



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SEPARADO DEL
SECTOR SAN FERNANDO, LOTIZACIÓN LOS ROMEROS, CANTÓN RUMIÑAHUI,
PROVINCIA PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera e Ingeniero Civiles

AUTORES: Jasmín Carolina Hidalgo Díaz
Steveen Gabriel Maldonado Ortiz

TUTOR: Byron Andrés Heredia Hidalgo

Quito - Ecuador

2022

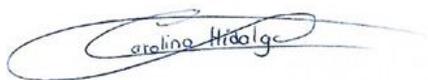
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jasmín Carolina Hidalgo Díaz con documento de identificación N° 1715893887 y Steven Gabriel Maldonado Ortiz con documento de identificación N° 1722198254; manifestamos que:

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

Quito, 21 de julio del 2022

Atentamente,



Jasmín Carolina Hidalgo Díaz

1715893887



Steven Gabriel Maldonado Ortiz

1722198254

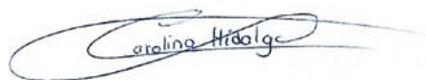
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jasmín Carolina Hidalgo Díaz con documento de identificación N° 1715893887 y Steveen Gabriel Maldonado Ortiz con documento de identificación N° 1722198254; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño de la Red de Agua Potable y Alcantarillado Separado del Sector San Fernando, lotización Los Romeros, Cantón Rumiñahui, Provincia Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 21 de julio del 2022

Atentamente,



Jasmín Carolina Hidalgo Díaz
1715893887



Steeven Gabriel Maldonado Ortiz
1722198254

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Andrés Heredia Hidalgo con documento de identificación N° 1719147066, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SEPARADO DEL SECTOR SAN FERNANDO, LOTIZACIÓN LOS ROMEROS, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA PICHINCHA**, realizado por Jasmín Carolina Hidalgo Díaz con documento de identificación N° 1715893887 y por Steveen Gabriel Maldonado Ortiz con documento de identificación N° 1722198254, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 21 julio del 2022

Atentamente,



Ing. Byron Andrés Heredia Hidalgo, MSc.

1719147066

DEDICATORIA

A mis padres, Germán y Eugenia, que son mi guía y camino,
para ser hoy lo que he logrado ser.

A mis hijas, Danna Paula y Samantha Valentina, que fueron, son y serán siempre mi fuerza para
salir adelante ante cualquier adversidad.

A mi hermano, Daniel, por apoyarme siempre.

A mis abuelos, tíos y primos, que me dieron ánimos para lograr mis metas.

Al amor de mi vida, Santiago, por tu ayuda, tu comprensión y lo más importante, por siempre
estar para mí.

A todos, quienes me ayudaron a lo largo de este camino como estudiante, para poder subir a un
nuevo escalón de mi vida como profesional.

Jasmín Carolina Hidalgo Díaz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, a mi padre, madre y hermano por toda la ayuda que me han brindado,
para lograr con este objetivo de vida.

Agradezco a mis hijas por darme todo su amor, comprensión y ser mi fuerza para luchar contra
todo.

Agradezco a mis abuelos, aunque no los tenga a todos ahora conmigo, por guiarme y animarme a
cumplir con mis metas.

A ti amor, por ser mi reto, mi meta y mi objetivo de vida, gracias por permanecer a mi lado ante
las dificultades de la vida.

Agradezco a todas las personas quienes estuvieron a mi lado y me ayudaron a salir adelante, tíos,
primos, amigos e ingenieros docentes.

A todos ustedes, de todo corazón,

Muchas Gracias.

Jasmín Carolina Hidalgo Díaz

DEDICATORIA

A mis padres, Piedad y Manuel por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, gracias a sus consejos, comprensión, ayuda en los momentos más difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mis hermanas Andrea y Vivian que fueron y siempre serán mi guía para salir adelante ante cualquier adversidad.

A mis cuñados Franklin y Alfredo que me dieron ánimos y muchos consejos para llegar a cumplir mis metas.

A mi mejor amigo Marco que me cuida desde el cielo por a ver confiado en mí.

A mis queridos compañeros que me apoyaron y permitieron entrar en su vida durante esta etapa hermosa.

Steven Gabriel Maldonado Ortiz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre dándome un ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

Agradezco a mi papa y a mi mama por darme su apoyo incondicional durante todos estos años y demostrarme todo su amor, comprensión y ser mi fuerza para luchar contra todo.

Agradezco a mis hermas y cuñados que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan para salir adelante.

Agradezco a mi compañera de tesis por su dedicación y apoyo en conjunto hemos logrado nuestro objetivo

Gracias a mi Universidad por haberme permitido formarme y en ella conocer a grandes a grandes profesionales y compañeros que me acompañaron durante toda mi etapa universitaria.

Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi proyecto de tesis.

Muchas Gracias

Steven Gabriel Maldonado Ortiz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Problema	2
1.4. Alcance	3
1.5. Aspectos físicos	3
1.5.1. Ubicación geográfica	3
1.5.1.1. Límites	4
1.5.2. Área de estudio	5
1.6. Justificación	6
1.7. Objetivos	7
1.7.1. Objetivo General	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.01. Sistema de Agua Potable	8
2.02. Alcantarillado.....	8
2.03. Alcantarillado Sanitario	8
2.04. Alcantarillado Pluvial	8
2.1. Período de diseño.....	9
2.2. Población de diseño	9
2.2.1. Censos de población	10
2.2.2. Censos de vivienda	10
2.2.3. Estimación de la población futura.....	10
2.3. Dotación.....	12
2.4. Variaciones de consumo	13
2.5. Agua potable	13
2.5.1. Caudal de diseño	13
2.5.1.1. Caudal medio diario (Qmed)	13

2.5.1.2. Caudal máximo diario (QMD).....	14
2.5.1.3. Caudal máximo horario (QMH).....	14
2.5.1.4. Caudal de Diseño	15
2.5.2. Presiones en la red	15
2.5.3. Velocidades.....	16
2.6. Alcantarillado.....	16
2.6.1. Caudales de diseño para alcantarillado.....	16
2.6.2. Caudal doméstico.....	16
2.6.3. Caudal de conexiones erradas.....	17
2.6.4. Caudal de infiltración.....	17
2.6.5. Caudal pluvial	18
2.6.6. Coeficiente de retorno.....	19
2.6.7. Coeficiente de escorrentía.....	19
2.6.8. Intensidad (I).....	20
CAPÍTULO III.....	21
METODOLOGÍA.....	21
3.1. Diagnóstico del sistema actual de agua potable.....	21
3.1.1. Captación	21
3.1.2. Fuente de abastecimiento.....	22
3.1.3. Sistema Hidráulico.....	24
3.1.4. Tanque de almacenamiento.....	25
3.1.5. Red de distribución	26
3.1.6. Estimación de consumo	26
3.1.6.1. Problemas presentes en el servicio	26
3.2. Diagnóstico del sistema actual de alcantarillado	27
3.2.1. Análisis hidráulico del alcantarillado existente	27
3.2.1.1. Alcantarillado Sanitario	28
3.2.1.2. Alcantarillado Pluvial	29
3.3. Identificación de fuente de agua que permita cubrir el eventual déficit de la disponibilidad	30
3.4. Análisis de alternativas	30
3.4.1. Agua Potable.....	30
3.4.1.1. Alternativa 1.....	30
3.4.1.2. Alternativa 2.....	31
3.4.2. Alcantarillado.....	31
3.4.2.1. Alternativa 1.....	31

3.4.2.2. Alternativa 2.....	31
3.5. Selección de alternativas.....	31
3.5.1. Agua Potable.....	31
3.5.2. Alcantarillado.....	32
3.6. Calidad de agua.....	32
3.7. Distribución general de uso del suelo	33
3.7.1. Tipo de suelo.....	34
3.8. Topografía y relieve.....	36
3.8.1. Infraestructura y servicios.....	37
3.9. Aspectos naturales	37
3.9.1. Características climáticas.....	37
3.9.2. Recursos hídricos	38
3.10. Estudio Hidrológico	39
3.10.1. Precipitación	39
3.11. Estudio geotécnico	40
3.11.1. Geología.....	40
3.12. Descripción de la situación actual.....	42
3.12.1. Población.....	42
3.12.2. Educación.....	43
3.12.3. Salud	43
3.12.4. Aspecto económico.....	44
3.12.5. Línea base	44
CAPÍTULO IV	45
DISEÑO DEL SISTEMA	45
4.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	45
4.1.1. Descripción del sistema a diseñar	45
4.1.2. Parámetros de diseño	46
4.1.2.1. Período de diseño.....	46
4.1.2.2. Análisis poblacional.....	46
4.1.2.3. Dotación.....	52
4.1.2.4. Cifras de consumo.....	52
4.1.2.5. Presiones en la red	68
4.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO	68
4.2.1. Descripción del sistema a diseñarse.....	68
4.2.2. Parámetros de diseño	68

4.2.2.1. Período de diseño	68
4.2.2.2. Análisis poblacional.....	69
4.2.2.3. Contribución de las aguas residuales	71
4.2.2.4. Caudal sanitario de diseño	72
4.2.2.5. Caudal pluvial de diseño	74
4.2.2.6. Caudal de diseño total.....	75
4.2.2.6. Caudal Total Pluvial	75
4.2.2.7. Tratamiento de Aguas residuales (alternativas).....	76
4.2.2.7.7. Pasos del tratamiento	82
4.2.2.7.8. Canal de acercamiento y rejillas	82
CAPÍTULO V.....	95
CÁLCULOS Y DISEÑO	95
5.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	95
5.1.1. Descripción de la red de distribución.....	95
5.1.2. Consideraciones en la red de distribución	95
5.1.3. Determinación de diámetros y cálculos de presiones	96
5.1.4. Determinación de pérdidas de carga	97
5.1.5. Diseño de la red de distribución.....	98
5.1.5.1. Cálculo del nuevo tanque de almacenamiento, diseño para 25 años (2046)	99
5.1.6. Cálculo de la red mediante el software WaterGEMS	102
5.1.6.1. Análisis del Tanque de almacenamiento WaterGEMS.....	105
5.1.6.2. Válvula reductora de Presión	106
5.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO	107
5.2.1. Descripción del tramo de colector	107
5.2.1.1. Sanitario	107
5.2.1.2. Pluvial	110
5.2.2. Consideraciones de diseño.....	115
5.2.3. Diseño hidráulico del colector.	115
5.2.3.1. Velocidades de flujo	116
5.2.3.2. Estado de flujo	116
5.2.4. Dimensionamiento de la sección y profundidad de los conductos	122
5.2.4.1. Dimensionamiento de la sección	122
5.2.4.4. Capacidad de la sección	122
5.2.4.5. Profundidad de conductos.....	123
5.2.5. Diseño de Estructuras hidráulicas.....	123

5.2.5.1. Pozos de revisión	123
5.2.5.2. Pozo de salto	124
5.2.5.3. Pozo de salto Tipo II	124
5.2.5.4. Sumideros	126
5.2.6. Disposición del Caudal de Descarga.....	134
CAPÍTULO VI.....	135
IMPACTO AMBIENTAL.....	135
6.1. Generalidades.....	135
6.1.1. Identificación de impacto ambiental.....	135
6.1.2. Descripción del impacto ambiental.....	136
6.2. Impactos positivos	136
6.3. Impactos negativos.....	137
6.3.1 Matriz de Leopold.....	138
6.3.2. Magnitud de impacto	141
6.3.3. Importancia de impacto.....	141
6.3.3.1. Matriz de Leopold - Etapa de construcción	142
6.3.3.2. Matriz de Leopold - Etapa de Operación y Mantenimiento	143
6.3.3.3. Matriz de Leopold - Etapa de Cierre y Abandono.....	144
6.3.3.4. Resultados obtenidos mediante la Matriz de Leopold.	145
6.4. Medidas de mitigación.....	145
CAPÍTULO VII	147
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	147
7.1. Especificaciones técnicas para Agua Potable (Véase ANEXO 9).....	147
7.2. Especificaciones técnicas para Alcantarillado Separado (Véase ANEXO 9).....	147
CAPÍTULO VIII.....	149
PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS.....	149
8.1 Presupuestos.....	149
8.1.1. Presupuesto agua potable.....	149
8.1.2. Presupuesto alcantarillado separado	150
8.1.2.1. Alcantarillado Sanitario	150
8.1.2.2. Alcantarillado Pluvial	150
8.1.3. Presupuesto Global	151
8.2. Cronogramas	152
8.2.1. Cronograma valorado agua potable	152
8.2.2. Cronograma alcantarillado separado.....	153

8.2.2.1. Alcantarillado Sanitario	153
8.2.2.2. Alcantarillado Pluvial	154
8.2.3. Cronograma para el proyecto global.....	154
CAPÍTULO IX	156
ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO	156
9.1. Viabilidad económica	156
9.2. Viabilidad financiera.....	156
9.3. Indicadores económicos.....	157
9.3.1. Valor actual neto (VAN).....	157
9.3.2. Tasa interna de retorno (TIR).	158
9.3.3. Beneficio / costo.	158
9.4. Inversión del proyecto.....	159
9.4.1. Egreso por operación y mantenimiento.	159
9.4.2. Operación y mantenimiento.....	159
9.4.2.1. Cálculo de total del valor de operación y mantenimiento.....	160
9.4.3. Ingresos del proyecto.	162
9.4.4. Flujo de caja.....	163
CONCLUSIONES	165
RECOMENDACIONES	169
REFERENCIAS	170
ANEXOS	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación geográfica coordenadas UTM zona 17 Sur.	4
Tabla 2	Vida útil sugerida para elementos de agua potable.....	9
Tabla 3	Dotaciones Recomendadas.	13
Tabla 4	Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.	15
Tabla 5	Aportes máximos para conexiones erradas.....	17
Tabla 6	Infiltración debido a la complejidad del sistema.	18
Tabla 7	Coefficientes de retorno de aguas servidas domésticas.	19
Tabla 8	Características físicas del tanque de almacenamiento.	25
Tabla 9	Uso de suelos general del cantón Rumiñahui 2008-2018.....	33
Tabla 10	Formaciones geológicas y Depósitos superficiales.....	36
Tabla 11	Denominación geológica.	36
Tabla 12	Descripción del clima.	38
Tabla 13	Factores climáticos del cantón Rumiñahui.	38
Tabla 14	En el Cantón Rumiñahui los meses de mayor precipitación son abril y octubre.....	39
Tabla 15	Encuestas sector San Fernando, lotización Los Romeros.....	43
Tabla 16	Datos y densidades poblacionales año 2021.....	47
Tabla 17	Resumen de datos poblacionales.	48
Tabla 18	Datos para el cálculo de población futura.....	49
Tabla 19	Población futura 2046.....	50
Tabla 20	Crecimiento poblacional de la lotización Los Romeros.	51
Tabla 21	Consumo de agua potable de los Medidores en 24 horas.	52
Tabla 22	Consumo máximo y coeficiente de mayoración del caudal medio para obtener el caudal máximo horario de los Medidores.	54
Tabla 23	Curva de masas de los medidores.	55
Tabla 24	Geometría del tanque de almacenamiento.	57
Tabla 25	Volumen de agua potable del tanque de almacenamiento San Fernando en 24 horas.	58
Tabla 26	Curva de masas del tanque de almacenamiento.....	59
Tabla 27	Volumen de Rebose Tubería de 4".	62
Tabla 28	Volumen de Rebose Tubería de 6".	62
Tabla 29	Volumen Total Diario de Rebose de las Tubería.....	63
Tabla 30	Análisis de consumo y suministro del Tanque San Fernando actual.....	64
Tabla 31	Coeficiente de mayoración K para el predimensionamiento del tanque de almacenamiento.	66
Tabla 32	Geometría del nuevo tanque de almacenamiento.	67
Tabla 33	Datos para el cálculo de población futura.....	69
Tabla 34	Población futura 2046.....	70
Tabla 35	Crecimiento poblacional de la lotización Los Romeros.	70
Tabla 36	Tabla de población proyectada para Alcantarillado Sanitario 2046.	71
Tabla 37	Datos del tramo 21-22.....	72
Tabla 38	Datos del tramo 19-20.....	74
Tabla 39	Caudal total sanitario para los tramos indicados.....	75
Tabla 40	Caudal total pluvial para los tramos indicados.	76

Tabla 41	Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 1.....	84
Tabla 42	Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 2.....	85
Tabla 43	Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 3.....	85
Tabla 44	Factor de capacidad relativa.....	88
Tabla 45	Tiempo de digestión en días.....	90
Tabla 46	Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 1.....	92
Tabla 47	Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 2.....	93
Tabla 48	Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 3.....	94
Tabla 49	Especificaciones para tuberías de PVC.....	96
Tabla 50	Coefficientes de Rugosidad para Tubería Nueva.....	98
Tabla 51	Curva de Masas, Análisis del Tanque de almacenamiento San Fernando a 25 años...	99
Tabla 52	Tablas de parámetros.....	99
Tabla 53	Coefficiente de mayoración K para el predimensionamiento del tanque de almacenamiento.....	100
Tabla 54	Geometría del nuevo tanque de almacenamiento.....	102
Tabla 55	Tabla de resumen del software WaterGEMS hora 03:00 AM.....	103
Tabla 56	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 1.....	117
Tabla 57	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 2.....	118
Tabla 58	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 3.....	118
Tabla 59	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 1.....	119
Tabla 60	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 2.....	119
Tabla 61	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 3.....	120
Tabla 62	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 4.....	120
Tabla 63	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 5.....	121
Tabla 64	Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 6.....	121
Tabla 65	Valores típicos de dimensiones del pozo de caída Tipo II.....	126
Tabla 66	Tabla de espaciamiento máximo entre sumideros.....	128
Tabla 67	Ancho de inundación superficial admisible.....	130
Tabla 68	Parámetros para el cálculo de sumideros por tramos.....	132
Tabla 69	Acciones para cada etapa.....	138
Tabla 70	Factores Ambientales.....	139
Tabla 71	Matriz de interrelación Acción – Factores ambientales.....	140
Tabla 72	Magnitud de impacto.....	141
Tabla 73	Importancia de impacto.....	141
Tabla 74	Matriz de Leopold para la etapa de construcción.....	142
Tabla 75	Matriz de Leopold para la etapa de operación y mantenimiento.....	143
Tabla 76	Matriz de Leopold para la etapa de cierre y abandono.....	144
Tabla 77	Tabla de resumen de impactos mediante la Matriz de Leopold.....	145
Tabla 78	Tabla de resumen de ítems del presupuesto para agua potable.....	147
Tabla 79	Tabla de resumen de ítems del presupuesto para alcantarillado sanitario.....	148
Tabla 80	Tabla de resumen de ítems del presupuesto para alcantarillado pluvial.....	148
Tabla 81	Presupuesto referencial para agua potable.....	149
Tabla 82	Presupuesto referencial para alcantarillado sanitario.....	150
Tabla 83	Presupuesto referencial para alcantarillado pluvial.....	151
Tabla 84	Presupuesto referencial total de las obras a realizarse.....	151
Tabla 85	Cronograma valorado para el proyecto de agua potable.....	152

Tabla 86	Cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado sanitario.	153
Tabla 87	Cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado pluvial.	154
Tabla 88	Cronograma valorado para el proyecto global de obras.	154
Tabla 89	Operación y mantenimiento para alcantarillado.	160
Tabla 90	Costos de operación y mantenimiento.	161
Tabla 91	Categoría de las tarifas residenciales.	162
Tabla 92	Ingresos del proyecto por el cobro de servicios de agua potable y alcantarillado.	162
Tabla 93	Flujo de caja.	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Geográfica del Cantón Rumiñahui.....	4
Figura 2	San Fernando, Lotización Los Romeros.	5
Figura 3	Ingreso a las galerías filtrantes.	22
Figura 4	Galería filtrante 1.....	23
Figura 5	Cajas recolectoras.....	23
Figura 6	Tuberías del sistema hidráulico.....	24
Figura 7	Tanque de almacenamiento San Fernando.....	25
Figura 8	Pozo de alcantarillado sanitario y tapa de hierro fundido.	28
Figura 9	Mapa de descripción general del uso de suelos.....	34
Figura 10	Mapa de descripción de tipo de suelos.....	35
Figura 11	Precipitaciones del cantón Rumiñahui.	40
Figura 12	Formaciones geológicas del cantón Rumiñahui.....	41
Figura 13	Gráfica de crecimiento poblacional 2021, 2031,2041 y 2046.....	51
Figura 14	Curva de consumo de agua potable de los medidores en 24 horas.	53
Figura 15	Gráfica de coeficientes de mayoración de los medidores en 24 horas.	55
Figura 16	Gráfica de la curva de masas de los medidores.....	56
Figura 17	Gráfica de coeficientes de mayoración del tanque de almacenamiento en 24 horas.	59
Figura 18	Gráfica de la curva de masas del Tanque San Fernando.....	60
Figura 19	Tubería 4” lateral izquierda. Tubería 6” lateral Derecha.	61
Figura 20	Compartimentos del taque Imhoff.....	79
Figura 21	Esquema del canal de acercamiento con rejilla.....	83
Figura 22	Esquema de la cámara de sedimentación.	88
Figura 23	Esquema de la cámara de digestión.....	89
Figura 24	Vista en planta del área de ventilación y de la zona de sedimentación en el tanque Imhoff.	91
Figura 25	Zonas de presiones en el sistema de agua potable.....	104
Figura 26	Gráfica de las fluctuaciones del tanque de almacenamiento año 2046.	105
Figura 27	Esquema del sistema estándar de reducción de presión.	107
Figura 28	Ubicación de los tramos hacia la primera descarga.	108
Figura 29	Ubicación de los tramos hacia la segunda descarga.....	109
Figura 30	Ubicación de los tramos hacia la tercera descarga.	110
Figura 31	Ubicación de los tramos hacia la primera descarga.	111
Figura 32	Ubicación de los tramos hacia la segunda descarga.....	112
Figura 33	Ubicación de los tramos hacia la tercera descarga.	112
Figura 34	Ubicación de los tramos hacia la cuarta descarga.	113
Figura 35	Ubicación de los tramos hacia la quinta descarga.....	114
Figura 36	Ubicación de los tramos hacia la quinta descarga.....	114
Figura 37	Esquema de pozo de registro típico.....	123
Figura 38	Esquema de pozo de salto tipo I.....	124
Figura 39	Esquema de pozo de salto tipo II.....	125

Figura 40 Tipos de sumideros.....	127
Figura 41 Cuneta triangular.	129

RESUMEN

El proyecto tiene como finalidad analizar el diseño de la red de distribución de agua potable, sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, y planta de tratamiento primaria, ubicado en el sector de San Fernando, lotización Los Romeros en el cantón de Rumiñahui - Sangolquí. Se propone el abastecimiento de agua potable de forma eficiente a través del caudal dotado por el tanque de almacenamiento de San Fernando el cual es abastecido por medio de 5 galerías filtrantes que se encuentra en esta comunidad.

Se llevó a cabo un análisis tomado en cuenta el lugar de estudio, tipo de fuente de abastecimiento, densidad poblacional y condiciones topográficas.

El desarrollo del proyecto beneficiará a los habitantes con una mejor calidad de vida, ya que contarán con el líquido vital y la evacuación de aguas servidas y aguas lluvias de una forma segura, con el sistema de alcantarillado sanitario y el tratamiento de las aguas residuales se suprimirá la construcción de pozos sépticos de las viviendas del sector. Esto impulsa al crecimiento de la economía del sector, ya que por la ejecución de la obra se creará empleos.

Se dimensionó un nuevo tanque de almacenamiento, con el fin de captar el caudal de entrada y así evitar que se produzca rebose en las horas de la madrugada. Se consideraron normas vigentes en el Ecuador para así poder cumplir con los criterios y especificaciones tanto para agua potable como para alcantarillado separado.

Palabras Claves: Sistema de agua potable, red de alcantarillado sanitario, red de alcantarillado pluvial, planta de tratamiento, disipadores de energía.

ABSTRACT

The purpose of the project is to analyze the design of the drinking water distribution network, sanitary and storm sewer system, and primary treatment plant, located in the San Fernando sector, Los Romeros subdivision in the canton of Rumiñahui - Sangolquí. The efficient supply of drinking water is proposed through the flow provided by the San Fernando storage tank, which is supplied through 5 filtering galleries located in this community.

An analysis was carried out taking into account the place of study, type of supply source, population density and topographic conditions.

The development of the project will benefit the inhabitants with a better quality of life, since they will have the vital liquid and the evacuation of sewage and rainwater in a safe way, with the sanitary sewage system and the treatment of residual waters it will eliminate the construction of septic tanks in the homes of the sector. This drives the growth of the economy of the sector since the execution of the work will create jobs.

A new storage tank was dimensioned, in order to capture the inlet flow and thus prevent overflow from occurring in the early morning hours. Current regulations in Ecuador were considered in order to meet the criteria and specifications for both drinking water and separate sewage.

Keywords: Drinking water system, sanitary sewer network, storm sewer network, treatment plant, energy dissipators.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

El presente proyecto investigativo tiene como finalidad diseñar el sistema agua potable y red alcantarillado separado, para el sector de San Fernando, lotización Los Romeros en el cantón Rumiñahui - Sangolquí. Siendo este sector olvidado por más de 20 años por parte de las autoridades, destacando que no está dotado de suministros de servicios básicos fundamentales y vitales para la subsistencia y el desarrollo de los pobladores.

En este sector existe condiciones de insalubridad y contaminación, ya que los pobladores han construido pozos sépticos y realizan las descarga directamente al río, generando incomodidad a los habitantes de la zona.

En el presente proyecto se realizó el estudio técnico de viabilidad y costo, basadas en las normativas vigentes de nuestro país. Lo que funcionará para tener como base para la ejecución de este proyecto en un futuro muy cercano.

1.2. Antecedentes

La lotización Los Romeros, que pertenece al cantón de Rumiñahui, ha sufrido por la escasez de servicios básicos por muchos años, en consecuencia, a efecto de la pandemia de Covid-19, que ha afectado al mundo y al país desde marzo 2020, dejando a los habitantes confinados en sus casas, lo cual evidenció, la falta de servicios básicos, como es la buena distribución del recurso vital agua potable y una red de alcantarillado adecuado.

En la lotización, ha ido en aumento el crecimiento poblacional, y al no contar con servicios básicos, los moradores se han visto en la necesidad de crear pozos, o pasar por tuberías desde

vertientes para recolección de agua, de igual manera han construido pozos sépticos para poder evacuar las aguas servidas, al ser un sector rural corre una gran cantidad de agua pluvial por las acequias de los terrenos colindantes, por lo cual se ve en la necesidad de crear un sistema de agua potable y alcantarillado separado.

1.3. Problema

El problema principal del sector de San Fernando lotización Los Romeros, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha, es que no cuenta con los servicios básicos necesarios para garantizar el bienestar de sus habitantes, el cual consta 86 hab, por lo cual requiere implementar un sistema de alcantarillado separado de aguas pluviales y sanitarias con su respectiva planta de tratamiento y a su vez una red de agua potable, ya que es un sector que no ha podido contar con su propio sistema de saneamiento por más de 20 años, lo que ha ocasionado diversos problemas de salud en los moradores debido a que no existe un sistema de alcantarillado por lo que la mayoría de los moradores han optado por utilizar pozos sépticos.

Por otra parte, existe una desventaja a causa del tanque de distribución de agua potable de San Fernando, el cual no tiene la capacidad necesaria para almacenar el caudal de entrada el cual produce rebose.

Por último, se diseñará una planta de tratamiento primaria con el fin de eliminar los sólidos en suspensión a causa de las aguas residuales que desembocarán al Río Santa Clara de esta manera no afectará al medio ambiente, por ende, evitará el aumento de enfermedades.

Por esta razón es necesario realizar un estudio de ingeniería de agua potable y alcantarillado separado que sea técnica, económicamente factible y que conserve el medio ambiente.

1.4. Alcance

El alcance de este proyecto es desarrollar un estudio de ingeniería para definir una red de distribución de agua potable y un sistema de alcantarillado separado, considerando como indicadores principales el crecimiento poblacional y el análisis de densidad de la población en un periodo de diseño de 25 años.

Por lo tanto, se enfoca en el diseño de la red de distribución de agua potable y sistema de alcantarillado separado considerando las nuevas condiciones de habitabilidad de la lotización Los Romeros.

Es por este motivo que se tendrá que analizar ciertos parámetros, que nos serán útiles para cumplir con nuestros objetivos, es decir que los sistemas tengan un buen cumplimiento de los parámetros hidráulicos, así como agua potable y alcantarillado separado.

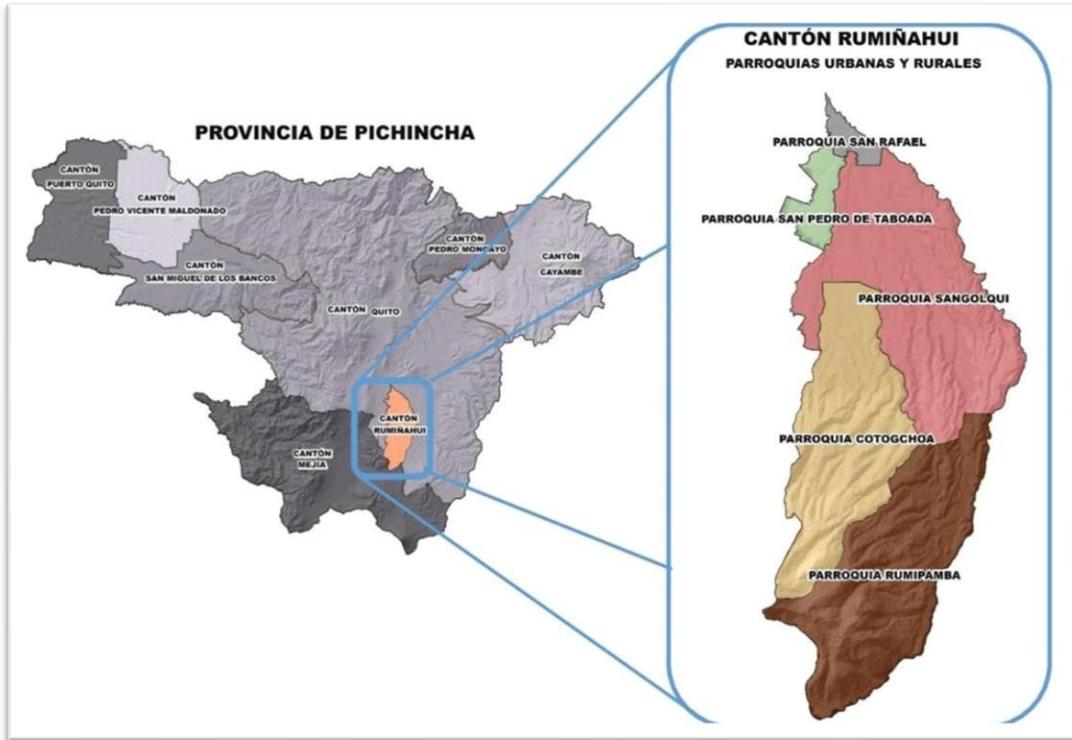
1.5. Aspectos físicos

1.5.1. Ubicación geográfica

La lotización Los Romeros se encuentra ubicado el sector de San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha. En la siguiente figura, se muestra la ubicación geográfica del cantón Rumiñahui.

Figura 1

Ubicación Geográfica del Cantón Rumiñahui.



Nota. La figura representa la delimitación del cantón Rumiñahui. Fuente: PDOT Rumiñahui.

1.5.1.1. Límites

Se encuentra limitado por las siguientes coordenadas:

Tabla 1

Ubicación geográfica coordenadas UTM zona 17 Sur.

LÍMITES	X(m)	Y (m)
Norte	787340.84	9958364.6
Sur	787215.62	9957505.8
Este	787459.65	9957947
Oeste	787222.99	9958029.5

Elaborado por: Los autores, a través del levantamiento topográfico realizado por el GADMUR.

1.5.2. Área de estudio

El área del proyecto se encuentra delimitada mediante el catastro entregado por el GADMUR de Rumiñahui para la elaboración del proyecto de titulación. La superficie de estudio tiene una extensión de 20 Ha, aproximadamente. A continuación, se muestra la ubicación de la lotización Los Romeros en la siguiente figura.

Figura 2

San Fernando, Lotización Los Romeros.



Nota. La figura representa la delimitación de la lotización donde se realizará el proyecto. Realizado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

1.6. Justificación

El impacto negativo que genera la falta de un sistema de agua potable y alcantarillado en los moradores del sector de San Fernando, lotización Los Romeros, hace que se vuelva prioritaria la construcción de este proyecto, el mismo que tiene como finalidad dotar al sector de los servicios básicos indispensables para garantizar su bienestar; además los sistemas de agua potable y alcantarillado deben cumplir con las necesidades que exige la población, así como la correcta aplicación de la normativa vigente para la evacuación de las aguas sanitarias y pluviales con lo cual se evitará la contaminación ambiental y se combatirá la insalubridad.

Cabe considerar que el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario necesita de una planta de tratamiento primaria para luego ser evacuada al Río Santa Clara y así evitar su contaminación, de igual forma un sistema de alcantarillado pluvial el cual desembocaría directamente al Río Santa Clara. Este estudio está fundamentado en una responsabilidad profesional, por lo que es preciso llevar a cabo este tipo de obras civiles con una buena calidad y seguridad para que, dentro de su vida útil, el proyecto no presente ningún problema.

El propósito del estudio y diseño del proyecto es proporcionar información práctica a La Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Rumiñahui, la misma que tiene el interés de desarrollar un sistema de agua potable y alcantarillado para posteriormente mejorar la calidad de vida de los pobladores; es importante indicar que dicha empresa proporciona información básica como material de apoyo para el presente proyecto.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Realizar el diseño del sistema de agua potable, y red de alcantarillado separado en el sector de San Fernando lotización Los Romeros, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha, mejorando así la calidad de vida de los moradores y evitando la contaminación del medioambiente.

1.7.2. Objetivos Específicos

Analizar la información de catastros, topografía e hidrología para los sistemas de alcantarillado y agua potable y determinar los parámetros y cálculos necesarios para el prediseño del proyecto.

Diseñar y analizar el sistema de distribución de agua potable y alcantarillado separado bajo parámetros de proyección poblacional y disponibilidad de recursos hídricos.

Describir el modelo de una planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a las características del lugar antes de la descarga final y determinar un punto de descarga adecuado de las aguas tratadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.01. Sistema de Agua Potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable se fundamentan en un grupo de obras indispensables para captar, almacenar y conducir el agua desde fuentes naturales, estas pueden ser superficiales o subterráneas, y dirigirlas hasta el sitio de consumo, con cantidad y calidad.

2.02. Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado es un grupo de obras hidráulicas cuyo propósito es la recolección de residuos, principalmente líquidos por medio de tuberías y conductos, evacuando aguas residuales o aguas lluvias. Donde sus actividades son el transporte, tratamiento y disposición final de residuos.

2.03. Alcantarillado Sanitario

Es el grupo de tuberías conocidas como red independiente de aguas negras, la cual debe evacuar de manera rápida y segura las aguas residuales, hacia una planta de tratamiento y finalmente a una zona de descarga donde no origine daños ni molestar a la población.

2.04. Alcantarillado Pluvial

Es un sistema de recolección de únicamente aguas lluvias, diseñado para el manejo, control y conducción apropiada de la esorrentía de las aguas lluvias generadas por la precipitación de la zona de estudio. Y desembocarlas directamente hacia una descarga natural y en zonas donde no provoquen daños a los pobladores del sector.

Según la norma para el estudio y el diseño de sistemas de aguas potable y disposición de agua residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, se considera lo siguiente:

2.1. Período de diseño

Este periodo va a depender de la vida útil de los componentes de un sistema, lo que conlleva al funcionamiento adecuado, capaz de cumplir con las necesidades que requiere una población. A continuación, se presenta la vida útil en años sugerida para elementos de agua potable.

Tabla 2

Vida útil sugerida para elementos de agua potable.

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques gradas y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Elaborado por: Los autores, a través de CPE INEN 5.

2.2. Población de diseño

El cálculo de población futura, es importante para el proyecto, al sobreestimar este valor conlleva a un error de la realidad, lo que causaría una sobredimensión del sistema y provocaría un desperdicio de recursos, en caso contrario se tendrá una obra con menos años de funcionalidad.

La población futura, se estima basándose en datos censales realizados por el INEC, proyecciones de población en sectores cercanos al área de estudio o con datos censales realizados por los interesados del proyecto, tomando en cuenta el nivel socioeconómico de la población.

Para determinar la población de un sector o lugar, se deben cumplir los siguientes requisitos.

2.2.1. Censos de población

Corresponde a los datos demográficos de la población, en especial los censos de población del INEC y los censos disponibles de otros servicios públicos de la localidad. Con base en los datos censales deben obtenerse los parámetros que determinen el crecimiento de la población. (EMAAP-Q, 2009, pág. 27).

2.2.2. Censos de vivienda

A partir de la información de los censos de población y vivienda se puede calcular el número promedio de habitantes por vivienda, información útil cuando se analizan las descargas por cliente o conexión. La información del número de viviendas debe ser complementada con la de establecimientos comerciales, industriales e institucionales existentes. (EMAAP-Q, 2009, pág. 28).

2.2.3. Estimación de la población futura

Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista. La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos. (CPE INEN 5, pág.41).

2.2.3.1. Método aritmético

Se utiliza este método cuando se tiene un crecimiento poblacional uniforme. Se debe definir una tasa de crecimiento poblacional para calcular la población futura. Este método es utilizado para lugares con un crecimiento poblacional estable. Para su cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$Pf = P_o * (1 + K * \Delta t) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes).

P_o = Población actual (habitantes).

K = Índice de crecimiento.

Δt = Población futura.

2.2.3.2. Método geométrico

La población futura o de diseño se calcula en base de la población actual mediante censos poblacionales. En función de las características de cada sector, se determina la población flotante para el sistema a diseñarse. Para el cálculo de la población futura, se empleará la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes).

Pa = Población actual (habitantes).

n = Período de diseño (años).

r = Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal.

2.2.3.3. Método exponencial

Para el método exponencial se necesitan valores de población actual, periodo entre el último censo y el último año del periodo de diseño y la tasa de crecimiento poblacional.

Para su cálculo se procede a aplicar la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * e^{r*t} \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes).

Pa = Población actual (habitantes).

t = Período entre el último censo y el último año del periodo de diseño.

r = Tasa de crecimiento poblacional.

2.3. Dotación

Se refiere a la cantidad de agua en litros estimada por cada habitante por día. Las recomendaciones son:

- Las condiciones climáticas del sitio
- Las dotaciones fijadas para los distintos sectores de la ciudad, considerando las necesidades de los distintos servicios públicos
- Las necesidades de agua potable para la industria
- Los volúmenes para la protección contra incendios
- Las dotaciones para lavado de mercados, camales, plazas, calles, piletas, etc.
- Las dotaciones para riego de jardines

Otras necesidades, incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado. En la tabla 3 se muestra las dotaciones recomendadas. (CPE INEN 5, pág.42).

Tabla 3

Dotaciones Recomendadas.

DOTACIONES RECOMENDADAS		
POBLACIÓN	CLIMA	DOTACIÓN
(habitantes)		MEDIA
		FUTURA
		(lt/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Elaborado por: Los autores, a través de CPE INEN 5.

2.4. Variaciones de consumo

A través una visita técnica realizada a la lotización Los Romeros, se logró recopilar información, acerca del abastecimiento de agua potable existente en el sector mediante la toma de medidas del consumo de agua, observada en los medidores de cada predio ubicados en la vía principal, de igual forma se tomó las medidas de la variación del consumo de agua en el tanque de almacenamiento, durante un tiempo 24 horas. (Véase subcapítulo 4.1.2.4.).

2.5. Agua potable

2.5.1. Caudal de diseño

2.5.1.1. Caudal medio diario (Qmed)

Es el consumo que se espera que realice la población de diseño durante un periodo de 24 horas. Será calculado mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = \frac{P * D}{86400} \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio (lt/s).

P = Población al final del período de diseño (hab).

D = Dotación futura (lt/hab*día).

2.5.1.2. Caudal máximo diario (QMD)

Es el consumo de agua más alto en un día que se registra durante los 365 días del año. Para obtenerlo se multiplica por un coeficiente de mayoración por el caudal medio diario. Para su cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$QMD = KMD * Q_{med} \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

QMD = Caudal máximo diario (lt/s).

Qmed = Caudal medio (lt/s).

KMD = Coeficiente de Mayoración diario.

La norma recomienda los siguientes valores $KMD \text{ día} = 1.3 - 1.5$. (CPE INEN 5, pág.43).

2.5.1.3. Caudal máximo horario (QMH)

Es el caudal de máximo consumo en una hora determinada en el día, para calcular se multiplica un coeficiente de mayoración horario (KMH) por el caudal medio diario, se aplica la siguiente fórmula:

$$QMH = KMH * Q_{med} \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario (lt/s).

Qmed = Caudal medio (lt/s).

KMH = Coeficiente de mayoración horario.

La norma recomienda los siguientes valores: $KMH = 2 - 2.3$. (CPE INEN 5, pág.43)

2.5.1.4. Caudal de Diseño

El cálculo se lo obtiene con el caudal máximo horario (QMH), por ende, este es el caudal de diseño para la red de distribución. En la tabla 4 se muestra los caudales de diseño para elementos de un sistema de agua potable.

Tabla 4

Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

CAUDALES DE DISEÑO PARA LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE	
ESTRUCTURAS	CAUDALES
Captación de agua superficiales	Máximo diario + 20 %
Captaciones de agua subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de agua superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de agua subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Elaborado por: Los autores, a través de CPE INEN 5.

2.5.2. Presiones en la red

Las presiones en cada nodo deben cumplir con las siguientes especificaciones. Presiones mínimas de 10 mca en los puntos y condiciones más desfavorables de la red.

La presión estática máxima no deberá, en lo posible, ser mayor a 70 mca y presión máxima dinámica, 50 mca. Para lograr esto, la red podrá ser dividida en varias subredes interconectadas

mediante estructuras o equipos reductores de presión convenientemente localizados. (CPE INEN 5, pág. 177).

2.5.3. Velocidades

Las velocidades en tubería llena deberán estar entre 0,45 m/s mínimo para evitar sedimentación y 3.5 m/s máximo.

2.6. Alcantarillado

2.6.1. Caudales de diseño para alcantarillado

Se lo obtiene a través de la suma de los caudales como son: caudal de aguas residuales o domésticas, caudal industrial, caudal institucional, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas. Para su cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_s = Q_d + Q_{ind} + Q_{ins} + Q_{inf} + Q_{err} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

Q_s = Caudal sanitario (lt/s).

Q_d = Caudal de aguas residuales domésticas (lt/s).

Q_{ind} = Caudal industrial (lt/s).

Q_{ins} = Caudal institucional (lt/s).

Q_{inf} = Caudal infiltración (lt/s).

Q_{err} = Caudal de conexiones erradas (lt/s).

2.6.2. Caudal doméstico

Para el cálculo del caudal doméstico (Q_d), se lo utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_d = \frac{D_{net} * D * A * R}{86400} \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

Dneta = Dotación neta por habitante (lt/hab/día).

A = Área del proyecto (ha).

D = Densidad poblacional (hab/ha).

R = Coeficiente de retorno (adimensional).

2.6.3. Caudal de conexiones erradas

Caudal proveniente de las aguas lluvias de techos y patios con malas conexiones. Si no se dispone de registros de caudales medidos, se dan como guía valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias.

En la tabla 5 se muestra los aportes para conexiones erradas. (EMAAP-Q, 2009, pág. 32).

Tabla 5

Aportes máximos para conexiones erradas.

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (lt/s – ha)
Bajo y medio	0.2 - 2
Medio alto y alto	0.1 - 1

Elaborado por: Los Autores, a través de EMAAP-Q, 2009.

2.6.4. Caudal de infiltración

Es inevitable la infiltración de aguas superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de tuberías con pozos de inspección y demás estructuras, y en estos cuando no son completamente impermeables.

El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración. A lo largo de la vida útil de las redes, el aporte de aguas de infiltración también puede estar asociado con el nivel de amenaza sísmica de la localidad.

En los niveles de complejidad de sistemas bajo y medio, será necesario fijar un sistema pluvial y determinar acciones de control en la reducción de los aportes de aguas por conexiones erradas. Además si el nivel del sistema es de complejidad baja, se fijará un aporte de conexiones erradas. La tabla 6 indica los rangos de infiltración debido a la complejidad del sistema. (EMAAP-Q, 2009, pág. 33)

Tabla 6

Infiltración debido a la complejidad del sistema.

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

Elaborado por: Los autores, a través de EMAAP-Q, 2009.

2.6.5. Caudal pluvial

Para calcular el caudal pluvial, se podrá emplear el método racional, ya que es utilizado para obras de drenaje vial, urbano y agrícolas. Este método se toma en cuenta para cuencas de superficies de hasta 200 ha.

$$Qp = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ec.9}$$

Donde:

Qp = Caudal pluvial (m³/s).

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional).

I = Intensidad de la lluvia (mm/h).

A = Área de la cuenca (Ha).

2.6.6. Coeficiente de retorno

Es el porcentaje de agua de uso doméstico el mismo que ingresa al sistema de alcantarillado como agua residual. Para estimar este valor se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 7

Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas.

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

Elaborado por: Los autores, a través de CPE INEN 5.

Para el presente proyecto se utilizará un coeficiente de retorno de 0.8.

2.6.7. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía depende del uso del suelo, que corresponde a la superficie de un proyecto, en el caso de que existan distintos tipos de usos de suelo, se determinará un coeficiente para cada tipo.

El coeficiente de escorrentía recomendado por el GADMUR para áreas impermeables es de 0.8 y para áreas permeables es de 0.5.

2.6.8. Intensidad (I)

Para la determinación del cálculo de la intensidad es necesario conocer la ubicación en la que se encuentra el proyecto, para después identificar estaciones meteorológicas que se encuentren aledañas a la zona de estudio y poder seleccionarla como referencia para el estudio hidrológico.

La intensidad, se la obtiene mediante la siguiente fórmula, utilizada para el cantón Rumiñahui. (GADMUR, parámetros de diseño, pág.2).

$$I = 212 * \frac{T^{0.123}}{t^{0.47}} \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación para un periodo de retorno (mm/h).

T = Tiempo de retorno (años).

t = Tiempo de concentración (mín).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diagnóstico del sistema actual de agua potable

El presente proyecto consta actualmente con el abastecimiento de agua potable mediante un tanque de almacenamiento edificado en el año de 2002, con la ayuda del GADMUR de Rumiñahui. Los componentes de sistema actual lo describimos a continuación.

Actualmente el tanque se encuentra abasteciendo al sector de San Fernando y a la vía principal de la lotización Los Romeros.

3.1.1. Captación

El presente proyecto consta de 5 galerías filtrantes o también llamadas túneles de captación de agua cuyo objetivo es captar fuentes de infiltración y aguas de afloramiento, ya que este es un proceso natural de filtración del agua por lo que se considera de muy buena calidad.

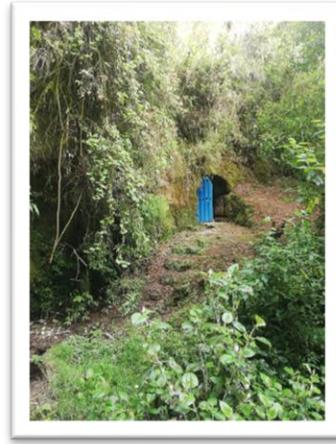
El caudal de la captado se lleva a través de una obra hidráulica formada por uniones de tuberías que permiten la recolección del agua a lo largo de toda su extensión, a través de una visita técnica se pudo constatar que dichas galerías están rodeadas de material granular (grava y arena) cuyo objetivo es mejorar la filtración e impedir que partículas más grandes bloqueen o tapen el paso del agua. En la siguiente figura se muestra los cinco ingresos a las galerías filtrantes.

Figura 3

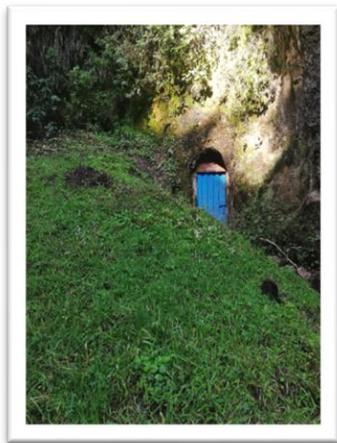
Ingreso a las galerías filtrantes.



Galería 1 y 2



Galería 3



Galería 4



Galería 5

Nota. Fotografías de las galerías filtrantes. Elaborado por: Los autores.

3.1.2. Fuente de abastecimiento

El agua que proviene de las galerías filtrantes es recogida a través de dos cajas recolectoras cuya función es captar el agua de las diferentes galerías y direccionarla al tanque de

almacenamiento San Fernando. En la figura 4 se muestra el interior de la galería 1 y en la figura 5 se muestran las cajas colectoras del caudal proveniente de las galerías filtrantes.

Figura 4

Galería filtrante 1.



Nota. Fotografía de la galería filtrante capturada internamente. Elaborado por: Los autores.

Figura 5

Cajas recolectoras.



Nota. Fotografía de las cajas colectoras. Elaborado por: Los autores.

3.1.3. Sistema Hidráulico

Este sistema se está constituido por tanques cuadrados de hormigón en forma de gradas que se encuentran dentro de las galerías cuya finalidad es de evitar la acumulación de sedimentos, las cuales son tratadas por medio de cloración cada 72 horas.

Las galerías filtrantes se conectan con las cajas de recolección por medio de tuberías de asbesto cemento y PVC, cuyos diámetros varían de 2", 4" y 6", las cuales se encuentran vistas sobre el terreno. En la figura 6 se muestran las tuberías del sistema hidráulico.

Figura 6

Tuberías del sistema hidráulico.



Nota. Fotografía de las tuberías del sistema hidráulico. Elaborado por: Los autores.

La tubería de conducción que se dirige hacia el tanque de almacenamiento es de asbesto cemento con un diámetro 6", la cual se encuentra en su gran mayoría bajo tierra.

El sistema hidráulico del presente proyecto se está funcionando a gravedad.

3.1.4. Tanque de almacenamiento

Construido por muros de hormigón armado que soporta un volumen de $500 m^3$, las dimensiones del tanque actual no cumplen con el volumen necesario, es por este motivo que se produce un rebose de agua considerable, el tanque está ubicado en la calle Camino de la Libertad - Lucas Tipán de la Cruz, a una altura de 1714 msnm, este tanque cuenta con las siguientes características. En la figura 7 y en la tabla 8 se muestra las imágenes y las características físicas del tanque de almacenamiento San Fernando respectivamente.

Figura 7

Tanque de almacenamiento San Fernando.



Nota. Fotografía del tanque de almacenamiento San Fernando. Elaborado por: Los autores.

Tabla 8

Características físicas del tanque de almacenamiento.

Características Geométricas	
Parámetro	Dato
L (m)	11.25
B (m)	11.25
h tanque (m)	4.77
e losa (m)	0.25
e pared (m)	0.2
Área interna (m ²)	126.56
h rebose (m)	4.15
V(m ³)	525.23

Elaborado por Autores.

El tanque también, consta de una escalera metálica de acceso a la parte superior, con pasamanos de seguridad, tapa metálica para el orificio de entrada y un tanque de cloración ubicado en la parte superior.

3.1.5. Red de distribución

Esta red está ubicada únicamente en la vía principal de la calle Camino de la Libertad - Lucas Tipán de la Cruz y calle C. La tubería principal está constituida por un diámetro de 6" de PVC, U/E 1.25 MPa.

Las conexiones domiciliarias son de tubería de PVC de ½" de diámetro, con su respectivo collarín. En el sector se puede llevar un registro numérico únicamente de los medidores existentes en la vía principal.

3.1.6. Estimación de consumo

A través de las bases de diseño entregadas por la Dirección de Comercialización, Agua Potable y Alcantarillado del GADMUR, se conoce que la estimación per cápita diaria para diseño de redes de agua potable es de 250 lt/hab/día, en el cantón Rumiñahui.

3.1.6.1. Problemas presentes en el servicio

La lotización Los Romeros tiene una serie de problemas técnicos que se mencionaran a continuación.

- La red de distribución tiene alrededor de 20 años de funcionamiento y no abastece a toda la lotización Los Romeros.
- El tanque de almacenamiento no cubre la capacidad de agua que ingresa.

- Se produce rebose considerable de agua en 9 horas.
- No tienen un registro del mantenimiento de la estructura
- No se dispone de sistema eléctrico.
- Carece de un control de nivel del tanque, ya que se lo realiza solo de forma manual.

3.2. Diagnóstico del sistema actual de alcantarillado

El presente proyecto consta actualmente con un sistema de alcantarillado sanitario en la calle Camino de la Libertad - Lucas Tipán de la Cruz y un alcantarillado sanitario y pluvial separado en la calle C de la lotización Los Romeros, el cual se hace combinado en el último pozo para su descarga final al Río Santa Clara. Este sistema de alcantarillado fue construido en el año de 2002, con la ayuda del GADMUR de Rumiñahui. Los componentes de sistema actual lo describimos a continuación.

Actualmente este sistema de alcantarillado sanitario consta de pozos, con tuberías de hormigón tipo II y tipo III y un sistema de alcantarillado pluvial que consta de pozos con tuberías de PVC corrugado, cada pozo consta con su respectiva tapa de hierro fundido y paredes de hormigón en buen estado.

3.2.1. Análisis hidráulico del alcantarillado existente

Se pudo observar que el alcantarillado existente de la lotización Los Romeros, está conformado por dos tipos, los cuales son alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial ubicados únicamente en la vía principal.

3.2.1.1. Alcantarillado Sanitario

Por medio de una visita técnica realizada a área de estudio, se pudo observar que el alcantarillado existente consta de pozos con sus respectivas tapas circulares de hierro fundido de diámetro de 0.60 m los cuales cumplen con la normativa lo cual facilita el descenso al interior del pozo.

Los pozos se encuentran conectados a través de tuberías de hormigón de 200 mm los cuales cumplen con la normativa la cual estipula que, el diámetro mínimo que deberá usarse en sistemas de alcantarillado será 0,2 m para alcantarillado sanitario.

Se pudo constatar que no todos los pozos se encuentran ubicados conforme a la normativa INEN 5 debido a que unos están en el eje de la vía y a distancias mayores a 100 m y otros si se encuentran cumpliendo normativa que nos especifica que se deben colocar en el lado opuesto de la calzada en la que se encuentra instalado la tubería de agua potable, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes; y las tuberías de la red pluvial deberán ir en el eje de la vía. En la figura 8 se muestra imágenes de un pozo del alcantarillado sanitario con su respectiva tapa.

Figura 8

Pozo de alcantarillado sanitario y tapa de hierro fundido.



Nota. Fotografía de pozo de alcantarillado sanitario y tapa de hierro fundido. Elaborado por: Los autores.

A través de un análisis hidráulico realizado al alcantarillado sanitario existente, se pudo observar que los diámetros de la tubería si cumplen con la normativa, pero no se encuentran cumpliendo la distancia máxima entre pozos, ya que para un alcantarillado sanitario con diámetro de 200 mm su distancia máxima será de 100 m, considerando que la longitud de separación entre los pozos, no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

La velocidad de diseño mínima y máxima se encuentra cumpliendo la normativa la cual no debe ser menor a 0.45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de sedimentos, y que tenga velocidades de flujo que produzcan autolimpieza. En cuanto a la velocidad máxima de igual forma cumple con normativa, ya que para una tubería de hormigón en de 4 m/s.

Este sistema de alcantarillado consta con pendientes mayores que 1% debido a la topografía de terreno lo que permite a una mejor conducción hacia la descarga final.

La normativa nos indica que no deberá realizar un diseño de sistema de alcantarillado sanitario o combinado con descarga cruda directa a un cuerpo receptor, lo cual no se encuentra cumpliendo, ya que la descarga final es directa hacia el Río Santa Clara.

3.2.1.2. Alcantarillado Pluvial

Se pudo constatar que está conformado por tuberías de hormigón y PVC (corrugado) de diámetro de 600 mm, con una separación entre pozos que se encuentran cumpliendo la normativa la cual nos indica que para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm la separación máxima será de 150 m.

Los pozos cuentan con sus respectivas tapas circulares de hierro fundido de diámetro de 0.60 m.

En alcantarillado pluvial la velocidad mínima será de 0,9 m/s, para caudal máximo instantáneo, en cualquier época del año, lo cual cumple a través del análisis hidráulico realizado.

3.3. Identificación de fuente de agua que permita cubrir el eventual déficit de la disponibilidad

La captación que se realiza en la actualidad son aguas de infiltración y afloramiento que se obtienen de las galerías filtrantes ubicadas aproximadamente a unos 200 m de la zona de estudio.

Para captaciones futuras se contempla el proyecto Condormachay que es el sistema de agua potable que va a abastecer a toda la zona rural de Rumipamba y por ende podrá abastecer al tanque San Fernando, ya que está provisto que este sistema abastezca a más de 10 poblaciones, unas de las cuales son: La Moca, La Libertad, El Vallecito, San Antonio, Santa Ana, Curipungo, San Fernando, entre otros.

3.4. Análisis de alternativas

Para el presente proyecto se tiene dos posibles alternativas tanto para el sistema de distribución de agua potable y la red de alcantarillado.

3.4.1. Agua Potable

3.4.1.1. Alternativa 1

Se propone diseñar una red de distribución abierta o ramificada para la distribución del sistema de agua potable la cual constará de diversos ramales que terminarán en puntos ciegos, esto quiere decir sin conexiones con otras tuberías, por lo tanto, este tipo de red se caracteriza por no tener ningún circuito en el sistema.

3.4.1.2. Alternativa 2

Se propone diseñar una red de distribución cerrada, donde se logra conformar mallas o circuitos a través de las conexiones entre los ramales, esta red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución cuya función es de alimentar a todos sus ramales.

3.4.2. Alcantarillado

3.4.2.1. Alternativa 1

Se propone diseñar una red de alcantarillado separado para descargas de aguas servidas tratadas y para aguas lluvias que se originan en el sector, para lo tanto se realizará una red de tuberías tanto para el caudal domiciliario sanitario la cual contará con planta de tratamiento, y para el caudal pluvial, los cuales constarán de tuberías de PVC para la recolección domiciliaria cuyos diámetros mínimos será 200 mm y para la recolección pluvial utilizaremos diámetros mínimos de 250 mm.

3.4.2.2. Alternativa 2

Se propone diseñar una red de alcantarillado combinado, esto quiere decir que la misma red de tuberías recibirá ambas descargas, tanto caudal sanitario como pluvial y lo dirigirá a la zona de descarga de la planta de tratamiento, esta red utilizará tuberías de PVC con diámetro mínimo de 250 mm.

3.5. Selección de alternativas

3.5.1. Agua Potable

Una vez descrito las alternativas para el presente proyecto, en conjunto con el GADMUR se realizó un análisis técnico-económico donde se decidió optar por un circuito cerrado que

corresponde a la alternativa 2, ya que esta configuración es la más conveniente debido a que si existiera una posible rotura en alguna de las tuberías, se lograría afectar a la menor cantidad de usuarios debido a que el agua puede conducirse por otras tuberías, dejando aislado el tramo en reparación.

Este sistema se caracteriza por tener un libre sentido de circulación del agua dando así una mejor repartición de la presión a los nodos del circuito.

3.5.2. Alcantarillado

Para el presente proyecto, ambas alternativas se pueden realizar, pero se escogerá la opción que nos entregue una mejor operatividad, por ello el GADMUR solicita la realización de un alcantarillado separado, debido a que el volumen de aguas lluvias, que se genera en el sector son muy considerables, ya que al mayorarlo con un volumen de aguas servidas podría sobrepasar el 80% de la capacidad de la tubería lo cual no garantiza el óptimo funcionamiento de las tuberías del sistema, lo que podría generar problemas en el sector y molestia a los habitantes.

3.6. Calidad de agua

El análisis de calidad de agua de la lotización Los Romeros sector San Fernando fue realizado por el GADMUR es decir por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipio de Rumiñahui.

La información nos indica que el agua se encuentra dentro de los parámetros normales considerando que la fuente es por medio de galerías filtrantes. Sin embargo, se recomienda realizar el procedimiento de cloración y limpieza del tanque de almacenamiento.

3.7. Distribución general de uso del suelo

En el Cantón Rumiñahui, la cobertura de usos al año 2018 establece que en el Cantón Rumiñahui predominan cinco usos principales de suelo, cuatro correspondientes a lo rural: agropecuario 34 con 6,351.53 has. (46.9%); vegetación arbustiva con 1,928.21 has. (14.24%); páramo con 1,811.81 has. (13.38%), y 369.3 has, de suelo correspondiente a bosque nativo y natural 2.73%. Las áreas pobladas correspondientes a suelo urbano de acuerdo a esta información suman 2,747.41 has (20.29%). En la tabla 9 se muestra el uso de suelos para el cantón Rumiñahui. En la figura 9 se muestra el mapa de descripción general del uso de suelos. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Tabla 9

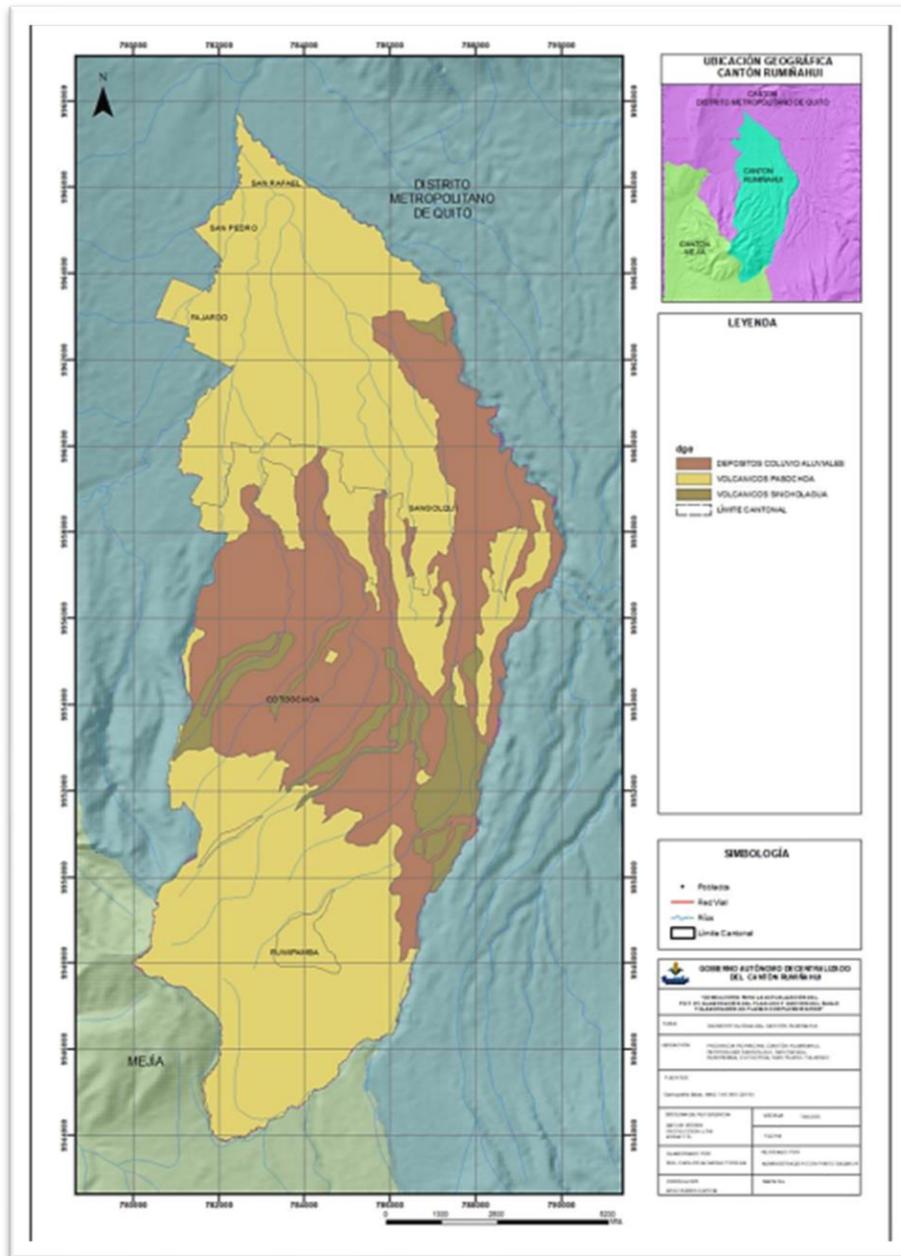
Uso de suelos general del cantón Rumiñahui 2008-2018.

Uso de suelo	Superficie 2008 ha	%	Superficie 2018 ha	%	Diferencia ha	%
Agropecuario	7492.88	55.179	6351.53	46.894	-1141.35	-15.230
Vegetación arbustiva	1645.70	12.119	1928.21	14.236	282.51	17.160
Páramo	1863.85	13.726	1811.81	13.377	-52.04	-2.790
Bosque nativo	412.96	3.041	336.6	2.485	-76.36	-0.180
Natural	12.60	0.093	32.76	0.242	20.16	201.610
Plantación forestal	39.35	0.290	259.94	1.919	220.59	560.580
Área sin cobertura vegetal			0.9	0.007		
Infraestructura	70.14	0.517	75.24	0.556	5.10	7.270
Área poblada	2041.72	15.036	2747.41	20.284	705.69	34.260
Total	13579.20	100.00	13544.40	100.00		

Elaborado por: Los autores, a través de PDOT Rumiñahui 2012.

denominaciones geológicas Volcánico Pasochoa, Depósitos coluvio aluviales y Volcánicos Sincholagua. En la figura 10 se muestra el mapa de la descripción del tipo de suelos. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Figura 10
Mapa de descripción de tipo de suelos.



Nota. Descripción del tipo de suelos. Fuente: PDOT Rumiñahui, 2012.

En la tabla 10 se muestra las formaciones geológicas y depósitos superficiales y en tabla 11 se muestra la denominación geológica del catón Rumiñahui. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Tabla 10

Formaciones geológicas y Depósitos superficiales.

Formaciones geológicas y depósitos superficiales	
Denominación	Descripción
Formaciones geológicas	
Volcánicos Pasochoa	Andesitas y piroclastos
Volcánicos Sincholagua	Lavas y piroclastos
Formación Chiche	Microconglomerados con matriz limo arenosa, areniscas gruesas con intercalaciones de tobas
Formación Cangahua	Tobas andesíticas de color café claro, ceniza y lapilli
Depósitos superficiales	
Depósitos coluviales	Gravas, arcillas y bloques
Depósitos coluvio aluviales	Limos, arenas de grano fino a grueso
Depósitos fluvio lacustres	Intercalaciones de limos, arenas y arcillas

Elaborado por: Los autores, a través de PDOT Rumiñahui, 2012.

Tabla 11

Denominación geológica.

Denominación geológica	Áreas (ha)	Porcentaje (%)
Volcánicos Pasochoa	8.381	62.02
Depósitos Coluvio Aluviales	4.271	31.6
Volcánicos Sincholagua	860	6.36

Elaborado por: Los Autores, a través de PDOT Rumiñahui, 2012.

3.8. Topografía y relieve

La topografía proporcionada por el GADMUR de Rumiñahui nos indica que es un terreno tanto ondulado y montañoso con pendientes bajas de 0-2.5, estas corresponden a un 30% del área de estudio y el porcentaje restante del área del proyecto está conformado por pendientes mayores del 10%.

La cota más elevada del proyecto es de 2714 msnm, mientras que la cota más baja es de 2644.5 msnm tomando en cuenta que las curvas de nivel están a 1 metro de distancia, lo que nos ayuda a una mejor visualización del área de estudio.

3.8.1. Infraestructura y servicios

En la actualidad la lotización Los Romeros dispone de un servicio de agua potable regulado únicamente en la calle Camino de la Libertad - Lucas Tipán de la Cruz y calle C, es decir, que el agua almacenada en el tanque se distribuye únicamente a los predios de la vía principal.

Carece de un sistema de alcantarillado en toda el área de estudio, donde únicamente posee este servicio de igual manera que en el agua potable esto quiere decir que solo consta en la vía principal, razón por la cual los habitantes de las áreas centrales de la lotización poseen pozos sépticos.

3.9. Aspectos naturales

3.9.1. Características climáticas

El Cantón Rumiñahui presenta dos tipos de clima bien marcados que son Ecuatorial Mesodérmico semi húmedo y Ecuatorial de Alta Montaña. Los rangos altitudinales en el Cantón son variables, van desde los 2.435 hasta los 4.000 msnm. En la tabla 12 se muestra la descripción del clima del cantón Rumiñahui y en la tabla 13 se indican los factores climáticos. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Tabla 12*Descripción del clima.*

Clima	Descripción
Ecuatorial mesodérmico semi húmedo	La precipitación anual es de 500 a 2000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero mayo y octubre. Es el clima que más se encuentra en los valles de la sierra, exceptuando los valles calientes como Guallabamba y los que están sobre los 3200 m de altura. La temperatura media oscila entre 12 y 20 C. la vegetación original de esta zona se ha ido modificando desde la llegada de los españoles, ya que es el sector donde se asientan las principales ciudades hoy en día.
Ecuatorial de alta montaña	El clima ecuatorial frío de alta montaña se sitúa siempre por encima de los 3000 msnm. La altura y la exposición son los factores que condicionan los valores de las temperaturas y las lluvias. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20 C. las mismas tienen sin excepción valores inferiores a 0 C y las medias anuales va de 800 a 2000 mm y la mayoría de los aguaceros son de larga duración natural, llamada matorral en el piso más bajo, es reemplazada en el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua, el páramo.

Elaborado por: Los autores, a través de PDOT Rumiñahui, 2012.

Tabla 13*Factores climáticos del cantón Rumiñahui.*

Áreas	Temperatura °C	Precipitación mm	Humedad %	Vientos Dirección	Nubosidad cielo cubierto	Heliofanía horas de sol
Urbana Sangolquí	15.45	1000	73.5	SE	5.4	171.6
Rural Rumipamba, Cotogchoa	11.6	1421	81	SE	6	sin dato

Elaborado por: Los autores, a través de PDOT Rumiñahui, 2012.

3.9.2. Recursos hídricos

Los recursos hídricos están repartidos de manera desigual en el espacio y el tiempo, y sujetos a presión debido a las actividades humanas. El agua es indispensable para la supervivencia y bienestar de los seres humanos, e importante para muchos sectores de la economía.

Los recursos hídricos que posee el sector de San Fernando son las galerías filtrantes y vertientes naturales, gracias a ellas se obtiene el agua que abastece al sector, ya que debido a la buena calidad de agua es aprovechado por los pobladores.

3.10. Estudio Hidrológico

Para el estudio hidrológico se tomó como referencia la estación meteorológica M352 que corresponde a la estación SANGOLQUÍ y la estación M353 RUMIPAMBA -PICHINCHA las cuales se muestran en la siguiente tabla la cual nos indica las precipitaciones por mes.

3.10.1. Precipitación

Tabla 14

En el Cantón Rumiñahui los meses de mayor precipitación son abril y octubre.

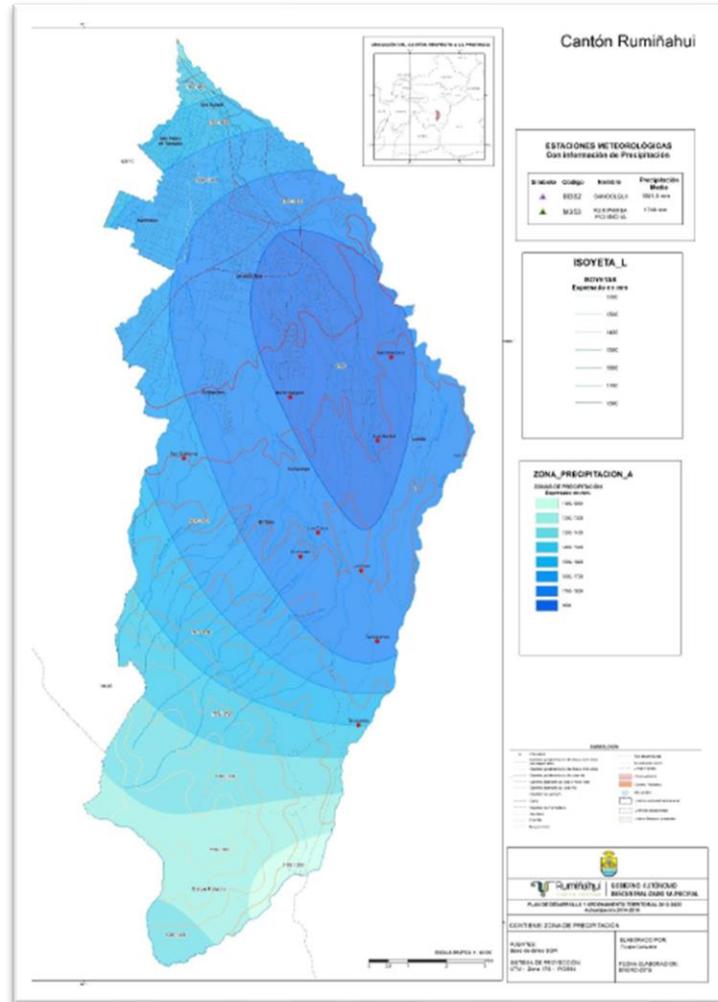
Código	Estación	Ene (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Abr (mm)	May (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Ago (mm)	Sep (mm)	Oct (mm)	Nov (mm)	Dic (mm)	Total (mm)
M352	Sangolquí	201.10	174.00	251.30	258.20	185.10	38.00	39.70	38.50	107.30	205.70	160.90	144.90	1804.70
M353	Rumipamba - Pichincha	160.60	220.30	275.50	201.10	152.00	78.10	34.30	44.00	68.00	159.30	171.90	183.90	1749.00

Elaborado por: Los autores, a través de PDOT Rumiñahui, 2012.

En la figura 11 se muestra el mapa de las precipitaciones del cantón Rumiñahui. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Figura 11

Precipitaciones del cantón Rumiñahui.



Nota. Descripción de las precipitaciones del canto Rumiñahui. Fuente: PDOT Rumiñahui, 2012.

3.11. Estudio geotécnico

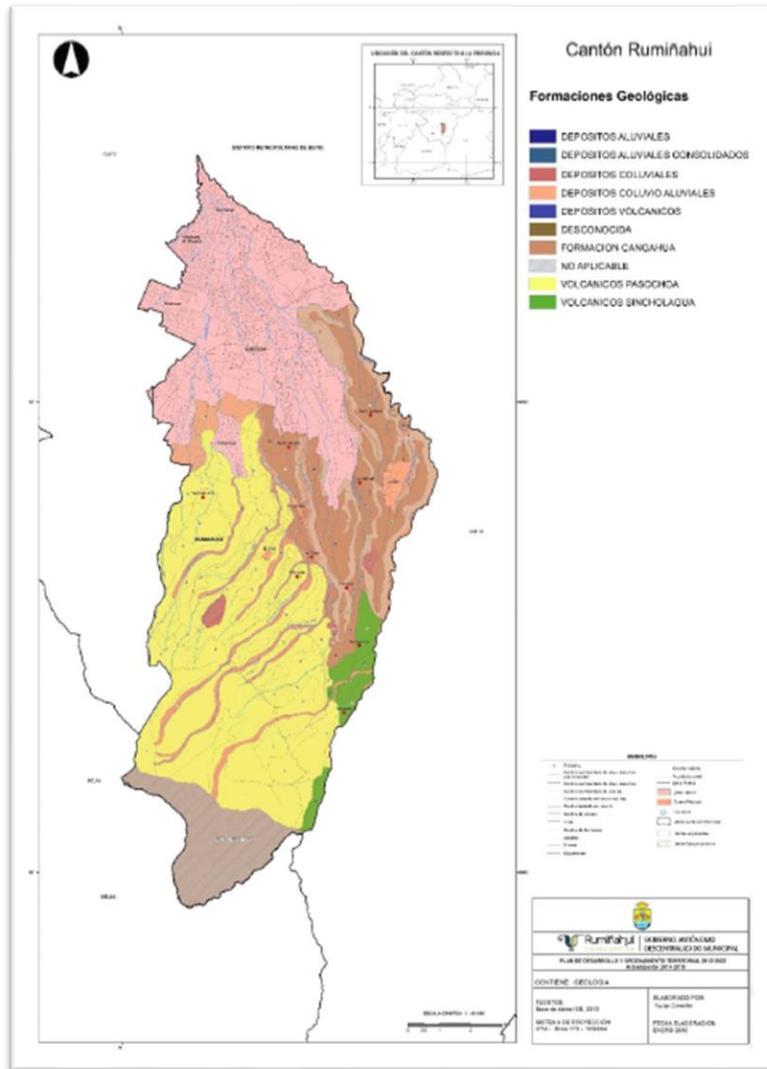
3.11.1. Geología

Geológicamente el cantón Rumiñahui se encuentra dentro del basamento del Graben por encontrarse entre los volcanes Pasochoa e Ilaló los cuales se agrupan a lo largo de la falla central de la depresión interandina. Geológicamente compuestas de la formación cangagua, depósitos lahárico, sedimentos chiche, depósitos aluviales y coluviales.

Está constituido desde la parte inferior a la superior de grano medio, conglomerados con cantos de roca volcánica, una capa de piroclásticos de aproximadamente de un metro de espesor y con abundancia de cantos en matriz tobácea, volcánicos constituidos de andesita piroxénicas. En la siguiente figura se muestra el mapa de formaciones geológicas del cantón Rumiñahui. (PDOT Rumiñahui, 2012).

Figura 12

Formaciones geológicas del cantón Rumiñahui.



Nota. Descripción de las formaciones geológicas. Fuente: PDOT Rumiñahui, 2012.

3.12. Descripción de la situación actual

3.12.1. Población

En el caso de esta investigación sectorial, la encuesta se realizó con el fin de efectuar un diagnóstico acerca de la realidad poblacional actual de la lotización Los Romeros sector San Fernando en el cantón de Rumiñahui, mediante la aplicación de un cuestionario correspondiente para el sector de actividad analizado. De esta forma, se ha obtenido información sobre la cantidad de habitantes actuales de la zona.

El sector está compuesto por 86 habitantes pertenecientes al área de estudio. Esta técnica ha proporcionado información precisa para abordar la investigación exploratoria y descriptiva de la realidad objeto de estudio, desde el punto de vista socioeconómico-poblacional, ya que los encuestados han aportado datos, opiniones y valoraciones de las estrategias para la mejora de los servicios básicos en el sector.

Para la aplicación de esta técnica de investigación han sido necesarios el diseño previo de 5 partes, correspondientes a: información poblacional, tipo de vivienda, nivel cultural, abastecimiento de agua, eliminación de excretas y actitudes de los pobladores ante el problema. Una vez elaborado y validado dicho cuestionario se realizó la respectiva plantilla en el programa informático Excel y se comenzó con el proceso de encuestar. Este proceso consistió en visitar presencialmente lote por lote con el debido protocolo de bioseguridad ante la amenaza del Covid-19. Estas encuestas tuvieron una duración aproximadamente de 10-20 minutos, la labor del encuestador consistía en hacer las preguntas, ir marcando cada ítem con las respuestas de cada representante por lote.

En la tabla 15 se indica la cantidad de habitantes existentes para el año 2021 gracias a las encuestas poblacionales que se hicieron en la lotización Los Romeros.

Tabla 15

Encuestas sector San Fernando, lotización Los Romeros.

Lote	Habitantes
4	6
5	3
13	8
21	3
22	2
26	3
25	5
28	4
29	5
32	8
34	5
40	6
41	9
43	4
44	8
47	7
Total	86

Nota. En la siguiente tabla se muestra la población actual por lote habitado. Elaborado por: Los autores.

3.12.2. Educación

La lotización Los Romeros no consta con establecimientos de educación para los pobladores del sector.

3.12.3. Salud

Se pudo observar que en la lotización Los Romeros no cuenta con un centro de salud público, ni privado lo que provoca que los habitantes del sector acudan a los centros de salud aledaños de Selvalegre y Sangolquí.

3.12.4. Aspecto económico

En su gran parte se dedican a la ganadería, ya que cuenta con grandes extensiones de pasto para el ganado vacuno, caballar.

Podemos mencionar también que el sector cuenta con:

- Medios de transporte y parada de buses Calsig, cuyo funcionamiento es diario.
- Energía Eléctrica en predios y la vía principal.
- Telefonía fija.
- Telefonía móvil, operadoras móviles con señales en pocos lugares.
- Recolección de basura por parte del GADMUR los días lunes, miércoles y viernes.

3.12.5. Línea base

Para la realización de la línea base se dialogó con los pobladores de la lotización Los Romeros, dándonos a conocer la problemática que tiene el sector, con esto determinamos lo siguiente.

El área de estudio no consta con el abastecimiento de agua potable al 100 % debido a que no existe una red de distribución para toda el área de la lotización Los Romeros, lo que provoca un rebose del tanque de almacenamiento. Es importante mencionar que este sistema fue construido en el año de 2002 llegando una capacidad del 20% de la distribución del líquido vital.

La lotización Los Romeros no tiene un sistema de recolección de aguas servidas y lluvias, por lo tanto, es necesario la construcción de redes de alcantarillado sanitario y pluvial, considerando una planta de tratamiento primaria acorde con la Normativa Ambiental Ecuatoriana.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA

4.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

4.1.1. Descripción del sistema a diseñar

Para el presente proyecto se diseñará una red de distribución de agua potable, tomando en cuenta que se necesitó conocer las condiciones en las que se encontraba el sistema existente, para lo cual se realizaron visitas técnicas, con la finalidad de llegar a conocer las condiciones viales y de la infraestructura que existe en el área de estudio.

Donde se pudo observar algunos puntos relevantes como son las galerías filtrantes y tuberías las cuales abastecen al tanque de almacenamiento San Fernando.

El sistema que se va a aplicar para el desarrollo de este proyecto será una red de distribución cerrada, la cual consiste en formar mallas o circuitos con tuberías principales, tuberías secundarias y terciarias que se adhieren a la tubería principal.

Junto con el GADMUR hemos considerado este método por razones muy importantes como es su eficiencia y garantía de servicio, ya que por medio de este sistema se logrará un control de presión en los nodos, y en caso de que existiera una posible rotura de una tubería se logre afectar a la menor cantidad de usuarios.

Este proyecto se regirá en base a las diversas normas que tenemos vigentes en el país como son: normas para el estudio y diseño de sistemas de aguas potable y disposición de agua residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (CPE INEN 5), de igual manera se tomará en cuenta la Norma de agua potable y saneamiento ambiental (EX – IEOS), y la de diseño de sistemas de alcantarillado para la (EMAAP-Q).

Todo este proyecto se lo realizará mediante el software WaterGEMS el cual nos facilitará a comprobar si el sistema se encuentra trabajando bajo los parámetros que establece la norma y observar en que tramos presentan dificultades.

4.1.2. Parámetros de diseño

4.1.2.1. Período de diseño

Considerando lo estipulado por la norma tomamos la recomendación para redes principales y secundarias de asbesto cemento o PVC de 25 años, tiempo por el cual trabajará nuestro sistema de forma adecuada y eficiente.

Podemos considerar los siguientes periodos de diseño para nuestro proyecto.

- Tanques de almacenamiento y regulación 25 años
- Tuberías 25 años

4.1.2.2. Análisis poblacional

La lotización Los Romeros sector San Fernando en el cantón de Rumiñahui, mediante la aplicación de un cuestionario correspondiente para el sector de actividad analizado a los pobladores que los componen. De esta forma, se ha obtenido información sobre la cantidad de habitantes del área del proyecto.

En la tabla 16 se muestra las áreas de aportación, la población existente para el año 2021, las densidades para cada área y la densidad promedio la cual nos permite obtener la población proyectada para los lotes no habitados.

Tabla 16*Datos y densidades poblacionales año 2021.*

Datos Poblacionales y Densidades 2021						
Sector	Área (m²)	Área (ha)	Población (hab)	Densidad (hab/ha)	Densidad (hab/ha)	Población proyectada (hab)
1	1673.03	0.1673	0	0	29.67	5
2	1535.42	0.1535	0	0	29.67	5
3	1668.05	0.1668	0	0	29.67	5
4	1617.84	0.1618	6	37.09		0
5	1536.38	0.1536	3	19.53		0
6	1714.79	0.1715	0	0	29.67	5
7	2540.19	0.2540	0	0	29.67	8
8	1708.82	0.1709	0	0	29.67	5
9	1591.50	0.1591	0	0	29.67	5
10	9259.03	0.9259	0	0	29.67	27
11	1470.47	0.1470	0	0	29.67	4
12	1521.51	0.1522	0	0	29.67	5
13	1586.73	0.1587	8	50.42		0
14	1565.43	0.1565	0	0	29.67	5
15	1454.26	0.1454	0	0	29.67	4
16	1604.33	0.1604	0	0	29.67	5
17	1481.11	0.1481	0	0	29.67	4
18	1564.07	0.1564	0	0	29.67	5
19	1497.72	0.1498	0	0	29.67	4
20	1654.25	0.1654	0	0	29.67	5
21	1479.75	0.1480	3	20.27		0
22	1700.44	0.1700	2	11.76		0
23	1512.64	0.1513	0	0	29.67	4
24	1700.41	0.1700	0	0	29.67	5
25	1588.65	0.1589	5	31.47		0
26	1984.31	0.1984	3	15.12		0
27	1480.10	0.1480	0	0	29.67	4
28	1472.42	0.1472	4	27.17		0
29	1658.13	0.1658	5	30.15		0
30	1964.02	0.1964	0	0	29.67	6
31	1479.82	0.1480	0	0	29.67	4
32	1503.18	0.1503	8	53.22		0
33	1510.41	0.1510	0	0	29.67	4
34	1910.51	0.1911	5	26.17		0
35	1910.27	0.1910	0	0	29.67	6
36	1445.31	0.1445	0	0	29.67	4
37	1785.92	0.1786	0	0	29.67	5
38	1462.29	0.1462	0	0	29.67	4
39	2648.59	0.2649	0	0	29.67	8
40	1104.85	0.1105	6	54.31		0

Sector	Área (m ²)	Área (ha)	Población (hab)	Densidad (hab/ha)	Densidad (hab/ha)	Población proyectada (hab)
41	1506.19	0.1506	9	59.75		0
42	4605.22	0.4605	0	0	29.67	14
43	3071.28	0.3071	4	13.02		0
44	3340.92	0.3341	8	23.95		0
45	4579.89	0.4580	0	0	29.67	14
46	4636.10	0.4636	0	0	29.67	14
47.1	19003.50	1.9003				
47.2	14027.93	1.4028				
47.3	2811.12	0.2811				
47.4	8465.12	0.8465	7	1.39		
47.5	2284.40	0.2284				
47.6	2069.48	0.2069				
47.7	1812.15	0.1812				
48	1908.2657	0.19082657	0	0	29.67	6
49	637.9059	0.06379059	0	0	29.67	2
50	738.9372	0.07389372	0	0	29.67	2
51	1164.1231	0.11641231	0	0	29.67	3
52	1133.8359	0.11338359	0	0	29.67	3
53	1283.0904	0.12830904	0	0	29.67	4
54	3956.7793	0.39567793	0	0	29.67	12
55	959.6032	0.09596032	0	0	29.67	3
56	1696.7381	0.16967381	0	0	29.67	5
57	1775.0841	0.17750841	0	0	29.67	5
58	1994.1738	0.19941738	0	0	29.67	6
59	2825.6878	0.28256878	0	0	29.67	8
Total		16.583	86		Total	348

Nota. Datos obtenidos con la encuesta poblacional realizada a la lotización Los Romeros.

Elaborado por: Los autores.

En la tabla 17 se muestra el resumen de datos poblacionales para el año 2021.

Tabla 17

Resumen de datos poblacionales.

Resumen de Datos (año 2021)	
Área (ha)	16.58
Total Población Actual (hab)	86
Densidad promedio (hab/ha)	29.67
Total Población proyectada (hab)	348

Elaborado por: Los autores.

Hemos podido calcular una población referencial de la lotización Los Romeros que consta de una población actual de 86 habitantes en un área de 16.58 hectáreas, la cual fue proyectada al obtener la densidad poblacional debido a que hay una gran cantidad de predios a construirse por lo cual la población proyectada será de 348 habitantes. En la siguiente tabla se indican los datos para el cálculo de la población futura.

Tabla 18

Datos para el cálculo de población futura.

Descripción	Dato	Unidad
Área de estudio	16.583	ha
Área de estudio	165834.51	m ²
Población (2010)	263	hab
Población (2021)	348	hab
Taza de crecimiento	2.94	%

Elaborado por: Los autores.

Datos

N= 25 años

$\Delta t = 11$ años del 2010 -2021

i= 2.94%

$$Pa = Po * (1 + i * \Delta t)$$

$$Pa = 263 * (1 + 0.0294 * 11)$$

$$Pa = 348 \text{ hab}$$

Incremento poblacional

$$I = \frac{Pa - Po}{N}$$

$$I = \frac{348 - 263}{25} = 3.4$$

Método Aritmético

$$Pf = P_o + IN$$

$$Pf = 348 + (3.4 * 25)$$

$$Pf = 433 \text{ hab}$$

Método Geométrico

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 348 * (1 + 0.0294)^{25}$$

$$Pf = 719 \text{ hab}$$

Método Exponencial.

$$Pf = Pa * e^{(t*r)}$$

$$Pf = 348 * e^{(25*0.0294)}$$

$$Pf = 726 \text{ hab}$$

En la siguiente tabla se indica la población futura mediante 3 métodos.

Tabla 19

Población futura 2046.

POBLACIÓN FUTURA	Hab
Aritmético (2046)	433
Geométrico (2046)	719
Exponencial (2046)	726
Población futura (2046)	726

Elaborado por: Los autores.

Una vez realizados los cálculos a través de los diferentes métodos para el cálculo de población futura se obtuvo una población entre los métodos aritmético, geométrico y exponencial.

Obteniendo una población futura de 726 hab, la cual representa a la población para el año 2046 únicamente para la lotización Los Romeros.

En tabla 20 se muestra el crecimiento poblacional y densidades, de igual manera la figura 13 muestra la gráfica del crecimiento poblacional para los años 2021, 2031, 2041 y para el 2046

Tabla 20

Crecimiento poblacional de la lotización Los Romeros.

Lotización Los Romeros			
Año	Población (hab)	Área (ha)	Densidad (hab/ha)
2021	348	16.58	20.99
2031	467	16.58	28.17
2041	627	16.58	37.82
2046	726	16.58	43.79

Elaborado por: Los autores.

Figura 13

Gráfica de crecimiento poblacional 2021, 2031, 2041 y 2046.



Nota. Descripción del crecimiento poblacional. Elaborado por: Los autores.

4.1.2.3. Dotación

Se tomará en cuenta una dotación considerando varios aspectos muy importantes tales como: consumo doméstico, ya que no existen industrias, planteles educativos, centros de salud y centros comerciales en la localidad, por lo cual el tipo población en la lotización Los Romeros es residencial, y su situación socioeconómica es media, el clima en el sector es cálido y por tal motivo hay un mayor consumo que en las partes frías o templadas.

Por todo lo mencionado y las recomendaciones que nos indica las normas, adoptamos una dotación de 250 (lt/hab/día), recomendada por los parámetros de diseño del GADMUR.

4.1.2.4. Cifras de consumo

La lotización Los Romeros no consta de un registro de cifras de consumo, por lo cual se realizó un estudio, acerca del abastecimiento de agua potable existente en el sector, se tomó medidas del consumo de agua de los medidores de cada predio ubicados en la vía principal, de igual forma se tomó las medidas de la variación del consumo de agua en el tanque de almacenamiento, durante un tiempo 24 horas. En la tabla 21 se muestran los registros de consumo de los medidores ubicados en la vía principal de la lotización Los Romeros. En la figura 14 de muestra las curvas de consumo en medidores.

4.1.2.4.1. Medidores

Tabla 21

Consumo de agua potable de los Medidores en 24 horas.

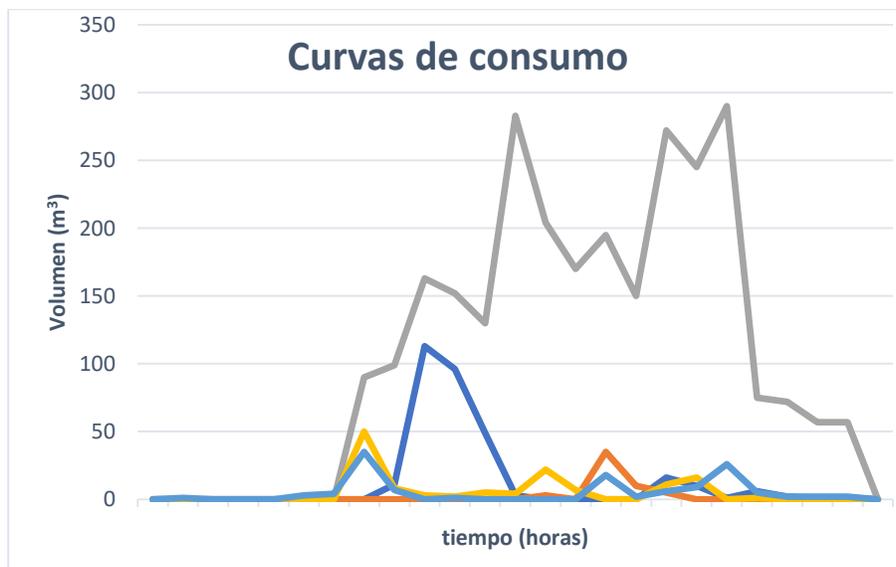
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR MEDIDORES LOTIZACIÓN LOS ROMEROS					
Día / Hora	LOTE#1 (m³)	LOTE#3 (m³)	LOTE#5 (m³)	LOTE#7 (m³)	LOTE#8 (m³)
23/1/2022 0:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155966
23/1/2022 1:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155966
23/1/2022 2:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155967
23/1/2022 3:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155967
23/1/2022 4:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155967

Día / Hora	LOTE #1 (m ³)	LOTE #3 (m ³)	LOTE #5 (m ³)	LOTE #7 (m ³)	LOTE #8 (m ³)
23/1/2022 5:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155967
23/1/2022 6:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155970
23/1/2022 7:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155974
23/1/2022 8:00	3489093	2217539	1408412	2389481	1156009
23/1/2022 9:00	3489104	2217539	1408511	2389489	1156016
23/1/2022 10:00	3489217	2217539	1408674	2389492	1156016
23/1/2022 11:00	3489313	2217539	1408826	2389494	1156017
23/1/2022 12:00	3489362	2217539	1408956	2389499	1156017
23/1/2022 13:00	3489365	2217539	1409239	2389503	1156017
23/1/2022 14:00	3489365	2217542	1409443	2389525	1156017
23/1/2022 15:00	3489365	2217542	1409613	2389532	1156017
23/1/2022 16:00	3489365	2217577	1409808	2389532	1156035
23/1/2022 17:00	3489365	2217587	1409958	2389532	1156037
23/1/2022 18:00	3489381	2217592	1410230	2389543	1156043
23/1/2022 19:00	3489391	2217592	1410475	2389559	1156052
23/1/2022 20:00	3489392	2217592	1410765	2389559	1156078
23/1/2022 21:00	3489398	2217592	1410840	2389560	1156083
23/1/2022 22:00	3489400	2217592	1410912	2389560	1156085
23/1/2022 23:00	3489401	2217592	1410969	2389560	1156087
22/1/2022 23:00	3489093	2217539	1408322	2389431	1155966

Elaborado por: Los autores.

Figura 14

Curva de consumo de agua potable de los medidores en 24 horas.



Elaborado por: Los autores.

Después de un análisis de consumos se ha tomado en consideración el pico más alto de consumo para hacer el cálculo de los coeficientes de mayoración horarias de los medidores. En la siguiente tabla se muestran los consumos máximos, los coeficientes de mayoración y los caudales máximos horarios de los medidores en un tiempo de 24 horas. La figura 15 nos indica la gráfica de los coeficientes de mayoración.

Tabla 22

Consumo máximo y coeficiente de mayoración del caudal medio para obtener el caudal máximo horario de los Medidores.

Día / Hora	Consumo máximo (m³)	k	QMH (m³/hora)
23/1/2022 0:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 1:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 2:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 3:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 4:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 5:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 6:00	0	0.000	0.000
23/1/2022 7:00	90	0.799	4.537
23/1/2022 8:00	99	0.879	4.991
23/1/2022 9:00	163	1.447	8.218
23/1/2022 10:00	152	1.349	7.663
23/1/2022 11:00	130	1.154	6.554
23/1/2022 12:00	283	2.512	14.268
23/1/2022 13:00	204	1.811	10.285
23/1/2022 14:00	170	1.509	8.571
23/1/2022 15:00	195	1.731	9.831
23/1/2022 16:00	150	1.331	7.562
23/1/2022 17:00	272	2.414	13.713
23/1/2022 18:00	245	2.175	12.352
23/1/2022 19:00	290	2.574	14.620
23/1/2022 20:00	75	0.666	3.781
23/1/2022 21:00	72	0.639	3.630
23/1/2022 22:00	57	0.506	2.874
23/1/2022 23:00	57	0.506	2.874
22/1/2022 23:00	0	0.000	0.000
Total	2704.00	24.000	136.32
Total día	112.67		1.578

Elaborado por: Los autores.

Figura 15

Gráfica de coeficientes de mayoración de los medidores en 24 horas.



Elaborado por: Los autores.

En la información presentada se puede observar el máximo consumo horario y el máximo coeficiente de mayoración de los medidores, el cual es de 2.57. En la siguiente tabla se muestra la curva de masas de los medidores.

Tabla 23

Curva de masas de los medidores.

CURVA DE MASAS DE LOS MEDIDORES 2021						
HORA	Caudal consumo (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Volumen Ac (m ³)	Caudal entrada (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Volumen Ac (m ³)
0:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	87.00
1:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	174.00
2:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	261.00
3:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	348.00
4:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	435.00
5:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	522.00
6:00:00	0.0000	0.00	0.00	0.0010	87.00	609.00
7:00:00	0.0008	69.50	69.50	0.0010	87.00	696.00
8:00:00	0.0009	76.45	145.94	0.0010	87.00	783.00
9:00:00	0.0015	125.87	271.81	0.0010	87.00	870.00
10:00:00	0.0014	117.37	389.18	0.0010	87.00	957.00

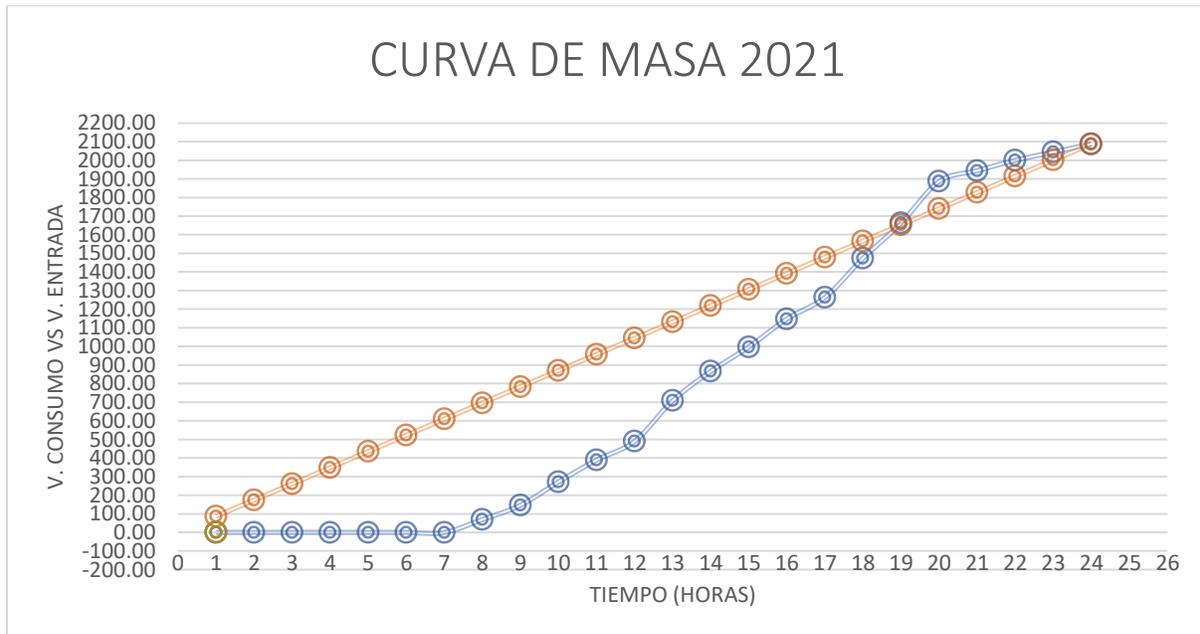
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)
11:00:00	0.0012	100.38	489.57	0.0010	87.00	1044.00
12:00:00	0.0025	218.53	708.10	0.0010	87.00	1131.00
13:00:00	0.0018	157.53	865.62	0.0010	87.00	1218.00
14:00:00	0.0015	131.27	996.90	0.0010	87.00	1305.00
15:00:00	0.0017	150.58	1147.47	0.0010	87.00	1392.00
16:00:00	0.0013	115.83	1263.30	0.0010	87.00	1479.00
17:00:00	0.0024	210.04	1473.34	0.0010	87.00	1566.00
18:00:00	0.0022	189.19	1662.52	0.0010	87.00	1653.00
19:00:00	0.0026	223.93	1886.46	0.0010	87.00	1740.00
20:00:00	0.0007	57.91	1944.37	0.0010	87.00	1827.00
21:00:00	0.0006	55.60	1999.97	0.0010	87.00	1914.00
22:00:00	0.0005	44.01	2043.99	0.0010	87.00	2001.00
23:00:00	0.0005	44.01	2088.00	0.0010	87.00	2088.00

Elaborado por: Los autores.

En la siguiente figura se muestra la gráfica de la curva de masas de los medidores.

Figura 16

Gráfica de la curva de masas de los medidores.



Nota. Descripción de los caudales de suministro y consumo de los medidores. Elaborado por: Autores.

En la curva de masas se puede observar que los consumos son muy dispares, también se observa que en 9 horas decrece el consumo de agua potable, esto se debe a que desde las 23h00 hasta las 8h00 no se vio reflejado consumo en los medidores, para lo cual se vio en la necesidad de analizar el tanque de almacenamiento para conocer lo que sucede en el mismo.

4.1.2.4.2. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento de agua potable San Fernando está ubicado en la cota 2714 msnm, el cual está a unos 100 m de la lotización Los Romeros, el mismo que está diseñado para captar agua de unas galerías filtrantes ubicadas a unos 200 m del mismo.

El tanque San Fernando está diseñado para almacenar 500 m³ agua, con un caudal de entrada de 24.17 lt/s, la cual recibe un proceso de cloración para después abastecer de agua potable a los predios de la vía principal de la lotización Los Romeros y a una parte del sector de San Fernando. En la tabla 24 se muestra la geometría del tanque de almacenamiento existente.

Tabla 24

Geometría del tanque de almacenamiento.

Dimensiones		Volumen	
X	11.25 m		Total
Y	11.25 m	525.23 m ³	Const.
h	4.15 m		
h (máx)	4.25 m	537.89 m ³	Máx. Llenado

Elaborado por: Los autores.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de agua en 24 horas, el volumen de agua consumida y los coeficientes de mayoración horaria del tanque de almacenamiento San Fernando.

Tabla 25

Volumen de agua potable del tanque de almacenamiento San Fernando en 24 horas.

HORA	ALTURA INICIAL (m)	ALTURA FINAL (m)	ΔH (m)	ÁREA TANQUE (m ²)	VOLUMEN CONSUMIDO (Lt)	COEFICIENTE K	OBSERVACIONES
23:00:00		4.15	0	126.56	0		
0:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
1:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
2:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
3:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
4:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
5:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
6:00:00		4.15	0	126.56	0	0	
7:00:00	4.15	4.09	0.06	126.56	7593.75	0.181	
8:00:00		4.06	0.09	126.56	11390.63	0.271	
9:00:00		4.02	0.13	126.56	16453.13	0.392	
10:00:00		3.96	0.19	126.56	24046.88	0.573	
11:00:00		3.71	0.44	126.56	55687.50	1.327	
12:00:00		3.61	0.54	126.56	68343.75	1.628	
13:00:00		3.57	0.58	126.56	73406.25	1.749	
14:00:00		3.43	0.72	126.56	91125.00	2.171	
15:00:00		3.4	0.75	126.56	94921.88	2.261	
16:00:00		3.38	0.77	126.56	97453.13	2.322	Máximo pico registrado
17:00:00		3.44	0.71	126.56	89859.38	2.141	
18:00:00		3.49	0.66	126.56	83531.25	1.990	
19:00:00		3.59	0.56	126.56	70875.00	1.688	
20:00:00	4.15	3.61	0.54	126.56	68343.75	1.628	
21:00:00		3.65	0.5	126.56	63281.25	1.508	
22:00:00		3.73	0.42	126.56	53156.25	1.266	
23:00:00		3.85	0.3	126.56	37968.75	0.905	
Total					1007437.5	24	
Consumo Medio Horario					41976.56	1	

Nota. Se presenta el consumo y la obtención de los coeficientes de mayoración de tanque.

Elaborado por: Los autores.

La figura 17 indica la gráfica de los coeficientes de mayoración del tanque de almacenamiento en 24 horas.

Figura 17

Gráfica de coeficientes de mayoración del tanque de almacenamiento en 24 horas.



Nota. Descripción de los coeficientes de mayoración de tanque de almacenamiento. Elaborado por: Los autores.

En la información presentada se puede observar que el coeficiente de mayoración del tanque San Fernando es de 2.32.

A continuación, se muestra la curva de masas del tanque de almacenamiento.

Tabla 26

Curva de masas del tanque de almacenamiento.

Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2021							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de Volumen (m³)
0:00:00	0	0	0	0.00101	87	87	87
1:00:00	0	0	0	0.00101	87	174	174
2:00:00	0	0	0	0.00101	87	261	261
3:00:00	0	0	0	0.00101	87	348	348
4:00:00	0	0	0	0.00101	87	435	435
5:00:00	0	0	0	0.00101	87	522	522
6:00:00	0	0	0	0.00101	87	609	609
7:00:00	0.00018	15.74	15.74	0.00101	87	696	680.26
8:00:00	0.00027	23.61	39.35	0.00101	87	783	743.65
9:00:00	0.00039	34.10	73.45	0.00101	87	870	796.55
10:00:00	0.00058	49.84	123.29	0.00101	87	957	833.71

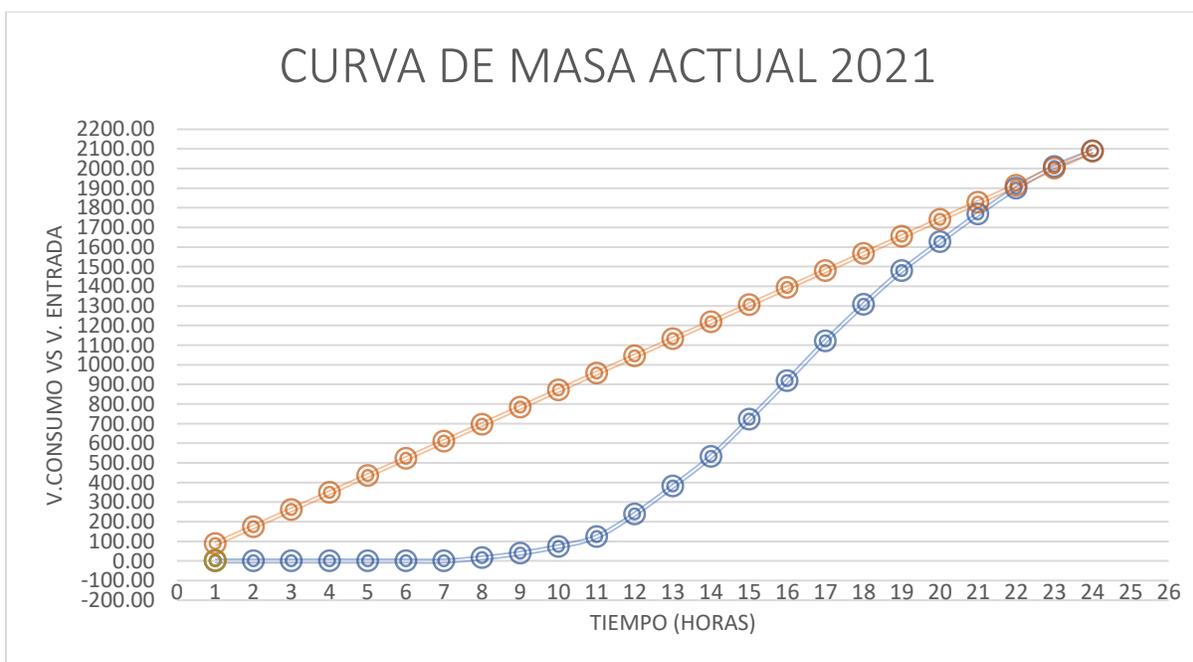
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de Volumen (m³)
11:00:00	0.00134	115.42	238.70	0.00101	87	1044	805.30
12:00:00	0.00164	141.65	380.35	0.00101	87	1131	750.65
13:00:00	0.00176	152.14	532.49	0.00101	87	1218	685.51
14:00:00	0.00219	188.86	721.36	0.00101	87	1305	583.64
15:00:00	0.00228	196.73	918.09	0.00101	87	1392	473.91
16:00:00	0.00234	201.98	1120.07	0.00101	87	1479	358.93
17:00:00	0.00216	186.24	1306.31	0.00101	87	1566	259.69
18:00:00	0.00200	173.13	1479.44	0.00101	87	1653	173.56
19:00:00	0.00170	146.89	1626.33	0.00101	87	1740	113.67
20:00:00	0.00164	141.65	1767.98	0.00101	87	1827	59.02
21:00:00	0.00152	131.16	1899.14	0.00101	87	1914	14.86
22:00:00	0.00128	110.17	2009.31	0.00101	87	2001	-8.31
23:00:00	0.00091	78.69	2088.00	0.00101	87	2088	0.00
	0.02417	2088.00					

Elaborado por: Los autores.

En la figura 18 se muestra la gráfica de curva de masas del tanque de almacenamiento.

Figura 18

Gráfica de la curva de masas del Tanque San Fernando.



Nota. Descripción de los caudales de suministro y consumo del tanque de almacenamiento.
Elaborado por: Los autores.

En la curva de masas se puede observar que al igual que en los medidores deja de tener un consumo constante y empieza a llenarse el tanque, al no existir consumo por parte de los predios que cuentan con el servicio, se produce un rebose de agua diario, para lo cual se debió hacer un análisis de rebose del tanque de almacenamiento y si este cumple con el volumen necesario.

4.1.2.4.3. Análisis de Rebose del Tanque San Fernando

En la siguiente figura se muestran las imágenes de las tuberías que sobresalen del tanque de almacenamiento, en las que claramente se ve el rebose de agua.

Figura 19

Tubería 4" lateral izquierda.



Tubería 6" lateral Derecha.



Nota. Fotografía del rebose de las tuberías que salen del tanque de almacenamiento Elaborado por:
Los autores.

Se realizó el análisis de las dos tuberías presentes en el tanque la primera ubicada en la fachada lateral izquierda de un diámetro de 4" y la otra ubicada en la fachada lateral derecha de 6" de diámetro.

Se aforó el rebose de agua que se presentaba en las dos tuberías del tanque por 9 horas desde las 23h00 de la noche hasta las 8h00 de la mañana del siguiente día.

Los datos obtenidos del rebose producido se presentan a continuación en la tabla 27 de la tubería de 4" y en la tabla 28 de la tubería de 6".

Tabla 27

Volumen de Rebose Tubería de 4".

Volumen de Rebose Tubería de 4"						
Hora	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Caudal (lt/Seg)	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Volumen (m ³)
23:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
0:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
1:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
2:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
3:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
4:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
5:25:00	42.32	40	0.95	3600	3402.65	3.40
6:25:00	203.6	40	0.20	3600	707.27	0.71
6:30:00	301.26	40	0.13	300	39.83	0.04
6:35:00	386.35	40	0.10	300	31.06	0.03
Total					24596.69	24.60

Elaborado por: Los autores.

Tabla 28

Volumen de Rebose Tubería de 6".

Volumen de Rebose Tubería de 6"						
Hora	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Caudal (lt/Seg)	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Volumen (m ³)
23:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
0:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
1:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
2:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
3:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
4:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
5:30:00	11.23	40	3.56	3600	12822.80	12.82
6:30:00	14.1	40	2.84	3600	10212.77	10.21
6:40:00	20.03	40	2.00	600	1198.20	1.20
6:45:00	21.6	40	1.85	300	555.56	0.56
6:50:00	24.85	40	1.61	300	482.90	0.48

Hora	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Caudal (lt/Seg)	Tiempo (seg)	Volumen (lt)	Volumen (m³)
6:55:00	26.49	40	1.51	300	453.00	0.45
7:00:00	29.21	40	1.37	300	410.82	0.41
7:05:00	38.49	40	1.04	300	311.77	0.31
7:10:00	45.75	40	0.87	300	262.30	0.26
7:15:00	60.38	40	0.66	300	198.74	0.20
7:20:00	60.64	40	0.66	300	197.89	0.20
7:30:00	93.01	40	0.43	600	258.04	0.26
7:40:00	135.23	40	0.30	600	177.48	0.18
7:50:00	156.57	40	0.26	600	153.29	0.15
7:55:00	241.31	40	0.17	300	49.73	0.05
8:00:00	391.36	40	0.10	300	30.66	0.03
Total					104712.70	104.71

Elaborado por: Los autores.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del volumen total de rebose que se produce por medio de las tuberías que sobresalen del tanque de almacenamiento.

Tabla 29

Volumen Total Diario de Rebose de las Tuberías.

Total Rebose	
Rebose Tubería 4" (m ³)	24.60
Rebose Tubería 6" (m ³)	104.71
Total (m³)	129.31

Elaborado por: Los autores.

Al producirse un Rebose de agua diario bastante considerable hemos analizado que el tanque no cumple con el volumen de almacenamiento necesario, para lo cual se realiza el análisis de curva de masas de los siguientes años 2021, 2031, 2041 y para el año de diseño 2046. (Véase curvas de masas en el ANEXO 1).

En la siguiente tabla se muestra el análisis de consumo y suministro del tanque San Fernando para el año 2021

Tabla 30*Análisis de consumo y suministro del Tanque San Fernando actual.*

Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2021							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de Volumen (m³)
0:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	87.00	87.00
1:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	174.00	174.00
2:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	261.00	261.00
3:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	348.00	348.00
4:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	435.00	435.00
5:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	522.00	522.00
6:00:00	0	0	0.00	0.00	87.00	609.00	609.00
7:00:00	0.00	15.74	15.74	0.00	87.00	696.00	680.26
8:00:00	0.00	23.61	39.35	0.00	87.00	783.00	743.65
9:00:00	0.00	34.10	73.45	0.00	87.00	870.00	796.55
10:00:00	0.00	49.84	123.29	0.00	87.00	957.00	833.71
11:00:00	0.00	115.42	238.70	0.00	87.00	1044.00	805.30
12:00:00	0.00	141.65	380.35	0.00	87.00	1131.00	750.65
13:00:00	0.00	152.14	532.49	0.00	87.00	1218.00	685.51
14:00:00	0.00	188.86	721.36	0.00	87.00	1305.00	583.64
15:00:00	0.00	196.73	918.09	0.00	87.00	1392.00	473.91
16:00:00	0.00	201.98	1120.07	0.00	87.00	1479.00	358.93
17:00:00	0.00	186.24	1306.31	0.00	87.00	1566.00	259.69
18:00:00	0.00	173.13	1479.44	0.00	87.00	1653.00	173.56
19:00:00	0.00	146.89	1626.33	0.00	87.00	1740.00	113.67
20:00:00	0.00	141.65	1767.98	0.00	87.00	1827.00	59.02
21:00:00	0.00	131.16	1899.14	0.00	87.00	1914.00	14.86
22:00:00	0.00	110.17	2009.31	0.00	87.00	2001.00	-8.31
23:00:00	0.00	78.69	2088.00	0.00	87.00	2088.00	0.00
	<u>0.02416667</u>	<u>2088</u>					

Volumen útil del tanque		
V. máx	833.71	m ³
V. mín	-8.31	m ³
Volumen útil	842.02	m ³
Dimensiones del tanque		
X	11.25	m
Y	11.25	m
h	4.15	m
Área	126.56	m ²

Elaborado por: Los autores.

4.1.2.4.4. Análisis de las dimensiones del tanque de almacenamiento

$$L= 11.25 \text{ m}$$

$$B= 11.25 \text{ m}$$

$$H= 4.15 \text{ m}$$

$$\text{Área actual}= 11.25*11.25$$

$$\text{Área actual}= 126.56 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen actual}= 126.56*4.15$$

$$\text{Volumen actual}= 525.23 \text{ m}^3$$

Al calcular las dimensiones del tanque actual año 2021, se puede observar que el volumen de almacenamiento necesario no cumple con el calculado por lo que sería necesario un tanque de almacenamiento de mayor dimensión para que no se desperdicie el agua que rebosa y los volúmenes sean bien regulados por la entidad a cargo.

Con la información obtenida mediante el GADMUR se conoce que el tanque existente tiene una capacidad de aproximadamente de 500 m^3 , los cuales no satisfacen con el volumen real calculado, por este motivo se produce un rebose de 9 horas las cuales comprende de 23:00 de la noche hasta las 08:00 de la mañana, tiempo en el cual se produce un rebose obtenido por medio del aforo de las tuberías que sobresalen del tanque de 129.31 m^3 , el cual se debe sumar al volumen útil obtenido en la curva de masas del tanque de almacenamiento de 842.02 m^3 , obteniendo un volumen útil final de 971.33 m^3 , por tal motivo se propone realizar un nuevo tanque de almacenamiento que será ubicado junto al existente con el fin de poder cumplir con la capacidad necesaria.

4.1.2.4.5. Cálculo del tanque de almacenamiento necesario para el año 2021

En la siguiente tabla se muestra el coeficiente de mayoración para el predimensionamiento del nuevo tanque de almacenamiento.

Tabla 31

Coeficiente de mayoración K para el predimensionamiento del tanque de almacenamiento.

VOLUMEN (m³)	VALOR DE (K)
menor a 300	2
300-600	1.8
600-900	1.5
900-1300	1.3
1300-1600	1
1600 a mayor	0.7

Elaborado por: Los autores.

Volumen total necesario tanque de almacenamiento

$$V_{util} = 842.02 \text{ m}^3$$

$$V_{rebose} = 129.31 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 842.02 + 129.31$$

$$V_{total} = 971.33 \text{ m}^3$$

$$V_{tanque \text{ actual}} = 500 \text{ m}^3$$

$$V_{tanque \text{ nuevo}} = 971.33 - 500$$

$$V_{nuevo} = 471.33 \text{ m}^3$$

Cálculo de la profundidad

$$H = \frac{V_n}{300} + k$$

$$H = \frac{471.33}{300} + 1.8$$

$$H = 3.37 \text{ m}$$

$$Hadop = 4.50m$$

Cálculo del área de la base

Área de la base

$$A = \frac{Vn}{Hadop}$$

$$A = \frac{471.33}{4.50}$$

$$A = 104.74 \text{ m}^2$$

Cálculo de la base para una sección cuadrada

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{104.74}$$

$$L = 10.23m$$

$$Lconst = 10.30m$$

Cálculo del nuevo volumen del tanque de almacenamiento

$$V = 10.30 * 10.30 * 4.5$$

$$V = 477.41 \text{ m}^3$$

En la siguiente tabla se muestra la geometría del nuevo tanque de almacenamiento.

Tabla 32

Geometría del nuevo tanque de almacenamiento.

GEOMETRÍA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
L (m)	10.3
B (m)	10.3
H (m)	4.5
Área (m ²)	106.09
Volumen (m ³)	477.405

Elaborado por: Los autores.

4.1.2.5. Presiones en la red

El sistema actual de la lotización Los Romeros será evaluado para periodo extendido, es por esta razón que se comprobará que la red proyectada para el año actual cumpla con presiones máximas a 50 mca y mínimas de 10 mca. (Véase figura 25).

4.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

4.2.1. Descripción del sistema a diseñarse

En el presente proyecto se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial separado, esto quiere decir que recolectara el agua residual producida por los moradores de la lotización Los Romeros y aguas lluvias generas por las diferentes precipitaciones que se producen durante el año.

Las aguas residuales serán trasportadas a una planta de tratamiento primaria en tanto que las aguas lluvias serán dirigidas a un pozo de disipación de energía, para después ser desembocadas al Río Santa Clara.

4.2.2. Parámetros de diseño

4.2.2.1. Período de diseño

En consideración en lo estipulado por la norma tomamos la recomendación para tuberías de PVC de 25 años, tiempo por el cual trabajará nuestro sistema de forma adecuada y eficiente.

Podemos considerar los siguientes periodos de diseño para nuestro proyecto.

- Tuberías 25 años
- Planta de tratamiento 25 años

4.2.2.2. Análisis poblacional

En la siguiente tabla se muestra los datos para el cálculo de la población futura.

Tabla 33

Datos para el cálculo de población futura.

Descripción	Datos	Unidad
Área de estudio	16.58	ha
Área de estudio	165834.51	m ²
Población (2010)	263	hab
Población (2021)	348	hab
Taza de crecimiento	2.94	%

Elaborado por: Los autores.

Datos

N= 25 años

$\Delta t = 11$ años del 2010 -2021

i= 2.94%

$$Pa = P_o * (1 + i * \Delta t)$$

$$Pa = 263 * (1 + 0.0294 * 11)$$

$$Pa = 348 \text{ hab}$$

Incremento poblacional

$$I = \frac{Pa - P_o}{N}$$

$$I = \frac{348 - 263}{25} = 3.4$$

Método Aritmético

$$Pf = P_o + IN$$

$$Pf = 263 + (3.4 * 25)$$

$$Pf = 433 \text{ hab}$$

Método Geométrico

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 348 * (1 + 0.0294)^{25}$$

$$Pf = 719 \text{ hab}$$

Método Exponencial.

$$Pf = Pa * e^{(t*r)}$$

$$Pf = 348 * e^{(25*0.0294)}$$

$$Pf = 726 \text{ hab}$$

En la tabla 34 se muestra la población futura por los tres métodos.

Tabla 34

Población futura 2046.

POBLACIÓN FUTURA	Hab
Aritmético (2046)	433
Geométrico (2046)	719
Exponencial (2046)	726
Población futura (2046)	726

Elaborado por: Los autores.

En la tabla 35 se muestra el crecimiento poblacional para los años 2021, 2031, 2041 y 2046.

Tabla 35

Crecimiento poblacional de la lotización Los Romeros.

Lotización Los Romeros			
Año	Población (hab)	Área (ha)	Densidad (hab/ha)
2021	348	16.58	20.99
2031	467	16.58	28.17
2041	627	16.58	37.82
2046	726	16.58	43.79

Elaborado por: Los autores.

Una vez realizados los cálculos a través de los diferentes métodos para el cálculo de población futura se obtuvo una población de 726 Hab.

Se tiene en consideración a petición del GADMUR que no solo se prestará el servicio a la lotización Los Romeros sino también a las áreas aledañas que no constan con el servicio de alcantarillado. En la siguiente tabla se muestra la población proyectada para las áreas aledañas.

Tabla 36

Tabla de población proyectada para Alcantarillado Sanitario 2046.

Lugar	Área (ha)	Población proyectada (hab)
Lotización Los Romeros	16.58	726
Áreas aledañas	4.57	200
Total	21.15	926

Elaborado por: Los autores.

En la tabla 36 se indica la población futura para toda el área a la cual se le dará el servicio de alcantarillado sanitario con un total de 926 hab.

4.2.2.3. Contribución de las aguas residuales

La cantidad de aguas residuales que se aporta a un sistema de recolección y evacuación está integrado por aguas negras pertenecientes a las residencias, las industrias, comercios, a estos se debe estimar basándose en la información histórica de sus consumos, sus periódicos mediciones y constantes evaluaciones. (EMAAP-Q, 2009, pág.28).

4.2.2.4. Caudal sanitario de diseño

El valor del caudal para el diseño del sistema, resulta con la suma de los caudales producidos por las aguas residuales domésticas, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas. En la siguiente tabla se muestra los datos para el tramo entre el pozo 21 al pozo 22.

Tabla 37

Datos del tramo 21-22.

Tramo 21-22	
Datos	
L (m)	29.62
A parcial (ha)	0.37
A acumulada (ha)	8.64
Densidad	43.79
C retorno R	0.8

Elaborado por: Los autores.

Donde:

L = Longitud del tramo (m).

A parcial = Es el área de aportación parcial del tramo especificado (ha).

A acumulada = Es el área de aportación acumulado hacia el tramo siguiente (ha).

Densidad = Es la densidad poblacional (hab/ha).

C = Es el coeficiente de retorno (adimensional).

Cálculo de la población parcial

$P = A \text{ parcial} * \text{Densidad}$

$P = 0.37 * 43.79$

$P = 16 \text{ hab}$

Cálculo del caudal doméstico

$$Q_d = \frac{D_{net} * D * A * R}{86400}$$

$$Q_d = \frac{16 * 250 * 0.8 * 4}{86400}$$

$$Q_d = 0.15 \text{ lt/s}$$

Cálculo del caudal de infiltración

$$Q_{inf} = C_{inf} * A_{parcial}$$

$$Q_{inf} = 0.37 * 0.4$$

$$Q_{inf} = 0.15 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Cálculo del caudal de conexiones erradas

$$Q_{err} = C_{err} * A_{parcial}$$

$$Q_{err} = 0.37 * 0.2$$

$$Q_{err} = 0.07 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Cálculo del caudal sanitario de diseño

$$Q_s = Q_d + Q_{inf} + Q_{err}$$

$$Q_s = 0.15 + 0.15 + 0.07$$

$$Q_s = 0.37 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

4.2.2.5. Caudal pluvial de diseño

En la siguiente tabla se muestra los datos para el tramo entre el pozo 19 al pozo 20.

Tabla 38

Datos del tramo 19-20.

Tramo 19-20	
Datos	
L (m)	15.3
A permeable (ha)	0.02
A impermeable (ha)	0.37
Dotación (lt/hab/día)	250
C permeable	0.5
C impermeable	0.8

Elaborado por: Los autores.

Donde:

L = Longitud del tramo (m).

A permeable = Es el área de aportación de las lotizaciones para el tramo especificado (ha).

A impermeable = Es el área de aportación de la vía para el tramo especificado (ha).

Dotación = Es la dotación per cápita (lt/hab/día).

C = Es el coeficiente de escorrentía para las áreas permeables (adimensional).

C = Es el coeficiente de escorrentía para las áreas impermeables (adimensional).

Cálculo de la intensidad

$$I = 212 * T^{0.123} / t^{0.47}$$

$$I = 212 * 10^{0.123} / 12^{0.47}$$

$$I = 87.52 \text{ mm/h}$$

Cálculo del caudal pluvial de diseño

$$Qp = \frac{C * I * A}{0.36}$$

$$Qp = \frac{((0.02 * 0.5) + (0.37 * 0.8)) * 87.52}{0.36}$$

$$Qp = 48.44 \text{ lt/s}$$

4.2.2.6. Caudal de diseño total

Una vez realizado los cálculos de los caudales sanitarios y pluviales se tendrá dos sistemas de alcantarillado respectivamente

Caudal Total Sanitario

$$Qst = Qst_{20-21} + Qs_{21-22}$$

$$Qst = 12.23 + 0.37$$

$$Qst = 12.60 \text{ lt/s}$$

En la tabla 39 se muestra el caudal total sanitario para los tramos 20-21 y 21-22.

Tabla 39

Caudal total sanitario para los tramos indicados.

Tramo	Caudal (lt/s)	Caudal total (lt/s)
20-21	0.06	12.23
21-22	0.37	12.6

Elaborado por: Los autores.

4.2.2.6. Caudal Total Pluvial

$$Qpt = Qpt_{20-21} + Qp_{21-22}$$

$$Qpt = 1873.52 + 48.44$$

$$Q_{st} = 11921.96 \text{ lt/s}$$

En la tabla 40 se muestra el caudal total pluvial para los tramos 18-19 y 19-20.

Tabla 40

Caudal total pluvial para los tramos indicados.

Tramo	Caudal (lt/s)	Caudal total (lt/s)
18-19	25.72	1873.52
19-20	48.44	1921.96

Elaborado por: Los autores.

4.2.2.7. Tratamiento de Aguas residuales (alternativas)

El tratamiento de aguas residuales es primordial antes de ejecutar la descarga proveniente de un sistema de alcantarillado a un cuerpo receptor y disminuir su contaminación.

El procedimiento de descontaminación se realiza a través de una unidad de tratamiento, conocida como Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, en esta el agua residual atraviesa por procesos físicos, químicos y biológicos con la finalidad de retirar sólidos, disminuir la materia orgánica, contaminantes y restituir la presencia de oxígeno.

Se debe investigar el origen de las aguas residuales con el fin de escoger el tratamiento adecuado, acorde a las características físicas, químicas y biológicas que estas tienen.

El sistema de alcantarillado sanitario del presente proyecto conduce caudales de origen doméstico, infiltración y de conexiones erradas, mientras que el alcantarillado pluvial conduce únicamente aguas lluvias.

A petición del GADMUR se realizará una planta de tratamiento primario de aguas residuales, al analizar la normativa de la EMAAP-Q en la cual se establece que para tratamiento primario de aguas residuales se puede plantear lo siguiente.

4.2.2.7.1. Tratamiento preliminar

En este proceso se aparta los sólidos de mayor tamaño que puedan causar problemas de funcionamiento en los equipos empleados para el desarrollo y operación del sistema de tratamiento, como son: rejillas, desarenadores, desengrasadores, previniendo así el uso de dispositivos mecánicos como trituradores y desintegradores.

4.2.2.7.2. Tratamiento primario

Son procesos donde se remueven los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, utilizando la fuerza de gravedad, antes de su disposición final deben ser procesados mediante digestión anaeróbica. (EX-IEOS, 1992, pág. 342)

Las alternativas se indican a continuación:

- Tanque séptico
- Tanque Imhoff
- Tanques de sedimentación primaria (pequeños y convencionales)

4.2.2.7.3. Alternativa 1.- Tanque Séptico

Los tanques sépticos se utilizarán por lo común para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbano marginales. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 4)

4.2.2.7.3.1. Ventajas

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, etc.
- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

4.2.2.7.3.2. Desventajas

- De uso limitado para un máximo de 350 habitantes.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío, etc). (OPS/CEPIS, 2005, pág. 6).

4.2.2.7.4. Alternativa 2.- Tanque Imhoff

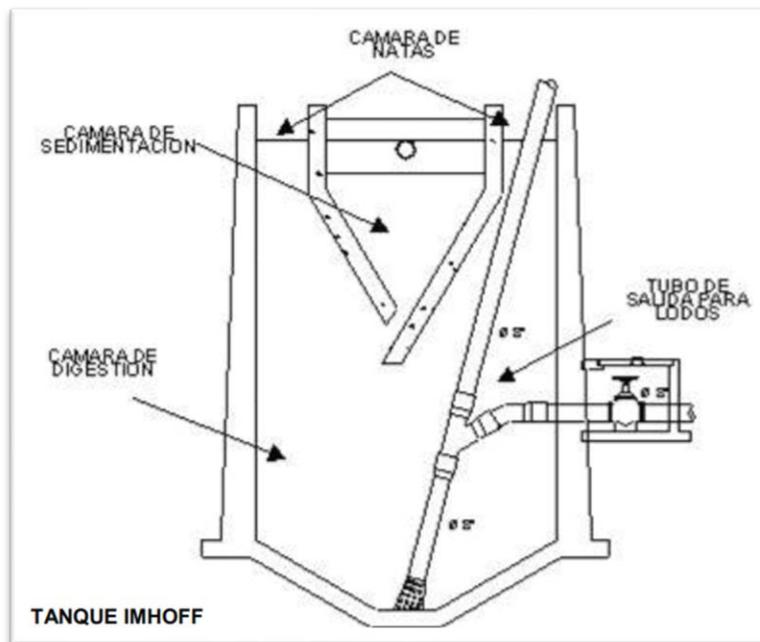
El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos, la operación de estos tanques es muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 11).

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos: cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y área de ventilación y acumulación de natas. En la figura 20 se muestra los compartimentos de un tanque imhoff. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 14).

Figura 20

Compartimentos del tanque Imhoff.



Nota. Descripción del corte transversal de un tanque Imhoff. Fuente: OPS/CEPIS, 2005.

Según la guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización de la OPS/CEPIS, 2005, en la página 13 indica que las ventajas y desventajas del tanque Imhoff son las siguientes:

4.2.2.7.4.1. Ventajas

- Contribuye a la digestión de lodos, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.
- No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.

- El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95 % de humedad.
- Las aguas servidas que se introducen en los tanques Imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.

Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 13).

4.2.2.7.4.2. Desventajas

- Son estructuras profundas.
- Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.

En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 13).

4.2.2.7.5. Alternativa 3.- Tanque de sedimentación primaria

Los tanques de sedimentación y espesamiento son utilizados para separar las fracciones líquida y sólida de los lodos fecales (LF). Fueron desarrollados inicialmente para el tratamiento primario de aguas servidas y para la clarificación de las mismas.

Al aplicar los tanques de sedimentación y espesamiento, siempre debe haber por lo menos dos de estos en paralelo, con el fin de permitir el ciclo entero de uso, mantenimiento y extracción de los lodos. Para mayor compactación de los lodos y para facilitar las operaciones, es preferible dejar los tanques en reposo durante este periodo de compactación y en el momento de sacar la nata, drenar la fracción líquida y extraer los lodos espesos. En general, estos tanques son operados durante una a cuatro semanas, para luego entrar en reposo. Cuando son dos tanques operados en paralelo, cada tanque está en uso 50 % del tiempo. En la mayoría de las instalaciones existentes en países de bajos ingresos, se extrae los lodos con retroexcavadoras, bombas (si los lodos no están demasiado espesos) o camiones aspiradores fuertes. (Pierre H, pág.121).

4.2.2.7.5.1. Ventajas

- Estos tanques son eficientes como un primer paso de tratamiento.
- Se decantan rápidamente los líquidos y los sólidos.
- Son relativamente resistentes y reducen el volumen de los lodos

4.2.2.7.5.2. Desventajas

- La falta de experiencia en su operación con LF y la falta de datos empíricos sobre los cuales basar diseños.
- Los lodos asentados todavía contienen mucha agua y requieren un secado adicional.
- Altos contenidos de SS y sustancias orgánicas en la fracción líquida.

La destrucción de patógenos es insignificante y los productos de estos tanques no podrán ser descargados en las aguas superficiales, ni tampoco utilizados directamente en la agricultura. (Pierre H, pág.134).

4.2.2.7.6. Selección de alternativa

En el presente proyecto se realizará un tanque imhoff, ya que es una unidad de tratamiento primario cuyo objetivo es la remoción de sólidos suspendidos. La operación de este tanque es muy simple y no requiere de partes mecánicas, ayuda a la digestión de lodos mejor que un tanque séptico.

El tanque imhoff es recomendable para comunidades de 5000 habitantes o menos, en cambio que los tanques sépticos son recomendables para poblaciones de hasta 350 habitantes.

Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes, en cambio en los tanques de sedimentación primaria, la destrucción de patógenos es insignificante y los productos de estos tanques no podrán ser descargados en las aguas superficiales, ni tampoco utilizados directamente en la agricultura.

4.2.2.7.7. Pasos del tratamiento

1. Tratamiento primario: remueve arenas, partículas sólidas y sólidos de gran tamaño a través de:

- Área de cribado
- Sedimentación primaria
- Retiro de partículas sólidas

Este proceso evacuaría aproximadamente el 15% de los contaminantes. (Belzona, 2010, pág. 3).

4.2.2.7.8. Canal de acercamiento y rejillas

Estas obras de llegada a la planta de tratamiento son el conjunto de facilidades ubicadas entre el punto de llegada del interceptor y los procesos de tratamiento preliminar; se deberá

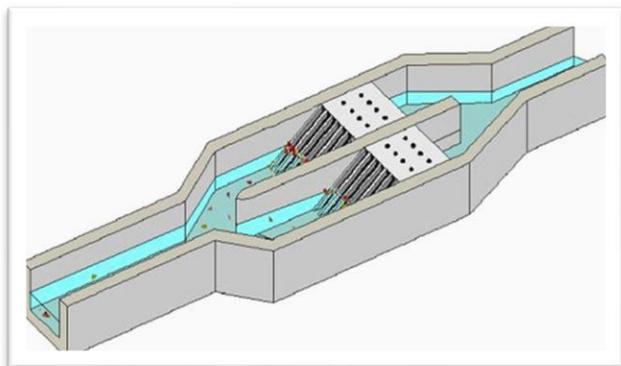
proyectar un cajón de llegada del interceptor con facilidades para romper la presión de llegada y uniformizar velocidades. (EX-IEOS, 1992, pág. 336).

Se diseñarán preferiblemente rejillas de limpieza manual, las cuales se dirigen hacia una placa perforada donde se drenará los desechos antes de ser retirados para su eliminación, el material cribado deberá ser enterrado y cubierto con una capa de tierra de por lo menos 0,2 m.

4.2.2.7.8.1. Canal de acercamiento con rejillas

Figura 21

Esquema del canal de acercamiento con rejilla.



Nota. Esquema de un canal de acercamiento con rejilla. Fuente: Belzona, 2010.

Para el diseño del canal de acercamiento con rejilla se tomará en cuenta las siguientes recomendaciones establecidas por la Norma EX-IEOS. ANEXO 2

Canal

El fondo del canal de las obras de llegada es generalmente de 10 a 15 cm más bajo que la solera del emisario. (EX-IEOS, 1992, pág. 336).

Cribas

Se utilizarán barras de sección rectangular de 5 a 15 mm de espesor por 30 a 75 mm. En general las cribas de rejas gruesas tienen una sección mínima de 6 x 40 mm y máxima de 13 x 60

mm. Las dimensiones a escogerse dependen de la longitud de las barras y del mecanismo de limpieza.

El espaciamiento entre barras varía entre 25 y 50 mm. Para ciudades con un sistema inadecuado de recolección de basura se recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm debido a que se arroja una gran cantidad de basura al sistema de alcantarillado.

Las dimensiones y espaciamiento entre barras se escogerán de modo que la velocidad del canal antes de y a través de las barras sea la adecuada. La velocidad a través de las barras limpias debe mantenerse entre 0,4 m/s y 0,75 m/s.

Determinadas las dimensiones se procederá a calcular la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0,3 m/s y 0,6 m/s, siendo 0,45 m/s un valor comúnmente utilizado.

El ángulo de inclinación de las barras será entre 44 y 60 grados con respecto a la horizontal. (EX-IEOS, 1992, pág.337).

En las siguientes tablas de resumen se muestran los datos del canal de acercamiento con rejilla para las tres descargas hacia los tanques imhoff.

Tabla 41

Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 1.

Canal de Acercamiento con Rejilla Descarga 1			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
D	200	mm	Diámetro de tubería que sale del canal hacia la PTAR
a barras	6	mm	Ancho de barras de la rejilla
e barras	25	mm	Espaciamiento entre barras
P canal	0.3	m	Profundidad del canal
a canal	0.6	m	Ancho del canal
s	0.05	%	Pendiente del canal
α	60	°	Ángulo de inclinación de la rejilla respecto a la horizontal
# barras	23	u	Número de barras de la rejilla
L barras	0.55	m	Longitud de las barras
L canal	1.3	m	Longitud total del canal

Elaborado por: Los autores.

Tabla 42

Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 2.

Canal de Acercamiento con Rejilla Descarga 2			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
D	200	mm	Diámetro de tubería que sale del canal hacia la PTAR
a barras	6	mm	Ancho de barras de la rejilla
e barras	25	mm	Espaciamiento entre barras
P canal	0.3	m	Profundidad del canal
a canal	0.5	m	Ancho del canal
s	0.056	%	Pendiente del canal
α	60	°	Ángulo de inclinación de la rejilla respecto a la horizontal
# barras	19	u	Número de barras de la rejilla
L barras	0.55	m	Longitud de las barras
L canal	1.2	m	Longitud total del canal

Elaborado por: Los autores.

Tabla 43

Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 3.

Canal de Acercamiento con Rejilla Descarga 3			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
D	200	mm	Diámetro de tubería que sale del canal hacia la PTAR
a barras	6	mm	Ancho de barras de la rejilla
e barras	25	mm	Espaciamiento entre barras
P canal	0.3	m	Profundidad del canal
a canal	0.5	m	Ancho del canal
s	0.056	%	Pendiente del canal
α	60	°	Ángulo de inclinación de la rejilla respecto a la horizontal
# barras	19	u	Número de barras de la rejilla
L barras	0.55	m	Longitud de las barras
L canal	1.1	m	Longitud total del canal

Elaborado por: Los autores.

4.2.2.7.8.2. Funcionamiento del tanque Imhoff

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos, enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 11)

El tanque Imhoff elimina del 40 al 50 % de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35 %. Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 13). (Véase el diseño de tanque imhoff en el ANEXO 3).

4.2.2.7.8.3. Diseño del tanque Imhoff

4.2.2.7.8.3.1. Cámara de sedimentación

El diseño de la cámara de sedimentación se realizó de acuerdo a los criterios de la Norma del Ex-IEOS, y de la guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización de la OPS/CEPIS.

4.2.2.7.8.3.2. Especificaciones de la Norma Ex-IEOS, 1992, pág. 342

- Se considerará un volumen mínimo de 1 500 litros.

Se determinará el área requerida para el proceso con una carga superficial de $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

- El período de retención nominal será entre 1 a 1,5 h. Del producto de la carga superficial y el período de retención se obtendrá la profundidad.
- Alternativamente se dimensionará la cámara de decantación con una tasa de 30 litros por habitante.
- El borde libre será entre 0,3 a 0,6 m.
- En la arista central se dejará una abertura para el paso de los sólidos removidos hacia el digestor, de 0,15 a 0,2 m.

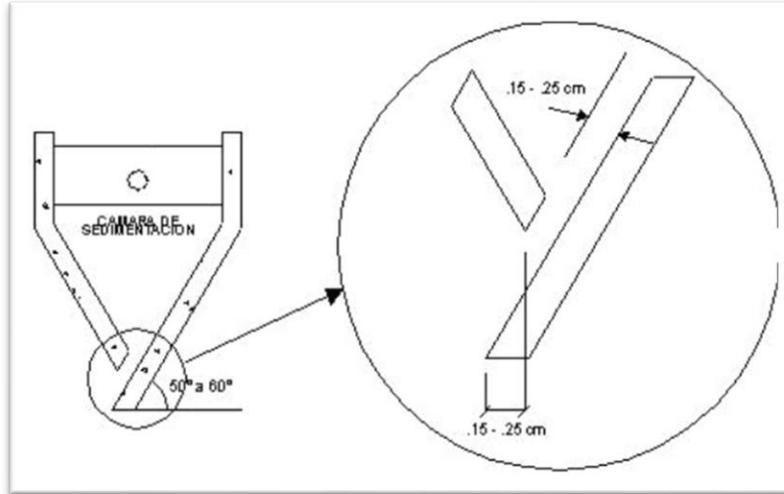
4.2.2.7.8.3.3. Especificaciones de la Guía OPS/CEPIS, 2005, pág. 9 y 15

- El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60° .
- Uno de los lados deberá prolongarse, de 15 a 20 cm, de modo que impida el paso de gases y sólidos desprendidos del digestor hacia el sedimentador, situación que reducirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión de esta unidad de tratamiento.
- La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1

En la siguiente figura se muestra el esquema de la cámara de sedimentación de un tanque imhoff.

Figura 22

Esquema de la cámara de sedimentación.



Nota. Dimensiones de la cámara de sedimentación del tanque Imhoff. Fuente: OPS/CEPIS, 2005.

4.2.2.7.8.3.4. Cámara de digestión

El volumen de almacenamiento y digestión se determina por medio del factor de capacidad relativa (fcr), la cual se lo determina mediante la siguiente tabla.

Tabla 44

Factor de capacidad relativa.

Temperatura °C	fcr
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
>25	0.5

Elaborado por: Autores, a través de: OPS/CEPIS, 2005.

Para diseño de la cámara de digestión se tomó en cuenta las especificaciones de la guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización de la OPS/CEPIS.

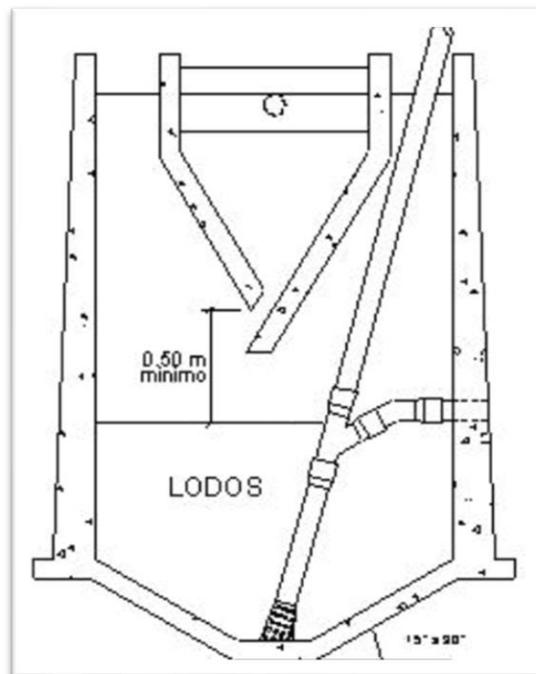
4.2.2.7.8.3.5. Cámara de digestión

- El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos.
- Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal.
- La altura máxima de los lodos deberá estar 0,50 m por debajo del fondo del sedimentador. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 16)

En la siguiente figura se muestra el esquema de la cámara de digestión de un tanque Imhoff.

Figura 23

Esquema de la cámara de digestión.



Nota. Corte transversal de la cámara de digestión del tanque Imhoff. Fuente: OPS/CEPIS, 2005.

4.2.2.7.8.3.6. Tiempo requerido para la digestión de lodos

El tiempo requerido para la digestión de lodos varía con la temperatura y se empleará la siguiente tabla.

Tabla 45

Tiempo de digestión en días.

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Elaborado por: Autores, a través de: OPS/CEPIS, 2005.

4.2.2.7.8.3.7. Frecuencia de retiro de lodos

Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la tabla 45.

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales, considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión. (OPS/CEPIS, 2005, pág. 17).

4.2.2.7.8.3.8. Extracción de lodos

Se toma en cuenta las especificaciones de la guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización de la OPS/CEPIS, 2005, pág. 17.

- El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque.
- Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.

4.2.2.7.8.3.9. Área de ventilación y cámara de espumas

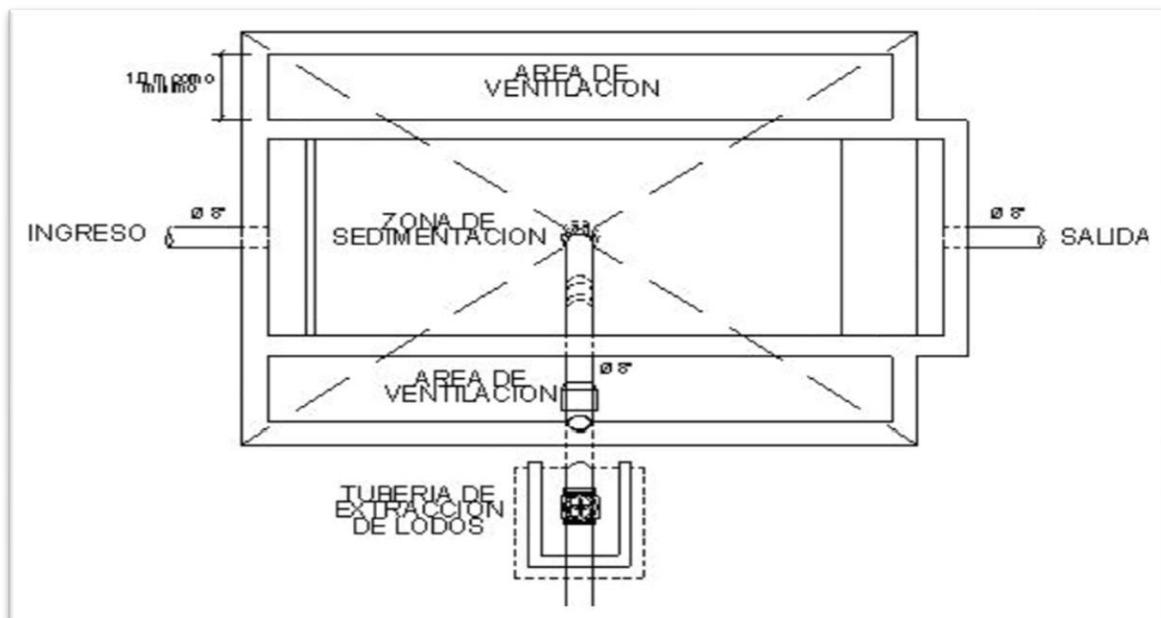
Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador será tomado en cuenta las especificaciones de la Norma Ex-IEOS, 1992, pág. 343.

- Se considerará un volumen mínimo de 1 500 litros.
- El espaciamiento libre será de 0,6 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 20 % y preferiblemente 30 % del área total del compartimiento de digestión.

En la siguiente figura se muestra la vista en planta de un tanque imhoff.

Figura 24

Vista en planta del área de ventilación y de la zona de sedimentación en el tanque Imhoff.



Fuente: OPS/CEPIS, 2005.

A continuación, las tablas 46, 47 y 48 muestran el resumen de las dimensiones de los tres tanques Imhoff necesarios para las tres descargas del presente proyecto.

Tabla 46

Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 1.

Dimensiones del Tanque Imhoff Descarga 1			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
Hti	6.6	m	Altura total interna del tanque Imhoff
Dimensiones de la cámara de sedimentación			
b libre	0.4	m	Borde libre
V sed	68.04	m ³	Volumen del sedimentador
β	50	°	Ángulo del fondo del tanque
b sed	4.9	m	Ancho del sedimentador
L sed	9.8	m	Largo del sedimentador
h sed	3	m	Profundidad del sedimentador
Dimensiones de la cámara de decantación			
V cd	16.47	m ³	Volumen de la cámara
b cd	6.7	m	Ancho de la cámara
h cd	1	m	Altura de la cámara
Dimensiones de la cámara de almacenamiento y digestor de lodos			
θ	30	°	Ángulo de inclinación de las paredes del digestor
b fondo ca	1	m	Ancho del fondo de la cámara del digestor
h cl	2	m	Profundidad de la cámara de almacenamiento
V ca	83.84	m ³	Volumen de la cámara de almacenamiento
Dimensiones del área de ventilación y cámara de espumas			
c	1.005	m	Espaciamiento libre entre paredes
V ce real	288.48	m ³	Volumen real de la cámara de espumas

Elaborado por: Los autores.

Tabla 47*Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 2.*

Dimensiones del Tanque Imhoff Descarga 2			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
Hti	5.9	m	Altura total interna del tanque imhoff
Dimensiones de la cámara de sedimentación			
b libre	0.4	m	Borde libre
V sed	41.69	m ³	Volumen del sedimentador
β	50	°	Ángulo del fondo del tanque
b sed	4.15	m	Ancho del sedimentador
L sed	8.3	m	Largo del sedimentador
h sed	2.5	m	Profundidad del sedimentador
Dimensiones de la cámara de decantación			
V cd	10.08	m ³	Volumen de la cámara
b cd	5.95	m	Ancho de a cámara
h cd	1	m	Altura de la cámara
Dimensiones de la cámara de almacenamiento y digestor de lodos			
θ	30	°	Ángulo de inclinación de las paredes del digestor
b fondo ca	1	m	Ancho del fondo de la cámara del digestor
h cl	1.8	m	Profundidad de la cámara de almacenamiento
V ca	58.08	m ³	Volumen de la cámara de almacenamiento
Dimensiones del área de ventilación y cámara de espumas			
c	0.89	m	Espaciamiento libre entre paredes
V ce real	146.07	m ³	Volumen real de la cámara de espumas

Elaborado por: Los autores.

Tabla 48

Dimensiones del tanque Imhoff para la descarga 3.

Dimensiones del Tanque Imhoff Descarga 3			
Parámetro	Valor	Unidad	Observaciones
Hti	4.2	m	Altura total interna del tanque imhoff
Dimensiones de la cámara de sedimentación			
b libre	0.4	m	Borde libre
V sed	5.13	m ³	Volumen del sedimentador
β	50	°	Ángulo del fondo del tanque
b sed	2.1	m	Ancho del sedimentador
L sed	5	m	Largo del sedimentador
h sed	1.3	m	Profundidad del sedimentador
Dimensiones de la cámara de decantación			
V cd	1.23	m ³	Volumen de la cámara
b cd	3.9	m	Ancho de a cámara
h cd	1	m	Altura de la cámara
Dimensiones de la cámara de almacenamiento y digestor de lodos			
θ	30	°	Ángulo de inclinación de las paredes del digestor
b fondo ca	1	m	Ancho del fondo de la cámara del digestor
h cl	1.3	m	Profundidad de la cámara de almacenamiento
V ca	18.1	m ³	Volumen de la cámara de almacenamiento
Dimensiones del área de ventilación y cámara de espumas			
c	0.59	m	Espaciamiento libre entre paredes
V ce real	12.87	m ³	Volumen real de la cámara de espumas

Elaborado por: Los autores.

CAPÍTULO V

CÁLCULOS Y DISEÑO

5.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

5.1.1. Descripción de la red de distribución

Para el diseño de la red de distribución, los diámetros de las tuberías con los que se trabajó en el software waterGEMS son los diámetros internos, tomando en cuenta las especificaciones recomendadas en las bases de diseño proporcionada por el GADMUR, el cual nos muestra que el material para las tuberías deberá ser de PVC con presiones de trabajo de 1.25 MPas y con un diámetro mínimo de 63mm, de manera que se utilizará las especificaciones técnicas del PLASTIGAMA.

El tanque de Abastecimiento San Fernando de 500 m³ que se encuentra en el barrio San Fernando en Sangolquí - Rumiñahui, al que ingresa un caudal de 24.17 lt/s, los cuales llegan desde 5 galerías filtrantes que se encuentra a aproximadamente 200 m aguas arriba, se encuentra dotando de agua potable al sector de San Fernando.

El sistema trabajará a gravedad y está bajo el cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Rumiñahui.

5.1.2. Consideraciones en la red de distribución

Para desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la lotización Los Romeros, se deberá tomar las bases diseño entregadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Rumiñahui GADMUR, de igual manera con la normativa vigente publicada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- Se considera como caudal de diseño el caudal máximo horario.
- El diseño se realizará en periodo extendido.

- Todo el sistema trabajará a gravedad.
- Presión máxima para periodo extendido 50 metros de columna de agua.
- Presión mínima para periodo extendido 10 metros de columna de agua.
- Diámetro mínimo de la tubería será 63 mm
- Presión de trabajo de 1,25 MPa U/E de PVC.
- Profundidad mínima 1 m sobre la corona del tubo para su instalación.

5.1.3. Determinación de diámetros y cálculos de presiones

Para el diseño de la red de agua potable se utilizó un diámetro mínimo de 63 mm con presión de trabajo de 1,25 MPa U/E de PVC, los demás diámetros de tubería a utilizarse se presentan en la tabla 49.

Tabla 49

Especificaciones para tuberías de PVC.

Diámetro nominal (mm)		Diámetro interno (mm)	Espesor nominal (mm)	Presión de trabajo		
Unión U/Z	Unión E/C			(Mpa)	(PSI)	(kgf/cm ²)
	63	56.8	3.1	1.25	181	12.75
	90	81.2	4.4	1.25	181	12.75
	110	99.6	5.2	1.25	181	12.75
	160	144.8	7.6	1.25	181	12.75
	200	181	9.5	1.25	181	12.75

Nota. Diámetros y presiones de trabajo de las tuberías de PVC. Elaborado por: Los autores, a través de especificaciones del catálogo de PLASTIGAMA.

Las especificaciones para tuberías con unión por sello elastomérico (UZ) y unión por cemento solvente (EC) (PASTIGAMA, 2009, pág.9).

5.1.4. Determinación de pérdidas de carga

Para las pérdidas de carga o altura piezométrica debido a la fricción por la conducción del agua en las tuberías, se puede utilizar las siguientes formulas.

- Fórmula de Hazen-Williams.
- Fórmula de Darcy-Weisbach.
- Fórmula de Chezy-Manning.

La fórmula más utilizada es la de Hazen-Williams. No obstante, esta fórmula no puede ser utilizada para líquidos que no sean agua, ya que fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento. La fórmula de Darcy-Weisbach, en un punto de vista académico, es más correcto, y aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes. Por último, la fórmula de Chezy-Manning se utiliza para canales y tuberías de mayor diámetro, donde la turbulencia está muy desarrollada. (Rossman, 2017, pág. 28).

Para el presente proyecto se utilizará la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_f = 10.674 * \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L \quad \text{Ec.11}$$

Donde.

H_f = Pérdida de carga (m)

Q = Caudal (m^3/s)

C = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería (m)

L = Longitud de la tubería (m)

Respecto al coeficiente de rugosidad a utilizar en el presente diseño se tiene la tabla 50 en la cual se especifica, el coeficiente C para cada tipo de material.

Tabla 50

Coefficientes de Rugosidad para Tubería Nueva.

Material	Coefficiente de rugosidad C
Asbesto cemento	140
Hormigón o revestido de hormigón	120-140
Fundición	130-140
Hierro galvanizado	120
Plástico (PVC)	140-150
Acero	140-150
Cerámica	110

Elaborado por: Los autores, a través de la información del Análisis Hidráulico y de Calidad del Agua en Redes de Distribución.

Al diseñar con tuberías de PVC se toma un coeficiente de rugosidad de 140.

5.1.5. Diseño de la red de distribución

Para el diseño de la red de distribución se analizó una red completa la cual consta de dos redes principales, cuatro secundarias y dos terciarias, donde se tomará control de las presiones en los sectores que sea necesario, así también con el hecho de colocar válvulas si es necesario.

Se realizó el análisis en periodo extendido utilizando los mismos coeficientes de mayoración horaria obtenidos en el análisis de volumen de agua potable del tanque de almacenamiento en 24 horas. Debido que nos indica la forma de consumo del Barrio San Fernando. (Véase tabla 25).

Con respecto al tanque de almacenamiento San Fernando al desarrollar la evaluación se logró observar que al realizar un nuevo tanque de almacenamiento no se tendrá ningún problema tanto en abastecimiento como en reserva de agua potable para un periodo de diseño de 25 años. En la tabla 51 se muestra la curva de masas para el tanque de almacenamiento año 2046.

Tabla 51*Curva de Masas, Análisis del Tanque de almacenamiento San Fernando a 25 años.*

HORA	Caudal consumo (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Volumen Ac (m ³)	Caudal entrada (m ³ /s)	Volumen (m ³)	Volumen Ac (m ³)	Diferencia de volúmenes (m ³)
1:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	156.75	156.75
2:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	313.50	313.50
3:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	470.25	470.25
4:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	627.00	627.00
5:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	783.75	783.75
6:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	940.50	940.50
7:00:00	0	0	0	0.00181	156.75	1097.25	1097.25
8:00:00	0.00033	28.36	28.36	0.00181	156.75	1254.00	1225.64
9:00:00	0.00049	42.54	70.89	0.00181	156.75	1410.75	1339.86
10:00:00	0.00071	61.44	132.33	0.00181	156.75	1567.50	1435.17
11:00:00	0.00104	89.80	222.13	0.00181	156.75	1724.25	1502.12
12:00:00	0.00241	207.95	430.08	0.00181	156.75	1881.00	1450.92
13:00:00	0.00295	255.21	685.29	0.00181	156.75	2037.75	1352.46
14:00:00	0.00317	274.12	959.40	0.00181	156.75	2194.50	1235.10
15:00:00	0.00394	340.28	1299.69	0.00181	156.75	2351.25	1051.56
16:00:00	0.00410	354.46	1654.15	0.00181	156.75	2508.00	853.85
17:00:00	0.00421	363.91	2018.06	0.00181	156.75	2664.75	646.69
18:00:00	0.00388	335.56	2353.61	0.00181	156.75	2821.50	467.89
19:00:00	0.00361	311.92	2665.54	0.00181	156.75	2978.25	312.71
20:00:00	0.00306	264.66	2930.20	0.00181	156.75	3135.00	204.80
21:00:00	0.00295	255.21	3185.41	0.00181	156.75	3291.75	106.34
22:00:00	0.00274	236.31	3421.72	0.00181	156.75	3448.50	26.78
23:00:00	0.00230	198.50	3620.22	0.00181	156.75	3605.25	-14.97
0:00:00	0.00164	141.78	3762.00	0.00181	156.75	3762.00	0
	0.04354	3762.00					

Nota. Curva de masas para 25 años del tanque de abastecimiento San Fernando. Elaborado por: Autores.

5.1.5.1. Cálculo del nuevo tanque de almacenamiento, diseño para 25 años (2046)

A continuación, se muestra la tabla 52 la cual contiene los volúmenes máximos y mínimos, volumen útil, extraídos de la curva de masas para el año 2046 y las dimensiones del taque existente.

Tabla 52*Tablas de parámetros*

Volumen útil del tanque		
máx	1502.12	m ³
mín	-14.97	m ³
Volumen útil	1517.09	m ³

Dimensiones del tanque		
X	11.25	m
Y	11.25	m
h	4.15	m
Área	126.56	m ²

Elaborado por: Los autores.

En la tabla 53 se muestran los coeficientes de mayoración para el predimensionamiento del nuevo tanque de almacenamiento.

Tabla 53

Coeficiente de mayoración K para el predimensionamiento del tanque de almacenamiento.

VOLUMEN (m ³)	VALOR DE (K)
menor a 300	2
300-600	1.8
600-900	1.5
900-1300	1.3
1300-1600	1
1600 a mayor	0.7

Elaborado por: Los autores.

Volumen total necesario tanque de almacenamiento

$$V_{util} = 1517.09$$

$$V_{rebose} = 129.31 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 1517.09 + 129.31$$

$$V_{total} = 1646.40 \text{ m}^3$$

$$V_{tanque actual} = 500 \text{ m}^3$$

$$V_{tanque nuevo} = 1646.40 - 500$$

$$V_{nuevo} = 1146.4 \text{ m}^3$$

Cálculo de la profundidad

$$H = \frac{Vn}{300} + k$$

$$H = \frac{1146.40}{300} + 1.3$$

$$H = 5.12m$$

$$Hadop = 5.50m$$

Cálculo del área de la base

Área de la base

$$A = \frac{Vn}{Hadop}$$

$$A = \frac{1146.40}{5.50}$$

$$A = 208.44 \text{ m}^2$$

Cálculo de la base para una sección cuadrada

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{208.44}$$

$$L = 14.44m$$

$$Lconst = 14.50m$$

Cálculo del nuevo volumen del tanque de almacenamiento

$$V = 14.50 * 14.50 * 5.5$$

$$V = 1156.38 \text{ m}^3$$

En la siguiente tabla se muestra la geometría del nuevo tanque de almacenamiento para el año 2046.

Tabla 54

Geometría del nuevo tanque de almacenamiento.

GEOMETRÍA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
L (m)	14.5
B (m)	14.5
H (m)	5.5
Área (m ²)	210.25
Volumen (m ³)	1156.38

Elaborado por: Los autores.

Al analizar la tabla de curva de masas para 25 años se obtiene un volumen útil de 1517.09 m³ comparando con los 500 m³ del tanque de abastecimiento actual de San Fernando, se tendrá que realizar un nuevo tanque de almacenamiento para un mejor funcionamiento.

Con los datos y parámetros obtenidos se llevó a cabo la distribución de tuberías en las cuales se especifican cotas, número de nodo, diámetro de tuberías para de esta manera poder configurar el modelo en el programa WaterGEMS.

5.1.6. Cálculo de la red mediante el software WaterGEMS

Una vez obtenido los caudales para cada nodo con sus elevaciones, podemos desarrollar el modelado del sistema de agua potable en el software WaterGEMS. La Red de agua potable propuesta se la detalla en el ANEXO 4.

WaterCAD es quizás el producto como marca registrada más popular del software Bentley de Modelación Hidráulica de Sistemas o Redes a Presión. Al igual que WaterCAD, WaterGEMS ofrece todas las herramientas de análisis hidráulico en régimen permanente de Redes a Presión como son el análisis en periodo estático (Steady State), Periodo Extendido (EPS), Análisis de Flujo de Incendio (Fire Flow Analysis) y Análisis de Calidad (Water Quality). En términos de tareas básicas e intermedias de Modelación Hidráulica, WaterCAD y WaterGEMS son productos

completamente similares (de hecho, comparten el mismo motor de cálculo hidráulico). (Gutiérrez J, 2009.)

El reporte que nos reflejó el software WaterGEMS para periodo extendido es que se encuentra funcionando de forma adecuada, al realizar la evaluación logramos notar la hora donde se tendrá las máximas presiones la cual es a las 03:00 am, es por esta razón que se tomará como referencia esta hora. En la tabla 55 se muestra la tabla de resumen del software WaterGEMS de las 3:00 am, las demás tablas las siguientes horas se las reflejarán en el ANEXO 5.

Tabla 55

Tabla de resumen del software WaterGEMS hora 03:00 AM.

Current Time: 3,00 hours				
ID	Label	Elevation (m)	Pressure (mH2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,70	0,0116
64	n3	2.701,30	16,80	0,0155
65	n4	2.697,20	20,89	0,0221
66	n5	2.693,60	24,49	0,0363
67	n6	2.688,90	29,18	0,0099
68	n7	2.685,75	32,32	0,0099
69	n8	2.679,80	38,27	0,0104
70	n9	2.671,35	46,71	2.5938
71	n10	2.670,30	47,76	0,0219
72	n11	2.680,75	37,32	0,0219
73	n12	2.683,80	34,27	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	37,08	0,0090
80	n19	2.682,60	35,48	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,88	0,0167
83	n23	2.692,30	25,79	0,0346
84	n24	2.685,80	32,29	0,0211

Elaborado por: Los autores, a través del software WaterGEMS.

Se puede observar que todos los nodos se encuentran cumpliendo con la normativa acerca de presiones en periodo extendido, observando así que todas son menores a 50 metros de columna de agua y mayores a 10 metros de columna de agua.

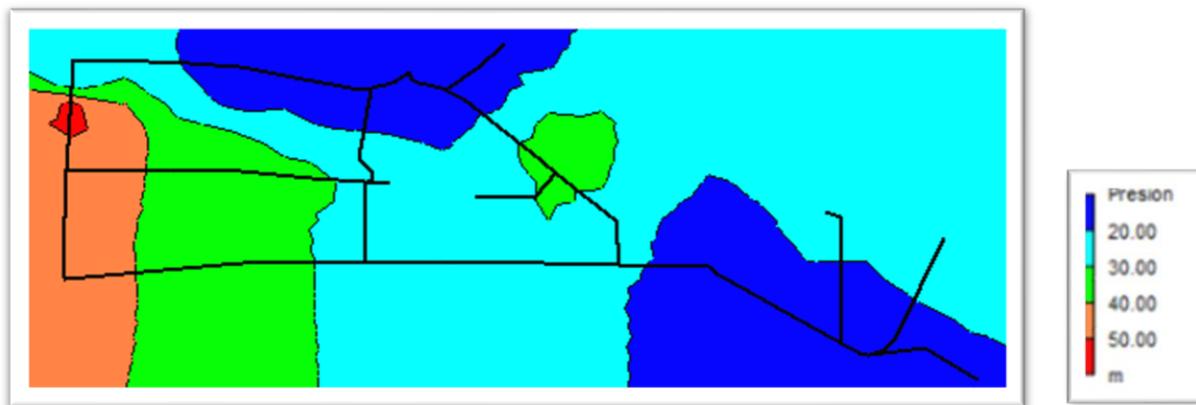
Para poder cumplir con nuestro objetivo se tuvo que colocar 1 válvula reductora de presión, la zona donde está colocada la válvula se puede observar en la modelación.

La válvula utilizada para la modelación es de tipo PRV (válvula reductora de presión) que se encuentra en el catálogo de WaterGEMS.

Se realizó la verificación en el programa Epanet del diseño de la red de distribución de agua potable, ya que el GADMUR, trabaja con este software, el cual nos ayudó a comparar los datos obtenidos en el software WaterGEMS dándonos resultados similares, como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Zonas de presiones en el sistema de agua potable.



Nota. Descripción de las zonas de presiones en el software Epanet, Elaborado por: Los autores, a través del Software Epanet.

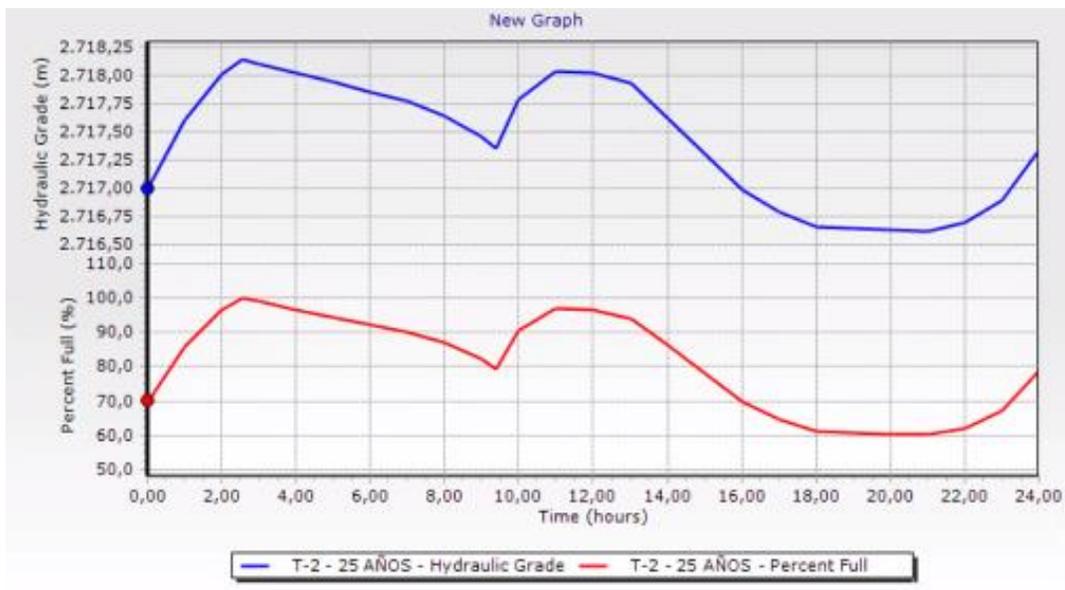
Podemos observar en la figura, al igual que los datos obtenidos a través del software WaterGEMS, las presiones no superan lo que dicta la normativa y nos refleja un funcionamiento adecuado.

5.1.6.1. Análisis del Tanque de almacenamiento WaterGEMS

Se realizó el análisis de fluctuación del tanque de almacenamiento San Fernando año 2046, para 24 horas, el cual nos demuestra que el tanque siempre tendrá un volumen de reserva, lo que quiere decir que no se vaciará a ninguna hora. En la siguiente gráfica se muestra el análisis de las fluctuaciones.

Figura 26

Gráfica de las fluctuaciones del tanque de almacenamiento año 2046.



Nota. Fluctuación del tanque de abastecimiento en 24 horas. Elaborado por: Los autores, a través del software WaterGEMS.

5.1.6.2. Válvula reductora de Presión

La válvula reductora de presión modelo 720 es una válvula de control de operación hidráulica accionada por diafragma, que reduce la presión alta aguas arriba a una presión menor y constante aguas abajo, sin que le afecten las fluctuaciones en la demanda o en la presión aguas arriba. (BERMAD, 2016, pág. 1).

Se puede observar los detalles de la válvula reductora de presión y accesorios, así como diámetros de tuberías con sus longitudes. ANEXO 6.

5.1.6.2.1. Sistema estándar de reducción de presión

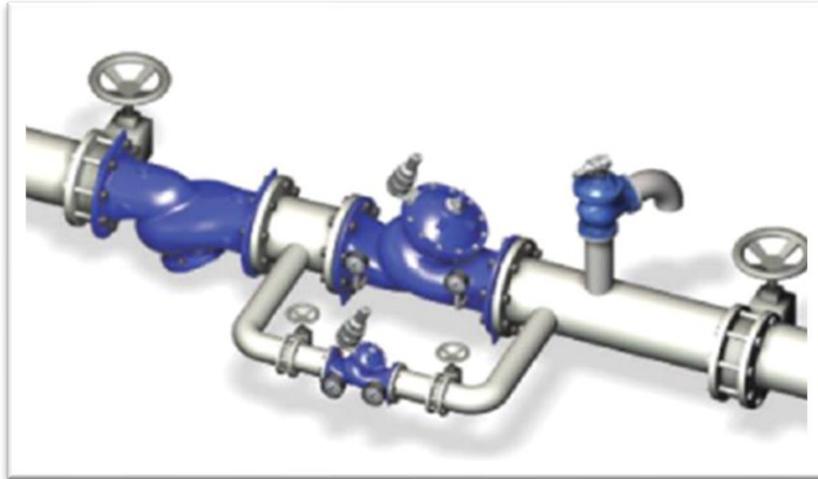
Además de la Válvula reductora de presión Modelo 720, BERMAD recomienda que el sistema incluya también lo siguiente.

- Un filtro Modelo 70F para evitar el acceso de residuos nocivos para la operación de la válvula.
- Una válvula de alivio Modelo 73Q que proporciona.
- Protección contra picos momentáneos de presión.
- Indicación visual de la necesidad de mantenimiento

Una válvula reductora de presión de derivación (by-pass) que ahorra en los gastos de mantenimiento. La válvula más grande (de mantenimiento más costoso) funciona en los períodos de mayor demanda. La válvula de derivación, más pequeña, reduce las horas de funcionamiento de la válvula grande, proporcionando un mejor rendimiento de la inversión. (BERMAD, 2016, pág. 2). En la siguiente figura se muestra en esquema del sistema estándar de reducción de presión.

Figura 27

Esquema del sistema estándar de reducción de presión.



Nota. Válvula reductora de presión con sus accesorios. Fuente. BERMAD 2016.

5.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO

5.2.1. Descripción del tramo de colector

El sistema de alcantarillado propuesto para la lotización Los Romeros es un sistema separado es decir cada sistema trabaja de forma independiente.

5.2.1.1. Sanitario

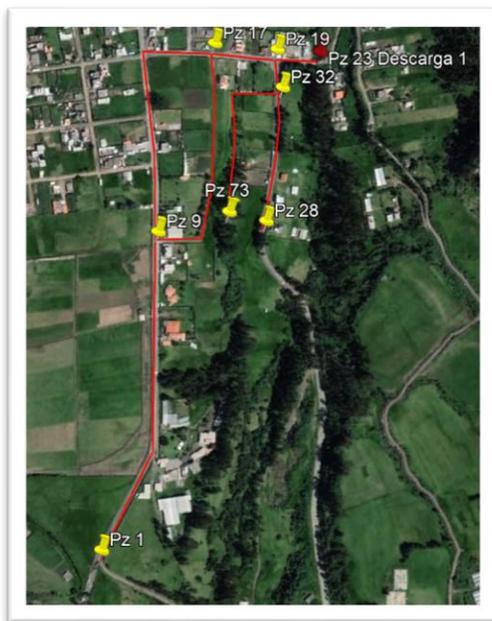
El sistema de alcantarillado sanitario recolecta las aguas residuales que provienen de los habitantes de la lotización Los Romeros, este sistema consta de una longitud de 3607.53 m, con tuberías de 200 mm de diámetro hasta tuberías de 315 mm, donde el caudal recolectado es transportado hacia tres plantas de tratamiento, ubicadas en tres diferentes zonas de la lotización debido a la topografía del lugar.

5.2.1.1.1. Tramo para el colector 1

Este tramo consta de dos redes principales que se proyectan desde el pozo 1 hasta el pozo 23 y del pozo 28 al pozo 19; de una red secundaria que va desde el pozo 9 al pozo 17 y de una red terciaria que va desde el pozo 73 hasta el pozo 32, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo varían entre: 200 mm, 250 mm y 315 mm y pozos de profundidad variable, con 34 pozos tipo I y 5 pozos de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos para el primer colector.

Figura 28

Ubicación de los tramos hacia la primera descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la primera descarga.

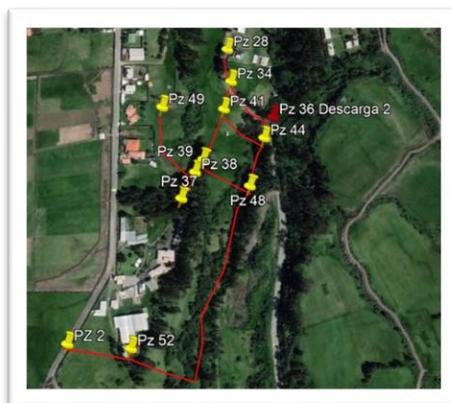
Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.1.2. Tramo para el colector 2

Este tramo consta de una red principal que se proyecta desde el pozo 28 hasta el pozo 36; de dos redes secundarias que van desde el pozo 37 al pozo 34 y del pozo 2 hasta el pozo 52; de cuatro redes terciarias que van desde el pozo 41 hasta el pozo 44, del pozo 49 hasta el pozo 38, del pozo 39 hasta el pozo 48 y del pozo 52 hasta el pozo 36; los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo varían entre: 200 mm y 315 mm y pozos de profundidad variable, con 27 pozos tipo I y 11 pozos de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos para el segundo colector.

Figura 29

Ubicación de los tramos hacia la segunda descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la segunda descarga.

Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.1.3. Tramo para el colector 3

Este tramo consta de una red principal que se proyecta desde el pozo 1 hasta el pozo 57, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo son de: 200 mm y pozos de profundidad variable, con 5 pozos tipo I.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos para el tercer colector.

Figura 30

Ubicación de los tramos hacia la tercera descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la tercera descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2. Pluvial

El sistema de alcantarillado pluvial recolecta las aguas lluvias generadas por las diferentes precipitaciones que se dan durante el año en el sector de la lotización Los Romeros, este sistema consta de una longitud de 3147.61 m, con tuberías de 250 mm de diámetro hasta tuberías de 900 mm, donde el caudal recolectado es transportado hacia 6 pozos disipadores de energía, ubicadas en seis diferentes zonas de la lotización debido a la topografía del lugar.

5.2.1.2.1. Tramo para disipador 1

Este tramo consta de dos redes principales que se proyectan desde el pozo 1 hasta el pozo 20 y del pozo 25 al pozo 18; de una red secundaria que va desde el pozo 10 al pozo 16 y de una red terciaria que va desde el pozo 59 hasta el pozo 29, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo varían entre: 250 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm, 600 mm, 700 mm, 800 mm y 900mm y pozos de profundidad variable, con 24 pozos tipo I y 10 pozos de salto tipo I.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la primera descarga.

Figura 31

Ubicación de los tramos hacia la primera descarga.



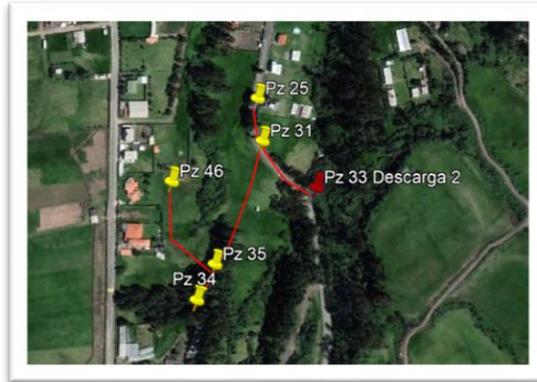
Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la primera descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2.2. Tramo para disipador 2

Este tramo consta de una red principal que se proyecta desde el pozo 25 hasta el pozo 33; de una red secundaria que va desde el pozo 34 al pozo 31 y de una red terciaria que van desde el pozo 46 hasta el pozo 35, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo varían entre: 250 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm y 600 mm y pozos de profundidad variable, con 11 pozos tipo I y 2 pozos de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la segunda descarga.

Figura 32

Ubicación de los tramos hacia la segunda descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la segunda descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2.3. Tramo para disipador 3

Este tramo consta de una red terciaria que se proyecta desde el pozo 38 hasta el pozo 41, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo son de: 250 mm y pozos de profundidad variable, con 2 pozos tipo I y 1 pozo de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la tercera descarga.

Figura 33

Ubicación de los tramos hacia la tercera descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la tercera descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2.4. Tramo para disipador 4

Este tramo consta de una red terciaria que se proyecta desde el pozo 36 hasta el pozo 45, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo son de: 250 mm y 300 mm y pozos de profundidad variable, con 2 pozos tipo I y 3 pozos de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la cuarta descarga.

Figura 34

Ubicación de los tramos hacia la cuarta descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la cuarta descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2.5. Tramo para disipador 5

Este tramo consta de una red secundaria que se proyecta desde el pozo 2 hasta el pozo 49 y de una red terciaria que van desde el pozo 49 hasta el pozo 58 los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo son de: 250 mm y 300 mm y pozos de profundidad variable, con 3 pozos tipo I y 6 pozos de salto tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la quinta descarga.

Figura 35

Ubicación de los tramos hacia la quinta descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la quinta descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.1.2.6. Tramo para disipador 6

Este tramo consta de una red terciaria que se proyecta desde el pozo 1 hasta el pozo 53, los diámetros de las tuberías de PVC utilizadas para cada tramo son de: 250 mm y 300 mm y pozos de profundidad variable, con 4 pozos tipo I. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tramos hacia la sexta descarga.

Figura 36

Ubicación de los tramos hacia la quinta descarga.



Nota. La figura representa la ubicación de los tramos de tubería hacia la sexta descarga. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro Image 2021 Maxar Technologies.

5.2.2. Consideraciones de diseño.

Para desarrollo del sistema de alcantarillado separado para la lotización Los Romeros, se deberá tomar las bases diseño entregadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Rumiñahui GADMUR, de igual manera con la normativa vigente publicada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- Se considera un periodo de diseño de 25 años.
- Pendiente mínima de tuberías entre pozos de 1%
- Diámetro mínimo para alcantarillado sanitario 200 mm
- Diámetro mínimo para alcantarillado pluvial 250 mm
- Distancia máxima ente pozos de 100 m para tuberías de diámetro 350 mm
- Velocidad máxima para PVC 7.5 m/s.
- Velocidad mínima de 0.45 - 0.61 m/s
- Coeficiente de rugosidad de Manning para alcantarillado sanitario 0.013.
- Coeficiente de rugosidad de Manning para alcantarillado pluvial 0.015.
- Relación caudal de diseño /sección llena Q/Q_0 es de 80%
- Profundidad mínima 1.2 m sobre la corona del tubo para su instalación.

5.2.3. Diseño hidráulico del colector.

Para el diseño hidráulico se elaboró dos hojas de cálculo en Excel, donde se podrán observar los pozos con sus respectivas cotas, longitudes, caudales de diseño, velocidades, diámetros, pendientes, capacidades de la sección y estados de flujo.

5.2.3.1. Velocidades de flujo

La velocidad se determina por medio de la ecuación de Manning, para flujo uniforme, con la ecuación siguiente:

$$V = \frac{1}{2} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 12}$$

Siendo:

V = Velocidad media (m/s).

R = Radio hidráulico (m).

5.2.3.2. Estado de flujo

Para determinar el estado de flujo, se puede calcular con la relación de las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales, conocido también como el número de Froude.

Para su cálculo se debe utilizar la siguiente ecuación.

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * \frac{A}{T}}} \quad \text{Ec. 13}$$

Siendo:

F = Número de Froude

V = Velocidad media (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

A = Área (m²)

T = Ancho superficial (m)

Cuando el número de Froude, $F = 1$, se encuentra en estado crítico.

$$F < 1 \quad \text{Ec. 14}$$

Corresponde al flujo subcrítico, indicando que las fuerzas gravitacionales son mayores y por lo tanto la velocidad es baja.

$$F > 1 \quad \text{Ec. 15}$$

Corresponde al flujo supercrítico, indicando que las fuerzas inerciales son mayores y por lo tanto tiene velocidad alta.

A continuación, se presenta el resumen de las hojas de cálculo para el diseño de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial el cual describe a los pozos, caudal de diseño, diámetro de la tubería y pendiente de dicho tramo, capacidad, velocidad de diseño, cota de terreno, cota de proyecto y altura de pozo. Las hojas de cálculo se muestran en el ANEXO 7.

Tabla 56

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 1.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Primera Descarga												
26	P22 ↓ P23	2058	12.60	200	2	1.30	0.39	1.72	2649.74	2646.43	3.31	0.81

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado sanitario para la descarga 1. Elaborado por: Los autores.

Tabla 57

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 2.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Segunda Descarga												
17	P72 ↓ P36	1412	7.72	200	1	0.90	0.37	1.23	2660.19	2657.69	2.50	

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado sanitario para la descarga 2. Elaborado por: Los autores.

Tabla 58

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado sanitario para la descarga 3.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Tercera Descarga												
4	P56 ↓ P57	137.6	0.95	200	4.84	0.8	0.06	2.80	2687.68	2685.08	2.60	

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado sanitario para la descarga 3. Elaborado por: Los autores.

Tabla 59

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 1.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Primera Descarga												
20	P19 ↓ P20	2053	1960.68	800	6.86	6.40	0.66	3.01	2651.82	2647.32	4.50	2.5

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 1. Elaborado por: Los autores.

Tabla 60

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 2.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Segunda Descarga												
4	P32 ↓ P33	498.7	478.60	500	4.03	3.71	0.70	2.09	2660.16	2655.66	4.50	2.8

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 2. Elaborado por: Los autores.

Tabla 61

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 3.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Tercera Descarga												
2	P40 ↓ P41	87.12	75.56	250	3.61	2.24	0.74	1.71	2662.44	2657.94	4.50	3

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 3. Elaborado por: Los autores.

Tabla 62

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 4.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Cuarta Descarga												
4	P44 ↓ P45	122.3	104.38	300	1.65	1.72	0.88	0.96	2665.10	2660.60	4.50	1.2

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 4. Elaborado por: Los autores.

Tabla 63

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 5.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Quinta Descarga												
5	P57 ↓ P58	245.1	100.74	250	2.92	3.14	0.97	1.34	2671.12	2666.62	4.50	3

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 5. Elaborado por: Los autores.

Tabla 64

Tabla de resumen del sistema de alcantarillado pluvial para la descarga 6.

Tramo	Pozo N°	L (m)	Caudal de diseño (lt/s)	TUBERÍA		DATOS HIDRAÚLICOS			COTAS		Hpozo (m)	Salto (m)
				D (mm)	I (%)	Vdiseño (m/s)	Y/D	Froude	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)		
Sexta Descarga												
3	P52 ↓ P53	141.4	144.37	300	2.64	2.19	0.97	0.85	2686.91	2682.41	4.50	2.3

Nota. Tabla de resumen del diseño de alcantarillado pluvial para la descarga 6. Elaborado por: Los autores.

5.2.4. Dimensionamiento de la sección y profundidad de los conductos

5.2.4.1. Dimensionamiento de la sección

La geometría de la sección será de forma circular, ya que está es la más común en los sistemas de alcantarillado, para sección circular se determina los siguientes parámetros:

Perímetro mojado.

$$P = \pi * D \quad \text{Ec. 16}$$

Área mojada.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{Ec. 17}$$

Radio hidráulico.

$$R = \frac{D}{4} \quad \text{Ec. 18}$$

Se establece un diámetro con el fin de obtener cada uno de estos parámetros y poder obtener así la capacidad a la que trabaja la sección de la tubería con relación al caudal transportado, y que no sea mayor al 80% de su capacidad.

5.2.4.4. Capacidad de la sección

Se la calcula a través de la relación del calado y el diámetro adoptado.

$$\frac{Y}{D} \quad \text{Ec. 19}$$

Donde:

Y = Calado (m).

D = Diámetro (m).

5.2.4.5. Profundidad de conductos

Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la cota clave del tubo. (CPE INEN 5, pág.189).

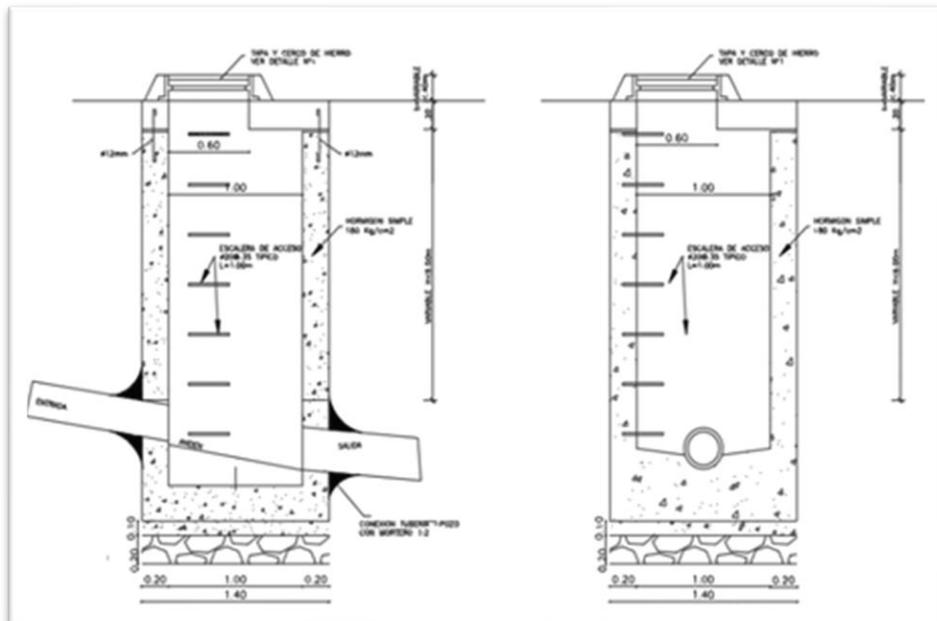
5.2.5. Diseño de Estructuras hidráulicas.

5.2.5.1. Pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras diseñadas y destinadas para permitir el ingreso al interior de los pozos del alcantarillado con el fin de realizar limpieza, su dimensión interna debe ser de 1 m, con un ingreso de diámetro 0.60 m provisto con una tapa de hierro fundido. En la siguiente figura se muestra el esquema de un pozo de registro típico.

Figura 37

Esquema de pozo de registro típico.



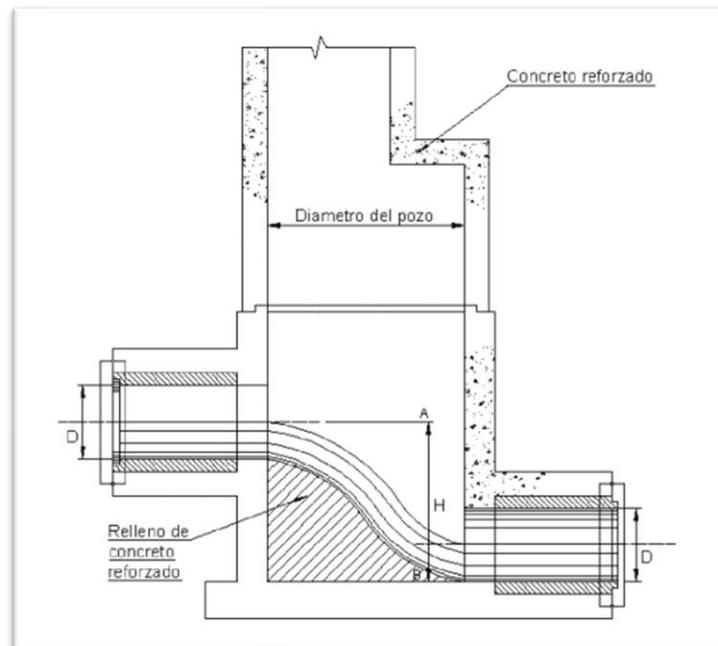
Nota. Cortes característicos de un pozo de registro. Elaborado por: Los autores, a través de Google.

5.2.5.2. Pozo de salto

Los pozos de salto se emplean para vencer desniveles entre la cota de entrada y la cota de salida de la tubería, o en el caso de que se tengan velocidades excesivamente grandes y no se cumplan las condiciones máximas de diseño. En la siguiente figura se muestra el esquema de un pozo de salto tipo I.

Figura 38

Esquema de pozo de salto tipo I.



Nota. Pozo de salto tipo I. Fuente: EMAAP-Q, 2009.

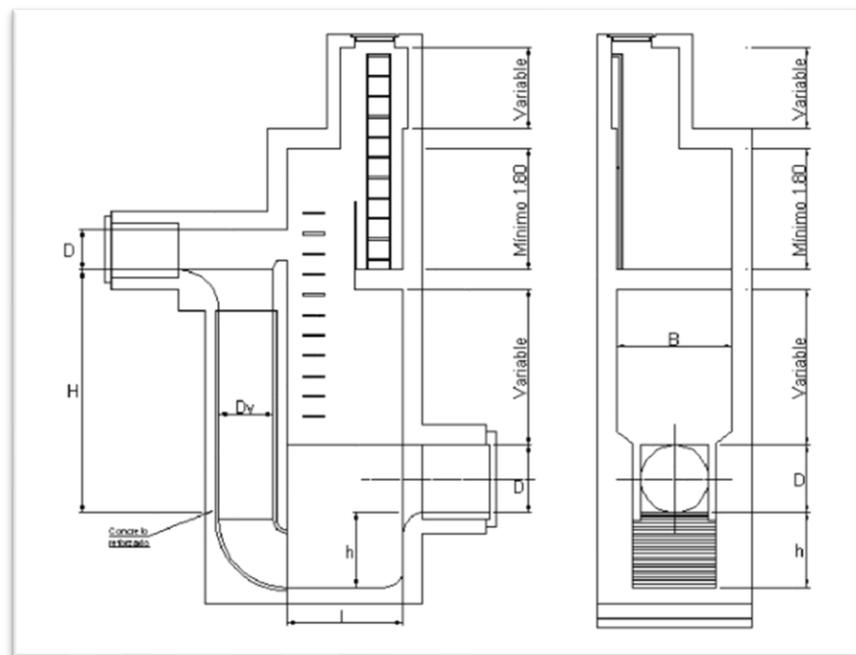
5.2.5.3. Pozo de salto Tipo II

Este tipo de pozo nos ayuda para la disipación de energía producida por caídas de hasta 3 m de altura y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada menores a 0,90 m.

Se trata de una estructura en la que la pérdida de energía se produce por el impacto en la pared vertical o primer elemento que reduce la velocidad del flujo y consecuentemente su energía corresponde a una pared de impacto perpendicular al sentido del flujo. En la siguiente figura se muestra el esquema de un pozo de salto tipo II.

Figura 39

Esquema de pozo de salto tipo II.



Nota. Gráfico representativo de un pozo de salto tipo II. Fuente: EMAAP-Q, 2009.

A continuación, se muestra valores típicos de dimensiones para pozos de caída tipo II.

Tabla 65*Valores típicos de dimensiones del pozo de caída Tipo II.*

Diámetro entrada (mm)	Altura caída máxima (m)	Diámetro del tubo vertical (mm)	Ancho de la cámara (m)	Profundidad h del fondo de la cámara (m)	Longitud cámara (m)
500	1	500	0,75	0,35	1,30
600	1	500	0,80	0,35	1,30
750	1	750	0,95	0,40	1,60
900	1	750	1,10	0,45	2

Elaborada por: Autores, a través de EMAAP-Q, 2009.

5.2.5.4. Sumideros

Estas estructuras interceptan el caudal pluvial que circula a través de las cunetas de las vías, con el fin de dirigirlas hacia una red de alcantarillado, se puede encontrar varios tipos de sumideros y para elegir estas estructuras se debe tener en cuenta las características topográficas, la importancia de las vías y la eficiencia del sumidero.

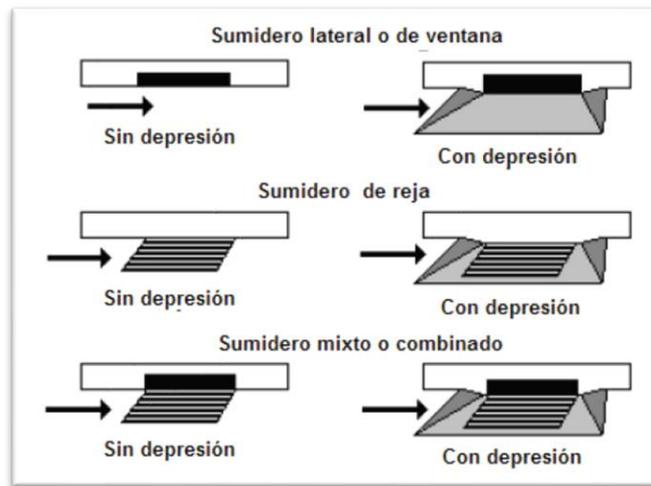
En la Norma EMAAP-Q, 2009 podemos evidenciar que existen 3 tipos de sumideros, los cuales son:

- Horizontales, se encuentran en la solera de la cuneta horizontal o transversal a la vía.
- Verticales, se abren en la pared vertical del bordillo
- Combinados

La capacidad de cada uno depende de su tamaño, de la sección libre de pasaje, de la pendiente longitudinal, la pendiente transversal, la rugosidad de la calle y la profundidad de depresión. En la siguiente figura se muestran los tipos de sumideros. (EMAAP-Q, 2009, pág.101).

Figura 40

Tipos de sumideros.



Nota. Descripción de los tipos de sumideros. Fuente: Reglamento Nacional NB 688, 2007.

5.2.5.4.1. Ubicación y espaciamiento entre sumideros

En general la ubicación y espaciamiento entre sumideros están definidos por la magnitud del caudal de escurrimiento pluvial que se concentra en un punto determinado y de las situaciones de inconveniencia para peatones y tráfico vehicular que este caudal pueda generar. Algunos criterios para su ubicación son los siguientes:

- Puntos bajos y depresiones de calzadas.
- Reducción de pendiente longitudinal de las calles
- Antes de puentes y terraplenes.
- Antes de cruces de calles y pasos peatonales.
- En cruces de calles apartados.
- No en lugares donde puedan interferir otros servicios públicos como electricidad, internet o teléfono.

En la tabla 66 se muestra el espaciamiento máximo que debe haber entre sumideros.

Tabla 66

Tabla de espaciamiento máximo entre sumideros.

PENDIENTE (%)	ESPACIAMIENTO (m)
0,4	50
0,4 -- 0,6	60
0,6 -- 1	70
1--3	80

Elaborado por: Los autores, a través del Reglamento Nacional NB 688, 2007.

5.2.5.4.2. Parámetros de diseño

El diámetro de la tubería de conexión del sumidero al sistema de alcantarillado combinado no debe ser menor a 200 mm, debe tener una pendiente mayor al 2 % y su longitud no debe ser mayor a 15 m. (RAS Título D, 2000, pág. D.56).

5.2.5.4.3. Dimensionamiento

Para el diseño de un sumidero se deberá calcular el caudal pluvial, tomando en cuenta el área de la calzada o vía para cada tramo de la red a través del método racional, se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros los cuales son: coeficiente de escorrentía de 0,8, (RAS 2000, tabla D.4.5 pág. D.47), ya que la capa de rodadura de las calles son adoquinadas; la intensidad fue calcula por medio de una fórmula de los parámetros de diseño entregado por el GADMUR con el tiempo de concentración de 12 minutos y un periodo de retorno de 10 años.

Obtenido el caudal pluvial de la calzada, transportado por las cunetas de cada tramo, se continúa a calcular la capacidad hidráulica del flujo de las cunetas, esta depende de su forma, pendiente y rugosidad, una cuneta es también representada como un canal abierto de sección triangular, y para determinar su capacidad hidráulica se utiliza la ecuación de Izzard.

$$Q_o = 0.375 * \sqrt{S_o} * \frac{z}{n} * Y_o^{8/3} \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

Q_o = Caudal de acercamiento o canal que transporta la cuneta (m^3/s).

S_o = Pendiente longitudinal.

Z = Inverso de la pendiente transversal.

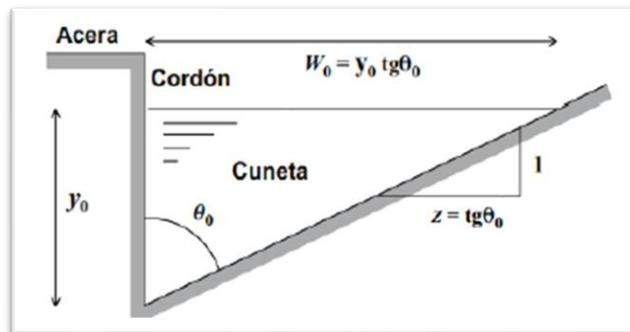
n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

y_o = Capacidad hidráulica del flujo (m).

En el siguiente esquema de cuneta triangular se evidencia el ancho de espejo de agua w_o y la capacidad hidráulica del flujo Y_o .

Figura 41

Cuneta triangular.



Nota. Corte transversal de cuneta triangular. Fuente: Reglamento Nacional NB 688, 2007.

En el proyecto a realizarse la mayoría de calles se encuentran lastradas y se espera que en un futuro la capa de rodadura sea adoquinada, por lo que se toma un valor medio de 0,015, el cual se extrae de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, tabla 2B.202-19, pág. 322.

5.2.5.4.4. Ancho de inundación de la vía por escorrentía T

Tabla 67

Ancho de inundación superficial admisible.

Clasificación de la vía	Ancho de inundación superficial admisible T (m)
Zona residencial	3
Zona institucional y comercial	2,5
Vías tipo V-0 a V-3	2,5

Elaborado por: Los autores, a través de la información de NDC-SE-RA-015, 2012.

El ancho de inundación se calcula con la siguiente ecuación

$$T = \frac{Y_o}{S_x} \quad \text{Ec. 21}$$

Donde:

T = Ancho de inundación.

Y_o = Capacidad hidráulica del flujo (m).

S_x = Pendiente transversal de la vía.

5.2.5.4.5. Caudal de intercepción Qi

Se diseñarán sumideros en solera de cuneta con depresión, los cuales son empleados por la EPMAAPS y su dimensión estándar es 45 x 55 cm, el caudal de intercepción se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Q_i = C_c * K * \left(1 - \frac{P}{100}\right) * L * B * (2 * g * H)^{0.5} \quad \text{Ec. 22}$$

Donde:

Q_i = Caudal interceptado por el sumidero (m^3/s).

C_c = Coeficiente para sumideros en cunetas con depresión. Se considera un valor de 0,6.

K = Relación entre el área de orificios de la reja y su área total.

P = Porcentaje de obstrucción de la reja debido a basuras arrastradas por el escurrimiento pluvial en superficie. Se recomienda usar como mínimo $P = 50$.

L = Longitud del sumidero (m).

B = Ancho del sumidero (m).

G = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

H = Profundidad de la cara superior de la reja respecto de la superficie de agua sobre la reja (m),

Yo.

A continuación, se muestra el cálculo de sumideros para los diferentes tramos de la lotización los Romeros.

Tabla 68

Parámetros para el cálculo de sumideros por tramos.

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1		P1-P2	35.6	12	0.069	0.013	0.021	0.028	1.42	0.022	1	2
2		P2-P3	98.68	12	0.093	0.018	0.026	0.031	1.53	0.023	1	2
3		P3-P4	47.93	12	0.051	0.010	0.031	0.023	1.17	0.020	1	2
4		P4-P5	9.05	12	0.014	0.003	0.053	0.013	0.65	0.015	1	2
5	de los libertadores	P5-P6	11.7	12	0.017	0.003	0.032	0.015	0.77	0.016	1	2
6		P6-P7	100.08	12	0.058	0.011	0.039	0.024	1.19	0.020	1	2
7		P7-P8	100.03	12	0.061	0.012	0.026	0.026	1.30	0.021	1	2
8		P8-P9	100.06	12	0.081	0.016	0.034	0.028	1.38	0.022	1	2
9		P9-P10	29.45	12	0.018	0.004	0.034	0.016	0.78	0.016	1	2
10		P10-P11	100.07	12	0.068	0.013	0.036	0.026	1.28	0.021	1	2
11		P11-P12	45.31	12	0.029	0.006	0.047	0.018	0.88	0.017	1	2
12		P12-P13	98.75	12	0.052	0.010	0.044	0.022	1.11	0.020	1	2
13		P13-P14	59.11	12	0.045	0.009	0.040	0.021	1.07	0.019	1	2
14		P14-P15	75.98	12	0.117	0.023	0.011	0.039	1.94	0.026	1	2
15	P15-P16	36.47	12	0.049	0.009	0.019	0.025	1.26	0.021	1	2	
16	P16-P17	19.73	12	0.021	0.004	0.033	0.017	0.83	0.017	1	2	
17	calle c	P17-Pa	45.22	12	0.058	0.011	0.118	0.019	0.96	0.018	1	2
A		Pa-P18	45.15	12	0.050	0.010	0.107	0.018	0.92	0.018	1	2
18		P18-P19	42.28	12	0.050	0.010	0.073	0.020	1.00	0.019	1	2
19	P19-P20	15.3	12	0.017	0.003	0.069	0.014	0.68	0.015	1	2	

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle iasa1	P25-P26	98.4	12	0.110	0.021	0.023	0.033	1.66	0.024	1	2
2		P26-P27	21.39	12	0.031	0.006	0.030	0.020	0.98	0.018	1	2
3		P27-P28	56.82	12	0.052	0.010	0.025	0.025	1.23	0.021	1	2
4		P28-P29	46.86	12	0.065	0.013	0.030	0.026	1.30	0.021	1	2
5		P29-P18	59.72	12	0.072	0.014	0.030	0.027	1.34	0.022	1	2
1	calle iasa2	P25-P30	24.48	12	0.039	0.008	0.011	0.026	1.29	0.021	1	2
2		P30-P31	26.74	12	0.066	0.013	0.016	0.029	1.46	0.022	1	2
3		P31-P32	17.02	12	0.038	0.007	0.046	0.020	0.98	0.018	1	2
4		P32-P33	61.77	12	0.091	0.018	0.050	0.027	1.34	0.021	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle g	P10-P21	81.33	12	0.089	0.017	0.038	0.028	1.40	0.022	1	2
2		P21-P22	56.02	12	0.056	0.011	0.016	0.028	1.38	0.022	1	2
3		P22-P23	87.57	12	0.097	0.019	0.026	0.031	1.55	0.023	1	2
4		P23-P24	99.64	12	0.099	0.019	0.047	0.028	1.40	0.022	1	2
5		P24-P16	61.55	12	0.076	0.015	0.091	0.022	1.12	0.020	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P34-P35	75.07	12	0.087	0.017	0.083	0.024	1.19	0.020	1	2
2		P35-P36	20.75	12	0.037	0.007	0.128	0.016	0.80	0.017	1	2
3		P36-P37	49.27	12	0.067	0.013	0.122	0.020	1.01	0.019	1	2
4		P37-P38	68	12	0.075	0.015	0.096	0.022	1.10	0.020	1	2
5		P38-P39	20.86	12	0.030	0.006	0.095	0.016	0.78	0.016	1	2
6		P39-P31	27.98	12	0.020	0.004	0.039	0.016	0.79	0.017	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P2-P48	62.92	12	0.055	0.011	0.073	0.021	1.03	0.019	1	2
2		P48-P49	62.91	12	0.089	0.017	0.069	0.025	1.25	0.021	1	2
3		P50-P49	34.5	12	0.047	0.009	0.066	0.020	0.99	0.018	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P1-P51	29.87	12	0.027	0.005	0.140	0.014	0.70	0.016	1	2
2		P51-P52	99.58	12	0.098	0.019	0.122	0.023	1.16	0.020	1	2
3		P52-P53	11.95	12	0.030	0.006	0.043	0.018	0.91	0.018	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P38-P40	41.1	12	0.044	0.009	0.054	0.020	1.00	0.019	1	2
2		P40-P41	45.94	12	0.062	0.012	0.082	0.021	1.05	0.019	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P36-P42	27.79	12	0.017	0.003	0.099	0.013	0.63	0.015	1	2
2		P42-P43	31.49	15	0.014	0.003	0.199	0.010	0.52	0.013	1	2
3		P43-P44	31.32	18	0.021	0.004	0.150	0.013	0.63	0.015	1	2
4		P44-P45	31.73	21	0.030	0.006	0.026	0.020	1.00	0.019	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	calle s/n	P46-P47	74.92	26	0.095	0.019	0.054	0.027	1.34	0.022	1	2
2		P47-P35	31.82	29	0.029	0.006	0.067	0.016	0.82	0.017	1	2

Tramo	Calle	Pozo N.-	Longitud (m)	Ancho calzada (m)	Área parcial (ha)	Caudal pluvial calzada (m3/s)	Pendiente longitudinal	Capacidad Hidraulica Yo (m)	Ancho de inundacion T (m)	Qi (m3/s)	# sumideros Qo/Qi (u)	# sumideros total
1	predios	P66-P67	90.44	90	0.000	0.000	0.045	0.000	0.00	0.000	1	1
2		P67-P68	60.28	93	0.000	0.000	0.012	0.000	0.00	0.000	1	1
3		P68-P69	58.03	96	0.000	0.000	0.042	0.000	0.00	0.000	1	1
4		P69-P29	58.95	99	0.000	0.000	0.061	0.000	0.00	0.000	1	1

De acuerdo a las tablas del cálculo de sumideros se obtienen para el presente proyecto un total de 112 sumideros.

5.2.6. Disposición del Caudal de Descarga.

Para la disposición final del caudal sanitario hacia el Río Santa Clara requiere de tres descargas para las tres plantas de tratamiento que provienen del sistema de aguas residuales y para el caudal pluvial son necesarias seis descargas para los seis pozos de disipación de energía o pozo de salto tipo II que provienen de las aguas lluvias del sector del proyecto.

Como parte principal de la disposición del Caudal de Descarga para las aguas residuales es la planta de tratamiento propuesta y aceptada por el GADMUR, donde será tratada a través de procesos anaerobios los cuales eliminan 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%.

La planta de tratamiento tiene como objetivo principal realizar una desinfección de las aguas residuales para eliminar su peligrosidad, para después ser depositada directamente al cauce natural.

De igual manera como parte principal de la disposición el caudal proveniente de las aguas lluvias se consideró seis pozos de disipación de energía como estructuras de descarga al cauce natural.

Se detallan los pozos disipadores de energía para caudal pluvial en el ANEXO 8.

CAPÍTULO VI

IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Generalidades

En la realización de cualquier tipo de proyecto se origina impactos ambientales, los cuales pueden ser impactos positivos o impactos negativos, en el presente proyecto se contemplará el impacto sobre el medio ambiente en la zona de estudio, mejorando así el estilo de vida de todos los pobladores de lotización Los Romeros.

En el estudio se reconocerá los impactos que habrá en el proyecto en sus diferentes procesos como son las de construcción, operación y mantenimiento y como parte final el cierre o abandono del proyecto, para el análisis de todos estos procesos se empleará la matriz de Leopold, método cualitativo utilizado en estudios de impacto ambiental.

Este método analiza las actividades del proyecto con las causas o componentes ambientales que pueden ser afectados.

6.1.1. Identificación de impacto ambiental

Para la identificación de los tipos de impactos que habrá en la ejecución del proyecto, previamente se reconoció los impactos del sistema de agua potable y sistema de alcantarillado, uno de los principales problemas es la carencia de estos servicios básicos, ya que afecta la salud, la economía y el medio ambiente, limitando así el desarrollo de sus habitantes.

Al establecer ya el proyecto se tendrá como impactos el movimiento de tierra, escombros, ruido por maquinaria, en conjunto estos impactos son inevitables para realizar un proyecto de tal manera que se tiene que tener cuidado para que no sea tan destructivo con el medio ambiente.

6.1.2. Descripción del impacto ambiental

El impacto ambiental más negativo en la carencia de un sistema de distribución de agua potable y un sistema de alcantarillado para toda la lotización.

Por lo tanto, la falta de agua potable ayuda que exista un funcionamiento inadecuado en diversos sectores como salud, educación, es decir evita el desarrollo de actividades que impulsan el crecimiento económico en la población.

Asimismo, la falta de un sistema de alcantarillado ayuda que exista un crecimiento de focos infecciosos que puedan causar riesgo en la salud de los pobladores y contaminación del medio ambiente.

Por lo tanto, la suma de todas estas características negativas puede afectar considerablemente los aspectos relacionados con el medio ambiente, salud y economía de la población.

También se puede indicar que al momento que se realicen los mantenimientos respectivos para los servicios básicos se origina un impacto ambiental de tipo visual y auditivo que generan las máquinas al destruir las veredas, vías o elementos de hormigón para poder realizar el mantenimiento.

6.2. Impactos positivos

Los impactos positivos favorecen al medio ambiente y a la población donde se realiza la ejecución del proyecto, el impacto positivo más primordial que dejará el presente proyecto será el aumento de calidad de vida de los pobladores de la lotización Los Romeros, debido a la implantación de una nueva red de agua potable y un sistema de alcantarillado separado.

Igualmente, uno de los impactos positivos para este proyecto será que ya no se evacuará las aguas residuales directas al Río Santa Clara, provocando la contaminación del mismo, sino que se descargará las aguas residuales provenientes de los domicilios a una planta de tratamiento primario, con la finalidad de reducir la contaminación al río y disminuir los malos olores.

Uno de los impactos positivos de mayor importancia será la generación de fuentes de trabajo para la población donde se realizará el proyecto, por lo cual aumentará el comercio en la zona de la lotización Los Romeros y en sus alrededores.

6.3. Impactos negativos

Los impactos negativos son aquellos que provocan daños parciales al medio ambiente, para este proyecto el impacto negativo más fuerte será el movimiento de tierra que se origina por las excavaciones necesarias para la colocación de las diferentes tuberías de la red de alcantarillado sanitario, pluvial y para la colocación del sistema de agua potable. Esto origina contaminación de polvo, visual, auditiva a causa de las máquinas y volquetas al momento que se encuentre ejecutando la obra, todo esto en conjunto genera malestar para los pobladores de la lotización Los Romeros.

Otro impacto negativo considerado será la movilidad limitada para la población local y flotante debido a que se debe cerrar vías principales y secundarias de la lotización Los Romeros y sectores aledaños para la colocación de los nuevos sistemas.

6.3.1 Matriz de Leopold

Para la elaboración de la matriz de Leopold se deberá identificar todas las acciones que se generan en el proyecto propuesto en las distintas etapas de construcción, operación y cierre de la obra. Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold, consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, tendremos marcadas las cuadrículas que representen interacciones (o efectos) a tener en cuenta. (Cotán y Arroyo, 2007, pág. 4).

Una vez que se identifica cada una de las etapas se califica del 1 al 10 la magnitud de los posibles impactos, delante de la calificación se coloca el símbolo (-) cuando corresponde a un impacto negativo y si el impacto beneficia al proyecto se coloca el símbolo (+), la calificación que tenga como valor 10 corresponde a la máxima importancia en cambio que la calificación que corresponde al valor 1 será de mínima importancia. En la siguiente tabla se presentan las acciones para cada etapa.

Tabla 69

Acciones para cada etapa.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
Campamento e instalaciones provisionales
Obras urbanísticas
Desalojo de Materiales
Transporte y provisión de materiales
Limpieza y excavación de terreno
Obras de viabilidad

Consumo de: agua, energía eléctrica, combustible
Generación de residuos
Mantenimiento y Limpieza
ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO
Desmontaje de campamentos
Reposición del suelo
Limpieza general
Retiro de equipo y maquinaria

Nota. Matriz de Leopold para el presente proyecto. Elaborado por: Los autores.

En la tabla 70 se muestran los factores ambientales.

Tabla 70

Factores Ambientales.

CATEGORIA	COMPONENTE	ELEMENTO
FÍSICO	Suelos	Capa vegetal
		Procesos erosivos
BIÓTICO	Agua	Calidad
	Aire	Calidad
	Flora	Ruido-Vibración
		Vegetación natural
		Cultivos
Fauna	Terrestre - aves	
	Acuática	
SOCIO-ECONÓMICO	Suelos (estética)	Paisaje
		Recreación
		Salud Pública
	Bienestar socioeconómico	Accidentes
		Tránsito vehicular
		Tránsito peatonal
		Empleo
		Servicio público
		Economía

Nota. Factores ambientales de la Matrix de Leopold. Elaborado por: Los autores.

En la siguiente tabla se indica los impactos que se encuentran en cada etapa, con el fin de señalar los impactos tanto positivos como negativos

Tabla 71

Matriz de interrelación Acción – Factores ambientales.

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN LOS ROMEROS																		
ACCIONES ACTORES AMBIENTALES			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO				Número de impactos positivos	Número de impactos negativos	
			Campamento e instalaciones provisionales	Obras urbanísticas	Desalojo de materiales	Transporte y provisión de materiales	Limpieza y excavación de terreno	Obras de viabilidad	Consumo de agua, energía eléctrica, combustibles	Generación de residuos	Mantenimiento y limpieza	Desalojo de campamento	Reposición de suelo	Limpieza general	Retiro de equipo y maquinaria			
CATEGORÍA	COMPONENTE	ELEMENTO																
FÍSICO	SUELOS	Capa Vegetal	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	2	11	
		Proceso Erosivo	x	x			x			x						9	4	
	AGUA	Calidad	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		2	11	
		AIRE	Calidad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	13	
	Ruido - Vibración		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	2	11	
BIÓTICO	FLORA	Vegetación natural	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	1	12		
		Cultivos						x		x					11	2		
	FAUNA	Terrestre- aves						x		x					11	2		
		Acuática													13	0		
SOCIO - ECONÓMICO	SUELOS (estética)	Paisaje	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	13		
		Recreación	x	x		x			x	x		x			7	6		
	BIENESTAR SOCIOECONÓMICO	Salud Pública	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	13		
		Accidentes	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	2	11		
		Tránsito vehicular	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	2	11		
		Tránsito personal	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	2	11		
		Empleo	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	2	11		
		Servicio público	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		1	12		
		Economía	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	1	12		
Número de Impactos Positivos															68			
Número de Impactos Negativos																166		

Nota. Matrix de Leopold Acción – Factores ambientales. Elaborado por: Los autores.

Se valora en cada cuadrícula valores de magnitud como importancia del impacto.

6.3.2. Magnitud de impacto

Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso o elemento del ambiente. Se propone el cálculo de una magnitud relativa, a partir de los siguientes procedimientos. La comparación entre el valor impactado de un recurso sobre el valor total de dicho recurso en toda la zona del proyecto o en la zona de influencia. Expresada en porcentajes, en la tabla 72 la cual muestra los rangos de la magnitud de impacto. (De la Maza, 2007, pág. 3).

Tabla 72
Magnitud de impacto.

DESCRIPCIÓN	%	RANGO
Muy alta	(80-100)%	8,0 a 10
Alta	(60-79)%	6,0 a 7,9
Media	(40-59)%	4,0 a 5,9
Baja	(20-39)%	2,0 a 3,9
Muy Baja	(0-19)%	0 - 1,9

Nota. Magnitud de importancia para la Matrix de Leopold. Elaborado por: Los autores.

6.3.3. Importancia de impacto

Se refiere a la significación humana del impacto. Esto está en relación directa con la calidad del recurso afectado. En la tabla 73 se muestra la importancia de impacto. (De la Masa, 2007, pág. 3).

Tabla 73
Importancia de impacto.

DURACIÓN	INFLUENCIA	CALIFICACIÓN
Temporal	Puntual	1
Media	Puntual	2
Permanente	Puntual	3
Temporal	Local	4
Media	Local	5
Permanente	Local	6
Temporal	Regional	7
Media	Regional	8
Permanente	Regional	9
Permanente	Nacional	10

Nota. Importancia de impacto para la Matrix de Leopold. Elaborado por: Los autores.

6.3.3.1. Matriz de Leopold - Etapa de construcción

Tabla 74

Matriz de Leopold para la etapa de construcción.

ACCIONES ACTORES AMBIENTALES			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							
			Campaneo e instalaciones provisionales	Obras urbanísticas	Desalojo de materiales	Transporte y provisión de materiales	Limpieza y excavación de terreno	Obras de viabilidad	Número de impactos positivos	Número de impactos negativos
CATEGORÍA	COMPONENTE	ELEMENTO								
FÍSICO	SUELOS	Capa Vegetal	(-1) 1	(0) 0	(-2) 2	(-3) 1	(-1) 5	(-2) 2	-	5
		Proceso Erosivo	(-1) 1	(-2) 1	(0) 0	(0) 0	(-2) 1	(-1) 1	-	4
	AGUA	Calidad	(-1) 1	(-2) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(0) 0	-	5
		Calidad	(-2) 2	(-3) 2	(-2) 3	(-2) 3	(-2) 2	(-1) 4	-	6
	AIRE	Ruido - Vibración	(-4) 1	(-4) 2	(-4) 4	(-4) 4	(-2) 2	(-1) 2	-	6
BIÓTICO	FLORA	Vegetación natural	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	-	6
		Cultivos	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
	FAUNA	Terrestre- aves	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
		Acuática	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
SOCIO -ECONÓMICO	SUELOS (estética)	Paisaje	(-1) 1	(-1) 1	(-2) 1	(-3) 2	(-2) 1	(-1) 1	-	6
		Recreación	(-2) 1	(2) 2	(0) 0	(-1) 1	(0) 0	(1) 1	2	2
	BIENESTAR SOCIOECONÓMICO	Salud Pública	(-2) 1	(-1) 1	(-3) 2	(-3) 2	(-4) 2	(-2) 2	-	6
		Accidentes	(-3) 2	(-3) 2	(-4) 2	(-4) 2	(-4) 2	(-5) 2	-	6
		Tránsito vehicular	(-2) 2	(-2) 2	(-3) 2	(-3) 2	(-3) 2	(-5) 2	-	6
		Tránsito personal	(-1) 1	(-1) 1	(-3) 2	(-3) 2	(-3) 2	(-5) 2	-	6
		Empleo	(2) 1	(6) 4	(2) 4	(2) 4	(6) 4	(6) 4	6	-
		Servicio público	(-1) 1	(-2) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-2) 1	(-2) 4	-	6
		Economía	(1) 4	(5) 4	(5) 4	(5) 4	(1) 8	(8) 4	6	6
Números de Impactos Positivos								14		
Número de Impactos Negativos									71	

Nota. Matriz de Leopold para la etapa de construcción considerando sus categorías. Elaborado por:

Los autores.

6.3.3.2. Matriz de Leopold - Etapa de Operación y Mantenimiento

Tabla 75

Matriz de Leopold para la etapa de operación y mantenimiento.

ACCIONES ACTORES AMBIENTALES			ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
			Consumo de agua, energía eléctrica, combustibles	Generación de residuos	Mantenimiento y limpieza	Número de impactos positivos	Número de impactos negativos
CATEGORÍA	COMPONENTE	ELEMENTO					
FÍSICO	SUELOS	Capa Vegetal	(0) 0	(-1) 1	(0) 0	-	1
		Proceso Erosivo	(0) 0	(-1) 1	(0) 0	-	1
	AGUA	Calidad	(-1) 3	(-1) 2	(-1) 1	-	3
	AIRE	Calidad	(-1) 3	(-4) 1	(-1) 1	-	3
		Ruido - Vibración	(0) 0	(0) 0	(-4) 1	-	1
BIÓTICO	FLORA	Vegetación natural	(0) 0	(-1) 1	(-1) 1	-	2
		Cultivos	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
	FAUNA	Terrestre- aves	(0) 0	(-5) 3	(0) 0	-	1
		Acuática	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
SOCIO - ECONÓMICO	SUELOS (estética)	Paisaje	(4) 6	(-3) 3	(-1) 1	1	2
		Recreación	(-1) 5	(0) 0	(0) 0	-	1
	BIENESTAR SOCIOECONÓMICO	Salud Pública	(8) 6	(-3) 3	(-1) 1	1	2
		Accidentes	(0) 0	(0) 0	(-1) 1	-	1
		Tránsito vehicular	(0) 0	(-1) 1	(-1) 1	-	2
		Tránsito personal	(0) 0	(-1) 1	(-1) 1	-	2
		Empleo	(6) 6	(2) 3	(2) 1	3	-
		Servicio público	(4) 2	(-1) 3	(-1) 1	1	2
		Economía	(4) 3	(2) 3	(2) 2	3	-
Número de Impactos Positivos						9	
Número de Impactos Negativos							24

Nota. Matriz de Leopold para la etapa de operación y mantenimiento considerando sus categorías.

Elaborado por: Los autores.

6.3.3.3. Matriz de Leopold - Etapa de Cierre y Abandono

Tabla 76

Matriz de Leopold para la etapa de cierre y abandono.

ACCIONES ACTORES AMBIENTALES			ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO					
			Desalojo de campamento	Reposición de suelo	Limpieza general	Retiro de equipo y maquinaria	Número de impactos positivos	Número de impactos negativos
CATEGORÍA	COMPONENTE	ELEMENTO						
FÍSICO	SUELOS	Capa Vegetal	(-1) 1	(-1) 1	(-4) 1	(-2) 1	-	4
		Proceso Erosivo	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
	AGUA	Calidad	(-1) 3	(-1) 1	(0) 0	(0) 0	-	2
	AIRE	Calidad	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	-	4
		Ruido - Vibración	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-8) 3	-	4
BIÓTICO	FLORA	Vegetación natural	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	-	4
		Cultivos	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
	FAUNA	Terrestre- aves	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
		Acuática	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	-
SOCIO - ECONÓMICO	SUELOS (estética)	Paisaje	(-4) 1	(-2) 1	(-2) 1	(-1) 1	-	4
		Recreación	(-1) 1	(0) 0	(0) 0	(0) 0	-	1
	BIENESTAR SOCIOECONÓMICO	Salud Pública	(-1) 1	(-1) 1	(-2) 1	(-4) 2	-	4
		Accidentes	(-4) 2	(-1) 1	(-1) 1	(-6) 1	-	4
		Tránsito vehicular	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	-	4
		Tránsito personal	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	(-1) 1	-	4
		Empleo	(4) 4	(4) 4	(-4) 4	(5) 4	4	-
		Servicio público	(-1) 1	(-1) 1	(1) 1	(-1) 2	1	3
		Economía	(3) 2	(1) 1	(1) 1	(2) 1	4	-
Número de Impactos Positivos							9	
Número de Impactos Negativos								42

Nota. Matriz de Leopold para la etapa de cierre y abandono considerando sus categorías. Elaborado por: Los autores.

6.3.3.4. Resultados obtenidos mediante la Matriz de Leopold.

Tabla 77

Tabla de resumen de impactos mediante la Matriz de Leopold.

IMPACTOS ETAPAS	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN Y MATENIMIENTO	ETAPA DE CIERRE
Impactos Positivos	14	9	9
Impactos Negativos	71	24	42
TOTAL IMPACTO	85	33	51

Nota. Matriz de Leopold impactos positivos y negativos. Elaborado por: Los autores.

6.4. Medidas de mitigación

Una vez identificado y evaluados los impactos ambientales de la zona del proyecto se puede observar que la etapa de construcción es la de mayor impacto ambiental dado que para su ejecución se deberá tomar en cuenta medidas de mitigación.

- Se realizará charlas con los moradores de la lotización Los Romeros, ya que se beneficiarán del proyecto con el fin de que tengan conocimiento de los trabajos que se van a realizar y así poder resguardar la maquinaria, herramientas de trabajo y almacenar temporalmente las tuberías, mientras se encuentren realizando los trabajos en cada uno de los sectores.
- El sistema de alcantarillado, aumentará la calidad de vida de los pobladores del sector, evitando la contaminación del medio ambiente y llegando a obtener los servicios básicos más necesarios para un adecuado desarrollo de la vida.
- Se evitará realizar los trabajos de construcción en horarios nocturnos para no perturbar la tranquilidad de los pobladores.

- Durante el proceso de excavación se deberá asegurar un correcto manejo del material excavado y de igual forma dar aviso a los predios aledaños.
- Se debe tomar en cuenta que la maquinaria que se encuentra realizando el trabajo tenga el suficiente combustible para terminar la jornada de trabajo, con la finalidad de evitar recargas o almacenamiento de combustible en la zona del proyecto, con el fin de eludir la contaminación del suelo.
- Se colocará los servicios higiénicos móviles y contenedores de residuos sólidos en lugares estratégicos para evitar los malos olores y contaminación del suelo
- Se verifica el cumplimiento de todas las normas de seguridad tanto para el personal de trabajo como en señalizaciones de seguridad para el tránsito peatonal y vehicular con el fin de evitar accidentes.
- Verificar que la compactación del suelo cumpla con las especificaciones técnicas, para evitar hundimientos de la vía.
- Se deberá realizar el regado de agua en el suelo que se excava para minorar la generación del polvo, para evitar que provoque malestar en los habitantes del sector.
- El material excedente y escombros serán desalojados en el menor tiempo para evitar la acumulación de los mismos.
- Al realizar el desalojo de los escombros las volquetas colocarán lonas para cubrir todo el material que será transportado a las escombreras autorizadas.
- En caso de suspensión de algún servicio se deberá mantener informados a los habitantes para que puedan tomar precauciones.

CAPÍTULO VII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

7.1. Especificaciones técnicas para Agua Potable (Véase ANEXO 9)

Las especificaciones técnicas representan un sin número de instrucciones, normas, reglas y disposiciones que rige para la realización y culminación de un proyecto. Por lo tanto, es la documentación que debe ser cumplida por el ejecutor de la obra, en este caso del suministro de agua potable que incluye rubros de obra, la forma de medición y pago proporcionados por el Cantón Rumiñahui. En la tabla 78 se muestra un resumen de los ítems para presupuesto de agua potable.

Tabla 78

Tabla de resumen de ítems del presupuesto para agua potable.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	OBRAS PRELIMINARES
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS
3	TUBERÍAS
4	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
5	ACCESORIOS
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
6.1	CAMARA DE VÁLVULA
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Nota. Descripción de rubros para el presupuesto de agua potable. Elaborado por: Los autores.

7.2. Especificaciones técnicas para Alcantarillado Separado (Véase ANEXO 9)

Es la documentación en la cual se definen normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todas las obras de construcción, elaboración de estudios para la implementación del alcantarillado separado. En las tablas 79 y 80 se muestra un resumen de los ítems para el presupuesto de alcantarillado sanitario y pluvia, respectivamente.

Tabla 79

Tabla de resumen de ítems del presupuesto para alcantarillado sanitario.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	OBRAS PRELIMINARES
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS
3	TUBERÍAS
4	POZOS DE REVISIÓN
5	POZOS DE SALTO
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
6.1	CANAL DE ACERCAMIENTO CON REJILLA
6.2	TANQUE IMHOFF
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Nota. Descripción de rubros para el presupuesto del alcantarillado sanitario. Elaborado por: Los autores.

Tabla 80

Tabla de resumen de ítems del presupuesto para alcantarillado pluvial.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	OBRAS PRELIMINARES
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS
3	TUBERÍAS
4	POZOS DE REVISIÓN
5	POZOS DE SALTO
6	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Nota. Descripción de rubros para el presupuesto del alcantarillado pluvial. Elaborado por: Los autores.

CAPÍTULO VIII

PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS

8.1 Presupuestos

Un presupuesto hace referencia a la cantidad de dinero que es indispensable para hacer frente a cierto número de rubros con gastos que son necesarios para generar un proyecto. Es decir, es la delimitación en términos de dinero de la condición que tiene dicho proyecto y los resultados que se desea conseguir una vez se realice este, dentro de un tiempo estipulado. (Sanches, 2019).

A continuación, se presentarán 4 presupuestos referenciales tanto para agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y un presupuesto global la cual abarcara los sistemas antes mencionados.

8.1.1. Presupuesto agua potable

A continuación, se presentará un resumen del presupuesto referencial para agua potable. El presupuesto referencial se muestra en el ANEXO 10.

Tabla 81

Presupuesto referencial para agua potable.

PRESUPUESTO REFERENCIAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	8050.07
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19268.56
3	TUBERÍAS	55529.15
4	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	6811.32
5	ACCESORIOS	12127.18
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	
6.1	CÁMARA DE VÁLVULA	4941.69
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	89480.58
TOTAL		\$196,208.55
IVA 12%		\$23,545.03
TOTAL CON IVA		\$219,753.57

Nota. Descripción del presupuesto referencial del sistema de agua potable. Elaborado por: Los autores.

8.1.2. Presupuesto alcantarillado separado

8.1.2.1. Alcantarillado Sanitario

A continuación, se presentará un resumen del presupuesto referencial para alcantarillado sanitario. El presupuesto referencial se muestra en el ANEXO 11.

Tabla 82

Presupuesto referencial para alcantarillado sanitario.

PRESUPUESTO REFERENCIAL		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	13510.20
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	66346.66
3	TUBERÍAS	77716.89
4	POZOS DE REVISIÓN	67944.20
5	POZOS DE SALTO	19077.60
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS	
6.1	CANAL DE ACERCAMIENTO CON REJILLA	680.22
6.2	TANQUE IMHOFF	209172.81
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	109252.94
TOTAL		\$563,701.51
IVA 12%		\$67,644.18
TOTAL CON IVA		\$631,345.69

Nota. Descripción del presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario. Elaborado por: Los autores.

8.1.2.2. Alcantarillado Pluvial

A continuación, se presentará un resumen del presupuesto referencial para alcantarillado pluvial. El presupuesto referencial se muestra en el ANEXO 12.

Tabla 83*Presupuesto referencial para alcantarillado pluvial.*

PRESUPUESTO REFERENCIAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	11787.80
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	80714.83
3	TUBERÍAS	233787.36
4	POZOS DE REVISIÓN	40843.38
5	POZOS DE SALTO	28616.40
6	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	121850.33
TOTAL		\$517,600.10
IVA 12%		\$62,112.01
TOTAL CON IVA		\$579,712.11

Nota. Descripción del presupuesto referencial del sistema de alcantarillado pluvial. Elaborado por:
Los autores.

8.1.3. Presupuesto Global

A continuación, se presentará un resumen del presupuesto referencial para el presupuesto global.

Tabla 84*Presupuesto referencial total de las obras a realizarse.*

PRESUPUESTO REFERENCIAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	RED DE AGUA POTABLE	\$196,208.55
2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	\$563,701.51
3	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	\$517,600.10
TOTAL		\$1,277,510.16
IVA 12%		\$153,301.22
TOTAL CON IVA		\$1,430,811.38

Nota. Descripción del presupuesto global de las obras de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial. Elaborado por: Los autores.

8.2. Cronogramas

El cronograma valorado es la distribución en un tiempo determinado de los fondos para que se pueda generar un proyecto. Dicho cronograma se considera como un control para la ejecución del presupuesto, para de esta manera conocer el grado de avance de un proyecto.

8.2.1. Cronograma valorado agua potable

A continuación, se presentará el cronograma valorado para el presupuesto de la red de agua potable.

Tabla 85

Cronograma valorado para el proyecto de agua potable.

PRESUPUESTO REFERENCIAL			TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	1	2	3	4	5
1	OBRAS PRELIMINARES	8050.07	4025.03	4025.03			
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19268.56	3853.71	3853.71	3853.71	3853.71	3853.71
3	TUBERÍAS	55529.15		13882.29	13882.29	13882.29	13882.29
4	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	6811.32					6811.32
5	ACCESORIOS	12127.18		3031.80	3031.80	3031.80	3031.80
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS						
6.1	CÁMARA DE VÁLVULA	4941.69				2470.84	2470.84
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	89480.58	17896.12	17896.12	17896.12	17896.12	17896.12
		TOTAL \$196,208.55					
		IVA 12% \$23,545.03					
		TOTAL CON IVA \$219,753.57					
<i>PROGRAMADO MENSUAL</i>			25774.86	42688.94	38663.91	41134.75	47946.07
<i>PROGRAMADO ACUMULADO</i>			25774.86	68463.81	107127.72	148262.47	196208.55
<i>PROGRAMADO MENSUAL (%)</i>			13.14%	21.76%	19.71%	20.96%	24.44%
<i>PROGRAMADO ACUMULADO (%)</i>			13.14%	34.89%	54.60%	75.56%	100.00%

Nota. Descripción del cronograma valorado para el proyecto de agua potable proyectado para 5 meses. Elaborado por: Los autores.

8.2.2. Cronograma alcantarillado separado

A continuación, se presentarán los cronogramas valorados para los proyectos de alcantarillado separado.

8.2.2.1. Alcantarillado Sanitario

Tabla 86

Cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado sanitario.

PRESUPUESTO REFERENCIAL			EJECUCIÓN DE OBRA EN MESES								
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	OBRAS PRELIMINARES	13510.20	4503.40		4503.40			4503.40			
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	66346.66	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85	7371.85
3	TUBERÍAS	77716.89		11102.41	11102.41	11102.41	11102.41	11102.41	11102.41	11102.41	
4	POZOS DE REVISIÓN	67944.20			13588.84	13588.84	13588.84	13588.84	13588.84		
5	POZOS DE SALTO	19077.60				4769.40	4769.40	4769.40	4769.40		
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS										
6.1	CANAL DE ACERCAMIENTO CON REJILLA	680.22								340.11	340.11
6.2	TANQUE IMHOFF	209172.81								104586.40	104586.40
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	109252.94	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22	12139.22
TOTAL		\$563,701.51									
		IVA 12% \$67,644.18									
		TOTAL CON IVA \$631,345.69									
PROGRAMADO MENSUAL			24014.47	30613.48	48705.72	48971.72	48971.72	53475.12	48971.72	135539.99	124437.58
PROGRAMADO ACUMULADO			24014.47	54627.95	103333.67	152305.38	201277.10	254752.22	303723.94	439263.93	563701.51
PROGRAMADO MENSUAL (%)			4.26%	5.43%	8.64%	8.69%	8.69%	9.49%	8.69%	24.04%	22.08%
PROGRAMADO ACUMULADO (%)			4.26%	9.69%	18.33%	27.02%	35.71%	45.19%	53.88%	77.92%	100.00%

Nota. Descripción del cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado sanitario proyectado para 9 meses. Elaborado por: Los autores.

8.2.2.2. Alcantarillado Pluvial

Tabla 87

Cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado pluvial.

PRESUPUESTO REFERENCIAL			TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	1	2	3	4	5	6	7
1	OBRAS PRELIMINARES	11787.80	5893.90	5893.90					
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	80714.83	11530.69	11530.69	11530.69	11530.69	11530.69	11530.69	11530.69
3	TUBERÍAS	233787.36		38964.56	38964.56	38964.56	38964.56	38964.56	38964.56
4	POZOS DE REVISIÓN	40843.38		8168.68	8168.68	8168.68	8168.68	8168.68	
5	POZOS DE SALTO	28616.40		9538.80		9538.80			9538.80
6	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	121850.33	17407.19	17407.19	17407.19	17407.19	17407.19	17407.19	17407.19
TOTAL		\$517,600.10							
		IVA 12% \$62,112.01							
		TOTAL CON IVA \$579,712.11							
PROGRAMADO MENSUAL			34831.78	91503.82	76071.12	85609.92	76071.12	76071.12	77441.24
PROGRAMADO ACUMULADO			34831.78	126335.60	202406.71	288016.63	364087.74	440158.86	517600.10
PROGRAMADO MENSUAL (%)			6.73%	17.68%	14.70%	16.54%	14.70%	14.70%	14.96%
PROGRAMADO ACUMULADO (%)			6.73%	24.41%	39.10%	55.64%	70.34%	85.04%	100.00%

Nota. Descripción del cronograma valorado para el proyecto de alcantarillado pluvial proyectado para 7 meses. Elaborado por: Los autores.

8.2.3. Cronograma para el proyecto global

A continuación, se presentará el cronograma valorado para el proyecto global de las obras de agua potable y alcantarillado separado.

Tabla 88

Cronograma valorado para el proyecto global de obras.

PRESUPUESTO REFERENCIAL			TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES								
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	RED DE AGUA POTABLE	\$196,208.55	39241.71	39241.71	39241.71	39241.71	39241.71				
2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	\$563,701.51	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50	62633.50
3	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	\$517,600.10	73942.87	73942.87	73942.87	73942.87	73942.87	73942.87	73942.87		
TOTAL		\$1,277,510.16									
		IVA 12% \$153,301.22									
		TOTAL CON IVA \$1,430,811.38									
PROGRAMADO MENSUAL			175818.08	175818.08	175818.08	175818.08	175818.08	136576.37	136576.37	62633.50	62633.50
PROGRAMADO ACUMULADO			175818.08	351636.16	527454.25	703272.33	879090.41	1015666.78	1152243.16	1214876.66	1277510.16
PROGRAMADO MENSUAL (%)			13.76%	13.76%	13.76%	13.76%	13.76%	10.69%	10.69%	4.90%	4.90%
PROGRAMADO ACUMULADO (%)			13.76%	27.53%	41.29%	55.05%	68.81%	79.50%	90.19%	95.10%	100.00%

Nota. Descripción del cronograma valorado para el proyecto global de obras proyectado para 9 meses. Elaborado por: Los autores.

En las tablas anteriores se describe los cronogramas valorados para las distintas obras, en las cuales se han proyectado dependiendo al nivel de complejidad de cada uno, analizando la construcción de los proyectos individualmente, para agua potable con una duración de 5 meses, para alcantarillado sanitario una duración de 9 meses y para alcantarillado pluvial con una duración de 7 meses.

Se ha realizado también un análisis para un proyecto global de la construcción de las tres obras antes mencionadas con una duración de 9 meses.

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

9.0 Generalidades

Para saber si es factible o no ejecutar un proyecto, siempre se debe realizar un análisis económico y financiero, con la finalidad de observar si el proyecto es viable o se tendrá que realizar cambios para hacer posible su ejecución.

Para el presente proyecto se realizará este análisis para determinar la liquidez y rentabilidad del proyecto con la información entregada por el GADMUR.

9.1. Viabilidad económica

La viabilidad económica nos permite saber si el proyecto es rentable o no, uno de los puntos de vista importantes es la rentabilidad que tiene el proyecto en base a la inversión y los recursos que se tiene para lograr su ejecución.

Nos da a conocer si la vida útil del proyecto es factible para la inversión que se va a realizar, logrando un beneficio común tanto para la lotización Los Romeros como para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui.

9.2. Viabilidad financiera

La viabilidad financiera analiza si la inversión que se va a realizar tendrá coherencia con sus obligaciones.

Para la evaluación financiera se señalará un flujo de caja, que van a producir los sistemas de agua potable y alcantarillado separado el cual nos dará a conocer los ingresos que se generan

de los mismos con la ayuda de sus indicadores que son el valor actual neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio-costos (B/C).

9.3. Indicadores económicos.

9.3.1. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios. (Mete, 2014, pág. 69).

Un VAN mayor a 0 indica que el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir sus expectativas el cual es viable, si se tiene un VAN igual a 0 no significa que no hay beneficios, sino que ellos apenas alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto, si el VAN es menor a 0 el proyecto no es viable.

La fórmula para poder calcular el VAN se presenta a continuación. (Mete, 2014, pág. 70).

Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad \text{Ec.23}$$

Dónde:

F_t = Flujo de dinero para cada periodo.

I_0 = Inversión inicial.

n = Número de periodo del tiempo.

k = Tipo de interés exigido a la inversión.

9.3.2. Tasa interna de retorno (TIR).

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado de un proyecto. Es una medida en la evaluación de proyectos que está muy relacionada con el valor actual neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. (Sevilla, 2014).

Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{FE}{(1+TIR)^t} = VAN = 0 \quad \text{Ec. 24}$$

Dónde:

TIR = Tasa Interna de Retorno

VAN = Valor Actual Neto

FE (t) = Flujo de efectivo neto del período t

N = Número de períodos de vida útil del proyecto

9.3.3. Beneficio / costo.

El análisis beneficio/costo es una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los beneficios y costos asociados a un proyecto de inversión, tal como la creación de una empresa o el lanzamiento de un nuevo producto, con el fin de conocer su rentabilidad. Lo que mide al dividir el valor actual de los ingresos totales netos entre el valor de los costos de inversión de un proyecto. (Sevilla, 2014).

Si el B/C es mayor a 1 se considera el proyecto, si el B/C es igual a 1 no existe ganancia y si el B/C es menor a 1 no se considera el proyecto.

9.4. Inversión del proyecto.

La inversión de los proyectos de la red de agua potable es de \$ 219,753.57 dólares americanos, para el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario es de \$ 631,345.69 dólares americanos y para el proyecto del sistema de alcantarillado pluvial es de \$ 579,712.11 dólares americanos, si se los ejecuta individualmente.

Para una inversión total si el proyecto se lo realiza de forma unánime con todos los sistemas a ejecutar se tendrá un monto final de \$ 1'430,811.38 dólares americanos.

9.4.1. Egreso por operación y mantenimiento.

Para el mantenimiento del sistema de agua potable, relacionado con sus válvulas reductoras de presión se efectuará cada 10 años, cambiando totalmente la válvula reductora de presión.

Para el mantenimiento periódico de los componentes del sistema de alcantarillado, consiste básicamente en actividades de limpieza y desobstrucción de las unidades del sistema, para lo cual es necesario hacerlo anualmente.

9.4.2. Operación y mantenimiento

La red de agua potable consta de 1 válvula reductora de presión en todo el sistema, el cambio y mantenimiento de la válvula se efectuará cada 10 años. El costo para el mantenimiento de la válvula reductora de presión es de \$ 3,753.57.

El sistema de alcantarillado consta con tuberías de distintos diámetros con pozos de revisión, pozos de salto y sumideros los cuales necesitan de limpieza y desobstrucción. A continuación, en la tabla 89 se muestra en monto total de operación y mantenimiento para alcantarillado.

Tabla 89*Operación y mantenimiento para alcantarillado.*

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA ALCANTARILLADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	LIMPIEZA DE SUMIDEROS (A PRESION - HANDY JET) INC. DESALOJO (R)	u	112	8.02	898.24
2	LIMPIEZA POZOS DE REVISION	u	80	37.00	2960.00
3	LIMPIEZA TUBERIA DE ALCANTARILLADO	m	3147.61	1.83	5760.13
TOTAL					\$9,618.37
IVA 12%					\$1,154.20
TOTAL CON IVA					\$10,772.57

Nota. Descripción del valor para el costo de operación y mantenimiento para alcantarillado.

Elaborado por: Los autores.

En la tabla anterior para el cálculo de operación y mantenimiento para alcantarillado se obtiene un valor de \$ 10,772.57 anual para la limpieza y desobstrucción de aparatos del sistema.

Después de haber determinado el costo de operación y mantenimiento de cada proyecto se realiza la proyección para 25 años, que es el periodo diseño considerado para una red de agua potable, un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de alcantarillado pluvial con obras complementarias como son pozos de disipación de energía y planta de tratamiento, se determina la depreciación del sistema mediante la siguiente expresión.

9.4.2.1. Cálculo de total del valor de operación y mantenimiento

Valor de O = 10,772.57

Valor de M = 3,753.57

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor de O o M}}{\text{Periodo de diseño}}$$

$$\text{Depreciación operación} = \frac{10772.57}{25}$$

Depreciación operación = 430.90

$$\text{Depreciación mantenimiento} = \frac{3753.57}{25}$$

Depreciación operación = 150.14

Para el cálculo de los valores de egresos por costos de operación y mantenimiento se considera un incremento del 1% anual conforme al índice de precios de la cámara de la construcción y una depreciación para valores de operación anual de 430.90 y valores de mantenimiento cada 10 años de 150.14, este valor resulta de dividir el costo total anual de operación o mantenimiento entre el número de años a proyectarse la obra.

En la tabla 90 se muestran los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 90
Costos de operación y mantenimiento.

Año	Costo Mantenimiento \$	Costo Operación \$	Total Anual \$
2021		0.00	0.00
2022		10772.57	11203.47
2023		10880.30	11311.20
2024		10989.10	11420.00
2025		11098.99	11529.89
2026		11209.98	11640.88
2027		11322.08	11752.98
2028		11435.30	11866.20
2029		11549.65	11980.56
2030		11665.15	12096.05
2031	4105.58	11781.80	16468.43
2032		11899.62	12330.52
2033		12018.62	12449.52
2034		12138.80	12569.70
2035		12260.19	12691.09
2036		12382.79	12813.69
2037		12506.62	12937.52
2038		12631.69	13062.59
2039		12758.00	13188.91
2040		12885.58	13316.49
2041	4534.72	13014.44	18130.20
2042		13144.58	13575.49
2043		13276.03	13706.93
2044		13408.79	13839.69
2045		13542.88	13973.78
2046		13678.31	14109.21

Nota. Descripción de los costos de operación y mantenimiento. Elaborado por: Los autores.

9.4.3. Ingresos del proyecto.

Con la información entregada por el GADMUR se puede observar los costos mensuales por metro cúbico para categoría residencial la cual está representada en la tabla 91.

Tabla 91

Categoría de las tarifas residenciales.

Residencial			
Rango m3		Tarifa USD	
Inicial	Final	Básica	Adicional (sobre excedente)
0	10	0.75	0.0000
10	20	0.75	0.2665
20	30	3.23	0.2803
30	40	5.92	0.3071
40	50	8.89	0.3689
50	60	12.44	0.3770
60	100	16.09	0.4172
100	200	32.63	0.4639
200	300	78.89	0.5105
300	1000	129.43	0.5673
1000	en adelante	526.4	0.6273

Nota. Costo del m³ de agua potable para categoría residencial del cantón Rumiñahui. Elaborado por: Los autores, a través de la ordenanza No. 003-2012 otorgada por el GADMUR.

En la siguiente tabla se muestra los ingresos del proyecto por el cobro de servicios.

Tabla 92

Ingresos del proyecto por el cobro de servicios de agua potable y alcantarillado.

Año	Población (hab)	Consumo (m ³ /año)	Ingreso agua potable (\$)	Ingresos alcantarillado (\$)	Total ingresos (\$)
2021	348	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	359	32310.00	290790.00	221000.40	511790.40
2023	369	33210.00	298890.00	227156.40	526046.40
2024	380	34200.00	307800.00	233928.00	541728.00
2025	392	35280.00	317520.00	241315.20	558835.20
2026	404	36360.00	327240.00	248702.40	575942.40
2027	416	37440.00	336960.00	256089.60	593049.60
2028	428	38520.00	346680.00	263476.80	610156.80

Año	Población (hab)	Consumo (m³/año)	Ingreso agua potable (\$)	Ingresos alcantarillado (\$)	Total ingresos (\$)
2029	441	39690.00	357210.00	271479.60	628689.60
2030	454	40860.00	367740.00	279482.40	647222.40
2031	467	42030.00	378270.00	287485.20	665755.20
2032	481	43290.00	389610.00	296103.60	685713.60
2033	496	44640.00	401760.00	305337.60	707097.60
2034	510	45900.00	413100.00	313956.00	727056.00
2035	526	47340.00	426060.00	323805.60	749865.60
2036	541	48690.00	438210.00	333039.60	771249.60
2037	557	50130.00	451170.00	342889.20	794059.20
2038	574	51660.00	464940.00	353354.40	818294.40
2039	591	53190.00	478710.00	363819.60	842529.60
2040	609	54810.00	493290.00	374900.40	868190.40
2041	627	56430.00	507870.00	385981.20	893851.20
2042	646	58140.00	523260.00	397677.60	920937.60
2043	665	59850.00	538650.00	409374.00	948024.00
2044	685	61650.00	554850.00	421686.00	976536.00
2045	705	63450.00	571050.00	433998.00	1005048.00
2046	726	65340.00	588060.00	446925.60	1034985.60

Elaborado por: Los autores.

9.4.4. Flujo de caja

Para la obtención del flujo de caja se toma en cuenta los valores de inversión de un proyecto, ingresos del proyecto, con la finalidad de obtener los indicadores económicos. Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Beneficio / costo.

Para un periodo de diseño de 25 años, con una tasa de descuento del 12 %, se determinó el valor actual neto, obteniendo un valor mayor a cero indicado en la tabla 93, lo cual nos indica que el proyecto es viable económicamente.

Tabla 93*Flujo de caja.*

Año	Inversión	Egresos	Ingresos	Flujo de caja
2021	\$1,430,811.38	0.00	0.00	-\$1,430,811.38
2022		11203.47	511790.40	\$500,586.93
2023		11311.20	526046.40	\$514,735.20
2024		11420.00	541728.00	\$530,308.00
2025		11529.89	558835.20	\$547,305.31
2026		11640.88	575942.40	\$564,301.52
2027		11752.98	593049.60	\$581,296.62
2028		11866.20	610156.80	\$598,290.60
2029		11980.56	628689.60	\$616,709.04
2030		12096.05	647222.40	\$635,126.35
2031		16468.43	665755.20	\$649,286.77
2032		12330.52	685713.60	\$673,383.08
2033		12449.52	707097.60	\$694,648.08
2034		12569.70	727056.00	\$714,486.30
2035		12691.09	749865.60	\$737,174.51
2036		12813.69	771249.60	\$758,435.91
2037		12937.52	794059.20	\$781,121.68
2038		13062.59	818294.40	\$805,231.81
2039		13188.91	842529.60	\$829,340.69
2040		13316.49	868190.40	\$854,873.91
2041		18130.20	893851.20	\$875,721.00
2042		13575.49	920937.60	\$907,362.11
2043		13706.93	948024.00	\$934,317.07
2044		13839.69	976536.00	\$962,696.31
2045		13973.78	1005048.00	\$991,074.22
2046		14109.21	1034985.60	\$1,020,876.39

Tasa	12%
VNA	\$4,880,273.51
VAN	\$3,449,462.13
TIR	38%
PR (años)	4.56
B/C	10.60

Elaborado por: Los autores.

En las tablas representadas anteriormente se muestra que para el proyecto global de obras de agua potable y alcantarillado son viables al obtener un valor positivo con un valor actual neto de \$3'449,462.13, una tasa interna de retorno de 38%, el año de recuperación de la inversión inicial de 4.56 años y con un beneficio / costo de 10.60.

CONCLUSIONES

Se diseñó una red de distribución de agua potable y un sistema de alcantarillado separado para la lotización Los Romeros, donde se consideraron las alternativas más factibles para la realización del presente proyecto, garantizando de esta manera mejorar las condiciones de vida de los habitantes de este sector, por lo tanto, se concluye que:

La recolección de información es elemental, tanto para realizar la evaluación del sistema de agua potable y alcantarillado, el cual nos facilita para trabajar con datos reales y llevarlos a proyecciones de evaluación futura, con el fin de tomar decisiones más cercanas al horizonte de diseño.

De acuerdo a la información recolectada y proporcionada por el GADMUR, se determinó que el área de estudio para el diseño de la red de distribución de agua potable de la lotización Los Romeros es de 16.58 ha con una población actual de 348 habitantes y una población futura de 726 habitantes; en cambio, que para el sistema de alcantarillado sanitario se va a brindar servicio a las áreas aledañas de la vía principal lo cual implica una área de estudio de 21.16 ha con una población futura de 926 habitantes, del mismo modo se tendrá una área de estudio de 20.86 ha para el alcantarillado pluvial.

Al realizar la evaluación de la red de agua potable a la proyección de 25, años se pudo evidenciar presiones altas en diferentes nodos, con una presión máxima de 54.36 mca, en el nodo 9, ubicado en la calle C, la cual se encuentran fuera de la normativa, por tal motivo se realizó la búsqueda de una solución técnica considerando criterios y especificaciones técnicas de diseño de redes de agua potable, para el presente proyecto se utilizó la norma INEN -5 que se encuentra vigente en el país.

Al evaluar el tanque de abastecimiento San Fernando, que cuenta con un volumen de 500 m³, se realizó un análisis de oferta-demanda para verificar si los 24.17 lt/s que ingresan al tanque de abastecimiento cubrirán con la demanda en 25 años, llegando a la conclusión que se tendrá problemas para poder brindar con el servicio agua potable a la lotización.

Al utilizar el método de curva de masas del tanque de abastecimiento actual año 2021, se obtiene un volumen útil de 842.02 m³, que a comparación del tanque existente es de 500 m³, y por ende se produce un rebose, para lo cual se realizó un aforo de las tuberías que sobresalen del tanque y se obtuvo un rebose de 129.31 m³, esto nos permite observar que se produce un sobrellenado y rebose del tanque ya que no existe una buena regulación del caudal, por tal motivo es necesario realizar la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento para el periodo actual y por ende también para el periodo de diseño de 25 años (año 2046).

Al realizar la modelación de la red de distribución de agua potable se pudo observar presiones altas, por lo cual se tomó la decisión de colocar una válvula reductora de presión, para lograr controlar el problema de altas presiones y de esta manera cumplir con la normativa.

La presión de mayor problema es a las 3:00 AM en el nodo 9 y tiene un valor de 47.76 mca, el cual se encuentra cumpliendo con la normativa, ya que para periodo extendido el valor máximo de la presión es de 50 mca.

El sistema de alcantarillado sanitario, consta de 80 pozos con diámetros de tubería PVC que van de 200 mm a 315 mm, los cuales están conformados por 2 redes principales, 4 secundarias y 5 terciarias, las cuales transportan las aguas residuales y las dirigen a 3 plantas de tratamiento primario (tanques imhoff) los cuales están ubicados en 3 diferentes lugares de la lotización Los Romeros, debido a los accidentes topográficos de la zona no se pudo realizar una sola planta de tratamiento.

La planta de tratamiento consta de 3 canales de acercamiento con su respectiva rejilla, las cuales separan los sólidos de gran tamaño y dirigen al caudal a los tanques imhoff como pretratamiento.

El diseño de la planta de tratamiento se lo realizó bajo la norma EX-IEOS y de la guía para el diseño de tanques sépticos, tanque imhoff y lagunas de estabilización de la OPS.

El sistema de alcantarillado pluvial, consta de 63 pozos con diámetros de tubería PVC corrugado que van de 250 mm a 900 mm, el cual está conformado por de 2 redes principales, 4 secundarias y 4 terciarias, las cuales transportan las aguas lluvias y las dirigen a 6 pozos de disipación de energía (pozos de salto tipo II) los cuales están ubicados en 6 diferentes lugares de la lotización Los Romeros, debido a los accidentes topográficos de la zona no se pudo realizar una sola descarga con disipación de energía.

Con respecto a la evaluación del impacto ambiental, la etapa con mayor impacto es la de construcción, siendo esta la más perjudicial para el entorno de la lotización Los Romeros, pero no consideran un riesgo considerable, ya que se los puede sobrellevar si se tiene en cuenta las medidas propuestas para la mitigación de los mismos, para no generar molestias a los habitantes de la lotización y las poblaciones aledañas a la misma.

Los presupuestos referenciales de los proyectos se realizaron en base a los precios unitarios actualizados por el GADMUR dirección de comercialización, agua potable y alcantarillado, utilizadas en el cantón Rumiñahui por esta razón no se realizaron APUS; el costo de la red de agua potable es de \$196,208.55 sin IVA y de \$219,753.57 incluido IVA, el costo del sistema de alcantarillado sanitario con las plantas de tratamiento es de \$563,701.51 sin IVA y de \$631,345.69 incluido IVA y un costo del sistema de alcantarillado pluvial de \$517,600.10 sin IVA y de \$579,712.11 incluido IVA, sumando un total de \$1´430,811.38 incluido IVA para generación de un proyecto global de las obras en conjunto.

El análisis económico financiero refleja que es un proyecto viable económicamente mediante la obtención de los indicadores económicos, con un VAN de \$3,449,462.13 y un TIR de 38%, con 4.56 años para la recuperación de la inversión inicial y con un B/C de 10.60.

Los diseños planteados cumplen con las bases de diseño entregadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Rumiñahui (GADMUR).

RECOMENDACIONES

Efectuar charlas de concientización del manejo de agua en la lotización Los Romeros y sus alrededores, con el fin de mitigar el mal uso y tener un manejo adecuado de la misma.

Se recomienda la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento y una mejor regulación en la captación, para evitar rebose de los tanques.

De acuerdo a la simulación del sistema de agua potable en WaterGEMS, se recomienda que el tanque tenga controles para asegurar niveles de reserva de agua para el buen funcionamiento del sistema.

Se recomienda tener un sistema controlado para el tanque de almacenamiento existente y para el nuevo tanque a través de válvulas controladoras de caudal, con el fin de mantener al tanque existente con al menos un 20%, de capacidad y con esto pueda brindar el servicio básico de forma permanente.

Se debe revisar cada cierto tiempo las presiones en el sistema de agua potable para verificar su buen funcionamiento.

Se debe contratar personal especializado en instalaciones y mantenimiento de válvulas reductoras de presión para no tener problemas al momento de su implantación.

Realizar estudios de suelo en el área de implantación del proyecto, sobre todos en donde se ubicarán estructuras especiales con los pozos de disipación y planta de tratamiento.

Efectuar mantenimientos periódicos a todos los equipos tanto de la red de agua potable como del alcantarillado sanitario y pluvial, con el fin de brindar un buen servicio a los pobladores

Realizar la limpieza mecánica y manual de los tanques imhoff mediante la extracción de lodos con bombas succionadoras y limpieza de las cámaras.

REFERENCIAS

- BELZONA. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales*.
https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf
- BERMAD. (2016). *Válvula Reductora de Presión*. <https://www.ingenieriadefluidos.com/valvula-reductora-de-presion>
- Cotán, S., y Arroyo, P. (2007). Valoración de impactos ambientales. *Dirección de División de Medio Ambiente*.
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi.48150/componente48148.pdf
- CPE INEN 5, N. T. E. (2006). *Código Ecuatoriano De La Construcción. C.E.C. Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales*.
- De la Maza, C. L. (2007). *Manejo y Conservación de Recursos Forestales*.
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi.48150/componente48148.pdf
- EMAAP-QUITO. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q. Quito*.
- EX-IEOS. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito*.
- GADMUR. (2012). *Ordenanza No. 003-2012 del Cantón Rumiñahui*.
- GADMUR. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Rumiñahui P.D.O.T.*
- Gutiérrez, J. C. (2009). *Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS*. Bentley Communities.
https://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrez_blog/posts/diferencias-entre-watercad-y-watergems
- Mete, R. (2014). *Valor Actual Neto y Tasa de Retorno o Rendimiento*. Instituto de Investigación.

- NDC-SE-RA-015. (2012). *Norma técnica de recolección de aguas residuales y lluvias. Sumideros y/o captación superficial de aguas lluvias en vías urbanas*. Cali.
- NEVI-12. (2013). *Norma para estudios y diseño vial. Volumen N°2, libro B*. Quito.
- OPS/CEPIS. (2005). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.
- Pierre, H. (2014). *Manejo de lodos fecales*.
https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/manejo_fsm.pdf
- PLASTIGAMA. (2009). *Catálogo de Tuberías y Accesorios*.
- RAS Título D. (noviembre de 2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Sección II*. Bogotá, Colombia
- Reglamento Nacional NB688. (2007). *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*.
- Rossman, A. (2017). *EPANET 2.0 en español. Análisis Hidráulico y de Calidad del Agua en Redes de Distribución de Agua. Manual del Usuario*.
https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf
- Sanches, J. (2019). *Presupuesto*. Economipedia.
<https://economipedia.com/definiciones/presupuesto.html>
- SENAGUA. (2016). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Secretaria Del Agua.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5 Parte_9-2.pdf
- TULSMA. (2006). *Texto unificado, legislación secundaria, medio ambiente*. M.D. Ambiente. Quito.

ANEXOS

ANEXO 1
CURVA DE MASAS

Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2021							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de volúmenes (m³)
0:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	87.00	87.00
1:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	174.00	174.00
2:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	261.00	261.00
3:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	348.00	348.00
4:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	435.00	435.00
5:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	522.00	522.00
6:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	609.00	609.00
7:00:00	0.000182	15.74	15.74	0.001007	87.00	696.00	680.26
8:00:00	0.000273	23.61	39.35	0.001007	87.00	783.00	743.65
9:00:00	0.000395	34.10	73.45	0.001007	87.00	870.00	796.55
10:00:00	0.000577	49.84	123.29	0.001007	87.00	957.00	833.71
11:00:00	0.001336	115.42	238.70	0.001007	87.00	1044.00	805.30
12:00:00	0.001639	141.65	380.35	0.001007	87.00	1131.00	750.65
13:00:00	0.001761	152.14	532.49	0.001007	87.00	1218.00	685.51
14:00:00	0.002186	188.86	721.36	0.001007	87.00	1305.00	583.64
15:00:00	0.002277	196.73	918.09	0.001007	87.00	1392.00	473.91
16:00:00	0.002338	201.98	1120.07	0.001007	87.00	1479.00	358.93
17:00:00	0.002156	186.24	1306.31	0.001007	87.00	1566.00	259.69
18:00:00	0.002004	173.13	1479.44	0.001007	87.00	1653.00	173.56
19:00:00	0.001700	146.89	1626.33	0.001007	87.00	1740.00	113.67
20:00:00	0.001639	141.65	1767.98	0.001007	87.00	1827.00	59.02
21:00:00	0.001518	131.16	1899.14	0.001007	87.00	1914.00	14.86
22:00:00	0.001275	110.17	2009.31	0.001007	87.00	2001.00	-8.31
23:00:00	0.000911	78.69	2088.00	0.001007	87.00	2088.00	0.00
	0.024167	2088.00					

max	833.71	m³
min	-8.31	m³
Volu util =	842.020	m³

X	11.25	m
Y	11.25	m
Area	126.5625	m²
Altura calculada	6.7	m
Altura Actual	4.15	m



Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2031							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de volúmenes (m³)
0:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	87.00	87.00
1:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	174.00	174.00
2:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	261.00	261.00
3:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	348.00	348.00
4:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	435.00	435.00
5:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	522.00	522.00
6:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001007	87.00	609.00	609.00
7:00:00	0.000182	15.74	15.74	0.001007	87.00	696.00	680.26
8:00:00	0.000273	23.61	39.35	0.001007	87.00	783.00	743.65
9:00:00	0.000395	34.10	73.45	0.001007	87.00	870.00	796.55
10:00:00	0.000577	49.84	123.29	0.001007	87.00	957.00	833.71
11:00:00	0.001336	115.42	238.70	0.001007	87.00	1044.00	805.30
12:00:00	0.001639	141.65	380.35	0.001007	87.00	1131.00	750.65
13:00:00	0.001761	152.14	532.49	0.001007	87.00	1218.00	685.51
14:00:00	0.002186	188.86	721.36	0.001007	87.00	1305.00	583.64
15:00:00	0.002277	196.73	918.09	0.001007	87.00	1392.00	473.91
16:00:00	0.002338	201.98	1120.07	0.001007	87.00	1479.00	358.93
17:00:00	0.002156	186.24	1306.31	0.001007	87.00	1566.00	259.69
18:00:00	0.002004	173.13	1479.44	0.001007	87.00	1653.00	173.56
19:00:00	0.001700	146.89	1626.33	0.001007	87.00	1740.00	113.67
20:00:00	0.001639	141.65	1767.98	0.001007	87.00	1827.00	59.02
21:00:00	0.001518	131.16	1899.14	0.001007	87.00	1914.00	14.86
22:00:00	0.001275	110.17	2009.31	0.001007	87.00	2001.00	-8.31
23:00:00	0.000911	78.69	2088.00	0.001007	87.00	2088.00	0.00
	0.024167	2088.00					

max	833.7135678	m³
min	-8.306532663	m³
Volu util =	842	m³

X	11.25	m
Y	11.25	m
Area	126.5625	m²
Altura calculada	6.7	m
Altura Actual	4.15	m



Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2041							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de volúmenes (m³)
1:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	156.75	156.75
2:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	313.50	313.50
3:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	470.25	470.25
4:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	627.00	627.00
5:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	783.75	783.75
6:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	940.50	940.50
7:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814	156.75	1097.25	1097.25
8:00:00	0.000328	28.36	28.36	0.001814	156.75	1254.00	1225.64
9:00:00	0.000492	42.54	70.89	0.001814	156.75	1410.75	1339.86
10:00:00	0.000711	61.44	132.33	0.001814	156.75	1567.50	1435.17
11:00:00	0.001039	89.80	222.13	0.001814	156.75	1724.25	1502.12
12:00:00	0.002407	207.95	430.08	0.001814	156.75	1881.00	1450.92
13:00:00	0.002954	255.21	685.29	0.001814	156.75	2037.75	1352.46
14:00:00	0.003173	274.12	959.40	0.001814	156.75	2194.50	1235.10
15:00:00	0.003938	340.28	1299.69	0.001814	156.75	2351.25	1051.56
16:00:00	0.004103	354.46	1654.15	0.001814	156.75	2508.00	853.85
17:00:00	0.004212	363.91	2018.06	0.001814	156.75	2664.75	646.69
18:00:00	0.003884	335.56	2353.61	0.001814	156.75	2821.50	467.89
19:00:00	0.003610	311.92	2665.54	0.001814	156.75	2978.25	312.71
20:00:00	0.003063	264.66	2930.20	0.001814	156.75	3135.00	204.80
21:00:00	0.002954	255.21	3185.41	0.001814	156.75	3291.75	106.34
22:00:00	0.002735	236.31	3421.72	0.001814	156.75	3448.50	26.78
23:00:00	0.002297	198.50	3620.22	0.001814	156.75	3605.25	-14.97
0:00:00	0.001641	141.78	3762.00	0.001814	156.75	3762.00	0.00
	0.043542	3762.00					

max	1502.121859	m³
min	-14.9660804	m³
Volu util =	1517	m³

X	11.25	m
Y	11.25	m
Area	126.5625	m²
Altura calculada	12.0	m
Altura Actual	4.15	m



Curva de Masas del Tanque de Almacenamiento 2046							
HORA	Caudal consumo (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Caudal entrada (m³/s)	Volumen (m³)	Volumen Ac (m³)	Diferencia de volúmenes (m³)
1:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	156.75	156.75
2:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	313.50	313.50
3:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	470.25	470.25
4:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	627.00	627.00
5:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	783.75	783.75
6:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	940.50	940.50
7:00:00	0.000000	0.00	0.00	0.001814236	156.75	1097.25	1097.25
8:00:00	0.000328	28.36	28.36	0.001814236	156.75	1254.00	1225.64
9:00:00	0.000492	42.54	70.89	0.001814236	156.75	1410.75	1339.86
10:00:00	0.000711	61.44	132.33	0.001814236	156.75	1567.50	1435.17
11:00:00	0.001039	89.80	222.13	0.001814236	156.75	1724.25	1502.12
12:00:00	0.002407	207.95	430.08	0.001814236	156.75	1881.00	1450.92
13:00:00	0.002954	255.21	685.29	0.001814236	156.75	2037.75	1352.46
14:00:00	0.003173	274.12	959.40	0.001814236	156.75	2194.50	1235.10
15:00:00	0.003938	340.28	1299.69	0.001814236	156.75	2351.25	1051.56
16:00:00	0.004103	354.46	1654.15	0.001814236	156.75	2508.00	853.85
17:00:00	0.004212	363.91	2018.06	0.001814236	156.75	2664.75	646.69
18:00:00	0.003884	335.56	2353.61	0.001814236	156.75	2821.50	467.89
19:00:00	0.003610	311.92	2665.54	0.001814236	156.75	2978.25	312.71
20:00:00	0.003063	264.66	2930.20	0.001814236	156.75	3135.00	204.80
21:00:00	0.002954	255.21	3185.41	0.001814236	156.75	3291.75	106.34
22:00:00	0.002735	236.31	3421.72	0.001814236	156.75	3448.50	26.78
23:00:00	0.002297	198.50	3620.22	0.001814236	156.75	3605.25	-14.97
0:00:00	0.001641	141.78	3762.00	0.001814236	156.75	3762.00	0.00
	0.043542	3762.00					

max	1502.121859	m³
min	-14.9660804	m³
Volu util =	1517.09	m³

X	11.25	m
Y	11.25	m
Area	126.5625	m²
Altura calculada	12.0	m
Altura Actual	4.15	m



ANEXO 2

ANEXO 2.1. CÁLCULO DEL CANAL DE ACERCAMIENTO

Datos

Caudal sanitario: $Q_s = 12.6 \text{ l/s} = 0.0126 \text{ m}^3/\text{s}$

Diámetro de la tubería que sale del canal hacia la planta de tratamiento: $D=200\text{mm}=0.2\text{m}$

Tirante sanitario a la salida de la tubería de ingreso: $y_{\text{sanitario}} = 0.393 \text{ m}$

Velocidad de ingreso al separador (del caudal sanitario): $V = 1.3 \text{ m/s}$

Coefficiente de rugosidad del hormigón: $n = 0.013$

Valores asumidos

Tiempo de retención en el canal: $t_{\text{retención}} = 5 \text{ s}$

Altura de caída entre la solera de la tubería de entrada y el fondo del canal:

$H_{\text{caída}} = 0.10 \text{ m}$

Altura de seguridad del canal: $H_{\text{seguridad}} = 0.15 \text{ m}$

Ancho de las barras de la rejilla: $a_{\text{barras}} = 6 \text{ mm}$

Espaciamiento entre barras: $e_{\text{barras}} = 25 \text{ mm}$

Cálculo

Volumen del canal

$$Q_s = \frac{V_{\text{canal}}}{T_{\text{retencion}}}$$

$V_{\text{canal}} = Q_s * t_{\text{retención}}$

$V_{\text{canal}} = 0.0126 * 5$

$V_{\text{canal}} = 0.063 \text{ m}^3$

Profundidad del agua en el canal

$$Pac = D + H \text{ caída}$$

$$Pac = 0.2 + 0.1$$

$$Pac = 0.3 \text{ m}$$

Profundidad del canal

$$P \text{ canal} = Pac + H \text{ seguridad}$$

$$P \text{ canal} = 0.3 + 0.15$$

$$P \text{ canal} = 0.45 \text{ m}$$

Ancho del canal

$$A \text{ canal} = \frac{QS}{0.6 * Pac} * \frac{A \text{ barras} + E \text{ barras}}{E \text{ barras}}$$

$$A \text{ canal} = \frac{0.0126}{0.6 * 0.3} * \frac{6 + 25}{25}$$

$$A \text{ canal} = 0.0868 \text{ m}$$

$$A \text{ canal} = 0.6 \text{ m Valor Adoptado}$$

Longitud del canal

$V \text{ canal} = A \text{ canal} * Pac * L \text{ canal}$ Despejando la ecuación anterior se tiene:

$$L \text{ canal} = \frac{V \text{ canal}}{A \text{ canal} * Pac}$$

$$L \text{ canal} = \frac{0.063}{0.6 * 0.5}$$

$$L \text{ canal} = 0.35 \text{ m}$$

$$L \text{ canal} = 0.35 \text{ m} \quad \text{Valor adoptado}$$

Velocidad de acercamiento en el canal aguas arriba

$$V_{\text{canal}} = \frac{0.6}{\frac{A_{\text{barras}} + E_{\text{barras}}}{E_{\text{barras}}}}$$

$$V_{\text{canal}} = \frac{0.6}{\frac{6 + 25}{25}}$$

$$V_{\text{canal}} = 0.484 \text{ m/s}$$

Pendiente del canal

$$V_{\text{canal}} = \frac{1}{n} * R_{\text{canal}}^{\frac{2}{3}} * S_{\text{canal}}^{\frac{1}{2}}$$

Despejando la ecuación anterior se tiene:

$$S_{\text{canal}} = \left(\frac{V_{\text{canal}} * n}{R_{\text{canal}}^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Radio hidráulico del canal

$$R_{\text{canal}} = \frac{W_{\text{canal}}}{X_{\text{canal}}}$$

$$R_{\text{canal}} = \frac{A_{\text{canal}} * P_{ac}}{P_{ac} + A_{\text{canal}} + P_{ac}}$$

$$R_{\text{canal}} = \frac{0.6 * 0.3}{0.3 + 0.6 + 0.3}$$

$$R_{\text{canal}} = 0.15 \text{ m}$$

$$S_{\text{canal}} = \left(\frac{0.484 * 0.013}{0.155^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{\text{canal}} = 0.00050$$

$$S_{\text{canal}} = 0.05 \%$$

ANEXO 2.2. Rejilla

Datos

Velocidad de acercamiento en el canal aguas arriba: $V_{canal} = 0.484 \text{ m/s}$

Pérdida de carga permisible: $hL_{permisible} = 152.4 \text{ mm} = 0.1524 \text{ m}$

A canal = 0.6 m

E barras = 25 mm = 0.025 m

$P_{canal} = 0.45 \text{ m}$

L canal = 0.35 m

Valores asumidos

Velocidad de flujo a través de la apertura de las rejillas: $V_{aR} = 0.6 \text{ m/s}$

Ángulo de inclinación de la rejilla respecto a la horizontal: $\alpha = 60^\circ$

L bandeja = 0.3 m

L salida canal = 0.3 m

Pérdida de carga a través de la rejilla

$$hl = \frac{1}{0.7} * \frac{V_{aR}^2 - V_{canal}^2}{2 * g}$$

$$hl = \frac{1}{0.7} * \frac{0.5^2 - 0.484^2}{2 * 9.81}$$

$hL = 0.0115 \text{ m}$

$hL < hL_{permisible}$

$0.115 \text{ m} < 0.1524 \text{ m}$ Cumple

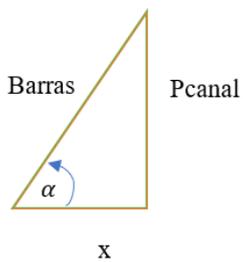
Número de barras

$$N \text{ barras} = \frac{A \text{ canal}}{E \text{ barras}} - 1$$

$$N \text{ barras} = \frac{0.6}{0.025} - 1$$

$$N \text{ barras} = 23 \text{ u}$$

Longitud de las barras



$$L \text{ barras} = \frac{P \text{ canal}}{\text{sen} \alpha}$$

$$L \text{ barras} = \frac{0.45}{\text{sen} 60^\circ}$$

$$L \text{ barras} = 0.551 \text{ m}$$

$$L \text{ barras} = 0,55 \text{ m} \quad \text{Valor adoptado}$$

$$X = \frac{P \text{ canal}}{\text{tan} \alpha}$$

$$X = \frac{0.45}{\text{tan} 60^\circ}$$

$$x = 0.25 \text{ m} \quad x = 0.3 \text{ m} \quad \text{Valor adoptado}$$

Longitud total del canal de acercamiento

$$LT \text{ canal} = L \text{ canal} + x + L \text{ bandeja} + L \text{ salida canal}$$

$$LT \text{ canal} = 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.3$$

$$LT \text{ canal} = 1.3 \text{ m}$$

ANEXO 3

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES

TANQUE IMHOFF (Ejemplo de cálculo del tanque imhoff para la primera descarga)

Cámara de sedimentación

Datos

Caudal sanitario

$$Q_s = 12.60 \text{ l/s} = 0,0126 \text{ m}^3/\text{s} = 45.36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Valores asumidos de acuerdo a la norma EX IEOS, 1992, pág. 342

$$\text{Volumen mínimo: } V_{\min} = 1500 \text{ l} = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga superficial: } C_{\text{superficial}} = 1 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{h}$$

$$\text{Periodo de retención nominal: } T_{RN} = 1,5 \text{ h}$$

$$\text{Borde libre: } h_{\text{libre}} = 0,4 \text{ m}$$

Cálculo

Área del sedimentador

$$A_{\text{sedimentador}} = \frac{Q_s}{C_{\text{superficial}}}$$

$$A_{\text{sedimentador}} = \frac{45.36}{1}$$

$$A_{\text{sedimentador}} = 45.36 \text{ m}^2$$

Profundidad de la cámara de sedimentación

$$h_{\text{minCS}} = C_{\text{superficial}} * T_{RN}$$

$$h_{\text{minCS}} = 1 * 1.5$$

$$h_{\text{minCS}} = 1.5 \text{ m}$$

Volumen del sedimentador

$$V_{\text{sedimentador}} = Q_s * T_{RN}$$

$$V_{\text{sedimentador}} = 45.36 * 1.5$$

$$V_{\text{sedimentador}} = 68.04 \text{ m}^3$$

Comparación del volumen del sedimentador con el volumen mínimo establecido por la norma.

$$V_{\text{sedimentador}} > V_{\text{mín}}$$

$$68.04 \text{ m}^3 > 1,5 \text{ m}^3 \quad \text{Cumple}$$

Dimensionamiento del sedimentador

Valores asumidos de acuerdo a la OPS, 2005, pág. 9 y 15

relación largo/ancho, mínimo 2:1

$$\frac{L_{\text{sedimentador}}}{b_{\text{sedimentador}}} = 2$$

Ángulo del fondo del tanque con respecto a la horizontal $\beta = 50^\circ$

Cálculo

Ancho del sedimentador

$$V_{\text{sedimentador}} = \frac{b_{\text{sedimentador}} * h_{\text{sedimentador}}}{2} * L_{\text{sedimentador}}$$

$$L_{\text{sedimentador}} = 2 * b_{\text{sedimentador}}$$

$$\tan\beta = \frac{\frac{h_{\text{sedimentador}}}{2}}{\frac{b_{\text{sedimentador}}}{2}}$$

Despejo la ecuación 3

$$h_{\text{sedimentador}} = \frac{\tan\beta * b_{\text{sedimentador}}}{2}$$

Remplazo la ecuación 2 en la ecuación 1

$$V_{\text{sedimentador}} = \frac{b_{\text{sedimentador}} * h_{\text{sedimentador}}}{2} * 2 * b_{\text{sedimentador}}$$

Remplazo la ecuación 4 en la ecuación 5

$$V_{\text{sedimentador}} = b_{\text{sedimentador}}^2 * \frac{\tan\beta * b_{\text{sedimentador}}}{2}$$

$$V_{\text{sedimentador}} = 0.5 * b_{\text{sedimentador}}^3 * \tan\beta$$

Se despeja $b_{\text{sedimentador}}$ de la ecuación 6

$$b_{\text{sedimentador}} = \left(\frac{V_{\text{sedimentador}}}{0.5 * \tan\beta} \right)^{1/3}$$

$$b_{\text{sedimentador}} = \left(\frac{68.04}{0.5 * \tan 50} \right)^{1/3}$$

$$b_{\text{sedimentador}} = 4.85m$$

$$b_{\text{sedimentador}} = 4.90m \text{ adoptado}$$

Largo del sedimentador

$$L_{\text{sedimentador}} = 2 * b_{\text{sedimentador}}$$

$$L_{\text{sedimentador}} = 2 * 4.90$$

$$L_{\text{sedimentador}} = 9.80m$$

Profundidad del sedimentador

$$h_{\text{sedimentador}} = \frac{\tan\beta * b_{\text{sedimentador}}}{2}$$

$$h_{\text{sedimentador}} = \frac{\tan 50 * 4.90}{2}$$

$$h_{\text{sedimentador}} = 2.91m$$

$$h_{\text{sedimentador}} = 3.00m \text{ adoptado}$$

Cámara de decantación

Datos

Población: $P_f = 549$ habitantes

Valores asumidos de acuerdo a la norma EX IEOS, 1992, pág. 342

Tasa = 30 l/hab

Volumen de la cámara de decantación

$$V_{CD} = P_f * Tasa$$

$$V_{CD} = 549 * 30$$

$$V_{CD} = 16470lt$$

$$V_{CD} = 16.470m^3$$

Ancho de la cámara del tanque

Datos

$$b_{sedimentador} = 4.90m$$

$$L_{sedimentador} = 9.80m$$

$$V_{CD} = 16.470m^3$$

Valores asumidos

Espaciamiento libre mínimo:

$$s_{libre\ min} = 0,6\ m \quad (\text{de acuerdo a la Norma EX IEOS, 1992, pág. 342})$$

Altura máxima de los lodos por debajo del fondo del sedimentador:

$$h_{lodos} = 0,5\ m \quad (\text{de acuerdo a la Guía OPS, 2005, pág. 16})$$

Espesor de las paredes del sedimentador:

$$e_{ps} = 0,3\ m \quad (\text{de acuerdo a la Norma EX IEOS, 1992, pág. 342})$$

Cálculo

Ancho de la cámara de decantación

$$B_{CD} = b_{sedimentador} + 2 * s_{libre} + 2 * e_{ps}$$

$$B_{CD} = 4.90 + 2 * 0.60 + 2 * 0.3$$

$$B_{CD} = 6.70m$$

Altura de la cámara de decantación

$$V_{CD} = B_{CD} * h_{CD} * L_{sedimentador}$$

$$h_{CD} = \frac{V_{CD}}{B_{CD} * L_{sedimentador}}$$

$$h_{CD} = \frac{16.47}{6.70 * 9.80}$$

$$h_{CD} = 0.25m$$

$h_{CD} > h_{lodos}$

$0.25\ m > 0,5\ m$ No Cumple $\approx h_{CD} = 1.00\ m$ adoptado

Cámara de almacenamiento y digestor de lodos

Volumen del digestor

Datos

Población: $P_f = 549$ habitantes

Cálculo

Se toma la fórmula de la guía OPS, 2015, pág. 16, de igual manera, la tabla para determinar el factor de capacidad relativa f_{cr}

$$V_D = \frac{70 * P_f * f_{cr}}{1000}$$

Temperatura °C	fcr
5	2
10	1,4
15	1
20	0,7
> 25	0,5

$$V_D = \frac{70 * 549 * 1.4}{1000}$$

$$V_D = 53.80m^3$$

Cámara de almacenamiento y digestor de lodos

Datos

$$B_{CD} = 6.70m$$

$$L_{sedimentador} = 9.80m$$

Valores asumidos de acuerdo a la OPS, 2015, pág.16

Ángulo de inclinación de las paredes del digestor respecto a la horizontal:

$$\emptyset = 30^\circ$$

Ancho del fondo de la cámara del digestor: $b_{fondo\ CD} = 1\ m$

Cálculo

$$\tan\phi = \frac{h_{\text{almacenamiento}}}{\frac{B_{CD} - b_{\text{fondoCD}}}{2}}$$

$$h_{\text{almacenamiento}} = \tan\phi * \frac{B_{CD} - b_{\text{fondoCD}}}{2}$$

$$h_{\text{almacenamiento}} = \tan 30 * \frac{6.70 - 1}{2}$$

$$h_{\text{almacenamiento}} = 1.64\text{m}$$

$$h_{\text{almacenamiento}} = 1.70\text{m adoptado}$$

Volumen de la cámara de almacenamiento y digestor de lodos

$$V_{CA} = V_1 + V_2$$

$$V_1 = \left(\frac{B_{CD} + b_{\text{fondoCD}}}{2} \right) * h_{\text{almacenamiento}} * L_{\text{sedimentador}}$$

$$V_1 = \left(\frac{6.70 + 1}{2} \right) * 1.70 * 9.80$$

$$V_1 = 64.14\text{m}^3$$

Se asume un valor de $h = 0,3$ m

$$V_2 = B_{CD} * h * L_{\text{sedimentador}}$$

$$V_2 = 6.70 * 0.3 * 9.80$$

$$V_2 = 19.69\text{m}^3$$

$$V_{CA} = V_1 + V_2$$

$$V_{CA} = 64.14 + 19.69$$

$$V_{CA} = 83.84\text{m}^3$$

Profundidad de la cámara

$$h_{CL} = h_{\text{almacenamiento}} + h$$

$$h_{CL} = 1.70 + 0.30$$

$$h_{CL} = 2\text{m}$$

Tiempo requerido para la digestión de lodos

Este tiempo se toma de la tabla de la guía de la OPS, pág. 17

Temperatura °C	fc
5	110
10	76
15	55
20	40
> 25	30

Área total del compartimiento de digestión

$$A_{CD} = B_{CD} * L_{sedimentador}$$

$$A_{CD} = 6.70 * 9.80$$

$$A_{CD} = 65.66m^2$$

Área de ventilación y cámara de espumas

Área de ventilación

Según la EX-IEOS recomienda que la superficie libre total será por lo menos 20% y preferiblemente 30% del área total del compartimiento de digestión.

$$A_V = 30\% * A_{CD}$$

$$A_V = 30\% * 65.66$$

$$A_V = 19.70m^2$$

$$A_V = 2 * c * L_{sedimentador}$$

$$c = \frac{A_V}{2 * L_{sedimentador}}$$

$$c = \frac{19.70}{2 * 9.80}$$

$$c = 1.005m$$

Cámara de espumas

Volumen de la cámara de espumas

Según la EX-IEOS, pág. 343, recomienda que el volumen de la cámara de espumas se lo determina usando una tasa de 30 litros por habitante.

$$V_{CE} = P_f * Tasa$$

$$V_{CE} = 549 * 30$$

$$V_{CE} = 16470lt$$

$$V_{CE} = 16.47m^3$$

Volumen real de la cámara de espumas

Datos

$$b_{sedimentador} = 4.90m$$

$$L_{sedimentador} = 9.80m$$

$$h_{sedimentador} = 3.00m$$

$$c = 1.005m$$

$$V_{CEreal} = 2 \left(\left(\frac{1}{2} * \frac{b_{sedimentador}}{2} * h_{sedimentador} \right) * (c + h_{sedimentador}) * L_{sedimentador} \right)$$

$$V_{CEreal} = 2 \left(\left(\frac{b_{sedimentador}}{4} * h_{sedimentador} \right) * (c + h_{sedimentador}) * L_{sedimentador} \right)$$

$$V_{CEreal} = 2 \left((0.25 * b_{sedimentador} * h_{sedimentador}) * (c + h_{sedimentador}) * L_{sedimentador} \right)$$

$$V_{CEreal} = 2 \left((0.25 * 4.90 * 3.0) * (1.005 + 3.0) * 9.80 \right)$$

$$V_{CEreal} = 288.48m^3$$

Según la EX-IEOS, pág. 343, recomienda que el volumen mínimo de la zona de espumas es 1500 l o 1,5 m³

$$V_{CEmin} = 1.5m^3$$

$$V_{CEreal} > V_{CEmin}$$

$$288.48m^3 > 1.5m^3 \text{ Cumple}$$

Altura total interna del tanque IMHOFF

Datos

$$h_{libre} = 0.6m$$

$$h_{sedimentador} = 3.00m$$

$$h_{CD} = 1.00m$$

$$h_{CL} = 2m$$

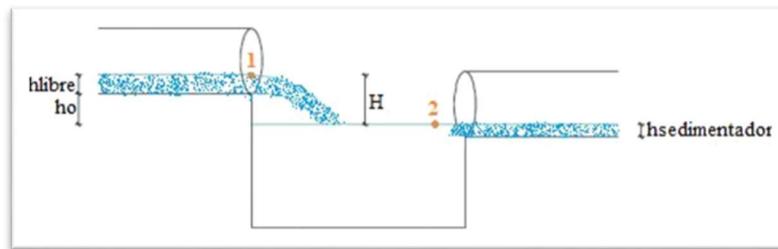
Cálculo

$$H_{TI} = h_{libre} + h_{sedimentador} + h_{CD} + h_{CL}$$

$$H_{TI} = 0.6 + 3.0 + 1.0 + 2.0$$

$$H_{TI} = 6.6m$$

Tubería que sale del tanque Imhoff



Datos

$$V = 1,30 \text{ m/s}$$

$$Y_{sanitario} = 0.393m$$

Velocidad a través de la ecuación de Bernoulli

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_o} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_o} + Z_2$$

$$V = V_1$$

$$V_1 = 1.30m/s$$

$$P_1 = P_2 = P_{atmosferico} = 0$$

$$Z_1 = H$$

$$Z_2 = 0$$

$$h_o = 0.005m \text{ asumido}$$

$$H = Y_{\text{sanitario}} + h_o$$

$$H = 0.393 + 0.005$$

$$H = 0.398m$$

Reemplazo de valores en la ecuación de Bernoulli

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_o} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_o} + Z_2$$

$$\frac{1.30^2}{2 * 9.81} + \frac{0}{\gamma_o} + 0.398 = \frac{V_2^2}{2 * 9.81} + \frac{0}{\gamma_o} + 0$$

$$V_2 = \sqrt{\left(\frac{1.30^2}{2 * 9.81} + 0.398\right) * 2 * 9.81}$$

$$V_2 = 3.08m/s$$

Parámetros hidráulicos para tuberías con sección parcialmente llena

Datos

$$D = 0,4 \text{ m}$$

$$n = 0,011$$

Valores asumidos

Profundidad de salida del tanque Imhoff:

$$h_{\text{salidaTI}} = 0.15m$$

Relación de llenado

$$\frac{h_{\text{salidaTI}}}{D} = \frac{0.15}{0.4} = 0.375$$

Ángulo

$$\text{Para } \frac{h_{\text{salidaTI}}}{D} < 0.5$$

$$\theta = \arcsen\left(\frac{\frac{D}{2} - h_{salidaTI}}{\frac{D}{2}}\right)$$

$$\theta = \arcsen\left(\frac{\frac{0.4}{2} - 0.15}{\frac{0.4}{2}}\right)$$

$$\theta = 14.47$$

Sección de flujo

$$\omega = \frac{\pi * D^2}{8} + \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{\theta}{360} * 2 * \frac{1}{2} * D * \cos(\theta) * \left(h_{salidaTI} - \frac{D}{2}\right)$$

$$\omega = \frac{\pi * 0.4^2}{8} + \frac{\pi * 0.4^2}{4} * \frac{14.47}{360} * 2 * \frac{1}{2} * 0.4 * \cos(14.47) * \left(0.15 - \frac{0.4}{2}\right)$$

$$\omega = 0.063m^2$$

Perímetro mojado

$$X = \frac{\pi * D}{2} + \pi * D * \frac{\theta}{360} * 2$$

$$X = \frac{\pi * 0.4}{2} + \pi * 0.4 * \frac{14.47}{360} * 2$$

$$X = 0.729m$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{\omega}{X}$$

$$R = \frac{0.063}{0.729}$$

$$R = 0.087m$$

Caudal Sanitario

$$Q_s = V_2 * \omega$$

$$Q_s = 3.08 * 0.063$$

$$Q_s = 0.195m^3/s$$

Cumple, por lo tanto, la profundidad de flujo de la tubería que sale del tanque Imhoff es

$$h_{salidaTI} = 0.15m$$

Pendiente

$$Q_s = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * \omega$$

Al resolver esta última ecuación, el valor de la pendiente es 3.0 %

$$0.195 = \frac{1}{0.011} * 0.087^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * 0.063$$

$$S = 0,030$$

$$S = 3.0 \%$$

Lecho de secado de lodos

Datos

$$P_f = 549 \text{ hab}$$

Valores asumidos de acuerdo a la OPS, pág. 18

Contribución per cápita promedio: SS = 90 g/hab*día

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador

$$C = \frac{P_f * SS}{1000}$$

$$C = \frac{549 * 90}{1000}$$

$$C = 49.41kg * \frac{SS}{hab} * dia$$

Masa de sólidos que conforman los lodos

$$M_{sd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

$$M_{sd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * 49.41) + (0.5 * 0.3 * 49.41)$$

$$M_{sd} = 16.06kg * \frac{SS}{hab} * dia$$

Volumen diario de lodos digeridos

Datos

$$\rho_{\text{lodos}} = 1,05 \text{ kg/l} \quad (\text{EX-IEOS, pág. 346})$$

$$\% \text{ de sólidos} = 8 - 12\% \quad (\text{EX-IEOS, pág. 346})$$

$$\% \text{ de sólidos} = 10 \% \quad \text{asumido}$$

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{\text{lodos}} * (\% \text{ de sólidos}/100)}$$

$$V_{ld} = \frac{16.06}{1.05 * (10/100)}$$

$$V_{ld} = 152.94 \text{ lt/dia}$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque

Datos

$$T_d = 60 \text{ días} \quad (\text{EX-IEOS, pág. 343})$$

$$V_{el} = \frac{V_{ld} * T_d}{1000}$$

$$V_{el} = \frac{152.94 * 60}{1000}$$

$$V_{el} = 9.18 \text{ m}^3$$

$$V_{el} < V_{CA}$$

$$9.18 < 83.84 \text{ Cumple}$$

Área del lecho de secado

Profundidad de aplicación

$$H_a \text{ entre } 0,2 - 0,4 \text{ m} \quad (\text{OPS, pág. 19})$$

$$H_a = 0,3 \quad \text{adoptado}$$

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{H_a}$$

$$A_{ls} = \frac{9.18}{0.3}$$

$$A_{ls} = 30.59 \text{ m}^2$$

Dimensiones del lecho de secado

De acuerdo a la EX-IEOS, 1992, pág. 393, el ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m, pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m.

$$B_{ls} = 5 \text{ m}$$

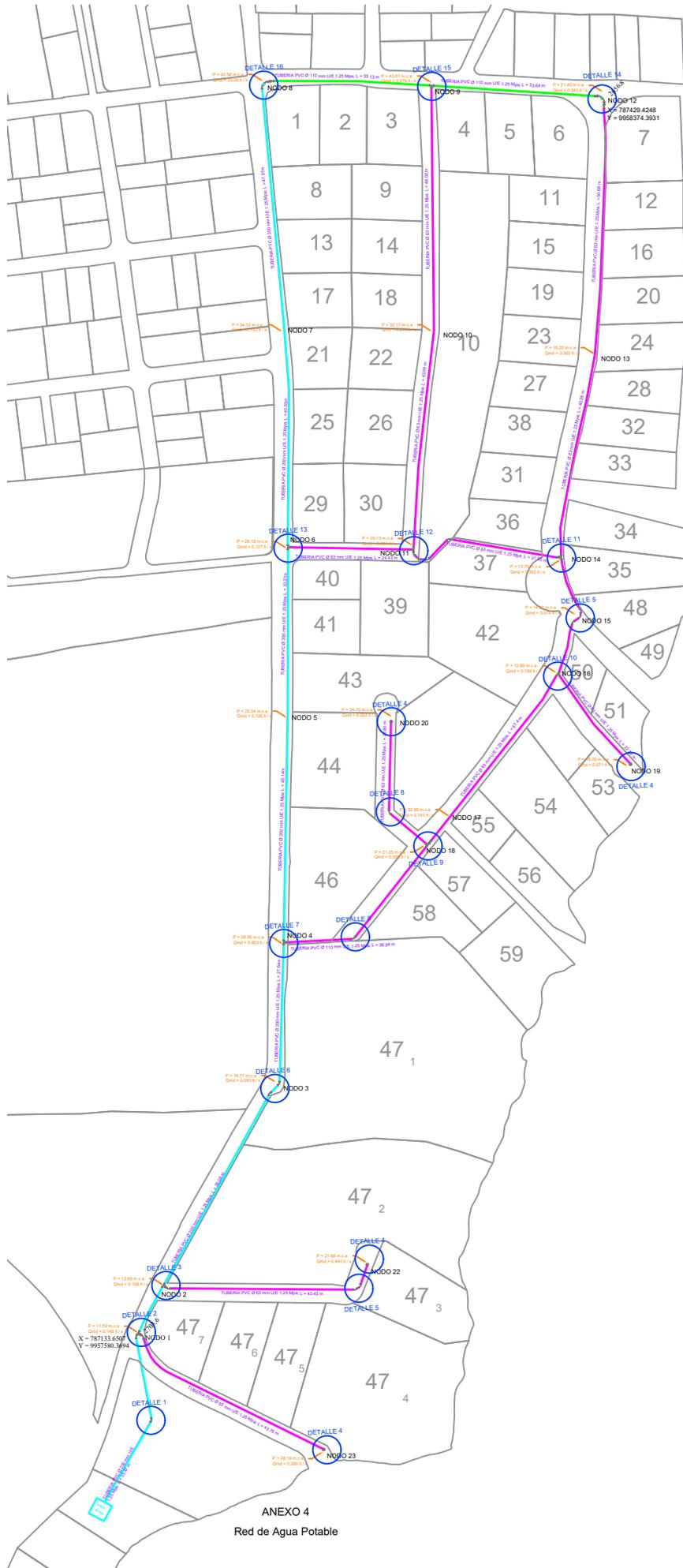
$$A_{ls} = B_{ls} * L_{ls}$$

$$L_{ls} = \frac{A_{ls}}{B_{ls}}$$

$$L_{ls} = \frac{30.59}{5}$$

$$L_{ls} = 6.12m$$

$$L_{ls} = 6.15m \text{ adoptado}$$



ANEXO 4

RESUMEN DE PRESIONES EN 24 HORAS MEDIANTE SOFTWARE WATERGEMS

Current Time: 0,00 hours				
ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,59	0,0116
64	n3	2.701,30	15,69	0,0155
65	n4	2.697,20	19,78	0,0221
66	n5	2.693,60	23,37	0,0363
67	n6	2.688,90	28,07	0,0099
68	n7	2.685,75	31,21	0,0099
69	n8	2.679,80	37,16	0,0104
70	n9	2.671,35	45,60	2.5938
71	n10	2.670,30	46,65	0,0219
72	n11	2.680,75	36,21	0,0219
73	n12	2.683,80	33,16	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	35,97	0,0090
80	n19	2.682,60	34,37	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	27,77	0,0167
83	n23	2.692,30	24,68	0,0346
84	n24	2.685,80	31,18	0,0211

Current Time: 1,00 hours				
ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,19	0,0116
64	n3	2.701,30	16,28	0,0155
65	n4	2.697,20	20,38	0,0221
66	n5	2.693,60	23,97	0,0363
67	n6	2.688,90	28,67	0,0099
68	n7	2.685,75	31,81	0,0099
69	n8	2.679,80	37,76	0,0104
70	n9	2.671,35	46,20	2.5938
71	n10	2.670,30	47,25	0,0219
72	n11	2.680,75	36,80	0,0219
73	n12	2.683,80	33,76	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,57	0,0090
80	n19	2.682,60	34,97	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,37	0,0167
83	n23	2.692,30	25,28	0,0346
84	n24	2.685,80	31,78	0,0211

Current Time: 2,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,60	0,0116
64	n3	2.701,30	16,70	0,0155
65	n4	2.697,20	20,79	0,0221
66	n5	2.693,60	24,39	0,0363
67	n6	2.688,90	29,08	0,0099
68	n7	2.685,75	32,23	0,0099
69	n8	2.679,80	38,17	0,0104
70	n9	2.671,35	46,61	2.5938
71	n10	2.670,30	47,66	0,0219
72	n11	2.680,75	37,22	0,0219
73	n12	2.683,80	34,17	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,98	0,0090
80	n19	2.682,60	35,38	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,79	0,0167
83	n23	2.692,30	25,69	0,0346
84	n24	2.685,80	32,19	0,0211

Current Time: 3,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,70	0,0116
64	n3	2.701,30	16,80	0,0155
65	n4	2.697,20	20,89	0,0221
66	n5	2.693,60	24,49	0,0363
67	n6	2.688,90	29,18	0,0099
68	n7	2.685,75	32,32	0,0099
69	n8	2.679,80	38,27	0,0104
70	n9	2.671,35	46,71	2.5938
71	n10	2.670,30	47,76	0,0219
72	n11	2.680,75	37,32	0,0219
73	n12	2.683,80	34,27	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	37,08	0,0090
80	n19	2.682,60	35,48	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,88	0,0167
83	n23	2.692,30	25,79	0,0346
84	n24	2.685,80	32,29	0,0211

Current Time: 4,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,61	0,0116
64	n3	2.701,30	16,71	0,0155
65	n4	2.697,20	20,81	0,0221
66	n5	2.693,60	24,40	0,0363
67	n6	2.688,90	29,10	0,0099
68	n7	2.685,75	32,24	0,0099
69	n8	2.679,80	38,18	0,0104
70	n9	2.671,35	46,63	2.5938
71	n10	2.670,30	47,67	0,0219
72	n11	2.680,75	37,23	0,0219
73	n12	2.683,80	34,19	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,99	0,0090
80	n19	2.682,60	35,40	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,80	0,0167
83	n23	2.692,30	25,71	0,0346
84	n24	2.685,80	32,21	0,0211

Current Time: 5,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,53	0,0116
64	n3	2.701,30	16,63	0,0155
65	n4	2.697,20	20,72	0,0221
66	n5	2.693,60	24,32	0,0363
67	n6	2.688,90	29,01	0,0099
68	n7	2.685,75	32,16	0,0099
69	n8	2.679,80	38,10	0,0104
70	n9	2.671,35	46,54	2.5938
71	n10	2.670,30	47,59	0,0219
72	n11	2.680,75	37,15	0,0219
73	n12	2.683,80	34,10	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,91	0,0090
80	n19	2.682,60	35,31	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,71	0,0167
83	n23	2.692,30	25,62	0,0346
84	n24	2.685,80	32,12	0,0211

Current Time: 6,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,45	0,0116
64	n3	2.701,30	16,54	0,0155
65	n4	2.697,20	20,64	0,0221
66	n5	2.693,60	24,23	0,0363
67	n6	2.688,90	28,93	0,0099
68	n7	2.685,75	32,07	0,0099
69	n8	2.679,80	38,01	0,0104
70	n9	2.671,35	46,46	2.5938
71	n10	2.670,30	47,51	0,0219
72	n11	2.680,75	37,06	0,0219
73	n12	2.683,80	34,02	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,83	0,0090
80	n19	2.682,60	35,23	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,63	0,0167
83	n23	2.692,30	25,54	0,0346
84	n24	2.685,80	32,04	0,0211

Current Time: 7,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,36	0,0174
64	n3	2.701,30	16,45	0,0233
65	n4	2.697,20	20,54	0,0332
66	n5	2.693,60	24,13	0,0544
67	n6	2.688,90	28,82	0,0148
68	n7	2.685,75	31,96	0,0149
69	n8	2.679,80	37,90	0,0156
70	n9	2.671,35	46,34	3.8907
71	n10	2.670,30	47,39	0,0328
72	n11	2.680,75	36,95	0,0328
73	n12	2.683,80	33,91	0,0310
74	n13	2.655,60	21,40	0,0402
75	n14	2.660,80	16,20	0,0423
76	n15	2.663,25	13,75	0,0415
77	n16	2.662,80	14,20	0,0087
78	n17	2.664,20	12,80	0,0222
79	n18	2.681,00	36,73	0,0134
80	n19	2.682,60	35,13	0,0103
81	n20	2.658,80	18,19	0,0084
82	n21	2.689,20	28,53	0,0251
83	n23	2.692,30	25,45	0,0519
84	n24	2.685,80	31,95	0,0317

Current Time: 8,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,22	0,0252
64	n3	2.701,30	16,31	0,0337
65	n4	2.697,20	20,39	0,0480
66	n5	2.693,60	23,98	0,0786
67	n6	2.688,90	28,66	0,0214
68	n7	2.685,75	31,79	0,0215
69	n8	2.679,80	37,73	0,0225
70	n9	2.671,35	46,15	5.6199
71	n10	2.670,30	47,20	0,0474
72	n11	2.680,75	36,77	0,0474
73	n12	2.683,80	33,73	0,0448
74	n13	2.655,60	21,40	0,0581
75	n14	2.660,80	16,19	0,0612
76	n15	2.663,25	13,74	0,0599
77	n16	2.662,80	14,19	0,0126
78	n17	2.664,20	12,79	0,0320
79	n18	2.681,00	36,57	0,0194
80	n19	2.682,60	34,97	0,0149
81	n20	2.658,80	18,19	0,0121
82	n21	2.689,20	28,38	0,0362
83	n23	2.692,30	25,31	0,0750
84	n24	2.685,80	31,81	0,0457

Current Time: 9,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,02	0,0368
64	n3	2.701,30	16,11	0,0492
65	n4	2.697,20	20,17	0,0701
66	n5	2.693,60	23,74	0,1149
67	n6	2.688,90	28,40	0,0313
68	n7	2.685,75	31,52	0,0314
69	n8	2.679,80	37,44	0,0328
70	n9	2.671,35	45,85	8.2137
71	n10	2.670,30	46,90	0,0692
72	n11	2.680,75	36,47	0,0692
73	n12	2.683,80	33,45	0,0655
74	n13	2.655,60	21,40	0,0848
75	n14	2.660,80	16,18	0,0894
76	n15	2.663,25	13,73	0,0875
77	n16	2.662,80	14,18	0,0184
78	n17	2.664,20	12,78	0,0468
79	n18	2.681,00	36,33	0,0284
80	n19	2.682,60	34,73	0,0218
81	n20	2.658,80	18,18	0,0177
82	n21	2.689,20	28,13	0,0530
83	n23	2.692,30	25,10	0,1096
84	n24	2.685,80	31,61	0,0668

Current Time: 10,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,22	0,0858
64	n3	2.701,30	16,24	0,1149
65	n4	2.697,20	20,15	0,1636
66	n5	2.693,60	23,62	0,2680
67	n6	2.688,90	28,14	0,0731
68	n7	2.685,75	31,15	0,0733
69	n8	2.679,80	36,95	0,0766
70	n9	2.671,35	45,23	19.1653
71	n10	2.670,30	46,28	0,1615
72	n11	2.680,75	35,93	0,1615
73	n12	2.683,80	33,01	0,1527
74	n13	2.655,60	21,39	0,1980
75	n14	2.660,80	16,13	0,2086
76	n15	2.663,25	13,65	0,2042
77	n16	2.662,80	14,10	0,0429
78	n17	2.664,20	12,70	0,1092
79	n18	2.681,00	36,21	0,0662
80	n19	2.682,60	34,61	0,0509
81	n20	2.658,80	18,10	0,0412
82	n21	2.689,20	28,01	0,1236
83	n23	2.692,30	25,23	0,2557
84	n24	2.685,80	31,80	0,1559

Current Time: 11,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,38	0,1064
64	n3	2.701,30	16,37	0,1425
65	n4	2.697,20	20,18	0,2030
66	n5	2.693,60	23,59	0,3325
67	n6	2.688,90	28,02	0,0907
68	n7	2.685,75	30,96	0,0910
69	n8	2.679,80	36,68	0,0951
70	n9	2.671,35	44,88	23.7765
71	n10	2.670,30	45,93	0,2004
72	n11	2.680,75	35,63	0,2004
73	n12	2.683,80	32,77	0,1895
74	n13	2.655,60	21,39	0,2456
75	n14	2.660,80	16,09	0,2587
76	n15	2.663,25	13,61	0,2533
77	n16	2.662,80	14,05	0,0532
78	n17	2.664,20	12,65	0,1354
79	n18	2.681,00	36,17	0,0821
80	n19	2.682,60	34,57	0,0632
81	n20	2.658,80	18,05	0,0512
82	n21	2.689,20	27,97	0,1534
83	n23	2.692,30	25,35	0,3172
84	n24	2.685,80	31,97	0,1934

Current Time: 12,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,35	0,1129
64	n3	2.701,30	16,32	0,1512
65	n4	2.697,20	20,10	0,2153
66	n5	2.693,60	23,48	0,3527
67	n6	2.688,90	27,88	0,0962
68	n7	2.685,75	30,80	0,0965
69	n8	2.679,80	36,49	0,1008
70	n9	2.671,35	44,66	25,2175
71	n10	2.670,30	45,71	0,2126
72	n11	2.680,75	35,43	0,2125
73	n12	2.683,80	32,59	0,2010
74	n13	2.655,60	21,39	0,2605
75	n14	2.660,80	16,08	0,2744
76	n15	2.663,25	13,59	0,2687
77	n16	2.662,80	14,04	0,0565
78	n17	2.664,20	12,64	0,1436
79	n18	2.681,00	36,06	0,0871
80	n19	2.682,60	34,46	0,0670
81	n20	2.658,80	18,03	0,0543
82	n21	2.689,20	27,86	0,1626
83	n23	2.692,30	25,30	0,3365
84	n24	2.685,80	31,93	0,2051

Current Time: 13,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	15,12	0,1400
64	n3	2.701,30	16,03	0,1874
65	n4	2.697,20	19,64	0,2670
66	n5	2.693,60	22,92	0,4373
67	n6	2.688,90	27,17	0,1193
68	n7	2.685,75	29,98	0,1196
69	n8	2.679,80	35,54	0,1250
70	n9	2.671,35	43,57	31,2697
71	n10	2.670,30	44,62	0,2636
72	n11	2.680,75	34,42	0,2636
73	n12	2.683,80	31,68	0,2492
74	n13	2.655,60	21,39	0,3230
75	n14	2.660,80	16,02	0,3403
76	n15	2.663,25	13,51	0,3332
77	n16	2.662,80	13,96	0,0700
78	n17	2.664,20	12,55	0,1781
79	n18	2.681,00	35,49	0,1080
80	n19	2.682,60	33,89	0,0831
81	n20	2.658,80	17,95	0,0673
82	n21	2.689,20	27,29	0,2017
83	n23	2.692,30	24,99	0,4172
84	n24	2.685,80	31,69	0,2544

Current Time: 14,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,77	0,1458
64	n3	2.701,30	15,67	0,1952
65	n4	2.697,20	19,25	0,2780
66	n5	2.693,60	22,50	0,4554
67	n6	2.688,90	26,72	0,1242
68	n7	2.685,75	29,49	0,1246
69	n8	2.679,80	35,02	0,1302
70	n9	2.671,35	43,02	32.5666
71	n10	2.670,30	44,07	0,2745
72	n11	2.680,75	33,89	0,2745
73	n12	2.683,80	31,18	0,2595
74	n13	2.655,60	21,39	0,3364
75	n14	2.660,80	16,01	0,3544
76	n15	2.663,25	13,49	0,3470
77	n16	2.662,80	13,94	0,0729
78	n17	2.664,20	12,53	0,1855
79	n18	2.681,00	35,07	0,1125
80	n19	2.682,60	33,47	0,0865
81	n20	2.658,80	17,93	0,0701
82	n21	2.689,20	26,87	0,2101
83	n23	2.692,30	24,63	0,4345
84	n24	2.685,80	31,35	0,2649

Current Time: 15,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,44	0,1497
64	n3	2.701,30	15,32	0,2004
65	n4	2.697,20	18,88	0,2854
66	n5	2.693,60	22,11	0,4675
67	n6	2.688,90	26,30	0,1275
68	n7	2.685,75	29,06	0,1279
69	n8	2.679,80	34,57	0,1337
70	n9	2.671,35	42,55	33.4312
71	n10	2.670,30	43,59	0,2818
72	n11	2.680,75	33,42	0,2818
73	n12	2.683,80	30,73	0,2664
74	n13	2.655,60	21,39	0,3453
75	n14	2.660,80	16,00	0,3638
76	n15	2.663,25	13,48	0,3562
77	n16	2.662,80	13,92	0,0748
78	n17	2.664,20	12,52	0,1904
79	n18	2.681,00	34,67	0,1155
80	n19	2.682,60	33,08	0,0888
81	n20	2.658,80	17,92	0,0719
82	n21	2.689,20	26,47	0,2156
83	n23	2.692,30	24,29	0,4460
84	n24	2.685,80	31,02	0,2720

Current Time: 16,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,19	0,1380
64	n3	2.701,30	15,11	0,1848
65	n4	2.697,20	18,74	0,2633
66	n5	2.693,60	22,02	0,4312
67	n6	2.688,90	26,28	0,1176
68	n7	2.685,75	29,10	0,1180
69	n8	2.679,80	34,67	0,1233
70	n9	2.671,35	42,71	30.8374
71	n10	2.670,30	43,76	0,2599
72	n11	2.680,75	33,55	0,2599
73	n12	2.683,80	30,81	0,2458
74	n13	2.655,60	21,39	0,3186
75	n14	2.660,80	16,03	0,3356
76	n15	2.663,25	13,52	0,3285
77	n16	2.662,80	13,96	0,0690
78	n17	2.664,20	12,56	0,1757
79	n18	2.681,00	34,59	0,1065
80	n19	2.682,60	32,99	0,0819
81	n20	2.658,80	17,96	0,0664
82	n21	2.689,20	26,39	0,1989
83	n23	2.692,30	24,07	0,4114
84	n24	2.685,80	30,77	0,2509

Current Time: 17,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,04	0,1284
64	n3	2.701,30	14,98	0,1719
65	n4	2.697,20	18,67	0,2448
66	n5	2.693,60	21,99	0,4010
67	n6	2.688,90	26,31	0,1094
68	n7	2.685,75	29,17	0,1097
69	n8	2.679,80	34,79	0,1147
70	n9	2.671,35	42,88	28.6759
71	n10	2.670,30	43,93	0,2417
72	n11	2.680,75	33,69	0,2417
73	n12	2.683,80	30,91	0,2285
74	n13	2.655,60	21,39	0,2962
75	n14	2.660,80	16,05	0,3121
76	n15	2.663,25	13,55	0,3055
77	n16	2.662,80	13,99	0,0642
78	n17	2.664,20	12,59	0,1633
79	n18	2.681,00	34,56	0,0991
80	n19	2.682,60	32,97	0,0762
81	n20	2.658,80	17,99	0,0617
82	n21	2.689,20	26,37	0,1850
83	n23	2.692,30	23,95	0,3826
84	n24	2.685,80	30,62	0,2333

Current Time: 18,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	13,99	0,1090
64	n3	2.701,30	14,98	0,1460
65	n4	2.697,20	18,78	0,2079
66	n5	2.693,60	22,17	0,3406
67	n6	2.688,90	26,59	0,0929
68	n7	2.685,75	29,53	0,0932
69	n8	2.679,80	35,23	0,0974
70	n9	2.671,35	43,42	24,3529
71	n10	2.670,30	44,47	0,2053
72	n11	2.680,75	34,18	0,2053
73	n12	2.683,80	31,32	0,1941
74	n13	2.655,60	21,39	0,2516
75	n14	2.660,80	16,09	0,2650
76	n15	2.663,25	13,60	0,2595
77	n16	2.662,80	14,05	0,0545
78	n17	2.664,20	12,65	0,1387
79	n18	2.681,00	34,75	0,0841
80	n19	2.682,60	33,15	0,0647
81	n20	2.658,80	18,04	0,0524
82	n21	2.689,20	26,55	0,1571
83	n23	2.692,30	23,96	0,3249
84	n24	2.685,80	30,58	0,1981

Current Time: 19,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,00	0,1051
64	n3	2.701,30	14,99	0,1408
65	n4	2.697,20	18,81	0,2005
66	n5	2.693,60	22,22	0,3285
67	n6	2.688,90	26,66	0,0896
68	n7	2.685,75	29,61	0,0899
69	n8	2.679,80	35,33	0,0939
70	n9	2.671,35	43,54	23,4883
71	n10	2.670,30	44,58	0,1980
72	n11	2.680,75	34,28	0,1980
73	n12	2.683,80	31,41	0,1872
74	n13	2.655,60	21,39	0,2426
75	n14	2.660,80	16,10	0,2556
76	n15	2.663,25	13,61	0,2502
77	n16	2.662,80	14,06	0,0526
78	n17	2.664,20	12,66	0,1338
79	n18	2.681,00	34,80	0,0811
80	n19	2.682,60	33,20	0,0624
81	n20	2.658,80	18,05	0,0505
82	n21	2.689,20	26,60	0,1515
83	n23	2.692,30	23,97	0,3134
84	n24	2.685,80	30,59	0,1911

Current Time: 20,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,01	0,0974
64	n3	2.701,30	15,02	0,1304
65	n4	2.697,20	18,87	0,1858
66	n5	2.693,60	22,31	0,3043
67	n6	2.688,90	26,78	0,0830
68	n7	2.685,75	29,76	0,0833
69	n8	2.679,80	35,51	0,0870
70	n9	2.671,35	43,75	21.7591
71	n10	2.670,30	44,79	0,1834
72	n11	2.680,75	34,47	0,1834
73	n12	2.683,80	31,58	0,1734
74	n13	2.655,60	21,39	0,2248
75	n14	2.660,80	16,11	0,2368
76	n15	2.663,25	13,63	0,2318
77	n16	2.662,80	14,08	0,0487
78	n17	2.664,20	12,68	0,1239
79	n18	2.681,00	34,89	0,0752
80	n19	2.682,60	33,29	0,0578
81	n20	2.658,80	18,07	0,0468
82	n21	2.689,20	26,69	0,1403
83	n23	2.692,30	24,00	0,2903
84	n24	2.685,80	30,60	0,1770

Current Time: 21,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,07	0,0819
64	n3	2.701,30	15,10	0,1097
65	n4	2.697,20	19,02	0,1562
66	n5	2.693,60	22,50	0,2559
67	n6	2.688,90	27,04	0,0698
68	n7	2.685,75	30,06	0,0700
69	n8	2.679,80	35,87	0,0732
70	n9	2.671,35	44,16	18.3007
71	n10	2.670,30	45,21	0,1543
72	n11	2.680,75	34,86	0,1542
73	n12	2.683,80	31,92	0,1458
74	n13	2.655,60	21,39	0,1890
75	n14	2.660,80	16,13	0,1992
76	n15	2.663,25	13,66	0,1950
77	n16	2.662,80	14,11	0,0410
78	n17	2.664,20	12,71	0,1042
79	n18	2.681,00	35,09	0,0632
80	n19	2.682,60	33,49	0,0486
81	n20	2.658,80	18,11	0,0394
82	n21	2.689,20	26,89	0,1180
83	n23	2.692,30	24,08	0,2442
84	n24	2.685,80	30,65	0,1489

Current Time: 22,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,21	0,0581
64	n3	2.701,30	15,28	0,0777
65	n4	2.697,20	19,28	0,1107
66	n5	2.693,60	22,82	0,1814
67	n6	2.688,90	27,43	0,0495
68	n7	2.685,75	30,52	0,0496
69	n8	2.679,80	36,39	0,0519
70	n9	2.671,35	44,76	12.9690
71	n10	2.670,30	45,81	0,1093
72	n11	2.680,75	35,41	0,1093
73	n12	2.683,80	32,42	0,1034
74	n13	2.655,60	21,40	0,1340
75	n14	2.660,80	16,17	0,1411
76	n15	2.663,25	13,70	0,1382
77	n16	2.662,80	14,15	0,0290
78	n17	2.664,20	12,75	0,0739
79	n18	2.681,00	35,41	0,0448
80	n19	2.682,60	33,81	0,0345
81	n20	2.658,80	18,15	0,0279
82	n21	2.689,20	27,21	0,0836
83	n23	2.692,30	24,27	0,1730
84	n24	2.685,80	30,80	0,1055

Current Time: 23,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,48	0,0116
64	n3	2.701,30	15,58	0,0155
65	n4	2.697,20	19,67	0,0221
66	n5	2.693,60	23,27	0,0363
67	n6	2.688,90	27,96	0,0099
68	n7	2.685,75	31,11	0,0099
69	n8	2.679,80	37,05	0,0104
70	n9	2.671,35	45,49	2.5938
71	n10	2.670,30	46,54	0,0219
72	n11	2.680,75	36,10	0,0219
73	n12	2.683,80	33,05	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	35,86	0,0090
80	n19	2.682,60	34,26	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	27,67	0,0167
83	n23	2.692,30	24,58	0,0346
84	n24	2.685,80	31,07	0,0211

Current Time: 24,00 hours

ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H ₂ O)	Demand (L/s)
63	n2	2.702,40	14,93	0,0116
64	n3	2.701,30	16,03	0,0155
65	n4	2.697,20	20,12	0,0221
66	n5	2.693,60	23,72	0,0363
67	n6	2.688,90	28,41	0,0099
68	n7	2.685,75	31,56	0,0099
69	n8	2.679,80	37,50	0,0104
70	n9	2.671,35	45,94	25,938
71	n10	2.670,30	46,99	0,0219
72	n11	2.680,75	36,55	0,0219
73	n12	2.683,80	33,50	0,0207
74	n13	2.655,60	21,40	0,0268
75	n14	2.660,80	16,20	0,0282
76	n15	2.663,25	13,75	0,0276
77	n16	2.662,80	14,20	0,0058
78	n17	2.664,20	12,80	0,0148
79	n18	2.681,00	36,31	0,0090
80	n19	2.682,60	34,71	0,0069
81	n20	2.658,80	18,20	0,0056
82	n21	2.689,20	28,12	0,0167
83	n23	2.692,30	25,02	0,0346
84	n24	2.685,80	31,52	0,0211

ANEXO 6

ANEXO 6.1. HOJA DE CÁLCULO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO

	P73												
1	↓	90.51	0.16	0.16	7	7	0.06	0.06	0.03	0.16	0.16		0.16
	P74												
	P74												
2	↓	60.18	0.30	0.46	13	20	0.12	0.12	0.06	0.30	0.30		0.46
	P75												
	P75												
3	↓	56.81	0.23	0.68	10	30	0.09	0.09	0.05	0.23	0.23		0.69
	P76												
	P76												
4	↓	56.62	0.12	0.80	5	35	0.05	0.05	0.02	0.12	0.12		0.80
	P32												
	P32												
Descarga 1				12.54		549							

TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRAÚLICOS													Tensión tractiva	COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Ycritico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	COTA TERRENO (msnm)		COTA PROYECTO (msnm)					
																			2704.63	2701.83	2.8	0	CS	P1	
315	2.2	0.02	0.013	2.09	162.50	0.000	0.002	0.61	0.59	1.37	0.001	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.70	16.82	2703.00	2701.10	1.9	0	CE	P2	
																			2703.00	2701.10	1.9		CS	P2	
250	2.3	0.02	0.013	1.83	89.87	0.001	0.009	0.60	0.52	1.22	0.002	0.061	0.15	1.00	0.001	0.12	1.88	14.00							
																			2700.65	2698.85	1.8	0	CE	P3	
																			2700.65	2698.85	1.8		CS	P3	
200	4.3	0.04	0.013	2.16	68.00	0.002	0.020	0.82	0.63	1.39	0.004	0.099	0.20	1.28	0.002	0.12	2.25	21.08							
																			2698.94	2696.59	2.35	0	CE	P4	
																			2698.94	2696.59	2.35		CS	P4	
200	2.4	0.02	0.013	1.61	50.53	0.004	0.041	0.75	0.49	1.09	0.008	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.64	11.64							
																			2697.98	2696.18	1.8	0	CE	P5	
																			2697.98	2696.18	1.8		CS	P5	
200	3.8	0.04	0.013	2.04	64.12	0.003	0.033	0.89	0.61	1.57	0.007	0.126	0.25	1.45	0.002	0.13	2.16	18.75							
																			2696.04	2694.24	1.8	0	CE	PA	
																			2696.04	2694.24	1.8		CS	PA	
200	4.5	0.05	0.013	2.23	69.95	0.004	0.037	1.00	0.67	1.57	0.007	0.126	0.25	1.45	0.002	0.13	2.44	22.31							
																			2693.99	2691.93	2.06	0	CE	P6	
																			2693.99	2691.93	2.06		CS	P6	
200	2.9	0.03	0.013	1.76	55.43	0.005	0.047	0.86	0.54	1.70	0.009	0.148	0.30	1.58	0.003	0.14	1.93	14.01							
																			2692.93	2690.50	2.43	0	CE	PB	
																			2692.93	2690.50	2.43		CS	PB	

																			2692.93	2690.50	2.43	0	CE	PB
																			2692.93	2690.50	2.43		CS	PB
200	2.9	0.03	0.013	1.77	55.48	0.006	0.059	0.94	0.55	1.82	0.012	0.168	0.34	1.69	0.003	0.15	1.97	14.03						↓
																			2691.33	2689.07	2.26	0	CE	P7
																			2691.33	2689.07	2.26		CS	P7
200	3.2	0.03	0.013	1.86	58.38	0.006	0.056	0.97	0.58	1.82	0.011	0.168	0.34	1.69	0.003	0.15	2.03	15.54						↓
																			2689.62	2687.48	2.14	0	CE	PC
																			2689.62	2687.48	2.14		CS	PC
200	3.2	0.03	0.013	1.86	58.40	0.007	0.073	1.07	0.59	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	2.05	15.55						↓
																			2688.00	2685.90	2.1	0	CE	P8
																			2688.00	2685.90	2.1		CS	P8
200	3.6	0.04	0.013	1.97	61.85	0.007	0.073	1.13	0.63	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	2.17	17.44						↓
																			2687.02	2684.92	2.1	0	CE	P9
																			2687.02	2684.92	2.1		CS	P9
200	2.6	0.03	0.013	1.70	53.25	0.010	0.096	1.08	0.56	2.12	0.019	0.228	0.46	1.99	0.005	0.17	1.93	12.93						↓
																			2685.59	2683.49	2.1	0	CE	P10
																			2685.59	2683.49	2.1		CS	P10
200	4.8	0.05	0.013	2.28	71.75	0.008	0.076	1.34	0.73	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	2.55	23.47						↓
																			2683.11	2680.96	2.15	0	CE	P11
																			2683.11	2680.96	2.15		CS	P11
200	5.8	0.06	0.013	2.52	79.01	0.008	0.076	1.47	0.80	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	2.81	28.47						↓
																			2679.21	2677.05	2.16	0	CE	P12
																			2679.21	2677.05	2.16		CS	P12
200	4.9	0.05	0.013	2.30	72.37	0.009	0.090	1.44	0.75	2.12	0.018	0.228	0.46	1.99	0.005	0.17	2.56	23.88						↓
																			2675.48	2673.85	1.63	0.23	CE	P13
																			2675.48	2673.62	1.86		CS	P13
200	5.1	0.05	0.013	2.36	74.00	0.009	0.092	1.48	0.77	2.12	0.018	0.228	0.46	1.99	0.005	0.17	2.64	24.97						↓
																			2672.85	2670.62	2.23	0	CE	P14
																			2672.85	2670.62	2.23		CS	P14
200	5.2	0.05	0.013	2.38	74.80	0.009	0.091	1.49	0.78	2.12	0.018	0.228	0.46	1.99	0.005	0.17	2.66	25.51						↓
																			2672.22	2669.94	2.28	0	CE	P15
																			2672.22	2669.94	2.28		CS	P15
200	1.2	0.01	0.013	1.12	35.26	0.020	0.203	0.91	0.43	2.59	0.041	0.343	0.69	2.50	0.010	0.19	1.30	5.67						↓
																			2672.97	2669.07	3.9	0	CE	P16
																			2672.97	2669.07	3.9		CS	P16
200	1.3	0.01	0.013	1.19	37.33	0.024	0.239	1.00	0.47	2.69	0.048	0.369	0.74	2.61	0.011	0.19	1.37	6.35						↓
																			2671.90	2668.70	3.2	0	CE	P17
																			2671.90	2668.70	3.2		CS	P17
200	11.7	0.12	0.013	3.57	112.09	0.008	0.081	2.14	1.15	2.05	0.016	0.215	0.43	1.93	0.005	0.16	3.93	57.29						↓
																			2671.45	2667.77	3.68	0	CE	P18
																			2671.45	2667.77	3.68		CS	P18
200	14.2	0.14	0.013	3.93	123.48	0.008	0.076	2.30	1.26	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	4.39	69.52						↓
																			2664.21	2660.61	3.6	0	CE	PD
																			2664.21	2660.61	3.6		CS	PD
200	12.2	0.12	0.013	3.65	114.51	0.011	0.106	2.42	1.22	2.17	0.021	0.241	0.48	2.05	0.006	0.17	4.18	59.79						↓
																			2657.16	2654.47	2.69	0	CE	P19
																			2657.16	2654.47	2.69		CS	P19
200	1.6	0.02	0.013	1.32	41.37	0.029	0.294	1.16	0.55	2.86	0.059	0.417	0.83	2.81	0.012	0.20	1.47	7.80						↓
																			2656.22	2654.32	1.9	0.64	CE	P20
																			2656.22	2653.68	2.54		CS	P20
200	7.5	0.08	0.013	2.87	90.09	0.014	0.136	2.08	1.00	2.32	0.027	0.274	0.55	2.20	0.007	0.18	3.35	37.01						↓
																			2654.61	2652.13	2.48	0	CE	P21
																			2654.61	2652.13	2.48		CS	P21
200	13.3	0.13	0.013	3.81	119.62	0.011	0.105	2.52	1.27	2.17	0.021	0.241	0.48	2.05	0.006	0.17	4.35	65.25						↓
																			2651.01	2648.19	2.82	0.88	CE	P22
																			2651.01	2647.31	3.7		CS	P22
200	2	0.02	0.013	1.51	47.49	0.027	0.265	1.30	0.62	2.78	0.053	0.393	0.79	2.71	0.011	0.20	1.72	10.28						↓
																			2649.74	2647.24	2.5	0.81	CE	P23
																			2649.74	2646.43	3.31		CS	P23

																			2687.03	2684.93	2.1	0	CS	P9
250	3.2	0.03	0.013	2.16	105.95	0.000	0.004	0.65	0.61	1.22	0.001	0.061	0.15	1.00	0.001	0.12	2.05	19.46	2684.23	2682.33	1.9	0	CE	P24
																			2684.23	2682.33	1.9		CS	P24
315	1.9	0.02	0.013	1.93	150.12	0.000	0.004	0.6	0.55	1.37	0.001	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.63	14.35	2683.05	2681.25	1.8	0	CE	P25
																			2683.05	2681.25	1.8		CS	P25
200	2.6	0.03	0.013	1.68	52.81	0.002	0.019	0.63	0.49	1.09	0.004	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.21	12.72	2680.78	2678.98	1.8	0	CE	P26
																			2680.78	2678.98	1.8		CS	P26
200	4.8	0.05	0.013	2.29	71.90	0.002	0.022	0.89	0.67	1.09	0.004	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.12	23.57	2676.20	2674.20	2	0	CE	P27
																			2676.20	2674.20	2		CS	P27
200	8.4	0.08	0.013	3.02	94.94	0.002	0.016	1.09	0.88	1.09	0.003	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.83	41.10	2671.90	2668.90	3	0	CE	P17
																			2671.90	2668.90	3		CS	P17

																			2664.72	2662.92	1.8	0	CS	P28
315	2.2	0.02	0.013	2.09	163.19	0.000	0.004	0.63	0.59	1.37	0.001	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.77	16.96	2662.55	2660.75	1.8	0	CE	P29
																			2662.55	2660.75	1.8		CS	P29
200	3.7	0.04	0.013	2.00	62.77	0.001	0.014	0.70	0.58	1.09	0.003	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.47	17.97	2661.78	2659.98	1.8	0	CE	P30
																			2661.78	2659.98	1.8		CS	P30
200	2.6	0.03	0.013	1.67	52.57	0.003	0.026	0.68	0.49	1.39	0.005	0.099	0.20	1.28	0.002	0.12	1.87	12.60	2660.32	2658.52	1.8	0	CE	P31
																			2660.32	2658.52	1.8		CS	P31
200	3.2	0.03	0.013	1.87	58.70	0.004	0.040	0.87	0.56	1.09	0.008	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.04	15.71	2658.87	2657.07	1.8	0	CE	P32
																			2658.87	2657.07	1.8		CS	P32
200	2.7	0.03	0.013	1.72	53.91	0.004	0.044	0.82	0.52	1.70	0.009	0.148	0.30	1.58	0.003	0.14	1.83	13.25	2657.16	2655.38	1.8	0.9	CE	P19
																			2657.16	2654.47	2.7		CS	P19

																			2670.27	2668.37	1.9	0	CS	P73
200	4.9	0.05	0.013	2.30	72.23	0.000	0.002	0.67	0.65	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.36	23.79	2665.78	2663.98	1.8	0	CE	P74
																			2665.78	2663.98	1.8		CS	P74
315	2.3	0.02	0.013	2.13	166.18	0.000	0.003	0.63	0.60	1.37	0.001	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.77	17.59	2664.91	2662.61	2.3	0	CE	P75
																			2664.91	2662.61	2.3		CS	P75
200	2.9	0.03	0.013	1.78	55.90	0.001	0.012	0.61	0.51	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.14	14.25	2663.16	2660.96	2.2	0	CE	P76
																			2663.16	2660.96	2.2		CS	P76
200	6.9	0.07	0.013	2.74	85.97	0.001	0.009	0.89	0.78	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.15	33.70	2658.87	2657.07	1.8	0	CE	P32
																			2658.87	2657.07	1.8		CS	P32

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la primea descarga. Elaborada por: Autores.

	P71																							
	P71																							
15	↓	87.56	0.00	3.08	0	135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	4.85		
	P44																							
	P44																							
16	↓	36.81	0.00	3.08	0	135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		4.85		
	P72																							
	P72																							
17	↓	18.15	0.00	3.08	0	135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.88	7.72		
	P36																							
	P36																							
Descarga 2				7.68		336																		

TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRAULICOS													Tensión tractiva	COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Ycritico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	COTA TERRENO (msnm)		COTA PROYECTO (msnm)					
																			2664.72	2663.22	1.5	0	CS	P28	
315	2.2	0.02	0.013	2.10	163.90	0.000	0.001	0.60	0.59	1.37	0.000	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.69	17.11	2664.45	2662.65	1.8	0	CE	P33	
																			2664.45	2662.65	1.8		CS	P33	
200	1.6	0.02	0.013	1.30	40.91	0.006	0.057	0.68	0.40	1.09	0.011	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.41	7.63						↓	
																			2664.14	2662.24	1.9	0	CE	P34	
																			2664.14	2662.24	1.9		CS	P34	
200	4.6	0.05	0.013	2.25	70.72	0.004	0.036	1.01	0.68	1.09	0.007	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.54	22.81						↓	
																			2663.26	2661.36	1.9	0	CE	P35	
																			2663.26	2661.36	1.9		CS	P35	
200	4.9	0.05	0.013	2.32	72.87	0.004	0.039	1.06	0.70	1.09	0.008	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.75	24.21						↓	
																			2660.19	2658.29	1.9	0.6	CE	P36	
																			2660.19	2657.69	2.5		CS	P36	

																			2689.41	2687.31	2.1	0	CS	P37
200	8.3	0.08	0.013	3.01	94.58	0.001	0.010	1.00	0.86	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.51	40.79						↓
																			2683.44	2681.04	2.4	0	CE	P38
																			2683.44	2681.04	2.4		CS	P38
200	13.1	0.13	0.013	3.78	118.68	0.001	0.008	1.22	1.08	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.28	64.22						↓
																			2680.84	2678.09	2.75	0	CE	P39
																			2680.84	2678.09	2.75		CS	P39
200	13.0	0.13	0.013	3.77	118.39	0.001	0.010	1.25	1.08	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.40	63.91						↓
																			2675.73	2671.53	4.2	0	CE	P40
																			2675.73	2671.53	4.2		CS	P40
200	9.0	0.09	0.013	3.13	98.48	0.002	0.016	1.13	0.91	1.09	0.003	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.97	44.22						↓
																			2667.96	2665.66	2.3	0	CE	P41
																			2667.96	2665.66	2.3		CS	P41
200	9.5	0.10	0.013	3.22	101.24	0.002	0.018	1.19	0.94	1.09	0.004	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.19	46.74						↓
																			2665.82	2663.52	2.3	0	CE	P42
																			2665.82	2663.52	2.3		CS	P42
200	4.7	0.05	0.013	2.27	71.31	0.003	0.026	0.92	0.67	1.39	0.005	0.099	0.20	1.28	0.002	0.12	2.53	23.19						↓
																			2664.14	2662.26	1.9	0.0	CE	P34
																			2664.14	2662.26	1.9		CS	P34

																			2703.00	2701.10	1.9	0	CS	P2
200	7.6	0.08	0.013	2.87	90.24	0.000	0.002	0.84	0.81	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.95	37.13						↓
																			2698.47	2696.37	2.1	0	CE	P51
																			2698.47	2696.37	2.1		CS	P51
200	7.5	0.07	0.013	2.85	89.69	0.001	0.007	0.91	0.81	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.18	36.68						↓
																			2695.30	2691.70	3.6	0.9	CE	P52
																			2695.30	2690.80	4.5		CS	P52
200	7.8	0.08	0.013	2.92	91.88	0.000	0.000	0.82	0.82	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.89	37.13						↓
																			2696.00	2693.60	2.4	0	CE	P53
																			2696.00	2693.60	2.4		CS	P53

																			2667.96	2665.66	2.3	0	CS	P41
200	5.5	0.06	0.013	2.46	77.23	0.000	0.001	0.70	0.69	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.48	27.19						↓
																			2665.28	2663.28	2	0	CE	P43
																			2665.28	2663.28	2		CS	P43
200	9.0	0.09	0.013	3.14	98.63	0.001	0.005	0.96	0.89	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.39	44.36						↓
																			2662.75	2659.15	3.6	0.9	CE	P44
																			2662.75	2658.25	4.5		CS	P44

																			2689.33	2687.48	1.85	0	CS	P49
200	4.8	0.05	0.013	2.29	71.98	0.001	0.005	0.70	0.65	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.47	23.62						↓
																			2685.74	2683.84	1.9	0	CE	P50
																			2685.74	2683.84	1.9		CS	P50
200	9.4	0.09	0.013	3.21	100.69	0.000	0.003	0.95	0.91	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.35	46.23						↓
																			2683.44	2681.04	2.4	0	CE	P38
																			2683.44	2681.04	2.4		CS	P38

																		2680.84	2678.09	2.75	0	CS	P39
200	7.4	0.07	0.013	2.83	88.99	0.000	0.000	0.80	0.80	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.80	36.11					↓
																		2679.19	2675.81	3.38	0.77	CE	P45
																		2679.19	2675.04	4.15		CS	P45
200	20.4	0.20	0.013	4.72	148.14	0.000	0.002	1.38	1.33	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.84	100.06					↓
																		2671.71	2668.61	3.1	0.9	CE	P46
																		2671.71	2667.71	4		CS	P46
200	16.9	0.17	0.013	4.30	134.98	0.000	0.003	1.28	1.22	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.49	83.08					↓
																		2664.99	2662.39	2.6	0.9	CE	P47
																		2664.99	2661.49	3.5		CS	P47
200	3.4	0.03	0.013	1.92	60.32	0.001	0.012	0.66	0.55	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.31	16.59					↓
																		2664.28	2660.48	3.8	0.7	CE	P48
																		2664.28	2659.78	4.5		CE	P48

																		2695.30	2690.80	4.5	0	CS	P52
200	29.1	0.29	0.013	5.63	176.90	0.000	0.003	1.67	1.59	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	5.88	142.69					↓
																		2692.32	2688.72	3.6	0.9	CE	P58
																		2692.32	2687.82	4.5		CS	P58
200	22.0	0.22	0.013	4.89	153.68	0.000	0.004	1.48	1.39	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	5.20	107.69					↓
																		2686.53	2682.93	3.6	0.9	CE	P59
																		2686.53	2682.03	4.5		CS	P59
200	26.1	0.26	0.013	5.34	167.61	0.001	0.005	1.64	1.51	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	5.76	128.10					↓
																		2679.77	2676.17	3.6	0.9	CE	P60
																		2679.77	2675.27	4.5		CS	P60
200	25.7	0.26	0.013	5.30	166.38	0.001	0.006	1.65	1.51	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	5.81	126.22					↓
																		2673.05	2669.60	3.45	0.85	CE	P61
																		2673.05	2668.75	4.3		CS	P61
200	13.6	0.14	0.013	3.85	121.04	0.001	0.008	1.24	1.10	1.09	0.002	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	4.36	66.80					↓
																		2671.49	2667.54	3.95	0	CE	P62
																		2671.49	2667.54	3.95		CS	P62
200	4.2	0.04	0.013	2.15	67.51	0.002	0.016	0.77	0.62	1.09	0.003	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.72	20.78					↓
																		2668.88	2666.88	2	0	CE	P63
																		2668.88	2666.88	2		CS	P63
315	2.3	0.02	0.013	2.16	168.42	0.001	0.007	0.69	0.62	1.37	0.002	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.92	18.06					↓
																		2668.73	2666.33	2.4	0	CE	P64
																		2668.73	2666.33	2.4		CS	P64
315	1.8	0.02	0.013	1.90	148.08	0.001	0.011	0.64	0.55	1.37	0.003	0.061	0.19	1.00	0.002	0.15	1.79	13.97					↓
																		2668.64	2665.94	2.7	0	CE	P65
																		2668.64	2665.94	2.7		CS	P65
200	1.7	0.02	0.013	1.35	42.38	0.005	0.049	0.67	0.41	1.09	0.010	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.36	8.19					↓
																		2668.38	2665.08	3.3	0	CE	P66
																		2668.38	2665.08	3.3		CS	P66
200	1.0	0.01	0.013	1.06	33.45	0.010	0.096	0.68	0.35	2.12	0.019	0.228	0.46	1.99	0.005	0.17	1.21	5.10					↓
																		2668.12	2664.52	3.6	0	CE	P67
																		2668.12	2664.52	3.6		CS	P67

																		2668.12	2664.52	3.6	0	CE	P67
																		2668.12	2664.52	3.6		CS	P67
200	1.0	0.01	0.013	1.05	32.94	0.011	0.112	0.71	0.35	2.23	0.022	0.253	0.51	2.11	0.006	0.17	1.20	4.95					↓
																		2668.28	2664.08	4.2	0	CE	P68
																		2668.28	2664.08	4.2		CS	P68
200	10.7	0.11	0.013	3.41	107.14	0.003	0.034	1.50	1.02	1.57	0.007	0.126	0.25	1.45	0.002	0.13	3.64	52.34					↓
																		2662.25	2660.45	1.8	0	CE	P69
																		2662.25	2660.45	1.8		CS	P69
200	3.3	0.03	0.013	1.90	59.67	0.007	0.074	1.10	0.61	1.98	0.015	0.200	0.40	1.85	0.004	0.16	2.10	16.24					↓
																		2664.28	2659.78	4.50	0	CE	P48
																		2664.28	2659.78	4.5		CS	P48
200	1.3	0.01	0.013	1.19	37.53	0.012	0.117	0.82	0.41	2.23	0.023	0.253	0.51	2.11	0.006	0.17	1.38	6.42					↓
																		2663.80	2659.60	4.2	0	CE	P70
																		2663.80	2659.60	4.2		CS	P70
200	1.0	0.01	0.013	1.06	33.24	0.013	0.132	0.76	0.37	2.32	0.026	0.274	0.55	2.20	0.007	0.18	1.22	5.04					↓
																		2661.31	2659.34	1.97	0	CE	P71
																		2661.31	2659.34	1.97		CS	P71
200	1.1	0.01	0.013	1.09	34.40	0.014	0.141	0.80	0.38	2.37	0.028	0.286	0.57	2.26	0.007	0.18	1.26	5.40					↓
																		2662.75	2658.25	4.5	0	CE	P44
																		2662.75	2658.25	4.5		CS	P44
200	1.2	0.01	0.013	1.17	36.66	0.013	0.132	0.84	0.41	2.32	0.026	0.274	0.55	2.20	0.007	0.18	1.35	6.13					↓
																		2660.29	2657.79	2.5	0	CE	P72
																		2660.29	2657.79	2.5		CS	P72
200	1.1	0.01	0.013	1.07	33.61	0.023	0.230	0.90	0.42	2.69	0.046	0.369	0.74	2.61	0.011	0.19	1.23	5.15					↓
																		2660.19	2657.69	2.5	0	CE	P36
																		2660.19	2657.69	2.5		CS	P36

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la segunda descarga. Elaborada por: Autores.

Hoja de Cálculo para Alcantarillado Sanitario (Tercera descarga)

Tramo	Pozo N°	L (m)	Areas parciales [Ha]	Areas acumuladas [Ha]	Población parcial [hab]	Población acumulada [hab]	Caudal doméstico [lt/s]	Caudal infiltracion [lt/s]	Caudal erradas [lt/s]	Caudal parcial sanitario [lt/s]	Caudal sanitario (lt/s)	Caudal colindante (lt/s)	Caudal de diseño (lt/s)
1	P1 ↓	30.37	0.14	0.14	6	6	0.06	0.06	0.03	0.14	0.14		0.14
	P54												
	P54												
2	↓	21.05	0.03	0.17	1	8	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03		0.18
	P55												
	P55												
3	↓	79.52	0.37	0.54	16	24	0.15	0.15	0.07	0.37	0.37		0.54
	P56												
	P56												
4	↓	6.69	0.40	0.94	18	41	0.16	0.16	0.08	0.40	0.40		0.95
	P57												
	P57												
Descarga 3				0.94		41							

200	14.0	0.14	0.013	3.91	122.74	0.000	0.001	1.12	1.10	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.94	68.69	2704.63	2701.83	2.8	0	CS	P1 ↓
																			2700.38	2697.58	2.8	0	CE	P54
																			2700.38	2697.58	2.8		CS	P54
200	13.0	0.13	0.013	3.76	118.27	0.000	0.001	1.08	1.06	1.09	0.000	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.79	63.78	2697.84	2694.84	3	0	CE	P55 ↓
																			2697.84	2694.84	3		CS	P55
200	11.9	0.12	0.013	3.60	113.01	0.001	0.005	1.10	1.02	1.09	0.001	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	3.88	58.23	2688.20	2685.40	2.8	0	CE	P56 ↓
																			2688.20	2685.40	2.8		CS	P56
200	4.8	0.05	0.013	2.30	72.18	0.001	0.013	0.8	0.66	1.09	0.003	0.061	0.12	1.00	0.001	0.10	2.80	23.76	2687.68	2685.08	2.6	0	CE	P57 ↓
																			2687.68	2685.08	2.6		CS	P57

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la tercera descarga. Elaborada por: Autores.

ANEXO 6.2. HOJA DE CÁLCULO PARA ALCANTARILLADO PLUVIAL

																			2698.88	2696.58	2.3	0	CE	P4	
400	5.3	0.05	0.015	3.31	416.10	0.05	0.506	3.27	1.66	4.69	0.20	0.561	2.24	3.39	0.07	0.40	2.44	52.14	2698.88	2696.58	2.3		CS	P4	
																								↓	
																				2698.40	2696.10	2.3	0	CE	P5
500	3.2	0.03	0.015	3.00	589.76	0.05	0.510	2.97	1.51	5.28	0.26	0.568	2.84	3.41	0.12	0.50	1.97	39.83	2698.40	2696.10	2.3		CS	P5	
																								↓	
																				2697.92	2695.72	2.2	0	CE	P6
500	3.9	0.04	0.015	3.28	643.43	0.06	0.582	3.38	1.73	5.48	0.29	0.613	3.07	3.60	0.13	0.49	2.12	47.41	2697.92	2695.72	2.2		CS	P6	
																								↓	
																				2693.95	2691.85	2.1	0	CE	P7
600	2.6	0.03	0.015	3.06	864.50	0.05	0.540	3.08	1.57	5.85	0.32	0.581	3.49	3.47	0.17	0.59	1.83	38.84	2693.95	2691.85	2.1		CS	P7	
																								↓	
																				2691.31	2689.21	2.1	0	CE	P8
600	3.4	0.03	0.015	3.49	986.68	0.06	0.611	3.66	1.88	6.10	0.37	0.632	3.79	3.68	0.19	0.58	2.05	50.59	2691.31	2689.21	2.1		CS	P8	
																								↓	
																				2687.97	2685.77	2.2	0	CE	P9
600	3.4	0.03	0.015	3.49	986.45	0.06	0.641	3.72	1.91	6.19	0.38	0.651	3.91	3.76	0.19	0.57	2.03	50.57	2687.97	2685.77	2.2		CS	P9	
																								↓	
																				2686.96	2684.76	2.2	0	CE	P10
600	3.6	0.04	0.015	3.58	1013.24	0.08	0.751	4.00	2.09	6.51	0.45	0.721	4.33	4.06	0.22	0.54	2.00	53.35	2686.96	2684.76	2.2		CS	P10	
																								↓	
																				2683.48	2681.13	2.35	0.45	CE	P11
600	4.7	0.05	0.015	4.06	1148.35	0.07	0.707	4.46	2.31	6.37	0.42	0.689	4.13	3.92	0.21	0.56	2.33	68.52	2683.48	2680.68	2.8		CS	P11	
																								↓	
																				2680.97	2678.57	2.4	0.9	CE	P12
700	4.4	0.04	0.015	4.39	1688.60	0.05	0.539	4.41	2.26	6.32	0.38	0.581	4.07	3.47	0.23	0.69	2.43	75.97	2680.97	2677.67	3.3		CS	P12	
																								↓	
																				2675.00	2673.30	1.7	0.9	CE	P13
700	4.0	0.04	0.015	4.16	1600.50	0.07	0.654	4.46	2.30	6.72	0.46	0.657	4.60	3.78	0.27	0.66	2.24	68.25	2675.00	2672.40	2.6		CS	P13	
																								↓	
																				2672.35	2670.05	2.3	0.7	CE	P14
900	1.1	0.01	0.015	2.64	1678.86	0.07	0.660	2.84	1.46	7.62	0.59	0.657	5.91	3.78	0.44	0.85	1.26	25.27	2672.35	2669.35	3		CS	P14	
																								↓	
																				2672.98	2668.48	4.5	0	CE	P15
900	1.9	0.02	0.015	3.42	2173.63	0.06	0.650	3.66	1.88	7.58	0.58	0.651	5.86	3.76	0.44	0.86	1.63	42.37	2672.98	2668.48	4.5		CS	P15	
																								↓	
																				2671.88	2667.78	4.1	0.3	CE	P16
800	3.3	0.03	0.015	4.14	2080.14	0.07	0.693	4.52	2.34	7.32	0.55	0.683	5.46	3.89	0.37	0.74	2.06	64.64	2671.88	2667.48	4.4		CS	P16	
																								↓	
																				2669.73	2666.83	2.9	0.9	CE	P17
700	11.8	0.12	0.015	7.16	2755.83	0.05	0.537	7.20	3.68	6.32	0.38	0.581	4.07	3.47	0.23	0.69	3.97	202.35	2669.73	2665.93	3.8		CS	P17	
																								↓	
																				2662.60	2660.60	2	0.9	CE	PA
800	10.7	0.11	0.015	7.46	3752.26	0.05	0.503	7.35	3.74	6.64	0.40	0.561	4.49	3.39	0.29	0.79	3.88	210.32	2662.60	2659.70	2.9		CS	PA	
																								↓	
																				2656.86	2654.86	2	0.9	CE	P18
800	7.3	0.07	0.015	6.16	3098.21	0.06	0.617	6.49	3.33	7.04	0.49	0.632	5.06	3.68	0.33	0.77	3.14	143.39	2656.86	2653.96	2.9		CS	P18	
																								↓	
																				2652.87	2650.87	2	0	CE	P19
800	6.9	0.07	0.015	5.97	3000.82	0.07	0.653	6.40	3.30	7.18	0.52	0.657	5.26	3.78	0.35	0.76	3.01	134.52	2652.87	2650.87	2		CS	P19	
																								↓	
																				2651.82	2649.82	2	2.5	CE	P20
																				2651.82	2647.32	4.5		CS	P20

																			2686.96	2684.76	2.2		CS	P10
250	3.8	0.04	0.015	2.04	100.15	0.06	0.628	2.16	1.11	3.96	0.16	0.638	1.60	3.70	0.03	0.24	1.86	23.15	2684.19	2681.69	2.5	0	CE	P21
																			2684.19	2681.69	2.5		CS	P21
400	1.6	0.02	0.015	1.81	227.37	0.04	0.449	1.73	0.87	4.53	0.18	0.522	2.09	3.23	0.07	0.40	1.35	15.57	2683.05	2680.80	2.25	0	CE	P22
																			2683.05	2680.80	2.25		CS	P22
400	2.6	0.03	0.015	2.30	289.18	0.06	0.592	2.39	1.23	4.93	0.24	0.619	2.48	3.62	0.08	0.39	1.66	25.18	2680.80	2678.55	2.25	0	CE	P23
																			2680.80	2678.55	2.25		CS	P23
400	4.7	0.05	0.015	3.10	389.91	0.07	0.650	3.32	1.71	5.08	0.26	0.657	2.63	3.78	0.09	0.38	2.21	45.78	2676.30	2673.90	2.4	0	CE	P24
																			2676.30	2673.90	2.4		CS	P24
400	9.1	0.09	0.015	4.34	545.39	0.05	0.492	4.25	2.16	4.67	0.20	0.555	2.22	3.36	0.07	0.40	3.20	89.57	2671.88	2668.28	3.60	0.8	CE	P16
																			2671.88	2667.48	4.4		CS	P16
300	2.3	0.02	0.015	1.82	128.41	0.08	0.787	2.05	1.08	4.67	0.24	0.741	2.22	4.15	0.06	0.26	1.41	17.27	2664.60	2662.45	2.15		CS	P25
																			2662.34	2660.14	2.2	0	CE	P26
																			2662.34	2660.14	2.2		CS	P26
400	3.0	0.03	0.015	2.50	314.63	0.04	0.431	2.37	1.19	4.50	0.17	0.516	2.06	3.21	0.07	0.40	1.87	29.81	2661.69	2659.49	2.2	0	CE	P27
																			2661.69	2659.49	2.2		CS	P27
400	2.5	0.03	0.015	2.28	286.33	0.07	0.701	2.50	1.29	5.20	0.28	0.689	2.76	3.92	0.09	0.37	1.60	24.69	2660.26	2658.06	2.2	0	CE	P28
																			2660.26	2658.06	2.2		CS	P28
500	3.0	0.03	0.015	2.87	563.62	0.06	0.597	2.99	1.53	5.51	0.30	0.619	3.10	3.62	0.13	0.49	1.86	36.37	2658.87	2656.67	2.2	0	CE	P29
																			2658.87	2656.67	2.2		CS	P29
500	3.0	0.03	0.015	2.90	569.72	0.06	0.615	3.05	1.57	5.57	0.31	0.632	3.16	3.68	0.13	0.48	1.87	37.17	2656.86	2654.86	2	0.9	CE	P18
																			2656.86	2653.96	2.9		CS	P18
250	4.5	0.05	0.015	2.24	109.87	0.02	0.175	1.75	0.82	2.78	0.04	0.316	0.79	2.39	0.01	0.23	2.34	27.86	2669.86	2667.56	2.3		CS	P66
																			2665.65	2663.45	2.2	0	CE	P67
																			2665.65	2663.45	2.2		CS	P67
300	1.2	0.01	0.015	1.32	93.48	0.06	0.592	1.37	0.70	4.27	0.18	0.619	1.86	3.62	0.05	0.29	1.10	9.15	2664.90	2662.70	2.2	0	CE	P68
																			2664.90	2662.70	2.2		CS	P68
250	4.2	0.04	0.015	2.16	105.90	0.08	0.785	2.43	1.28	4.26	0.20	0.741	1.85	4.15	0.04	0.22	1.84	25.89	2662.95	2660.25	2.7	0	CE	P69
																			2662.95	2660.25	2.7		CS	P69
250	6.1	0.06	0.015	2.59	127.01	0.08	0.765	2.90	1.52	4.23	0.19	0.728	1.82	4.09	0.04	0.22	2.23	37.23	2658.87	2656.67	2.2	2.3	CE	P29
																			2658.87	2654.37	4.5		CS	P29

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la primera descarga. Elaborada por: Autores.

																			2689.70	2686.70	3		CS	P46
250	5.4	0.05	0.015	2.44	119.98	0.05	0.497	2.40	1.22	3.69	0.12	0.555	1.39	3.36	0.03	0.25	2.28	33.23	2686.14	2682.64	3.5	0	CE	P47
																			2686.14	2682.64	3.5		CS	P47
250	6.7	0.07	0.015	2.72	133.62	0.05	0.488	2.66	1.35	3.67	0.12	0.549	1.37	3.34	0.03	0.25	2.55	41.22	2683.30	2680.50	2.8	0	CE	P35
																			2683.30	2680.50	2.8			P35

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la segunda descarga. Elaborada por: Autores.

Hoja de Cálculo para Alcantarillado Pluvial (Tercera Descarga)

Tramo	Pozo N°	L (m)	Áreas impermeables			Áreas permeables			ÁREAS PARCIALES (A*C)	ÁREAS TOTALES (A*C)	Tiempo de flujo (L/V)	Tiempo de Concent (min)	Intensidad (mm/H)	Caudal pluvial (lt/s)	Caudal colindante (lt/s)	Caudal de diseño (lt/s)
			Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C	Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C								
	P38															
1	↓ P40	41.1	0.04	0.04	0.04	0.11	0.11	0.06	0.09	0.09	0.28	0.28	87.52	22.32		22.32
	P40															
2	↓ P41	46.02	0.06	0.11	0.05	0.34	0.45	0.17	0.22	0.31	0.26	0.54	87.52	53.24		75.56
	P41															
	P41															
Descarga 3				0.11			0.45									

TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRÁULICOS														COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Y crítico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	Tensión tractiva	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)					
250	5.4	0.05	0.015	2.44	119.78	0.02	0.186	1.94	0.91	2.82	0.05	0.325	0.81	2.43	0.01	0.23	2.55	33.12	2667.57	2664.82	2.75		CS	P38	
																				2665.00	2662.60	2.4	0	CE	P40
																				2665.00	2662.60	2.4		CS	P40
250	3.6	0.04	0.015	1.99	97.88	0.08	0.772	2.24	1.17	4.25	0.19	0.735	1.84	4.12	0.04	0.22	1.71	22.12	2662.44	2660.94	1.5	3	CE	P41	
																				2662.44	2660.94	1.5			P41
																				2662.44	2657.94	4.5			P41

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la tercera descarga. Elaborada por: Autores.

Hoja de Cálculo para Alcantarillado Pluvial (Cuarta Descarga)

Tramo	Pozo N°	L (m)	Áreas impermeables			Áreas permeables			ÁREAS PARCIALES (A*C)	ÁREAS TOTALES (A*C)	Tiempo de flujo (L/V)	Tiempo de Concent (min)	Intensidad (mm/H)	Caudal pluvial (lt/s)	Caudal colindante (lt/s)	Caudal de diseño (lt/s)
			Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C	Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C								
	P36															
1	↓ P42	27.79	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.14	0.14	87.52	3.39		3.39
	P42															
2	↓ P43	31.49	0.01	0.03	0.01	0.27	0.27	0.14	0.15	0.16	0.11	0.25	87.52	36.01		39.40
	P43															
3	↓ P44	31.32	0.02	0.05	0.02	0.14	0.42	0.07	0.09	0.25	0.13	0.38	87.52	21.67		61.07
	P44															
4	↓ P45	31.73	0.03	0.08	0.02	0.31	0.73	0.15	0.18	0.43	0.28	0.66	87.52	43.31		104.38
	P45															
Descarga 4				0.08			0.73									

TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRAÚLICOS														COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Y critico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	Tensión tractiva	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)					
250	9.9	0.10	0.015	3.31	162.42	0.00	0.021	1.27	0.97	1.56	0.01	0.099	0.25	1.28	0.00	0.15	3.12	60.89	2680.95	2677.85	3.1		CS	P36	
																				2678.69	2675.09	3.6	0.9	CE	P42
																				2678.69	2674.19	4.5		CS	P42
250	19.9	0.20	0.015	4.68	229.79	0.02	0.171	3.64	1.71	2.78	0.04	0.316	0.79	2.39	0.01	0.23	4.86	121.89							
																				2671.53	2667.93	3.6	0.9	CE	P43
																				2671.53	2667.03	4.5		CS	P43
250	15.0	0.15	0.015	4.07	199.86	0.03	0.306	3.61	1.73	3.22	0.08	0.424	1.06	2.84	0.02	0.25	4.07	92.20							
																				2665.12	2662.32	2.8	0	CE	P44
																				2665.12	2662.32	2.8		CS	P44
300	1.7	0.02	0.015	1.53	107.80	0.10	0.968	1.72	0.98	5.07	0.29	0.875	2.63	4.84	0.07	0.20	0.96	12.17							
																				2665.10	2661.80	3.3	1.2	CE	P45
																				2665.10	2660.60	4.5			P45

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la cuarta descarga. Elaborada por: Autores.

TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRÁULICOS														COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Ycritico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	Tensión tractiva	COTA TERRENO (ms nm)	COTA PROYECTO (ms nm)					
																				2702.85	2700.60	2.25		CS	P2
250	7.3	0.07	0.015	2.84	139.20	0.02	0.233	2.38	1.12	3.01	0.06	0.369	0.92	2.61	0.02	0.24	2.91	44.73	2698.36	2696.01	2.35	0	CE	P48	
																				2698.36	2696.01	2.35		CS	P48
300	6.9	0.07	0.015	3.12	220.63	0.05	0.519	3.10	1.58	4.09	0.16	0.568	1.70	3.41	0.04	0.30	2.65	50.99	2695.25	2691.65	3.6	0.9	CE	P49	
																				2695.25	2690.75	4.5		CS	P49
250	6.6	0.07	0.015	2.69	132.20	0.01	0.105	1.78	0.90	2.43	0.03	0.241	0.60	2.05	0.01	0.21	2.75	40.34	2696.82	2693.92	2.9	0	CE	P50	
																				2696.82	2693.92	2.9			P50
250	25.4	0.25	0.015	5.29	259.54	0.04	0.441	5.03	2.53	3.58	0.11	0.522	1.31	3.23	0.03	0.25	4.98	155.48	2695.25	2690.75	4.5		CS	P49	
																				2692.14	2688.84	3.3	0.9	CE	P54
																				2692.14	2687.94	4.2		CS	P54
250	19.5	0.19	0.015	4.63	227.34	0.05	0.504	4.56	2.32	3.71	0.13	0.561	1.40	3.39	0.03	0.25	4.31	119.30	2686.34	2683.64	2.7	0.9	CE	P55	
																				2686.34	2682.74	3.6		CS	P55
250	24.6	0.25	0.015	5.21	255.58	0.04	0.448	5.0	2.51	3.58	0.11	0.522	1.31	3.23	0.03	0.25	4.93	150.77	2679.33	2677.23	2.1	0.9	CE	P56	
																				2679.33	2676.33	3		CS	P56
250	25.3	0.25	0.015	5.28	259.08	0.04	0.442	5.02	2.53	3.58	0.11	0.522	1.31	3.23	0.03	0.25	4.98	154.93	2672.84	2670.84	2	0.9	CE	P57	
																				2672.84	2669.94	2.9		CS	P57
250	2.9	0.03	0.015	1.79	88.10	0.13	1.300	3.14	1.28	4.87	0.33	0.969	2.42	5.58	0.05	0.09	1.34	17.92	2671.12	2669.62	1.5	3	CE	P58	
																				2671.12	2666.62	4.5		CS	P58

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la quinta descarga. Elaborada por: Autores.

Hoja de Cálculo para Alcantarillado Pluvial (Sexta Descarga)

Tramo	Pozo N°	L (m)	Áreas impermeables			Áreas permeables			ÁREAS PARCIALES (A*C)	ÁREAS TOTALES (A*C)	Tiempo de flujo (L/V)	Tiempo de Concent (min)	Intensidad (mm/H)	Caudal pluvial (lt/s)	Caudal colindante (lt/s)	Caudal de diseño (lt/s)
			Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C	Parcial (Ha)	Acumulada (Ha)	A*C								
	P1															
1	↓	29.87	0.03	0.03	0.02	0.14	0.14	0.07	0.09	0.09	0.13	0.13	87.52	22.70		22.70
	P51															
	P51															
2	↓	99.58	0.10	0.12	0.08	0.40	0.54	0.20	0.28	0.37	0.45	0.58	87.52	67.14		89.84
	P52															
	P52															
3	↓	11.95	0.03	0.15	0.02	0.40	0.94	0.20	0.22	0.59	0.08	0.66	87.52	54.53		144.37
	P53															
	P53															
Descarga 6				0.15			0.94									

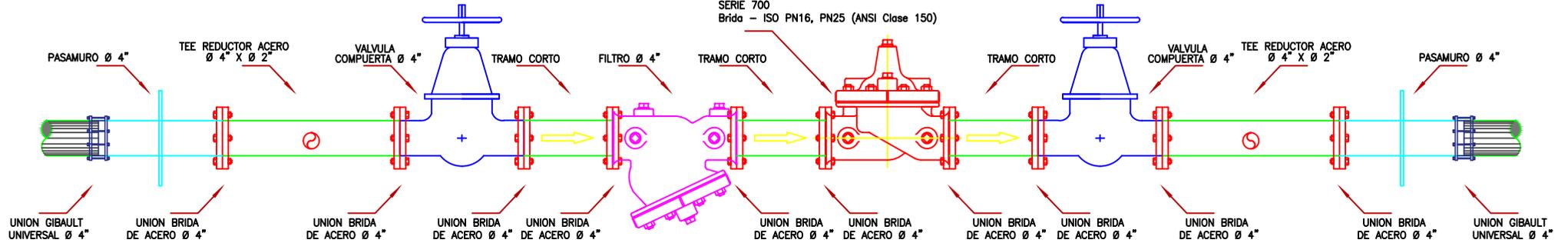
TUBERIA				TUBERIA LLENA		DATOS HIDRAÚLICOS														COTAS		Hpozo min (m)	Salto (m)	Cota entrada /salida	Pozo N°
D (mm)	I (%)	S (mm/mm)	n (Manning)	V (m/s)	Q (lt/s)	Qs/Q (10%)	Qd/Q	Vdiseño (m/s)	Vmin (m/s)	Vc (m/s)	Calado (m)	Y/D	Y critico (m)	φ (rad)	A (m2)	T (m)	Froude	Tensión tractiva	COTA TERRENO (msnm)	COTA PROYECTO (msnm)					
																				2704.35	2701.35	3		CS	P1
250	14.0	0.14	0.015	3.93	193.03	0.01	0.118	2.71	1.34	2.49	0.03	0.253	0.63	2.11	0.01	0.22	4.08	86.01	2700.16	2697.16	3	0	CE	P51	
																				2700.16	2697.16	3		CS	P51
250	12.2	0.12	0.015	3.67	179.95	0.05	0.499	3.60	1.83	3.69	0.12	0.555	1.39	3.36	0.03	0.25	3.43	74.75	2688.02	2685.02	3	0	CE	P52	
																				2688.02	2685.02	3		CS	P52
300	2.6	0.03	0.015	1.92	136.07	0.11	1.061	2.19	1.28	5.34	0.32	0.969	2.91	5.58	0.07	0.10	0.85	19.39	2686.91	2684.71	2.2	2.3	CE	P53	
																				2686.91	2682.41	4.5			P53

Nota. La hoja de cálculo representa el diseño de los tramos de la tubería y los pozos que existen hacia la sexta descarga. Elaborada por: Autores.

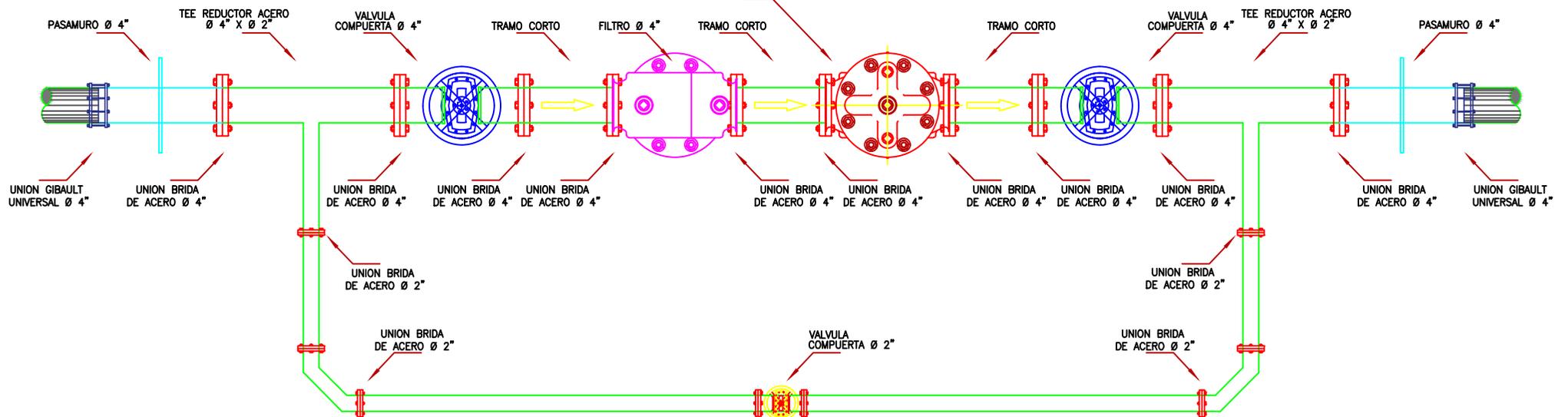
ANEXO 5

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN Ø 4"
RANGO - (15 A 230 PSI)
SERIE 700
Brida - ISO PN16, PN25 (ANSI Clase 150)

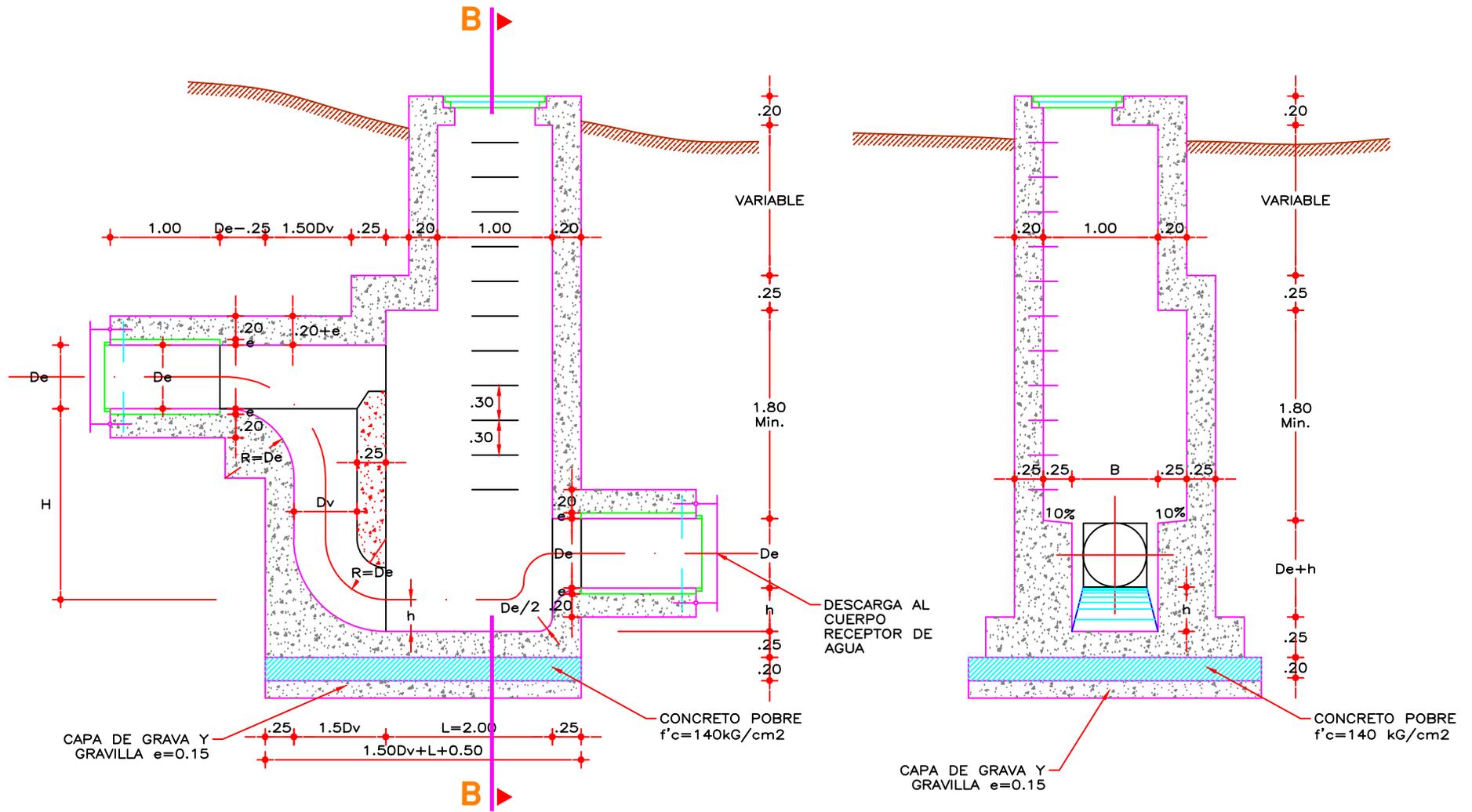


VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN Ø 4"
RANGO - (15 A 230 PSI)
SERIE 700
Brida - ISO PN16, PN25 (ANSI Clase 150)



DISIPADOR DE ENERGÍA PARA DESCARGAS PLUVIALES

POZO DE CAIDA TIPO II



SECCION A — A

ESCALA _____ SIN ESC.

SECCION B — B

ESCALA _____ SIN ESC.

ANEXO 7

ANEXO 7.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA AGUA POTABLE

DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE

DEFINICIÓN.-

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc y cualquier vegetación en: las áreas de construcción de áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce, limpieza y desbosque.

ESPECIFICACIONES.-

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza, deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios donde señale el ingeniero Fiscalizador o los planos. El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante, y deberá ser estibado en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el Constructor sin previo consentimiento de aquel.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias. Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del Constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

FORMA DE PAGO.-

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales; se considera toda el área ejecutada, que señalada consta en los planos o dispuesta por el fiscalizador.

El desbosque se medirá en metros cúbicos con aproximación a dos decimales, y abarcará todo el trabajo ejecutado para la tumba de los árboles y el desenraizamiento.

El corte y retiro manual de raíces de árboles, de las zanjas excavadas, se pagará por unidad de raíz.

El desalojo de los materiales producto de las tareas descritas, se considera incluido dentro del costo del rubro.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

Desbroce y Limpieza m²

REPLANTEO Y NIVELACIÓN

DEFINICIÓN.-

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

ESPECIFICACIONES.-

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador. La Empresa dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

FORMA DE PAGO.-

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

Replanteo y Nivelación m

ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

DEFINICIÓN.-

ROTURAS - DEFINICIÓN

Se entenderá por rotura de elementos a la operación de romper y remover los mismos en los lugares donde hubiere necesidad de ello previamente a la excavación de zanjas para la instalación de tuberías de agua y alcantarillado.

REPOSICIONES - DEFINICIÓN

Se entenderá por reposición, la operación de construir el elemento que hubiere sido removida en la apertura de las zanjas. Este elemento reconstruido deberá ser de materiales de características similares a las originales.

REEMPEDRADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o piedra partida que constituye el material existente del desempedrado, colocados sobre una subrasante adecuadamente terminada, y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL)

Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía que se encuentre ya preparada, con una capa de cantos rodados o piedra partida, colocados sobre una subrasante

adecuadamente terminada, y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

READOQUINADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Se entenderá por readoquinado la operación de reposición con el material retirado y que fue adecuadamente almacenado bajo responsabilidad del Contratista.

ADOQUINADO (300 kg/cm²)

Se entenderá por adoquinado la provisión y la operación de construir la capa de rodadura, con la utilización de una capa de arena fina y la colocación de los adoquines sobre ella, empleando arena adecuada y adoquines nuevos, materiales que cumplirán las especificaciones correspondientes previamente determinadas.

SUB-BASE

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de material de sub-base de la Clase indicada en los planos, compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, que deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816 de las "Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP-001 F-2000". La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos, o determinadas por el Fiscalizador.

BASE GRANULAR

Este trabajo consistirá en la construcción de la capa de material de base granular de la clase indicada en los planos, compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración, que deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 814 de las "Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP-001 F-2000". La capa de base granular se colocará sobre la sub-base previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos, o determinadas por el Fiscalizador.

RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA

Este trabajo consiste en romper la carpeta existente, luego mediante el paso del tractor sobre dicho material, reducir su granulometría a una similar al de la Sub-base clase II

ESPECIFICACIONES.-

Cuando el material resultante de la rotura pueda ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de las mismas, deberá ser dispuesto de forma tal que no interfiera con la prosecución de los trabajos de construcción; en caso contrario deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio que señalen el proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizador.

Los trabajos de reposición de pavimentos asfálticos de las clases que se determinen, estarán de acuerdo a las características de los asfaltos removidos en las vías para la apertura de las zanjas necesarias para la instalación de tuberías o estructuras necesarias inherentes a estas obras, y se sujetarán a las especificaciones generales para construcción de caminos y puentes vigentes del Ministerio de Obras Públicas. MOP-001-F 2000.

REEMPEDRADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Este trabajo también incluirá la colocación de una capa de asiento de arena y el emporado posterior y la utilización de la piedra obtenida del desempedrado, para reconformar posteriormente en el mismo lugar el empedrado.

El reempedrado se lo realizará con cantos rodados o piedra fracturada. Las piedras deberán tener de 15 a 20 cm de diámetro para las maestras y de 10 a 15 cm para el resto de la calzada, las mismas que serán duras, limpias y no presentarán fisuras.

Una vez asentadas las piedras y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 m que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie empedrada será de 3 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán removidas y corregidas, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendiente y ancho determinados, se humedecerá y compactará con pisón manual.

Luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el empedrado. Sobre esta capa se asentarán a mano las piedras maestras, que serán las más grandes, para continuar en base a ellos, la colocación del resto del empedrado. Las hileras de maestras se ubicarán en el centro y a los costados del empedrado. La penetración y fijado se conseguirá mediante un pisón de madera.

Los espacios entre las piedras deberán ser rellenados con arena gruesa o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL)

Este trabajo incluirá la provisión y colocación de: una capa de arena que servirá de cama a la piedra que se acomodará como capa de rodadura y, el emporado posterior; todo lo cual forma el empedrado.

El empedrado se lo realizará con cantos rodados o piedra fracturada. Las piedras deberán tener de 15 a 20 cm. de tamaño para las maestras y, de 10 a 15 cm. para el resto de la calzada, las mismas que serán duras, limpias, y no presentarán fisuras.

Una vez asentadas las piedras y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 m que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie empedrada será de 3 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán removidas y corregidas, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el empedrado, sobre esta capa se asentarán a mano las piedras maestras que serán las más grandes, para continuar en base a ellas, la colocación del resto del empedrado. Las hileras de maestras se ubicarán en el centro y a los costados del empedrado. La penetración y fijado se conseguirá mediante un pisón de madera.

Los espacios entre las piedras deberán ser rellenados con arena gruesa o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y riego de agua.

Las cantidades a pagarse por las superficies empedradas serán los metros cuadrados (m²) debidamente ejecutados y aceptados por la fiscalización, incluidos los materiales utilizados para el asiento y el emporado.

No se medirán para el pago las áreas ocupadas por cajas de revisión, sumideros, pozos, rejillas u otros elementos que se hallen en la calzada.

READOQUINADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Los adoquines de hormigón nuevos que se utilicen deberán ser construidos en prensas mecánicas en forma de prismas de caras regulares y uniformes, las dimensiones y forma de los mismos se indicarán en los planos o lo que indique el fiscalizador.

Ensayos y tolerancias. - En caso de deterioro o pérdida atribuibles al contratista, este deberá suministrar al fiscalizador, por lo menos 30 días antes de su utilización, muestras representativas de los adoquines a fin de realizar las pruebas de calidad. Los valores de resistencia a la compresión a los 28 días serán de 300 kg/cm².

Para el readoquinado se preparará la base de material granular, y una vez asentados los adoquines y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 metros que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie adoquinada será de 1 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán corregidas levantando el adoquín en la sección con defectos, nivelando la capa de asiento o cambiando de adoquines, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

Procedimiento de trabajo readoquinado.- La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, se humedecerá y compactará con pisón manual.

Luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm. de espesor en toda la superficie que recibirá el adoquín. Sobre esta capa se asentarán los bloques maestros para continuar en base a ellos, la colocación del resto de adoquines nivelados y alineados utilizando pialas guías en sentido transversal y longitudinal. La penetración y fijado preliminar del adoquín se conseguirá mediante un pisón de madera. Los remates deberán ser ocupados por fracciones cortadas de adoquines o por hormigón.

Los adoquines deberán quedar separados por espacios máximos de 5 mm. los cuales deberán ser rellenados con arena fina o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

ADOQUINADO (300 kg/cm²)

Los adoquines deberán ser nuevos, construidos en prensas mecánicas en forma de prismas de caras regulares y uniformes, las dimensiones y forma de los mismos serán los determinados en los planos o los que indique el fiscalizador.

Los adoquines deberán cumplir las siguientes normas:

INEN 1483 Terminología y clasificación

INEN 1484 Muestreo

INEN 1485 Determinación de la resistencia a la compresión

- INEN 1486 Dimensiones, área total y área de la superficie de desgaste.
INEN 1487 Determinación de la porción soluble en ácido del árido fino.
INEN 1488 Adoquines. Requisitos

El contratista deberá suministrar al fiscalizador, antes de su utilización, muestras representativas de los adoquines a fin de realizar las pruebas de calidad. Los valores de resistencia a la compresión a los 28 días serán de 300 kg/cm².

Para el adoquinado, la subbase de material granular deberá estar debidamente preparada; una vez asentados los adoquines y rellenas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El Fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación, y con una regla de 3 metros que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles de los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie adoquinada será de 1 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán corregidas levantando el adoquín en la sección con defectos, nivelando la capa de asiento o cambiando de adoquines, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

Procedimiento de trabajo del adoquinado. - Sobre la superficie de apoyo que deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el adoquín. Sobre esta capa se asentarán los bloques maestros para continuar en base a ellos, la colocación del resto de adoquines nivelados y alineados utilizando piolas guías en sentido transversal y longitudinal. La penetración y fijado preliminar del adoquín se conseguirá mediante un pisón de madera. Los remates deberán ser ocupados por fracciones cortadas de adoquines o por hormigón.

Los adoquines deberán quedar separados por espacios máximos de 5 mm los cuales deberán ser rellenos con arena fina o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

SUB-BASE

Los materiales, el equipo, los ensayos y tolerancias; los procedimientos de trabajo (preparación de subrasante, selección y mezclado, tendido, conformación y compactación) se sujetarán a la sección 403 SUB-BASE de las Especificaciones Generales para construcción de caminos y puentes MOP - 001 F-2000.

La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y; aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Las cantidades determinadas se pagarán a los precios establecidos en el contrato. Este pago constituirá la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos.

En ningún caso, el espesor de la capa de subbase que se coloque para la reconstrucción del pavimento cualquiera que este fuere, si no estuviere determinado en los documentos del contrato, no será menor de 25 cms;

BASE GRANULAR

Los materiales, el equipo, los ensayos y tolerancias; los procedimientos de trabajo (preparación, selección y mezclado, tendido, conformación y compactación) se sujetarán a la

sección 404 BASES, de las Especificaciones Generales para construcción de caminos y puentes MOP - 001 F-2000.

La cantidad a pagarse por la construcción de la Base de Agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y colocados en la obra, aceptados por el Fiscalizador y medidos en sitio después de la compactación.

Las cantidades determinadas se pagarán a los precios establecidos en el contrato. Este pago constituirá la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo la mano de obra, equipo herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos.

En ningún caso, el espesor de la capa de base que se coloque para la reconstrucción del pavimento asfáltico, si no estuviere determinado en los documentos del contrato, no será menor de 15 cms;

FORMA DE PAGO. -

La rotura de cualquier elemento indicado en los conceptos de trabajo será medida en metros cuadrados (m2) con aproximación de dos decimales.

La reposición de igual manera se medirá en metros cuadrados con dos decimales de aproximación.

CONCEPTOS DE TRABAJO. -

ADOQUINADO (SIN SUMINISTRO DE ADOQUIN) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO	m2
CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE (EQUIPO PESADO)	m2
BASE CLASE 3	m3
SUB-BASE CLASE 3	m3
DESADOQUINADO	m2
READOQUINADO ADOQUIN PIEDRA (MAT. EXISTENTE)	m2
DESEMPEDRADO	m2
REEMPEDRADO (MAT. EXISTENTE)	m2
ROTURA BORDILLOS	m3
ROTURA PAVIMENTO 1"-2"	m2
ROTURA PAVIMENTO 3"-4"	m2
ROTURA PAVIMENTO 4"-6"	m2

EXCAVACIONES

DEFINICIÓN.-

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar las tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

ESPECIFICACIONES.-

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados: con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m., la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.20 m más el diámetro exterior del tubo.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta de Constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno de la misma, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, y a costo del contratista.

Cuando los bordes superiores de excavación de las zanjas estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

Excavación a mano.

Se entenderá por excavación a mano, aquella que se realice sin la participación de equipos mecanizados ni maquinarias pesadas, en materiales que pueden ser removidos mediante la participación de mano de obra y herramienta menor.

EXCAVACIÓN A MÁQUINA.

Es la excavación que se realiza mediante el empleo de equipos mecanizados, y maquinaria pesada.

EXCAVACIÓN EN TIERRA

Se entenderá por excavación en tierra la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

EXCAVACIÓN EN MATERIAL ALTAMENTE CONSOLIDADO

Se entenderá por excavación en material altamente consolidado, el trabajo de remover y desalojar de la zanja y/o túnel, aquellos materiales granulares o finos, que han sufrido un proceso de endurecimiento extremo como consecuencia de la presencia de material cementante u otro proceso geológico natural (flujos y oleadas piroclásticas, clastolavas, lahares consolidados) y que requieren métodos alternos para su remoción.

FORMA DE PAGO.-

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, más no calculado por la altura total excavada

Se tomarán en cuenta las sobreexcavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3
EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA)	m3
EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=4.00-6.00m (EN TIERRA)	m3

RELLENOS

DEFINICIÓN.-

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

ESPECIFICACIONES.-

RELLENO

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga

derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

En el relleno se utilizará preferentemente el material producto de la propia excavación, solamente cuando éste no sea apropiado, o lo dispongan los planos, el fiscalizador autorizará el empleo de material de préstamo para la ejecución del relleno.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Los tubos o estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse simultáneamente los dos costados, cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería o cualquier otra estructura, hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Cuando se utilice tablaestacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja, se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción del tablaestacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa el tablaestacado sea rellenado completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en las calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

COMPACTACIÓN

El grado de compactación que se debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; en las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere el 95 % del ASSHTO-T180; en calles de poca importancia o de tráfico menor y, en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población se requerirá el 90 % de compactación del ASSHTO-T180.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

MATERIAL PARA RELLENO: EXCAVADO, DE PRÉSTAMO, TERRO-CEMENTO

En ningún caso el material para relleno, producto de la excavación o de préstamo, deberá tener un peso específico en seco menor a 1.600 kg/m³; el material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual a 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas con mezcla de tierra y cemento (terrocemento), las proporciones y especificaciones de la mezcla estarán determinadas en los planos o señaladas por el fiscalizador, la tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

FORMA DE PAGO.-

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobreexcavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

RELLENO COMPACTADO DE CAL Y ARENA	m ³
RELLENO COMPACTADO CAMARA DE ARENA	m ³
RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m ³

SUMINISTRO E INST. TUBERIA Y ACC. DE PVC

DEFINICIÓN. -

Se entenderá por suministro e instalación de tuberías y accesorios de polivinilcloruro (PVC) para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las tuberías y accesorios que se requieran en la construcción de sistemas de Agua Potable.

ESPECIFICACIONES.-

El suministro e instalación de tuberías y accesorios de PVC comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de la tubería y accesorios hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería y accesorios a la zanja, los acoples respectivos y la prueba de las tuberías y accesorios ya instalados para su aceptación por parte de la Fiscalización.

SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías de PVC para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla 1 de la Norma INEN 1373.

Los coeficientes de reducción de la presión nominal en función de la temperatura del agua, entre el diámetro exterior medio y el diámetro nominal debe ser positiva de acuerdo a la Norma INEN 1370 y debe cumplir con lo especificado en la Tabla 3 de la Norma INEN 1373. La tolerancia entre el espesor de pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva y su forma de cálculo debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1370.

La longitud mínima de acoplamiento para tubos con terminal que debe utilizarse para unión con aro de sellado elástico debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1331.

Las dimensiones de la campana para unión con cementos solventes deben estar de acuerdo con la Norma INEN 1330.

En general las tuberías y accesorios de PVC para presión deberán cumplir con lo especificado en la Norma INEN 1373.

Las tuberías y accesorios de PVC fabricados para unión roscada cumplirán con lo especificado en la Norma ASTM 1785-89.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

A.- GENERALES

El Constructor proporcionará las tuberías y accesorios de las clases que sean necesarias y que señale el proyecto, incluyendo las uniones que se requieran para su instalación.

El ingeniero Fiscalizador de la obra, previa, la instalación deberá inspeccionar las tuberías, uniones y accesorios para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería y los accesorios no sufran daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento. Para manejar la tubería y los accesorios en la carga y en la colocación en la zanja debe emplear equipos y herramientas adecuados que no dañen la tubería ni la golpeen, ni la dejen caer.

Cuando no sea posible que la tubería y los accesorios no sean colocados, al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalados directamente, deberá almacenarse en los sitios que autorice el ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes, mediante tablas de 19 a 25 mm. de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

Previamente a la instalación de la tubería y los accesorios deberán estar limpios de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos de los tubos que se insertarán en las uniones correspondientes.

No se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente. Dichos accesorios, válvulas y piezas especiales se instalarán de acuerdo con lo señalado en esta especificación. En la colocación preparatoria para la unión de tuberías y accesorios se observarán las normas siguientes:

1. Una vez bajadas a las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del proyecto, procediéndose a continuación a instalar las uniones correspondientes.
2. Se tenderá la tubería y accesorios de manera que se apoyen en toda su longitud en el fondo de la excavación previamente preparada de acuerdo con lo señalado en la especificación de excavación de zanjas, o sobre el replantillo construido en los términos de las especificaciones pertinentes.
3. Los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole utilizados para mover las tuberías y accesorios, deberán estar recubiertos de caucho, yute o lona, a fin de evitar daños en la superficie de las tuberías.
4. La tubería deberá ser manejada de tal manera que no se vea sometida a esfuerzos de flexión.
5. Al proceder a la instalación de las tuberías y accesorios se deberá tener especial cuidado de que no se penetre en su interior agua, o cualquier otra sustancia que las ensucie en partes interiores de los tubos y uniones.
6. El ingeniero Fiscalizador de la obra comprobará por cualquier método eficiente que tanto en la planta como en perfil la tubería y los accesorios queden instalados con el alineamiento señalado en el proyecto.
7. Cuando se presente interrupciones en el trabajo, o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías y accesorios cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

Una vez terminada la unión de la tubería y los accesorios, y previamente a su prueba por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado de tierra en la zona central de cada tubo, dejándose al descubierto las uniones y accesorios para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba. Estos rellenos deberán hacerse de acuerdo con lo estipulado en la especificación respectiva.

B.- ESPECÍFICAS

Dada la poca resistencia relativa de la tubería y sus accesorios contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, formada preferentemente de tablas separadas 2 metros como máximo entre sí. La altura de las pilas no deberá exceder de 1.50 metros.

Debe almacenarse la tubería y los accesorios de plástico en los sitios que autorice el ingeniero Fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegidos de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico. En caso de almacenaje de tubos de distinto diámetro se ubicará en la parte superior.

En virtud de que los anillos de hule, utilizados en la unión elastomérica, son degradados por el sol y deformados por el calor excesivo, deben almacenarse en lugar fresco y cerrado y evitar que hagan contacto con grasas minerales. Deben ser entregados en cajas o en bolsas, nunca en atados; además para su fácil identificación deben marcarse de acuerdo con el uso al que se destinen y según la medida nominal. Algunos fabricantes de tubos y conexiones entregan los anillos ya colocados en la campana de estos

El ancho del fondo de la zanja será suficiente para permitir el debido acondicionamiento de la rasante y el manipuleo y colocación de los tubos. Este ancho no deberá exceder los límites máximos y mínimos dados por la siguiente tabla.

Diámetro Nominal (mm)	Ancho Mínimo (m)	Ancho Máximo (m)
63-110	0.50	0.70
160-200	0.60	0.80
225-315	0.70	0.90
355-400	0.80	1.10

El fondo de la zanja quedará libre de cuerpos duros y aglomerados gruesos. Los tubos no deberán apoyarse directamente sobre el fondo obtenido de la excavación, sino que lo harán sobre un lecho de tierra cribada, arena de río u otro material granular semejante. Esta plantilla debe tener un espesor mínimo de 10 cm en el eje vertical del tubo. El arco de apoyo del tubo en este lecho será mínimo de 60cm.

Si el terreno fuere rocoso, el espesor del lecho será mínimo de 15 cm.

Cuando el terreno sea poco consistente, deleznable o con lodos el lecho deberá tener un espesor mínimo de 25cm y estará compuesto por 2 capas, siendo la más baja de material tipo grava y la superior, de espesor mínimo 10cm, de material granular fino.

La tubería y los accesorios deben protegerse contra esfuerzo de cizallamiento o movimientos producidos por el paso de vehículos en vías transitadas tales como cruces de calles y carreteras. En estos sitios se recomienda una altura mínima de relleno sobre la corona del tubo de 0.80m. Para casos en los que no se pueda dar esta profundidad mínima se recomienda encamisar la tubería de PVC con un tubo de acero.

El diámetro del orificio que se haga en un muro para el paso de un tubo, debe ser por lo menos un centímetro mayor que el diámetro exterior del tubo.

Se debe tomar en cuenta que el PVC y el hormigón no forman unión, por esta razón, estos pasos deben sellarse en forma especial con material elástico que absorba deformaciones tipo mastique.

Se permitirán ligeros cambios de dirección para obtener curvas de amplio radio. El curvado debe hacerse en la parte lisa de los tubos, las uniones no permiten cambios de dirección.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, a fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

UNIONES ELASTOMÉRICAS:

El acoplamiento espiga-campana con anillo de hule, o simplemente unión elastomérica se ha diseñado para que soporte la misma presión interna que los tubos, sirviendo también como cámara de dilatación. La eficiencia del sellado del anillo de hule aumenta con la presión hidráulica interna. Deberá seguir la Norma INEN 1331.

Para realizar el empate correcto entre tubos debe seguirse el siguiente procedimiento:

1. Con un trapo limpio se elimina la tierra del interior y exterior de los extremos de las piezas por unir. Se introduce la espiga en la campana, sin anillo, se comprueba que ésta entre y salga sin ningún esfuerzo.
2. Se separan las dos piezas y se coloca el anillo en la ranura de la campana, cuidando que su posición sea la correcta, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de la tubería.
3. Se aplica el lubricante en la espiga, desde el chaflán hasta la marca tope como máximo.
4. Se colocan las piezas por acoplar en línea horizontal y se empuja la espiga dentro de la campana en un movimiento rápido, hasta antes de la marca tope, la cual debe quedar visible. Esto garantiza el espacio necesario para absorber la dilatación térmica.
5. Cualquier resistencia que se oponga al paso del tubo dentro de la campana indicará que el anillo está mal colocado, o mordido; por lo tanto, se debe desmontar la unión y colocar el anillo en forma correcta. Una forma sencilla de comprobar que el anillo está colocado adecuadamente, es que una vez metida la espiga en la campana, se gire la espiga en ambos sentidos; esto debe lograrse con cierta facilidad; si no es así, el anillo está mordido.
6. Por comodidad en la instalación se recomienda colocar la espiga en la campana, si se hace en sentido contrario no perjudica en nada el funcionamiento de la tubería.

En caso de unirse tubería con accesorios acoplados la unión elastomérica el proceso es el mismo, pero con un incremento en el grado de dificultad debido a la serie de tuberías que lleguen al accesorio necesario.

UNIONES SOLDADAS CON SOLVENTES:

Es importante que la unión cementada (pegada) se realice, hasta donde sea posible, bajo techo y con buena ventilación. Para hacer uniones fuertes y herméticas entre tubos y conexiones de PVC, es necesario que el operario tenga habilidad y práctica. Deberá seguir la Norma INEN 1330.

Los pasos para realizar una unión cementada son los siguientes:

1. Con un trapo limpio y seco se quita la tierra y humedad del interior y del exterior del tubo o conexión a unir. Se insertan las dos partes, sin cemento, el tubo debe penetrar en el casquillo o campana, sin forzarlo, por lo menos un tercio de su profundidad.
2. Las partes que se van a unir se frotan con un trapo impregnado de limpiador, a fin de eliminar todo rastro de grasa o cualquier otra impureza. De esta operación va a depender en mucho la efectividad de la unión. Es necesario lijar las superficies a pegar.
3. El cemento se aplica con brocha en el extremo del tubo y en el interior de la conexión. La brocha debe estar siempre en buen estado, libre de residuos de cemento seco; para este fin se recomienda el uso del limpiador. Se recomienda que dos o más operarios apliquen el cemento cuando se trata de diámetros grandes.
4. Se introduce el tubo en la conexión con un movimiento firme y parejo. La marca sobre la espiga indica la distancia introducida, la cual no debe ser menor a $3/4$ de la longitud del casquillo. Esta operación debe realizarse lo más rápidamente posible, porque el cemento que se usa es de secado rápido, y una operación lenta implica una deficiente adhesión.

5. Aun cuando el tiempo que se emplea para realizar estas operaciones dependen del diámetro del tubo que se está cementando, para estas dos últimas operaciones se recomienda una duración máxima de dos minutos.

6. Una unión correctamente realizada mostrará un cordón de cemento alrededor del perímetro del borde de la unión, el cual debe limpiarse de inmediato, así como cualquier mancha de cemento que quede sobre o dentro del tubo o la conexión.

Una vez realizada la unión, se recomienda no mover las piezas cementadas durante los tiempos indicados en el siguiente cuadro, con relación a la temperatura ambiente:

Temperatura (grados centígrados)	Tiempo (minutos)
16 a 39	30
5 a 16	60
- 7 a 5	120

UNIONES ROSCADAS:

La tubería de plástico con pared de espesor suficiente puede tener uniones de rosca con acople por cada tubo, según la Norma ASTM 1785-89. Antes de confeccionar la unión, las secciones roscadas del tubo y acople deberán limpiarse con solvente a fin de eliminar toda traza de grasa y suciedad.

En vez de emplear hilo y pintura como en el caso de tubería de acero roscada, se emplea el pegante suministrado con el tubo por el fabricante. Normalmente se suministra dos clases de pegante que asegura que la unión sea hermética pero no tiene acción de soldadura y la tubería puede desenroscarse con herramientas corrientes. Hay que cerciorarse de que el acople cubra toda la sección roscada de la tubería.

En caso necesario la tubería de plástico se puede cortar con segueta o serrucho, preparando luego la rosca en la misma forma que para la tubería de hierro negro o galvanizado, con las herramientas usuales. Sin embargo, se deberá insertar en el tubo de plástico un taco de madera del mismo diámetro nominal del tubo, como precaución contra roturas o rajaduras, durante el proceso de preparación de la rosca.

UNIONES CON BRIDAS:

Para la unión de tuberías de plástico con accesorios y/o tuberías de hierro, los fabricantes proporcionan una serie de acoples que se pueden soldarse por él un extremo de la tubería de plástico y acoplarse por el otro a las tuberías y/o accesorios de hierro.

La instalación de la tubería de plástico dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo. El fondo de la zanja deberá estar completamente libre de material granular duro o piedra. Cuando el fondo de la zanja está compuesto de material conglomerado o roca, se deberá colocar previa a la instalación de la tubería una capa de arena de espesor de 10 cm en todo el ancho de la zanja.

El relleno alrededor de la tubería deberá estar completamente libre de piedras, debiéndose emplear tierra blanda o material granular fino.

C.- LIMPIEZA, DESINFECCIÓN Y PRUEBA

Limpeza: Esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase del lavado se deberán tomar en cuenta las

precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.

Prueba: Estas normas cubren la instalación de sistemas de distribución, líneas de conducción, con todos sus accesorios como: válvulas, hidrantes, bocas de incendio, y otras instalaciones. Se rellenará la zanja cuidadosamente y utilizando herramientas apropiadas, hasta que quede cubierta la mitad del tubo. Este relleno se hará en capas de 10 cm. bien apisonadas. Luego se continuará el relleno hasta una altura de 30 cm. por encima de la tubería, dejando libres las uniones y accesorios. Todos los sitios en los cuales haya un cambio brusco de dirección como son: tees, tapones, etc., deberán ser anclados en forma provisional antes de efectuar la prueba.

Los tramos a probarse serán determinados por la existencia de válvulas para cerrar los circuitos o por la facilidad de instalar tapones provisionales. Se deberá probar longitudes menores a 500 m. Se procurará llenar las tuberías a probarse en forma rápida mediante conexiones y sistemas adecuados.

Una vez lleno el circuito se cerrará todas las válvulas que estén abiertas, así como la interconexión a la fuente.

La presión correspondiente será mantenida valiéndose de la bomba de prueba por un tiempo no menor de dos horas.

Cada sector será probado a una presión igual al 150% de la máxima presión hidrostática que vaya a resistir el sector. En ningún caso la presión de prueba no deberá ser menor que la presión de trabajo especificada por los fabricantes de la tubería. La presión será tomada en el sitio más bajo del sector a probarse.

Para mantener la presión especificada durante dos horas será necesario introducir con la bomba de prueba una cantidad de agua, que corresponda a la cantidad que por concepto de fugas escapará del circuito.

La cantidad de agua que trata la norma anterior deberá ser detenidamente medida y no podrá ser mayor que la consta a continuación:

Máximos escapes permitidos en cada tramo probados a presión hidrostática

Presión de Prueba Atm. (kg/cm²). Escape en litros por cada 2.5 cm. de diámetro por 24 horas y por unión (lt)

15	0.80
12.5	0.70
10	0.60
7	0.49
3.5	0.35

Nota: Sobre la base de una presión de prueba de 10 Atm. los valores de escape permitidos que se dan en la tabla, son aproximadamente iguales a 150 lts., en 24 horas, por kilómetros de tubería, por cada 2.5 cm. de diámetro de tubos de 4 m. de longitud. Para determinar la pérdida total de una línea de tubería dada, multiplíquese el número de uniones, por el diámetro expresado en múltiplos de 2.5 cm. (1 pulgada) y luego por el valor que aparece frente a la presión de prueba correspondiente.

Cuando la cantidad de agua que haya sido necesaria inyectar en la tubería para mantener la presión de prueba constante, sea menor o igual que la permisible, calculada según la tabla, se procederá al relleno y anclaje de accesorios en forma definitiva.

Cuando la cantidad necesaria de agua para mantener la presión sea mayor que la calculada según la tabla, será necesario revisar la instalación y reparar los sitios de fuga y repetir la prueba, tantas veces cuantas sea necesario, para obtener resultados satisfactorios.

Sin embargo, para este tipo de tubería no debería existir fugas de ningún tipo y su presencia indicaría defectos en la instalación que deben ser corregidos.

Desinfección: La desinfección se hará mediante cloro, gas o soluciones de hipoclorito de calcio o sodio al 70%.

Las soluciones serán aplicadas para obtener soluciones finales de 50 p.p.m. y el tiempo mínimo de contacto será de 24 horas.

La desinfección de tuberías matrices de la red de distribución y aducciones se hará con solución que se introducirá con una concentración del 3% lo que equivale a diluir 4,25 kg. de hipoclorito de calcio al 70% en 100 litros de agua. Un litro de esta solución es capaz de desinfectar 600 litros de agua, teniendo una concentración de 50 p.p.m. Se deberá por tanto calcular el volumen de agua que contiene el tramo o circuito a probarse, para en esta forma determinar la cantidad de solución a prepararse.

Una vez aplicada la solución anteriormente indicada se comprobará en la parte más extrema al punto de aplicación de la solución, de cloro residual de 10 p.p.m. En caso de que el cloro residual sea menor que el indicado, se deberá repetir este proceso hasta obtener resultados satisfactorios.

Cuando se realicen estos procesos se deberá avisar a la población a fin de evitar que agua con alto contenido de cloro pueda ser utilizada en el consumo.

Se aislarán sectores de la red para verificar el funcionamiento de válvulas, conforme se indique en el proyecto.

FORMA DE PAGO. -

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tubería para redes de distribución y líneas de conducción de agua potable serán medidos para fines de pago en metros lineales, con aproximación de dos decimales; al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tubería colocadas de cada diámetro y tipo, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador. Los accesorios de PVC (uniones, tees, codos, cruces, tapones, reductores, etc) serán medidos para fines de pago en unidades. Al efecto se determinarán directamente en la obra el número de accesorios de los diversos diámetros según el proyecto y aprobación del Ingeniero Fiscalizador.

No se medirá para fines de pago las tuberías y accesorios que hayan sido colocados fuera de las líneas y niveles señalados por el proyecto y/o las señaladas por el ingeniero Fiscalizador de la obra, ni la reposición, colocación e instalación de tuberías y accesorios que deba hacer el Constructor por haber sido colocadas e instaladas en forma defectuosa o por no haber resistido las pruebas de presión hidrostáticas.

Los trabajos de instalación de las unidades ya sean estas mecánicas, roscadas, soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería para redes de distribución o líneas de conducción formarán parte de la instalación de ésta.

Los trabajos de acarreo, manipuleo y de más, formarán parte de la instalación de las tuberías. El Constructor suministrará todos los materiales necesarios que de acuerdo al proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra deban ser empleados para la instalación, protección anticorrosiva y catódica, de las redes de distribución y líneas de conducción.

El suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados a continuación.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 063mm (MAT/TRANS/INST)	m
TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 110mm (MAT/TRANS/INST)	m
TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 200mm (MAT/TRANS/INST)	m

SUM/INST.VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

DEFINICIÓN.-

Se entenderá por suministro e instalación de válvulas reductoras de presión el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las válvulas que se requieran. Se entenderá por válvulas reductoras de presión, al dispositivo que reduce en un punto la presión por medio de la regulación del paso del caudal. Se mantiene la presión abriéndose la válvula cuando el gasto aumenta y cerrándose cuando disminuye. Para un caudal constante la válvula queda estabilizada en una posición.

ESPECIFICACIONES.-

El suministro e instalación de válvulas reductoras de presión comprende las siguientes actividades: el suministro, el transporte de las válvulas hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuir las a lo largo de las zanjas y/o estaciones; los acoples con la tubería y/o accesorios y la prueba una vez instalada para su aceptación por parte de la Fiscalización.

SUMINISTRO DE LA VÁLVULA

Principalmente existen dos tipos de válvulas reductoras:

1. De reducción de presión proporcional.
2. De presión de salida constante (aguas abajo).

Las reductoras de presión proporcional regulan la presión aguas abajo en virtud de las variaciones de la presión aguas arriba, de acuerdo con la proporción que se haya establecido de antemano. Estas válvulas reductoras de presión proporcional no se deberán tomar en cuenta para ser instaladas en obras de abastecimiento de agua potable pues en ellas se necesita una presión constante.

Las de presión de salida constante se clasifican a su vez en: de acción directa y mandadas por piloto externo. Las primeras se suelen fabricar hasta los 200 mm porque son demasiado voluminosas. Las segundas se subclasifican en tipo pistón y con diafragma, y normalmente se fabrican hasta los 750 mm.

Los datos necesarios para seleccionar la válvula reductora adecuada son los siguientes:

Presión existente, aguas arriba de la válvula.

Presión de salida, aguas abajo de la válvula.

Diámetro de la tubería.

Material de la tubería.

Tipo de unión.

Estado del agua: limpia, con materia en suspensión, sucia con materia flotante, etc.

Agresividad del agua.

Funciones adicionales que se desee programar.

Salida en línea o a 90 grados.

Caudal máximo a régimen continuo.

Caudal máximo máximo, o en punta.

Caudal mínimo.

Indicar si se requiere estanqueidad absoluta.

Si se van a instalar o no válvula de acción rápida que provocarían golpe de ariete.

Si se va a instalar la válvula en un punto alto sin válvulas de aire.

Si la conducción está bien aireada, con pendiente positiva o negativa.

Cada fabricante de válvula reductora de presión posee, o debe poseer, su diseño respectivo, así como también los gráficos de pérdida de carga, de cada uno de sus modelos, obtenidos en el laboratorio.

Con base a los requerimientos y los datos del fabricante se selecciona la válvula sugerida o se construya una con esas condiciones. Los diferentes elementos, materiales y calidad de los mismos son especificados para cada caso de acuerdo a los distintos requerimientos.

INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA

El Constructor proporcionará las válvulas reductoras de presión, piezas especiales y accesorios necesarios para su instalación que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

El Constructor deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas.

Las uniones, válvulas, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación el ingeniero Fiscalizador inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser repuestas de la calidad exigida por el Constructor.

Antes de su instalación las uniones, válvulas reductoras de presión y demás accesorios deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Específicamente las válvulas reductoras de presión se instalarán de acuerdo a la forma de la unión de que vengan provistas, y a los requerimientos del diseño.

Las válvulas se instalarán de acuerdo con las especificaciones especiales suministradas por el fabricante para su instalación.

Para realizar la limpieza, desinfección y prueba de las válvulas reductoras de presión se hará en conjunto con la realización de la limpieza, desinfección y prueba de la conducción o red de distribución de agua potable.

FORMA DE PAGO.-

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, la colocación e instalación de válvulas reductoras de presión para redes de distribución, líneas de conducción y líneas de bombeo de agua potable serán medidos para fines de pago en unidades colocadas de cada diámetro, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

No se medirá para fines de pago las válvulas que hayan sido colocadas fuera de las líneas y niveles señalados por el proyecto y/o las señaladas por el ingeniero Fiscalizador de la obra, ni la reposición, colocación e instalación de válvulas reductoras de presión que deba hacer el Constructor por haber sido colocadas e instaladas en forma defectuosa o por no haber resistido las pruebas de presión hidrostáticas.

En la instalación de válvulas reductoras de presión quedarán incluidas todas las operaciones que deba ejecutar el Constructor para la preparación, presentación de las válvulas, protección anticorrosiva, bajado a las zanjas, protección catódica y de más que debe realizar para su correcta instalación.

Los trabajos de instalación de las unidades ya sean estas mecánicas, roscadas, soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería para redes de distribución o líneas de conducción formarán parte de la instalación de ésta.

Los trabajos de acarreo, manipuleo y de más formarán parte de la instalación de las válvulas reductoras de presión.

El suministro, colocación e instalación de válvulas reductoras de presión le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados a continuación.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

INST.VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 4"

u

HORMIGONES

DEFINICIÓN.-

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de: cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos), en proporciones adecuadas; a esta mezcla pueden agregarse aditivos con la finalidad de obtener características especiales determinadas en los diseños o indicadas por la fiscalización.

ESPECIFICACIONES.-

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que los hormigones producidos tengan perfectos acabados, resistencia, y estabilidad requeridos.

CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador, y están relacionadas con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen varias clases de hormigón, que se clasifican según el valor de la resistencia a la compresión a los 28 días, pudiendo ser entre otros:

TIPO DE HORMIGÓN	f'c (Kg/cm2)
HS	280
HS	210
HS	180
HS	140
H Ciclópeo	60% HS (f'c=180 K/cm2) + 40% Piedra

Los hormigones que están destinados al uso en obras expuestas a la acción del agua, líquidos agresivos, y a severa o moderada acción climática como congelamientos y deshielos alternados, tendrán diseños especiales determinados en los planos, especificaciones y/o más documentos técnicos.

El hormigón que se coloque bajo el agua será de la resistencia especificada con el empleo del tipo de cemento adecuado para fraguado rápido.

El hormigón de 210 kg/cm² está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm² se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, bloques de anclaje, collarines de contención, replantillos, contrapisos, pavimentos, bordillos, aceras.

El hormigón de 140 kg/cm² se usará para muros, revestimientos u hormigón no estructural. Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la Entidad Contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del Fiscalizador.

MATERIALES

CEMENTO

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152: Cemento Portland, Requisitos, no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación de la calidad del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a:

TIPO DE ENSAYO	NORMA INEN
Análisis químico	INEN 152:05
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159

Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión de morteros	INEN 488
Resistencia a la flexión que a la compresión de mortero	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

AGREGADO FINO

Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente, no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberán cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos. El módulo de finura no será menor que 2.4 ni mayor que 3.1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de ± 0.2 , en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697. Áridos para hormigón.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856. Áridos para hormigón.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 858. Áridos para hormigón.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, se aplicará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares. También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95 %.

El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometida a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6 % de álcalis calculados como óxido de sodio.

El árido fino que, requerido para ensayos, debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados. -

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Agregado Fino	% DEL PESO
Material que pasa el tamiz No. 200	3.00
Arcillas y partículas desmenuzables	0.50
Hulla y lignito	0.25
Otras sustancias dañinas	2.00

Total, máximo permisible 4.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872. Aridos para hormigón requeridos.

AGREGADO GRUESO

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Áridos para hormigón requeridos.

Para los trabajos de hormigón, la roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas, y otras sustancias perjudiciales, para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga más del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio, se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

TAMIZ INEN	PORCENTAJE EN MASA QUE DEBEN PASAR POR LOS TAMICES		
(aberturas cuadradas)	No.4 a 3/4"(19 mm)	3/4" a 1 1/2"(38mm)	1 1/2 a 2" (76mm)
3" (76 mm)			90-100
2" (50 mm)		100	20- 55
1 1/2" (38 mm)		90-100	0- 10
1" (25 mm)	100	20- 45	0- 5
3/4(19mm)	90-100	0- 10	
3/8(10mm)	30- 55	0- 5	
No. 4(4.8mm)	0- 5		

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometrías serán comprobadas mediante el ensayo granulométrico según la Norma INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

PORCENTAJES MÁXIMOS DE SUBSTANCIAS EXTRAÑAS EN LOS AGREGADOS.

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

Agregado Grueso	% DEL PESO
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12.00
Abrasión - Los Angeles (pérdida):	35.00
Material que pasa tamiz No. 200:	0.50
Arcilla:	0.25
Hulla y lignito:	0.25
Partículas blandas o livianas:	2.00
Otros:	1.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

PIEDRA

La piedra para hormigón ciclópeo deberá provenir de depósitos naturales o de canteras; será de calidad aprobada, sólida resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia y estará libre de material vegetal tierra u otro material objetable. Toda la piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

Las piedras a emplearse para cimientos o cualquier obra de albañilería serán limpias, graníticas, andesíticas o similares, de resistencia y tamaño adecuado para el uso que se les va a dar, inalterables bajo la acción de los agentes atmosféricos.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS:

La piedra para hormigón ciclópeo tendrá una densidad mínima de 2.3 gr/cm³, y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión realizado según norma INEN 861 luego de 500 vueltas de la máquina de los Ángeles.

La piedra para hormigón ciclópeo no arrojará una pérdida de peso mayor al 12 %, determinada en el ensayo de durabilidad, norma INEN 863, Luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25 % de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50 % del volumen de la obra o elemento que se está construyendo con ese material.

AGUA

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108 Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

ADITIVOS

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben de cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos.

Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.

Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844

Aditivos reductores de aire. Norma NTE INEN 0152:05

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta exige exceptuando el análisis infrarrojo.

AMASADO DEL HORMIGÓN

Se recomienda realizar el amasado a máquina, en lo posible una que posea una válvula automática para la dosificación del agua.

La dosificación se la hará al peso. El control de balanzas, calidades de los agregados y humedad de los mismos deberá hacerse por lo menos a la iniciación de cada jornada de fundición.

El hormigón se mezclará mecánicamente hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. No se sobrecargará la capacidad de las hormigoneras utilizadas; el tiempo mínimo de mezclado será de 1.5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones.

HORMIGÓN MEZCLADO EN CAMIÓN

La norma que regirá al hormigón premezclado será la NTE INEN 1855-1:0.

Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la

temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones por minuto. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

Transporte de la mezcla. - La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1.5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM ni mayor a 6 RPM. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

MANIPULACIÓN Y VACIADO DEL HORMIGÓN

MANIPULACIÓN

La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos. Previo al vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores, artesas y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados.

El equipo necesario tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

VACIADO

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las del ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios, asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes, en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa, los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua. Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que esta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Para colocar el hormigón en vigas o elementos horizontales, deberán estar fundidos previamente los elementos verticales.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

a) Vaciado del hormigón bajo agua:

Se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el Ingeniero fiscalizador y que el hormigón haya sido preparado con el cemento determinado para este fin y con la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.

b) Vaciado del hormigón en tiempo frío:

Cuando la temperatura media esté por debajo de 5°C se procederá de la siguiente manera:

- Añadir un aditivo acelerante de reconocida calidad y aprobado por la Supervisión.
- La temperatura del hormigón fresco mientras es mezclado no será menor de 15°C.
- La temperatura del hormigón colocado será mantenida a un mínimo de 10°C durante las primeras 72(setenta y dos) horas después de vaciado durante los siguientes 4(cuatro) días la temperatura de hormigón no deberá ser menor de 5°C.

El Constructor será enteramente responsable por la protección del hormigón colocado en tiempo frío y cualquier hormigón dañado debido al tiempo frío será retirado y reemplazado por cuenta del Constructor.

c) Vaciado del hormigón en tiempo cálido:

La temperatura de los agregados agua y cemento será mantenido al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón. La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la Supervisión, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

CONSOLIDACIÓN

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 cm, y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado,

varillado o paletado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA

Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón, se ensayarán en muestras cilíndricas de 15.3 cm (6") de diámetro por 30.5 cm (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, CI72, CI92, C31 y C39.

La cantidad de ensayos a realizarse, será de por lo menos uno por cada 6 m³ de Hormigón, o por cada camión de transporte de mezcla de concreto. (2 cilindros por ensayo, 1 probado a los 7 días y el otro a los 28 días).

La prueba de asentamiento que permita ejercer el control de calidad de la mezcla de concreto, deberá ser efectuada por el fiscalizador, inmediatamente antes o durante la descarga de las mezcladoras. El manipuleo y transporte de los cilindros para los ensayos se lo hará de manera adecuada.

El Fiscalizador tomará las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia, junto al sitio de la fundición.

La uniformidad de las mezclas, será controlada según la especificación ASTM - C39. Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en detrimento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 - 10 cm.

CURADO DEL HORMIGÓN

El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Comité 612 del ACI.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua, deberá realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizarse.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

REPARACIONES

Cualquier trabajo de hormigón que no se halle bien conformado, sea que muestre superficies defectuosas, aristas faltantes, etc., al desencofrar, serán reformados en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados.

Las imperfecciones serán reparadas por mano de obra experimentada bajo la aprobación y presencia del fiscalizador, y serán realizadas de tal manera que produzcan la misma uniformidad, textura y coloración del resto de las superficies, para estar de acuerdo con las especificaciones referentes a acabados.

Las áreas defectuosas deberán picarse, formando bordes perpendiculares y con una profundidad no menor a 2.5 cm. El área a repararse deberá ser la suficiente y por lo menos 15 cm.

Según el caso para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, morteros, hormigones, incluyendo aditivos, tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Todas las reparaciones se deberán conservar húmedas por un lapso de 5 días.

Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá reemplazarse a satisfacción del fiscalizador.

DOSIFICACIÓN

Los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados, y los requerimientos técnicos necesarios en las obras.

C = Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Los agregados deben ser de buena calidad, libre de impurezas, materia orgánica, y tener adecuada granulometría.

Agua será libre de aceites, sales, ácidos i otras impurezas.

FORMA DE PAGO.-

El hormigón será medido en metros cúbicos con 2 decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

El hormigón simple de bordillos dimensionados se medirá en metros lineales con 2 decimales de aproximación.

Las losetas de hormigón prefabricado de conformidad con las medidas fijadas, se medirán en unidades.

Los parantes de hormigón armado, construidos de acuerdo a las medidas señaladas, se medirán en metros.

CONCEPTOS DE TRABAJO. -

HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO $f'c=140\text{KG}/\text{CM}^2$	m3
HORMIGON SIMPLE PARA PARED $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$	m3

ANEXO 7.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ALCANTARILLADO (SANITARIO Y PLUVIAL)

EXCAVACIONES DE POZOS

DEFINICIÓN.-

El objeto de la excavación para la construcción de pozos profundos de revisión está destinado a facilitar el acceso y salida de personal al interior de las tuberías y colectores del alcantarillado, especialmente para facilitar la inspección, limpieza y eliminación de obstrucciones en los conductos.

Se entenderá por excavación de pozos profundos ya sea en tierra o en basura, las operaciones que realice el Constructor para alojar la estructura, incluyendo las operaciones de extracción del material producto de las excavaciones, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y será responsable de la conservación de dichas excavaciones durante todo el período de construcción de la obra de que se trate o bien hasta que sean fundidos el piso y las paredes.

ESPECIFICACIONES.-

La excavación de los pozos de revisión a construirse será realizada en los lugares que señale el proyecto y/o indique el ingeniero Fiscalizador y estarán sujetos a los planos del proyecto. En el caso de encontrarse basura durante la excavación esta será removida en su totalidad y desalojada fuera del lugar.

La excavación de pozos de revisión, deberán ejecutarse previendo que puedan causar daño a los colectores existentes.

Se usarán para la excavación los planos de detalle existentes.

Las paredes laterales de la excavación para los pozos de revisión serán entibadas, siguiendo las instrucciones del Ing. Fiscalizador.

Para el acceso a la excavación del pozo de revisión se dispondrán de escaleras móviles, de madera o metálicas y el Constructor deberá tener durante todo el tiempo en el interior de las excavaciones, sistemas de abastecimiento, los servicios de ventilación, alumbrado, bombeo, etc., que sean necesarios para mantener el lugar en las mejores condiciones, así como tomar todas las medidas de seguridad que le sean señaladas para proteger a sus trabajadores.

La cantidad de aire fresco que deberá proporcionar en cada frente de trabajo no deberá ser menor en ningún caso, de 10 m³/min/trabajador, a presión ambiente.

El Ingeniero Fiscalizador podrá en todo momento ordenar la suspensión de los trabajos de excavación, si el Constructor no cumple con los requisitos de esta especificación.

CONDICIONES DE SEGURIDAD Y DISPOSICIÓN DE TRABAJO.

Cuando las condiciones del terreno, o las dimensiones del pozo sean tales que, pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero Fiscalizador, éste ordenará al Constructor la colocación de entibados y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de los trabajadores, de la obra y de las estructuras y propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes. El Ingeniero Fiscalizador debe exigir que estos trabajos se ejecuten con las debidas seguridades y en la cantidad y calidad necesarias.

El Ingeniero Fiscalizador está facultado para suspender, parcial o totalmente las excavaciones, cuando considere que las mismas no ofrecen la seguridad necesaria para la

obra y/o personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento y apuntalamiento necesarios.

MANIPULEO Y DESALOJO DEL MATERIAL EXCAVADO.

Se preferirá colocar el material excavado a un solo lado de la excavación. Se dejará libre acceso a todos los hidrantes contra incendios, válvulas de agua y otros servicios que requieran facilidades para su operación y control. La capa vegetal removida separadamente será desalojada del lugar.

Durante la construcción y hasta que se haga la pavimentación o repavimentación definitiva o hasta la recepción del trabajo, se mantendrá la superficie del camino libre de polvo, lodo, desechos o escombros que constituyan una amenaza o peligro para el público.

El polvo será controlado en forma continua, ya sea esparciendo agua o mediante un método que apruebe la Ingeniero Fiscalizador.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.

Todo el material de las excavaciones que no será utilizado y que ocupa un área dentro del derecho de vía, será transportado y desalojado o utilizado como relleno en cualquier otra parte.

FORMA DE PAGO.-

La excavación de pozos y su desalojo, se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

Se tomarán en cuenta las sobreexcavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

El pago se realizará al precio unitario estipulado en el contrato.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

EXCAVACION POZO 0-6M TIERRA (INCL.ELEVACION/APILAMIENTO PARA DESALOJO)	m3
---	----

RASANTEO DE ZANJAS / ESTRUCTURAS

DEFINICIÓN.-

Se entiende por rasantéo de zanja a mano la conformación manual del fondo de la zanja para adecuar la estructura del lecho, de tal manera que la tubería quede asentada sobre una superficie uniforme y consistente.

ESPECIFICACIONES.-

El arreglo del fondo de la zanja se realizará a mano, por lo menos en una profundidad de 10 cm, de tal manera que la estructura quede apoyada en forma adecuada, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en los planos, o disponga el fiscalizador.

FORMA DE PAGO.-

La unidad de medida de este rubro será el metro cuadrado y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato. Se medirá con una aproximación de 2 decimales, toda el área del fondo de la zanja, conformada para asentar la tubería.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

RASANTEO DE ZANJA A MANO

m2

SUM./INST. TUBERÍA PLÁSTICA ALCANTARILLADO.

DEFINICIÓN. -

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

ESPECIFICACIONES.-

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

TUBERÍA DE PVC:

* INEN 2059 TERCERA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS"

INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado, se fabrica de materiales termoplásticos.

Es necesario tomar las precauciones necesarias para evitar daños en las tuberías, durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se la hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el Ingeniero Fiscalizador de la Obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes: Las tuberías de plásticos de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Se limpia primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicará dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el

interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

Uniones de sello elastomérico: Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provisto de una marca que indica la posición correcta del acople. Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante que deberá ser de tipo orgánico, tal como manteca o aceite vegetal o animal; en ningún caso se aplicarán lubricantes derivados del petróleo. Una vez colocado el lubricante, se enchufa la tubería en el acople hasta la marca.

Uniones con adhesivos especiales: Deben ser los recomendados por el fabricante y garantizarán la durabilidad y buen comportamiento de la unión.

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1,00 m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su longitud sobre el fondo de la zanja, la que se prepara previamente utilizando el material propio de la excavación cuando es aceptable, o una cama de material granular fino preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia aguas arriba.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazando los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante.

a.- Adecuación del fondo de la zanja.

Como lo indiquen los planos o señale el fiscalizador, el Contratista adecuará el fondo de la zanja utilizando el material propio de la excavación cuando éste es aceptable, o una cama de apoyo para el tubo utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

b.- Juntas.

Las juntas de las tuberías de Plástico serán las que se indica en las Normas: INEN 2059.- TERCERA REVISIÓN; INEN 2360:2004; ASTM D4161, o la que se señale en la norma correspondiente. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería, el valor de la unión.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas.

Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, se realizará el relleno de la zanja cuidando de colocar y compactar adecuadamente a ambos lados de la tubería en capas no mayores a 30 cm, hasta lograr una altura de relleno de 30 cm a 40 cm por encima de la tubería; la compactación deberá lograr mínimo el 90% del PROCTOR STANDARD. Luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el Constructor en presencia del Ingeniero Fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita cuando más.

Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.

Resistencia a roturas.

Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.

Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.

No deben ser absorbentes.

Economía de costos de mantenimiento.

PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL.

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el Constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el Ingeniero Fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

Cuando el Ingeniero Fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el Ingeniero Fiscalizador, recibió provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el Constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia se puedan ocasionar movimientos en las juntas, en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA.

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15 cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el Contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el Constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el Ingeniero Fiscalizador apruebe.

El Ingeniero Fiscalizador solamente recibirá del Constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de impermeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud

FORMA DE PAGO.-

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización. Las muestras para ensayo que utilice la Fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	350MM	m
TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	500MM	m
TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	600MM	m
TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	700MM	m
TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	800MM	m
TUBERÍA PLÁSTICA (MAT.TRAN.INST)	ALCANTARILLADO	D.N.I.	900MM	m

ACERO DE REFUERZO

DEFINICIÓN.-

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, doblaje y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, canales, pozos especiales, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, etc.; de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

ESPECIFICACIONES.-

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de cedencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, de madera, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

FORMA DE PAGO.-

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

CONCEPTOS DE TRABAJO.-

MANO DE OBRA Y EQUIPO PARA ACERO DE REFUERZO INTERIOR COLECTOR (CORTE Y COLOCADO)	kg
TABLEROS CIERRE DE POZO- METÁLICOS (PROVISIÓN Y MONTAJE)	kg
COMPUERTAS Y TABLEROS METÁLICOS PERFIL Y LAMINA (PROVISION Y MONTAJE)	kg
MARCOS DE ACERO (PROVISIÓN Y MONTAJE)	kg
TABLEROS OBRA DE TOMA- METÁLICOS (PROVISIÓN Y MONTAJE)	kg
ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM ² INTERIOR COLECTOR (CORTE Y COLOCADO)	kg
APOYO PARA TUBERIA (Planchas de acero)	u

ANEXO 8

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA RED DE AGUA POTABLE

ELABORADO POR: Jasmín Carolina Hidalgo Díaz, Steven Gabriel Maldonado Ortiz.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				8050.07
1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	2605.2	1.31	3412.81
1.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	2605.2	1.78	4637.26
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				19268.56
2.1	EXCAVACION ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=0.00-2.75m (R)	m3	2344.68	2.45	5744.47
2.2	RASANTEO DE ZANJA A MANO (R)	m2	2605.20	1.45	3777.54
2.3	RELLENO COMPACTADO A MANO (PLANCHA) (R)	m3	468.94	6.62	3104.36
2.4	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION (EQUIPO PESADO) (R)	m3	1669.41	2.33	3889.73
2.5	ACOSTILLADO CON ARENA	m3	206.33	13.34	2752.47
3	TUBERÍAS				55529.15
3.1	TUBERIA PVC U/E Ø 63 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	m	1509.89	7.39	11158.0871
3.2	TUBERIA PVC U/E Ø 110 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	m	259.49	17.48	4535.8852
3.3	TUBERIA PVC U/E Ø 200 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	m	835.82	47.66	39835.1812
4	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN				6811.32
4.1	PASAMUROS ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)	u	2	117.99	235.98
4.2	TEE REDUCTORA DE ACERO 110 X 63 mm (MAT/REC/TRANS/INST)	u	2	192.73	385.46
4.3	UNION BRIDA 04" (MAT/TRANS/INST)	u	10	30.61	306.1
4.4	UNION BRIDA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	8	15.66	125.28
4.5	VÁLVULA COMPUERTA 2" (MAT/TRANS/INST)	u	1	167.12	167.12
4.6	VÁLVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)	u	2	360.66	721.32
4.7	VÁLVULA REDUCTORA PRESION Ø 4" B-B (MAT/TRANS/INST) (R)	u	1	3757.15	3757.15
4.8	FILTRO CON DRENAJE B.B Ø 4" CI-125 (R)	u	1	651.9	651.9
4.9	TAPA HF 80X80 CM CON CERCO (PROVISION Y MONTAJE)	u	1	357.29	357.29
4.10	UNIÓN GIBALTY Ø 4" (110 mm) UNIVERSAL (MAT/TRANS/INST) (R)	u	2	51.86	103.72
5	ACCESORIOS				12127.18
5.1	UNIÓN GIBALTY Ø 63 mm UNIVERSAL (MAT/TRANS/INST) (R)	u	41	37.74	1547.34
5.2	UNIÓN GIBALTY Ø 4" (110 mm) UNIVERSAL (MAT/TRANS/INST) (R)	u	11	51.86	570.46
5.3	UNIÓN GIBALTY Ø 8" (200 mm) UNIVERSAL (MAT/TRANS/INST) (R)	u	20	101.04	2020.8
5.4	CODO ACERO Ø 8" x 45° (MAT/REC/TRANS/INST) (R)	u	5	295.43	1477.15
5.5	CODO ACERO Ø 2" x 45° (MAT/REC/TRANS/INST)	u	13	71.77	933.01
5.6	CODO ACERO Ø 4" >X 45° (MAT/REC/TRANS/INST) (R)	u	2	95.86	191.72
5.7	TEE REDUCTORA DE ACERO Ø 200 mm @ 63 mm (R)	u	4	234.9	939.6
5.8	TEE REDUCTORA DE ACERO 110 X 63 mm (MAT/REC/TRANS/INST)	u	1	192.73	192.73
5.9	TEE REDUCTORA DE ACERO 200 X 110 mm (MAT/REC/TRANS/INST) (R)	u	1	412.9	412.9
5.10	TEE ACERO Ø 63 mm (MAT/REC/TRANS/INST) (R)	u	4	272.4	1089.6
5.11	TAPON HEMBRA HG Ø 2" (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	4	5.35	21.4
5.12	REDUCTOR ACERO LL Ø 200 mm @ 110 mm (MAT/TRANS/INSTAL) (R)	u	2	255.81	511.62
5.13	REDUCTOR ACERO LL Ø 110 mm @ 63 mm (MAT/TRANS/INSTAL)	u	3	229.45	688.35
5.14	VÁLVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	7	167.12	1169.84
5.15	VÁLVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)	u	1	360.66	360.66
5.16	NEPLO ROSCADO HG 2 1/2"x15 cm (R)	u	4	11.37	45.48
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS				
6.1	CAMARA DE VÁLVULA				4941.69
6.1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	12.32	1.31	16.14
6.1.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	12.32	1.78	21.93
6.1.3	EXCAVACIONES A MAQUINA (EQ)	m3	29.568	2.90	85.75
6.1.4	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO Fc = 140 KG/cm2 (R)	m3	0.8624	128.34	110.68
6.1.5	HORMIGON SIMPLE PARED Fc=210 kg/cm2 (R)	m3	10.37	154.42	1601.34
6.1.6	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO) (R)	kg	650.75	1.98	1288.49
6.1.7	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA (R)	m2	75.68	14.63	1107.20
6.1.8	ENLUCIDO LISO CON IMPERMEABILIZANTE (R)	m2	44.16	10.46	461.91
6.1.9	TAPA METALICA DE 1.20 X 1.10 m TOOL e=2.0 mm (R)	u	1	248.26	248.26
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL				89480.58
7.1	LETREROS INFORMATIVOS PEQUEÑOS EN CADA SECTOR	u	4	46.00	184.00
7.2	CINTA DE SEGURIDAD PELIGRO (ROLLO 250 m) (R)	u	11.00	18.84	207.24
7.3	DESALOJO EQUIPO PESADO (TIERRA/ESCOMBROS) 10 Km (R)	m3	1669.41	9.92	16560.57
7.4	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA (R)	m2	31262.4	2.32	72528.77
				TOTAL	\$196,208.55
				IVA 12%	\$23,545.03
				TOTAL CON IVA	\$219,753.57

ANEXO 9

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ELABORADO POR: Jasmín Carolina Hidalgo Díaz, Steven Gabriel Maldonado Ortiz.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				13510.20
1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	5411.295	1.31	7088.80
1.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	3607.53	1.78	6421.40
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				66346.66
2.1	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=0.00-2.76m (R)	m3	4870.99	2.45	11933.93
2.2	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=2.76-3.99m (R)	m3	3510.5742	2.96	10391.30
2.3	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H>6.00m (R)	m3	556.88825	5.59	3113.01
2.4	RASANTEO DE ZANJA A MANO (R)	m2	3607.53	1.45	5230.92
2.5	RELLENO COMPACTADO A MANO (PLANCHA) (R)	m3	1082.26	6.62	7164.55
2.6	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION (EQUIPO PESADO) (R)	m3	7073.75	2.33	16481.84
2.7	ACOSTILLADO CON ARENA	m3	901.88	13.34	12031.11
3	TUBERIAS				77716.89
3.1	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 220 mm (Øi 200 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	3105.22	20.30	63035.97
3.2	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 280 mm (Øi 250 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	180.43	26.01	4692.98
3.3	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 335 mm (Øi 300 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	321.88	31.03	9987.94
4	POZOS DE REVISIÓN				67944.20
4.1	POZO REVISIÓN H.S. f _c = 210 kg/cm ² , H = 1.50 - 3.00 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	u	52	1,062.62	55256.24
4.2	POZO REVISIÓN H.S. f _c = 210 kg/cm ² , H = 2.76-3.25 M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS) (R)	u	2	851.03	4692.06
4.3	POZO REVISIÓN H.S. f _c = 210 kg/cm ² , H = 3.00 - 4.50 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	u	10	1,098.59	10985.90
5	POZOS DE SALTO				19077.60
5.1	POZO DE SALTO H.S f _c = 210 kg/cm ² H = 0.00 - 6.00 M (R)	u	16	1,192.35	19077.60
6	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS				
6.1	CANAL DE ACERCAMIENTO CON REJILLA				680.22
6.1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	1.93	1.31	2.53
6.1.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	1.93	1.78	3.44
6.1.3	EXCAVACIÓN A MANO EN TIERRA @	m3	0.58	10.11	5.85
6.1.4	HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO F _c = 140 KG/cm ² (R)	m3	0.14	128.34	17.34
6.1.5	HORMIGÓN ARMADO f _c =210 kg/cm ² , (INC. ENCOFRADO/DESENCOFRADO) @	m3	1.11	505.87	559.49
6.1.6	ENLUCIDO LISO CON IMPERMEABILIZANTE (R)	m2	4.09	10.46	42.78
6.1.7	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	0.88	55.44	48.79
6.2	TANQUE IMHOFF				209172.81
6.2.1	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	210.08	1.31	275.20
6.2.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	210.08	1.78	373.94
6.2.3	EXCAVACIONES A MAQUINA (EQ)	m3	1313.60	2.90	3809.44
6.2.4	MEJORAMIENTO DE SUELO SUB-BASE CLASE III, (EQUIPO PESADO) (R)	m3	21.01	16.77	352.30
6.2.5	HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO F _c = 140 KG/cm ² (R)	m3	14.71	128.34	1887.32
6.2.6	HORMIGÓN SIMPLE PARED f _c =210 kg/cm ² (R)	m3	605.95	154.42	93570.80
6.2.7	ACERO REFUERZO f _y =4200 kg/cm ² (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO) (R)	kg	18850.68	1.98	37324.35
6.2.8	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA (R)	m2	3096.06	14.63	45295.36
6.2.9	ENLUCIDO LISO CON IMPERMEABILIZANTE (R)	m2	2512.82	10.46	26284.10
7	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL				109252.94
7.1	LETREROS INFORMATIVOS PEQUEÑOS EN CADA SECTOR	u	4	46.00	184.00
7.2	CINTA DE SEGURIDAD PELIGRO (ROLLO 250 m) (R)	u	15	18.84	282.60
7.3	DESALOJO EQUIPO PESADO (TIERRA/ESCOMBROS) 10 Km (R)	m3	3178.88	9.92	31534.49
7.4	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA (R)	m2	33298.21	2.32	77251.85
				TOTAL	\$563,701.51
				IVA 12%	\$67,644.18
				TOTAL CON IVA	\$631,345.69

ANEXO 10

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

ELABORADO POR: Jasmín Carolina Hidalgo Díaz, Steven Gabriel Maldonado Ortiz.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				11787.80
1.1	DES BROCE Y LIMPIEZA MANUAL (R)	m2	4721.42	1.31	6185.05
1.2	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS (R)	m2	3147.61	1.78	5602.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				80714.83
2.1	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=0.00-2.75m (R)	m3	4992.21	2.45	12230.91
2.2	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=2.76-3.99m (R)	m3	4900.25	2.96	14504.75
2.3	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H>6.00m (R)	m3	501.12	5.59	2801.27
2.4	RASANTEO DE ZANJA A MANO (R)	m2	4721.415	1.45	6846.05
2.5	RELLENO COMPACTADO A MANO (PLANCHA) (R)	m3	944.283	6.62	6251.15
2.6	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACION (EQUIPO PESADO) (R)	m3	5891.42045	2.33	13727.01
2.7	ACOSTILLADO CON ARENA	m3	1825.6138	13.34	24353.69
3	TUBERIAS				233787.36
3.2	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 280 mm (Øi 250 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	944.96	26.01	24578.41
3.3	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 335 mm (Øi 300 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	410.36	31.03	12733.47
3.4	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 440 mm (Øi 400 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	627.51	51.64	32404.62
3.5	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 540 mm (Øi 500 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	325.13	79.65	25896.60
3.6	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 650 mm (Øi 600 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	401.66	121.98	48994.49
3.7	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 760 mm (Øi 700 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	203.08	157.06	31895.74
3.8	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 875 mm (Øi 800 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	122.46	195.33	23920.11
3.9	TUBERÍA PVC U/E ALCANTARILLADO Ø 975 mm (Øi 900 mm) (MAT/TRAN/INST) (R)	m	112.45	296.70	33363.92
4	POZOS DE REVISIÓN				40843.38
4.2	POZO REVISIÓN H.S. fc = 210 kg/cm2, H = 1.50 - 3.00 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	u	35	1,062.62	37191.70
4.3	POZO REVISIÓN H.S. fc = 210 kg/cm2, H = 2.76-3.25 M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS) (R)	u	3	851.03	2553.09
4.4	POZO REVISIÓN H.S. fc = 210 kg/cm2, H = 3.00 - 4.50 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	u	1	1,098.59	1098.59
5	POZOS DE SALTO				28616.40
5.1	POZO DE SALTO H.S fc = 210 kg/cm2 H = 6.00 M (R)	u	24	1,192.35	28616.40
6	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL				121850.33
6.1	LETREROS INFORMATIVOS PEQUEÑOS EN CADA SECTOR	u	4	46.00	184.00
6.2	CINTA DE SEGURIDAD PELIGRO (ROLLO 250 m) (R)	u	13	18.84	244.92
6.3	DESALOJO EQUIPO PESADO (TIERRA/ESCOMBROS) 10 Km (R)	m3	4502.16	9.92	44661.43
6.4	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA (R)	m2	33086.2	2.32	76759.98
				TOTAL	\$517,600.10
				IVA 12%	\$62,112.01
				TOTAL CON IVA	\$579,712.11