos ayudan a comprender y clasificar cómo nuestras actividades podrían influir en el entorno, lo que facilita la planificación de acciones para minimizar cualquier efecto negativo y maximizar los beneficios.

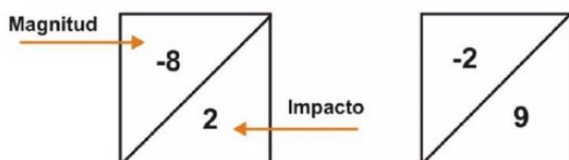
- **Extensión (E):** Mira cuánto espacio o área se verá afectada por la acción en cuestión.
- **Duración (D):** Examina cuánto tiempo durará el impacto de la acción dentro del proyecto.
- **Reversibilidad (R):** Determina si las consecuencias de la acción pueden ser revertidas o si permanecerán de manera permanente.

A continuación, se explicará un ejemplo con la figura adjunta. Ejemplo: La construcción de esa misma carretera a través de la zona agrícola produce un impacto intenso (importante) sobre los suelos, pero muy localizado (poco extenso o de baja magnitud).

Podemos decir que su magnitud es de 2 y su importancia de 9.

Figura 14

Magnitud e importancia



Nota. Figura obtenida de SlideShare.

Tabla 26

Rango de valoración de criterios

Criterio	Intervalo		
	1-4	5	6-10
Extensión (E)	Puntual	Local	Generalizada
Duración (D)	Temporal	Recurrente	Permanente

Reversibilidad (R)	Reversible	Debatible	Irreversible
---------------------------	------------	-----------	--------------

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

De igual forma para determinar la calificación de la importancia, los factores y el peso asignado son los siguientes valores:

Tabla 27

Valoración de criterios

Valoración de criterios	
Criterio	Valor
Extensión (E)	0.40
Duración (D)	0.30
Reversibilidad (R)	0.30

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Una vez se definen los valores se emplean en la siguiente expresión para determinar el valor de importancia.

$$Imp = (WE * E) + (WD * D) + (WR * R) \quad (4.1)$$

Donde:

WE: *Peso de extensión*

E: *Valor de extensión*

WD: *Peso de duración*

D: *Valor de duración*

WR: Peso de reversibilidad

R: Valor de reversibilidad

Figura 15

Matriz Leopold del proyecto

MATRIZ DE LEOPOLD			ACTIVIDADES DE PROYECTO											Subtotal positivo	Subtotal negativo	TOTAL			
			Desbroce de suelo	Movimiento de tierra	Tramporte de materiales	Instalación de tuberías	Infraestructura hidrosanitaria	Desajuste de escombros y desperdicios	Mantenimiento preventivo	Monitoreo	Funcionamiento del sistema	Desmantelamiento de tuberías	Rehabilitación de la zona						
Medio Físico	Tierra	Residuos	-3	-2	-2	-2	-3	-3				-2	-3	1	7	8			
		Exposición del suelo	-2	4	-2	4	-1	3	-1	4			-2	3	0	8	8		
		Capacidad agrícola	-2	3	-1	4	-2	2	-1	3			-2	3	2	1	7	8	
	Agua	Calidad superficial y subterránea	-5	3	-4	3	-2	6	-2	4	-2	4	-4	3	1	10	11		
		Gases de combustión	-3	4	-5	3	-2	4	-1	4	-2	6	-2	4	1	7	8		
		Material mineralizado	-2	4	-3	4	-2	3	-1	3	-1	3	-2	3	1	7	8		
Medio biológico	Fauna	Hábitats naturales	-5	6	-5	7					-4	5		6	5	1	3	4	
		Fauna protegida	-5	6	-5	7					-4	5		4	5	1	6	7	
	Flora	Bienestar de árboles, plantas y arbustos	-6	5	-6	4					-2	5		5	6	1	3	4	
		Calidad de las zonas de pastoreo	-5	6	-5	6					-5	6		7	6	1	3	4	
		Uso de suelo	-4	4	-4	4								4	5	1	2	3	
Medio socio-económico	Bienestar social	Empleo y comercio	2	4	2	3			1	2	3		2	2	3	5	7	0	7
		Salud	-2	4	-2	3	-2	3	-1	5	-1	2	-2	3	-2	3	1	8	9
		Subtotal positivos	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	13	19				
Subtotal negativos	12	12	7	7	7	11	3	2	2	7	7	0	70						
TOTAL	13	13	8	7	8	12	3	2	2	8	13		89						

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Para valorar cada impacto ambiental de las actividades mostradas en la Figura 15, usamos la ecuación IMP. Esta fórmula combina los valores de importancia y magnitud, y el signo de la magnitud define si el impacto es positivo o negativo.

$$|IA| = \pm \sqrt{Importancia * |Magnitud|} \quad (4.2)$$

El número que nos da la ecuación IMP muestra el impacto de las actividades sobre el entorno base. Para entender mejor estos impactos, la siguiente tabla explica los diferentes niveles de valoración cualitativa del Impacto Ambiental:

Tabla 28

Rango de valoración final de impacto del proyecto

Clasificación	Rango
---------------	-------

Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA > 4.5$
Despreciable	$ IA \leq 4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Para definir el impacto ambiental de todo el proyecto, se debe dividir el valor total de la matriz de Impacto Ambiental con el número total de impactos que se encuentran en Figura.

$$\text{Impacto del Proyecto} = \frac{280.76}{89} = 3.15$$

El nivel de impacto de todo el proyecto es de 3.15 y se encuentra dentro del rango “Despreciable”, lo cual se debe a la corta magnitud del proyecto durante su fase de construcción.

4.5.1 Matriz de valoración de impactos del proyecto

Figura 16

Matriz de Leopold - Valoración de impactos

MATRIZ DE LEOPOLD			ACTIVIDADES DE PROYECTO										Subtotal positivo	Subtotal negativo	TOTAL	
			Destroce de suelo	Movimiento de tierra	Transporte de materiales	Instalación de tuberías	Infraestructura hidrosanitaria	Desajuste de escombros y desperdicios	Mantenimiento preventivo	Monitoreo	Funcionamiento del sistema	Desmantelamiento de tuberías				Rehabilitación de la zona
Medio Físico	Tierra	Residuos	-3.46	-2.83	-2.83	-2.45	-3.46	-3.46				-2.45	-3.87	0.000	24.821	24.821
		Exposición del suelo	-2.45	-1.73	-2.83	-2.00	-2.00	-2.83				-2.83	3.46	3.464	16.667	20.131
		Capacidad agrícola	-3.87	-3.46	-3.46	-2.83	-2.83	-3.46				-3.46	3.46	3.464	23.386	26.850
	Agua	Calidad superficial y subterránea	-3.87	-3.46	-3.46	-2.83	-2.83	-3.46	-3.46	-3.46	-3.46	3.46	3.464	33.779	37.243	
Atmósfera	Gases de combustión	-3.46	-4.47	-2.83	-1.73	-1.73	-2.83				-2.83	3.00	3.000	19.886	22.886	
	Material particulado	-2.83	-3.46	-2.45	-1.73	-1.73	-2.45				-2.45	-3.00	0.000	20.195	20.195	
Medio biológico	Fauna	Habitats naturales	-5.48	-5.92				-4.47				-4.47	5.48	5.477	15.865	21.343
		Fauna protegida	-5.92	-5.48				-4.47	-2.83	-2.83		4.90	4.899	24.351	29.250	
	Flora	Bienestar de árboles, plantas y arbustos	-5.48	-4.90				-3.16				5.48	5.477	13.538	19.016	
		Calidad de las vistas de paisajes	-5.48	-5.48				-5.48				6.48	6.481	16.432	22.912	
Medio socioeconómico	Uso de suelo	Agricultura	-4.00	-4.00								4.47	4.472	8.000	12.472	
		Empleo y comercio	2.45	2.45	3.00		1.41	3.00			2.00		14.313	0.000	14.313	
	Bienestar social	Salud	-3.46	-3.46	-3.16	-2.24	-2.24	-2.45	-2.45		-2.24		0.000	21.098	21.098	
Subtotal positivos			2.449	2.449	3.000	0.000	1.414	3.000	0.000	0.000	2.000	40.199	54.5119052			
Subtotal negativos			49.764	48.609	21.025	12.978	16.821	32.541	8.742	6.293	6.293	16.256	6.873	236.2442112		
TOTAL			52.213	51.108	24.025	12.978	18.235	35.541	8.742	6.293	6.293	18.256	47.072		280.76	

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Luego de realizar la valoración para saber el impacto ambiental del proyecto, se procede a realizar las medidas de prevención y mitigación, que son las que se presentan a continuación:

4.6.1 Desbroce del Suelo y Movimiento de Tierra

El desbroce del suelo y el movimiento de tierra son actividades esenciales en la construcción de un alcantarillado pluvial, pero pueden causar erosión, pérdida de biodiversidad y alteración del hábitat natural. Para minimizar estos impactos, se adoptarán las siguientes acciones:

- Realizar estudios ambientales previos para identificar áreas sensibles.
- Utilizar técnicas de desbroce selectivo y evitar la deforestación indiscriminada.
- Establecer barreras de sedimentación y zanjas de control para evitar la erosión del suelo.

4.6.2 Transporte de Materiales

El transporte de materiales puede generar emisiones contaminantes, ruidos y polvo, afectando tanto al medio ambiente como a la comunidad local. Para reducir estos efectos negativos, se tomarán las siguientes medidas:

- Planificar rutas de transporte que minimicen el impacto en las comunidades locales y reduzcan las emisiones de gases contaminantes.
- Utilizar vehículos con sistemas de control de emisiones y asegurar que los materiales estén bien cubiertos para evitar la dispersión de polvo y escombros.

4.6.3 *Instalación de Tuberías e Infraestructura Hidrosanitaria*

La instalación de tuberías e infraestructura hidrosanitaria puede causar perturbaciones en el suelo y el entorno inmediato, así como el riesgo de fugas y filtraciones. Para evitar estos problemas, se implementarán las siguientes estrategias:

- Seleccionar tuberías y materiales de construcción que cumplan con los estándares de calidad y durabilidad.
- Realizar pruebas de presión y estanqueidad antes de la instalación.
- Implementar medidas de protección para evitar daños a las tuberías durante la instalación y asegurar que las conexiones sean herméticas para prevenir fugas y filtraciones.

4.6.4 *Desalojo de Escombros y Desperdicios*

El desalojo inadecuado de escombros y desperdicios puede causar contaminación y afectar la salud pública. Para manejar adecuadamente estos residuos, se seguirán estas prácticas:

- Establecer áreas designadas para el almacenamiento temporal de escombros y desperdicios, asegurando que estén alejadas de fuentes de agua y áreas sensibles.
- Implementar un plan de reciclaje y reutilización de materiales cuando sea posible.
- Asegurar la correcta disposición de los escombros y desperdicios en sitios autorizados.

4.6.5 *Mantenimiento Preventivo y Monitoreo*

El mantenimiento preventivo y el monitoreo constante son esenciales para asegurar el funcionamiento eficiente y seguro del sistema de alcantarillado pluvial. Para garantizar esto, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Utilizar tecnología de monitoreo (sensores, cámaras) para detectar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallos mayores.

4.6.6 Desmantelamiento de Tuberías e Infraestructuras y Rehabilitación de la Zona Afectada

El desmantelamiento de tuberías e infraestructuras y la rehabilitación de la zona afectada son cruciales para minimizar el impacto ambiental y restaurar el área. Para llevar a cabo este proceso de manera efectiva, se seguirán estos pasos:

- Identificar y proteger áreas sensibles durante el proceso.
- Restaurar la zona afectada mediante la reforestación y la revegetación.
- Implementar técnicas de recuperación del suelo y asegurar que la zona vuelva a su estado natural o mejore en comparación con su estado previo al proyecto.

4.7 Conclusiones y recomendaciones

La implementación de un plan de prevención y mitigación es crucial para la construcción del proyecto, ya que minimiza los impactos negativos en el medio ambiente mediante la adopción de prácticas sostenibles, como la gestión adecuada de residuos y la implementación de tecnologías de monitoreo, se pueden reducir significativamente los riesgos asociados con la construcción y operación del sistema. Además, la planificación y ejecución cuidadosa de cada fase del proyecto, desde el desbroce del suelo hasta la rehabilitación de la zona afectada, asegura que los impactos a largo plazo sean mínimos y que el entorno natural sea preservado.

En conclusión, un enfoque integral y proactivo en la gestión de los impactos ambientales y sociales no solo cumple con las normativas legales y las expectativas de la comunidad, sino que también promueve la sostenibilidad del sistema de alcantarillado

pluvial. Al implementar estas medidas de prevención y mitigación, se garantiza que el proyecto contribuya positivamente al entorno y al bienestar de las comunidades involucradas.

Capítulo 5

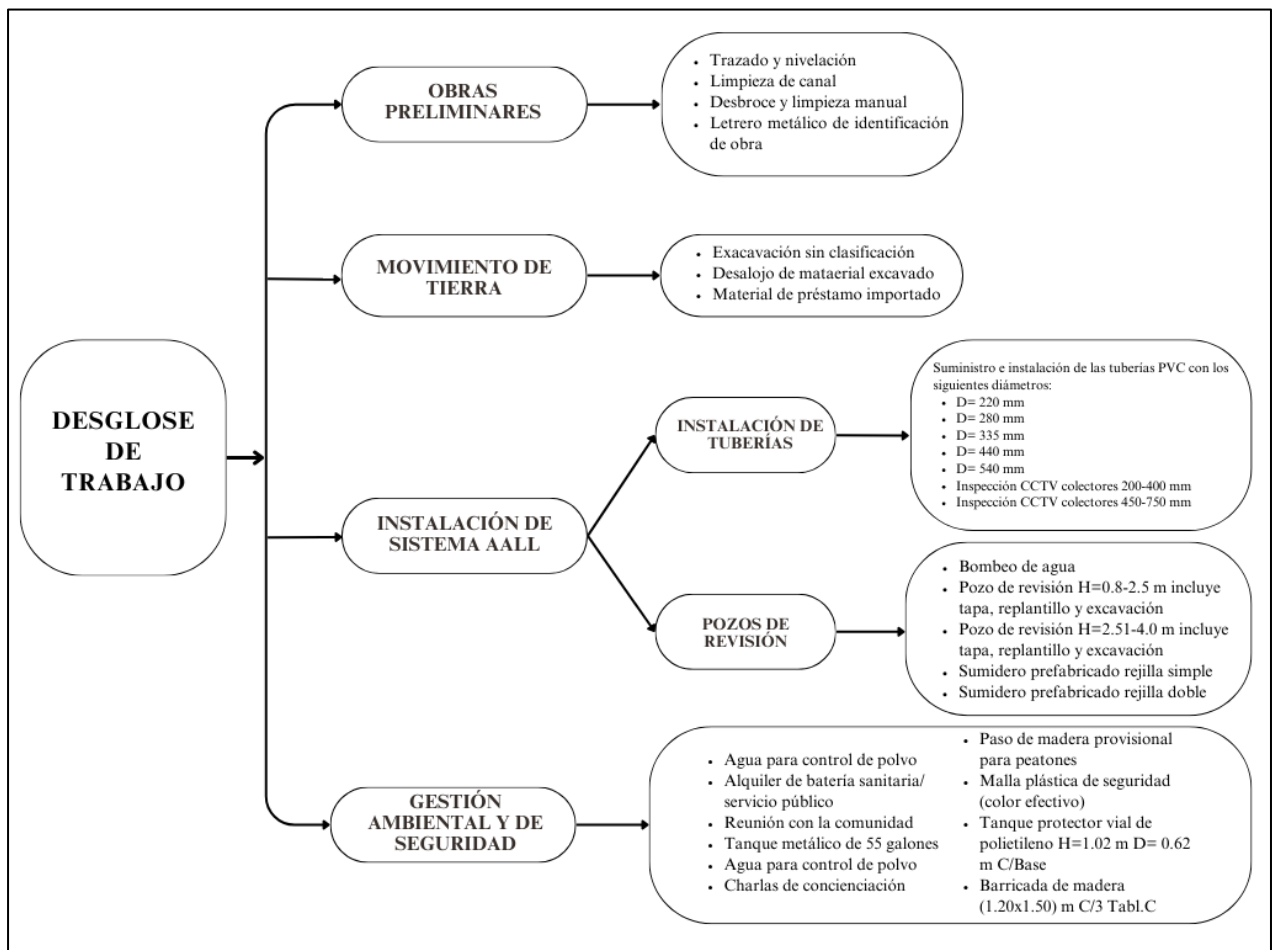
5 PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

El presupuesto de alcantarillado pluvial requiere una evaluación de las necesidades actuales y futuras de la infraestructura, así como la identificación de fuentes de financiamiento. Estas fuentes provienen de fondos públicos, subvenciones y en algunos casos de contribuciones privadas. A continuación, se presenta un esquema del desglose de trabajo para el sistema de alcantarillado pluvial.

Figura 17

Desglose de trabajo del proyecto



Nota. Esquema elaborado en Canva.

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

En el presente proyecto se revisaron proyectos del portal web en el Municipio de Guayaquil (GADM Guayaquil, 2023), los que fueron tomados como referencia para los precios unitarios de cada rubro y así tener una correcta estructura presupuestaria.

Tabla 29

Análisis de Precios Unitarios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
OBRAS PRELIMINARES			
1	Trazado y replanteo	m2	\$ 1.72
2	Limpieza de canal	m	\$ 1.47
3	Desbroce y limpieza manual	m2	\$ 1.20
4	Letrero de obra	u	\$ 340.06
MOVIMIENTO DE TIERRA			
5	Excavación sin clasificación	m3	\$ 7.56
6	Desalojo de material	m3/km	\$ 0.91
7	Material de préstamo importado	m3	\$ 11.56
8	Transporte de materiales	m3/km	\$ 0.34
INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS			
9	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm	m	\$ 43.82
10	Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm	m	\$ 55.32
11	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm	m	\$ 75.20
12	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm	m	\$ 92.98
13	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm	m	\$ 135.57
14	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm	m	\$ 3.67
15	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm	m	\$ 5.29
16	Bombeo de agua	hora	\$ 8.94
17	Caja de revisión H=0.8-2.5 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	\$ 1,164.73
18	Caja de revisión H=2.51-4.0 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	\$ 1,559.15
19	Sumidero sencillo de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	\$ 218.76
20	Sumidero doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	\$ 375.62
GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD			
21	Agua para control de polvo	m3	\$ 4.24
22	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	u/mes	\$ 151.86
23	Reunión con la comunidad	u	\$ 56.86
24	Tanque metálico de 55 galones	u	\$ 24.82
25	Charlas de concienciación	u	\$ 27.14
26	Paso de madera provisional para peatones	u	\$ 116.67
27	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	m2	\$ 1.95
28	Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D= 0.62 m C/Base	u	\$ 94.61
29	Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 Tabl.C	u	\$ 59.42

5.2.1 Trazado y replanteo - Rubro #1

Figura 18

Trazado y replanteo - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 1						
TRAZADO Y REPLANTEO						
DETALLE: Herramienta manual					UNIDAD: m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.03	
Equipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.06	0.56	
SUBTOTAL (M)					0.59	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Cadenero	2.00	3.63	7.26	0.06	0.41	
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.06	0.22	
SUBTOTAL (N)					0.63	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
Estacas	u	1.00	0.10	0.10		
Clavos	kg	0.11	1.50	0.16		
Esmalte	gl	0.00	18.00	0.02		
SUBTOTAL (O)					0.28	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL (P)						0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.50	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00%	0.22
IMPREVISTOS					3.00%	0.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.72	
PRECIO UNITARIO					1.72	
Estos precios no incluyen IVA						

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.2 Limpieza de canal - Rubro #2

Figura 19

Limpieza de canal - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 2					
LIMPIEZA DE CANAL					
DETALLE:					UNIDAD: m
Herramienta manual					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.06
SUBTOTAL (M)					0.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3.00	4.05	12.15	0.10	1.22
SUBTOTAL (N)					1.22
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 0.19
IMPREVISTOS					3.00% 0.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.47
PRECIO UNITARIO					1.47
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.3 Desbroce y limpieza manual - Rubro #3

Figura 20

Desbroce y limpieza manual - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 3					
DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL					
DETALLE: Herramienta manual					UNIDAD: m2
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.05
SUBTOTAL (M)					0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4.00	4.05	16.20	0.06	0.90
Maestro mayor	0.20	4.55	0.91	0.10	0.09
SUBTOTAL (N)					0.99
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					
0					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
0					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.04
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 0.16
IMPREVISTOS					3.00% 0.03
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.20
PRECIO UNITARIO					1.20
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.4 Letrero de obra - Rubro #4

Figura 21

Letrero de obra - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 4					
LETRERO DE OBRA					
DETALLE:		UNIDAD: u			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.75
SUBTOTAL (M)					0.75
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3.58	3.58	4.18	14.96
SUBTOTAL (N)					14.96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Letreros informativos de obra 1.2 x 2.44 m, incluye tool 1/20", marco y tubos HG D= 1 1/2"	u	1.00	280.00	280.00	
SUBTOTAL (O)					280.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					295.70
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 44.36
IMPREVISTOS					3.00% 8.87
COSTO TOTAL DEL RUBRO					340.06
PRECIO UNITARIO					340.06
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.5 Excavación sin clasificación - Rubro #5

Figura 22

Excavación sin clasificación - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ												
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS												
RUBRO: 5												
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN												
DETALLE:					UNIDAD: m3							
EQUIPOS												
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.11							
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.14	4.33							
SUBTOTAL (M)					4.44							
MANO DE OBRA												
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.14	0.58							
Ayudante de operador de equipo	1.00	3.58	3.58	0.14	0.52							
Peón	2.00	3.58	7.16	0.14	1.03							
SUBTOTAL (N)					2.13							
MATERIALES												
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO								
SUBTOTAL (O)					0							
TRANSPORTE												
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO								
SUBTOTAL (P)					0							
<table border="0"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td>6.57</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS 3.00%</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td>7.56</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	6.57	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%	0.99	IMPREVISTOS 3.00%	0.20	COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.56
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	6.57											
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%	0.99											
IMPREVISTOS 3.00%	0.20											
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.56											
Estos precios no incluyen IVA					PRECIO UNITARIO 7.56							

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.6 Desalojo de material - Rubro #6

Figura 23

Desalojo de material - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 6 DESALOJO DE MATERIAL			UNIDAD: m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.03
Volqueta	1.00	30.00	30.00	0.01	0.20
SUBTOTAL (M)					0.23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer	1.00	5.95	5.95	0.06	0.33
Peón	1.00	4.05	4.05	0.06	0.22
SUBTOTAL (N)					0.56
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					0.12
IMPREVISTOS 3.00%					0.02
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.91
PRECIO UNITARIO					0.91
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.7 Material de préstamo importado - Rubro #7

Figura 24

Material de préstamo importado - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 7					
Material de préstamo importado					
DETALLE:					UNIDAD: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.18
Compactador pesado manual	1.00	2.91	2.91	0.17	0.49
SUBTOTAL (M)					0.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4.00	4.05	16.20	0.17	2.70
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	0.17	0.15
Operador de equipo liviano	1.00	4.10	4.10	0.17	0.68
SUBTOTAL (N)					3.54
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Agua	m3	0.10	2.30	0.23	
Cascajo mediano IP < 9	m3	1.25	4.50	5.63	
SUBTOTAL (O)					5.86
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					10.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES				15.00%	1.51
IMPREVISTOS				3.00%	0.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.56
PRECIO UNITARIO					11.56
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.8 Transporte de materiales - Rubro #8

Figura 25

Transporte de materiales - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 8					
Transporte de materiales					
DETALLE:					UNIDAD: m3/km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.00
Volqueta	1.00	30.00	30.00	0.01	0.22
SUBTOTAL (M)					0.23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer	1.00	5.95	5.95	0.01	0.04
Peón	1.00	4.05	4.05	0.01	0.03
SUBTOTAL (N)					0.07
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 0.04
IMPREVISTOS					3.00% 0.01
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.34
PRECIO UNITARIO					0.34
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.9 Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm - Rubro #9

Figura 26

Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 9					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D = 220 mm					
DETALLE:					UNIDAD: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	0.20	0.60
Esquipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.20	2.00
SUBTOTAL (M)					8.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1.00	3.63	3.63	0.20	0.73
Peón	2.00	3.58	7.16	0.20	1.43
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
SUBTOTAL (N)					3.77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Kalipega	m3	0.11	0.15	0.02	
Tubería 220 mm x 6m	m	1.00	19.46	19.46	
Piedra 3/4	m3	0.18	11.50	2.07	
SUBTOTAL (O)					21.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Desalajo de material	m3	1.10	2.85	3.14	
Piedra 3/4	m3	0.18	3.25	0.59	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	0.28	0.28	
SUBTOTAL (P)					4.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					38.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					5.72
IMPREVISTOS 3.00%					1.14
COSTO TOTAL DEL RUBRO					43.82
PRECIO UNITARIO					43.82
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.10 Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm - Rubro #10

Figura 27

Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 10					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D = 280 mm					
DETALLE:				UNIDAD: m	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.19
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	0.20	0.60
Esquipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.20	2.00
SUBTOTAL (M)					8.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1.00	3.63	3.63	0.20	0.73
Peón	2.00	3.58	7.16	0.20	1.43
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
SUBTOTAL (N)					3.77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Kalipega	m3	0.11	0.15	0.02	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	29.46	29.46	
Piedra 3/4	m3	0.18	11.50	2.07	
SUBTOTAL (O)					31.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Desalojo de material	m3	1.10	2.85	3.14	
Piedra 3/4	m3	0.18	3.25	0.59	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	0.28	0.28	
SUBTOTAL (P)					4.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					48.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES				15.00%	7.22
IMPREVISTOS				3.00%	1.44
COSTO TOTAL DEL RUBRO					55.32
PRECIO UNITARIO					55.32
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.11 Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm - Rubro #11

Figura 28

Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 11					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D = 335 mm					
DETALLE:					UNIDAD: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	0.20	0.60
Equipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.20	2.00
SUBTOTAL (M)					8.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1.00	3.63	3.63	0.20	0.73
Peón	2.00	3.58	7.16	0.20	1.43
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
SUBTOTAL (N)					3.77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Kalipega	m3	0.11	0.15	0.02	
Tubería 335 mm x 6m	m	1.00	46.16	46.16	
Piedra 3/4	m3	0.22	11.50	2.53	
SUBTOTAL (O)					48.71
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Desalojo de material	m3	1.10	2.85	3.14	
Piedra 3/4	m3	0.22	3.25	0.72	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	0.28	0.28	
SUBTOTAL (P)					4.13
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					65.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					9.81
IMPREVISTOS 3.00%					1.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					75.20
PRECIO UNITARIO					75.20
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.12 Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm - Rubro #12

Figura 29

Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 12					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D = 440 mm					
DETALLE:				UNIDAD: m	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	0.20	0.60
Equipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.20	2.00
SUBTOTAL (M)					8.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1.00	3.63	3.63	0.20	0.73
Peón	2.00	3.58	7.16	0.20	1.43
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
SUBTOTAL (N)					3.77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Kalipega	m3	0.11	0.15	0.02	
Tubería 440 mm x 6m	m	1.00	60.00	60.00	
Piedra 3/4	m3	0.35	11.50	4.03	
SUBTOTAL (O)					64.04
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Desalajo de material	m3	1.10	2.85	3.14	
Piedra 3/4	m3	0.26	3.25	0.85	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	0.28	0.28	
SUBTOTAL (P)					4.26
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					80.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					12.13
IMPREVISTOS 3.00%					2.43
COSTO TOTAL DEL RUBRO					92.98
PRECIO UNITARIO					92.98
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.13 Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm - Rubro #13

Figura 30

Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 13 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D = 540 mm					
DETALLE:				UNIDAD: m	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.19
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	0.20	0.60
Equipo topográfico	1.00	10.00	10.00	0.20	2.00
SUBTOTAL (M)					8.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1.00	3.63	3.63	0.20	0.73
Peón	2.00	3.58	7.16	0.20	1.43
Topógrafo	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	0.20	0.80
SUBTOTAL (N)					3.77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Kalipega	m3	0.11	0.15	0.02	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	96.00	96.00	
Piedra 3/4	m3	0.40	11.50	4.60	
SUBTOTAL (O)					100.62
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Desalojo de material	m3	1.10	2.85	3.14	
Piedra 3/4	m3	0.40	3.25	1.30	
Tubería 280 mm x 6m	m	1.00	0.28	0.28	
SUBTOTAL (P)					4.72
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					117.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 17.68
IMPREVISTOS					3.00% 3.54
COSTO TOTAL DEL RUBRO					135.57
PRECIO UNITARIO					135.57
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.14 Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm - Rubro #14

Figura 31

Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 14					
INSPECCIÓN CCTV COLECTORES 200 - 400 mm					
DETALLE:					UNIDAD: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.02
Camión CCTV	1.00	70.00	70.00	0.03	1.87
Computador	1.00	2.00	2.00	0.03	0.05
Camioneta	1.00	10.00	10.00	0.03	0.27
SUBTOTAL (M)					2.21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2.00	4.05	8.10	0.03	0.22
Técnico en obras civiles	1.00	4.33	4.33	0.03	0.12
Chofer	1.00	5.95	5.95	0.03	0.16
SUBTOTAL (N)					0.49
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Sacos de yute (grande)	u	0.50	0.50	0.25	
Balón inflable	u	0.02	15.00	0.24	
SUBTOTAL (O)					0.49
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					3.19
INDIRECTOS Y UTILIDADES				15.00%	0.48
IMPREVISTOS				3.00%	0.10
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.67
Estos precios no incluyen IVA					PRECIO UNITARIO 3.67

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.15 Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm - Rubro #15

Figura 32

Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ																					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																					
RUBRO: 15																					
INSPECCIÓN CCTV COLECTORES 450 - 750 mm																					
DETALLE:					UNIDAD: m																
EQUIPOS																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.03																
Camión CCTV	1.00	70.00	70.00	0.03	2.15																
Computador	1.00	2.00	2.00	0.03	0.06																
Camioneta	1.00	10.00	10.00	0.03	0.31																
SUBTOTAL (M)					2.55																
MANO DE OBRA																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
Peón	2.00	4.05	8.10	0.03	0.25																
Técnico en obras civiles	1.00	4.33	4.33	0.03	0.13																
Chofer	1.00	5.95	5.95	0.03	0.18																
SUBTOTAL (N)					0.57																
MATERIALES																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																	
Sacos de yute (grande)	u	2.00	0.50	1.00																	
Balón inflable	u	0.03	15.00	0.48																	
SUBTOTAL (O)					1.48																
TRANSPORTE																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																	
SUBTOTAL (P)					0.00																
<table border="0"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td></td> <td>4.60</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES</td> <td>15.00%</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS</td> <td>3.00%</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td></td> <td>5.29</td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td></td> <td>5.29</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		4.60	INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	0.69	IMPREVISTOS	3.00%	0.14	COSTO TOTAL DEL RUBRO		5.29	PRECIO UNITARIO		5.29		
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		4.60																			
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	0.69																			
IMPREVISTOS	3.00%	0.14																			
COSTO TOTAL DEL RUBRO		5.29																			
PRECIO UNITARIO		5.29																			
Estos precios no incluyen IVA																					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.16 Bombeo de agua - Rubro #16

Figura 33

Bombeo de agua - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ															
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS															
RUBRO: 16 BOMBEO DE AGUA			UNIDAD: hora												
EQUIPOS															
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO										
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.20										
Bomba de agua 3"	1.00	3.16	3.16	1.00	3.16										
SUBTOTAL (M)					3.36										
MANO DE OBRA															
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO										
Peón	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05										
SUBTOTAL (N)					4.05										
MATERIALES															
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO											
Gasolina extra	Galones	0.15	2.40	0.36											
SUBTOTAL (O)					0.36										
TRANSPORTE															
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO											
SUBTOTAL (P)					0.00										
<table border="0"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td>7.77</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%</td> <td>1.17</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS 3.00%</td> <td>0.23</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td>8.94</td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td>8.94</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	7.77	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%	1.17	IMPREVISTOS 3.00%	0.23	COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.94	PRECIO UNITARIO	8.94	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	7.77														
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%	1.17														
IMPREVISTOS 3.00%	0.23														
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.94														
PRECIO UNITARIO	8.94														
Estos precios no incluyen IVA															

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.17 Pozo de revisión H= 0.80 - 2.50 m incluye tapa, replantillo y excavación - Rubro

#17

Figura 34

Pozo de revisión H= 0.80 - 2.50 m incluye tapa, replantillo y excavación - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 17					
POZO DE REVISIÓN H= 0.80 - 2.50 m INCLUYE TAPA, REPLANTILLO Y EXCAVACIÓN					
DETALLE:					UNIDAD: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				7.53
Concreteira	1.00	5.00	5.00	8.00	40.00
Vibrador	1.00	3.13	3.13	8.00	25.04
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	8.00	240.00
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	8.00	24.00
SUBTOTAL (M)					336.57
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1.00	3.63	3.63	8.00	29.04
Peón	2.00	3.58	7.16	8.00	57.28
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.02	4.02	8.00	32.16
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	8.00	32.16
SUBTOTAL (N)					150.64
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Agua	L	560.00	0.00	0.78	
Arena gruesa	m ³	1.35	20.00	27.00	
Cemento	kg	716.20	0.16	114.59	
Grava	m ³	1.93	15.00	28.95	
Hierro	kg	182.00	1.30	236.60	
Tapa y cerco hierro pozo de revisión D= 0.60 m	U	1.00	90.00	90.00	
Encofrado	Global	1.00	25.00	25.00	
SUBTOTAL (O)					522.93
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Arena gruesa	m ³	2.05	0.53	1.09	
Grava	m ³	3.00	0.53	1.59	
SUBTOTAL (P)					2.67
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1012.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 151.92
IMPREVISTOS					3.00% 30.38
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1164.73
PRECIO UNITARIO					1164.73
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.18 Pozo de revisión H= 2.51 - 4.00 m incluye tapa, replantillo y excavación - Rubro

#18

Figura 35

Pozo de revisión H= 2.51 - 4.00 m incluye tapa, replantillo y excavación - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 18						
POZO DE REVISIÓN H= 2.51 - 4.0 m INCLUYE TAPA, REPLANTILLO Y EXCAVACIÓN						
DETALLE:				UNIDAD: u		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas menores (5% M.O)	5%				13.96	
Concreteira	1.00	5.00	5.00	8.00	40.00	
Vibrador	1.00	3.13	3.13	8.00	25.04	
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	8.00	240.00	
Compactador manual	1.00	3.00	3.00	8.00	24.00	
SUBTOTAL (M)					343.00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Albañil	1.00	3.63	3.63	8.00	29.04	
Peón	2.00	3.58	7.16	8.00	57.28	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	5.00	4.02	20.10	8.00	160.80	
Operador de retroexcavadora	1.00	4.02	4.02	8.00	32.16	
SUBTOTAL (N)					279.28	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
Agua	L	560.00	0.001	0.78		
Arena gruesa	m ³	2.05	20.00	41.00		
Cemento	kg	1119.00	0.16	179.04		
Grava	m ³	3.00	15.00	45.00		
Hierro	kg	250.00	1.30	325.00		
Tapa y cerco hierro pozo de revisión D= 0.60 m	U	1.00	90.00	90.00		
Encofrado	Global	2.00	25.00	50.00		
SUBTOTAL (O)					730.82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
Arena gruesa	m ³	2.05	0.53	1.09		
Grava	m ³	3.00	0.53	1.59		
SUBTOTAL (P)					2.67	
					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1355.78
					INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00% 203.37
					IMPREVISTOS	3.00% 40.67
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	1559.15
Estos precios no incluyen IVA					PRECIO UNITARIO	1559.15

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.19 Sumidero sencillo de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ -

Rubro #19

Figura 36

Sumidero sencillo de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 19					
SUMIDERO SENCILLO DE HORMIGÓN SIMPLE (INC. REJILLA DE HD) $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$					
DETALLE:					
					UNIDAD: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				1.28
SUBTOTAL (M)					1.28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	3.58	3.58	3.03	10.85
Albañil	1.00	3.63	3.63	3.03	11.00
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.30	4.02	1.21	3.03	3.65
SUBTOTAL (N)					25.50
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Saco Cemento 50 kg	Saco	0.10	8.10	0.81	
Rejilla de sumidero (40X0.33) 150 lbs	u	1.00	136.40	136.40	
Arena	m3	0.01	16.52	0.17	
Agua	L	260.00	0.001	0.36	
Tubo H.S 160 mm desague	m3	1.00	2.75	2.75	
Sumidero pre-fabricado	u	1.00	22.96	22.96	
SUBTOTAL (O)					163.45
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
					190.22
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					190.22
INDIRECTOS Y UTILIDADES					28.53
IMPREVISTOS					5.71
COSTO TOTAL DEL RUBRO					218.76
PRECIO UNITARIO					218.76
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.20 Sumidero doble de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ - Rubro

#20

Figura 37

Sumidero doble de hormigón simple (Inc. Rejilla de HD) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ																					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																					
RUBRO: 20																					
SUMIDERO DOBLE DE HORMIGÓN SIMPLE (INC. REJILLA DE HD) $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$																					
DETALLE:					UNIDAD: u																
EQUIPOS																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
Herramientas menores (5% M.O)	5%				1.28																
SUBTOTAL(M)					1.28																
MANO DE OBRA																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
Peón	1.00	3.58	3.58	3.03	10.85																
Albañil	1.00	3.63	3.63	3.03	11.00																
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.30	4.02	1.21	3.03	3.65																
SUBTOTAL(N)					25.50																
MATERIALES																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																	
Saco Cemento 50 kg	Saco	0.10	8.10	0.81																	
Rejilla de sumidero (40X0.33) 150 lbs	u	2.00	136.40	272.80																	
Arena	m ³	0.01	16.52	0.17																	
Agua	L	260.00	0.00	0.36																	
Tubo H.S 160 mm desague	m ³	1.00	2.75	2.75																	
Sumidero pre-fabricado	u	1.00	22.96	22.96																	
SUBTOTAL(O)					299.85																
TRANSPORTE																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																	
SUBTOTAL(P)					0.00																
<table border="0"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td></td> <td>326.62</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES</td> <td>15.00%</td> <td>48.99</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS</td> <td>3.00%</td> <td>9.80</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td></td> <td>375.62</td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td></td> <td>375.62</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		326.62	INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	48.99	IMPREVISTOS	3.00%	9.80	COSTO TOTAL DEL RUBRO		375.62	PRECIO UNITARIO		375.62		
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		326.62																			
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	48.99																			
IMPREVISTOS	3.00%	9.80																			
COSTO TOTAL DEL RUBRO		375.62																			
PRECIO UNITARIO		375.62																			
Estos precios no incluyen IVA																					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.21 Agua para control de polvo - Rubro #21

Figura 38

Agua para control de polvo - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 21					
AGUA PARA CONTROL DE POLVO					
DETALLE:					UNIDAD: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.02
Tanquero de 2000 galones con bomba	1.00	23.50	23.50	0.04	0.94
SUBTOTAL (M)					0.96
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	4.05	4.05	0.04	0.16
Chofer tanquero	1.00	5.95	5.95	0.04	0.24
SUBTOTAL (N)					0.40
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Agua	m3	1.01	2.30	2.32	
SUBTOTAL (O)					2.32
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					3.68
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 0.55
IMPREVISTOS					3.00% 0.11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.24
PRECIO UNITARIO					4.24
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.2 Alquiler de batería sanitaria/servicio público - Rubro #22

Figura 39

Alquiler de batería sanitaria/servicio público - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 22					
ALQUILER DE BATERÍA SANITARIA/SERVICIO PÚBLICO					
DETALLE:					UNIDAD: u/mes
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Batería sanitaria alquilada	1.00	128.00	128.00	1.00	128.00
SUBTOTAL (M)					128.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
SUBTOTAL (N)					4.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					132.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 19.81
IMPREVISTOS					3.00% 3.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					151.86
PRECIO UNITARIO					151.86
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.23 Reunión con la comunidad - Rubro #23

Figura 40

Reunión con la comunidad - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 23					
REUNIÓN CON LA COMUNIDAD					
DETALLE:					UNIDAD: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL (M)					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	4.05	4.05	4.00	16.20
Ingeniero ambiental	1.00	4.56	4.56	4.00	18.24
SUBTOTAL (N)					34.44
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Hojas, marcadores y borradores	global	1.00	15.00	15.00	
SUBTOTAL (O)					15.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					49.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 7.42
IMPREVISTOS					3.00% 1.48
COSTO TOTAL DEL RUBRO					56.86
PRECIO UNITARIO					56.86
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.24 Tanque metálico de 55 galones - Rubro #24

Figura 41

Tanque metálico de 55 galones - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 24					
TANQUE METÁLICO DE 55 GALONES					
DETALLE:				UNIDAD: u	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL (M)					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
SUBTOTAL (N)					4.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Esmalte varios colores	global	0.10	25.30	2.53	
Tanque metálico 55 galones	u	1.00	15.00	15.00	
SUBTOTAL (O)					17.53
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					21.58
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					3.24
IMPREVISTOS 3.00%					0.65
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.82
PRECIO UNITARIO					24.82
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.25 Charlas de concienciación - Rubro #25

Figura 42

Charlas de concienciación - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ																					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																					
RUBRO: 25																					
CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN																					
DETALLE:				UNIDAD: u																	
EQUIPOS																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
SUBTOTAL (M)					0.00																
MANO DE OBRA																					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																
Peón	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05																
Capacitador	1.00	4.55	4.55	1.00	4.55																
SUBTOTAL (N)					8.60																
MATERIALES																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																	
Hojas, marcadores y borradores	global	1.00	15.00	15.00																	
SUBTOTAL (O)					15.00																
TRANSPORTE																					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																	
SUBTOTAL (P)					0.00																
<table border="0"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td></td> <td>23.60</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES</td> <td>15.00%</td> <td>3.54</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS</td> <td>3.00%</td> <td>0.71</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td></td> <td>27.14</td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td></td> <td>27.14</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		23.60	INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	3.54	IMPREVISTOS	3.00%	0.71	COSTO TOTAL DEL RUBRO		27.14	PRECIO UNITARIO		27.14		
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		23.60																			
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	3.54																			
IMPREVISTOS	3.00%	0.71																			
COSTO TOTAL DEL RUBRO		27.14																			
PRECIO UNITARIO		27.14																			
Estos precios no incluyen IVA																					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.26 Paso de madera provisional para peatones - Rubro #26

Figura 43

Paso de madera provisional para peatones - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 26 PASO DE MADERA PROVISIONAL PARA PEATONES				UNIDAD: u	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				1.97
SUBTOTAL (M)					1.97
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DRNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2.00	4.05	8.10	3.00	24.30
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	3.00	2.73
Carpintero	1.00	4.10	4.10	3.00	12.30
SUBTOTAL (N)					39.33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Clavos 2 1/2"	kg	1.00	1.60	1.60	
Tiras de encofrado 1"x4m	u	6.00	2.00	12.00	
Cuartones de encofrado (2"x2") semiduro x 4m	u	8.00	3.57	28.56	
Tablas de encofrado 1"x4m	u	4.00	4.50	18.00	
SUBTOTAL (O)					60.16
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					101.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.22
IMPREVISTOS					3.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					116.67
PRECIO UNITARIO					116.67

Estos precios no incluyen IVA

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.27 Malla plástica de seguridad (color reflectivo) - Rubro #27

Figura 44

Malla plástica de seguridad (color reflectivo) - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 27					
MALLA PLÁSTICA DE SEGURIDAD (COLOR REFLECTIVO)					
DETALLE:		UNIDAD: m2			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.02
SUBTOTAL (M)					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.00	4.05	4.05	0.10	0.41
SUBTOTAL (N)					0.41
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Elementos de fijación	u	1.00	0.10	0.10	
Malla plástica de seguridad color reflectivo	m2	1.02	1.15	1.17	
SUBTOTAL (O)					1.27
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.70
INDIRECTOS Y UTILIDADES					15.00% 0.25
IMPREVISTOS					3.00% 0.05
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.95
PRECIO UNITARIO					1.95
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.28 Tanque protector vial de polietileno H= 1.02 m, D= 0.62 m C/BASE - Rubro #28

Figura 45

Tanque protector vial de polietileno H= 1.02 m, D= 0.62 m C/BASE - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ																				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																				
RUBRO: 28																				
TANQUE PROTECTOR VIAL DE POLIETILENO H=1.02 m D=0.62 m C/BASE																				
DETALLE:		UNIDAD: u																		
EQUIPOS																				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO															
Herramientas menores (5% M.O)	5%				0.04															
SUBTOTAL (M)					0.04															
MANO DE OBRA																				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO															
Peón	2.00	4.05	8.10	0.10	0.81															
SUBTOTAL (N)					0.81															
MATERIALES																				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																
Agua	m3	1.25	2.30	2.88																
Tanque protector vial - polietileno H= 1.02 m, D= 0.62 m; inc. Base	u	1.00	78.54	78.54																
SUBTOTAL (O)					81.42															
TRANSPORTE																				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																
SUBTOTAL (P)					0.00															
<table border="1"> <tr> <td>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</td> <td></td> <td>82.27</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES</td> <td>15.00%</td> <td>12.34</td> </tr> <tr> <td>IMPREVISTOS</td> <td>3.00%</td> <td>2.47</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td></td> <td>94.61</td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td></td> <td>94.61</td> </tr> </table>					TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		82.27	INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	12.34	IMPREVISTOS	3.00%	2.47	COSTO TOTAL DEL RUBRO		94.61	PRECIO UNITARIO		94.61	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		82.27																		
INDIRECTOS Y UTILIDADES	15.00%	12.34																		
IMPREVISTOS	3.00%	2.47																		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		94.61																		
PRECIO UNITARIO		94.61																		
Estos precios no incluyen IVA																				

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.2.29 Barricada de madera (1.20 x 1.50) m C/3 Tabl. C - Rubro #29

Figura 46

Barricada de madera (1.20 x 1.50) m C/3 Tabl. C - APU

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD SAN ALFONSO EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 29					
BARRICADA DE MADERA (1.20 x 1.50) m C/3 Tabl. C					
DETALLE:					UNIDAD: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% M.O)	5%				1.01
SUBTOTAL (M)					1.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2.00	4.05	8.10	1.54	12.46
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.20	4.55	0.91	1.54	1.40
Carpintero	1.00	4.10	4.10	1.54	6.31
SUBTOTAL (N)					20.17
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Esmalte varios colores	galones	0.06	25.30	1.52	
Plancha plywood (1220x2440x12) mm	u	0.25	35.19	8.80	
Cuartón cepillado 1 1/2" x 1"	m	4.00	1.12	4.48	
Elementos de fijación	u	0.50	1.20	0.60	
Lámina vinyl reflectiva grado ingeniería (colores)	m2	0.78	19.48	15.10	
SUBTOTAL (O)					30.49
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					51.67
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					7.75
IMPREVISTOS 3.00%					1.55
COSTO TOTAL DEL RUBRO					59.42
PRECIO UNITARIO					59.42
Estos precios no incluyen IVA					

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cifras presentadas se derivaron de cálculos realizados tomando como referencia el diseño y los planos del proyecto, los cuales se detallan en la sección de anexos. Se incluye un resumen de las cantidades correspondientes a cada rubro que se implementarán en la obra.

Además, se han verificado que estos valores cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, garantizando así la precisión y fiabilidad de los datos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES	PRECIO UNITARIO
OBRAS PRELIMINARES				
1	Trazado y replanteo	m2	5298.94	\$ 1.72
2	Limpieza de canal	m	1164.00	\$ 1.47
3	Desbroce y limpieza manual	m2	8278.38	\$ 1.20
4	Letrero de obra	u	1.00	\$ 340.06
MOVIMIENTO DE TIERRA				
5	Excavación sin clasificación	m3	14909.84	\$ 7.56
6	Desalojo de material	m3/km	74549.20	\$ 0.91
7	Material de préstamo importado	m3	14909.84	\$ 11.56
8	Transporte de materiales	m3/km	120769.70	\$ 0.34
INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS				
9	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm	m	1495.05	\$ 43.82
10	Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm	m	352.12	\$ 55.32
11	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm	m	302.33	\$ 75.20
12	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm	m	544.50	\$ 92.98
13	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm	m	65.46	\$ 135.57
14	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm	m	2149.50	\$ 3.67
15	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm	m	609.96	\$ 5.29
16	Bombeo de agua	hora	360.00	\$ 8.94
17	Caja de revisión H=0.8-2.5 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	54.00	\$ 1,164.73
18	Caja de revisión H=2.51-4.0 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	3.00	\$ 1,559.15
19	Sumidero sencillo de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	159.00	\$ 218.76
20	Sumidero doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	8.00	\$ 375.62
GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD				
21	Agua para control de polvo	m3	1993.50	\$ 4.24
22	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	u/mes	12.00	\$ 151.86
23	Reunión con la comunidad	u	12.00	\$ 56.86
24	Tanque metálico de 55 galones	u	4.00	\$ 24.82
25	Charlas de concienciación	u	12.00	\$ 27.14
26	Paso de madera provisional para peatones	u	10.00	\$ 116.67
27	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	m2	2000.00	\$ 1.95
28	Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D= 0.62 m C/Base	u	5.00	\$ 94.61
29	Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 Tabl.C	u	6.00	\$ 59.42

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El costo total del proyecto incluyendo la construcción del alcantarillado pluvial y las medidas de gestión ambiental y seguridad suman un costo de \$719,469.53; es decir que por metro lineal de tubería se calcula un valor de \$260.73. En la siguiente figura se pueden observar todos los valores. La mayor parte de los costos son debido la cantidad de metros cúbicos de material de préstamo importado, excavaciones y desalojo.

Figura 47

Valoración integral del proyecto

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
1	Trazado y replanteo	m2	5298.94	\$ 1.72	\$ 9,113.17
2	Limpieza de canal	m	1164	\$ 1.47	\$ 1,707.72
3	Desbroce y limpieza manual	m2	8278.38	\$ 1.20	\$ 9,905.28
4	Letrero de obra	u	1	\$ 340.06	\$ 340.06
MOVIMIENTO DE TIERRA					
5	Excavación sin clasificación	m3	14909.84	\$ 7.56	\$ 112,649.77
6	Desalojo de material	m3/km	74549.2	\$ 0.91	\$ 67,579.20
7	Material de préstamo importado	m3	14909.84	\$ 11.56	\$ 172,351.92
8	Transporte de materiales	m3/km	120769.704	\$ 0.34	\$ 41,623.88
INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AGUAS LLUVIAS					
9	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm	m	1495.0536	\$ 43.82	\$ 65,507.15
10	Suministro e instalación de tubería PVC D= 280 mm	m	352.1175	\$ 55.32	\$ 19,477.70
11	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm	m	302.3294	\$ 75.20	\$ 22,735.00
12	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm	m	544.5042	\$ 92.98	\$ 50,630.27
13	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm	m	65.4575	\$ 135.57	\$ 8,873.99
14	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm	m	2149.5005	\$ 3.67	\$ 7,897.02
15	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm	m	609.9617	\$ 5.29	\$ 3,223.86
16	Bombeo de agua	hora	360	\$ 8.94	\$ 3,217.82
17	Caja de revisión H=0.8-2.5 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	54	\$ 1,164.73	\$ 62,895.59
18	Caja de revisión H=2.51-4.0 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	3	\$ 1,559.15	\$ 4,677.45
19	Sumidero sencillo de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	159	\$ 218.76	\$ 34,782.59
20	Sumidero doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f'c = 280 kg/cm2	u	8	\$ 375.62	\$ 3,004.95
GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD					
21	Agua para control de polvo	m3	1993.5	\$ 4.24	\$ 8,443.37
22	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	u/mes	12	\$ 151.86	\$ 1,822.29
23	Reunión con la comunidad	u	12	\$ 56.86	\$ 682.27
24	Tanque metálico de 55 galones	u	4	\$ 24.82	\$ 99.27
25	Charlas de concienciación	u	12	\$ 27.14	\$ 325.68
26	Paso de madera provisional para peatones	u	10	\$ 116.67	\$ 1,166.75
27	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	m2	2000	\$ 1.95	\$ 3,905.98
28	Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D= 0.62 m C/Base	u	5	\$ 94.61	\$ 473.03
29	Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 Tabl.C	u	6	\$ 59.42	\$ 356.52
TOTAL					\$ 719,469.53

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

5.5 Cronograma de obra

En el presente proyecto se elaboró un cronograma de actividades, que se irán realizando mes a mes donde se pueden observar los costos mensuales y porcentajes de avance para tener una referencia de cómo debe ir encaminado el proyecto durante todo el tiempo de construcción.

Figura 48

Cronograma para construcción de AALL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	PERIODOS											
						MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
1	Trazado y replanteo	m2	5298.94	\$ 1.72	\$ 9,113.17	\$ 9,113.17											
2	Limpieza de canal	m	1164.00	\$ 1.47	\$ 1,707.72	\$ 597.70			\$ 512.32		\$ 256.16		\$ 170.77			\$ 170.77	
3	Desbroce y limpieza manual	m2	8278.38	\$ 1.20	\$ 9,905.28	\$ 3,466.85			\$ 2,971.58		\$ 1,485.79		\$ 990.53			\$ 990.53	
4	Letroero de obra	u	1.00	\$ 340.06	\$ 340.06	\$ 340.06											
5	Excavación sin clasificación	m3	14909.84	\$ 7.56	\$ 112,649.77	\$ 14,644.47	\$ 13,517.97	\$ 11,264.98	\$ 19,150.46	\$ 14,644.47	\$ 12,391.48	\$ 4,505.99	\$ 6,758.99	\$ 4,505.99	\$ 3,379.49	\$ 7,885.48	
6	Desalajo de material	m3/km	74549.20	\$ 0.91	\$ 67,579.20	\$ 8,785.30	\$ 8,109.50	\$ 6,757.92	\$ 11,488.46	\$ 8,785.30	\$ 7,433.71	\$ 2,703.17	\$ 4,054.75	\$ 2,703.17	\$ 2,027.38	\$ 4,730.54	
7	Material de préstamo importado	m3	14909.84	\$ 11.56	\$ 172,351.92	\$ 22,405.75	\$ 20,682.23	\$ 17,235.19	\$ 29,299.83	\$ 22,405.75	\$ 18,958.71	\$ 6,894.08	\$ 10,341.12	\$ 6,894.08	\$ 5,170.56	\$ 12,064.63	
8	Transporte de materiales	m3/km	120769.70	\$ 0.34	\$ 41,623.88	\$ 5,411.10	\$ 4,994.87	\$ 4,162.39	\$ 7,076.06	\$ 5,411.10	\$ 4,578.63	\$ 1,664.96	\$ 2,497.43	\$ 1,664.96	\$ 1,248.72	\$ 2,913.67	
9	Suministro e instalación de tubería PVC D= 220 mm	m	1495.05	\$ 43.82	\$ 65,507.15	\$ 21,835.72	\$ 21,835.72	\$ 21,835.72									
10	Suministro e instalación de tubería PVC D=280 mm	m	352.12	\$ 55.32	\$ 19,477.70				\$ 9,738.85	\$ 9,738.85							
11	Suministro e instalación de tubería PVC D= 335 mm	m	302.33	\$ 75.20	\$ 22,735.00						\$ 11,367.50	\$ 11,367.50					
12	Suministro e instalación de tubería PVC D= 440 mm	m	544.50	\$ 92.98	\$ 50,630.27								\$ 16,876.76	\$ 16,876.76	\$ 16,876.76		
13	Suministro e instalación de tubería PVC D= 540 mm	m	65.46	\$ 135.57	\$ 8,873.99											\$ 4,436.99	\$ 4,436.99
14	Inspección CCTV colectores 200 - 400 mm	m	2149.50	\$ 3.67	\$ 7,897.02	\$ 2,053.23	\$ 1,737.34	\$ 1,421.46	\$ 947.64	\$ 868.67	\$ 631.76	\$ 236.91					
15	Inspección CCTV colectores 450 - 750 mm	m	609.96	\$ 5.29	\$ 3,223.86								\$ 1,031.64	\$ 902.68	\$ 677.01	\$ 386.86	\$ 225.67
16	Bombeo de agua	hora	360.00	\$ 8.94	\$ 3,217.82	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15	\$ 268.15
17	Caja de revisión H=0.8-2.5 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	54.00	\$ 1,164.73	\$ 62,895.59	\$ 12,812.07	\$ 12,812.07	\$ 12,812.07	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20	\$ 3,494.20		
18	Caja de revisión H=2.51-4.0 m incluye tapa, replantillo y excavación	u	3.00	\$ 1,559.15	\$ 4,677.45											\$ 3,118.30	\$ 1,559.15
19	Sumidero sencillo de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f c = 280 kg/cm2	u	159.00	\$ 218.76	\$ 34,782.59	\$ 4,156.41	\$ 3,500.13	\$ 3,500.13	\$ 3,500.13	\$ 3,500.13	\$ 3,500.13	\$ 3,281.38	\$ 3,281.38	\$ 3,281.38	\$ 3,281.38		
20	Sumidero doble de hormigón simple (inc. Rejilla de HD) f c = 280 kg/cm2	u	8.00	\$ 375.62	\$ 3,004.95											\$ 1,502.47	\$ 1,502.47
21	Agua para control de polvo	m3	1993.50	\$ 4.24	\$ 8,443.37	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61	\$ 703.61
22	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	u/mes	12.00	\$ 151.86	\$ 1,822.29	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86	\$ 151.86
23	Reunión de la comunidad	u	12.00	\$ 56.86	\$ 682.27	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86	\$ 56.86
24	Tanque metálico de 55 galones	u	4.00	\$ 24.82	\$ 99.27	\$ 99.27											
25	Charlas de concientización	u	12.00	\$ 27.14	\$ 325.68	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14	\$ 27.14
26	Paso de madera provisional para peatones	u	10.00	\$ 116.67	\$ 1,166.75		\$ 1,166.75										
27	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	m2	2000.00	\$ 1.95	\$ 3,905.98	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50	\$ 325.50
28	Tanque protector vial de polietileno H=1.02 m D=0.62 m C/Base	u	5.00	\$ 94.61	\$ 473.03	\$ 473.03											
29	Barricada de madera (1.20x1.50) m C/3 TablC	u	6.00	\$ 59.42	\$ 356.52	\$ 356.52											
TOTAL						\$ 719,469.53											
COSTO MENSUAL						\$ 108,083.75	\$ 89,889.70	\$ 80,522.97	\$ 89,712.66	\$ 70,381.60	\$ 65,631.19	\$ 35,681.29	\$ 51,030.67	\$ 41,856.32	\$ 37,688.60	\$ 39,733.38	\$ 9,257.40
COSTO PARCIAL EN %						15.02%	12.49%	11.19%	12.47%	9.78%	9.12%	4.96%	7.09%	5.82%	5.24%	5.52%	1.29%
COSTO ACUMULADO						\$ 108,083.75	\$ 197,973.45	\$ 278,496.42	\$ 368,209.08	\$ 438,590.68	\$ 504,221.86	\$ 539,903.16	\$ 590,933.83	\$ 632,790.15	\$ 670,478.75	\$ 710,212.13	\$ 719,469.53
AVANCE DE OBRA						15.02%	27.52%	38.71%	51.18%	60.96%	70.08%	75.04%	82.13%	87.95%	93.19%	98.71%	100.00%

Nota. Datos elaborados en Microsoft Excel con licencia estudiantil.

Capítulo 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En base al análisis de información topográfica de planos hidrosanitarios del año 2009 obtenidos del portal web, se hizo uso de las curvas de nivel para la creación de la superficie en el software AutoCAD Civil 3D. A partir de la superficie se obtuvieron los perfiles de las diferentes calles satisfactoriamente, que fueron fundamentales para el trazado de la infraestructura.
- Se eligió rigurosamente la propuesta de diseño de un Sistema de Alcantarillado Convencional en comparación a un Sistema de Alcantarillado Sostenible; ya que el área de trabajo es inferior a las 100 hectáreas, por lo tanto, se optó por aplicar el método racional para el diseño del presente proyecto.
- Se obtuvieron satisfactoriamente los parámetros hidrológicos de la INAMHI para las ecuaciones IDF mediante la estación pluviométrica más cercana a la comunidad, en este caso fue la estación “El Labrado” con código M0141. Adicionalmente se usaron las relaciones hidráulicas de la EMAAP-Q y SENAGUA para el desarrollo del diseño hidráulico en las hojas de cálculo de Microsoft Excel, de tal manera que se trabajó en régimen de transición o supercrítico y en condiciones no sumergida.
- El análisis de estudio de impacto ambiental demuestra la importancia de que se efectuó el proyecto, ya que mejorará la calidad de vida de los habitantes de la comunidad San Alfonso con la mitigación de las inundaciones subsistidas en temporada invernal. Así mismo, el impacto ambiental del proyecto obtuvo un valor de 3.15 mediante la matriz de Leopold, ubicándolo en el rango de tener un impacto despreciable y así convirtiéndolo en un diseño altamente viable.
- El diseño del sistema de alcantarillado pluvial cuenta con 2759.46 m de longitud total de tubería y 57 cajas de revisión en cada punto de cambio a lo largo de la red.

Finalmente, se calculó el presupuesto total del proyecto y se obtuvo un costo total de \$719,469.53; es decir que por metro lineal de tubería se calcula un valor de \$260.73; esto se debe a que los rubros de excavación y de material importado generan sumas altas de dinero dentro del presupuesto calculado.

6.2 Recomendaciones

- Antes de poner en marcha el sistema de alcantarillado, es recomendable capacitar a los habitantes de la comunidad para que comprendan las posibles fallas que puedan surgir y las medidas correctivas necesarias. Además de las capacitaciones, es esencial ofrecer charlas sobre impacto ambiental para concienciar sobre el uso adecuado y el mantenimiento del sistema.
- Implementar un sistema de monitoreo ayuda a detectar y resolver problemas rápidamente, garantizando una operación continua y eficiente. Cumplir con las regulaciones locales y nacionales es esencial para asegurar que el diseño se ajuste a los estándares requeridos. Involucrar a la comunidad en el proceso de planificación garantiza que sus necesidades y preocupaciones sean consideradas, promoviendo la aceptación y colaboración en el proyecto.
- Durante la construcción, es crucial seguir estrictamente lo establecido en el diseño, ya que la ruta del trazado de los sistemas de alcantarillado se planificó con el fin de reducir costos. No respetar las especificaciones puede resultar en un incremento de los costos previstos en el presupuesto final. Asimismo, es fundamental tener en cuenta el plan de manejo ambiental desde el inicio de la construcción hasta la finalización del proyecto, para asegurar que el impacto ambiental sea mínimo, tal como se estipuló en el estudio.
- Es importante considerar el criterio de los moradores de la comunidad y por esto se recomienda elaborar encuestas donde se planteen interrogantes que demuestren si

están de acuerdo con el proyecto y si se comprometen a participar en las actividades de operación y mantenimiento del sistema, asistiendo a las múltiples capacitaciones, ya que para tener éxito en el diseño se debe de tener la colaboración de la población.

Referencias

- Alfaro, R., & Espinoza, A. (2021). Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio. *Universidad Nacional del Altiplano Puno*.
- Altafin, I., & Wilk, D. (2020). Innovaciones en el desarrollo e implementación de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en Latinoamérica y El Caribe. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 6-11.
- Ávila, H. (2012). Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático-caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia. *Revista de Ingeniería*, 36, 54-59.
- Barriga Ruiz, W. J., & Sánchez Lumba, H. P. (2018). *Modelamiento hidráulico de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado Samne-Otuzco-La Libertad, aplicando la normatividad del CEPIS*.
- Botía Díaz, W. A. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*.
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative psychology*, 9(1), 3.
- Bravo Matamoros, A. D. (2020). *Evaluación de gestión y reducción del riesgo ante inundaciones, en contextos urbanos de la ciudad de Guayaquil, por parte del Municipio de Guayaquil durante el periodo 2009-2019*. <http://hdl.handle.net/10469/16785>
- BRIONES PICO, E. A. (2021). *ANÁLISIS HIDROMÉTRICO DE INFILTRACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO JIPIJAPA CANTÓN JIPIJAPA*.
- Burbano Bustamante, G. G., & López Quinteros, G. C. (2022). *Identificación molecular de bacterias resistentes al arsénico (As) y al cromo (Cr) de la microcuenca del río Gala del cantón Camilo Ponce Enríquez*.
- Burgos Choez, B. D., Cartaya Ríos, S. J., & Mero del Valle, D. J. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones geográficas*, 98. <https://doi.org/10.14350/ig.59767>
- Cadenas Martínez, R., & PARRALES Saltos, I. (2017). *Saneamiento ecológico para la disposición de excretas humanas en una comunidad ecuatoriana*.
- Cañaverall, C., & Santiago, M. (2021). *Diseño de un plan de seguridad y salud ocupacional para trabajos de mantenimiento en el sistema pluvial de la empresa de minería Zamora Gold*.
- Castro Carrera, F. F., Castro Merino, E. P., Osorio López, J. C., & Merizalde Aguirre, J. E. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, 23(1), 3-19.
- Chávez, R. (2019). Agua y saneamiento: Radiografía de un sector prioritario en el Perú. *Obtenido de <https://stakeholders.com.pe/informes/aguasaneamiento-radiografia-sector-prioritario-peru>*.
- Chesbrough, E. S. (1878). The drainage and sewerage of Chicago. *Public health papers and reports*, 4, 18.

Cubides, E., & Santos, G. (2018). Control de escorrentías urbanas mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS): Pozos/zanjas de infiltración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 32-42.

Díaz Velasco, J. P. (2021). *Práctica empresarial como auxiliar en laboratorio de suelos, Interobras de Santander SAS*.

EMAAP-Q, E. M. de A., & de Quito, A. P. (2001). *Especificaciones Técnicas para Alcantarillado Sanitario*.

Estrada González, R. J. (2017). *Diseño de sistema de alcantarillado pluvial y sanitario de la colonia Eterna Primavera, zona 4, y pavimentación de la carretera de acceso de Bárcenas hacia colonias 20 de Octubre y Los Olivos y cementerio Las Nubes, zona 3, municipio de Villa Nueva, Guatemala*.

Fernández Rodríguez, H., Trapote, A., & Fernández Mejuto, M. (2020). *Sistemas urbanos de drenaje sostenible. Tipos y objetivos*.

Flores Vega, A. H. (2017). *Diseño De Un Sistema De Drenaje Sostenible Para La Gestión De Agua Lluvia En El Valle De Los Chillos*.

GADM Guayaquil. (2023). *CONTRATO: S-CEC-021-2021-AJ-CVJ “PAVIMENTACIÓN, INCLUYE CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y BORDILLOS E IMPLEMENTACIÓN DE ALCANTARILLADO HIDROSANITARIO - POLÍGONO 7 (COOP TIWINZA Y NUEVA GUAYAQUIL)—PROGRAMA CAF XIV.”* <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202023/PE-MIMG-2023-2/PREPARATORIA/CRONOGRAMA%20VALORADO/CRONOGRAMA-POLIGONO-7-CAF-XIV-signed-signed-signed.pdf>

García Calle, S. T. (2023). *Influencia de la aplicación del carbonato de calcio en los límites de atterberg en la urbanización Los Sauces-Pimentel*.

García, M. C. M., Triviño, L. E. R., & Mogrovejo, M. I. P. (2016). 2005–2015: Una década de educación y cambio. Medio ambiente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de Ecuador. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(6), 339-352.

Hachad, M., Lanoue, M., Vo Duy, S., Villemur, R., Sauvé, S., Prévost, M., & Dorner, S. (2022). Locating illicit discharges in storm sewers in urban areas using multi-parameter source tracking: Field validation of a toolbox composite index to prioritize high risk areas. *Science of The Total Environment*, 811, 152060. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152060>

Imam, E. H., & Elnakar, H. Y. (2014). Design flow factors for sewerage systems in small arid communities. *Journal of Advanced Research*, 5(5), 537-542. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.06.011>

INAMHI. (2023). *En cumplimiento de lo que establece la Ley Orgánica de Participación Ciudadana y Control Social con respecto a la Rendición de Cuentas, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, presenta los informes correspondientes al periodo 2023*. <https://www.inamhi.gob.ec/rendicion-de-cuentas-2023/>

- Interagua. (2015). *MANUAL DE DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO*.
https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/2023-08/NTD-IA-030%20Bases%20y%20Criterios%20de%20Dise%C3%B1o%20Mecanica%20y%20Tuberias%20-%20GCU_V-001%20CNC.pdf
- Izazola, H. (2001). Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México. *Estudios demográficos y urbanos*, 285-320.
- Karwot, J., & Ober, J. (2019). Safety management of water economy. Case study of the water and sewerage company. *Management Systems in Production Engineering*, 27(3), 189-196.
- Kassim, M. A., & Lee, J. L. (2002). A Study on variations in sewerage construction projects. *Jurnal Teknologi*, 13â€“26-13â€“26.
- Lammi, M., & Becker, K. (2013). Engineering Design Thinking. *Journal of Technology Education*, 24(2), 55-77.
- Latorre-Cosculluela, C., Vázquez-Toledo, S., Rodríguez-Martínez, A., & Liesa-Orús, M. (2020). Design Thinking: Creatividad y pensamiento crítico en la universidad. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22.
- León Pozo, J. A. (2022). *Prefactibilidad para la optimización en la red del sistema de alcantarillado pluvial urbano del cantón Pedro Carbo*.
- Loayza Torres, J. F. (2022). *Selección de tamaño de partícula y colector para maximizar la recuperación metalúrgica de oro en flotación espumante en la veta San Alfonso de la mina Promine, Camilo Ponce Enríquez-Azuay*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12513>
- Lozano Hurtado, L. C., & Guevara Daniel, M. Á. (2023). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para el barrio Villar Cecilia ubicado en la ciudad de Girardot-Cundinamarca*.
- Malek Mohammadi, M., Najafi, M., Kermanshachi, S., Kaushal, V., & Serajiantehrani, R. (2020). Factors influencing the condition of sewer pipes: State-of-the-art review. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 11(4), 03120002.
- Marques, R. C. (2006). A yardstick competition model for Portuguese water and sewerage services regulation. *Utilities Policy*, 14(3), 175-184.
- Márquez, B. L. V., Hanampa, L. A. I., & Portilla, M. G. M. (2021). Design Thinking aplicado al Diseño de Experiencia de usuario. *Innovación y software*, 2(1), 6-19.
- Melgar, J. M. A., Cisneros, J. L. C., & Reyes, I. G. (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de San Isidro, departamento de Cabañas*. San Salvador.
- Montoya Suarez, G. I. (2013). *Parámetros de resistencia al corte en la interfaz suelo concreto*.
- Nieto, N. (2011). La gestión del agua: Tensiones globales y latinoamericanas. *Política y cultura*, 36, 157-176.

Ortega Salinas, L. E. (2023). *Efectos en la salud pública de los pozos ciegos en la comunidad San Juan parroquia Huambi, provincia de Morona Santiago, 2023*.

Ortiz, R., Zambrano, C., García-Vinces, J., & Delgado, D. (2021). *Análisis de los accidentes de tránsito en varios cantones del Ecuador*. <https://doi.org/10.33936/riemat.v7i1.4838>

Ozoriaga Rivera, A. M., & Sanabria Garay, L. A. (2017). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en el Jirón Loreto tramo Amazonas–Calle Real Distrito de Huancayo, Provincia Huancayo–Región Junín 2016*.

Parraga Espinoza, M. G. (2022). *Obtención del Contenido de Humedad de Diferentes Tipos de Suelos Usando Nuevas Tecnologías, Huancayo 2021*.

Párraga, R. M., & Aguirre, S. D. (2010). Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del Río Portoviejo. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41, 1-7.

Pressman, A. (2018). *Design thinking: A guide to creative problem solving for everyone*. Routledge.

Rodríguez, W. Á. G. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6908-6927.

Schmiedgen, J., Spille, L., Köppen, E., Rhinow, H., & Meinel, C. (2016). Measuring the impact of design thinking. *Design thinking research: Making design thinking foundational*, 157-170.

SENAGUA. (2011). *Informe Técnico Muestreo y Análisis de La Calidad Del Agua En La Cuenca Del Río Puyango*.

SNGRE. (2024). *SNGRE entrega insumos para atender emergencia por contaminación del río Tenguel*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sngre-entrega-insumos-para-atender-emergencia-por-contaminacion-del-rio-tenguel/>

Suárez, J., Puertas, J., Anta, J., Jácome, A., Del Río, H., & Novoa, R. (2010). Nuevas estrategias de gestión sostenible del agua en medio urbano. *Spanish Journal of Rural Development*, 1(1), 1-24.

Terryn, I. C. C., Lazar, I., Nedeff, V., & Lazar, G. (2014). Conventional vs. Vacuum sewerage system in rural areas—An economic and environmental approach. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(8), 1847-1859.

Ulloque Llerena, A., & Guzmán Pérez, J. C. (2020). *Determinación de la correlación entre el índice de plasticidad y el ángulo de fricción de un suelo*.

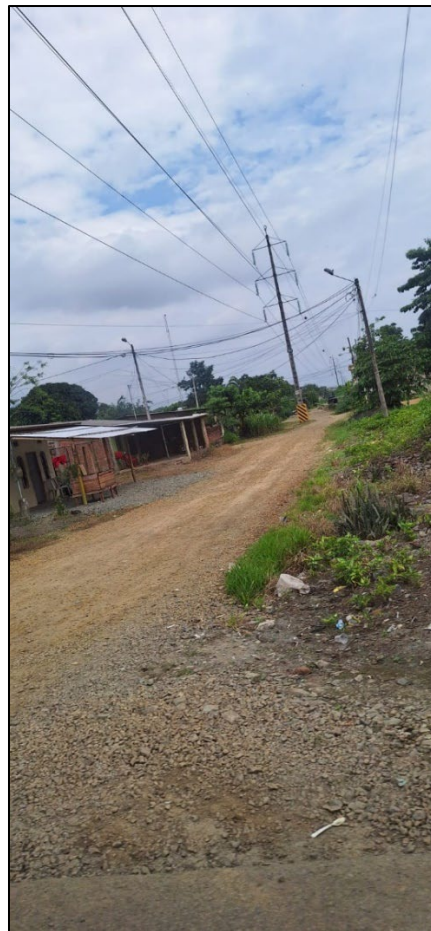
Valencia, S. V. (2021). Efecto de las metodologías de diseño de alcantarillados pluviales urbanos en el costo de las obras. *Junta Directiva*, 5.

Velásquez López, B. D., Rojas Velásquez, J. J., & Cardona Gamboa, J. C. (2022). *Plan de manejo ambiental para la construcción de un alcantarillado pluvial en el barrio paraíso medio del municipio de Granada Meta*.

Yang, M. D., & Su, T. C. (2006). Automation model of sewerage rehabilitation planning. *Water Science and Technology*, 54(11-12), 225-232.

Yap, H. T., & Ngien, S. K. (2015). Analysis of flow characteristics in sewerage system. *Applied Mechanics and Materials*, 802, 599-604.

PLANOS Y ANEXOS



DESCRIPCIÓN DE CANTIDADES DE OBRA

PERFIL 1											
PERFIL DE LA CALLE A											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.000							
19	Pz-20	0+002,07	46.75	19.864	18.730	Límite Pz-20	1.134	43.600	53.662	3.063	146.069
	D-1	0+048,82		19.606	18.444	Límite D-1	1.162			3.186	
18	D-2	0+051,82	6	19.604	17.884	Límite D-2	1.720	10.173	10.218	6.158	36.322
	P-19	0+057,22		19.613	17.927	Límite Pz-19	1.686			5.950	
17	P-19	0+059,22	50.08	19.622	18.269	Límite Pz-19	1.353	69.624	69.561	4.099	214.589
	P-18	0+109,30		19.998	18.573	Límite Pz-18	1.425			4.471	
16	P-18	0+110,70	54.23	20.008	18.883	Límite Pz-18	1.125	64.024	62.988	3.023	172.838
	P-17	0+164,93		20.370	19.172	Límite Pz-17	1.198			3.351	
								Área total	187.421	196.429	m2

PERFIL 2											
PERFIL DE LA CALLE B											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.110							
14	P-16	0+004,18	51.12	19.940	18.259	Límite Pz-16	1.681	82.957	85.549	5.920	300.304
	P-15	0+055,30		20.147	18.481	Límite Pz-15	1.666			5.829	
13	P-15	0+056,70	55.43	20.160	18.752	Límite Pz-15	1.408	81.489	82.120	4.382	265.059
	P-14	0+112,13		20.532	18.977	Límite Pz-14	1.555			5.182	
12	P-14	0+113,53	47.12	20.540	19.217	Límite Pz-14	1.323	63.551	63.612	3.948	192.478
	P-13	0+160,65		20.780	19.403	Límite Pz-13	1.377			4.221	
11	P-13	0+162,05	45.5	20.787	19.613	Límite Pz-13	1.174	53.979	53.940	3.241	149.869
	P-12	0+207,55		21.022	19.825	Límite Pz-12	1.197			3.346	
								Área total	281.976	285.221	m2

PERFIL 3											
PERFIL DE LA CALLE C											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.260							
33	P-11	0+000,70	53.53	20.248	19.056	Límite Pz-11	1.192	80.913	79.412	3.323	262.946
	P-10	0+054,23		20.395	18.62	Límite Pz-10	1.775			6.501	
27	P-10	0+055,63	52.28	20.398	19.029	Límite Pz-10	1.369	68.157	67.154	4.180	197.102
	P-9	0+107,91		20.453	19.253	Límite Pz-9	1.200			3.360	
26	D9	0+158,48	6.79	20.430	18.17	Límite D-9	2.260	15.361	15.400	9.921	67.790
	P-8	0+165,27		20.495	18.219	Límite Pz-8	2.276			10.046	
22	P-8	0+166,67	47.77	20.483	19.359	Límite Pz-8	1.124	54.967	55.413	3.019	151.925
	P-7	0+214,44		20.754	19.558	Límite Pz-7	1.196			3.342	
7	D-11	0+281,32	28.83	21.339	18.439	Límite D-11	2.900	85.468	83.881	15.515	449.962
	P-3	0+310,15		21.410	18.491	Límite Pz-3	2.919			15.700	
6	P-3	0+311,55	49.78	21.432	18.822	Límite Pz-3	2.610	137.507	127.312	12.828	615.920
	P-2	0+361,33		21.557	19.052	Límite Pz-2	2.505			11.918	
								Área total	442.373	428.572	m2

PERFIL 4											
PERFIL DE LA CALLE D											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.410							
30	P-40	0+002,39	53.26	20.415	19.216	Límite Pz-40	1.199	64.382	66.202	3.355	189.791
	P-38	0+055,65		20.275	18.988	Límite Pz-38	1.287			3.772	
29	P-38	0+057,05	49.46	20.279	19.098	Límite Pz-38	1.181	58.860	58.808	3.273	163.697
	P-37	0+106,51		20.506	19.309	Límite Pz-37	1.197			3.346	
23	P-31	0+164,58	49.34	20.745	19.537	Límite Pz-31	1.208	59.215	59.331	3.397	166.353
	P-39	0+213,92		20.944	19.747	Límite Pz-39	1.197			3.346	
9	P-27	0+261,36	45.94	21.225	19.654	Límite Pz-27	1.571	69.805	69.783	5.273	228.969
	P-25	0+307,30		21.332	19.865	Límite Pz-25	1.467			4.695	
2	P-23	0+361,33	51	21.649	20.156	Límite D-23	1.493	79.217	79.764	4.837	267.276
	P-22	0+412,33		22.021	20.386	Límite Pz-22	1.635			5.645	
								Área total	331.479	333.888	m2

PERFIL 5											
PERFIL VÍA A SANTA MARTHA LS-1-SAL											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.410							
46	D-5	0+051,33	4.63	20.422	18.692	Límite D-5	1.730	7.956	7.940	6.219	28.369
	P-47	0+055,96		20.422	18.722	Límite Pz-47	1.700			6.035	
44	P-47	0+057,36	49.7	20.442	18.932	Límite Pz-47	1.510	80.350	79.893	4.930	273.243
	P-46	0+107,06		20.813	19.108	Límite Pz-46	1.705			6.066	
42	P-46	0+108,46	48.32	20.822	19.108	Límite Pz-46	1.714	83.127	82.434	6.121	293.387
	P-45	0+156,78		21.048	19.35	Límite Pz-45	1.698			6.023	
38	P-44	0+207,71	50.3	21.310	19.46	Límite Pz-44	1.850	92.702	94.187	6.984	358.772
	P-43	0+258,01		21.544	19.649	Límite Pz-43	1.895			7.282	
36	P-43	0+259,41	49.09	21.552	20.29	Límite Pz-43	1.262	62.369	62.860	3.651	183.623
	P-42	0+308,50		21.807	20.508	Límite Pz-42	1.299			3.830	
35	P-42	0+309,90	51.01	21.806	20.748	Límite Pz-42	1.058	55.943	57.412	2.737	154.686
	P-41	0+360,91		22.154	20.961	Límite Pz-41	1.193			3.328	
								Área total	382.446	384.725	m2

PERFIL 6											
PERFIL CALLE D-1											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
		0+000		20.120							
28	P-35	0+009,91	49.83	20.112	19.017	Límite Pz-35	1.095	56.793	57.080	2.894	155.349
	P-34	0+059,74		20.420	19.224	Límite Pz-34	1.196			3.342	
								area total	56.793	57.080	m2

PERFIL 7														
PERFIL CALLE D-2														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
8		0+000	46.63	20.910	20.160	Límite Pz-5	0.772	47.707	46.024	1.666	117.395			
	P-5	0+004,28		20.932						20.503		Límite Pz-6	1.202	3.369
	P-6	0+050,91		21.705										
								Área total	47.707	46.024	m2			

PERFIL 8														
PERFIL CALLE F-1														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
53		0+000	68.66	20.955	19.630	Límite Pz-54	1.200	77.177	78.272	3.360	212.489			
	P-54	0+009,12		20.830						19.342		Límite Pz-55	1.080	2.830
	P-55	0+077,78		20.422										
								Área total	77.177	78.272	m2			

PERFIL 9														
PERFIL CALLE F-2														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
50		0+000	43.04	20.887	19.453	Límite Pz-52	1.691	77.340	78.161	5.980	292.079			
	P-52	0+072,12		21.144						19.522		Límite Pz-50	1.941	7.592
	P-50	0+115,16		21.463										
48		0+116,56	44.54	21.485	19.523	Límite Pz-50	1.962	88.890	89.058	7.736	356.258			
	P-50	0+116,56		21.810						19.773		Límite Pz-49	2.037	8.261
	P-49	0+161,10												
								Área total	166.230	167.218	m2			

PERFIL 10														
PERFIL CALLE G														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
54		0+000	59.76	20.240	19.067	Límite Pz-57	1.214	72.023	72.041	3.425	202.315			
	P-57	0+006,06		20.281						19.351		Límite Pz-56	1.197	3.346
	P-56	0+065,82		20.548										
								Área total	72.023	72.041	m2			

PERFIL 11														
PERFIL DE LA CALLE H														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
15		0+000	20.36	19.526	17.858	Límite D-3	1.910	39.644	39.875	7.382	157.090			
	D-3	0+070,00		19.768						17.959		Límite Pz-16	2.007	8.049
	P-16	0+090,36		19.966										
34		0+125,15	14.49	20.395	18.048	Límite D-4	2.432	35.025	34.682	11.304	159.230			
	D-4	0+125,15		20.403						18.048		Límite Pz-10	2.355	10.674
	P-10	0+139,64		20.393						18.048		Límite Pz-10	2.345	10.594
32		0+141,04	45.13	20.393	18.207	Límite Pz-35	1.910	94.893	96.014	7.382	405.621			
	P-35	0+187,57		20.117						18.508		Límite Pz-35	1.609	5.492
	P-38	0+230,98		20.273						18.697		Límite Pz-38	1.576	5.302
31		0+291,14	43.41	20.459	19.257	Límite Pz-39	1.202	68.906	69.130	3.369	234.283			
	P-39	0+291,14		20.436						19.033		Límite Pz-47	1.403	4.356
	P-47	0+345,37		20.421						18.151		Límite D-6	2.270	9.999
45		0+349,75	54.23	20.421	18.272	Límite D-6	2.270	73.531	70.635	9.999	209.458			
	D-6	0+349,75		20.414						18.272		Límite Pz-55	2.142	9.024
	P-55	0+389,30		20.414										
56		0+390,70	39.55	20.422	18.622	Límite Pz-55	1.800	86.690	87.247	6.660	376.192			
	P-55	0+390,70		20.422						18.622		Límite Pz-55	1.800	6.660
	P-57	0+438,27		20.278						18.807		Límite Pz-57	1.471	4.717
								Área total	477.335	475.384	m2			

PERFIL 12														
PERFIL CALLE I														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
43		0+000	54.92	20.517	19.545	Límite Pz-57	1.203	75.659	74.142	3.374	226.060			
	P-36	0+072,99		20.748						19.319		Límite Pz-56	1.497	4.859
	P-46	0+127,91		20.816										
								Área total	75.659	74.142	m2			

PERFIL 13														
PERFIL DE LA CALLE J														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
25		0+000	44.16	20.203	18.679	Límite Pz-8	1.818	79.660	80.150	6.776	298.360			
	P-8	0+126,33		20.497						18.777		Límite Pz-33	1.812	6.737
	P-33	0+170,49		20.582						19.051		Límite Pz-33	1.531	5.047
24		0+171,89	46.08	20.582	19.256	Límite Pz-31	1.485	69.199	69.489	4.793	226.709			
	P-33	0+217,97		20.741						19.827		Límite Pz-32	1.203	3.374
	P-31	0+217,97		21.030						19.581		Límite Pz-45	1.473	4.728
41		0+286,17	61.7	21.030	19.581	Límite Pz-45	1.473	84.051	82.555	3.374	249.928			
	P-32	0+286,17		21.054										
	P-45	0+347,87												
								Área total	232.910	232.194	m2			

PERFIL 14														
PERFIL DE LA CALLE K														
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial			
39		0+000	65.89	20.941	19.900	Límite Pz-30	1.200	91.339	94.519	3.360	303.336			
	P-30	0+080,76		21.100						19.629		Límite Pz-44	1.669	5.847
	P-44	0+146,65		21.298										
52		0+150,78	39.48	21.353	19.343	Límite Pz-44	2.170	77.853	78.407	9.233	313.988			
	P-44	0+190,26		21.145						19.643		Límite Pz-52	1.802	6.673
	P-52	0+190,26		21.139						19.643		Límite Pz-52	1.496	4.853
51		0+191,66	47.64	21.139	19.852	Límite Pz-53	1.201	64.367	64.243	3.365	195.744			
	P-52	0+191,66		21.053										
	P-53	0+239,30												
								Área total	233.560	237.169	m2			

PERFIL 15											
PERFIL DE LA CALLE L											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
20	P-4	0+073,04	46.78	20.795	18.528	Límite Pz-44	2.471	106.293	108.553	11.630	487.988
	P-5	0+119,82		20.999		Límite Pz-5	2.170			9.233	
10	P-5	0+121,22	43.79	20.930	19.1	Límite Pz-5	1.830	80.724	81.252	6.853	307.441
	P-27	0+165,01		21.215		Límite Pz-27	1.881			7.188	
37	P-28	0+240,70	71.02	21.380	20.18	Límite Pz-28	1.200	99.652	101.665	3.360	325.675
	P-43	0+311,72		21.543		Límite Pz-43	1.663			5.811	
								Área total	286.669	291.470	m ²

PERFIL 16											
PERFIL CALLE M											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
57		0+000	72.11	21.263	19.860			99.627	96.302905		291.237
	P-25	0+007,82		21.332		Límite Pz-25	1.472			4.722	
	P-26	0+079,93		21.630		Límite Pz-26	1.199			3.355	
								Área total	99.627	96.302905	m ²

PERFIL 17											
PERFIL DE LA CALLE N											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
5	P-2	0+000,71	46.92	21.561	19.352	Límite Pz-2	2.210	103.872	104.092	9.536	450.489
	P-1	0+047,63		21.778		Límite Pz-1	2.227			9.666	
4	P-1	0+049,03	43.76	21.785	19.842	Límite Pz-1	1.943	79.986	77.521	7.606	285.444
	P-23	0+092,79		21.644		Límite Pz-23	1.600			5.440	
3	P-23	0+094,19	78.87	21.647	20.325	Límite Pz-23	1.322	95.744	99.218	3.944	286.928
	P-24	0+173,06		21.869		Límite Pz-24	1.194			3.332	
								Área total	279.6015	280.831	m ²

PERFIL 18											
PERFIL CALLE Ñ											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
1		0+000	88.14	21.981	20.587			109.376	115.948		346.792
	P-22	0+011,16		22.027		Límite Pz-22	1.440			4.550	
	P-21	0+099,30		22.161		Límite Pz-21	1.191			3.319	
								Área total	109.376	115.948	m ²

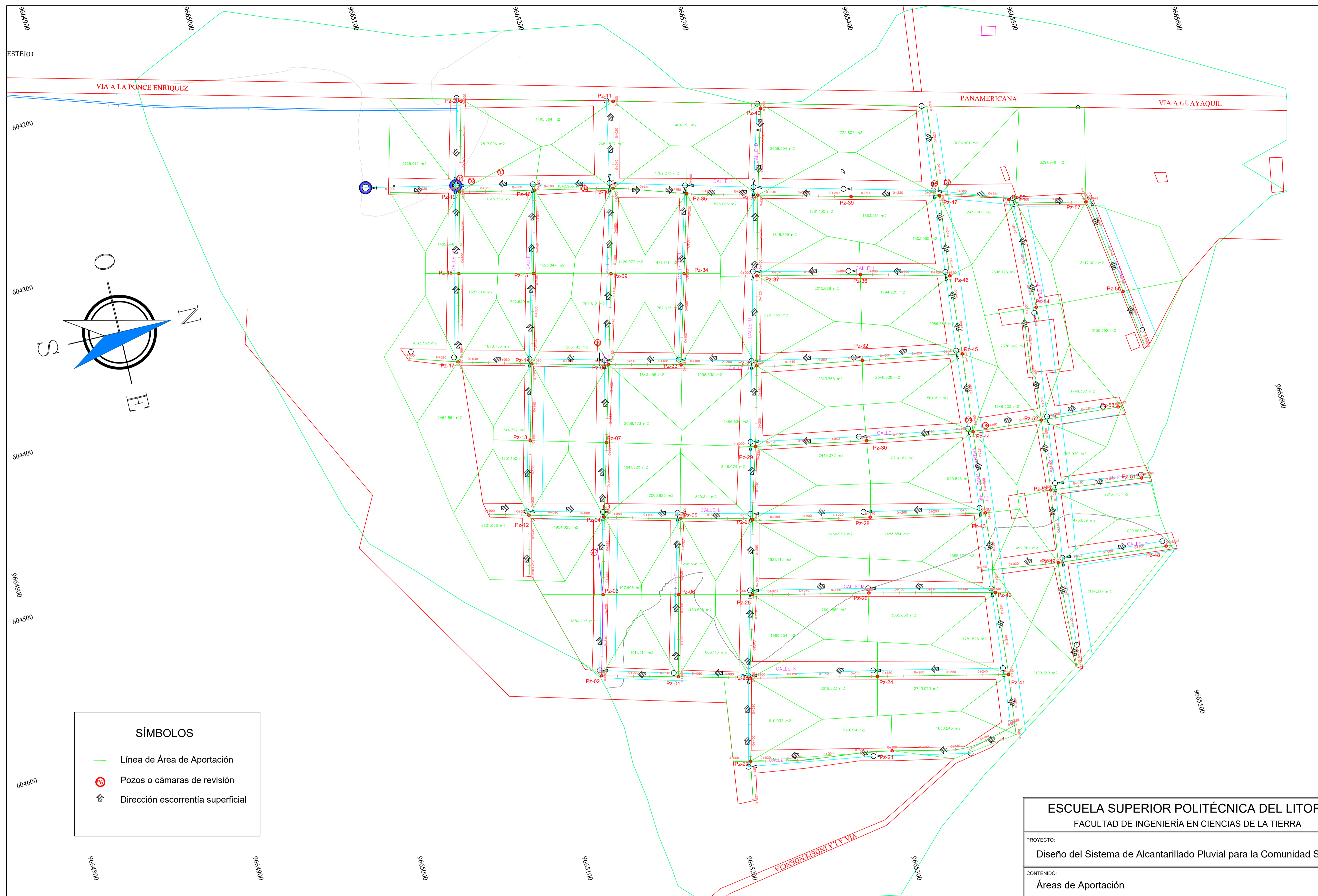
PERFIL 19											
PERFIL CALLE O											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
49		0+000	56.35	21.473	19.913			78.682	77.960		242.321
	P-50	0+002,95		21.471		Límite Pz-50	1.558			5.199	
	P-51	0+059,30		21.351		Límite Pz-51	1.209			3.402	
								Área total	78.682	77.960	m ²

PERFIL 20											
PERFIL CALLE P											
Tubería	Pozos	Abscisa	Longitud	Cota de terreno	Cota de diseño	Observaciones	Altura_h	Área en CIVIL 3D	Área	Área Transversal	Volumen Parcial
47		0+000	67.4	21.713	19.913			95.608	104.571		360.284
	P-47	0+048,72		21.814		Límite Pz-47	1.901			7.322	
	P-48	0+116,12		21.653		Límite Pz-48	1.202			3.369	
								Área total	95.608	104.571	m ²

RESUMEN DE CANTIDADES DE EXCAVACIÓN		
El volumen total de todas las zanjas sin protección al trabajador	4014.65	m ³
El volumen total de todas las zanjas considerando la protección del trabajador para suelo tipo "D"	13850.05	m ³
Longitud total terreno	2649.47	m
Espesor capa	0.10	m
Espesor subase para cascajo	0.30	m
Ancho	1.00	m
El volumen total a extraer para las camas de arena de las tuberías	264.95	m ³
El volumen a extraer para subase	794.84	m ³
Volumen final a extraer sin protección al trabajador	5074.44	m ³
Volumen final a extraer considerando la protección del trabajador para suelo tipo "D"	14909.84	m ³

LONGITUDES DE TUBERÍAS	
TUBERIA	Longitud (m)
1	89.43
2	52.40
3	80.25
4	45.16
5	48.33
6	51.17
7	29.57
8	73.51
9	47.32
10	45.15
11	46.90
12	48.52
13	56.83
14	52.52
15	22.34
16	55.63
17	51.48
18	7.89
19	46.78
20	48.18
21	4.13
22	49.17
23	50.74
24	47.46
25	45.57
26	8.47
27	53.69
28	50.35
29	50.87
30	54.66
31	44.80
32	46.52
33	54.92
34	14.80
35	52.40
36	50.45
37	72.46
38	51.70
39	67.31
40	8.20
41	63.10
42	49.72
43	56.32
44	51.09
45	55.63
46	5.89
47	68.80
48	45.94
49	57.75
50	44.43
51	49.04
52	39.49
53	69.93
54	61.10
55	48.56
56	41.14
57	73.48
TOTAL	2759.4622

Pozo	ÁREA m2
P-1	883.113
P-2	1011.514
P-3	1880.297
P-4	5457.756
P-5	3118.879
P-6	1480.508
P-7	1841.52
P-8	3879.931
P-9	1704.612
P-10	1429.072
P-11	3518.678
P-12	2931.038
P-13	1251.15
P-14	3376.692
P-15	1702.63
P-16	3366.752
P-17	6220.968
P-18	1587.614
P-19	5209.897
P-20	4282.76
P-21	1638.245
P-22	1520.314
P-23	4728.555
P-24	2743.073
P-25	4384.813
P-26	3055.63
P-27	4056.098
P-28	2483.884
P-29	4565.451
P-30	2314.187
P-31	4810.401
P-32	2048.526
P-33	1958.33
P-34	1762.626
P-35	4840.108
P-36	1794.92
P-37	4436.847
P-38	6389.073
P-39	1863.561
P-40	1722.802
P-41	2109.289
P-42	3281.289
P-43	1555.672
P-44	1920.845
P-45	1561.199
P-46	2086.383
P-47	4510.866
P-48	1020.603
P-49	3134.384
P-50	1473.859
P-51	2213.715
P-52	3042.132
P-53	1749.387
P-54	2376.602
P-55	4834.134
P-56	3150.792
P-57	6808.047
TOTAL	166082.023



SÍMBOLOS

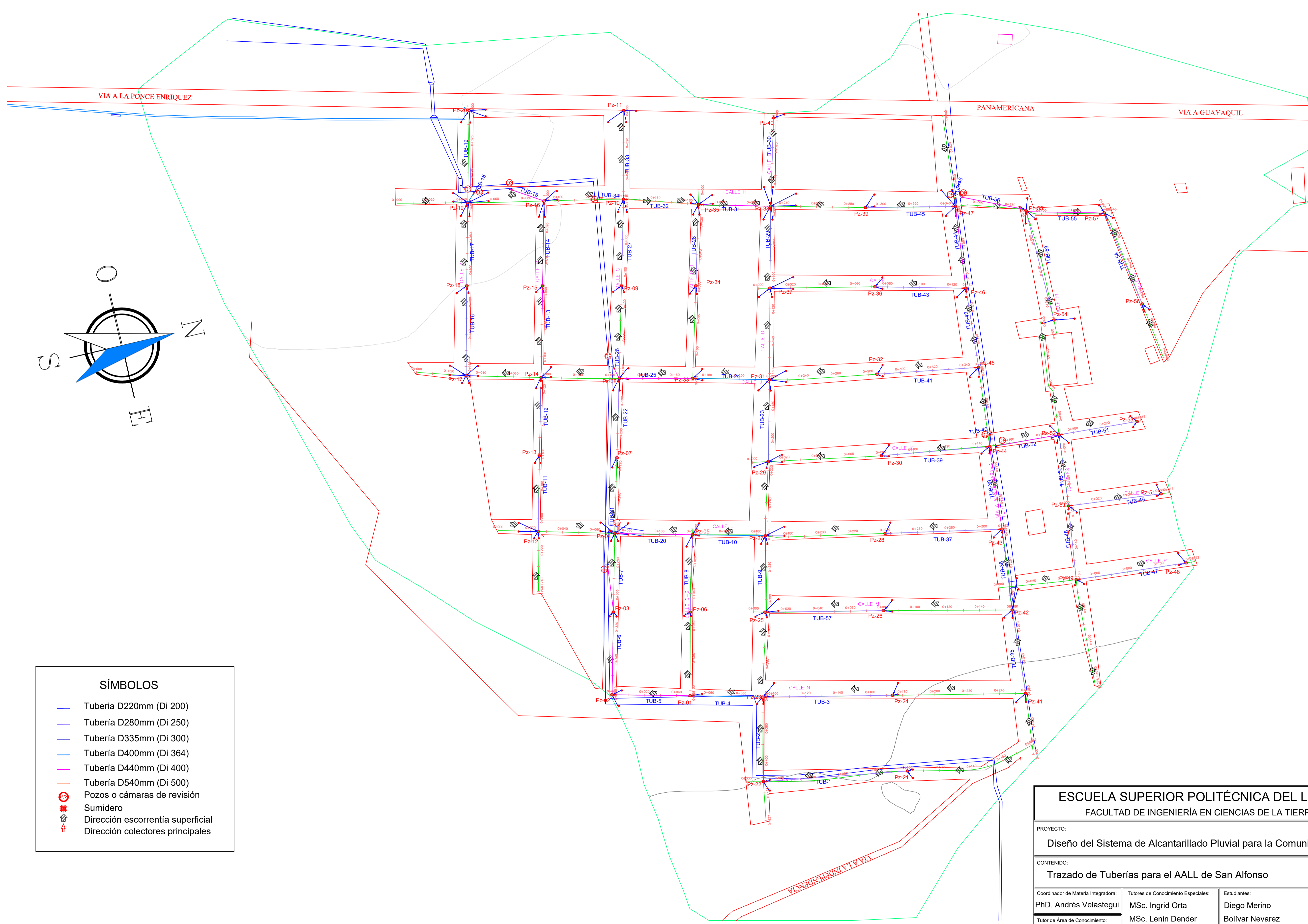
- Línea de Área de Aportación
- Pozos o cámaras de revisión
- Dirección escorrentía superficial

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso

CONTENIDO:
Áreas de Aportación

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Especiales: MSc. Ingrid Orta MSc. Lenin Dender	Estudiantes: Diego Merino Bolívar Nevarez	Fecha de Entrega: 8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Villacreses			Lámina: A 1/12
			Escala: 1:1500



SÍMBOLOS

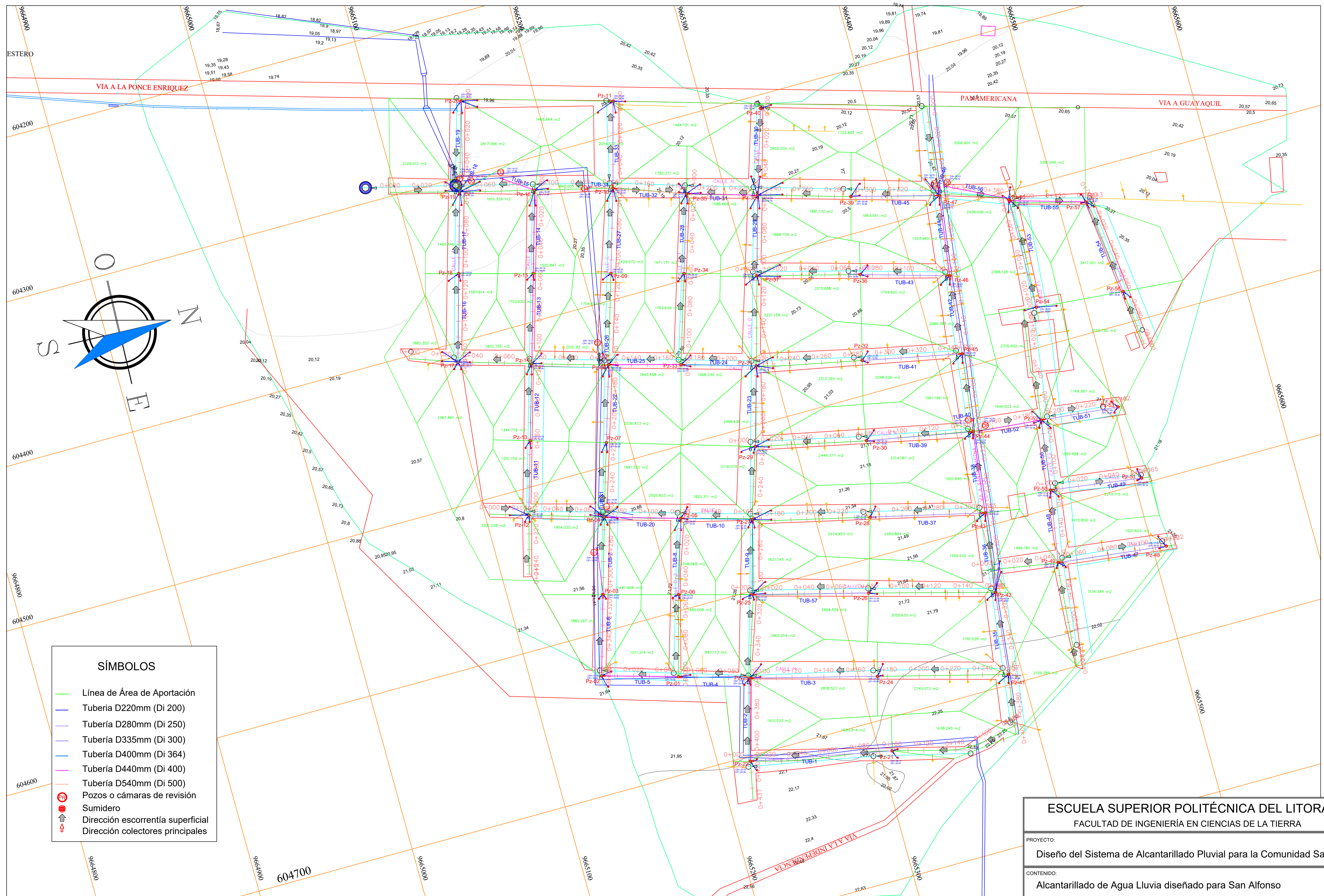
- Tubería D220mm (Di 200)
- Tubería D280mm (Di 250)
- Tubería D335mm (Di 300)
- Tubería D400mm (Di 364)
- Tubería D440mm (Di 400)
- Tubería D540mm (Di 500)
- ⊙ Pozos o cámaras de revisión
- Sumidero
- ↗ Dirección escorrentía superficial
- ↕ Dirección colectores principales

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso

CONTENIDO:
Trazado de Tuberías para el AALL de San Alfonso

Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimiento Especiales:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Ingrid Orta	Diego Merino	8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento:	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina:
Ing. Luis Villacreses			A 2/12
			Escala:
			1:1500



SÍMBOLOS

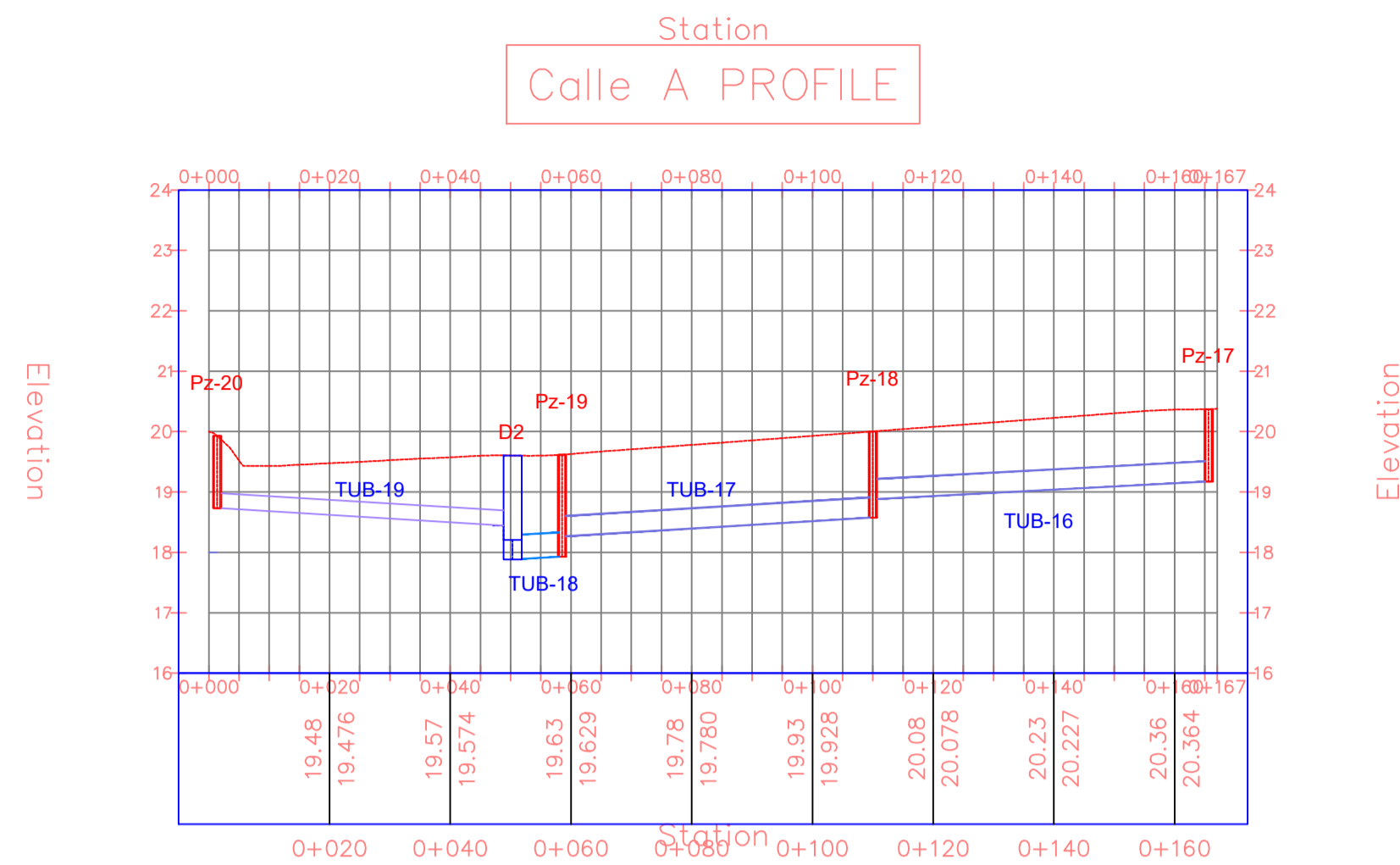
- Línea de Área de Aportación
- Tubería D220mm (Di 200)
- Tubería D280mm (Di 250)
- Tubería D335mm (Di 300)
- Tubería D400mm (Di 364)
- Tubería D440mm (Di 400)
- Tubería D540mm (Di 500)
- Pozos o cámaras de revisión
- ⊙ Sumidero
- Dirección escorrentía superficial
- ↑ Dirección colectores principales

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso

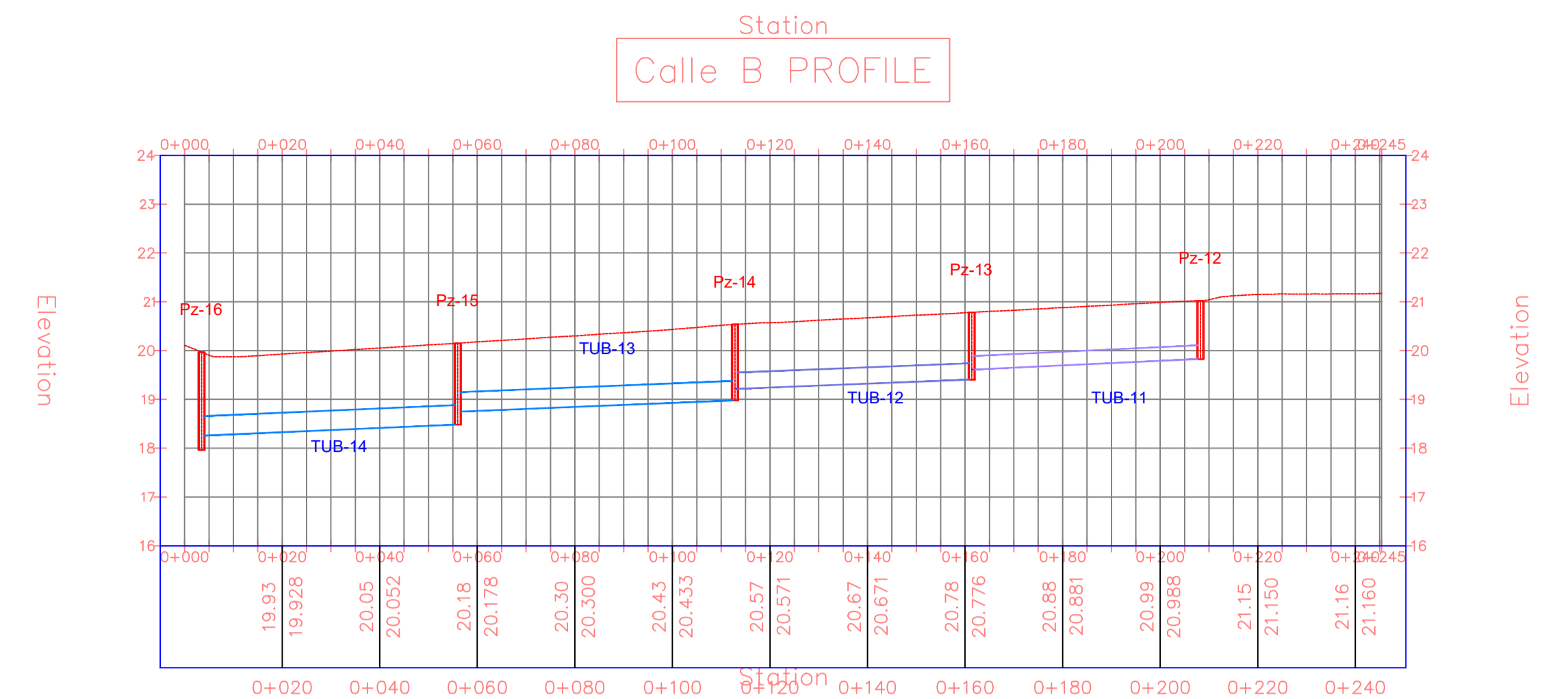
CONTENIDO:
Alcantarillado de Agua Lluvia diseñado para San Alfonso

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Especiales: MSc. Ingrid Orta	Estudiantes: Diego Merino	Fecha de Entrega: 8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Villacreses	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina: A 3/12
			Escala: 1:1500



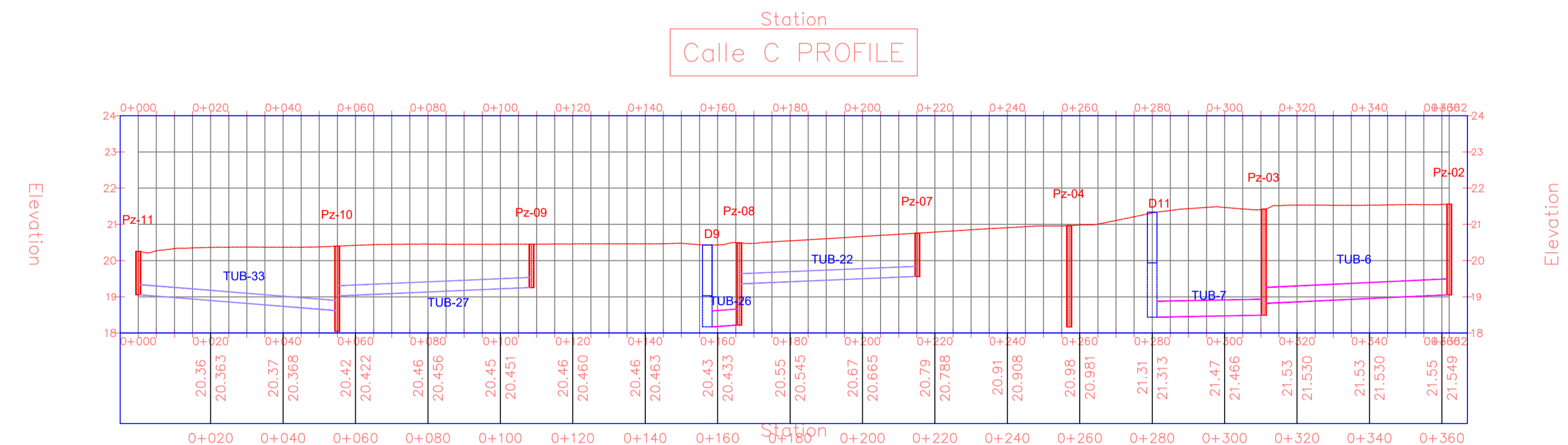
DATOS HIDRAULICOS	L=48.95m Ø280mm L=8.20m Ø400mm PVC		L=51.48m Ø350mm PVC		L=55.63m Ø335mm PVC	
CORTE		1.20				
ELEVACION	SUBRASANTE	20.00	19.93	19.88	19.87	19.82
	PROYECTO	18.73	18.48	18.21	18.02	17.83
ABSCISAS	0+000.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+160.00

PERFIL CALLE A



DATOS HIDRAULICOS	L=52.52m Ø400mm PVC		L=56.83m Ø400mm PVC		L=48.52m Ø335mm PVC		L=46.90m Ø280mm PVC	
CORTE								
ELEVACION	SUBRASANTE	20.11	20.05	20.15	20.14	20.07	20.08	20.09
	PROYECTO	17.96	18.48	18.98	19.40	19.83	20.25	20.68
ABSCISAS	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+160.00	0+240.00

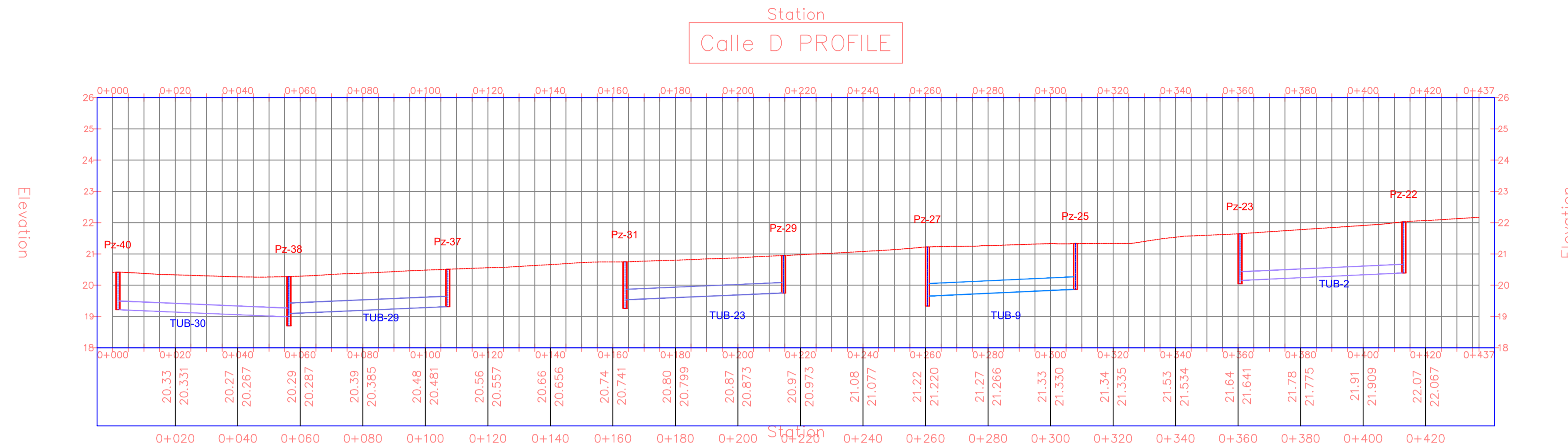
PERFIL CALLE B



DATOS HIDRAULICOS	L=54.93m Ø280mm PVC		L=53.86m Ø280mm PVC		L=49.87m		L=7.49m Ø440mm PVC		L=49.17m Ø280mm PVC		L=41.93m		L=24.25m		L=29.53m Ø440mm PVC al		L=51.18m Ø440mm PVC	
CORTE		1.20																
ELEVACION	SUBRASANTE	20.28	20.36	20.37	20.42	20.46	20.45	20.45	20.45	20.45	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46	20.46
	PROYECTO	19.06	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05
ABSCISAS	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+220.00	0+240.00	0+260.00	0+280.00	0+300.00	0+320.00	0+360.00

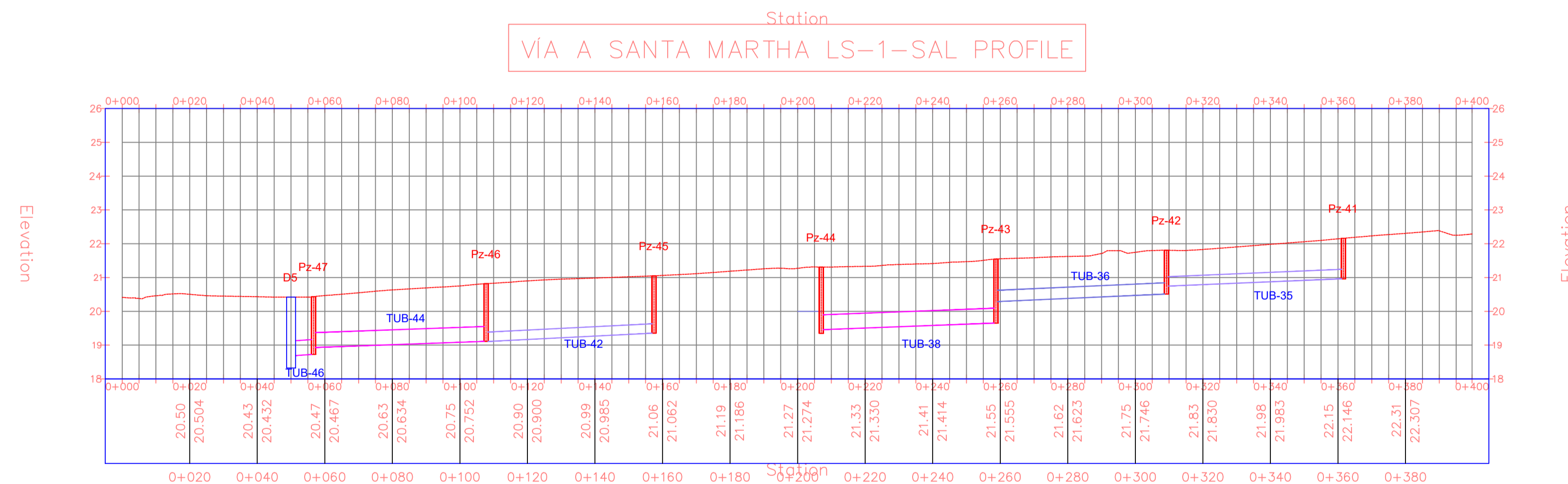
PERFIL CALLE C

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO: Detallamiento de Perfiles			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Especiales: MSc. Ingrid Orta MSc. Lenin Dender	Estudiantes: Diego Merino Bolívar Nevarez	Fecha de Entrega: 8/08/2024 Lámina: Escala: A 4/12 1:1500



DATOS HIDRAULICOS	L=54.66m Øn280mm PVC		L=50.86m Øn335mm PVC		L=56.67m		L=50.74m Øn335mm PVC		L=46.04m		L=47.34m Øn400mm PVC		L=52.63m		L=52.40m Øn280mm PVC	
CORTE		1.20														
ELEVACION	SUBRASANTE	20.41	20.42	20.33	20.27	20.28	1.98	20.39	20.385	20.48	20.51	1.20	20.56	20.66	20.74	1.49
	PROYECTO	19.22	18.70	20.28	20.24	20.24		20.39	20.385	20.48	20.51	1.20	20.56	20.66	20.74	1.49
ABSCISAS	0+000.00	0+016.66	0+067.52	0+118.38	0+169.24	0+220.10	0+270.96	0+321.82	0+372.68	0+423.54	0+474.40	0+525.26	0+576.12	0+626.98	0+677.84	0+728.70

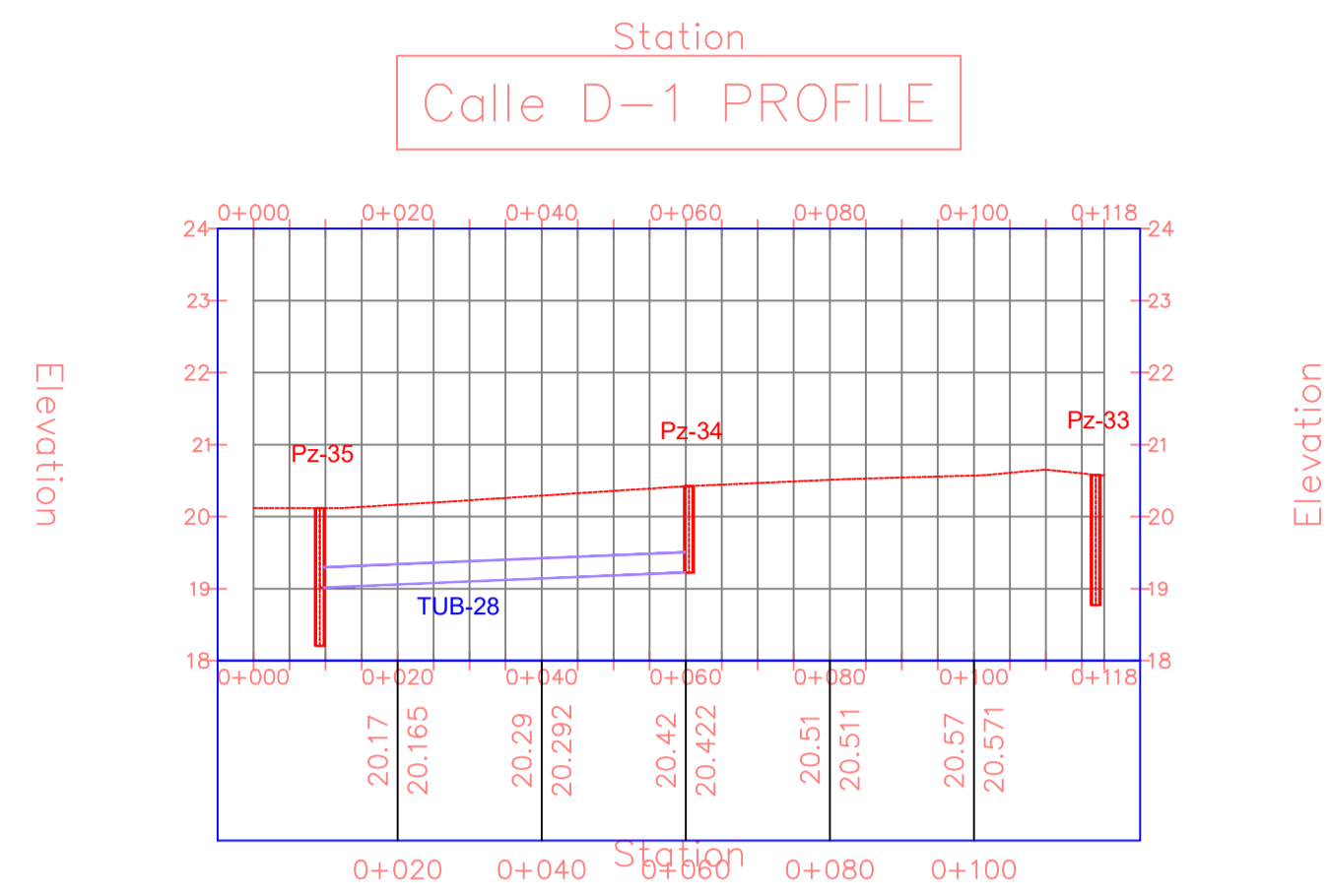
PERFIL CALLE D



DATOS HIDRAULICOS	L=54.56m		L=51.10m Øn440mm PVC		L=49.72m Øn280mm PVC		L=49.53m		L=51.70m Øn440mm PVC		L=50.49m Øn335mm PVC		L=52.41m Øn280mm PVC		L=38.39m	
CORTE																
ELEVACION	SUBRASANTE	20.41	20.50	20.43	20.45	1.71	20.63	20.75	20.82	1.71	20.98	20.99	20.99	21.05	1.70	21.19
	PROYECTO	18.72	20.42	20.42	20.42		20.98	20.98	20.98	20.98	20.98	20.98	20.98	20.98	20.98	20.98
ABSCISAS	0+000.00	0+054.56	0+109.12	0+163.68	0+218.24	0+272.80	0+327.36	0+381.92	0+436.48	0+491.04	0+545.60	0+600.16	0+654.72	0+709.28	0+763.84	0+818.40

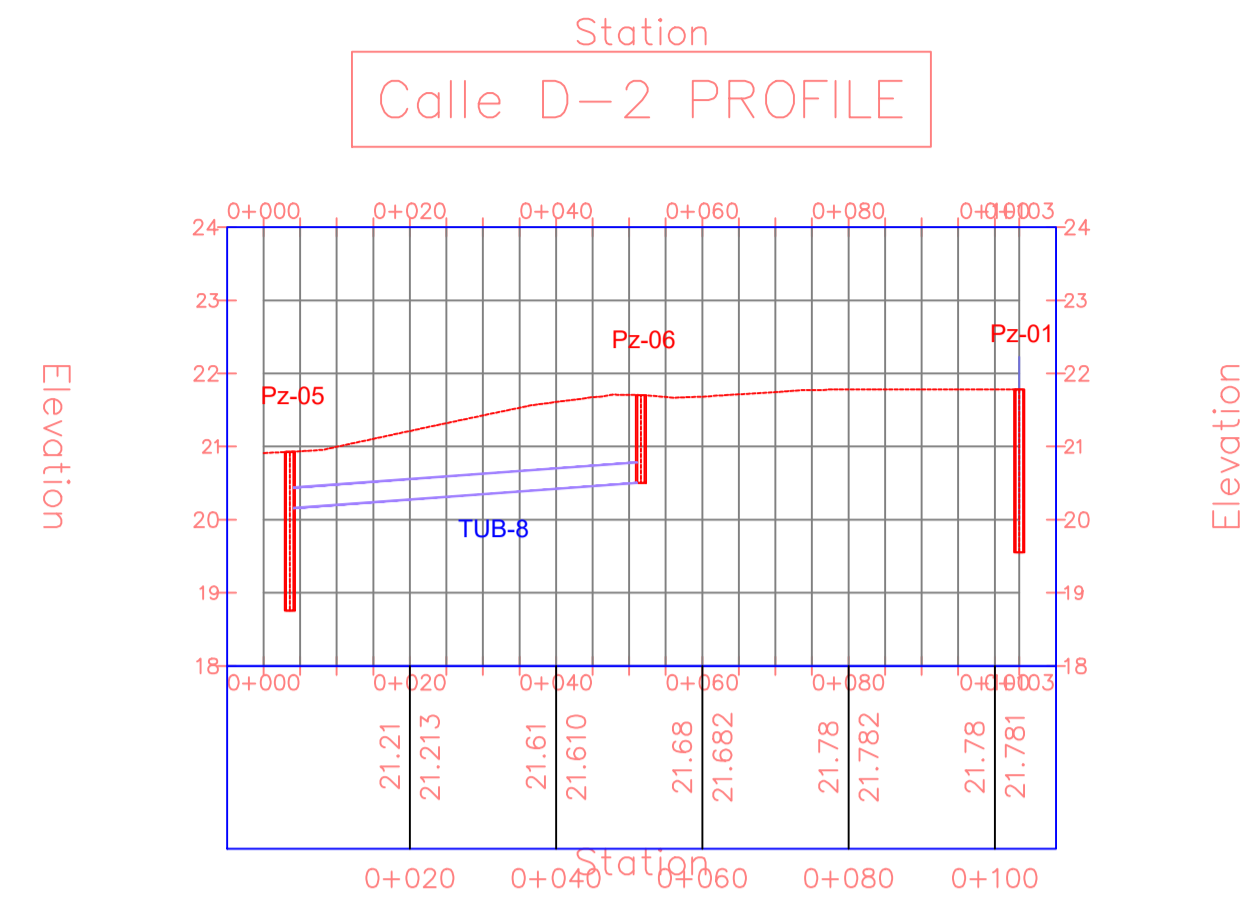
PERFIL VÍA A SANTA MARTHA LS-1-SAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO:			
Detallamiento de Perfiles			
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimiento Especiales:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Ingrid Orta	Diego Merino	8/08/2024
Tutor de Área de Vinculación:	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina: Escala:
Ing. Luis Villacreses			A 5/12 1:1500



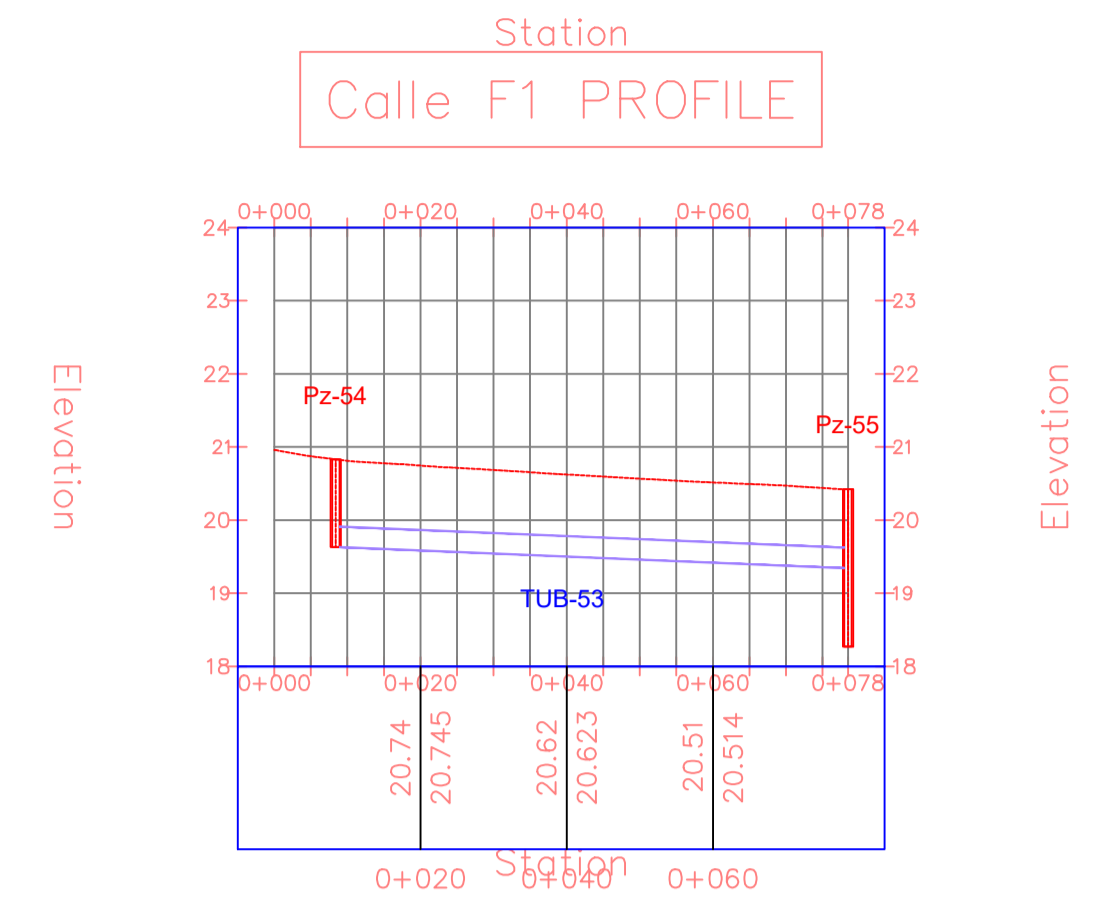
DATOS HIDRAULICOS		L=51.23m Ø280mm PVC				L=56.47m	
CORTE			1.91		1.20		1.81
ELEVACION	SUBRASANTE	20.12	20.12	20.17	20.29	20.52	20.51
	PROYECTO	18.21	18.21	18.22	19.22	20.57	18.77
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+118.91

PERFIL CALLE D-1



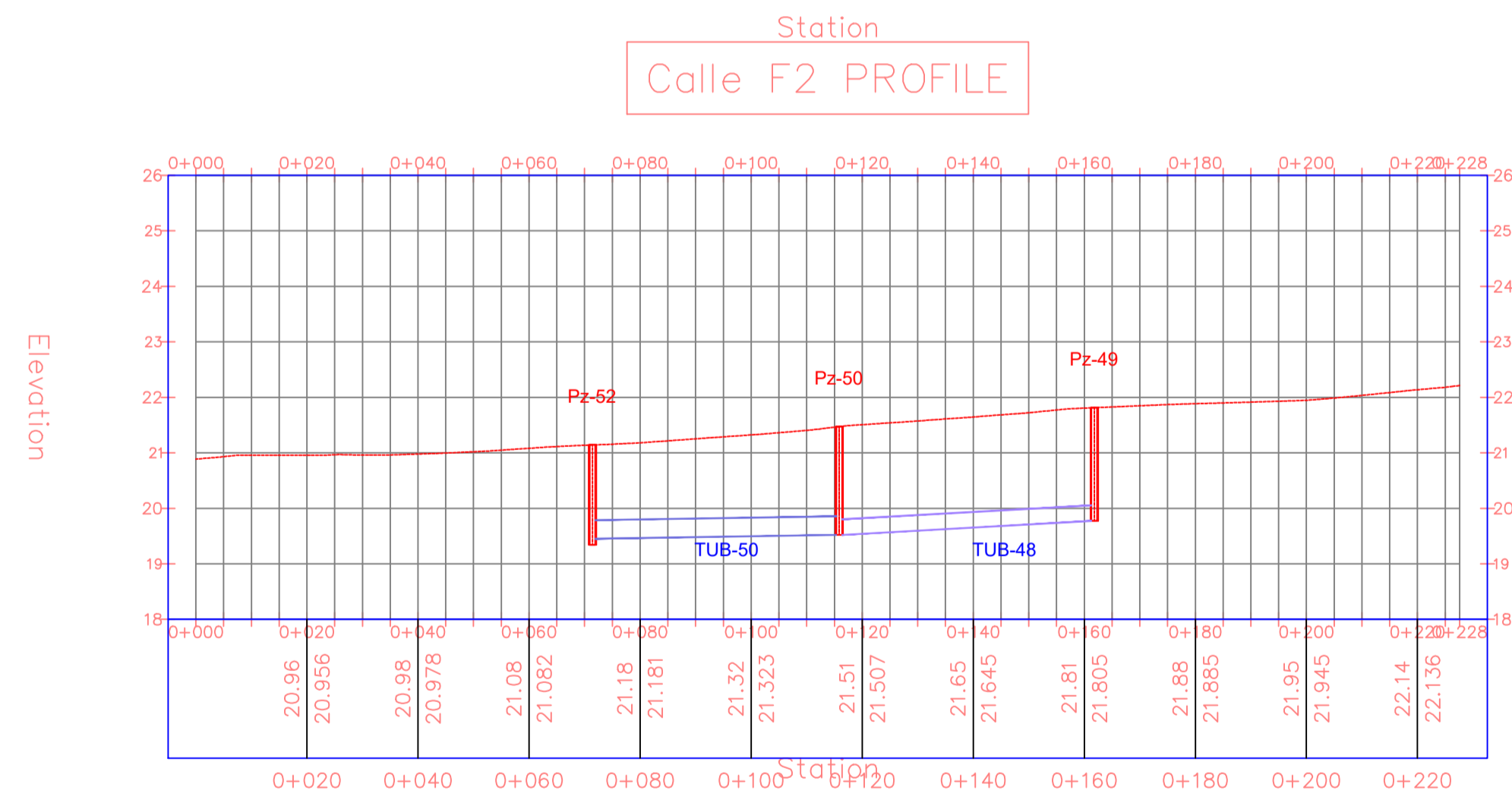
DATOS HIDRAULICOS		L=48.03m Ø280mm PVC			L=51.75m	
CORTE			2.17		1.20	2.23
ELEVACION	SUBRASANTE	20.91	20.93	21.21	21.61	21.78
	PROYECTO	18.76	18.76	19.22	21.68	18.55
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+103.36

PERFIL CALLE D-2



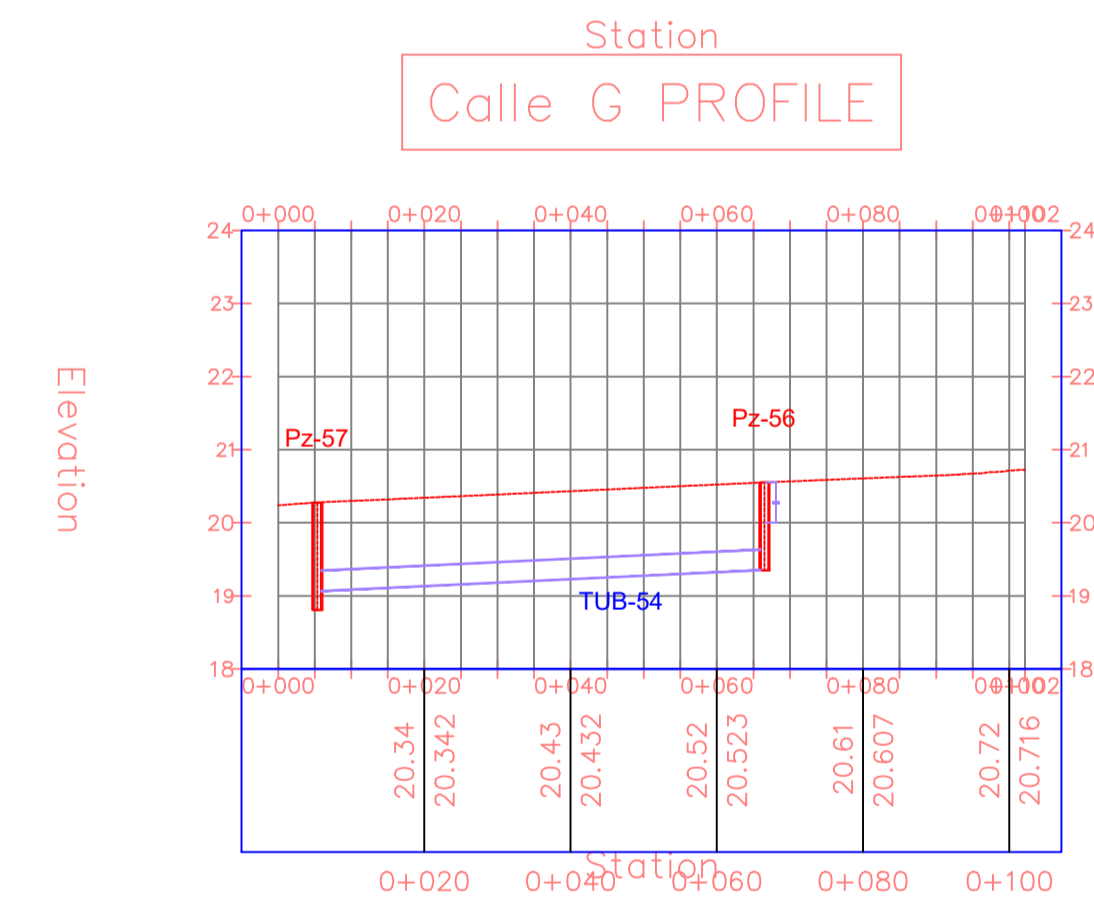
DATOS HIDRAULICOS		L=70.06m Ø280mm PVC			
CORTE			1.20		2.15
ELEVACION	SUBRASANTE	20.96	20.83	20.74	20.62
	PROYECTO	19.63	19.63	19.63	18.27
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00

PERFIL CALLE F1



DATOS HIDRAULICOS		L=71.42m				L=44.44m Øn335mm PVC		L=45.94m Øn280mm PVC		L=65.80m	
CORTE					1.90		1.95		2.04		
ELEVACION	SUBRASANTE	20.89	20.86	20.88	21.08	21.14	21.18	21.32	21.47	21.51	21.65
	PROYECTO	18.34	18.34	18.34	19.34	19.34	19.34	19.34	19.34	19.34	19.34
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+071.42	0+080.00	0+100.00	0+115.86	0+120.00	0+140.00

PERFIL CALLE F2



DATOS HIDRAULICOS		L=61.16m Ø280mm PVC				L=35.61m	
CORTE			1.47		1.20		
ELEVACION	SUBRASANTE	20.24	20.28	20.34	20.43	20.52	20.61
	PROYECTO	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81	18.81
ABSCISAS		0+000.00	0+005.36	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+100.00

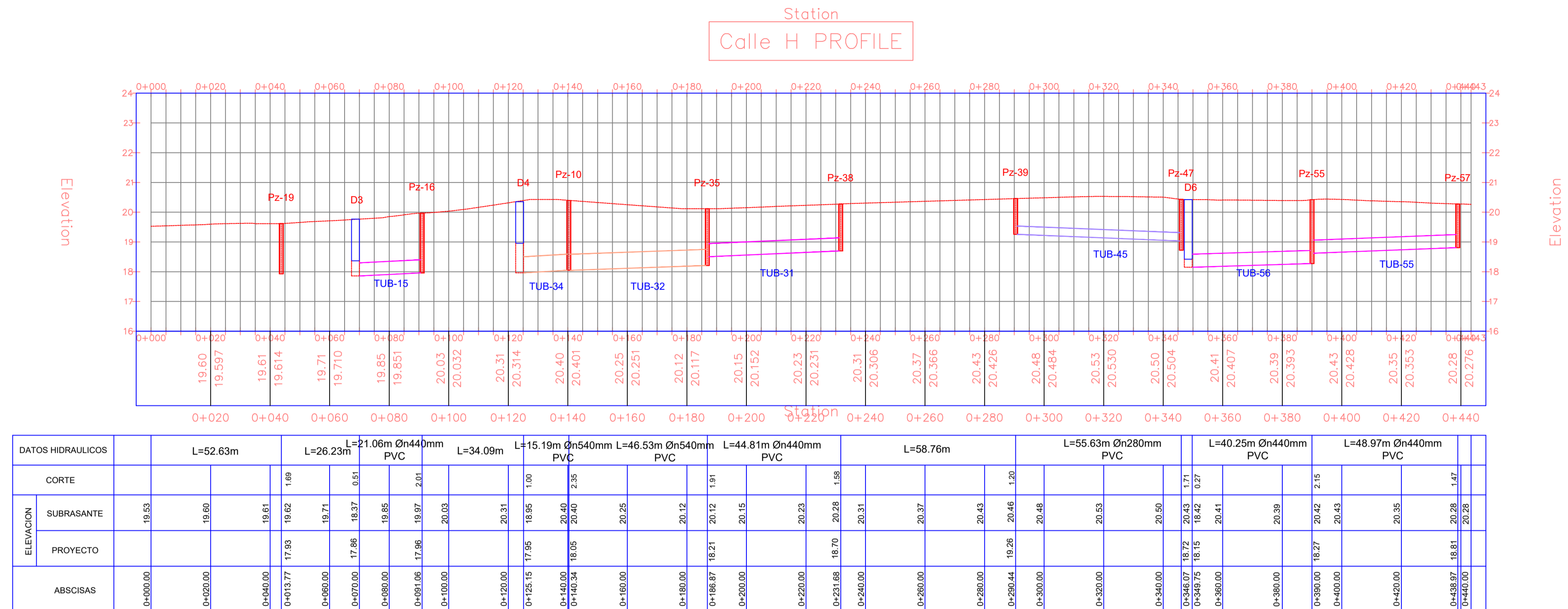
PERFIL CALLE G

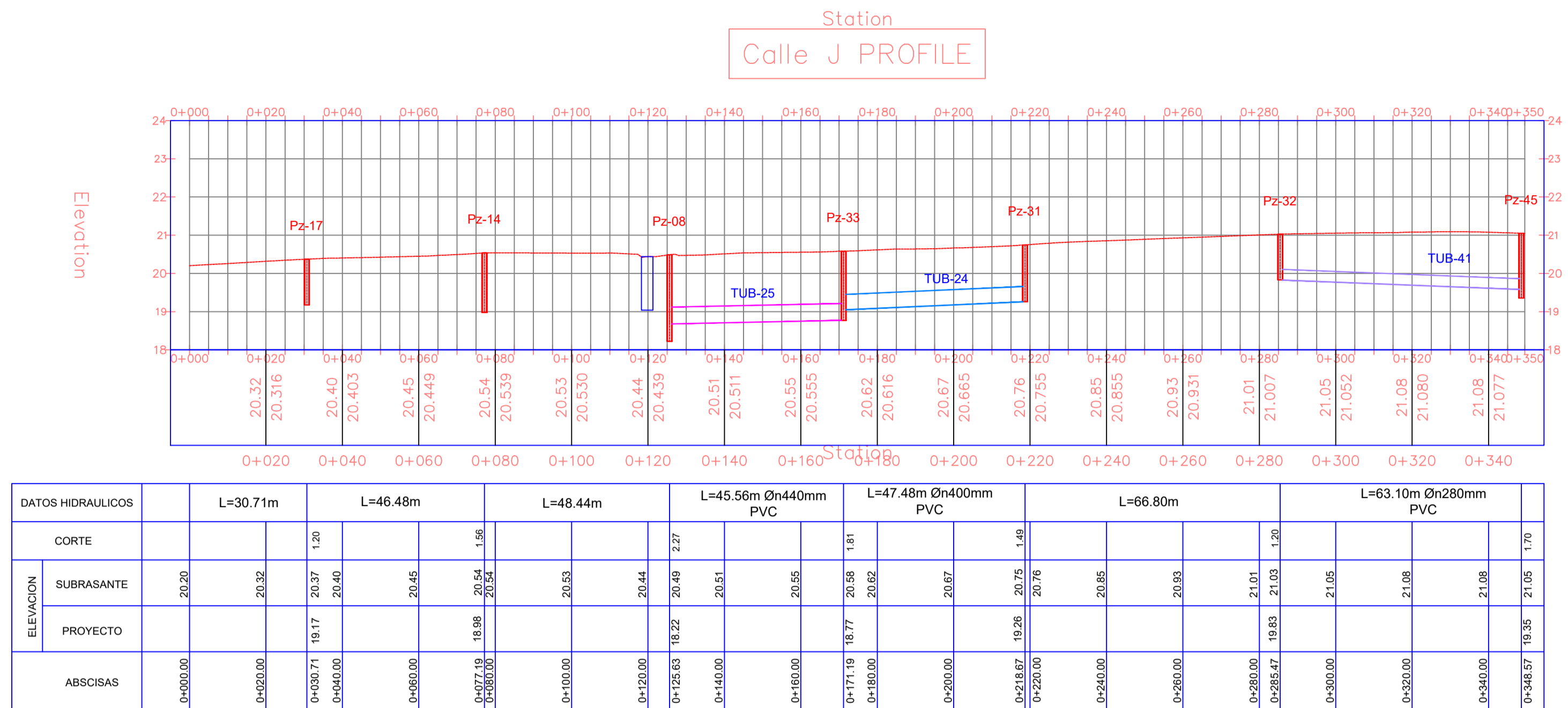
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso

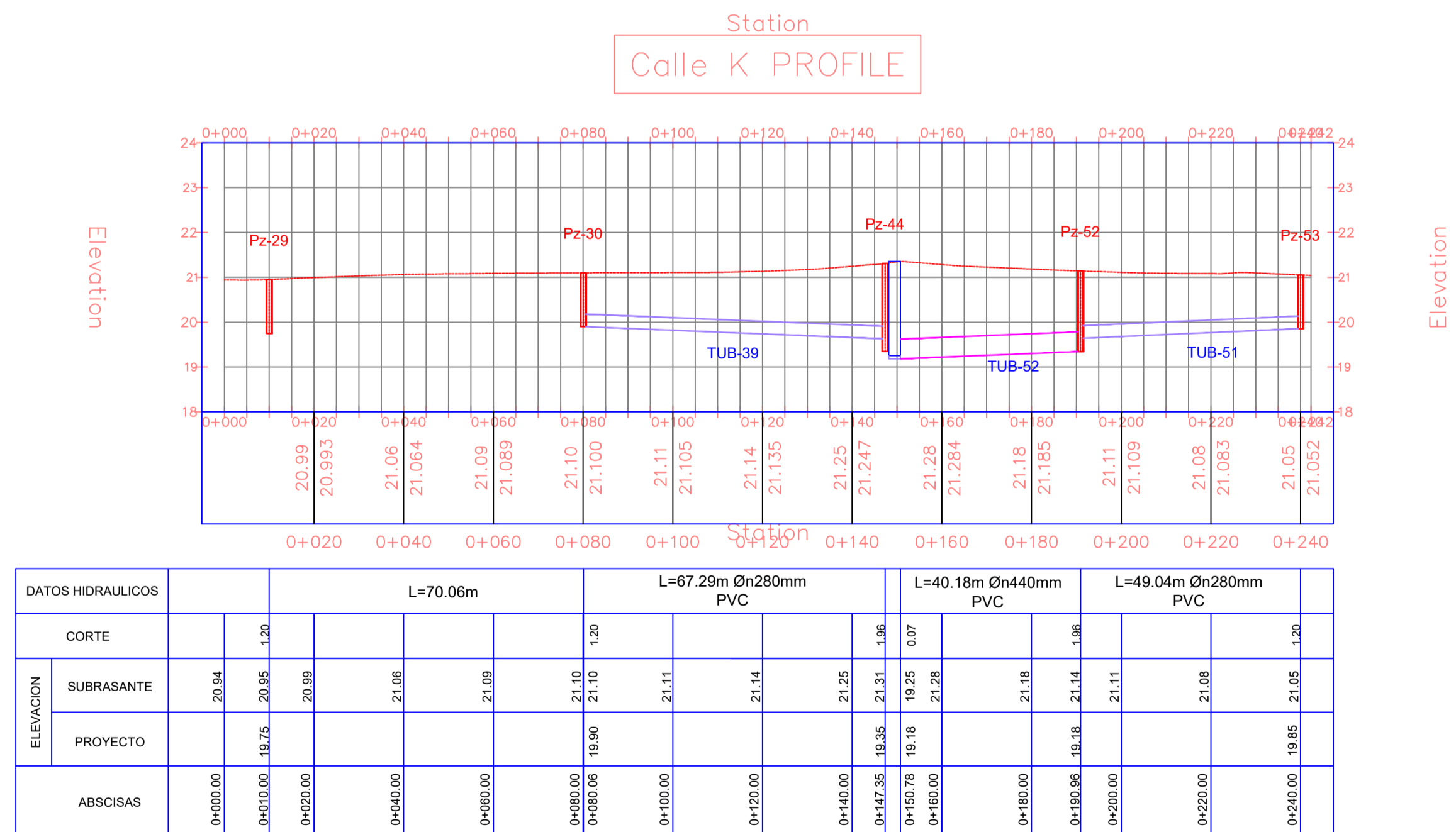
CONTENIDO:
Detallamiento de Perfiles

Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimiento Especiales:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Ingrid Orta	Diego Merino	8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento:	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina: Escala:
Ing. Luis Villacreses			A 6/12 1:1500



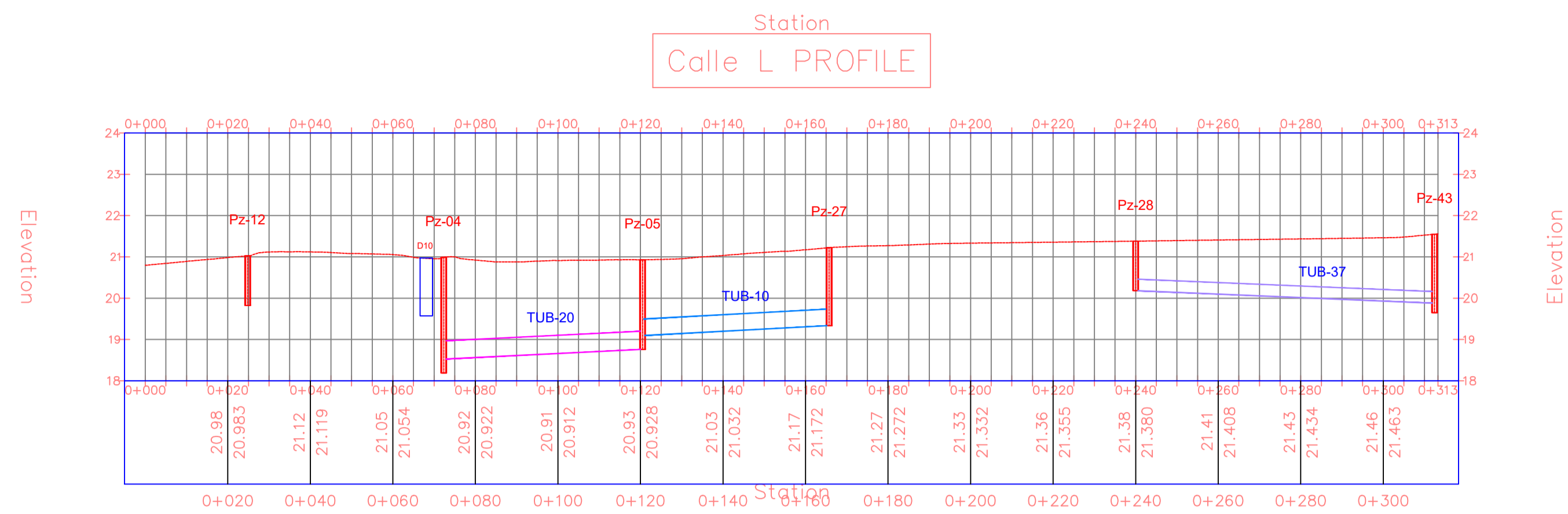


PERFIL CALLE J



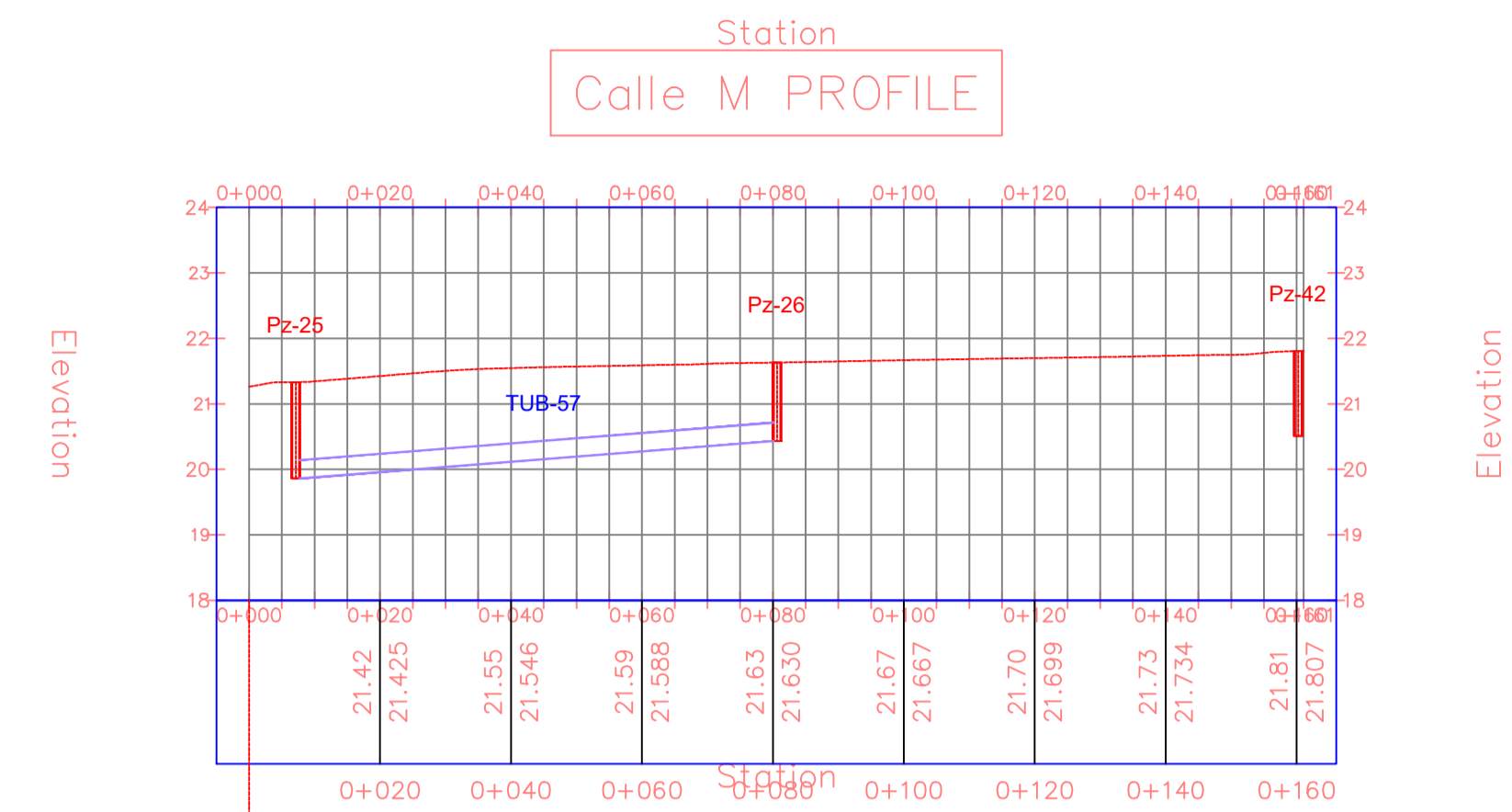
PERFIL CALLE K

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO:			
Detallamiento de Perfiles			
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimiento Especiales:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Ingrid Orta	Diego Merino	8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento:	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina: Escala:
Ing. Luis Villacreses			A 8/12 1:1500



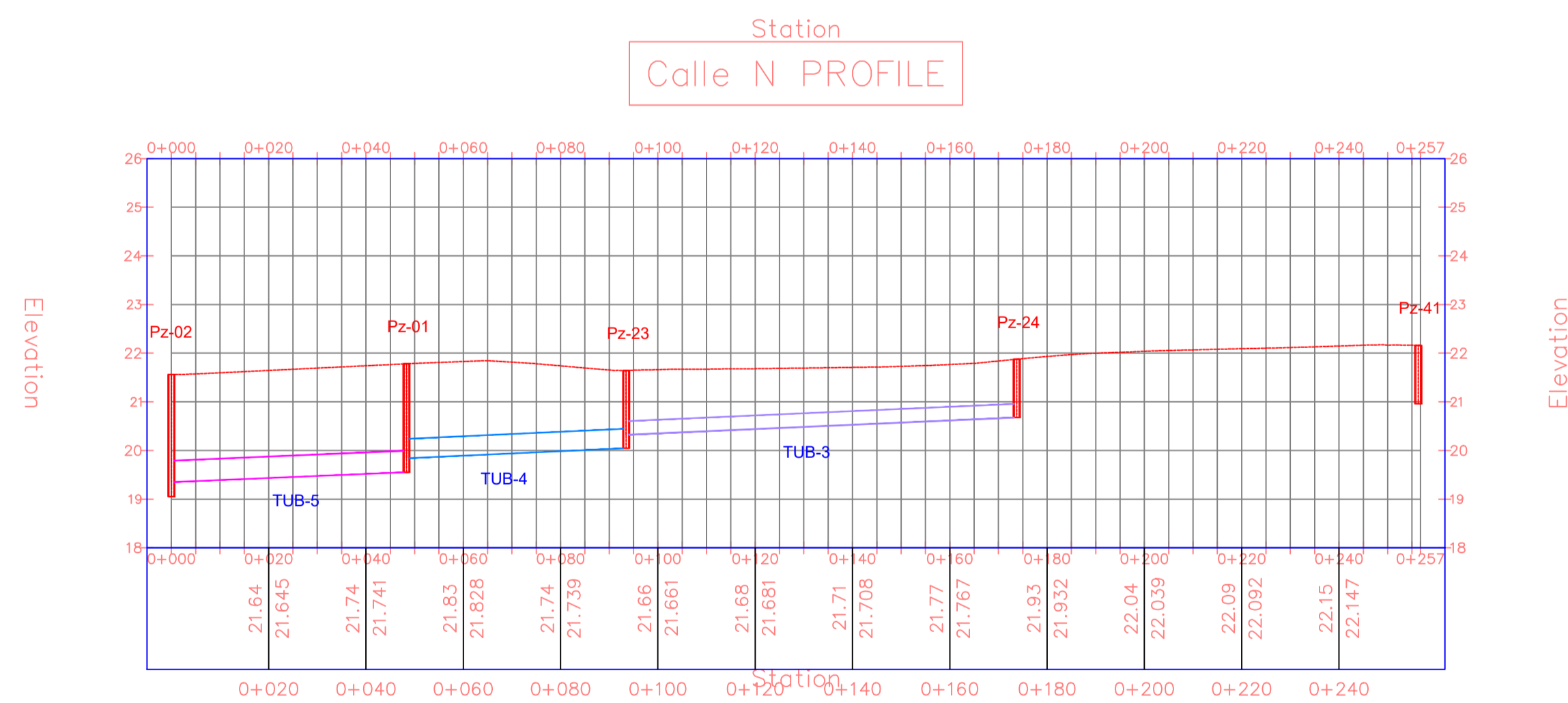
DATOS HIDRAULICOS		L=24.83m	L=47.51m	L=48.19m Øn440mm PVC	L=45.19m Øn400mm PVC	L=74.29m	L=72.42m Øn280mm PVC
ELEVACION	SUBRASANTE	20.80	20.98	21.02	21.12	21.05	20.99
	PROYECTO	19.82	18.19	20.92	20.91	20.93	20.92
ABSCISAS		0+000.00	0+024.83	0+040.00	0+072.34	0+080.00	0+100.00

PERFIL CALLE L



DATOS HIDRAULICOS		L=73.51m Øn280mm PVC				L=79.62m		
ELEVACION	SUBRASANTE	21.26	21.33	21.42	21.55	21.59	21.63	21.67
	PROYECTO	19.88	20.43	20.43	21.63	21.63	21.67	21.70
ABSCISAS		0+000.00	0+073.51	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00

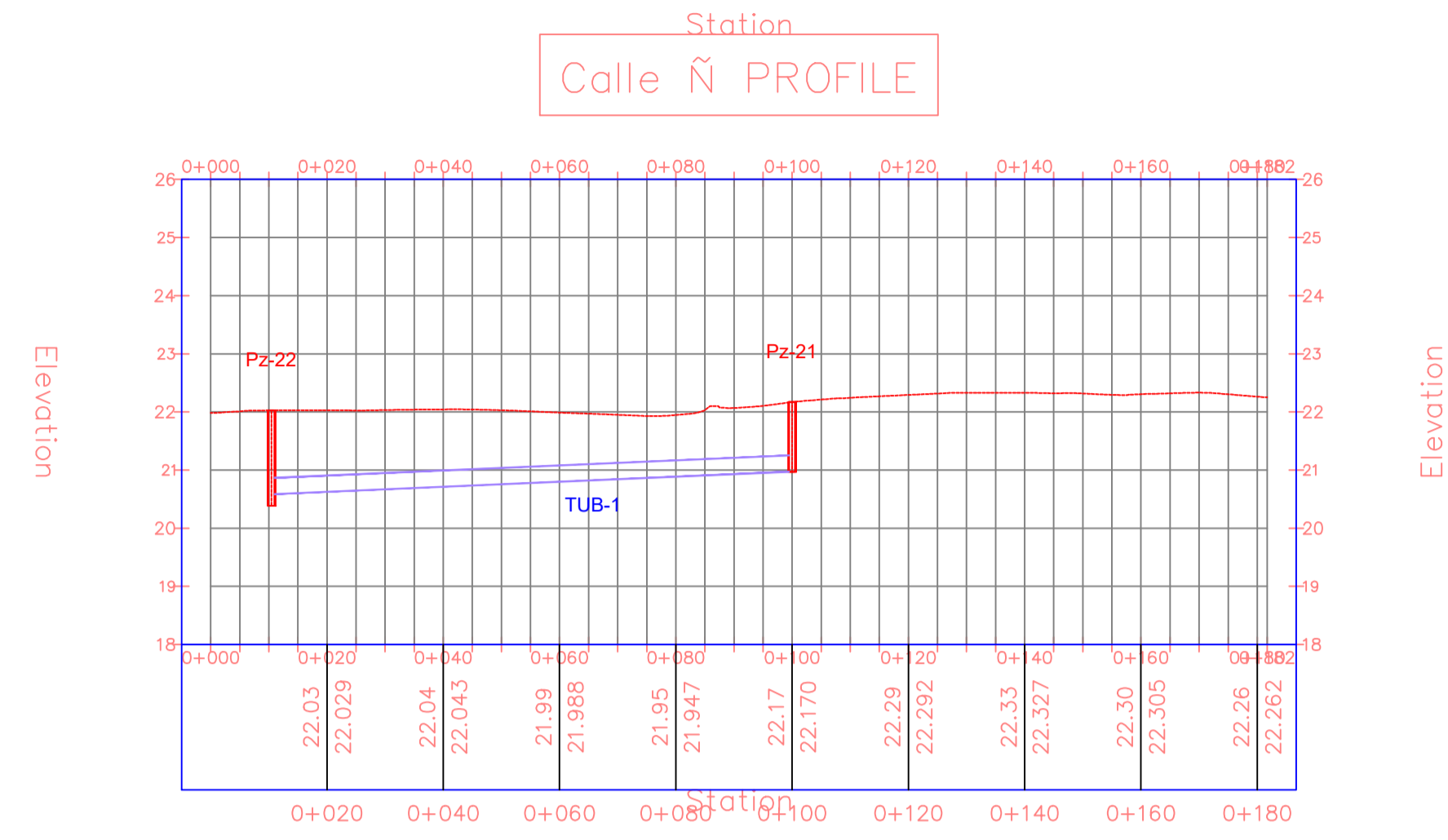
PERFIL CALLE M



DATOS HIDRAULICOS		L=48.33m Øn440mm PVC	L=45.16m Øn400mm PVC	L=80.27m Øn280mm PVC	L=82.53m
ELEVACION	SUBRASANTE	21.56	21.64	21.74	21.78
	PROYECTO	19.05	21.64	21.74	21.78
ABSCISAS		0+000.00	0+048.33	0+093.49	0+100.00

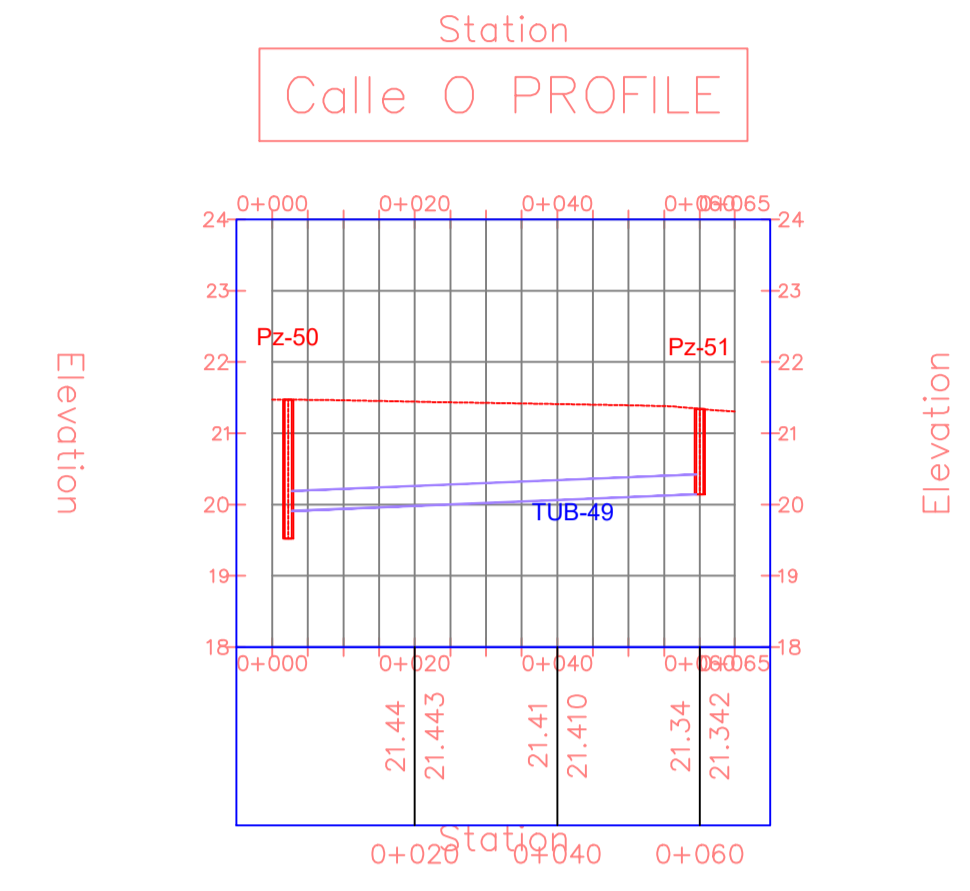
PERFIL CALLE N

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO: Detallamiento de Perfiles			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Especiales: MSc. Ingrid Orta MSc. Lenin Dender	Estudiantes: Diego Merino Bolívar Nevarez	Fecha de Entrega: 8/08/2024 Lámina: A 9/12
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Villacreses		Escala: 1:1500	



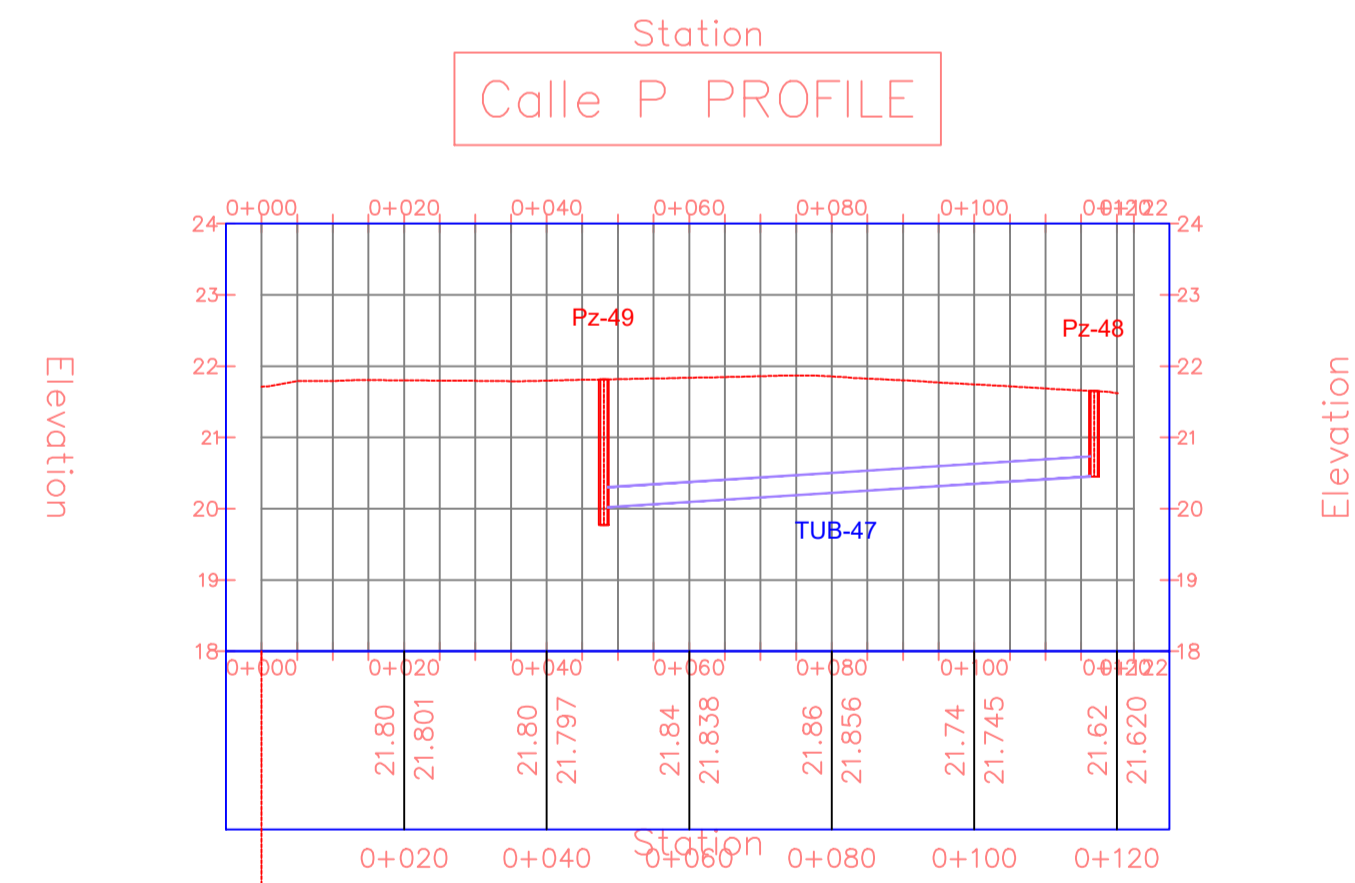
DATOS HIDRAULICOS		L=89.54m Ø280mm PVC										
CORTE				1.86							1.20	
ELEVACION	SUBRASANTE	21.98	22.03	22.03	22.04	21.99	21.95	22.17	22.29	22.33	22.30	22.26
	PROYECTO		20.37					20.97				
ABSCISAS		0+000.00	0+010.46	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00

PERFIL CALLE Ñ



DATOS HIDRAULICOS		L=57.75m Ø280mm PVC				
CORTE			1.85			1.20
ELEVACION	SUBRASANTE	21.47	21.47	21.44	21.41	21.34
	PROYECTO		19.52			20.14
ABSCISAS		0+000.00	0+002.25	0+020.00	0+040.00	0+060.00

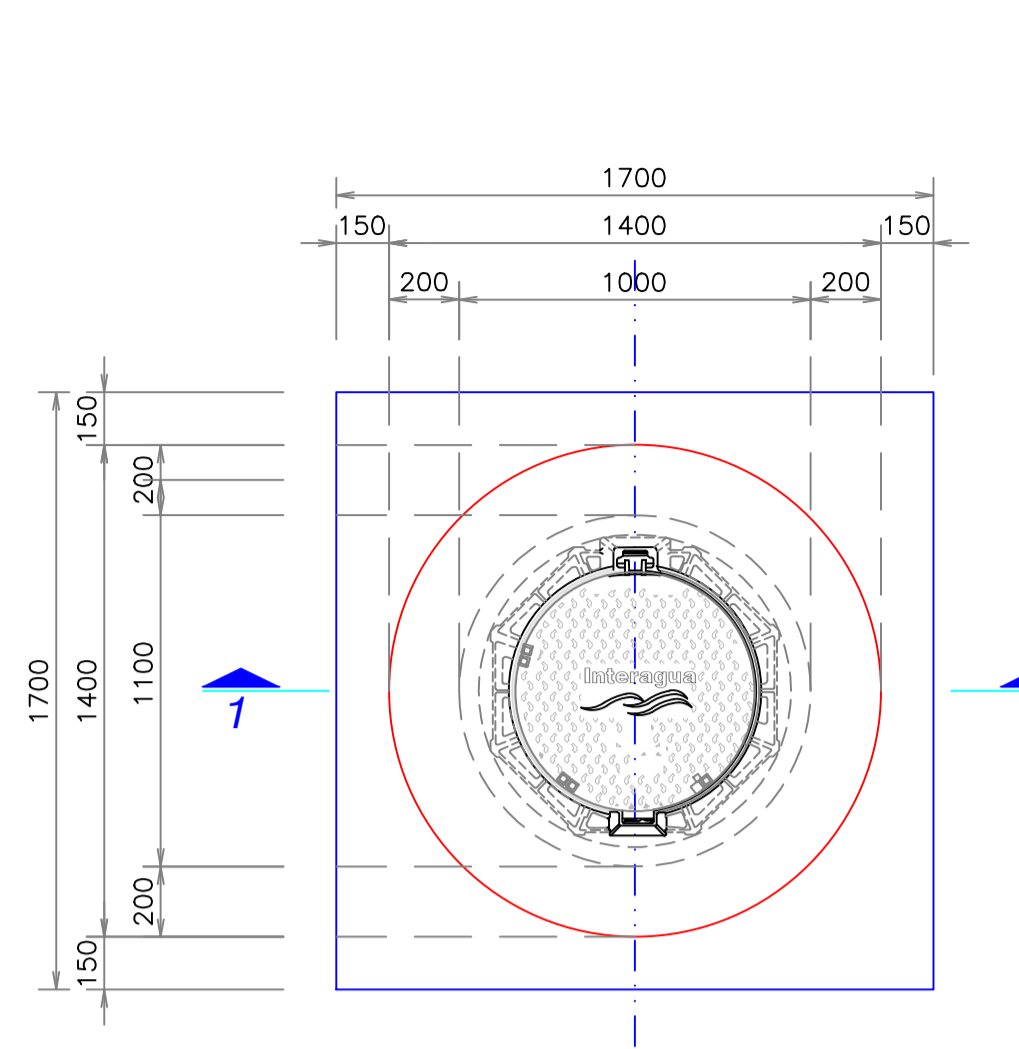
PERFIL CALLE O



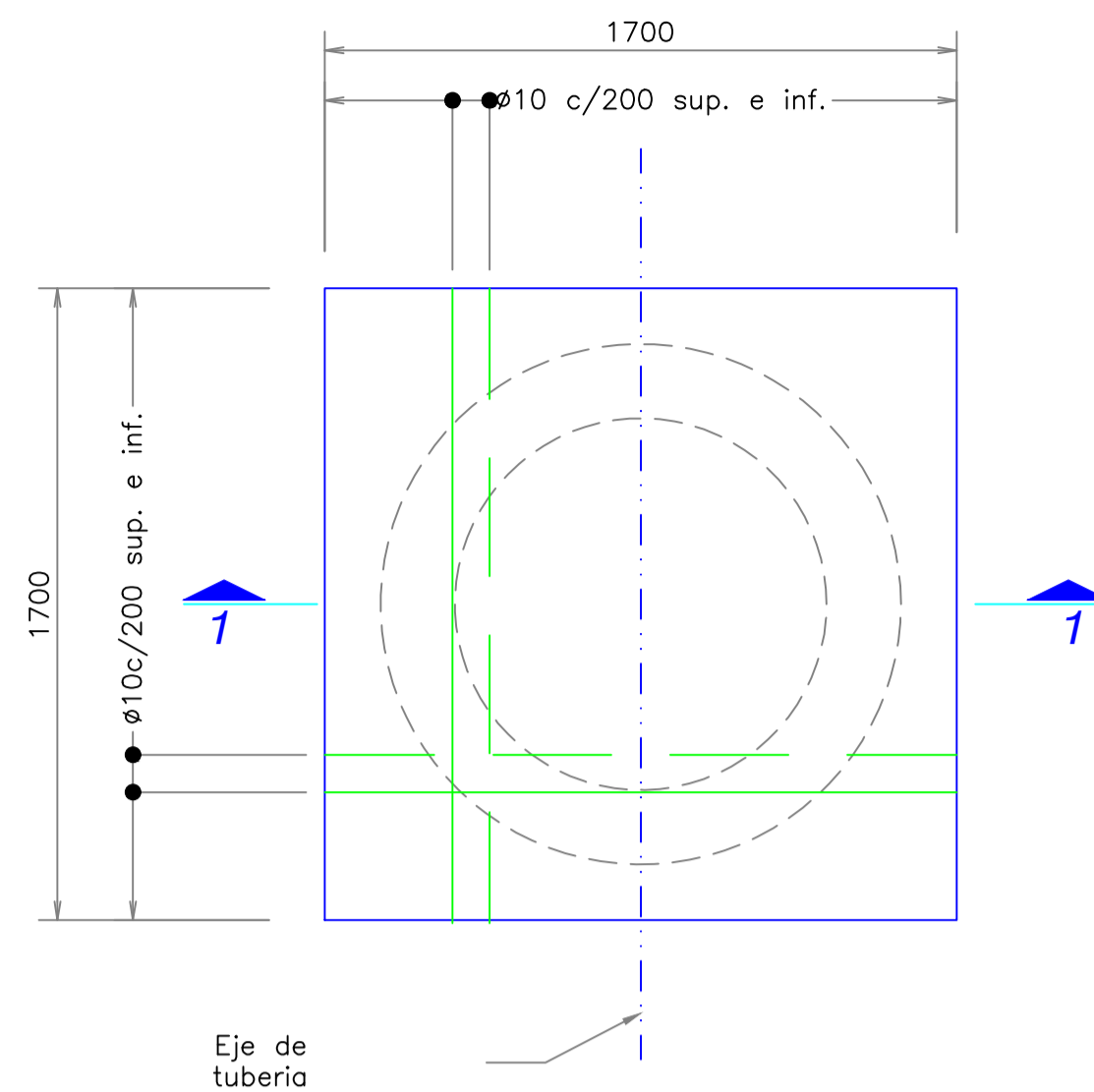
DATOS HIDRAULICOS		L=68.80m Ø280mm PVC						
CORTE					2.04			1.20
ELEVACION	SUBRASANTE	21.71	21.80	21.80	21.81	21.84	21.86	21.74
	PROYECTO				19.31			20.45
ABSCISAS		0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+048.02	0+060.00	0+080.00	0+100.00

PERFIL CALLE P

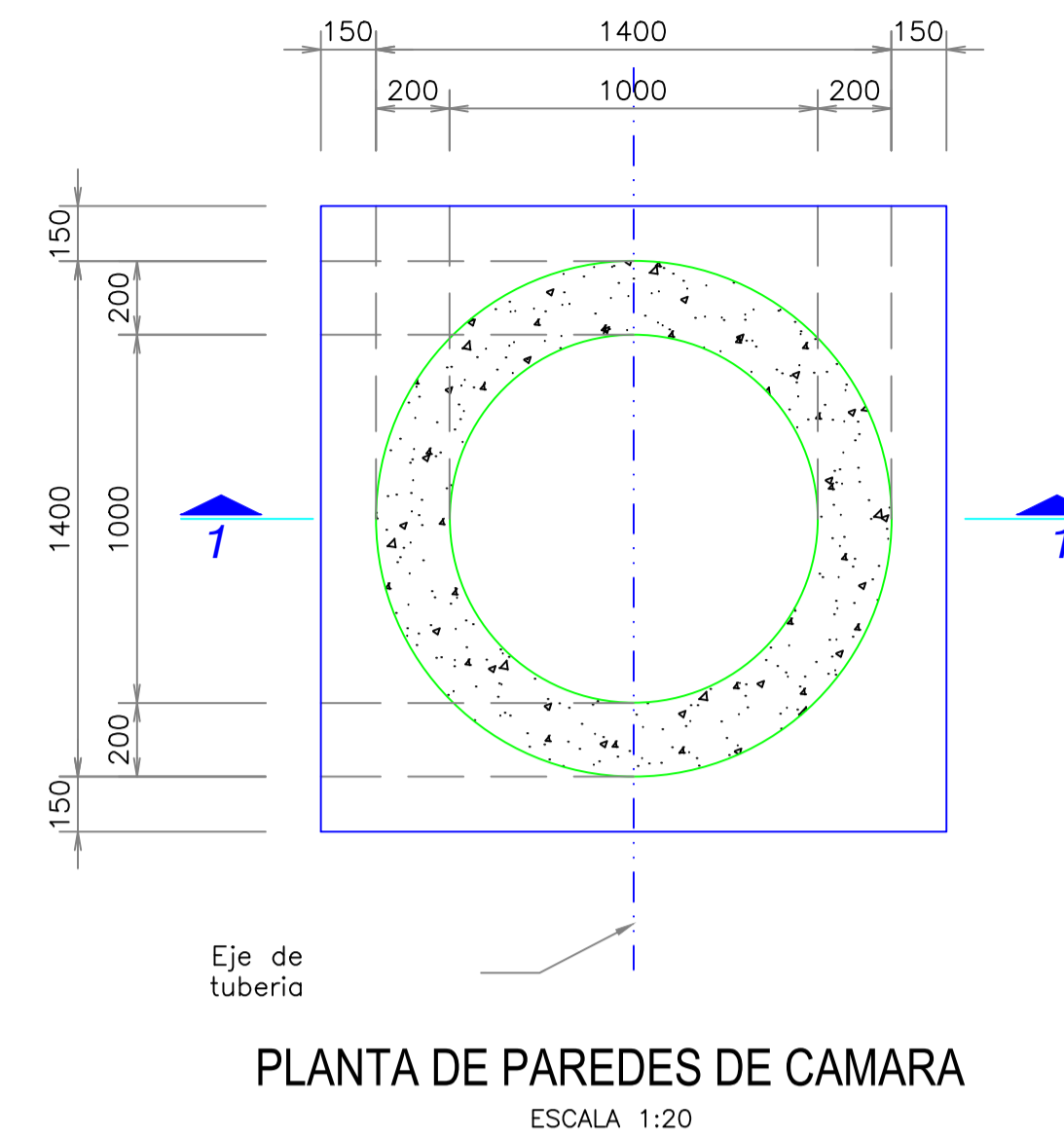
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO: Detallamiento de Perfiles			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Especiales: MSc. Ingrid Orta MSc. Lenin Dender	Estudiantes: Diego Merino Bolívar Nevarez	Fecha de Entrega: 8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Villacreses			Lámina: A 10/12 Escala: 1:1500



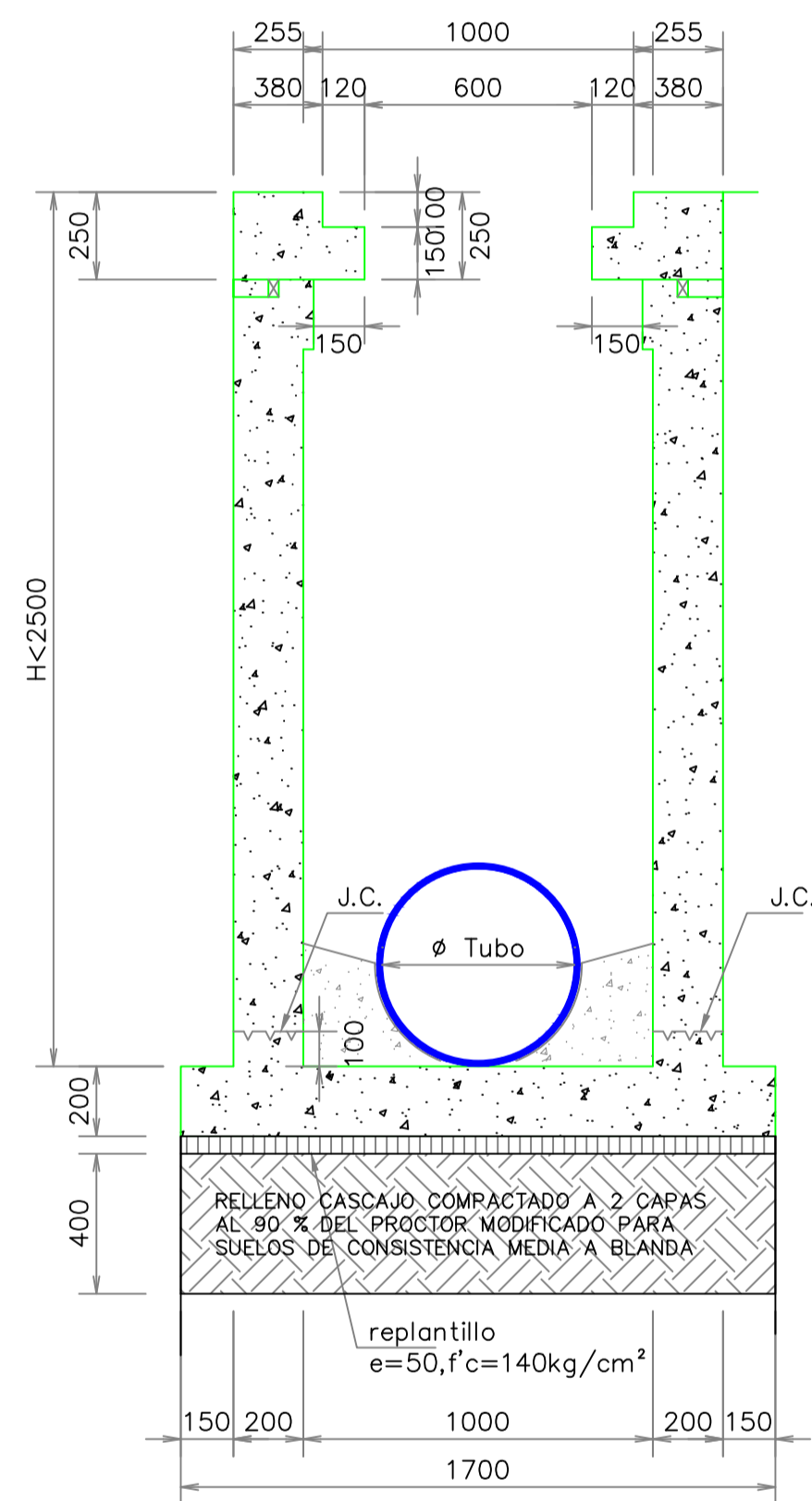
IMPLANTACION DE CAMARA
ESCALA 1:20



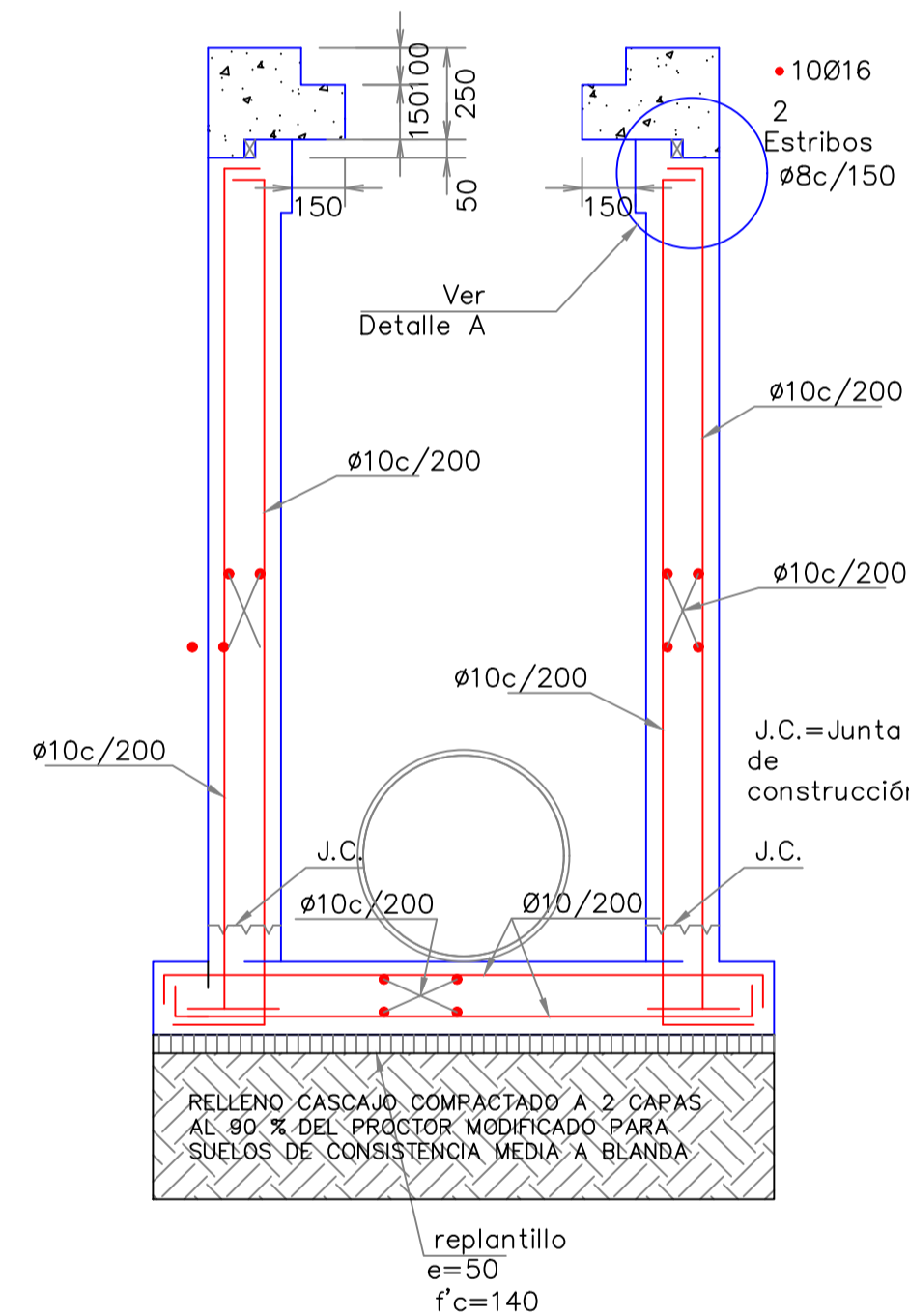
ARMADURA LOSA DE CIMENTACION: PLANTA
ESCALA 1:20



PLANTA DE PAREDES DE CAMARA
ESCALA 1:20



CORTE 1-1: GEOMETRIA
ESCALA 1:20



CORTE 1-1: ARMADURA
ESCALA 1:20

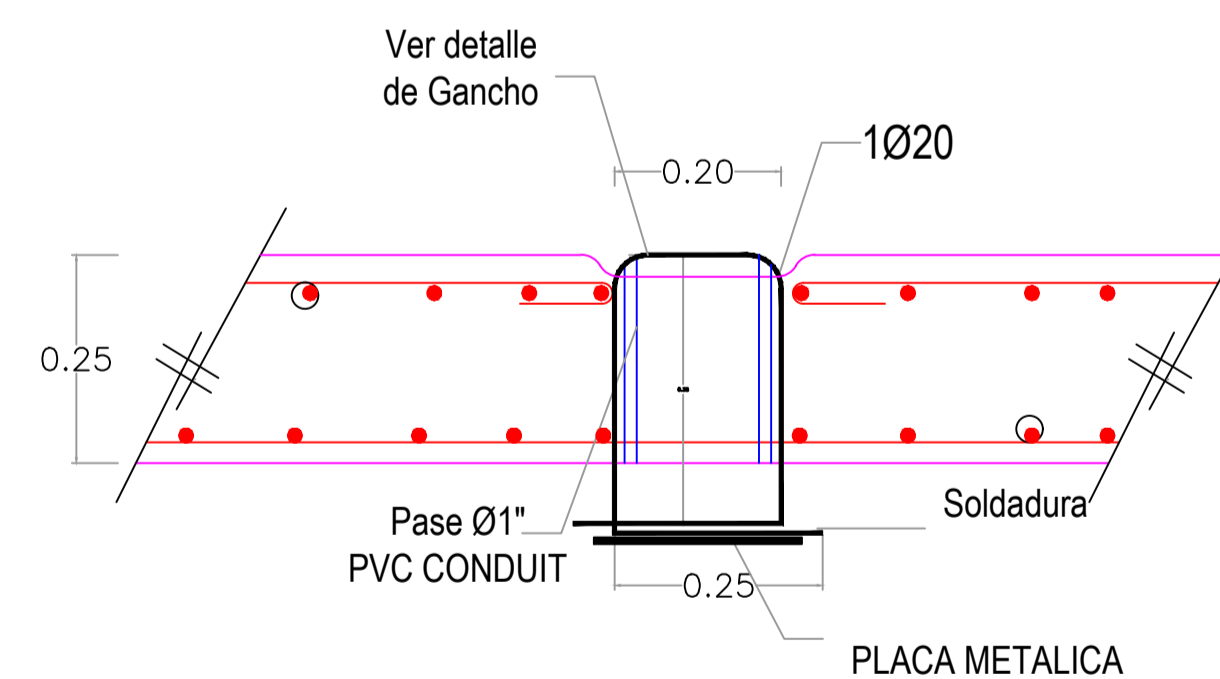
MATERIALES

HORMIGON ESTRUCTURAL: f'c= 280 kg/cm2
f'c= 350 kg/cm2 (Losa superior)

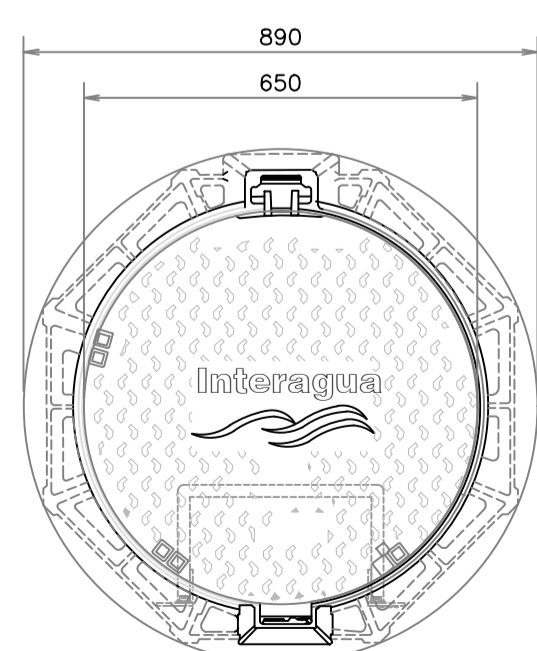
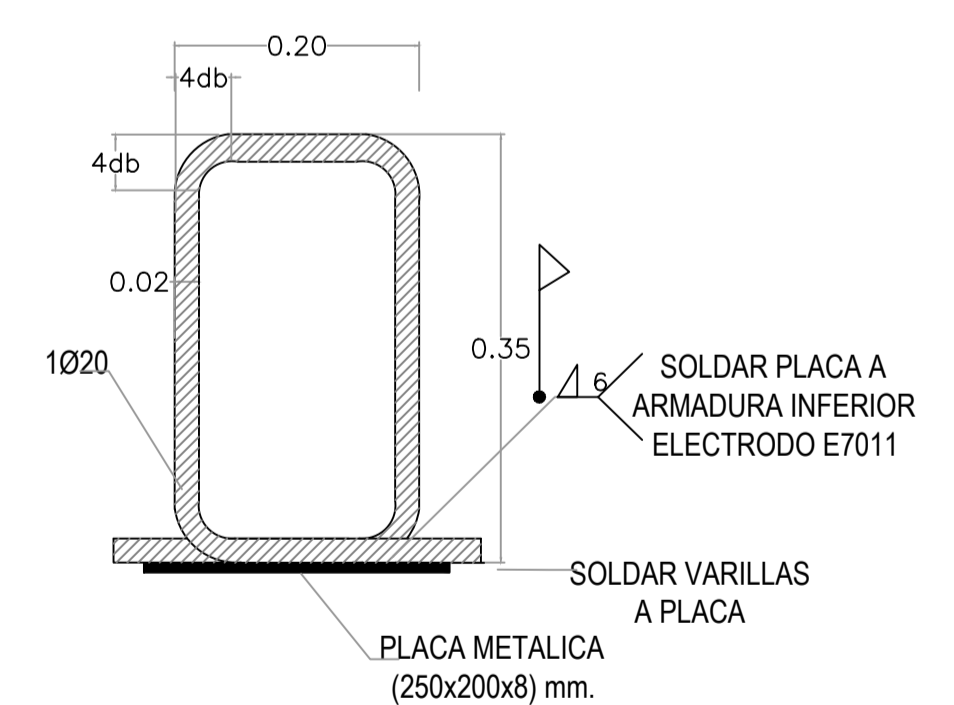
ACERO DE REFUERZO : fy= 4200 kg/cm2

Nota: Este plano se aplicará cuando la losa superior sea desmontable

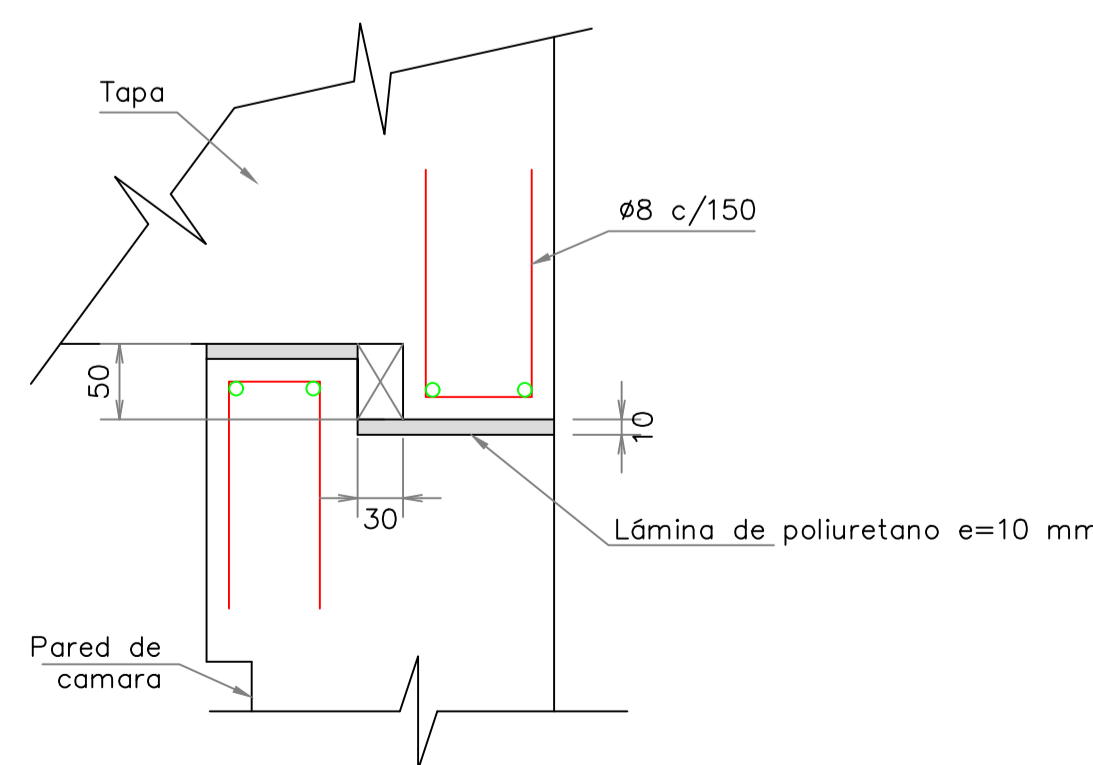
DETALLE 1
GANCHOS PARA IZADO DE LOSA
Sin Escala



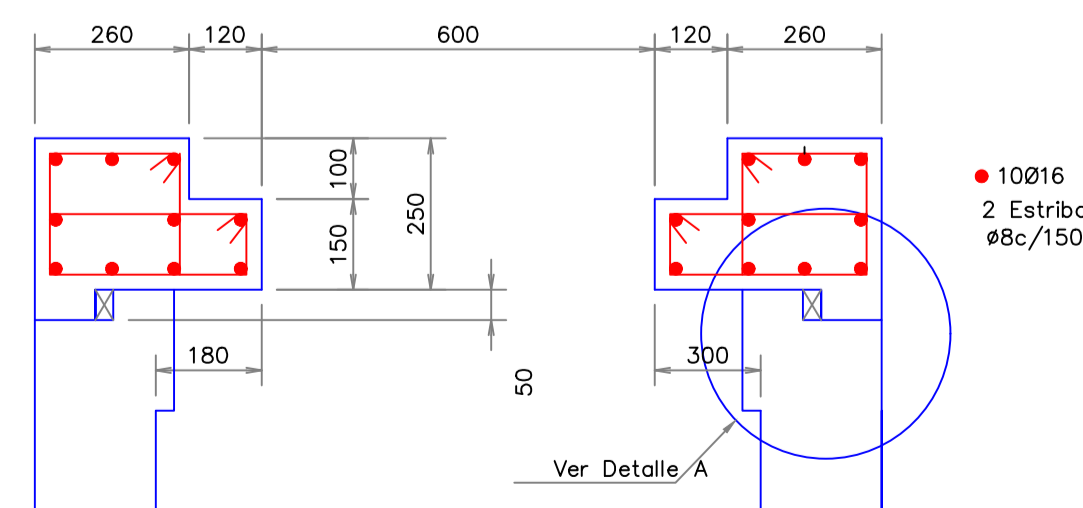
DETALLE DE GANCHO
Sin Escala



DETALLE DE TAPA DE H.D.: PLANTA
ESCALA 1:12,5



DETALLE A
ESCALA 1:5



DETALLE DE LOSA DESMONTABLE
ESCALA 1:12,5

Generales:
El diseño contempla una altura de la cámara hasta 2500 mm, para alturas mayores se deberá realizar un diseño particular.
Las medidas están dadas en milímetros a menos que se indique de otra manera.
Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
El contratista deberá prever todos los detalles (geometría, anclajes, etc.) relacionados a la fijación de la tapa de H.D. al hormigón.

Hormigón:
El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de 280 Kg/cm2 para muros y losa de cimentación, y 350 Kg/cm2 para la losa superior de la cámara; se deberá utilizar un acelerante de fraguado libre de cloruros; además se utilizarán aditivos impermeabilizantes.

Acero:
El acero de refuerzo para la cámara será de fy= 4200 kg/cm2 acero soldable Norma INEN: 2167.
El recubrimiento del acero de refuerzo será:
Losa y muros 50 mm
Tapa 25 mm
El diámetro de doblado en la cara interior de las varillas longitudinales será 6 veces su diámetro y para estribos será de 4 veces.

Especificaciones varias:
Para tapas, tuberías, etc. referirse a normas técnicas del producto correspondiente.

Varios:
La losa superior desmontable deberá ser removida con herramientas mecánicas.
Se debe colocar SIKAFLEX 1A en la junta que se produce entre la tubería y el hormigón de la cámara, se debe usar como imprimante en el hormigón en contacto con la tubería SIKADUR 32 PRIMER N.
Este plano reemplaza el ALC-486
Las tapas metálicas de H.D. serán de fundición de grafito esteroideal segun norma ISO 1085, conforme a la clase D-400 de la norma EN-124.
El cuerpo de la Tapa de Cámara D-400 y la base están fabricados en Hierro Ductil, Grado 80-35-06 segun norma ASTM A 336.
La carga de Ensayo de la Tapa es de 400 KN segun norma EN-124
Ver norma Técnica de Producto NTP-IA-003
Ver rotulación de Tapa en ESQ-555

ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la Comunidad San Alfonso			
CONTENIDO:			
Diseño de la cámara de inspección			
Coordinador de Materia Integradora:	Tutores de Conocimiento Especiales:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
PhD. Andrés Velastegui	MSc. Ingrid Orta	Diego Merino	8/08/2024
Tutor de Área de Conocimiento:	MSc. Lenin Dender	Bolívar Nevarez	Lámina: Escala:
Ing. Luis Villacreses			A 11/12 Varias

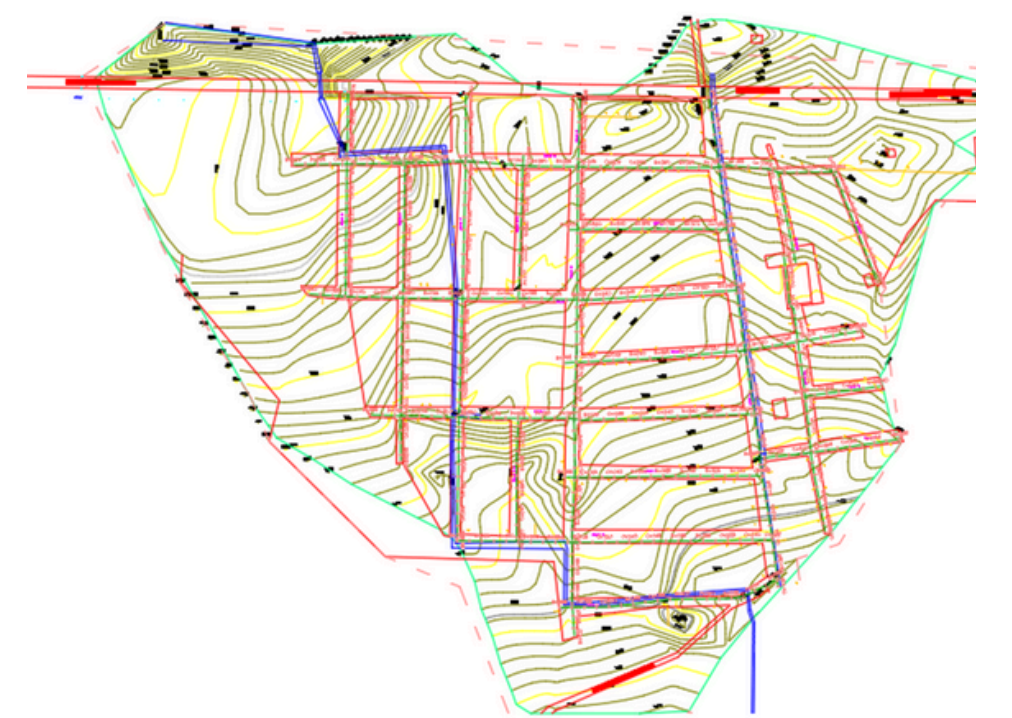
Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad San Alfonso del cantón Camilo Ponce Enríquez

PROBLEMA

La localidad sufre inundaciones recurrentes en la temporada de lluvias por la falta de infraestructura para gestionar la escorrentía superficial. Estas inundaciones provocan daños materiales en las viviendas, afectan la movilidad de los residentes y representan un riesgo para la salud pública.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial analizando los requerimientos técnicos y ambientales de la comunidad de San Alfonso del cantón Camilo Ponce Enríquez, mitigando efectos negativos en la infraestructura por las posibles inundaciones y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.



PROPUESTA

Mediante la metodología basada en Design Thinking clasificada en fases, se plantea la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado pluvial de San Alfonso.

INVESTIGAR

- Estudio de suelo
- Clima de la zona
- Topografía

EMPATIZAR

- Observaciones y reconocimiento del área.
- Indicaciones y entrevistas con el cliente.

DEFINIR

- Alternativa A: Sistema de Alcantarillado Pluvial convencional.
- Alternativa B: Sistema de Drenaje SUCS.

IDEAR

- Los parámetros de diseño fueron basados por las normativas EMAAP-Q e Interagua.
- Se optó por aplicar el método racional.

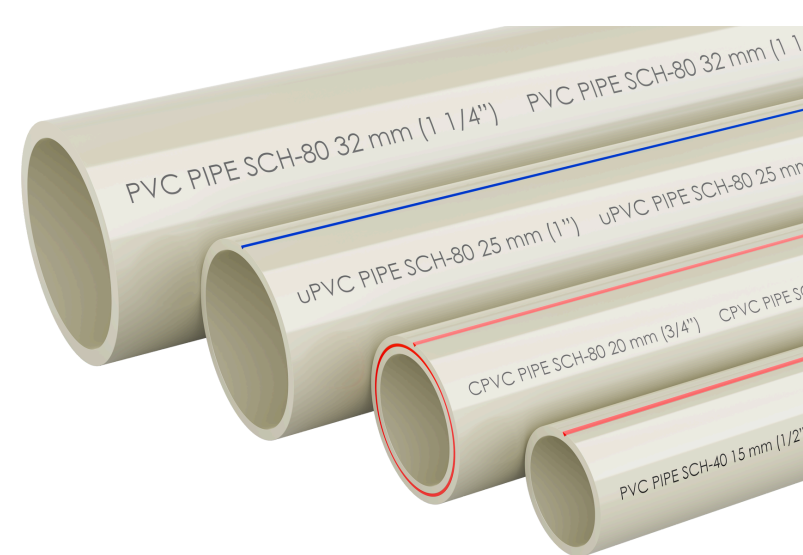
PROTOTIPAR Y VALIDAR

Alcantarillado pluvial sin sobredimensionamientos, con bajos costos de construcción y amigable con el medio ambiente.

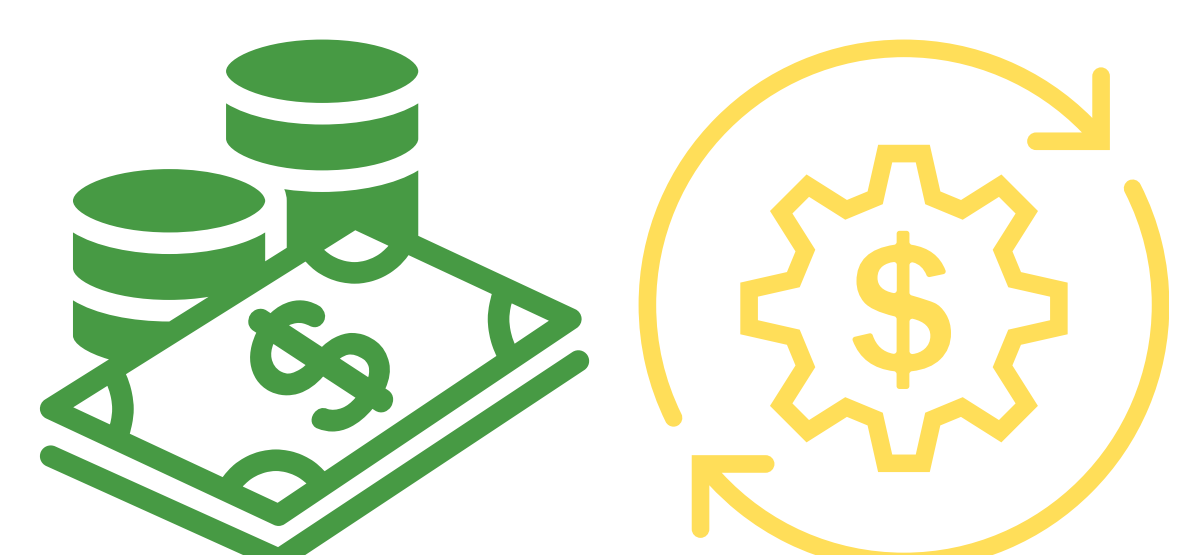
RESULTADOS

- Diámetros comerciales para los colectores son: 280mm, 335mm, 400mm, 440mm y 540mm. Material de tubería PVC.
- Caudal máximo de diseño 256.61 l/s.
- Caudal mínimo de diseño fue 12.25 l/s.

El diseño cuenta con 2759.46 m de longitud total de tubería y 57 cajas de revisión en cada punto de cambio a lo largo de la red.



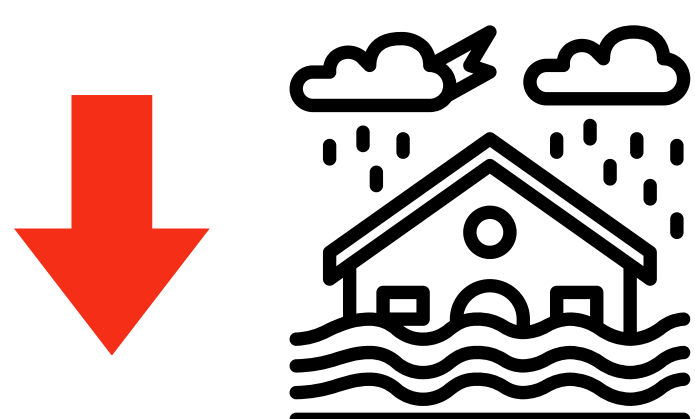
Se calculó el presupuesto total del proyecto y se obtuvo un costo total de \$719,469.53.



CONCLUSIONES

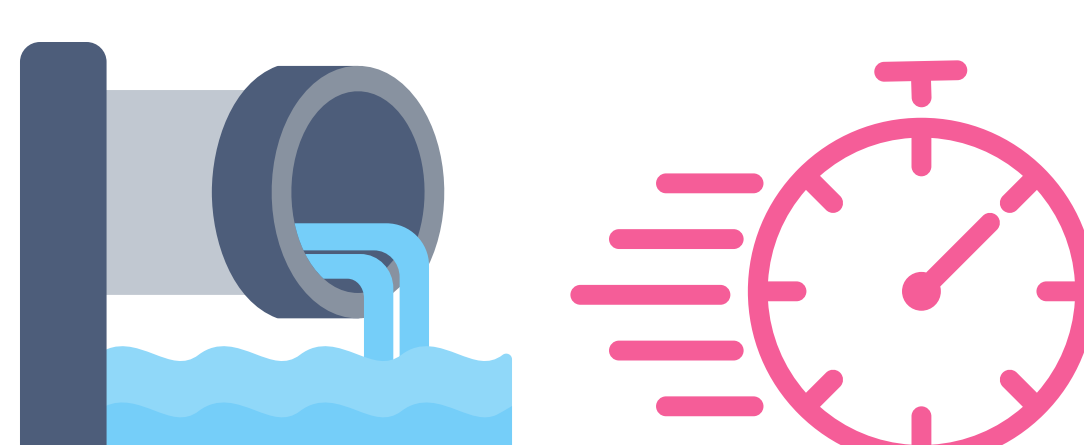
El sistema de drenaje mejorará las condiciones del agua descargada a los cuerpos hídricos del sector.

Mitigará los puntos de acumulación de agua lluvia lo que impacta en mejores condiciones de salud en la comunidad.



Reducción de inundaciones debido al eficiente sistema de drenaje.

El tiempo de ejecución de la obra es moderado, permitirá una rápida puesta en marcha del sistema de drenaje.



Proyecto con viabilidad económica de USD\$260.73 por metro de conducción de aguas lluvias.

