UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Propuesta de diseño para un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el centro poblado de Simbilá, Catacaos, Piura usando el software de gestión de aguas pluviales SWMM

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Maycol Jesus Guevara Cruzado
Kenyi Jarel Jabo Saavedra

Asesor:
Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez

Piura, marzo de 2025

UNIVERSIDAD DE PIURA

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Maycol Jesus Guevara Cruzado, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 735841369, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:
"**Propuesta de diseño para un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el centro poblado de Simbilá, Catacaos, Piura usando el software de gestión de aguas pluviales SWMM**"
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Kenyi Jarel Jabo Saavedra, identificado con DNI: 74571110

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez, identificado con DNI: 02625709

Declaro (declaramos) que:
Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 28/01/2025.

.....
Firma del asesor[1]

.....
Firma del autor[1]

.....
Firma del co-asesor[1]

.....
Firma del co-asesor[1]

[1] Firma idéntica al DNI. No se admite digital, salvo certificado.

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Kenyi Jarel Jabo Saavedra, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 74571110, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:
"**Propuesta de diseño para un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el centro poblado de Simbilá, Catacaos, Piura usando el software de gestión de aguas pluviales SWMM**"
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Maycol Jesus Guevara Cruzado, identificado con DNI: 73584169

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez, identificado con DNI: 02625709

Declaro (declaramos) que:
Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 28/01/2025.

.....
Firma del asesor[1]

.....
Firma del autor[1]

.....
Firma del co-asesor[1]

.....
Firma del co-asesor[1]

[1] Firma idéntica al DNI. No se admite digital, salvo certificado

Dedicatoria

A Dios, fuente de inspiración y fortaleza en mi jornada universitaria. A mis padres, Lida y Galindo, por su amor incondicional y apoyo constante; a mi hermana Diana, por su compañía y aliento; y a mi abuela Mina, por su sabiduría.

Maycol Guevara Cruzado.

Esta tesis está dedicada a mis padres y hermanos quienes me impulsan cada día a mejorar y cumplir mis objetivos. A mis abuelos en el cielo quienes no pudieron ver cumplida esta meta, al amor de mi vida y a mis familiares y amigos que siempre me muestran su apoyo.

Kenyi Jabo Saavedra.

Resumen

La Región Piura ha experimentado un incremento significativo en la frecuencia de lluvias intensas ocasionadas por efectos de fenómenos climáticos, lo cual ha generado graves consecuencias en la población. En este contexto, el estudio de la presente tesis se enfoca específicamente en el centro Poblado de Simbilá, con el objetivo de diseñar un sistema de drenaje pluvial sostenible que brinde soluciones al problema de inundación y disminuya las repercusiones negativas en los pobladores de esta comunidad.

El objetivo principal es diseñar un sistema de drenaje sostenible que se ajuste a las condicionantes económicas y ambientales del Centro Poblado de Simbilá. Para desarrollar esta solución, se hizo un levantamiento topográfico de la zona, utilizando información obtenida de planos generados por softwares GIS y planimetría elaborada previamente por entidades involucradas en proyectos similares en la misma zona de estudio. Este diseño sigue las indicaciones de la Norma Técnica OS.060, normativa nacional sobre sistemas de drenaje pluvial, además, se ha analizado la fuente de datos de las precipitaciones en la región. Para el procesamiento de la información se ha empleado el software Storm Water Management Model (SWMM), lo que permitió encontrar los caudales de escorrentía superficial en cada una de las subcuencas urbanas y áreas externas aportantes, con lo cual se determinó las dimensiones de las estructuras de conducción del sistema de drenaje.

Los resultados obtenidos del procesamiento de los datos a través del programa SWMM, para un periodo de retorno de 25 años, conllevan diseñar una propuesta que plantea un sistema de drenaje pluvial compuesto de tres estaciones de bombeo, tanques de retención de concreto y celdas de captación de agua AquaCell. Esta propuesta de diseño de drenaje también incluye la evaluación de sus impactos ambientales para garantizar que el proyecto se desarrolle de manera sostenible, minimizando los impactos ambientales y maximizando los beneficios sociales y económicos.

Tabla de contenido

Introducción 14

Capítulo 1 Descripción de la zona del proyecto 15

1.1 Ubicación 15
1.2 Población 16
1.2.1 *Indicadores de pobreza y proyecciones de crecimiento* 17
1.3 Condiciones climatológicas y características físicas y naturales 18
1.3.1 *Clima* 18
1.3.2 *Flora y fauna* 18
1.4 Principales actividades económicas productivas 18
1.4.1 *Comercio* 18
1.4.2 *Agricultura* 18
1.4.3 *Alfarería* 18
1.5 Conectividad 19
1.6 Instituciones básicas 21
1.7 Estudios de vulnerabilidad 22
1.7.1 *Zonificación de las áreas de inundación* 22
1.7.2 *Enfermedades y plagas producidas por las inundaciones* 23

Capítulo 2 Marco teórico 24

2.1 Fenómenos Climáticos 24
2.1.1 *ENOS (El Niño Oscilación Sur)* 24
2.1.2 *El Niño Costero* 25
2.1.3 *El Ciclón Yaku* 25
2.2 Conceptos hidrológicos 26
2.2.1 *Parámetros morfológicos* 26
2.2.2 *Parámetros para la determinación del caudal de diseño* 31
2.2.3 *Parámetros para el estudio de tormentas de diseño* 37
2.3 Conceptos hidráulicos 40
2.3.1 *Parámetros de conducción de flujo* 40
2.3.2 *Parámetros de diseño de líneas de succión e impulsión* 44
2.4 Redes de drenaje 52
2.4.1 *Estructuras de captación* 53
2.4.2 *Estructuras de conducción* 56
2.4.3 *Obras de descarga temporal* 60
2.4.4 *Estación de bombeo (EB)* 60
2.4.5 *Equipos de bombeo* 60
2.4.6 *Disposición final* 62
2.5 Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) 62
2.5.1 *Tipos de drenaje urbano sostenible* 63
2.6 Storm Water Management Model (SWMM) 64
2.6.1 *Usos y aplicaciones del software* 64
2.6.2 *Modelo conceptual utilizado por el programa* 65
2.6.3 *Métodos computacionales* 67
2.6.4 *Herramientas LID* 69
2.7 Matriz de evaluación de impactos 70

2.7.1 *Metodologías para el análisis y valoración de impactos ambientales* 70
2.7.2 *Determinación de la importancia de los impactos ambientales* 72

Capítulo 3 Información básica para el diseño del drenaje pluvial 76

3.1 Estudios topográficos 76
3.1.1 *Sectorización del área de estudio* 76
3.1.2 *Redes de drenaje existentes* 77
3.1.3 *Superficie de rodadura* 79
3.1.4 *Uso del área de cuencas hidrográficas aportantes* 79
3.1.5 *Propiedades del suelo de Simbilá* 80
3.1.6 *Evaluación y verificación preliminar del canal Simbilá* 80
3.1.7 *Determinación de cuencas aportantes* 84
3.1.8 *Determinación de subcuencas urbanas* 86
3.2 Estudios Hidrológicos 92
3.2.1 *Periodo de diseño* 92
3.2.2 *Curvas I-D-F* 92
3.2.3 *Hietograma de precipitación* 93
3.2.4 *Modelo de Infiltración* 94
3.2.5 *Componentes fisiográficos* 97

Capítulo 4 Diseño del drenaje pluvial y análisis de resultados 99

4.1 Diseño de drenaje pluvial 99
4.1.1 *Metodología* 99
4.1.2 *Descripción del sistema de drenaje* 99
4.1.3 *Redes de Captación* 102
4.1.4 *Diseño de estructuras de conducción* 106
4.1.5 *Diseño de estructuras para la reducción del caudal máximo* 108
4.1.6 *Diseño de los sistemas de bombeo* 119
4.2 Método racional 125
4.2.1 *Tiempo de Concentración* 125
4.2.2 *Caudal máximo de redes de drenaje* 126
4.3 Análisis de estructuras hidráulicas existentes 126
4.3.1 *Canal Simbilá* 126
4.3.2 *Dren agrícola interceptor* 127
4.4 Diseño de drenaje para un periodo de retorno de 50 años 128
4.5 Análisis de resultados 130

Capítulo 5 Evaluación del impacto ambiental 131

5.1 Alcances 131
5.2 Área de influencia 132
5.3 Información de impactos ambientales 132
5.4 Análisis Causa-Efecto 133
5.5 Medidas de prevención, mitigación y corrección 133
5.5.1 *Plan de manejo ambiental* 134
5.5.2 *Programa de medidas preventivas, mitigadoras y/o correctivas* 134
5.5.3 *Programa de seguimiento y monitoreo ambiental* 135
5.5.4 *Programa de señalización* 136
5.5.5 *Plan de contingencia* 137

5.5.6 *Plan de cierre* 137
Conclusiones 138
Recomendaciones 140
Referencias 141
Apéndices 148
Apéndice A. Secuencia de pasos para llevar a cabo el modelamiento y simulación del sistema de drenaje en SWMM 149
Apéndice B. Hietograma de precipitación para un periodo de 25 años 156
Apéndice C. Hietograma de precipitación para periodo de 50 años 160
Apéndice D. Mapa de delimitación y ubicación de los tramos del canal Simbilá 164
Apéndice E. Registro fotográfico de los tramos del canal Simbilá 164
Apéndice F. Ubicación y registro fotográfico de las alcantarillas del canal Simbilá 167
Apéndice G. Evidencia visual de los primeros 200 metros del dren agrícola interceptor de las cuencas aportantes 169
Apéndice H. Detalle de los parámetros de las subcuencas urbanas 171
Apéndice I. Resultados del programa SWMM 173
Apéndice J. Perfiles longitudinales de las tuberías 180
Apéndice K. Cálculos y resultados de la evaluación de la necesidad de cunetas longitudinales en las calles. 183
Apéndice L. Resultados del diseño de sumideros de rejillas en calzada con HCanales. 191
Apéndice M. Detalle del cálculo estructural de tuberías 193
Apéndice N. Tabla comparativa de tuberías de drenaje pluvial 195
Apéndice O. Detalle del cálculo de los tiempos de concentración para cada circuito 198
Apéndice P. Detalle del cálculo de los caudales máximos para cada circuito 200
Apéndice Q. Detalle de la verificación de la capacidad de las dimensiones del canal Simbilá con Hcanales 203
Apéndice R. Detalle de la verificación de la capacidad de las dimensiones del dren interceptor con Hcanales 205
Apéndice S. Matriz de impactos ambientales causa-efecto según su grado de importancia 207
Apéndice T. Programa de medidas preventivas, mitigadoras y/o correctivas 208
Apéndice V. Registro fotográfico general de la zona de estudio. 210
Anexos 211
Anexo A. Mapa de clasificación SUCS de suelos para la ciudad de Catacaos y alrededores 212
Anexo B. Ficha técnica de celdas HDPE AquaCell de Pavco 213
Anexo C. Plano topográfico de alcantarillado del proyecto “Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos, provincia de Piura”. 214
Anexo D. Registro fotográfico de las rejillas de las cunetas de Santa Isabel -Piura. 215
Anexo E. Información sobre los parámetros de creación de subcuencas obtenida del manual de usuario de Global Mapper 216
Planos 221
Plano A. Dirección de flujo de escorrentía 222

Plano B. Cuencas globales y urbanas 223
Plano C. Componentes hidráulicos del sistema de drenaje 224
Plano D. Circuitos del sistema de drenaje 225
Plano E. Circuitos del sistema de drenaje 226
Plano F. Estación de bombeo 1 227
Plano G. Línea de impulsión de estación de bombeo 1 228
Plano H. Estación de bombeo 2 229
Plano I. Línea de impulsión de la estación de bombeo 2 230
Plano J. Estación de bombeo 3 231
Plano K. Línea de impulsión de estación de bombeo 3 232
Plano L. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1 233
Plano M. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1 (parte 2) 234
Plano N. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1 (parte 3) 235
Plano O. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2 236
Plano P. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2 (parte 2) 237
Plano Q. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2 (parte 3) 238
Plano R. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3 239
Plano S. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3 (parte 2) 240
Plano T. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3 (parte 3) 241

Lista de tablas

Tabla 1 *Porcentaje de hombres y mujeres de la población total* 16

Tabla 2 *Cantidad de viviendas de la zona de estudio* 17

Tabla 3 *Detalle de los centros educativos de Simbilá* 21

Tabla 4 *Detalle de los centros médicos de Simbilá* 21

Tabla 5 *Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II. Ia =0.2S)* 30

Tabla 6 *Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie* 32

Tabla 7 *Coeficiente de escorrentía para zonas urbanas de acuerdo con el periodo de retorno* 33

Tabla 8 *Riesgo admisible para diferentes tipos de obras hidráulicas* 34

Tabla 9 *Métodos de cálculo del tiempo de concentración* 35

Tabla 10 *Matriz de precipitaciones e intensidades máximas anuales en función de la duración y el periodo de retorno T* 39

Tabla 11 *Clasificación de flujo según el número de Reynolds* 41

Tabla 12 *Velocidades para el diseño de tuberías de succión e impulsión* 45

Tabla 13 *Valores de rugosidad absoluta* 47

Tabla 14 *Coeficiente C en función de la pendiente hidráulica* 50

Tabla 15 *Coeficiente K en función de la longitud de la tubería* 50

Tabla 16 *Valores de SWMM para n de Manning para canales abiertos* 54

Tabla 17 *Velocidades máximas admisibles para cunetas* 54

Tabla 18 *Tipos de sumideros* 55

Tabla 19 *Coeficientes de rugosidad de Manning para tuberías* 57

Tabla 20 *Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)* 57

Tabla 21 *Peso específico del material de relleno de zanjas para tuberías* 58

Tabla 22 *Valores del módulo de reacción del suelo de relleno* 60

Tabla 23 *Tipos de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible* 63

Tabla 24 *Componentes físicos de un sistema de drenaje en SWMM* 66

Tabla 25 *Componentes físicos de un sistema de drenaje (continuación)* 67

Tabla 26 *Valor de los atributos para el cálculo de la importancia de impactos* 74

Tabla 27 *Categorías de los impactos según su valor de importancia* 75

Tabla 28 *Dimensiones transversales del canal Simbilá* 78

Tabla 29 *Dimensiones de la sección transversal del dren agrícola interceptor* 82

Tabla 30 *Cuencas aportantes de la zona urbana de Simbilá* 85

Tabla 31 *Cotas de buzones utilizados para determinar las subcuencas urbanas* 88

Tabla 32 *Intensidades máximas para Tr =25 y Tr = 50 años* 92

Tabla 33 *Resumen del cálculo del CN para el sector de Simbilá* 95

Tabla 34 *Resumen del cálculo del CN para el sector de 24 de junio* 95
Tabla 35 *Resumen del cálculo del CN para el sector de Juan Velazco* 96
Tabla 36 *Parámetros de CN para usos de suelo adoptados en la ciudad de Piura y alrededores* 96
Tabla 37 *Coeficiente de escorrentía de las subcuencas de Ignacio Merino* 98
Tabla 38 *Resumen de las áreas disponibles para la implementación de estructuras de regulación de caudal* 101
Tabla 39 *Resultados del diseño de sumideros* 104
Tabla 40 *Diámetros de tuberías de las líneas de drenaje de cada circuito* 107
Tabla 41 *Deflexiones diametrales de tuberías* 108
Tabla 42 *Características preliminares para el diseño de tanques reguladores de caudal* 109
Tabla 43 *Características de los tanques reguladores de cada circuito* 110
Tabla 44 *Proyectos de ejecutados por la empresa Pavco Wavin utilizando celdas AquaCell* 112
Tabla 45 *Propiedades de los componentes de cada estación de bombeo* 115
Tabla 46 *Cantidad de agujeros de entrada para evacuar caudal de tanque de concreto* 117
Tabla 47 *Cantidad de tuberías de salida en tanque de celdas AquaCell* 119
Tabla 48 *Parámetros de diseño de los sistemas de bombeo* 120
Tabla 49 *Resumen de cálculos de pérdidas hidráulicas en las líneas de succión e impulsión* 122
Tabla 50 *Datos para el cálculo del NPSHd* 123
Tabla 51 *Resumen de resultados del cálculo de NPSHd* 123
Tabla 52 *Valores de parámetros para el cálculo de la velocidad de propagación de onda* 124
Tabla 53 *Resumen de cálculos para la verificación del golpe de ariete en sistema* 125
Tabla 54 *Resumen de cálculo de los tiempos de concentración* 125
Tabla 55 *Comparación de caudales mediante método racional y simulación en SWMM* 126
Tabla 56 *Caudales máximos de cuencas aportantes al Canal Simbilá* 126
Tabla 57 *Propiedades y caudales de las cuencas aportantes del dren agrícola interceptor* 127
Tabla 58 *Verificación del tirante normal de las secciones del dren agrícola con HCanales* 127
Tabla 59 *Impactos ambientales identificados* 132

Lista de figuras

Figura 1 *Zonificación del área urbana* 15
Figura 2 *Fotografía actual de la casa del alfarero* 19
Figura 3 *Estado del dren paralelo al eje de vía principal* 20
Figura 4 *Canal Simbilá en estado de colmatación* 20
Figura 5 *Evidencia de inundaciones causadas por el ciclón Yaku en Simbilá* 22
Figura 6 *Zonas inundables del Centro Poblado Simbilá* 23
Figura 7 *Cuadrantes de monitoreo del ENOS* 25
Figura 8 *Modelo conceptual del CN* 29
Figura 9 *Secuencia para determinar las curvas IDF* 37
Figura 10 *Ajuste del numerador de la ecuación IDF en función del periodo de retorno* 38
Figura 11 *Representación gráfica de un sistema de bombeo para calcular la altura manométrica* ... 46
Figura 12 *Representación gráfica de la carga neta de succión positiva* 48
Figura 13 *Secciones de cunetas* 53
Figura 14 *Ubicación de los sumideros en los cruces de calles* 56
Figura 15 *Componentes físicos empleados en un sistema de drenaje del SWMM* 66
Figura 16 *Visión conceptual del modelo de escorrentía superficial* 68
Figura 17 *Polígono del área del proyecto* 77
Figura 18 *Representación del canal de drenaje identificado* 77
Figura 19 *Alcantarilla A-2 ubicada a un costado del cruce de la Av. Félix Sandoval y la Av. Catacaos* 79
Figura 20 *Puntos de acumulación de agua de las zonas aportantes del canal Simbilá.* 81
Figura 21 *Ubicación del dren agrícola interceptor* 82
Figura 22 *Delimitación de cuencas aportantes al dren agrícola interceptor* 83
Figura 23 *Cuencas aportante de la zona Norte del área de estudio* 84
Figura 24 *Cuencas aportantes de la zona Sureste* 84
Figura 25 *Mapa de cuencas hidrográficas aportantes de la zona urbana de Simbilá* 86
Figura 26 *Dirección y líneas de flujo de la escorrentía de zona urbana* 87
Figura 27 *Subuencas urbanas de Simbilá* 87
Figura 28 *Cotas de buzones utilizados para la delimitación de subcuencas urbanas* 90
Figura 29 *Subcuencas urbanas identificadas con el método de la diagonal o bisectriz* 91
Figura 30 *Cuencas urbanas globales* 91
Figura 31 *Curvas IDF para la ciudad de Piura* 93
Figura 32 *Hietograma de diseño para un Tr de 25 años* 94
Figura 33 *Hietograma de diseño para un Tr de 50 años* 94
Figura 34 *Mapa de parámetros Curva Número (CN) para la ciudad de Piura y alrededores* 97
Figura 35 *Distribución de los tres sistemas de drenaje propuestos* 100

Figura 36 *Representación gráfica de parque inundable*..... 102

Figura 37 *Sección transversal de típica de una calle* 102

Figura 38 *Ventana del SWMM para editar secciones de calles*..... 103

Figura 39 *Espaciamiento de rejillas de diseño*..... 104

Figura 40 *Representación típica de tanques de tormentas*..... 110

Figura 41 *Celda AquaCell Típica* 113

Figura 42 *Representación del diseño de estaciones de bombeo utilizando celdas AquaCell* 114

Figura 43 *Representación final del diseño del sistema propuesto.* 114

Figura 44 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 1 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli* 116

Figura 45 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 2 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli* 116

Figura 46 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 3 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli* 117

Figura 47 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 1 y estimación de velocidad salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell.*..... 118

Figura 48 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 2 y estimación de velocidad de salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell*..... 118

Figura 49 *Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 3 y estimación de velocidad de salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell*..... 119

Figura 50 *Hidrograma de escorrentía para periodos de retorno de 25 y 50 años* 128

Figura 51 *Cálculo del volumen excedente* 129

Figura 52 *Diagrama referencial de la instalación de celdas de biorretención en viviendas*..... 129

Introducción

El cambio climático en los últimos años está sometiendo a la región Piura a lluvias intensas ocasionadas por fenómenos climáticos asociados a efectos de El Niño (FEN) y de El Niño Costero, lo que ha generado graves consecuencias, principalmente inundaciones, incluso con lluvias de mediana intensidad. Estas inundaciones representan una amenaza inminente no solo para la seguridad y el bienestar de los residentes, sino también generan consecuencias devastadoras para la infraestructura local y el entorno ambiental.

Actualmente se tiene una propuesta para el manejo del drenaje pluvial de Piura y Castilla como "Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Piura, Veintiséis de octubre y Castilla". Sin embargo, no se han promovido soluciones sostenibles que aborden la realidad de asentamientos humanos que están en los alrededores del casco Urbano de Piura. Este es el caso del Centro Poblado de Simbilá, que carece de un sistema de drenaje pluvial y está situado topográficamente en una cuenca ciega, condición que afecta en gran medida, tanto a la salud como la infraestructura urbana de sus habitantes, durante las temporadas de precipitaciones.

Esta situación se ve agravada por el hecho de que este pueblo se encuentra en una situación de pobreza en comparación con sus pueblos vecinos, donde la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura son fundamentales para su desarrollo sostenible. En respuesta a esta problemática, se propone diseñar un sistema de drenaje pluvial adaptado a las necesidades específicas del centro poblado de Simbilá, empleando herramientas de modelamiento y análisis de datos mediante un software avanzado, y considerando la evaluación integral de su impacto ambiental para garantizar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. En este sentido, la presente tesis desarrollará una propuesta de diseño sostenible en el Centro Poblado Simbilá distrito de Catacaos, provincia Piura, región Piura.

Para abordar este estudio, esta tesis se organiza en cinco capítulos. El primero describe las características de la zona de estudio, así como los estudios de vulnerabilidad e información técnica existente sobre los impactos de las lluvias en el centro poblado de Simbilá. El segundo contiene el fundamento teórico necesario para el desarrollo del estudio, incluyendo conceptos hidrológicos, información general de los fenómenos climáticos que suceden en la región y sobre el software Storm Water Management Model utilizado para el diseño del sistema de drenaje. El tercer capítulo da un alcance de la información básica recopilada en campo y gabinete para el diseño del sistema. El cuarto detalla el procedimiento de los cálculos y el análisis de los resultados de la modelación matemática para las estructuras del sistema. Finalmente, el quinto capítulo se centra en la evaluación del impacto ambiental del proyecto, seguido de las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1
Descripción de la zona del proyecto

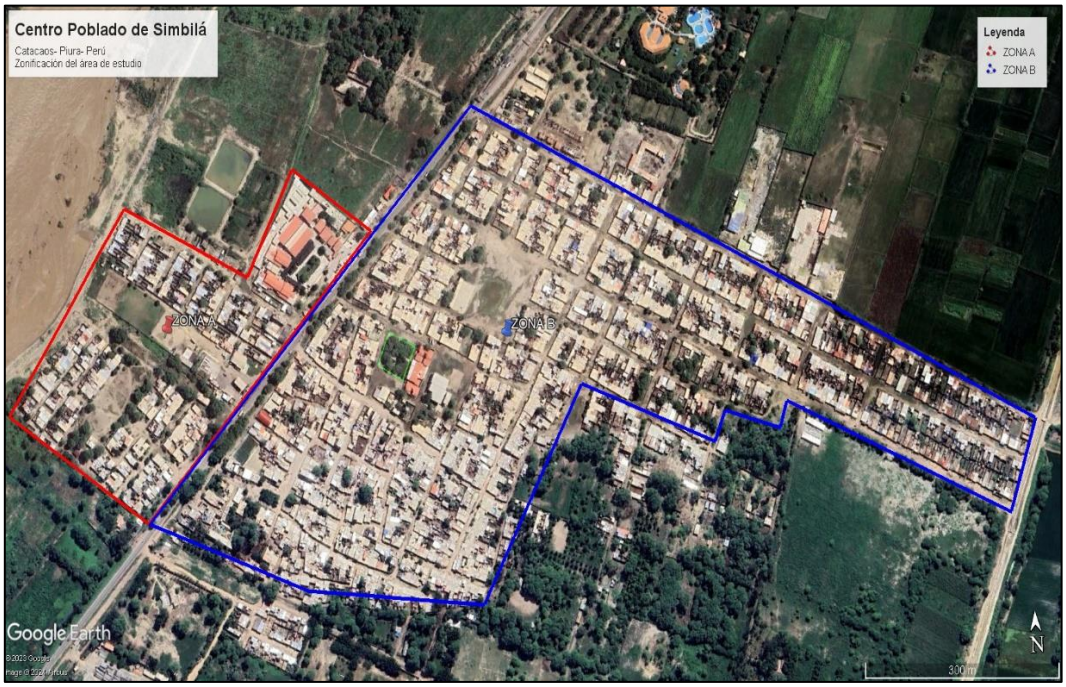
Simbilá es un humilde centro poblado que se dedica a la alfarería desde épocas ancestrales y por ello es denominado como "La tierra de los alfareros". Se ubica aproximadamente a una distancia de siete kilómetros de la ciudad de Piura, en la provincia de Catacaos, siguiendo la carretera que conduce a Sechura.

1.1 Ubicación

El centro poblado de Simbilá está ubicado al noroeste del distrito de Catacaos, provincia de Piura, región de Piura. Sus límites se ven influenciados por el norte con la carretera Panamericana, por el oeste con el valle del Río Piura, por el sur con el distrito de Catacaos y por el este con un ramal del Dren 1308.

Este pueblo se encuentra dividido por la carretera Piura-Catacaos, que sirve como hito longitudinal para la delimitación de dos zonas del área de estudio, por ello, se ha llevado a cabo una zonificación para un estudio detallado. En consecuencia, se designa como zona A, a la región que colinda con la trayectoria del río Piura, mientras que se identifica como zona B al área urbana al Este de la vía (Figura 1).

Figura 1
Zonificación del área urbana



Nota. Adaptado de Satélite Landsat 8, por Google Earth, 2023.

La zona A, próxima al río, comprende el Asentamiento Humano Tres de Octubre y al Hospital Privado del Perú. Durante temporadas de lluvia, sufre problemas ocasionales cuando el cauce del río Piura no tiene capacidad para controlar su caudal excesivo. Sin embargo, esta

problemática puede solucionarse si los trabajos de mantenimiento del río son constantes y preventivos.

Por otro lado, la zona B, que abarca a los AA.HH. de Simbilá, Veinticuatro de Junio y Juan Velazco, es la zona con mayor extensión del área de estudio. Esta zona se ve afectada por problemas de inundación en temporadas de lluvia debido a su topografía variable y a la carretera que impide el drenaje pluvial hacia el río, lo que hace que la zona B presente subcuencas ciegas.

Para este estudio se tiene por conveniente priorizar la atención en la zona B, dado que la construcción de infraestructuras hidráulicas para gestionar las intensas lluvias es más urgente es esta zona. A diferencia de la zona A, donde el agua puede ser conducida directamente al río a través de estructuras de menor envergadura, en la zona B esta opción no es viable, por lo que la implementación de un sistema de drenaje pluvial es esencial para mitigar los problemas de inundación.

1.2 Población

De acuerdo con los últimos reportes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población censada oscila alrededor de 4658 habitantes, siendo la mayor cantidad de población mujeres, representando un 51.52 % en comparación a los varones que suman un total de 48.48 % (tabla 1).

Tabla 1

Porcentaje de hombres y mujeres de la población total

Genero	Población	Porcentaje
Varones	2258	48.48 %
Mujeres	2400	51.52 %
Total	4658	100.00

Nota. Adaptado de Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas, por INEI, 2017.

Cabe mencionar que la mayoría de las residencias en Simbilá constan de un solo piso, cuentan con techos de calamina y planchas de asbesto-cemento, y están construidas principalmente con quincha y adobe, representando el 45 % del total de viviendas, mientras que el resto está hecho de material noble. Además, el 10 % de la población carece de acceso a agua potable y recurre al suministro de agua transportada en cilindros, y en algunos casos cuentan únicamente con una hora diaria de agua debido a la baja presión en los sectores alejados.

Además, el INEI informa que el nueve por ciento de las viviendas construidas en Simbilá están deshabitadas por causas de problemas de inundación, lo que representa un indicador importante para dirigir la investigación hacia la creación de una propuesta sostenible para enfrentar las inundaciones que contribuyen a esta situación. Este reporte se detalla en la tabla 2.

Tabla 2

Cantidad de viviendas de la zona de estudio

Estado de Viviendas	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Habitadas	1112	91
Deshabitadas	109	9
Total	1221	100

Nota. Adaptado de Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas, por INEI, 2017.

1.2.1 *Indicadores de pobreza y proyecciones de crecimiento*

El centro poblado de Simbilá es el punto inicial de la ruta turística de la cultura y las actividades artesanales de Catacaos y del bajo Piura. Sin embargo, a pesar de su reconocimiento en el ámbito turístico por su herencia cultural y su industria alfarera, además de albergar al Hospital Privado del Perú, las condiciones de vida son notablemente más precarias que la zona urbana de la ciudad de Catacaos.

Factores como la falta de servicios básicos en el centro poblado, la carencia de infraestructura vial pavimentada y las condiciones climatológicas que se están presentando en los últimos años, restringen el desarrollo y crecimiento tanto económico como social de la población.

Por otra parte, en cuanto al desarrollo y crecimiento poblacional en la zona de estudio, se han incorporado nuevas áreas poblacionales como es el caso del AA. HH. Juan Velazco. Además, ha surgido un interés por la inversión inmobiliaria, destacándose el proyecto inmobiliario Simbilá Verde. Este proyecto es desarrollado por el grupo Techo y está pensado en ubicarse al lado del nuevo asentamiento humano mencionado anteriormente, el cual ocupará alrededor de 10 hectáreas para albergar más de 200 casas de un área promedio de 72 m^2, y más de 10 300 m^2 de áreas verdes. Esto contribuirá al incremento del crecimiento demográfico y poblacional por la emigración.

1.3 Condiciones climatológicas y características físicas y naturales

1.3.1 *Clima*

Simbilá presenta un clima cálido similar al de Catacaos y el bajo Piura, con temperaturas mayormente elevadas a lo largo del año. La temperatura promedio es de aproximadamente 25 °C, alcanzando niveles máximos de alrededor de 33 °C durante los meses de enero a marzo. Por otro lado, las temperaturas más bajas se registran en días de invierno, descendiendo a los 17 °C entre los meses de junio y octubre (Weather Spark, 2023).

1.3.2 *Flora y fauna*

El centro poblado de Simbilá comparte las características naturales con Catacaos y con las ciudades que son parte del bajo Piura, debido a que se encuentran en una región que presentan características de bosques secos tropicales. La flora incluye especies como el algarrobo, el zapote, el carrizo, los juncos, el algodón nativo, calabazas y variedades de frejol.

En cuanto a la fauna, se encuentran aves como el chilalo, la chiroca, putilla, huerequeque, choqueco, etc. Entre los reptiles, predominan el pacaso, las lagartijas, la iguana y serpientes como el macanche. Además, la zona alberga zorros costeños y ardillas huanchaco.

1.4 Principales actividades económicas productivas

La economía local se fundamenta en el comercio, agricultura y la alfarería.

1.4.1 *Comercio*

Según Tillman (2009), el comercio gira en torno a la venta de chicha de jora la cual alimenta los principales mercados de marisquerías locales, de Catacaos y de Piura. Esta actividad es administraba por las amas de casa de Simbilá y está sujeta a la demanda de producción de los alfareros y de la cantidad de maíz disponible, de manera que tienen una relación directamente proporcional. Además, otros recursos que forman parte de la economía local están vinculados con la fabricación de utensilios para la distribución de la chicha de jora, destacándose artículos como ollas de asiento, cacerolas, tiestos, cántaros, tinajas, jarras, tinajones, teteras, maceteros, entre otros.

1.4.2 *Agricultura*

Según Tillman (2009), el centro poblado de Simbilá surgió a raíz de la formación la asociación de campesinos dedicados al cultivo de algodón, y aunque en la actualidad se continúa cultivando esta planta de manera limitada, ya no tiene una presencia representativa en la localidad. Actualmente, las actividades agrícolas se han diversificado al cultivo variedades como maíz, arroz, frejol, zarandaja, etc.

1.4.3 *Alfarería*

La artesanía se fundamenta en la cultura y costumbres del bajo Piura, donde la producción de cantaros de barro y el consumo de chicha es parte de tradición familiar. La

actividad artesanal típica de Simbilá es la alfarería conformada por pequeños talleres que son administrados por el patriarca de la familia (Tillman, 2009).

Los productos artesanales son empleados para usos en la cocina, elaboración de chicha, y el transporte y conservación de líquidos; y se exponen a la venta a las afueras de las casas, de los cuales la mayoría terminan en una residencia denominada como “La casa del Alfarero” (figura 2), donde los turistas pueden adquirirlos y apreciar su elaboración.

Figura 2
Fotografía actual de la casa del alfarero

1.5 Conectividad

El principal eje de comunicación del centro poblado de Simbilá, es la carretera Piura-Catacaos, todas las principales avenidas y calles convergen a dicha vía. Actualmente, no se cuenta con un paradero para vehículos de transporte público, y la presencia de semáforos es inexistente, lo que dificulta el flujo de tráfico entre la zona A y zona B del área urbana antes mencionadas. Otra de las dificultades en el transporte se relaciona con la falta de pavimentación en las calles y avenidas, sumado a la ausencia de alcantarillas o puentes en puntos de intercepción con el principal eje de comunicación.

Simbilá tiene una ubicación privilegiada en lo que respecta a centros culturales y de recreación, ya que en sus alrededores se encuentran los principales parques acuáticos y de recreación de Piura. “El mirador” se encuentra al norte, y es un espacio de esparcimiento familiar que cuenta con un circuito de piscinas y ambientes recreativos para las familias Piuranas. Mientras que al sur de Simbilá se encuentra “Aquapark”, un centro de recreación que presta servicios muy similares al anterior.

Asimismo, al lado oeste del Asentamiento Humano Veinticuatro de Junio en Simbilá se cuenta con un tramo de trocha paralelo a un canal de riego, derivado del dren 1308. Esta vía sirve como conexión entre la zona urbana y los terrenos de cultivo.

Cabe mencionar que la salida de los pobladores hacia la vía Piura-Catacaos es a través de obras de arte provisionales tipo alcantarillas ubicadas en la intersección de las calles con una sección de canal sin revestir y en malas condiciones. Este dren se activa durante las temporadas de lluvia, funcionando como medio para evacuar las aguas de lluvia acumuladas en el área urbana de la zona B. Para el presente estudio este tramo de dren será denominado como “Canal Simbilá” a fin de diferenciarlo con otra estructura de nombre “Dren Simbilá” que se encuentra cercana a la zona de estudio.

En las figuras 3 y 4 se aprecia un cruce representativo del canal antes mencionado, donde se visualiza que la mayoría de los cruces donde se encuentran las alcantarillas, presentan acumulación de residuos sólidos y material de desmonte.

Figura 3

Estado del dren paralelo al eje de vía principal

Figura 4

Canal Simbilá en estado de colmatación

1.6 Instituciones básicas

Existen dos instituciones públicas que brindan servicio de educación primaria y secundaria, el colegio I.E 14031 y el COAR Deportivo de Piura, respectivamente. Además, cuenta con una posta médica para servicios básicos y un hospital privado del Perú que se ubica en la zona B de Simbilá; cabe recalcar que todas las instituciones mencionadas se ven afectadas por inundaciones provocadas por las temporadas de lluvia. En la tabla 3 y 4 se detallan las entidades mencionadas.

Tabla 3

Detalle de los centros educativos de Simbilá

Centros Educativos				
Código modular	**Nombre de I.E.**	**Nivel / Modalidad**	**Dirección de I.E.**	**Alumnos**
342758	14031	Primaria	Avenida Los Pinos S/N	397.0
3915098	Semillitas de Jesús	Inicial No Escolarizado	Calle E S/N	7.0
3017902	COAR Deportivo de Piura	Secundaria	Nuevo Catacaos Mz. B	-

Nota. Adaptado de Estadística de la Calidad Educativa del Ministerio de Educación (ESCALE), por Ministerio de Educación, 2023.

Tabla 4

Detalle de los centros médicos de Simbilá

Centros de Salud			
Código ubigeo	**Nombre**	**Nivel / Modalidad**	**Dirección**
200105	Hospital privado del Perú	II-1	Km 5+000 de la Carretera Piura - Catacaos, Centro poblado de Simbilá, Catacaos, Piura, Piura.
200105	Puesto de Salud E.S. Simbilá	I-2	Centro Poblado Simbilá, Catacaos, Piura, Piura.

Nota. Adaptado de Estadística de Establecimientos de Salud del MINSA, por el Ministerio de Salud [MINSA], 2023.

1.7 Estudios de vulnerabilidad

1.7.1 *Zonificación de las áreas de inundación*

La identificación de las zonas vulnerables a inundaciones resulta fundamental para evaluar los daños e implementar medidas de prevención y mitigación, especialmente cuando se llevan a cabo estudios hidrológicos centrados en el drenaje pluvial, como es el caso de la presente tesis.

Estas áreas vulnerables siempre permanecerán en zona de riesgo y sufrirán impactos ante cualquier factor climático que implique precipitaciones, lo que genera niveles significativos de preocupación en la población. Un ejemplo de esta vulnerabilidad en Simbilá se evidencia en las viviendas de los alfareros, las cuales están construidas principalmente con materiales como quincha y barro, y solo en algunos casos se utiliza albañilería confinada. Esto indica que las zonas de taller de alfarería están expuestas a las lluvias y al riesgo de inundaciones, lo que ya ha resultado en pérdida de hornos, materia prima y producción de artesanías.

Esto se refleja en el informe Cabrera (2023) presentado a través de un vídeo en su canal de YouTube, se evidencian las repercusiones ocasionadas por las lluvias de intensidad moderada en Simbilá y sus alrededores durante el mes de abril del año 2023. Además, se observa que la ausencia de un sistema de drenaje pluvial en la zona, combinado con la carencia de sistemas de desagüe, conlleva a que las familias de esta comunidad se vean afectadas y enfrenten una crisis sanitaria debido a la aparición de aguas estancadas y la presencia de aguas pluviales contaminadas (figura 5).

Figura 5

Evidencia de inundaciones causadas por el Ciclón Yaku en Simbilá

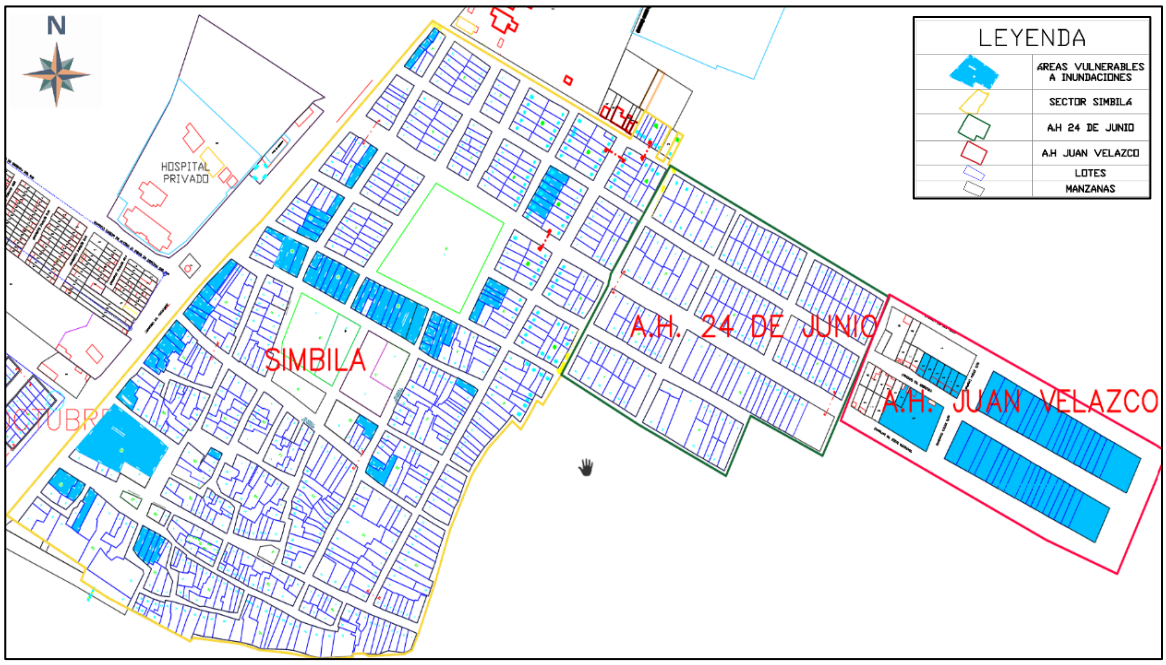
Nota. Adaptado de Tragedia y esperanza en Simbilá tras la tormenta eléctrica, por Cabrera, 2023, YouTube.

Por este motivo, se presenta en la figura 6 un recorte del plano catastral de Simbilá, proporcionado la municipalidad de Catacaos, el cual señala que los lotes y manzanas

sombreadas no son habitables, ya que se encuentran ubicados en zonas de cuencas ciegas identificadas en acontecimientos pasados de lluvias e inundaciones. Está distribución de zonas vulnerables permiten determinar los puntos propensos a inundaciones en el centro poblado, lo que a su vez orienta a plantear posibles soluciones.

Figura 6

Zonas inundables del Centro Poblado Simbilá



Nota. Adaptado del Plano catastral del distrito de Catacaos, por Municipalidad distrital de Catacaos, 2023.

1.7.2 *Enfermedades y plagas producidas por las inundaciones*

A nivel de la región Piura el fenómeno de El Niño costero del año 2017 trajo como consecuencia registros de casos de Zika, más de 43 mil casos de dengue, plagas de insectos y roedores, y en los refugios que se habilitaron temporalmente para los afectados de las inundaciones se evidenció una gran cantidad de niños con anemia. Esta crisis sanitaria fue compartida por todas las zonas inundadas, tal como es el caso de Simbilá (Gestión , 2017).

Capítulo 2
Marco teórico

2.1 Fenómenos Climáticos

El cambio climático, definido como la evolución del clima por efectos de actividades humanas que alteran a escala mundial la estructura atmosférica, la vida silvestre y las reservas naturales (Días, 2012), ha dado lugar a fenómenos climáticos extremos. Estos fenómenos son considerados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), como variaciones climáticas anómalas identificadas a partir del cambio medio de variables climáticas. Esta perspectiva se respalda con la explicación de Miller (2007) en su obra "Ciencia Ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral", donde define al cambio climático global como cualquier tipo de trastorno climatológico significativo.

En el Perú, particularmente en las ciudades del norte, estos fenómenos se han manifestado a través de eventos climáticos como El Niño Oscilación Sur y El Niño Costero, los cuales han tenido un impacto notable en la región.

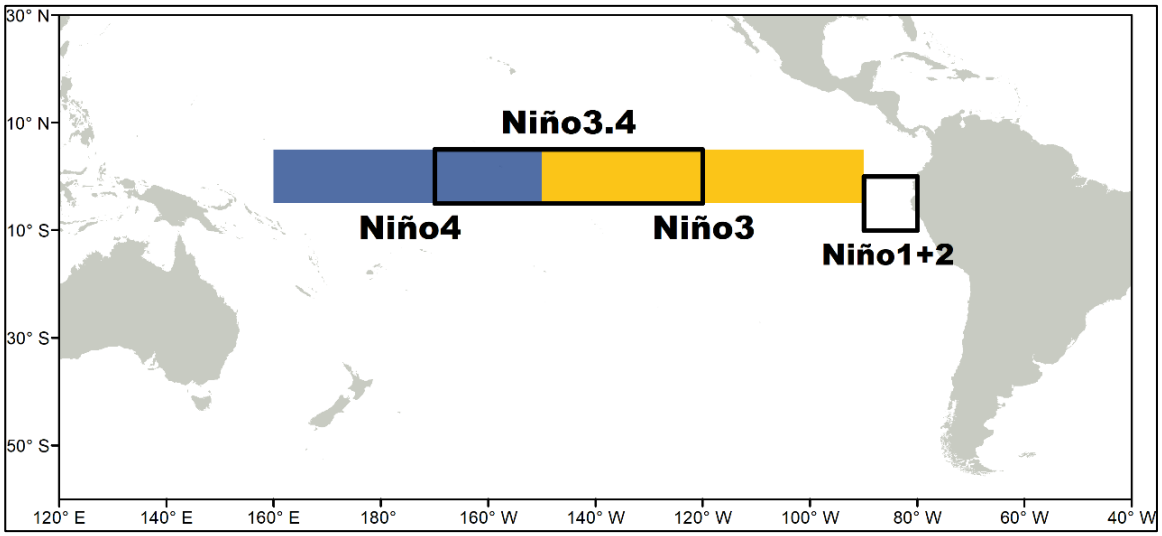
2.1.1 *ENOS (El Niño Oscilación Sur)*

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es un evento natural en el interfaz de cambio de presión de los centros de acción del planeta (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2014), y se relaciona con la correlación de las variaciones de presión atmosférica llamada "índice de Oscilación Sur", la cual se presenta entre el Pacifico oriental y occidental. Según Takahashi (2017), esto ocurre cuando alguna de las corrientes oceánicas tiene mayor intensidad, en el caso del ENSO, cuando su corriente oceánica cálida es fuerte, la cual conlleva a que se produzca un calentamiento anómalo a lo largo de la línea ecuatorial.

En el Perú el organismo encargado de dar soporte multidisciplinario al programa de estudio del Fenómeno del Niño es el Estudio Nacional del Fenómeno del Niño (ENFEN), entidad responsable de dar seguimiento, analizar y alertar a las diferentes instituciones del estado para establecer medidas de prevención de riesgos frente a este fenómeno y sus variantes. Mientras que, a nivel mundial, este evento es monitoreado por la Comisión Permanente del Pacifico Sur (CPPS) y la National Oceanic and Atmospheric Administración (NOAA), quien ha dividido en 4 cuadrantes de monitoreo al ecuador del pacifico, tal como se muestra en la figura 7 (National Weather Service Climate Prediction Center [NCEP], 2023).

Figura 7

Cuadrantes de monitoreo del ENOS



Nota. Tomado de El Niño Oscilación Sur, por Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), 2018.

2.1.2 *El Niño Costero*

Es un calentamiento climático que se origina en la zona Niño 1+2, entre la zona norte de Perú y sur de Ecuador (figura 7), su medio de origen es la debilitación de los vientos alisios sur y el desequilibrio banda lluviosa de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)[1] hacia el sur.

El enlace de estos eventos, junto con la radiación solar, generan un efecto llamado "wind -evaporation-SST (WES) feedback", que altera el proceso de interacción natural entre el océano y la atmósfera. En otras palabras, facilita la llegada de la corriente de El Niño a las costas sudamericanas, provocando un aumento en la temperatura del agua del mar y la tasa de evaporación. Esto, a su vez, resulta en lluvias a corto plazo, que se activan junto con las condiciones estacionales del año, tal como se evidenció en los FEN costeros de los años 1925 y 2017 (Takahashi, 2017).

2.1.3 *El Ciclón Yaku*

Un ciclón es una depresión tropical que de acuerdo con su magnitud puede ser tormenta o huracán, su forma de giro depende del hemisferio donde se forme (Días, 2010). En referencia a Yaku el Servicio de Meteorología e Hidrología del Perú considera que la gran formación de masa de aire mostró características tropicales desordenadas y un patrón de sentido de giro horario. Actualmente está en proceso de estudio, pero se tiene como

[1] La ZCIT es una franja ecuatorial donde las masas de aire del hemisferio sur y hemisferio norte se encuentran y generan un cinturón de bajas presiones en la región, lo que crea sistemas climáticos y patrones de lluvia importantes en áreas cercanas al ecuador.

principales coautores a el calentamiento superficial del mar y a la ZCIT (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2023).

2.2 Conceptos hidrológicos

El diseño de obras hidráulicas para sistemas de drenaje de aguas pluviales en áreas urbanas implica realizar un análisis probable de las situaciones a las que el sistema estará sometido y con ello estimar parámetros clave para su diseño, mediante la recopilación de información pluviométrica de registros históricos y utilizando conceptos teóricos y estadísticos.

Cabe indicar que de acuerdo con el SENAMHI (2023), actualmente existen más de 900 estaciones meteorológicas e hidrológicas que operan en el Perú.

En este contexto, es fundamental tener una compresión clara y precisa de los conceptos hidrológicos. Por lo tanto, en la presente tesis se abordarán los conceptos teóricos y técnicos necesarios para desarrollar eficazmente los objetivos de diseño de las redes de drenaje pluvial urbano.

2.2.1 *Parámetros morfológicos*

2.2.1.1 Cuenca. Es la región de la superficie terrestre delimitada por condiciones topográficas llamadas divisorias de aguas. Estas regiones, al recibir precipitaciones, conducen el agua hacia un punto común, corriente o curso de agua, lo que contribuye a generar características propias en cada zona.

Las cuencas se categorizan según su escala territorial en tres tipos: oceánicas, hidrográficas y urbanas. Sin embargo, en este estudio nos concentraremos únicamente en las dos últimas.

2.2.1.1.1 ***Cuenca Hidrográfica.*** Es una cuenca que está formada por ramificaciones de cursos de aguas, que confluyen hacia una matriz efluente de descarga. Es fundamental para la planificación de la gestión y administración de recursos hídricos. En el Perú la delimitación de este tipo de cuencas se encuentra en la carta nacional de cuencas hidrográficas. Sin embargo, esta delimitación está sujeta a necesidades de evaluaciones sectoriales mediante el uso de programas de Sistemas de Información Geográficos (SIG) (Vásconez, et al. 2019).

2.2.1.1.2 ***Cuencas Urbanas.*** Son parte de las cuencas hidrográficas, cuyas áreas han manifestado cambios en la superficie que afectan en procesos naturales como la filtración, densidad de bosque, trayectoria de drenaje, entre otros. Estos cambios son consecuencia de la evolución dinámica y las perturbaciones derivadas de los impactos de urbanización y las actividades del hombre.

2.2.1.1.3 ***Pendiente de las cuencas.*** Es una característica física que depende de la topografía del terreno y representa la inclinación de la cuenca respecto a la horizontal.

Además, determina geométricamente la dirección de gotas entre la superficie e influye sobre la velocidad del flujo para la disipación de energía cinética de los suelos.

Matemáticamente está definida por la siguiente ecuación:

$$s(\%) = \frac{CM - CI}{L} * 100 \quad (1)$$

Donde:

CM : Cota mayor de la cuenca.

CI : Cota menor de la cuenca.

L : Longitud aproximada del recorrido de la línea de drenaje de la cuenca.

2.2.1.2 Infiltración. Es el proceso de penetración del agua en el ciclo de flujo superficial, y se evalúa mediante la tasa de infiltración. Este proceso involucra diferentes factores, tales como la cubierta vegetal, las características superficiales del suelo, su estratigrafía, la porosidad, la conductividad hidráulica y el nivel freático.

2.2.1.2.1 ***Vegetación.*** Es la superficie en volumen de las plantas que cubren un área específica, y también sirve como medio para controlar la escorrentía al retener y almacenar el agua de lluvia mediante dos procesos: el escurrimiento cortical y la trascolación. En el escurrimiento cortical, las hojas y ramas de las plantas absorben las primeras gotas de lluvia, y una vez saturadas, el agua escurre a lo largo de los troncos y ramas en lugar de caer directamente al suelo. Esto da lugar a la trascolación, donde el agua acumulada en las hojas forma gotas más grandes que caen lentamente al suelo (Becerra, 2020).

Ambos procesos aumentan la capacidad de la infiltración del suelo debido a la baja velocidad de las gotas de lluvia al caer directamente a la superficie, lo cual es importante para reducir el riesgo de inundaciones.

2.2.1.2.2 ***Tasa de Infiltración.*** Es la velocidad a la que el agua penetra en el suelo desde la superficie, la cual se mide en pulgadas por hora o centímetros por hora. Para el cálculo de la infiltración existe varios métodos disponibles, tales como la Ecuación de Horton, Ecuación de Philip, Método de Green-Ampt, Método de Green-Ampt de dos capas, Modelo de Holtan, Modelo del United States Army Corps of Enginineers, Número de Curva (CN). Sin embargo, en esta investigación nos enfocaremos únicamente en el último método mencionado.

2.2.1.2.3 ***Modelo del número de curva del USDA SCS(CN).*** Este modelo permite estimar la escorrentía de manera muy aproximada al analizar un decrecimiento exponencial de la infiltración durante la precipitación, desde un valor inicial máximo hasta un valor final mínimo. La aplicación del modelo Número de Curva (CN) permite obtener estimaciones muy

aproximadas de la escorrentía superficial, y la data de valores pueden ser acumulados o variables a lo largo de la duración de tormenta.

Martines (1999), sostiene que este modelo se basa en el principio de continuidad relacionando la precipitación con la escorrentía, lo que permite descomponer el evento de precipitación total (P) en tres componentes principales: la cantidad de lluvia efectiva o escorrentía directa (P_e), la capacidad de retención que satura la capa más superficial del suelo (I_a) y el agua que se infiltra a medida que se produce la escorrentía (F_a), tal como se muestra en la ecuación (2).

$$P = P_e + I_a + F_a \tag{2}$$

En la figura 8 se ilustra el proceso del modelo del número de curva a lo largo del tiempo, de donde se deriva la siguiente ecuación.

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \tag{3}$$

Donde S representa la máxima capacidad de infiltración de la escorrentía, y luego de relacionar y resolver las ecuaciones (2) y (3), la expresión de la cantidad de lluvia efectiva queda definida como:

$$P_e(mm) = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \tag{4}$$

Esta ecuación (4) se resuelve considerando que el valor de I_a se estima en $0.2S$, la precipitación total debe ser mayor a $0.2S$ y el valor de S para suelos totalmente permeables es 100, y 0 para suelos impermeables. De manera que la ecuación anterior se simplifica en:

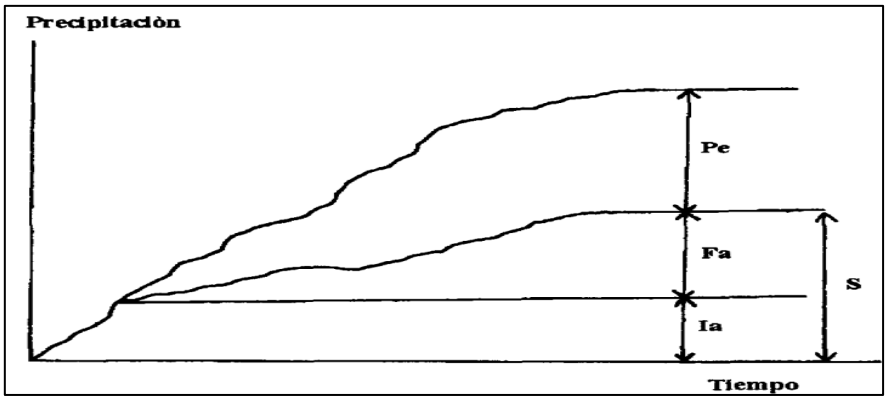
$$P_e(mm) = \frac{(P - 0.2S)^2}{P - 0.8S} \tag{5}$$

Con esta última ecuación se ha desarrollado el concepto de Curva Número para limitar la variabilidad del parámetro S al realizar un proceso de cambio de variable. El valor de CN es un número adimensional que tiene los mismos principios de existencia de S, por lo que la ecuación que define el modelo de CN se muestra en la ecuación (6).

$$CN = 25.4\left(\frac{100}{CN} - 10\right) \tag{6}$$

Figura 8

Modelo conceptual del CN



Nota. Tomado de Simulación y comprobación experimental de la escorrentía superficial en pequeñas cuencas no aforadas mediante modelos distribuidos implementados sobre SIG (p.69), por Martines, 1999.

Los valores de Curva Número varían según el uso de la tierra y el tipo de suelo. En el Perú, el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC) emplea 4 grupos de suelos, los cuales se basan en investigaciones realizadas por el Soil Conservation Service (SCS) de Estados Unidos. Estos grupos son los siguientes:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Estos valores se miden en porcentaje y pueden ser combinados a criterio y justificados de acuerdo con los tipos de usos que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II. Ia =0.2S)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada					
Sin tratamiento de conservación		72	81	88	91
Pastizales					
Con tratamiento de conservación		62	71	78	81
Condiciones pobres		68	79	86	89
Condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques					
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas		45	66	77	83
Cubierta buena		25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf,					
Óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más.		39	61	74	80
Condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial					
Tamaño promedio del	**Porcentaje promedio impermeable**				
1/8 acre o menos	65%	77	85	90	92
1/4 acre	38%	61	75	83	87
1/3 acre	30%	57	72	81	86
1/2 acre	25%	54	70	80	85
1 acre	20%	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

Nota. Tomada de Hidrología aplicada (p. 154), por Chow, et al., 1994, McGraw-Hill.

2.2.2 *Parámetros para la determinación del caudal de diseño*

2.2.2.1 Caudal de diseño- Método Racional. Es uno de los métodos más antiguos para determinar el caudal máximo de escorrentía de una cuenca y es empleado en el diseño de sistemas agrícolas y de drenaje.

La propuesta de este método consiste en plantear una proporcionalidad entre el caudal máximo y la intensidad de lluvia, donde dicho caudal máximo se dará cuando la duración de la tormenta sea igual al tiempo de concentración de la cuenca, y esto sucede cuando toda la cuenca contribuye de manera constante con el caudal en un mismo punto de salida (Chiarito, et al. 2018).

Por otra parte, el MVCS (2006) a través de la "Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano", plantea que este método puede ser aplicado para pequeñas cuencas cuyas superficies sean menores a 13 km^2, y que en caso contrario se utilicen métodos de simulación. Cabe mencionar que la formulación del caudal de diseño según el método racional varía de acuerdo con las unidades de sus parámetros, y para el caso de esta tesis se utilizará la expresión de la ecuación (7).

$$Q = 278 * \frac{C.I.A}{1000^2} \tag{7}$$

Donde:

C : Coeficiente promedio de escorrentía, valor adimensional.

I : Intensidad de lluvia de diseño en mm/h.

A : Área de drenaje de la cuenca en m^2

2.2.2.2 Coeficiente de escorrentía. Determina la cantidad de escorrentía que se puede generar en una cuenca y depende de varios factores, como el tipo de tormenta (lluvia, nieve, o granizo), las características de la superficie, el periodo de retorno y las proyecciones futuras del terreno. Este parámetro es adimensional y representa una fracción de la precipitación total que llega al cauce de evacuación, además establece una relación entre el volumen de escorrentía superficial y el volumen precipitado total (MVCS, 2006).

El coeficiente de escorrentía comprende valores entre cero y uno, y pueden variar de acuerdo con el tipo de superficie y el periodo de retorno. Los detalles se muestran en las tablas 6 y 7.

Tabla 6

Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	**Máximo**
Zona comercial	0.70	0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50	0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30	0.50
Zonas residenciales	0.40	0.60
Zonas residenciales	0.60	0.75
Zonas residenciales	0.25	0.40
Zonas industriales espaciales	0.50	0.80
Zonas industriales densas	0.60	0.90
Parques	0.10	0.25
Zonas deportivas	0.20	0.35
Estaciones e infraestructuras varias de ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles asfaltadas	0.70	0.95
Calles hormigonadas	0.70	0.95
Calles con adoquines	0.70	0.85
Aparcamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0.05	0.10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0.10	0.15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0.15	0.20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0.13	0.17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0.18	0.22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0.25	0.35

Nota. Adaptado de Fundamentos de Hidrología de Superficie (p.210), por Aparicio, 1999, Grupo Noriega Editores.

Tabla 7

Coeficiente de escorrentía para zonas urbanas de acuerdo con el periodo de retorno

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**500**
Zonas urbanas							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Cemento, tejados	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (césped, parques, etc.)							
Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)							
Pendiente baja (0-2%)	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Pendiente media (2-7%)	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente alta (>7%)	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)							
Pendiente baja (0-2%)	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Pendiente media (2-7%)	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente alta (>7%)	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cobertura vegetal superior al 75% de la superficie)							
Pendiente baja (0-2%)	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Pendiente media (2-7%)	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente alta (>7%)	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Nota. Tomado de Hidrología aplicada (p. 511), por Chow, et al., 1994, McGraw-Hill.

2.2.2.3 Intensidad de Precipitación. Es una característica de la precipitación cuyos efectos son de evidencia rápida cuando se produce una tormenta (Maderey, 1980). Este parámetro es fundamental para la estimación de los caudales de las cuencas, y se obtiene del análisis de las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).

Usualmente se le denomina intensidad promedio para un área específica, cuyo valor representa un punto más crítico, ya que la distribución de la precipitación no es uniforme y depende tanto del tiempo de concentración como del periodo de retorno evaluado. Las intensidades máximas se estiman a partir de las precipitaciones máximas de 24 horas para cada periodo de retorno.

2.2.2.4 Periodo de retorno (T). Se define como el tiempo necesario para que un evento específico vuelva a repetirse, ya sea con igual o mayor intensidad. Esta medida permite estimar la vida útil y serviciabilidad de la infraestructura para un periodo de vida útil de "*n*" años, considerando eventos anuales independientes.

Para establecer el periodo de retorno adecuado para el diseño, es necesario analizar la relación entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la obra y el nivel de riesgo de falla admisible (R). Este último se puede calcular a partir de la ecuación (8), presentada en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" por el MTC. Es importante tener en cuenta que esta ecuación está sujeta a factores sociales, económicos y demográficos, tal como se indica en la tabla 8.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{n} \tag{8}$$

Donde:

R: Riesgo de falla admisible

T: Periodo de retorno (años)

n: Periodo de vida útil (años)

Tabla 8

Riesgo admisible para diferentes tipos de obras hidráulicas

Tipo de Obra	Riesgo admisible (%)
Puentes	22
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	39
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua en cunetas	64
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	64
Subdrenes	72
Defensar rivereñas	22

Nota. Tomado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.25), por MTC, 2012.

2.2.2.5 Tiempo de concentración. Este término se define como el tiempo que tarda en recorrer la gota de agua más alejada para llegar al punto de salida más bajo de una cuenca. Sin embargo, esto es solo posible para condiciones de lluvia constante y con evidencia de que la capacidad de infiltración sea menor a la tasa de precipitación, permitiendo que el agua fluya superficialmente (flujo terrestre hortoniano). Por ello, en los sistemas de drenajes urbanos, se compone en dos partes: el tiempo en el que discurre el fluido hacia la red de captación (t_0), y

el tiempo de traslado del fluido encausado en las estructuras de alcantarillado hasta el punto de salida (t_f), tal como se muestra en la ecuación (9).

$$t_c = t_0 + t_f \quad (9)$$

El tiempo de concentración puede definirse también como el tiempo requerido para obtener caudales máximos. Su valor más crítico es la duración más baja de las curvas de IDF, dado que la duración de la tormenta está relacionada inversamente con la intensidad. Además, el MVCS (2006) en la "Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano", ha limitado este a valor a 10 minutos.

A continuación, en la tabla 9, se presentan algunas fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración en las cuencas.

Tabla 9

Métodos de cálculo del tiempo de concentración

Método y fecha	Fórmula para t_c (minutos)	Observaciones
Kirpich (1940)	$t_c = 0.019477.L^{0.77}.S^{-0.385}$ L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S= Pendiente promedio de la cuenca, m/m	Desarrollada a partir de información SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10 %). Para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4, mientras que para canales de concreto se debe multiplicar t_c por 0.2. Para flujo superficial en suelo o en cunetas no se debe hacer ningún ajuste.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195.\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$ L = Longitud del cursor de agua más largo, m. H = Diferencia de nivel entre la divisora de aguas y la salida, m.	Es la ecuación de Kirpich desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525.(0.0000267i+c).L^{0.33}}{S^{0.333}i^{0.667}}$ i = Intensidad de lluvia, mm/h. c = Coeficiente de retardo. L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = Pendiente promedio de la cuenca, m/m.	Los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.007 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto, y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto. Es una ecuación cuya solución requiere de procesos iterativos, y se debe tener en cuenta que el producto de de i por L debe ser menor o igual que 3800.

Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035.\frac{(1.1-C).L^{0.50}}{S^{0.333}}$ C = Coeficiente de escorrentía del método racional. L = Longitud del flujo superficial, m. S = Pendiente de la superficie, m/m.	Desarrollada de información sobe el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Enginineers. Tiene como finalidad ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.
Ecuación de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) Aron y Enborge (1973)	$t_c = \frac{7.L^{0.6}.n^{0.6}}{I^{0.4}.S^{0.3}}$ L = longitud de flujo superficial, m. n = Coeficiente de rugosidad de Manning. I = Intensidad de lluvia, mm/h. S = Pendiente promedio del terreno, m/m.	Es una ecuación para flujo superficial desarrollada a partir del análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial. Este método requiere iteraciones debido a que tanto I como t_c son desconocidos.
Ecuación de retardo CSC (1973)	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN}-9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ L = Longitud hidráulica de la cuenca de mayor trayectoria de flujo, m. CN = Número de curva CSC. S = Pendiente promedio de la cuenca, m/m.	Ecuación desarrollada por el Soil Conservation Service (SCS) a partir de información de cuencas de uso agrícola, y ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha. Se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada. Para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación, por ello se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies.

Nota. Adaptado de Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (p.39), por MTC, 2012.

2.2.2.5.1 ***Tiempo de flujo (t_f).*** Es la duración que la gota de agua necesita para recorrer las tuberías de alcantarillado, y su trayectoria de recorrido es determinada a partir de las características de diseño de la red de drenaje. El tiempo es estimado a partir de:

$$t_f = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{V_i} \qquad (10)$$

Donde:

L_i : Longitud de la trayectoria (m).

V_i: Velocidad de flujo en las estructuras de alcantarillado (m/s).

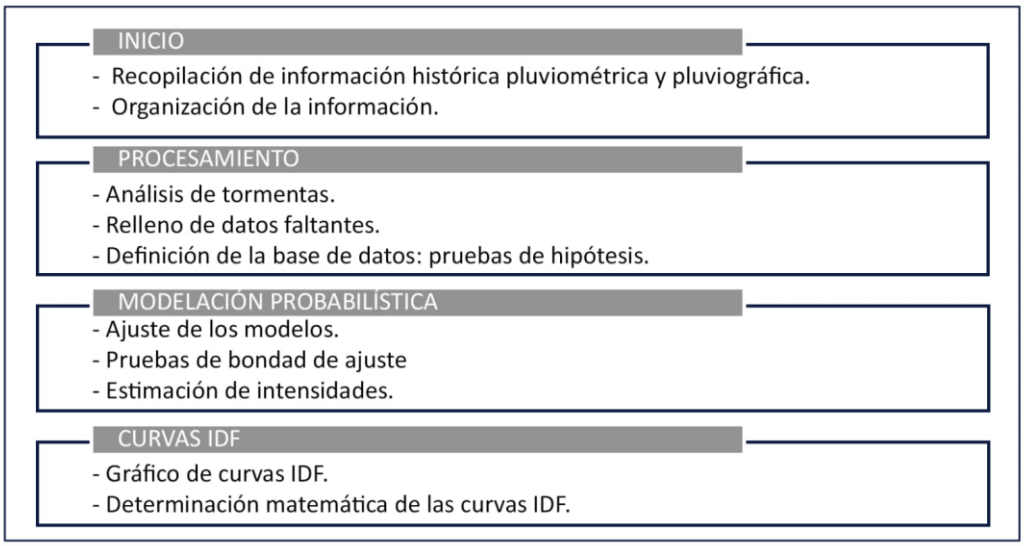
2.2.3 *Parámetros para el estudio de tormentas de diseño*

2.2.3.1 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF). Son gráficos de modelos fundamentados en el Factor de Frecuencia Normal de Chow, et al. (1994). Relacionan la intensidad, duración y frecuencia con la que la lluvia se puede presentar. Es decir, con los parámetros de intensidad y duración que se pueden obtener mediante registros pluviográficos se puede determinar la probabilidad de ocurrencia de la lluvia para un determinado lugar.

El proceso de desarrollo de las curvas IDF requiere conocer diferentes componentes hidrológicos y generalmente sigue cuatro etapas: inicio, procesamiento, modelación probabilística y representación gráfica de curvas IDF (figura 9).

Figura 9

Secuencia para determinar las curvas IDF



Nota. Tomado de Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City (p.2), por Farías y Ruiz, 2018, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.

2.2.3.2 Ecuación I-D-F para la ciudad de Piura. Fue generada a partir de investigaciones relacionadas a la metodología de determinación de curvas IDF para la ciudad de Piura, considerando la presencia recurrente de Fenómenos El Niño (FEN), ya sea de carácter global (ENSO) o costero. Esta ecuación es una expresión general para la intensidad de lluvia, la cual está en función de la duración de la lluvia y el periodo de retorno de la ciudad de Piura, y fue determinada en las investigaciones realizadas por Farías y Ruiz (2018), basándose en el

"Estudio Comparativo de Relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia" realizado por Varas y Farias (2000).

A partir de esto, Farías y Ruiz (2018) propusieron a partir de la matriz de intensidades para la ciudad de Piura (tabla 10), determinar una sola expresión para toda la familia de curvas IDF, definida como:

$$i_t^T = \frac{\alpha(T)}{(t+b)^c} \tag{11}$$

Para ello, utilizaron preliminarmente la ecuación (12) de intensidad de lluvia propuesta por la American Society of Civil Engineers (ASCE), y ajustaron los parámetros *a*, *b* y *c* de acuerdo con su periodo de retorno, obteniendo valores de *b* =75 y *c*= 0.912. Con estos valores establecidos para todos los periodos de retorno, el denominador de la ecuación (11) queda expresado en la ecuación (13).

$$\mathrm{i}_\mathrm{t}^\mathrm{T} = \frac{\mathrm{a}}{(\mathrm{t}+\mathrm{b})^\mathrm{c}} \tag{12}$$

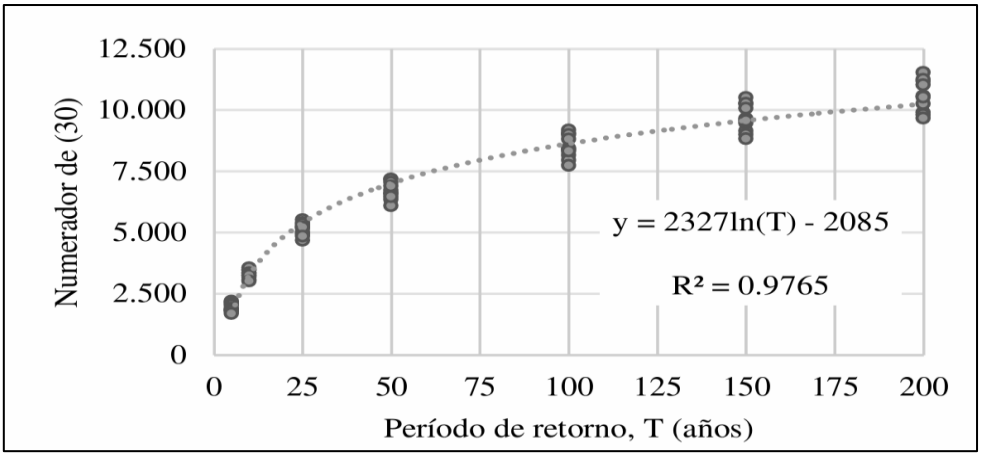
$$(t+b)^c = (t+75)^{0.912} \tag{13}$$

Para establecer la expresión del numerador de la ecuación (11) en función del periodo de retorno Farías y Ruiz (2018) realizaron una estimación a partir del producto de la matriz de intensidades máximas (tabla 10) por el denominador calculado en la ecuación (13) y ajustando una expresión matemática a dichos valores (figura 10), lo que resultó en un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.9765$ y la siguiente expresión:

$$\alpha(T) = i^T{}_t * D = 2327\ln(T) - 2085 \tag{14}$$

Figura 10

Ajuste del numerador de la ecuación IDF en función del periodo de retorno



Nota. Tomado de Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City (p.9), por Farías y Ruiz, 2018, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.

Tabla 10

Matriz de precipitaciones e intensidades máximas anuales en función de la duración y el periodo de retorno T

T (años)	P máx. día (mm)	i10	i15	i60	i120	i360	i720	i1440
5	48.5	37.8	35.3	22.8	15.5	7.2	4.0	2.1
10	90.6	59.6	59.6	26.8	24.9	13.1	7.3	3.8
25	147.5	88.9	88.9	555.8	37.9	20.9	11.8	6.1
50	196.9	113.3	113.3	71.9	49.4	27.6	15.6	8.1
100	254.1	140.3	140.3	90.2	62.8	35.2	19.9	10.5
150	291.9	157.6	157.6	102.0	71.6	40.2	22.7	12.0
200	321.0	170.5	170.5	110.9	78.4	44.0	24.9	13.2

Nota. Tomado de Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City (p.9), por Farías y Ruiz, 2018, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.

Finalmente, la ecuación de curvas IDF para la ciudad de Piura[2] quedó definida como:

$$i_t^T = \frac{2327 \ln(T) - 2085}{(t+75)^{0.912}} \quad (15)$$

2.2.3.3 Tormenta de Diseño. Según Centro de la Región Semiárida del Instituto Nacional del Agua de Argentina (2018), la tormenta de diseño es un evento de precipitaciones con alta tasa de probabilidad de ocurrencia basado en análisis estadísticos de datos pluviógrafos históricos, y está predeterminado para diferentes duraciones y frecuencias. Las tormentas de diseño se pueden representar mediante un hietograma de diseño que resume la altura máxima y la distribución de la precipitación a lo largo de la duración de la tormenta, y partir de este modelo hipotético complementado con modelos de escorrentía finalmente se puede estimar los caudales de diseño.

2.2.3.4 Hietograma de Diseño. Es una representación gráfica de la distribución temporal de la intensidad de lluvia, y fueron empleados por primera vez por Soil Conservation Service (SCS), del departamento de agricultura de Estados Unidos (1986) con la finalidad de

[2] Ecuación (15) tomada de de Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City, por Farías y Ruiz, 2018, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.

sustituir los caudales máximos de tormenta usando distribuciones sintéticas. Estos gráficos provenientes de series estadísticas representan el desarrollo de tormentas en función del tiempo, y se representan mediante barras. Además, son distribuciones promedio ya que no evidencian cambios bruscos respecto a las lluvias observadas (Chow, et al. 1994).

Los hietogramas de diseño permiten obtener un flujo no permanente en la evaluación de caudales, lo que contribuye a determinar perdidas o excesos de energía en la modelación numérica de obras hidráulicas. Por ello, para determinar los hietogramas de diseño de esta tesis se empleará el método de bloque alterno, el cual se detallará en apartados posteriores.

2.2.3.4.1 ***Método del Bloque Alterno***. Es una forma simplificada de graficar el hietograma teniendo como base las curvas IDF. El proceso consiste en elaborar barras que representan la profundidad de precipitación a lo largo de "n" intervalos, cada uno con una duración de Δt, durante una tormenta de duración total $T_d = n\Delta t$. Cabe recalcar que los intervalos de duración están restringidos por la norma peruana a 10 minutos como mínimo.

La distribución de barras, según refieren Chow, et al. (1994), empiezan con la determinación de las intensidades Δt, $1\Delta t$, $2\Delta t$, Δt,…, $n\Delta t$, cuyos valores se determinan a partir de la fijación de un periodo de retorno. Del mismo modo, la profundidad de precipitación se obtiene al multiplicar la intensidad y la duración, y los resultados son ordenados en orden decreciente hacia la izquierda y derecha tomando como centro el valor máximo de precipitación.

2.3 Conceptos hidráulicos

2.3.1 *Parámetros de conducción de flujo*

2.3.1.1 Número de Froude. Es el valor adimensional que relaciona las fuerzas inerciales y las fuerzas de gravedad actuantes en un fluido. Se expresa de la siguiente manera:

$$N = \frac{F_{inercia}}{F_{gravedad}} = \frac{V}{\sqrt{g * h}} \qquad (16)$$

Donde:

N : Número de Froude.

V : Velocidad del fluido ($\frac{m}{s}$).

g : Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$).

h : Profundidad media o tirante (m).

La evaluación del número de Froude es un indicador del comportamiento de las líneas de flujo en las secciones asignadas al modelo del software SWMM que se empleará en este estudio, y cuenta con la siguiente clasificación:

- $N < 1$: lento o subcrítico

- $N = 1$: crítico
- $N > 1$: torrencial o supercrítico

2.3.1.2 Número de Reynolds. Analiza el comportamiento del movimiento del fluido relacionando las fuerzas inerciales con la viscosidad cinemática. Su determinación clasifica al fluido en laminar, transitorio y turbulento (tabla 11). Su ecuación es la siguiente:

$$R_e = \frac{D.v}{\frac{\mu}{\rho}} \tag{17}$$

Donde:

R_e : Numero de Reynolds

D : Diámetro de la tubería (m)

v : Velocidad del fluido (m/s)

μ : Viscosidad dinámica (kg.seg/m^2)

ρ : Densidad del líquido (kg/m^3)

Tabla 11

Clasificación de flujo según el número de Reynolds

Número de Reynolds	Clasificación del flujo
Re <2000	Laminar
2000 ≤Re ≤ 4000	Transición
Re>4000	Turbulento

Nota. Adaptado de Hidráulica de canales abiertos (p.5), por French, 1998, McGraw-Hill.

2.3.1.3 Radio Hidráulico. Es también conocido como la profundidad hidráulica, y es la relación del área transversal de la sección del conducto y el perímetro mojado.

$$R_h = \frac{Área\ de\ la\ sección}{Perimetro\ mojado} \tag{18}$$

2.3.1.4 Flujo uniforme. Es una condición de flujo en un conducto o canal abierto en la que las propiedades hidráulicas, como la profundidad, velocidad y sección transversal permanecen constantes. Lo que significa que no hay variaciones en el caudal ni en las dimensiones de la sección transversal del conducto o canal en la dirección del flujo. Se puede clasificar en dos tipos: flujo uniforme permanente y flujo uniforme variable. El flujo uniforme permanente se considera cuando los parámetros que componen el caudal en el canal no

cambian, es decir; la velocidad, tirante y pendiente no cambian para un determinado tiempo y espacio. Es común en los canales de sección abierta.

El flujo uniforme variable ocurre cuando el nivel del agua varía en tramos de las secciones de un canal o ducto, estos cambios van desde pequeñas curvaturas hasta oleajes o resaltos hidráulicos. Esto significa que, aunque las propiedades hidráulicas como la velocidad o profundidad permanecen constantes a lo largo de la sección, estas pueden cambiar con el tiempo.

2.3.1.5 Modelo de Onda Cinemática. Es una simulación conceptual para el transporte del fluido y se basa en los principios de conservación de masas y en la ecuación de continuidad, en cada uno de los conductos, convirtiéndola en una herramienta para el modelado de escorrentía (Zimmermann, 2015).

El caudal máximo que puede influir por el interior de un conducto es el caudal a tubo lleno que se determina con la ecuación de Manning, donde los excesos de caudal se pierden del sistema o es estancado en la entrada del nudo para que posteriormente pueda entrar en el sistema cuando la capacidad del conducto lo permita.

Este modelo puede realizar simulaciones con diferentes caudales y secciones, y se adecua a características de flujo variable. Sin embargo, se limita a evaluar pérdidas de energía en las secciones de conducción, estaciones de registro y cambios de sección, ni considera efectos como el resalto hidráulico y el flujo inverso o presurizado. Los resultados de la simulación son de rápido procesamiento, pero se debe tener cuidado con los valores de Numero de Froude, ya que deben ser menores que uno y las fuerzas de fricción deben ser mayores a la depresión del conducto.

2.3.1.6 Modelo de Onda Dinámica. Este modelo de transporte de escorrentía es matemáticamente más exacto que el de onda cinemática, ya que incluye las pérdidas hidráulicas, resuelve totalmente las ecuaciones de Saint Venant e incluyen las fórmulas de Darcy Weissbach y Hazen-William. Estas ecuaciones se resuelven mediante los principios de continuidad y conservación de movimiento en los tramos de los conductos y nodos (buzones de mantenimiento, almacenamiento, etc.)

Este modelo permite el levantamiento de observaciones del flujo para diferentes caudales y a través de la ecuación de Manning estimar valores del flujo. Además, este modelo ayuda a evitar que se exceda la capacidad máxima de la tubería y evidencia la inundación tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento de los conductos (sección disponible) y nodos.

Asimismo, puede contemplar pérdidas en las entradas y salidas de los registros, de la carga en líneas de succión e inspiración, y de los accesorios bombas hidráulicas; y efectos como el resalto hidráulico, el flujo inverso y presurizado. Debido a que resuelve simultáneamente los niveles de agua en los nodos y los caudales en las conducciones pueden

aplicarse para cualquier tipo de configuración de red de saneamiento (Academia Ingnova, 2011).

2.3.1.6.1 ***Ecuación de Darcy Weissbach.*** Es una fórmula para el cálculo de pérdida de fricción y tiene un sustento de cálculo más complejo, lo que conlleva a obtener resultados más exactos. La expresión de cálculo es la siguiente:

$$\frac{\Delta h}{L} = f\frac{1}{2g}.\frac{V^2}{D} \tag{19}$$

Donde:

Δh : Pérdida de carga debido a la fricción (m).

f: Factor de fricción de Darcy (sin unidades).

L: Longitud de la tubería (m).

D : Diámetro hidráulico de la tubería (m).

g : Constante gravitacional (m/s^2).

V : Velocidad media del flujo (m/s).

2.3.1.6.2 ***Ecuación de Hazen-Williams.*** Su procesamiento de cálculo es más rápido respecto de la anterior, pero su metodología tiene mayor grado empírico lo que hace que sea menos precisa. A continuación, se presenta su expresión matemática.

Darcy Weissbach (teórica):

$$Darcy\ Weissbach \rightarrow h_f = f\frac{L}{2g}.\frac{V^2}{D} \tag{20}$$

$$Colebrook - White \rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log_{10}\left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right) \tag{21}$$

Hazen – Williams (empírica):

$$Hazen - Williams \rightarrow f = \frac{13.69g}{{C_{HW}}^{1.85}V^{0.15}D^{0.17}} \tag{22}$$

$$Reemplazando\ f\ en\ Darcy\ Weisbach \rightarrow\ h_c = \frac{10.7}{{C_{HW}}^{1.85}D^{4.87}}.Q^{1.85}.L \tag{23}$$

Donde:

C_{HW}: Coeficiente de Hazen-Williams (adimensional).

ε : Rugosidad del material de la tubería (mm).

R_e : Número de Reynolds de la tubería (mm).

La evaluación de efectos secundarios del modelo de onda dinámica presenta dificultades para periodos de tiempo prolongados, y tampoco se puede modelar para intervalos de tiempo mayores a un minuto, lo que representa una desventaja. Sin embargo, en los softwares de diseños de drenaje se corrigen estos valores automáticamente.

2.3.1.7 Pendiente de vías. Las aguas pluviales de las viviendas, zonas vehiculares y otros espacios se transportan mediante el sistema de drenaje de calzadas o áreas exteriores, siendo necesario que se complementen con ductos o secciones de encausamiento. Las regulaciones del diseño de pavimentos urbanos están sujetas a la orientación de flujo y a la capacidad de arrastre de sedimentos, razón por lo que el MVCS (2006), en la Norma OS.060 limita las secciones en transversales y longitudinales.

- Pendiente longitudinal (S_l)

$$S_l > 0.5\% \tag{24}$$

- Pendiente transversal (S_t)

$$2\% \leq S_t \leq 4\% \tag{25}$$

2.3.2 *Parámetros de diseño de líneas de succión e impulsión*

2.3.2.1 Diámetro de las tuberías. El diámetro de las tuberías de impulsión y succión se determina a partir de la ecuación (26). De la cual el diámetro se puede despejar, resultando en la ecuación (27).

$$Q = V\ x\ A \tag{26}$$

De la cual el diámetro queda despejado:

$$d = \sqrt[2]{\frac{4\ x\ Q}{\pi\ x\ V}} \tag{27}$$

Donde:

Q: Caudal del fluido en la tubería, m^3/s.

V: Velocidad del fluido en el interior de la tubería, m/s.

A: Área de la sección interna de la tubería, m^2

d: Diámetro interior de la tubería, m.

De esta ecuación se puede encontrar el diámetro comercial correcto reemplazando los valores de caudal y las velocidades recomendables para este tipo de tuberías.

Para determinar las velocidades adecuadas en las líneas de succión e impulsión, se han consultado tres fuentes de información (tabla 12). A partir de estas fuentes, se han identificado los valores máximos y mínimos recomendados y con ello se ha establecido un rango de velocidades que ha sido utilizado como base para el diseño de las tuberías de los sistemas de bombeo de este estudio.

Tabla 12

Velocidades para el diseño de tuberías de succión e impulsión

Fuentes	Tipos de tuberías	
	Tubería de succión	Tubería de Impulsión
Diseño de una nueva línea de impulsión y selección del equipo de bombeo para la extracción de agua subterránea planes de expansión de mínimo costo de agua potable y alcantarillado EPS Chimbote, por Choy, (2002).	$V < 2.5\, m/s$	$0.6 m/s < V < 2\, m/s$
Diseño del sistema de tuberías y cálculo de bombas, por Universidad de Granada, (2010).	$0.3\, m/s < V < 0.9\, m/s$	$1.2\, m/s < V < 3\, m/s$
Cálculo de instalaciones de bombas de agua, por Inge mecánica, (2018).	$V \leq 1.8\, m/s$	$V <= 2.5\, m/s$

2.3.2.2 Carga dinámica o altura manométrica. Es uno de los factores considerados en el diseño e instalación de sistemas de bombeo, el cual representa la altura a la que una bomba puede elevar un líquido determinado a través de un conducto desde el punto de captación hasta otro situado a una altura superior (Bombas ideal, 2008).

Este parámetro se mide en unidades de longitud y para su cálculo se toma en cuenta a las alturas o cargas de impulsión y succión, junto con las pérdidas de carga. Se puede obtener utilizando la ecuación de Bernoulli, realizando un balance de energía de mecánica de fluidos entre el nivel del depósito de la estación de bombeo (Nivel 1) y el nivel de disposición final (Nivel 3), como se detalla en la ecuación (28) según la figura 10.

$$h_1 + \frac{{v_1}^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_M = h_3 + \frac{{v_3}^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + h_f$$

$$H_M = (h_3 - h_1) + \frac{{v_3}^2}{2g} + h_f \qquad (28)$$

Donde:

H_M : Altura manométrica, (m).

h_i : Altura de los niveles analizados, (m).

v_i : Velocidad del fluido en los niveles analizados, (m/s).

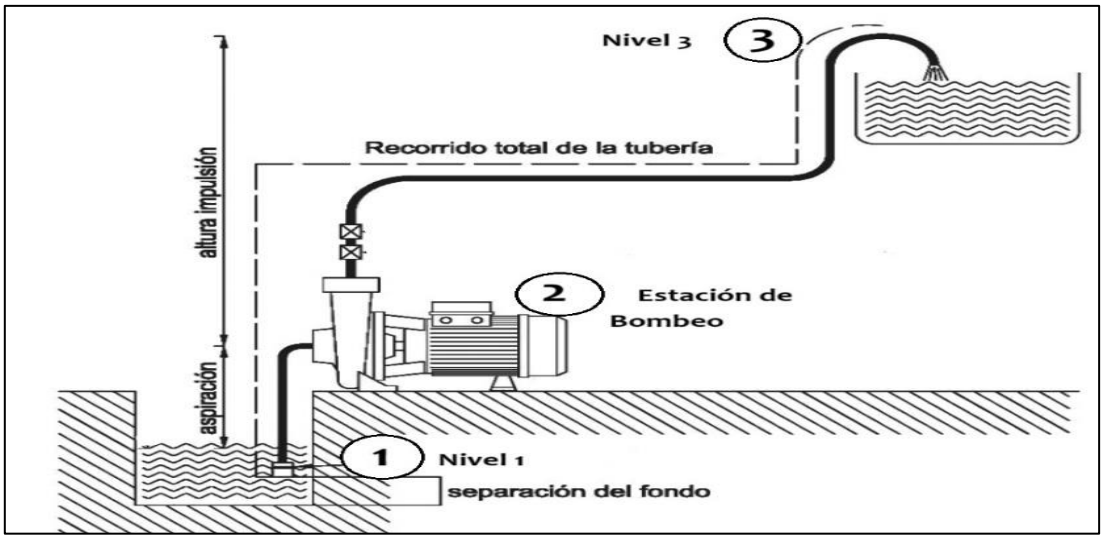
P_i : Presión atmosférica de los niveles analizados, (kg/cm^2).

γ : Peso específico, (kg/m^3).

h_f : Pérdida de carga del fluido lo largo de toda la tubería, (m).

Figura 11

Representación gráfica de un sistema de bombeo para calcular la altura manométrica



Nota. Adaptado de Información técnica y de instalación de una bomba de agua, por Modrego Hogar, 2020. https://www.modregohogar.com/img/categorias/11224.pdf

2.3.2.3 Pérdidas de carga. Son parámetros esenciales para el diseño de sistemas distribución y almacenamiento de agua de mediante el uso de bombas hidráulicas y tuberías. Pueden clasificarse en pérdidas primarias o secundarias y se producen debido a las variaciones de presión a lo largo de las tuberías desde el punto de entrada hasta el punto de salida del flujo.

2.3.2.3.1 ***Pérdidas primarias.*** Surgen debido a la fricción del fluido con las paredes internas de las tuberías, el rozamiento entre capas del fluido y la fricción entre partículas del fluido. Estas pérdidas predominan en tramos de tubería de sección constante y se calculan mediante la ecuación de Darcy – Weisbach, como se mencionó en la ecuación (19) (Mataix, 1986).

El factor de fricción de Darcy – Weisbach (f) se determina en función del Número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería. Para su cálculo se debe aplicar algunas de las siguientes ecuaciones.

Para flujos laminares ($R_e < 2300$):

$$f = \frac{64}{R_e} \tag{29}$$

Para flujos de transición ($2300 < R_e < 4000$):

$$f = \frac{1}{(1.81 * \log_{10}(R_e) - 1.5)^2} \tag{30}$$

Para flujos turbulentos ($R_e > 4000$):

$$f = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{\varepsilon}{3.71 * d} + \frac{5.74}{R_e{}^{0.9}}\right)\right)^2} \quad (31)$$

Donde:

ε : Rugosidad del material de la tubería (mm).

R_e: Número de Reynolds de la tubería (Adimensional).

d : Diámetro interior de la tubería (m).

Los valores de rugosidad absoluta para cada tipo de material de las tuberías se muestran en la tabla 13.

Tabla 13
Valores de rugosidad absoluta

Material de tuberías	ε (mm)
Plástico (PE, PVC, HDPE)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.1000
Tubos estirados de acero	0.0024
Tubos de latón o cobre	0.0015
Acero comercial y soldado	0.030-0.090
Hierro galvanizado	0.060-0.240
Hormigón	0.300-3.000

Nota. Adaptado de Cálculo de pérdidas de carga, por Ferrer, 2019.

2.3.2.4 Cavitación. Es un fenómeno que se presenta en sistemas de bombeo y se produce por disminuciones de presión en los rodetes o alabes del impulsor de las bombas hidráulicas. Esta reducción de presión se produce por el aumento de la velocidad o por el cambio de la presión en la línea de succión lo que genera que se eleve la temperatura del fluido produciendo vapor a través de burbujas. Estas burbujas al entrar en la zona de alta presión implosionan ocasionando ruido, vibraciones, y daños considerables en el equipo de bombeo lo que ocasiona pérdidas de eficiencia en el mismo (Lucino, et al., 2022).

Por esta razón, es necesario calcular la carga neta de succión positiva disponible (NPSHd), la cual es la diferencia entre la presión del líquido existente en el eje impulsor a la entrada de la bomba, y su presión de vapor a la temperatura que se bombea. Esto asegura

que la bomba funcione sin cavitación. Según Lucino, et al. (2022), el NPSHd se puede estimar mediante la ecuación (32), la misma que se representa gráficamente en la figura 12.

$$NPSH_d = H_{atm} - (H_s + H_v + Js) \quad (32)$$

Donde:

H_{atm} : Altura de presión atmosférica (m).

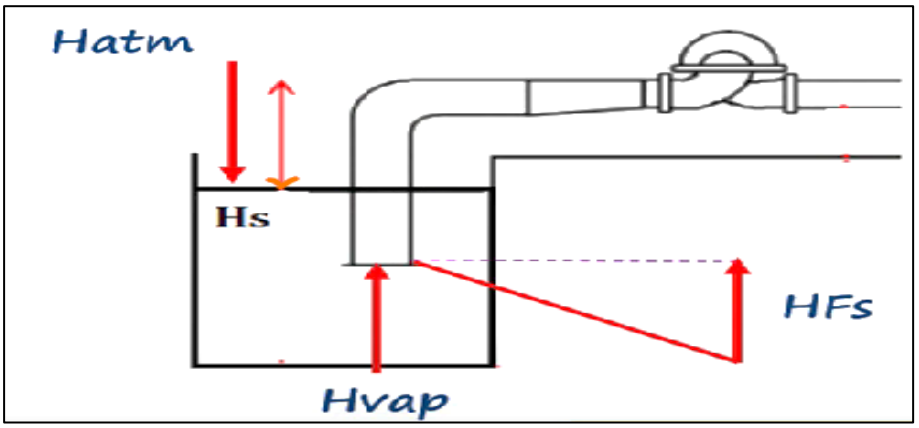
H_s : Altura estática de succión (m).

H_v : Altura de presión de vapor a determinada temperatura (m).

Js : Pérdidas de carga en los tramos de succión (m).

Figura 12

Representación gráfica de la carga neta de succión positiva



Nota. Adaptado de ¿Qué es el NPSH? [Imagen], por Faneci, 2022, YouTube. https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=SbFzT60BbZg

Cabe mencionar que para asegurar que la presión en la entrada del rodete de la bomba (presión más baja del sistema) sea mayor al valor de la presión de vapor, y así evitar la cavitación en los alabes de la bomba, es necesario asegurarse de que, para un determinado caudal, el $NPSH_d$ sea mayor que la energía que se requiere para que se alcance la cavitación dentro de la bomba. Por ello se debe cumplir que:

$$NPSH_d > NPSH_r \quad (33)$$

Donde el $NPSH_r$ es la altura de carga neta de succión positiva mínima que necesita la bomba para mantener su funcionamiento estable. Está en función del diseño de fábrica de la bomba y su valor se obtiene a partir de las especificaciones técnicas proporcionada por el fabricante de las bombas.

2.3.2.5 Golpe de ariete. Es un fenómeno hidráulico que también es llamado “martillo de agua”, debido al sonido que genera cuando ocurren cambios abruptos en la velocidad del flujo al cerrar válvulas o apagar bombas de forma repentina. Este fenómeno produce inicialmente una sobrepresión seguida de una caída de presión que conlleva a una

sobrepresión posterior cuando el flujo se revierte hacia la bomba. Estos efectos pueden ocasionar deformaciones en las paredes de tuberías y los accesorios dentro de un sistema de bombeo, dando lugar a daños graves, pérdidas económicas y problemas operativos significativos (Cengel & Cimbala, 2006).

Para prevenir la ocurrencia del golpe de ariete, Mendiluce (1972), sugiere cerrar las válvulas de forma gradual y reducir progresivamente el caudal de las bombas. De esta manera, se busca asegurar que el tiempo de apagado de la bomba (Tc) sea mayor que el tiempo de propagación de la onda de flujo (Tp). Es decir, se busca que la onda de flujo se genere cuando se produce la variación de la velocidad y disipe su energía antes de que se complete el cierre total del sistema. En resumen, si $Tc \leq Tp$, se produce el golpe de ariete, y si $Tc > Tp$, no se produce dicho fenómeno.

La ecuación para determinar el tiempo de propagación de la onda de flujo (Tp), es la siguiente:

$$Tp = \frac{2.L}{a} \tag{34}$$

Donde:

L: Longitud total de la tubería (m)

a : Velocidad de la onda de presión

Para determinar la onda de presión "a" se utiliza la ecuación (35).

$$a = \sqrt{\frac{K_V}{\rho.\left[1 + \frac{K_V.D}{E.e}\right]}} \tag{35}$$

Donde:

D : Diámetro interno de la conducción, (m).

e : Espesor de la tubería, (m).

ρ: Densidad del agua para una temperatura de 20 °C (Kg/m^3).

E : Módulo de elasticidad de la tubería (Pa).

K_V : Módulo de comprensibilidad del agua (Pa).

Para determinar el Tc, se utiliza la ecuación (36), donde C y K son coeficientes de ajustes experimentales, cuyos valores se detallan en las tablas 14 y 15, respectivamente.

$$Tc = C + \frac{K.L.v}{g.H_m} \tag{36}$$

Donde:

L: Longitud de la conducción, (m).

v : Velocidad del flujo de agua, (m/s).

g : Aceleración de la gravedad, (m/s^2).

H_m: Altura manométrica de la bomba, (m).

Tabla 14

Coeficiente C en función de la pendiente hidráulica

$\frac{H_B}{L}$	C
Menor a 0.2	1.0
Entre 0.2 y 0.4	0.6
Mayor igual a 0.4	0.0

Nota. Adaptado de Nueva comprobación analítica y experimental en la fórmula del tiempo de parada de impulsiones (pp. 575-586), por Mendiluce, 1972, Revista de Obras Públicas.

Tabla 15

Coeficiente K en función de la longitud de la tubería

Longitud de la tubería	Coeficiente K
L < 500	2.00
L = 500	1.75
500 < L < 1500	1.50
L = 1500	1.25
L > 1500	1.00

Nota. Adaptado de Nueva comprobación analítica y experimental en la fórmula del tiempo de parada de impulsiones (pp. 575-586), por Mendiluce, 1972, Revista de Obras Públicas.

Como se mencionó previamente, el golpe de ariete produce una sobrepresión en la tubería, la cual depende del comportamiento de la longitud crítica, que indica la distancia a la que se produce la sobrepresión máxima (Lc), definida por la ecuación (37). Para calcular esta sobrepresión, se presentan dos casos.

$$Lc = \frac{a.Tc}{2} \tag{37}$$

En el primer caso, se utiliza la ecuación (38) de Allieve, que se aplica cuando la longitud crítica (Lc) es menor que la longitud del sistema real (L). Esto ocurre cuando se produce golpe de ariete por el cierre rápido de válvulas.

El segundo caso se utiliza la ecuación (39) de Michaud cuando sucede lo contrario al primer caso ($\mathrm{Lc} > \mathrm{L}$), lo que significa que no se produce golpe de ariete.

$$\Delta H = \frac{a.V}{g} \tag{38}$$

$$\Delta H = \frac{2 * L * V}{g * Tc} \tag{39}$$

Donde:

a: Velocidad de la onda de presión (m/s).

V : Velocidad del flujo de agua (m/s).

g : Aceleración de la gravedad (m/s^2).

L : Longitud del sistema real (m).

Tc : Tiempo de apagado de la bomba, (s).

2.3.2.6 Válvulas de aire o ventosas. Estos dispositivos están diseñados para evitar la formación de bolsas en las tuberías de impulsión, causadas por problemas en el punto de succión, cambios de presión y/o temperatura en el sistema, entre otros factores. Las ventosas también garantizan la entrada de aire durante la descarga del fluido, proporcionando protección contra la presión transitoria y evitando el vacío, lo que podría causar daños severos, incluso el colapso de las tuberías (AVK Válvulas S.A., 2023).

Existen tres tipos de ventosas para sistemas de impulsión de aguas pluviales las cuales son (AVK Válvulas S.A., 2023):

- Ventosas automáticas: Estas liberan continuamente volúmenes relativamente pequeños. Se recomienda ubicarlas en tramos horizontales largos a intervalos de 400 a 800 metros.
- Ventosas cinéticas: Estas válvulas liberan grandes volúmenes de aire al llenar la tubería. Son capaces de admitir grandes volúmenes de aire cuando las líneas están vacías o cuando la presión cae por debajo de la presión atmosférica. Se recomienda ubicarlas en las zonas donde la pendiente del terreno disminuye, y en trayectos largos con ascensos continuos a intervalos de 400 a 800 metros.
- Ventosas Trifuncionales o doble efecto: Combinan las funciones de ventosas automáticas y cinéticas. Su ubicación recomendada es en puntos altos, en aumentos de pendientes descendentes, en tramos horizontales y descensos largos a intervalos de 400 a 800 metros.

Además, es importante tener en cuenta que las ventosas trifuncionales pueden utilizarse en cualquier localización, mientras que las ventosas automáticas o cinéticas se usan para proporcionar una mayor capacidad de liberación de aire en la tubería.

2.3.2.7 Válvulas de purga. Se localizan en los puntos bajos de las tuberías de impulsión, especialmente cuando estas se instalan en terrenos con topografía accidentada que presenta pendientes y contrapendientes. En estos puntos bajos, es común la acumulación de sedimentos, lo cual puede reducir y obstaculizar el paso del agua, creando turbulencias y reduciendo el área de flujo.

Estas válvulas facilitan las labores periódicas de limpieza de las tuberías, aprovechando la salida de lodos por gravedad debido a su ubicación estratégica en los puntos bajos. La purga puede realizarse manualmente o mediante válvulas de descarga automática, las cuales son una opción económica y efectiva para proteger el sistema.

Para dimensionar las válvulas de purga, se debe considerar la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería. Las especificaciones recomendadas son las siguientes (Choy, 2002):

- Para tuberías de diámetro nominal de 100 mm a 400 mm, se utilizarán válvulas de diámetro nominal de 100 mm.
- Para tuberías de diámetro nominal de 400 mm a 600 mm, se utilizarán válvulas de diámetro nominal de 150 mm.
- Para tuberías de diámetro nominal de 700 mm a 1000 mm, se utilizarán válvulas de diámetro nominal de 200 mm.

2.4 Redes de drenaje

Las redes de drenaje las conforman estructuras y componentes hidráulicos, capaces de evacuar aguas con alto índice de contaminación perjudiciales para la salud pública y con riesgo para la infraestructura urbana. En el caso de colectores destinados a evacuar aguas domésticas e industriales se dimensionan por la demanda poblacional, en cambio las estructuras para canalizar aguas pluviales se estiman con datos históricos de precipitación y condiciones climáticas.

El manual de diseño peruano de redes de alcantarillado urbano clasifica a los sistemas de saneamiento según el tipo de agua que transportan, por ello se tiene dos tipos de sistemas: redes separativas y redes unitarias (combinación de alcantarillado sanitario y pluvial).

La red separativa recoge las aguas residuales domesticas industrializadas, que están sujetas a los límites de concentración de contaminantes impuestos por las entidades reguladoras, mediante un sistema de alcantarillado sanitario. Y la escorrentía producida por la lluvia a través de las tuberías de alcantarillado pluvial.

El drenaje pluvial es indispensable para urbanizaciones que sean expuestas a unas precipitaciones frecuentes mayores o iguales a 10 milímetros en 24 horas. Mientras que el sistema de drenaje unitario, también conocido como sistema alcantarillado combinado, ya que unifica las aguas provenientes del sector industrial, doméstico y de origen pluvial.

2.4.1 *Estructuras de captación*

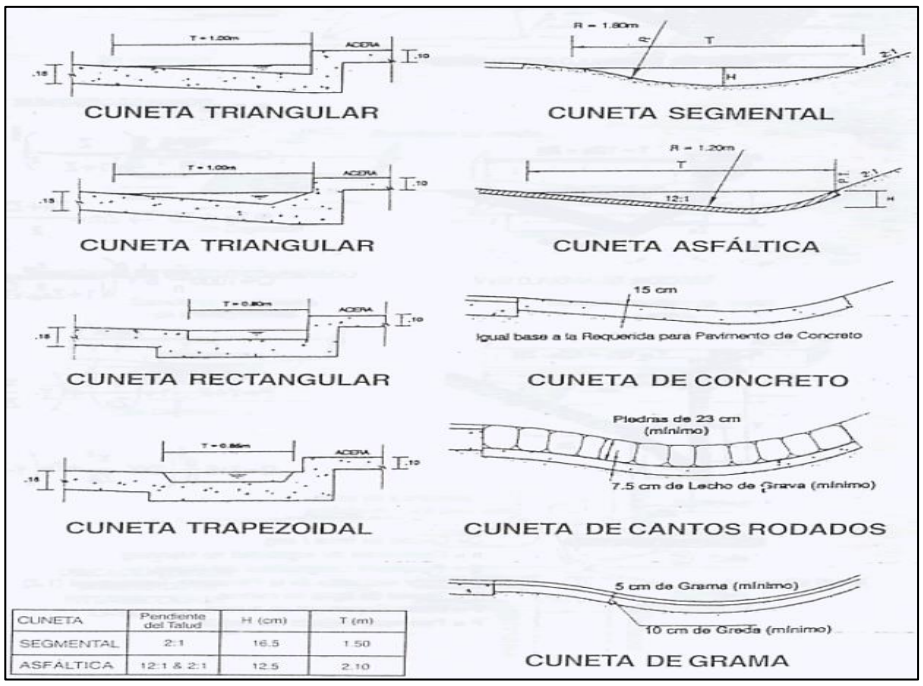
Se encargan de recolectar el caudal de escorrentía para que el agua discurra de forma controlada en la superficie. La captación del agua empieza con el encausamiento de la escorrentía mediate cunetas que luego convergen hacia putos de sumidero que disponen de rejillas para evitar el ingreso de residuos.

2.4.1.1 Cunetas. Son estructuras que pueden ser de sección circular, triangular trapezoidal, compuesta y en "V". Estas estructuras pueden trabajar en conjunto con los sumideros y su capacidad hidráulica depende de la sección transversal, la pendiente y el material de su construcción; por lo que generalmente está evaluada respecto a la ecuación de Manning.

En gran medida las cunetas suelen tener secciones con formas triangulares, conformadas por un lado recto (sardinel), y una hipotenusa. En vías de alto tránsito, la hipotenusa puede estimarse como el ancho de la berma y en vías de bajo transito como la mitad de la calzada. En la figura 13 se presentan las secciones transversales de las cunetas según la norma OS.060.

Figura 13

Secciones de cunetas



CUNETA	Pendiente del Talud	H (cm)	T (m)
SEGMENTAL	2:1	16.5	1.50
ASFÁLTICA	12:1 & 2:1	12.5	2.10

Nota. Tomado de Norma OS.060 Drenaje Urbano Pluvial (p.11), por MVCS, 2006.

Las estructuras de captación no suelen ser diseñadas para trabajar a sección llena y tienen en cuenta los problemas de erosión y sedimentación, debido a que pueden ocurrir obstrucciones que tienden a producir una reducción de su capacidad hidráulica o incluso provoquen su colapso. Por ello, se establecen coeficientes de rugosidad de Manning específicos según el tipo de superficie, los cuales están definidos de manera predeterminada por el manual del usuario de SWMM (tabla 16). Además, se consideran las velocidades máximas admisibles para las cunetas, las cuales se detallan en la tabla 17.

Tabla 16

Valores de SWMM para n de Manning para canales abiertos

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (n)
Canales revestidos	
De asfalto	0.013-0.017
De ladrillo	0.012-0.018
De hormigón	0.011-0.020
De escombros	0.020-0.035
De vegetación	0.030-0.040
Excavado o en Zanja	
En tierra, recto y uniforme	0.020-0.030
En tierra, con curvas o no uniforme	0.025-0.040
En roca	0.030-0.045
Sin mantenimiento	0.050-0.140
Canales o cauces naturales	
Sección más o menos regular	0.030-0.070
Sección irregular con charcos	0.040-0.100

Nota. Adaptado de Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2 (p.213), por United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2022.

Tabla 17

Velocidades máximas admisibles para cunetas

Tipo de superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 - 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 - 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20

Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta	1.20 - 1.50
Hierba	1.20 - 1.80
Conglomerado, pizarras, duras, rocas blandas	1.40 - 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 - 4.50
Concreto	4.50 - 6.00

Nota. Tomado de Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (p. 72), por MTC, 2008.

2.4.1.2 Sumideros. Estas estructuras captan la escorrentía superficial para disponerla a las redes de conducción y se conforman por rejillas de fierro fundido o laminado que pueden colocarse de forma vertical, horizontal o mixto. La ubicación mínima entre sumideros es de seis metros, y está sujeto a evaluación del proyectista. En la tabla 18 se adjunta los tipos de sumideros.

Tabla 18
Tipos de sumideros

Tipos de Sumideros	Detalle
Sumidero Lateral en Sardinel o Solera	Son ranuras verticales al lado del sardinel, las cuales permiten la entrada del agua de lluvias que escurren sobre la cuneta, es aplicable para pendientes menores a 3%.
Sumideros de Fondo	Consiste en una abertura en la cuneta por donde ingresa el flujo del agua y se cubren con rejillas horizontales y verticales que van ubicadas en la misma dirección del flujo. Pueden tener depresiones para aumentar la capacidad de captación y son aplicables para pendientes de cunetas mayores a 3%.
Sumideros Mixtos o Combinados	Están compuestos por rejillas de fondo y un sumidero lateral de sardinel que funcionan en conjunto, la captación es unificada a un tubo de diámetro mínimo de 10 pulgadas.
Sumideros de Rejilla en Calzada	Son cunetas cubiertas por rejillas que están proyectadas de manera transversal al eje de la calzada.

Nota. Tomado de Norma OS.060 Drenaje Urbano Pluvial (pp. 10-14), por MVCS, 2006.

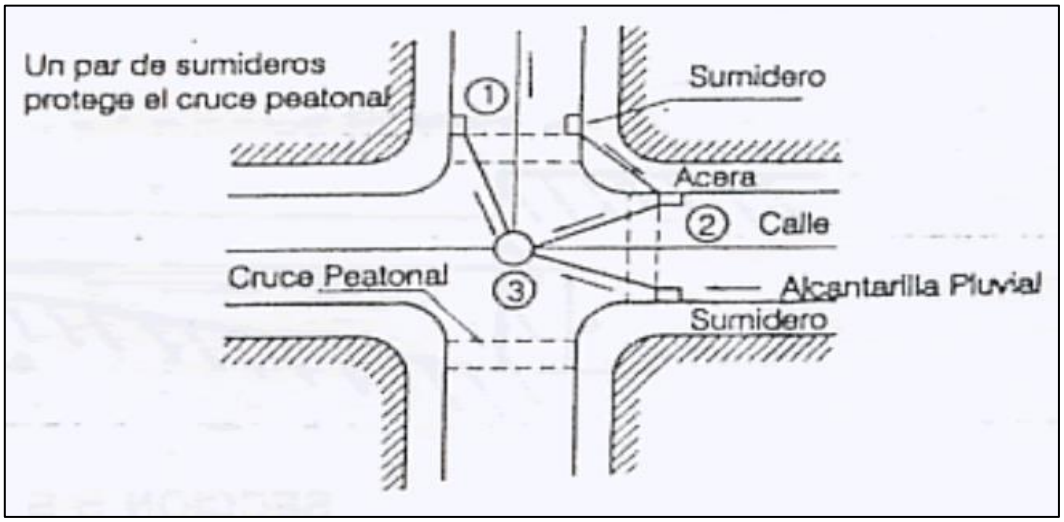
El diseño hidráulico de los sumideros implica la consideración de varios factores, como el tipo de sumidero, tamaño y diseño de las rejillas, así como el ancho y altura de inundación. La selección del tipo de sumidero y rejillas se realiza en función de las características del área de estudio y del caudal que se espera captar en las calles.

Por lo general, los sumideros se ubican en los puntos bajos y en las intersecciones de calles, asegurando que la pendiente de la calle dirija la escorrentía hacia ellos y tomando en

cuenta un adecuado tránsito vehicular y la protección de los cruces peatonales, tal como se recomienda en el esquema de la figura 14.

Figura 14

Ubicación de los sumideros en los cruces de calles



Nota. Tomado de Norma OS.060 Drenaje Urbano Pluvial (p. 13), por MVCS, 2006.

2.4.2 *Estructuras de conducción*

Las estructuras de conducción son también denominadas alcantarillas, pueden ser colectoras subterráneas o canales que transportan el agua desde la captación de los sumideros hacia un cuerpo receptor. El diseño de estas secciones está sujeto al alineamiento de quiebre (máximo en puntos de cambio iguales a 10 veces el valor del radio de la tubería), a la resistencia de la tubería y al diámetro mínimo (50 cm en colector troncal y 40 cm en lateral troncal y lateral).

Las secciones de las tuberías son determinadas teniendo en cuenta los caudales de entrada y/o salida, usando la ecuación de Manning, ábacos o softwares de simulación hidráulica. En el caso de utilizar softwares, el cálculo se realiza a partir de las propiedades hidráulicas y geométricas de la red, tales como la longitud, el material, la velocidad de la tubería, etc.

Es relevante señalar que, al diseñar estructuras de conducción, es necesario asegurarse de que las tuberías deben estar en capacidad para evacuar un caudal a tubo lleno igual o mayor al caudal de diseño, teniendo en cuenta velocidades mínimas (0.9 m/s) y máximas para prevenir la sedimentación de partículas y la erosión de las paredes del conducto (MVCS, 2006).

Los coeficientes de rugosidad de Manning y las velocidades máximas para el diseño de las tuberías que la Norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano establece, se muestran en la tabla 19 y 20, respectivamente.

Tabla 19

Coeficientes de rugosidad de Manning para tuberías

Material de tubería	Coeficiente de Manning
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

Nota. Adaptado de Norma OS.060 Drenaje Urbano Pluvial (p. 24), por MVCS, 2006.

Tabla 20

Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)

Material de tubería		Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto Cemento		3.0
Hierro Fundido Dúctil		3.0
Cloruro de Polivinilo		6.0
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio		3.0
Arcilla Vitrificada		3.5
Concreto Armado de:	140 kg/cm^2	2.0
	210 kg/cm^2	3.3
	250 kg/cm^2	4.0
	280 kg/cm^2	4.3
	315 kg/cm^2	5.0
Concreto Armado de mayor a	280 kg/cm^2	6.6

Nota. Adaptado de Norma OS.060 Drenaje Urbano Pluvial (p. 25), por MVCS, 2006.

2.4.2.1 Diseño estructural de las tuberías. Para el diseño y dimensionamiento de las tuberías, se ha considerado su comportamiento estructural, especialmente porque las tuberías enterradas deben tener la capacidad de soportar cargas que se generan por la interacción entre el tubo y el suelo de relleno que lo rodea. Por ello se debe verificar que las cargas no provoquen una reducción excesiva del diámetro vertical de estos conductos,

asegurando de que no se supere la deflexión máxima permisible a largo plazo, que se recomienda mantener en un 5 %.

La verificación de la deflexión diametral de las tuberías utilizadas en nuestro proyecto se realizó siguiendo las especificaciones técnicas y el proceso de instalación proporcionados el manual de tuberías HDPE de la marca Tigre. Los parámetros, fórmulas y consideraciones para dicho cálculo se detallan a continuación.

2.4.2.1.1 ***Carga muerta.*** Para calcular la carga muerta sobre tuberías HDPE, se utiliza el método de carga prismática, que corresponde al peso del prisma vertical de tierra situado sore la tubería, expresado mediante la ecuación (40).

$$p = \gamma * H \tag{40}$$

Donde:

p: Carga vertical debida a la presión del suelo en profundidad H (N/m^2).

γ: Peso específico aparente del suelo (N/m^3).

H: Altura del recubrimiento sobre la clave del tubo (m).

Los valores del peso específico del material de relleno (γ), se determina en función del tipo de suelo y al grado de compactación, tal como se especifica en la tabla 21.

Tabla 21

Peso específico del material de relleno de zanjas para tuberías

Material de relleno	**γ según el grado de compactación (t/m^3)**			
	Suelto	**Moderado**	**Media**	**Alto**
Granular grueso	1.8	1.9	2.0	2.2
Grava gruesa, húmeda con poco	1.7	1.8	1.9	2.0
Grava fina, arena, maicillo	1.6	1.7	1.8	1.9
Limo no saturado	1.4	1.6	1.7	1.8
Arcilla saturada	1.6	1.8	1.9	-

Nota. Adaptado de KRAH Piping Solutions: Cálculo estructural de tuberías KRAH (p.75), por Tuberías KRAH, 2019.

2.4.2.1.2 ***Carga viva.*** La carga viva actuante sobre la tubería depende principalmente de los vehículos comerciales pesados que transitan sobre la vía, así como del tráfico de equipos pesados durante la etapa de construcción. La máxima tensión vertical debido a una carga situada en la superficie, situada en la vertical que pasa por el eje de la tubería, se calcula con la siguiente ecuación.

$$q = \frac{3 * Q}{2 * \pi * H^2} \tag{41}$$

Donde:

q: Carga vertical actuante sobre el tubo debida a las cargas móviles (kg/m^2).

Q : Carga puntual actuante sobre la superficie (kg).

H: Altura de recubrimiento de la tubería (m).

Cabe mencionar que la carga puntual corresponde a las ruedas del semieje trasero del vehículo más pesado que circule por la vía, para el cual se puede considerar una carga de rueda de 50 kN en el semieje trasero. Asimismo, se debe utilizar un coeficiente de aumento o factor múltiple de presencia vehicular (*Mp*) de 1.2, y considerar un factor de impacto (*If*) de 1.5 para tener en cuenta al efecto dinámico del tráfico.

2.4.2.1.3 ***Deformación diametral.*** La deflexión diametral de las tuberías enterradas es tradicionalmente calculada por la fórmula de Lowa-Modificada:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{K.(p+q)}{8.R_A + 0.0611.E'} \tag{42}$$

Donde:

Δy: Deformación diametral (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

K: Constante de asentamiento (adimensional).

p: Carga permanente (N/m^2).

q: Carga móvil (N/m^2).

R_A: Rigidez anular de la tubería (N/m^2).

E': Módulo de reacción del suelo de relleno (N/m^2).

El valor de la constante de asentamiento varía entre 0.083 y cero. (Tuberías Tigre, 2019), aunque normalmente se adopta el valor de 0.1 para la constante K. Para calcular R_A, se utiliza la ecuación (43), y el módulo de reacción del suelo E' se selecciona en función del tipo de suelo que recubre la tubería y su grado de compactación (GC) (tabla 22).

$$R_A = \frac{E.I}{D^3} \tag{43}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del material (N/m^2).

I: Módulo de inercia de la pared del tubo ($I = \frac{e^3}{12}$, m^3).

D: Diámetro medio de la tubería (m).

Tabla 22

Valores del módulo de reacción del suelo de relleno

Tipo de suelo	Clasificación USCS	E' (Mpa)		
		Compactación buena, GC 90 %	Compactación moderada, 80 % GC 90 %	Sin compactación
Material granular sin finos (menos de 12 %)	GW GP SW SP	14.0	7.0	1.4
Material granular con finos (entre 12 y 25 %)	GM GC SM SC	7.0	2.8	0.7

Nota. Adaptado de PEAD: Polietileno de Alta Densidad (p.21), por Tuberías Tigre, 2019.

2.4.3 *Obras de descarga temporal*

Son aquellas estructuras situadas al final de una red de drenaje, cuya función es captar y retener temporalmente el flujo superficial para descargarlo en tiempos más prolongados en las zonas receptoras de disposición final. Estas estructuras reducen los caudales máximos, pero no afectan el volumen total de escorrentía. Se emplean cuando no existe capacidad de infiltración en el suelo, o cuando se deben gestionar volúmenes importantes de regulación. Entre las principales obras de descarga temporal se consideran a los estanques y lagunas de retención, los cuales tienen como principal desventaja la necesidad de espacios de grandes dimensiones (Ministerio de Vivienda y Urbanismo [SERVIU], 2003).

2.4.4 *Estación de bombeo (EB)*

Es una estructura diseñada para elevar la energía de un fluido y se ajustan a las características del líquido a evacuar. Existen tres tipos principales: para aguas pluviales, líquidos cloacales y acueductos. Estas estaciones incluyen una cisterna de bombeo que almacena el agua antes de ser impulsada hacia su destino, y según la ubicación de las bombas, se clasifican en estaciones de tipo inundado (con bombas sumergidas) o de cámara seca (con bombas en una caseta contigua). Para una operación eficiente, es crucial considerar factores como el acceso, protección contra desastres naturales, topografía, suministro eléctrico, y el impacto ambiental y social (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2005).

2.4.5 *Equipos de bombeo*

Los equipos de bombeo representan una alternativa para evacuar aguas pluviales o residuales, cuando la evacuación por gravedad no es viable, ya sea mediante bombas fijas o móviles. Estos equipos transportan determinados líquidos desde un punto hacia otro de

mayor elevación, desempeñando un papel esencial en las estaciones de bombeo. Dichas bombas se clasifican de acuerdo con la forma en que se transfiere energía al fluido a bombear, dividiéndose en cinéticas o de desplazamiento positivo.

2.4.5.1 Tipos de Bombas

2.4.5.1.1 ***Bombas centrífugas.*** Son dispositivos que convierten energía mecánica en energía cinética de presión para transferirla al fluido, para acelerarlo y transportarlo a grandes distancias por medio de impulsores, conformados por un conjunto de alabes. Son ampliamente comerciales y son utilizadas debido a su capacidad para bombear líquidos eficientemente.

Entre las ventajas de las bombas centrífugas se tiene que no tienen partes móviles complejas, mantienen un flujo constante sin necesidad de reguladores, se adaptan fácilmente a diferentes condiciones, son compactas, requieren poco mantenimiento y son coste-eficientes (Seguas, 2020). Estas bombas se pueden clasificar según distintos parámetros:

- Por la dirección del fluido atraviesa la bomba, las bombas pueden ser de flujo radial (el líquido ingresa al impulsor en la dirección de su eje y sale radialmente, en dirección perpendicular a dicho eje), de flujo axial (el líquido bombeado se mueve en la dirección del eje de la bomba, desde la entrada hasta la salida) y de flujo mixto (la velocidad el agua tiene componentes axiales y radiales) (Castilla & Galvis, 1993).
- Por la posición del eje de rotación pueden ser bombas centrífugas horizontales, verticales o inclinadas.
- Por la forma de succión pueden ser simples o dobles.

2.4.5.1.2 ***Bombas de desplazamiento.*** Estos equipos de bombeo entregan energía de presión al fluido utilizando impulsores como engranajes, aspas o hélices, desplazando el líquido de manera constante por ciclo de rotación. Son adecuadas para líquidos de diferentes viscosidades y pueden manejar grandes cargas a bajos caudales, y son ideales cuando el caudal no depende de la altura de elevación ni de presiones altas. La presión que genera está determinada por la resistencia estructural, y la descarga del fluido bombeado depende de la velocidad y el volumen desplazado. Según Castilla y Galvis (1993), pueden clasificarse en:

- Bombas rotatorias, como las de engranaje, de paletas, de tornillo, de cavidad progresiva, etc.
- Bombas recíprocas que pueden ser de pistón, de émbolo o de diafragma.
- Bombas de caja eyectora.

2.4.5.2 Selección de bombas. Para seleccionar las bombas de las estaciones de bombeo, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La capacidad de evacuación requerida por la estación de bombeo, la cual será diseñada de acuerdo con el caudal máximo esperado y las características del flujo a bombear.
- El desnivel entre el nivel de descarga y la cota de succión para la altura de impulsión del fluido.
- La frecuencia de encendido y apagado, así como el funcionamiento general del sistema.
- Los problemas de desgaste y mantenimiento que se puedan presentar durante la operación de las bombas.
- La disponibilidad y el costo de bombas en el mercado actual.
- La viabilidad y sostenibilidad para seleccionar el número y tamaño de bombas, asegurando la continuidad operativa durante eventos de alta precipitación.
- La capacidad de almacenamiento del tanque tormentas o del sistema de almacenamiento asociado a la estación de bombeo.

2.4.6 *Disposición final*

Es el destino asignado para las aguas evacuadas por el sistema de drenaje, pueden ser corrientes receptoras de embalse natural (mares, ríos, lagos, etc.) o artificial. En general, la Norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano recomienda que los niveles máximos esperados de las obras de disposición final estén a más de un metro por debajo de la línea de descarga para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial (MVCS, 2006).

2.5 Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), representan técnicas para gestionar las aguas pluviales y están creados para imitar los procesos hidrológicos naturales en entornos urbanizados. Estos sistemas pueden ser desarrollados de manera alineada con los principios del desarrollo sostenible, tomando en consideración los factores que conforman su diseño. Su objetivo principal es regular la escorrentía, reteniendo el agua que se dirige hacia los desagües finales y, en lugar de favorecer su evacuación inmediata, procurar la reducción y aprovechamiento de las aguas pluviales para su reutilización.

Cabe mencionar que los SUDS deben ser implementados de manera conjunta con otros sistemas de drenaje, ya que su aplicación aislada no genera impactos positivos significativos. Además, al implementar estos sistemas, se deben considerar factores como la estética del

paisaje urbano, la arquitectura circundante y la calidad del suelo, adaptando estos elementos según la ubicación (Calle, 2019).

2.5.1 *Tipos de drenaje urbano sostenible*

Entre los principales tipos de drenaje urbano sostenible tenemos a los siguientes.

Tabla 23
Tipos de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible

Tipos de SUDS	Descripción
Superficies Permeables	Funcionan como un filtro para posibilitar la infiltración del agua en el suelo, donde es captada y almacenada en capas subsuperficiales para su posterior reutilización o evacuación. Pueden ser pavimientos y adoquines permeables o porosos. Son utilizados en parques, vías de tráfico liviano y calles de urbanizaciones.
Pozos y zanjas de infiltración	Retienen las aguas pluviales y para su implementación se requiere identificar las características del suelo, especialmente para evaluar los efectos en el nivel freático. La construcción de este sistema involucra el uso de geotextiles y materiales granulares.
Cubiertas o techos verdes	El sistema está constituido por una serie de capas granulares que se colocan en terrazas, techos, balcones, etc., permitiendo el desarrollo de vegetación. Disminuyen el volumen de escorrentía y funcionan como aislante térmico en las construcciones y retiene los contaminantes presentes en el agua.
Franjas o jardines filtrantes	Sistema conformado por un área de terreno con vegetación que presenta una cierta pendiente para filtrar el agua de lluvia, capturando simultáneamente residuos sólidos y aceites. Los materiales utilizados en su construcción mayormente incluyen tierra negra para la creación de jardines.
Drenes o cunetas filtrantes	Estas zanjas están recubiertas por geotextiles y rellenadas por material granular para atrapar mediante la infiltración de la escorrentía la materia orgánica y los residuos de metales pesados que posteriormente serán descompuestas por bacterias presentes en estos canales.
Depósitos de detención y retención	Almacenan de manera temporal volúmenes considerables de agua de tormentas en áreas propensas a inundaciones, posibilitando la sedimentación de sólidos suspendidos y posteriormente, liberan el agua cuando los niveles del caudal se reduzcan.

2.6 Storm Water Management Model (SWMM)

El software Storm Water Management Model (SWMM), es una herramienta computacional de uso libre desarrollada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos en el año de 1971, con la finalidad de simular eventos de tormentas, específicamente en aplicaciones para sistemas de drenaje pluvial y redes de alcantarillado en áreas urbanas, posibilitando la gestión tanto de la cantidad como de la calidad de las aguas pluviales.

El SWMM posibilita la representación del recorrido y comportamiento del flujo del agua durante un evento de lluvias al recrear tanto el ciclo hidrológico como hidráulico. Esto se logra mediante la introducción de datos de hietogramas de diseño y las características específicas de las subcuencas de estudio, junto con los parámetros correspondientes a los elementos de la red de drenaje pluvial, como tuberías, cunetas, sumideros, buzones, vertederos, entre otros. De esta manera, se logra una simulación integral que permite determinar la cantidad de agua de escorrentía efectiva y la que se infiltra en el suelo en diferentes puntos del sistema a lo largo del tiempo (United States Environmental Protection Agency [US EPA], 2022).

La modelación numérica en el software requiere una consideración importante de datos actuales e históricos de precipitaciones en la región; y es esencial contar con información detallada sobre la topografía y las características de las superficies en las subcuencas, así como realizar un estudio detallado de las estructuras de alcantarillado y de captación existentes para asegurar el correcto funcionamiento del proceso.

2.6.1 *Usos y aplicaciones del software*

El software ha ganado reconocimiento a nivel global gracias a que es fácil de utilizar y la eficacia de su algoritmo de cálculo lo convierte en una herramienta ideal para las siguientes aplicaciones.

2.6.1.1 Gestión de inundaciones urbanas. El SWMM tiene la capacidad para diseñar y evaluar detalladamente sistemas de evacuación de aguas pluviales y residuales en áreas urbanas, ayudando a prevenir y reducir el riesgo de inundaciones.

2.6.1.2 Diseño de infraestructuras de drenaje. El software SWMM es fundamental para diseñar desde elementos simples hasta sistemas de drenaje altamente complejos de grandes ciudades, asegurando el correcto diseño de tuberías, canales y estructuras de control para asegurar que los sistemas de drenaje cumplan con los requisitos de capacidad y funcionamiento.

2.6.1.3 Diseño de proyectos sostenibles. El SWMM tiene la capacidad de evaluar los efectos sobre la calidad del agua y en su versión 5.2 posee herramientas LID (Low Impact Development), las cuales son opciones de control para establecer las características de las

tipologías de los sistemas de drenaje sostenible con el fin de minimizar los impactos en el medio ambiente.

2.6.2 *Modelo conceptual utilizado por el programa*

El software SWMM simula elementos y variables operacionales presentes en los sistemas de drenaje de aguas pluviales, para evaluar su funcionamiento mediante módulos (atmosférico, superficie del suelo, aguas subterráneas y de transporte) que componen su análisis medioambiental. Estos objetos pueden aparecer gráficamente (elementos visuales) y de manera virtual en la ventana principal del programa (US EPA, 2022).

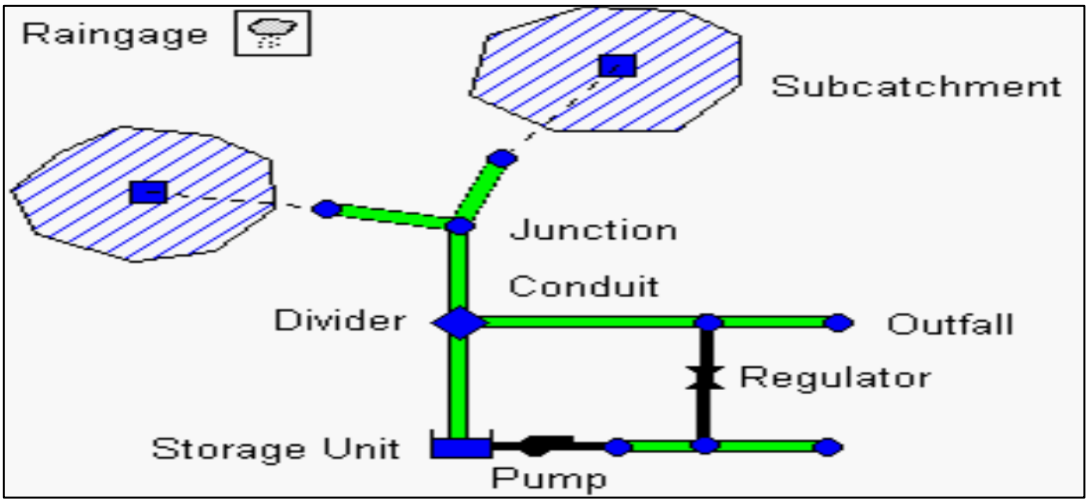
Los elementos virtuales son aquellos que no tienen representación gráfica en la interfaz del programa, pero tienen funciones importantes en el software para su correcta ejecución. Los elementos virtuales se mencionan a continuación.

- Objetos de modelación de climatología y temperatura.
- Los objetos de modelación para eventos de nieve.
- Objetos de modelación de acuíferos.
- Hidrogramas unitarios
- Secciones transversales de los conductos.
- Las reglas de control.
- Agentes contaminantes.
- Usos del suelo.
- Tratamiento del agua.
- Curvas y series temporales
- Patrones del tiempo.

Los elementos físicos o visuales son aquellos que se presentan de forma gráfica en el panel o mapa del programa (figura 15). Estos elementos se detallan en las tablas 24 y 25.

Figura 15

Componentes físicos empleados en un sistema de drenaje del SWMM



Nota. Tomado de Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2 (p.51), por US EPA, 2022.

Tabla 24

Componentes físicos de un sistema de drenaje en SWMM

Elementos	Descripción
Pluviómetros (Rain Gages)	Proporcionan los datos iniciales de las precipitaciones para crear los hietogramas de diseño que afectan a una o múltiples cuencas, y estos pueden ser especificados mediante series temporales o mediante archivos externos al programa.
Cuencas (subcathments)	Representan a las áreas hidrológicas del terreno cuyas propiedades guían el flujo del agua hacia un punto más bajo de salida. Suelen dividirse en subáreas permeables e impermeables para facilitar la infiltración de la corriente superficial.
Nudos de conexión	Tienen la función de unir diversas líneas en el sistema y simbolizan la convergencia de canales, puntos de conexión de tuberías o registros de pozos en el sistema de drenaje. Además, facilitan la entrada de caudales externos al sistema.
Nudos de vertido (Outfall nodes)	Cuando se utiliza el modelo de onda dinámica funcionan como nudos terminales del sistema de drenaje. Por el contrario, para otros modelos de flujo funcionan como nudos de conexión.
Sistemas de Almacenamiento	Constituyen puntos de conexión en el sistema de drenaje que almacenan volúmenes específicos de agua. Sus características se

Elementos	Descripción
	detallan a través de una tabla y/o funciones que establecen su capacidad volumétrica en relación con su nivel de almacenamiento.
Conductos	Son elementos que simbolizan las tuberías o canales encargados de llevar el agua de un punto a otro en el sistema de drenaje. El software proporciona diversas secciones transversales, con diversas geometrías, y calcula el caudal que fluye a través del conducto utilizando la ecuación de Manning.

Nota. Adaptado de Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2, por US EPA, 2022.

Tabla 25

Componentes físicos de un sistema de drenaje (continuación)

Elementos	Descripción	Clasificación
Bombas	Son componentes del sistema de drenaje que tienen la función de elevar el nivel del agua. Se visualizan como líneas con una curva característica que describe la relación entre el caudal en la bomba y las condiciones de entrada y salida en los nodos.	**Tipo I** Bomba que no trabaja en línea con el sistema y hace que el caudal aumente en relación con el volumen. **TIPO II** Bomba que trabaja en serie en el sistema y hace que el caudal aumente en función de la profundidad. **TIPO III** Bomba que trabaja en serie en el sistema donde el caudal varía continuamente el desnivel entre los nudos de entrada y salida. **TIPO IV** Bomba de velocidad variable y genera que el caudal varie continuamente con la profundidad del agua.

Nota. Adaptado de Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2, por US EPA, 2022.

2.6.3 *Métodos computacionales*

El SWMM utiliza módulos computacionales específicos para simular tanto la cantidad como la calidad del agua de escorrentía generada por la lluvia. Estos módulos interactúan de

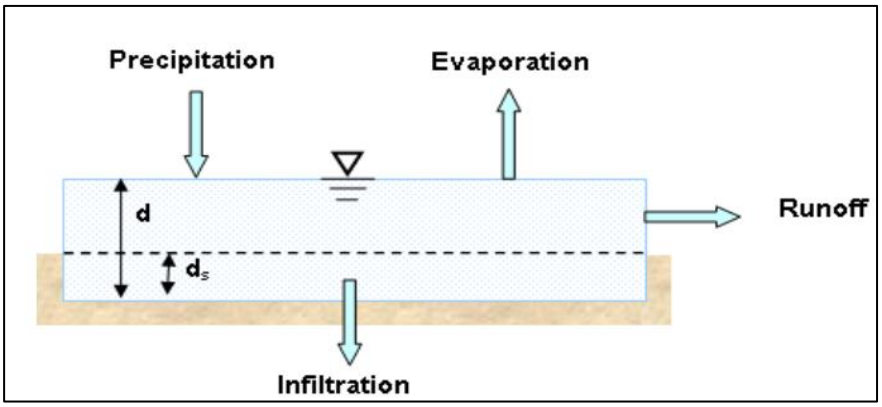
manera conjunta, estableciendo una relación mutua en el desarrollo de los cálculos del programa.

2.6.3.1 Modelo de escorrentía superficial (Run off). Es un modelo que interpreta a cada una de las cuencas como depósitos no lineales para transformar los datos de los diferentes tipos de precipitación (lluvia, nieve, etc.) en escorrentía.

Determina el flujo de salida hacia los nudos y el aporte del caudal total al sistema, recogiendo cada uno de los flujos de salida de cada superficie o cuenca y considerando sus características (permeabilidad, infiltración, evaporación, pendiente y escorrentía superficial del suelo). El detalle de este modelo se muestra en la figura 16.

Figura 16

Visión conceptual del modelo de escorrentía superficial



Nota. Tomado de Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2 (p.85), por US EPA, 2022.

2.6.3.2 Modelo de infiltración. El modelo de infiltración sucede cuando el agua de lluvia drena en las superficies no permeables de cada una de las cuencas. El SWMM dispone de tres modelos de infiltración, los cuales son:

- La ecuación de Horton, que plantea que la infiltración decrece exponencialmente a lo largo del evento de lluvia.
- El método de Green- Ampt, que asume la existencia de un frente húmedo brusco en el suelo que hace que lo divida en un suelo con contenido inicial de humedad y un en suelo completamente saturado.
- El método del Número de curva, el cual está referido de forma detallada en el apartado 2.2.1.2.3.

2.6.3.3 Modelo de cálculo hidráulico de transporte. Para analizar el flujo de agua dentro de los conductos y comprender su comportamiento, se requiere considerar diversos parámetros que pueden variar en función de la tormenta, la rugosidad de las superficies, etc. Por esta razón, el programa utiliza ecuaciones de masa y movimiento, ofreciendo tres modelos

hidráulicos con diferentes niveles de sofisticación, adaptándose a las necesidades específicas de la simulación. Estos modelos son los modelos de flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica, cuyas definiciones se incluyen en el apartado 2.3.1 de transición y conducción de flujo.

2.6.4 *Herramientas LID*

Las herramientas o controles LID (Low Impact Development) consisten en una configuración de capas verticales destinadas a capturar y gestionar la escorrentía superficial mediante una combinación de técnicas que abarcan la retención, infiltración y evapotranspiración[3] del agua. Estos controles tienen un enfoque de diseño que busca reducir los impactos negativos de desarrollo urbano sobre el ciclo hidrológico natural y tienen como finalidad minimizar el volumen de escorrentía en zonas urbanas mejorando la calidad del agua mediante tecnologías y métodos innovadores de tratamiento y filtración (Jimenes & Joya, 2015).

Las herramientas LID que dispone SWMM permite realizar una evaluación integral sobre el flujo y facilita el diseño de sistemas sostenibles que mejoran la efectividad de un sistema de drenaje pluvial urbano ante fenómenos de lluvia, optimizando el uso de recursos hídricos para reducir la implementación de infraestructura tradicional de drenaje.

2.6.4.1 Aplicación de LIDs en SWMM. En el software SWMM, las herramientas LID pueden integrarse en un área de cuenca específica ya sea creando una cuenca dedicada exclusivamente a un tipo particular de LID o añadiendo uno o más controles LID a una cuenca existente en el modelo. Cada herramienta LID se define mediante parámetros específicos, como la capacidad de almacenamiento, la tasa de infiltración y la eficiencia en la reducción de escorrentía. Esto permite analizar el desempeño de diversas prácticas LID en distintos escenarios, optimizando el diseño de sistemas de drenaje urbano para mitigar el impacto ambiental y promover un desarrollo urbano sostenible.

2.6.4.2 Tipos de Herramientas LID. El SWMM incluye varias herramientas y módulos específicos para implementar infraestructuras de bajo impacto. Las principales herramientas LID en SWMM se detallan a continuación (US EPA, 2022):

- Franjas o celdas de Retención (Bio-retention Cells): Modela la recolección y almacenamiento de agua de lluvia para la reducción de escorrentía o reutilización.
- Jardines de Lluvia (Rain gardens): Simula área con vegetación que retienen el agua y mediante capas de terreno tratan la escorrentía a través de la infiltración en el suelo.

[3] La evapotranspiración es el proceso combinado de evaporación del agua desde el suelo y la transpiración de las plantas, donde el agua se convierte en vapor y se libera a la atmósfera.

- Techos verdes (Green Roofs): Modela techos cubiertos de vegetación que absorben agua de lluvia y reducen la escorrentía.
- Sistemas de pavimento permeable continuo y de bloques de adoquines: Simula pavimentos que permiten la infiltración del agua a través de sus superficies facilitando la reducción de escorrentía superficial.
- Cisternas y tanques de almacenamiento: Simula cisternas y tanques para almacenar grandes volúmenes de agua de lluvia para reducir la escorrentía.

Cabe mencionar que para este proyecto el uso de las herramientas LID se ha implementado teniendo en cuenta las características topográficas y estratigráficas, así como el entorno urbano y poblacional de la zona de estudio.

2.7 Matriz de evaluación de impactos

2.7.1 *Metodologías para el análisis y valoración de impactos ambientales*

El análisis y la valoración de un impacto ambiental consiste en evaluar las alteraciones que un proyecto genera en su entorno, tanto en su etapa de planeación como en su ejecución. Esta evaluación no se basa únicamente en datos objetivos, ni se realiza de manera arbitraria; por el contrario, integra aspectos éticos que permiten valorar de forma integral las acciones sobre el medio ambiente. Así esta evaluación tiene gran influencia en la toma de decisiones respecto a la viabilidad de un proyecto, asegurando su conformidad con las políticas medioambientales vigentes establecidas en la normativa legal para la gestión ambiental[4] (Soriano, et al., 2015).

Existen diferentes metodologías y procedimientos para el análisis de impactos ambientales, algunos de carácter general, y otros específicos para situaciones concretas. Estas metodologías deben ser adecuados para la identificación y comparación de impactos, y que además resulten económicas en términos de costes, requerimiento de datos, tiempo de aplicación, etc. Entre las metodologías más comunes se encuentran los métodos matriciales de causa y efecto, las listas de chequeo, los métodos basados en indicadores, y una metodología general (Soriano, et al., 2015).

2.7.1.1 Métodos matriciales de causa – efecto. Los métodos matriciales son técnicas que relacionan las acciones de un proyecto con factores ambientales susceptibles de sufrir impactos. Estos métodos se basan en la definición e identificación de las acciones de un proyecto que podrían generar impactos, así como en la determinación de factores ambientales (físicos, biológicos, culturales y socio económicos) que podrían verse afectados por las acciones del proyecto durante las fases de planificación, ejecución y cierre; para

[4] La normativa legal para la gestión ambiental en el Perú la constituyen principalmente la Ley N° 27446 del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), la Ley N°28611 General del Ambiente, la Ley N°29968 del Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), entre otras.

relacionarlas, clasificarlas y realizar una valoración de impactos identificados. Estos métodos fueron los primeros en ser desarrollados y son ampliamente usados en los procesos de la evaluación de impactos ambientales ya que fueron diseñados para ser aplicados en cualquier tipo de proyecto, por lo que son muy populares (Conesa 2011).

Entre los métodos matriciales más comunes destaca la matriz de Leopold, que consiste en un método sistemático que organiza los datos en un cuadro-matriz de doble entrada, donde se interceptan los factores ambientales susceptibles de ser afectados con las acciones del proyecto que generan impactos, de acuerdo con su grado de importancia, lo que permite determinar la magnitud de los impactos y establecer medidas de mitigación adecuadas.

2.7.1.2 Listas de chequeo. Son métodos simples que se utilizan normalmente para una evaluación preliminar sobre impactos importantes. Las listas de chequeo contienen una serie de asuntos o cuestiones que el usuario contestará como parte del estudio de impactos, que sirven para proporcionar un base sistemática y reproducible de datos para el proceso de la evaluación de impactos ambientales (Soriano, et al., 2015).

2.7.1.3 Método de indicadores. Es una metodología para la evaluación de impactos ambientales que utiliza indicadores para medir y cuantificar los efectos de un proyecto sobre el medio ambiente. Estos indicadores pueden ser numéricos o descriptivos que hacen referencia a los factores físicos, biológicos, socioeconómicos o culturales y tiene como finalidad describir los entornos afectados para evaluar y predecir los impactos ambientales.

Este enfoque facilita la identificación, comparación y seguimiento de los impactos a lo largo del tiempo, permitiendo una evaluación objetiva y sistemática que pueden influir en la elaboración de las medidas de mitigación adecuadas. Entre los métodos de indicadores destacan los siguientes (Conesa, 2011):

- Método de Holmes: Se basa en indicadores cualitativos y juicios subjetivos sin usar mediciones cuantificables para evaluar alternativas de mitigación, comparándolas según su importancia relativa y su posición respecto a los factores ambientales
- Método de la Universidad de Georgia: Este método agrega los valores de 56 componentes ambientales, considerando su estado actual y futuro, para evaluar alternativas y determinar soluciones, tomando en cuenta el peso o valor de los componentes ambientales.
- Método de Hill-Schechter: Este método evalúa globalmente los beneficios y costos sociales de diferentes opciones, ajustando los costos a valores actuales y excluyendo efectos intangibles.

2.7.1.4 Metodología general. La metodología general consta de dos fases, la valoración cualitativa y la valoración cuantitativa. En la fase de valoración cualitativa se

obtienen mediante la descripción lingüística de sus propiedades a los posibles efectos que la realización de un proyecto provocará en el entorno. Mientras que en la fase cuantitativa se asigna la medida de importancia a cada factor ambiental de acuerdo con el entorno con el objetivo de efectuar ponderaciones en las estimaciones globales de los impactos (Soriano, et al., 2015).

2.7.2 *Determinación de la importancia de los impactos ambientales*

La evaluación de la importancia de un impacto ambiental (I), se determina mediante la descripción del efecto, considerando una serie de atributos, y evaluando el nivel de incidencia causada por la modificación ocurrida. La importancia de los impactos es una medida cualitativa que a la vez es una descripción cuantitativa, ya que se calcula asignando números enteros a una lista de atributos (tabla 26), que finalmente se agrupan para realizar una ponderación que se resume en la ecuación propuesta por Conesa (2011).

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \quad (45)$$

Cabe señalar que una vez calculada la importancia del impacto, esta puede clasificar al mismo en cuatro categorías según el valor "I" (tabla 27). A continuación, se detallan los atributos establecidos para la evaluación de la importancia de los impactos ambientales según la "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental" de Coneza (2011).

2.7.2.1 Naturaleza del impacto. Se refiere a los cambios en la calidad ambiental resultantes del impacto. Se considera positivo (+) cuando el efecto es beneficioso, y negativo (-) cuando ocurre lo contrario.

2.7.2.2 Intensidad (IN). Esta variable depende del grado de incidencia de las alteraciones en el entorno dentro del área de influencia que se afecta, y se califica en un rango de valores de 1 a 12. Según su magnitud, el impacto puede ser clasificado como: total, medio y bajo.

- Impacto total o notable: Expresa una completa destrucción del factor en cuestión debido a modificaciones en el medio ambiente, afectando gravemente los recursos naturales o en sus procesos esenciales de funcionamiento.
- Impacto medio: su efecto se presenta manifiesta como una perturbación en el medio ambiente o en ciertos componentes de éste, cuyas repercusiones no alcanzan niveles significativos de gravedad.
- Impacto mínimo o bajo: Su resultado implica un daño mínimo al factor en cuestión.

2.7.2.3 Extensión geográfica (EX). Este atributo depende del área de influencia donde se llevarán a cabo las actividades del proyecto. El impacto ambiental puede ser puntual si la acción que se produce afecta un área muy específica; mientras que, si su efecto se localiza en

toda la extensión considerada, se clasifica como un impacto total que puede variar en grados parciales, extremos y críticos. El valor de la variable EX varía entre 1 y 8.

2.7.2.4 Momento (MO). Es el tiempo que se tarda en manifestarse el impacto luego de realizarse la acción sobre el factor ambiental considerado. Se expresa generalmente en años y clasifica al impacto en latente, inmediato y crítico.

- Impacto latente: El efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca y se subdivide en tres niveles; corto plazo (menor a un año), mediano plazo (uno a cinco años), y largo plazo (mayor a 5 años).
- Impacto inmediato: El plazo de tiempo entre la acción y el efecto del impacto es nulo; por ejemplo, el ruido.
- Impacto crítico: No depende del plazo de manifestación del efecto del impacto y se manifiesta en un momento crítico.

2.7.2.5 Persistencia (PE). Se refiere al periodo de tiempo durante el cual el efecto de un impacto se mantiene después de su ocurrencia, hasta que el factor ambiental afectado recupere sus condiciones iniciales de manera natural o mediante la aplicación de medidas correctivas. Esta variable clasifica el impacto en tres categorías: fugaz, temporal y permanente, con tiempos de duración menores de un año, entre uno y 10 años, y superiores a 10 años respectivamente.

2.7.2.6 Reversibilidad (RV). Se evalúa según la facilidad que exista para restaurar por medios naturales las alteraciones en el factor ambiental considerado de tal manera que se puedan obtener sus condiciones originales, previas a las acciones de los efectos ambientales. Existen tres tipos:

- Corto plazo: La recuperación se da inmediatamente después de realizar la acción.
- Medio Plazo: La alteración puede mitigarse introduciendo medidas correctoras.
- Largo plazo o irreversible: La recuperación del factor ambiental afectado por medios naturales es altamente difícil o prácticamente imposible.

2.7.2.7 Recuperabilidad (RB). Esta variable se evalúa considerando la capacidad de recuperación total o parcial del factor ambiental afectado después de la ejecución del proyecto, con la ayuda de intervenciones externas, para que regrese a su estado original.

Se distinguen cuatro categorías, tales como: recuperable de manera inmediata, recuperable a medio plazo, mitigable e irrecuperable.

2.7.2.8 Sinergia (SI). Se da por la interrelación de dos o más acciones diferentes y simultaneas que logran un efecto total superior al que se espera cuando las acciones se suman de forma independiente; su clasificación se detalla a continuación:

- Sin sinergismo o simple: El modo de acción que el efecto manifiesta es individualizado.
- Sinérgico: El efecto tiene una incidencia ambiental superior debido a la presencia de varias acciones.
- Muy Sinérgico o acumulativo: Tiene un efecto que incrementa progresivamente en el tiempo la gravedad de la acción del agente inductor.

2.7.2.9 Acumulación (AC). Es un atributo que se relaciona con el aumento gradual del efecto ambiental cuando la acción que lo genera persiste de forma constante. Esta variable clasifica al impacto en simple y acumulativo.

2.7.2.10 Efecto (EF). Es la manifestación que se da por la relación entre el efecto y la acción que se realiza sobre un determinado factor ambiental, debido a la consecuencia de las actividades del proyecto. Existen dos tipos:

- Indirecto: Ocurre cuando el efecto se manifiesta de manera inmediata entre la relación de un factor y otro.
- Directo: El efecto incide inmediatamente sobre algún factor ambiental.

2.7.2.11 Periodicidad (PR). Es la regularidad con la que se manifiesta un efecto en el tiempo. De acuerdo con las repeticiones y modo de acción de las alteraciones, esta variable se puede clasificar en irregular, periódico, y continuo.

Tabla 26

Valor de los atributos para el cálculo de la importancia de impactos

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)	
		Baja	1
Impacto beneficioso	(+)	Media	2
Impacto perjudicial	(-)	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		**MOMENTO (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		

PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		**ACUMULACIÓN (AC)**	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		**PERIODICIDAD (PR)**	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4

RECUPERABILIDAD (RB)	
Recuperable de manera inmediata	1
Recuperable a medio plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Nota. Adaptado de Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (p. 255), por Coneza, 2010, Ediciones Mundi-Prensa.

Tabla 27

Categorías de los impactos según su valor de importancia

Categoría	Valor
Irrelevante	$0 \leq I < 25$
Moderado	$25 \leq I < 50$
Severo	$50 \leq I < 75$
Crítico	$I \geq 75$

Nota. Adaptado de Criterios de evaluación de impacto ambiental en el sector minero (p.107), por Soriano, et al., 2010.

Capítulo 3
Información básica para el diseño del drenaje pluvial

3.1 Estudios topográficos

La elaboración de los estudios topográficos de esta tesis se ha llevado a cabo utilizando herramientas digitales de Sistemas de Información Geográfica (GIS). Esto permitió obtener datos sobre la dirección de la escorrentía a través del análisis de cuencas hidrológicas, en base a una recopilación detallada de información, que incluyó tanto los trabajos realizados durante las visitas técnicas al área de estudio como la revisión de informes y expedientes técnicos previos relacionados con la zona en cuestión.

Para obtener los expedientes técnicos de proyectos anteriores se consultaron entidades públicas, como la Municipalidad distrital de Catacaos, de los cuales se obtuvieron planos catastrales y especificaciones técnicas relevantes sobre los sistemas y redes de agua y saneamiento existentes en la zona de estudio. Uno de los informes clave consultados fue el expediente técnico del proyecto "Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos, provincia de Piura"[5], cuyos detalles del levantamiento topográfico se encontraron en la tesis publicada por Mora (2021), colaborador del proyecto antes mencionado.

Los trabajos en campo consistieron en realizar inspección detalladas para reconocer la zona de estudio y levantar observaciones a cerca de las subcuencas ciegas, las redes de drenaje existentes, las propiedades del suelo y la infraestructura vial de Simbilá y sus alrededores.

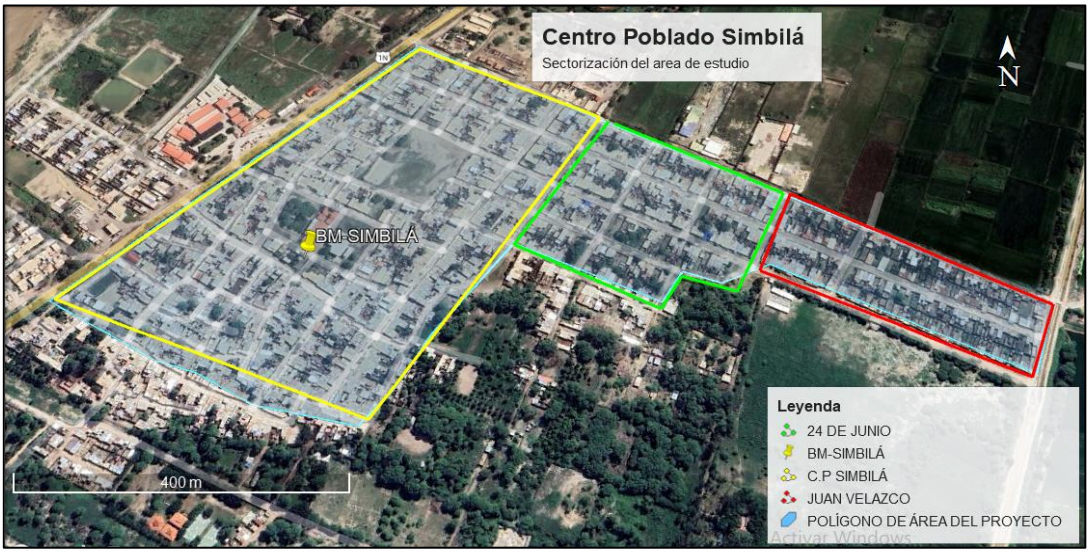
3.1.1 *Sectorización del área de estudio*

La delimitación del área de estudio se ha realizado en tres sectores principales considerando la zona B, según la zonificación realizada en el apartado 1.1. Esta sectorización ha tenido en cuenta tanto el área urbana actual como la proyectada para el crecimiento urbano, además de las áreas de cultivo y las depresiones de terreno. En total estos tres sectores abarcan alrededor de 37.33 hectáreas, que incluyen el Sector de Simbilá y los AA.HH. Veinticuatro de Junio y Juan Velazco (figura 17).

[5] El expediente técnico "Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos, provincia de Piura" es parte de un proyecto de servicio de consultoría de obra, de concurso público público N.º 013-2016/GRP-ORA-CS (primera convocatoria), llevado a cabo por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC), cuya empresa ejecutora y ganadora del concurso mencionado es la empresa constructora Bambamark E.I.R.L. Este expediente define una nueva red de alcantarillado en Simbilá que incluye la elevación de buzones proyectados y existentes.

Figura 17

Polígono del área del proyecto



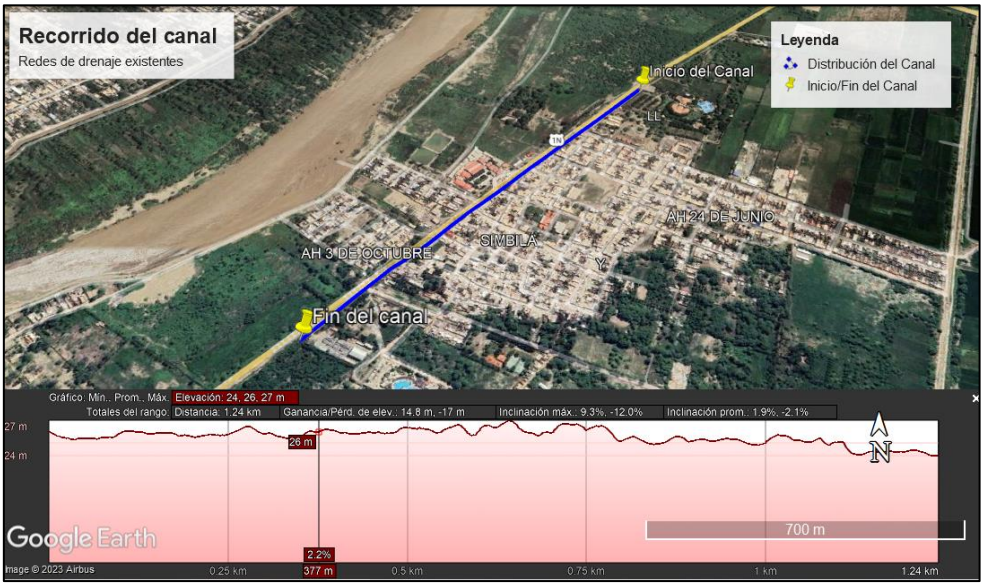
Nota. Adaptado de Satélite Landsat 8, Google Earth, 2023.

3.1.2 *Redes de drenaje existentes*

Entre las obras de drenaje existentes en la zona de estudio, se encuentra el canal Simbilá. Este canal se extiende de norte a sur de forma paralela a lo largo de la carretera Piura de Catacaos y tiene una longitud de recorrido de aproximadamente 1.24 km y una pendiente promedio de 2 %, estimada a partir de la cota de inicio y la cota de descarga, mediante el uso de Google Earth, tal como se muestra en la figura 18.

Figura 18

Representación del canal de drenaje identificado

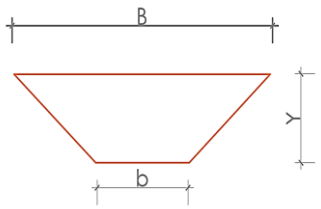


Nota. Adaptado de Satélite Landsat 8, Google Earth, 2023.

La sección transversal de forma trapezoidal de la estructura que varía a lo largo de su recorrido. En consecuencia, se ha sectorizado en varios tramos para un análisis detallado. La ubicación de estos tramos se muestra en los apéndices E y F, mientras que en la tabla 28 se presentan las dimensiones representativas obtenidas in situ para cada tramo.

Tabla 28

Dimensiones transversales del canal Simbilá

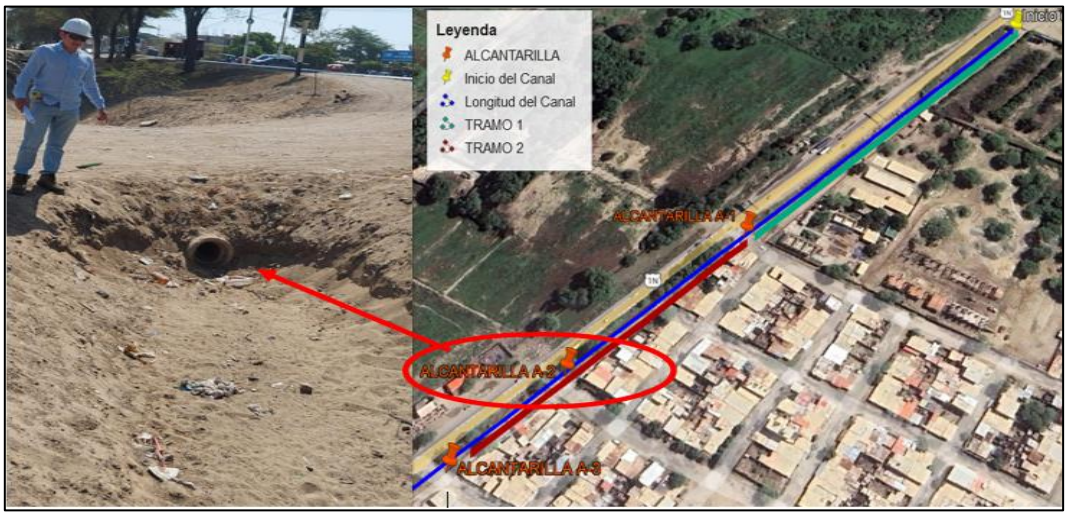
Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Base menor b(m)	Base mayor B(m)	Altura Y(m)	Sección
0+000	0+250	2.60	4.80	0.60	
0+250	0+500	1.60	3.45	0.70	
0+500	1+000	1.55	3.40	0.95	
1+000	1+240	1.35	3.70	1.05	

El análisis en campo del Canal Simbilá indica que dirige el agua hacia áreas agrícolas donde se pierde por infiltración y evaporación, e indica que sus dimensiones son excesivas en relación con su longitud de recorrido relativamente corta. Además, se ha identificado puntos de estancamiento en el canal, los cuales se forman debido a la irregularidad de las pendientes del canal y principalmente por la presencia de alcantarillas de dimensiones mínimas en los puntos donde las calles se cruzan con el canal para conectar con la carretera Piura- Catacaos.

Por ejemplo, en la figura 19 se muestra la alcantarilla A-2, ubicada en la progresiva 0+470.00 del segundo tramo, que tiene un diámetro de solo 0.2 metros. Esta dimensión reducida aumenta significativamente el riesgo de que la alcantarilla no tenga la capacidad de asegurar la conducción del volumen de agua, lo que provoca el estancamiento del agua en esta sección.

Figura 19

Alcantarilla A-2 ubicada a un costado del cruce de la Av. Félix Sandoval y la Av. Catacaos



3.1.3 *Superficie de rodadura*

En el área de estudio se observó que el centro poblado de Simbilá cuenta con algunas vías pavimentadas, específicamente las calles Cruz Verde, Progreso, Junín e Ica, las cuales están cubiertas con adoquines de concreto. Mientras que las vías sin pavimentar tienen una superficie de rodadura compuesta por suelos arenosos con presencia de limos.

Estas observaciones en campo se corroboran con la información presentada en el estudio incluido en las bases de contratación del proyecto “Rehabilitación y reposición del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos” realizado en el año 2018 por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC). Según dicho estudio, alrededor del 20 % de los residentes se benefician de aceras y calles pavimentadas, mientras que el resto tiene acceso a calles sin pavimentar.

3.1.4 *Uso del área de cuencas hidrográficas aportantes*

Las zonas aledañas que podrían tener influencia hidrológica en la zona urbana del centro poblado de Simbilá se han definido como las áreas circundantes no urbanizadas, situadas al norte y sureste del área de estudio, ya que la carretera Piura-Catacaos y el ramal del Dren 1308, limitan el aporte de aguas pluviales desde el lado oeste y este.

Al sureste, las áreas aportantes constituyen espacios abiertos de vegetación que incluye un campamento recreativo y parte del proyecto inmobiliario Simbilá verde mencionado en el apartado 1.2.1.

Al norte, el 80 % de la zona es agrícola, mientras que el resto está ocupado por el Casa Club de Abogados del Perú y empresas dedicadas al esparcimiento, producción de fertilizantes y concreto prefabricado, como El Mirador de Piura, Feys Perú Producción y Comercio S.A.C., y Consycon Piura, respectivamente.

3.1.5 *Propiedades del suelo de Simbilá*

El suelo del centro poblado de Simbilá, situado en el valle del río Piura, según las observaciones en campo, está compuesto principalmente por sedimentos aluviales, donde predominan arenas y limos que pueden comportarse como material fino. Estas observaciones se corroboran con el estudio de mecánica de suelos del Ministerio del Ambiente (2019), realizado en colaboración con el Instituto Geofísico del Perú (IGP) para la "Zonificación sísmica- geotécnica de la ciudad de Catacaos"[6].

Este estudio indica que aproximadamente el 30 % de los suelos en Simbilá son limos de baja plasticidad (ML), mientras que el 70 % son arenas limosas (SM), y determinó que el nivel freático en todo el territorio de Catacaos que incluye Simbilá varía entre 0.50 y 3.06 metros de profundidad con un promedio de 3.06 metros.

3.1.6 *Evaluación y verificación preliminar del canal Simbilá*

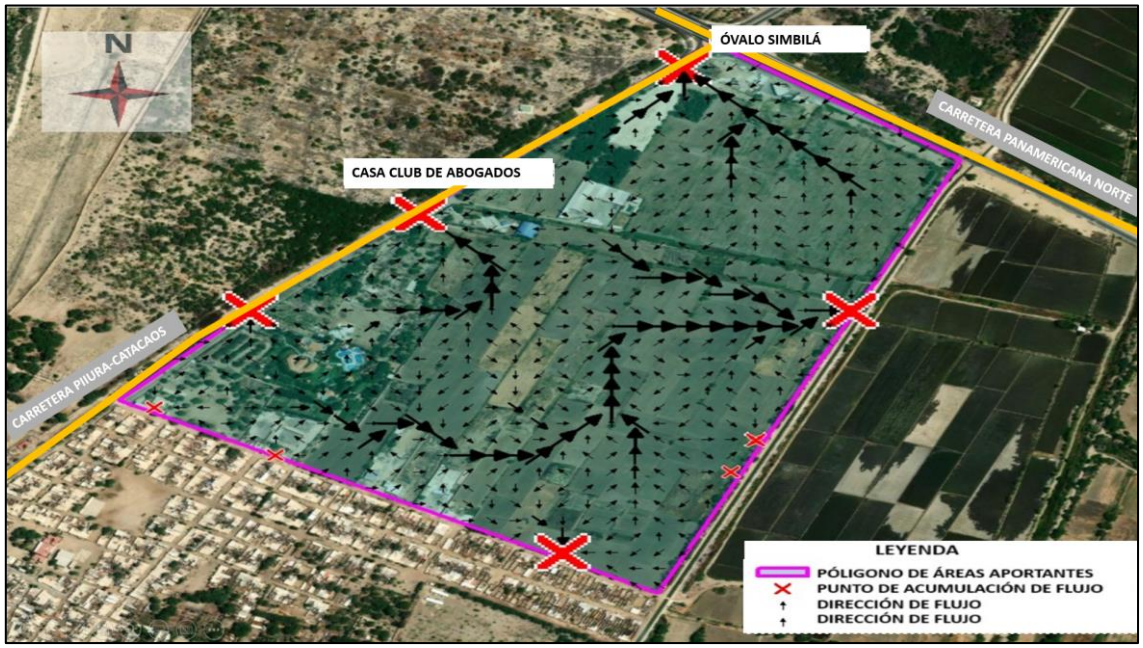
En esta etapa se sectoriza las regiones aportantes al canal Simbilá para determinar su escorrentía y localizar puntos de acumulación de agua. Para esto, se generó una nube de puntos utilizando un polígono de la zona norte del área de estudio mediante Google Earth. Estos puntos fueron exportados a Global Mapper, donde se generaron las líneas de flujo y se determinó la dirección de la escorrentía. Este proceso utilizó información topográfica con una resolución de arco de 11 segundos, obtenida de la fuente de datos ASTER GDEM3[7] del software Global Mapper (figura 20).

[6] En este estudio se emplearon exploraciones con calicatas y posteadora, instrumento manual en forma de "T" utilizado para realizar sondeos en suelos blandos.

[7] Base de datos topográficos de alta resolución que proporciona información detallada sobre la elevación del terreno a nivel global, obtenida a partir del instrumento Advanced Spaceborme Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) a bordo del satélite Terra de la NASA.

Figura 20

Puntos de acumulación de agua de las zonas aportantes del canal Simbilá.



Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA, por Global Mapper, 2023.

En la figura anterior se muestran las líneas de flujo que indican la dirección hacia los puntos más bajos del terreno, marcados de rojo. Además, se visualiza que la carretera Panamericana Norte delimita el polígono de la posible área de influencia que podría aportar al canal Simbilá durante épocas de lluvia, ya que en estos límites se ubican los puntos de mayor elevación. También se observa que, en la zona norte del polígono, cerca del óvalo Simbilá existe una tendencia a cuencas ciegas, lo que sugiere que en este punto inicia la escorrentía hacia el canal.

A partir de esto, se analizó el flujo de agua a lo largo de la carretera Piura-Catacaos, identificando otro punto de acumulación de escorrentía en la Casa Club de Abogados (Centro de Recreación de Abogados del Perú), donde existe un dren agrícola de 0.7 km de longitud, cuya dirección de encausamiento es perpendicular a la carretera Piura- Catacaos. Según los pobladores, este dren recoge las aguas de lluvia del área norte y las distribuye a los canales de riego para los terrenos de cultivo.

Las dimensiones[8] y la ubicación exacta de este dren agrícola se detallan en la tabla 29 y figura 21, mientras que la evidencia de su estado actual se presenta en el apéndice G.

[8] Las dimensiones y la evidencia visual sólo fueron recopiladas en los primeros 200 metros debido a problemas de accesibilidad del dren.

Tabla 29

Dimensiones de la sección transversal del dren agrícola interceptor

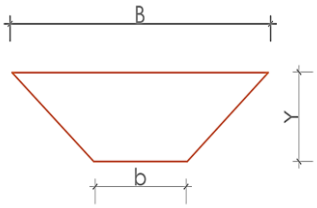
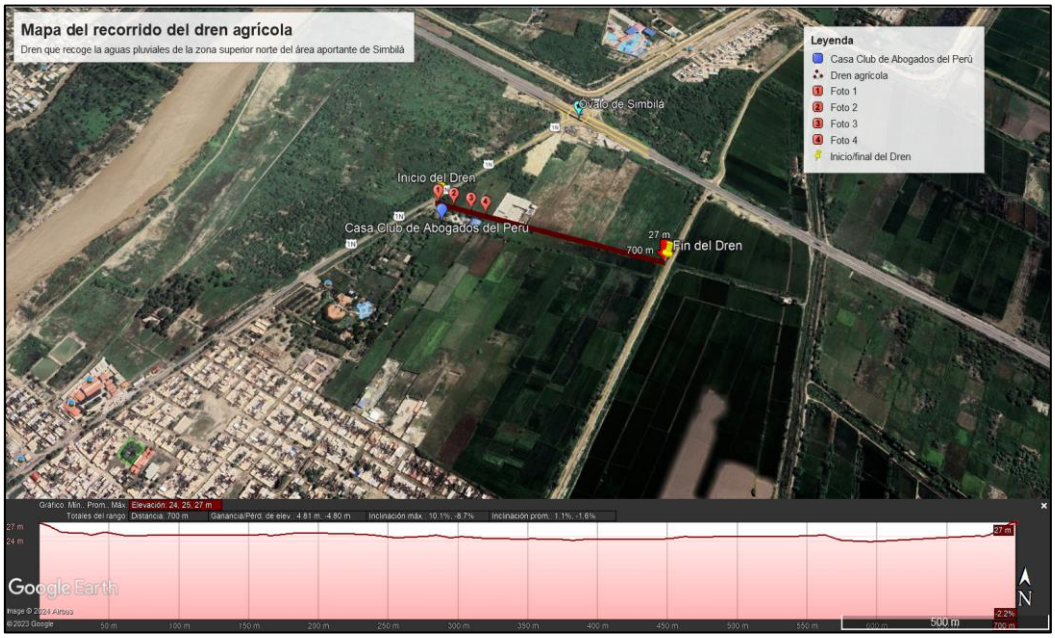
Estación/progresiva (km)	Base menor b(m)	Base mayor B(m)	Altura Y(m)	Sección
0+000	2.0	5.0	1.5	
0+060	2.0	7.0	1.8	
0+115	2.2	7.2	2.0	
0+200	2.1	5.0	1.5	

Figura 21

Ubicación del dren agrícola interceptor



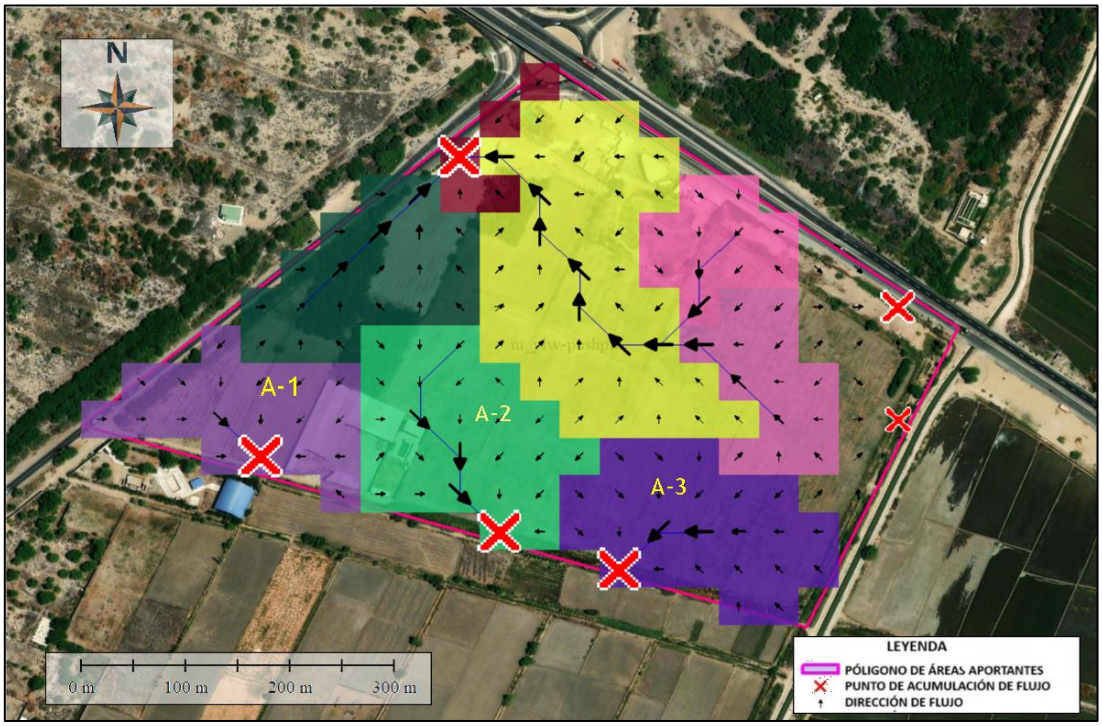
Nota. Adaptado de Satélite Landsat 8, Google Earth, 2023.

La delimitación de las áreas influyentes en el dren agrícola siguió el mismo procedimiento con el que se generaron las líneas de flujo de la figura 20 con la diferencia de que en este caso se activó la opción adicional de generador de subcuencas en Global Mapper.

De las cuencas identificadas, solo tres se consideraron como aportantes a la estructura interceptora, etiquetadas como *A-1, A-2* y *A-3* en la figura 22. Las demás cuencas no se han considerado debido a que sus direcciones de flujo son opuestas a la estructura interceptora, las mismas que son controladas por los canales de riego de los terrenos de cultivo de la zona norte del dren.

Figura 22

Delimitación de cuencas aportantes al dren agrícola interceptor



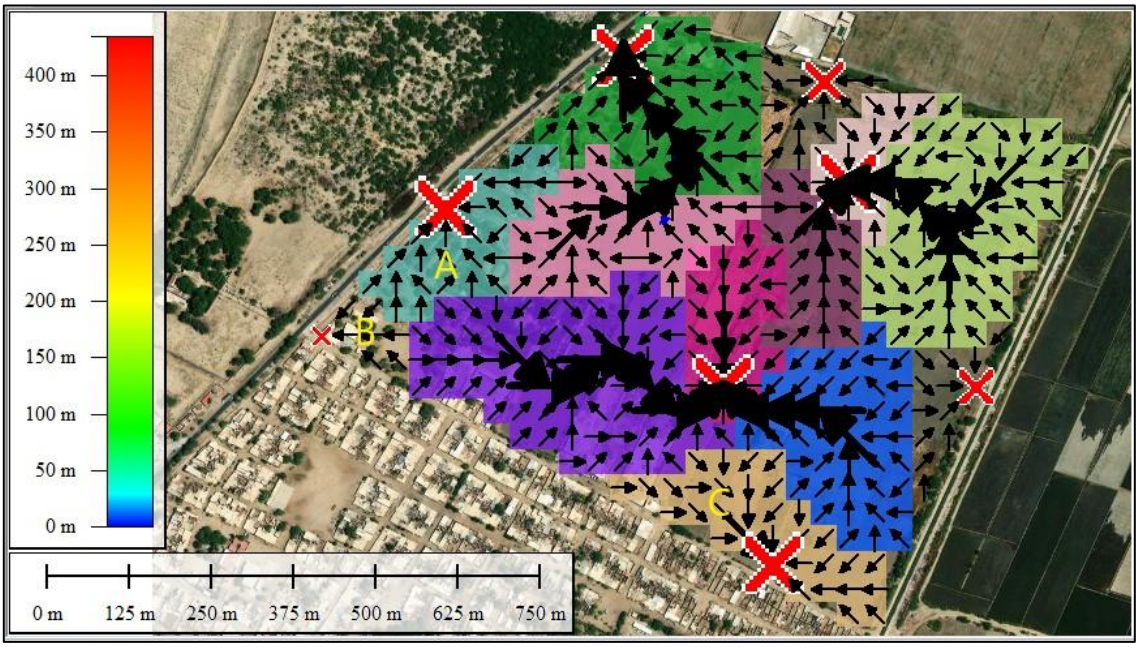
Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA, por Global Mapper, 2023.

Con el dren agrícola identificado el área de influencia para analizar las regiones aportantes al canal Simbilá se ha visto reducida. Por ello, se ha realizado un nuevo análisis considerando una nueva área de influencia que se extiende desde el dren agrícola identificado hasta la calle Los Pinos en Simbilá. En base a esto, se ha mapeado la distribución de las cuencas ciegas en esta región para descartar áreas no aportantes.

En la figura 23 se muestran las cuencas ciegas dentro de la nueva área de influencia del canal Simbilá, las cuales también actúan como cuencas aportantes para la zona urbana. De las cuencas identificadas, solo las etiquetadas como “A” y “B” se consideran como aportantes al canal Simbilá, puesto que sus puntos de descarga se ubican dentro del encausamiento de este. Además, se ha identificado la región “C” como otra cuenca aportante, ya que su punto de descarga se encuentra dentro de la zona urbana, específicamente en el sector de Juan Velazco.

Figura 23

Cuencas aportante de la zona Norte del área de estudio



Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA, por Global Mapper, 2023.

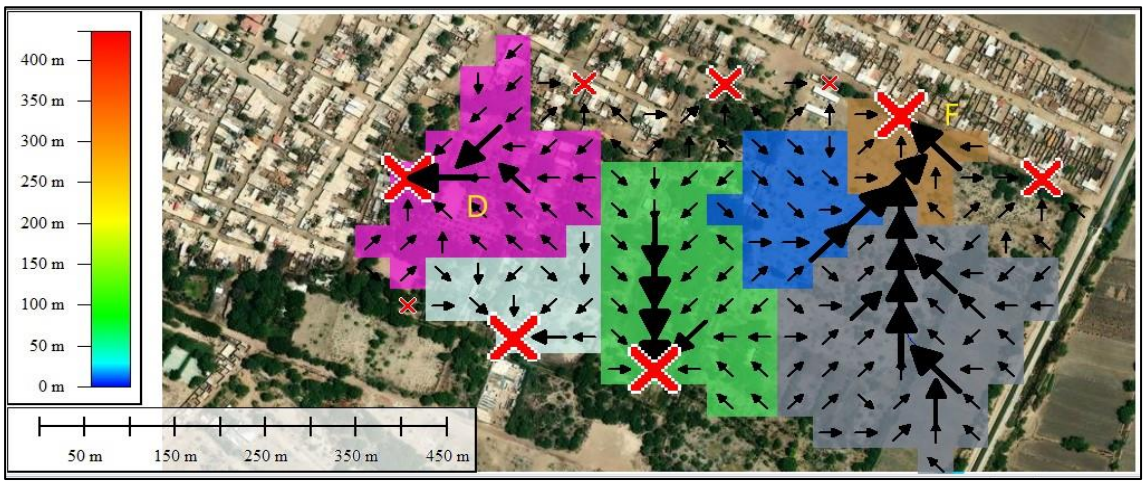
3.1.7 *Determinación de cuencas aportantes*

La delimitación de las áreas hidrológicas aportantes de la zona de estudio se realizó mediante la sectorización de cuencas usando Global Mapper. Este proceso implicó analizar las zonas circundantes al área de estudio por el lado sureste y norte.

Las cuencas portantes de la zona norte ya fueron presentadas en la figura 23 del apartado anterior. Por lo tanto, en esta sección solo se han determinado las cuencas aportantes de la zona sureste, tal como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Cuencas aportantes de la zona Sureste



Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA [imagen satelital], por Global Mapper, 2023.

De acuerdo con la figura 24, se pueden identificar tres puntos de descarga principales de las cuencas aportantes, de los cuales solo se ha seleccionado la cuenca etiquetada como “D”. Esto se debe a que se encuentra en una zona con tendencia a urbanización, donde la descarga puede ser interceptada por las estructuras de captación de la red de drenaje pluvial que se pretende diseñar. Las otras seis regiones han sido descartadas debido a que su dirección de flujo no tiene influencia en la zona urbana.

En cuanto a las cuencas que drenan hacia el punto “F”, estas tienen una baja probabilidad de causar inundaciones debido a su alta tasa de infiltración por la vegetación que presentan. Además, estas cuencas están situadas en un área destinada a un proyecto inmobiliario, y se asume que cualquier alteración en la permeabilidad del suelo será abordada por la entidad responsable de dicho proyecto para evitar interferencias en sistema de drenaje que se diseñará.

A continuación, en la tabla 30 se presenta un resumen de las regiones aportantes a la zona urbana y en la figura 25, un mapa con todas las cuencas aportantes identificadas.

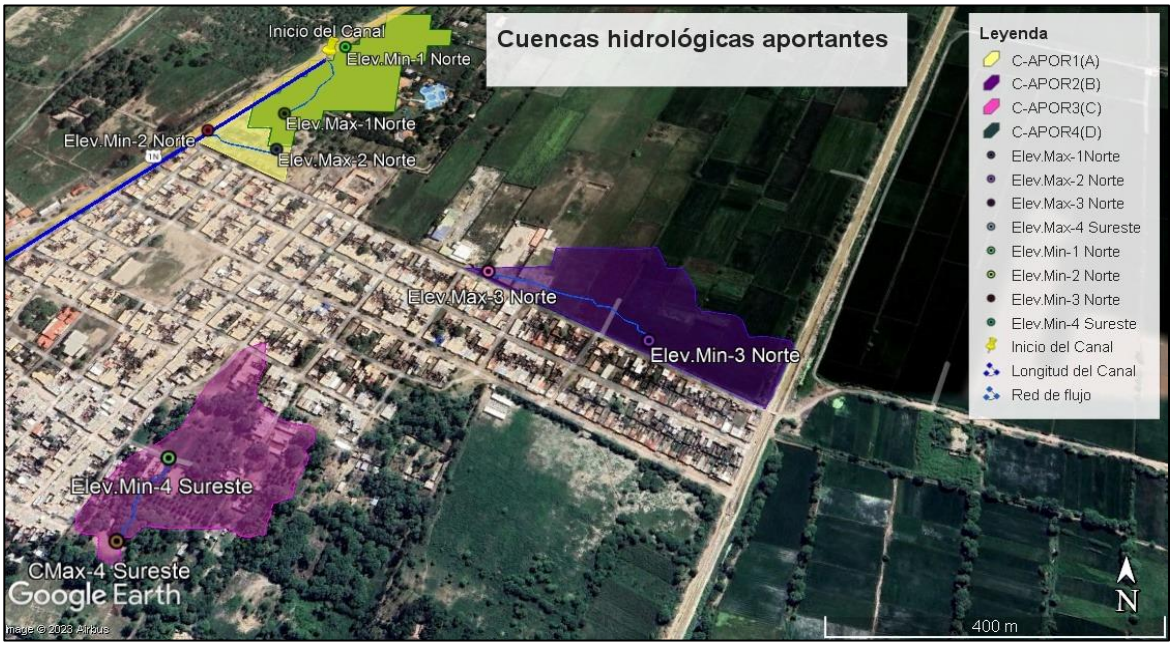
Tabla 30

Cuencas aportantes de la zona urbana de Simbilá

Cuencas Aportantes	Etiqueta	Dirección de procedencia de la cuenca	Área (ha)	Longitud de recorrido	Pendiente (%)	Detalle
C-APOR1	A	Norte	4.10	176	4.00	Drena al Canal Simbilá
C-APOR2	B		1.00	122	4.60	Drena al Canal Simbilá
C-APOR3	C		4.81	270	1.40	Drena a AA. HH Juan Velazco-Calle Los Pinos
C-APOR4	D	Sureste	4.30	131	1.80	Drena a Calle B

Figura 25

Mapa de cuencas hidrográficas aportantes de la zona urbana de Simbilá



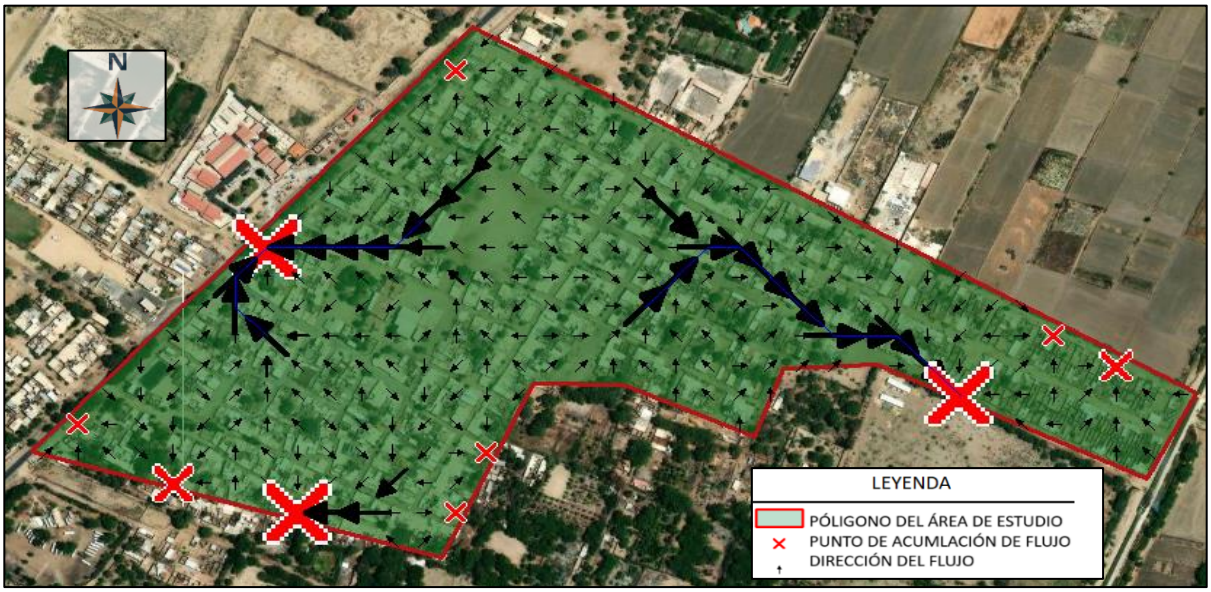
Nota. Adaptado de Satélite Landsat 8, por Google Earth, 2023.

3.1.8 *Determinación de subcuencas urbanas*

La delimitación de subcuencas en la zona urbana se llevó a cabo, basándose en la exportación de una nube de puntos obtenida desde Google Earth, centrada específicamente en el polígono del área urbana de estudio (figura 17). Este proceso replicó el método empleado para la delimitación de cuencas aportantes de los apartados anteriores lo que permitió encontrar los puntos ciegos de descarga de dichas cuencas, los mismos que fueron confirmados mediante testimonios de los pobladores de la zona. Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes figuras 26 y 27.

Figura 26

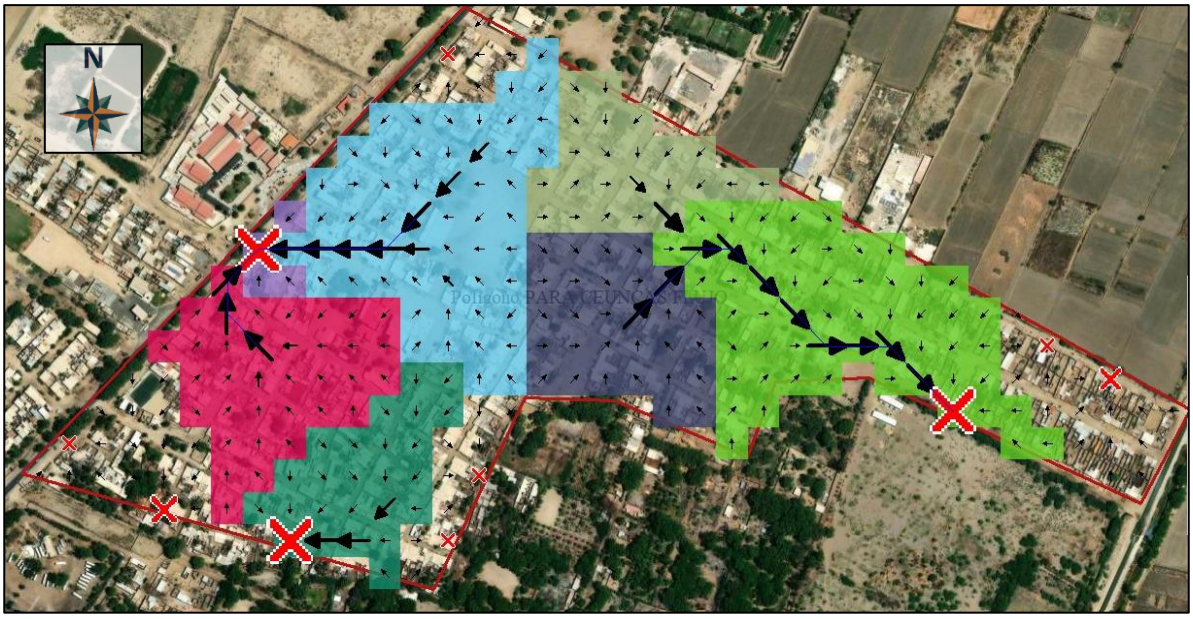
Dirección y líneas de flujo de la escorrentía de zona urbana



Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA, por Global Mapper, 2023.

Figura 27

Subcuencas urbanas de Simbilá



Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NASA, por Global Mapper, 2023.

Según la figura 27, la delimitación de las cuencas urbanas mediante los softwares GIS resultó en la identificación de siete cuencas con tres puntos principales de descarga en toda el área de influencia. Sin embargo, estas cuencas no abarcan completamente el polígono del área urbana utilizado. En consecuencia, se ha realizado un análisis adicional para mejorar la precisión de los cálculos y reducir la incertidumbre asociada con la escorrentía en las calles.

Este nuevo análisis consistió en subdividir cada manzana mediante diagonales y/o bisectrices para poder distribuir de manera más precisa el área de escorrentía que afecta a cada calle. El tamaño y la forma de estas cuencas se establecieron luego de determinar el flujo y la dirección de la escorrentía de las calles e identificando los puntos comunes de descarga. Este proceso se realizó bajo la consideración del plano catastral del centro poblado de Simbilá y el plano topográfico del Anexo C utilizado por Mora (2021), el cual muestra las cotas de los buzones del sistema de alcantarillado de Simbilá, los cuales coinciden con los puntos de las intersecciones de las calles.

Las cotas de los buzones, utilizadas para determinar el flujo de la escorrentía, utilizan como referencia el Bench Marck (BM) proporcionado por los estudios de Mora (2021). Este BM está situado en la zona de captación del Pozo Artesiano IRHS-008, ubicado en Simbilá, con coordenadas UTM (538596.789; 9419958.055; 23.117). Estas cotas se detallan en la tabla 31 y se visualizan en la figura 28. Mientras que la dirección del flujo de escorrentía de las calles se presenta en el Plano A.

Tabla 31

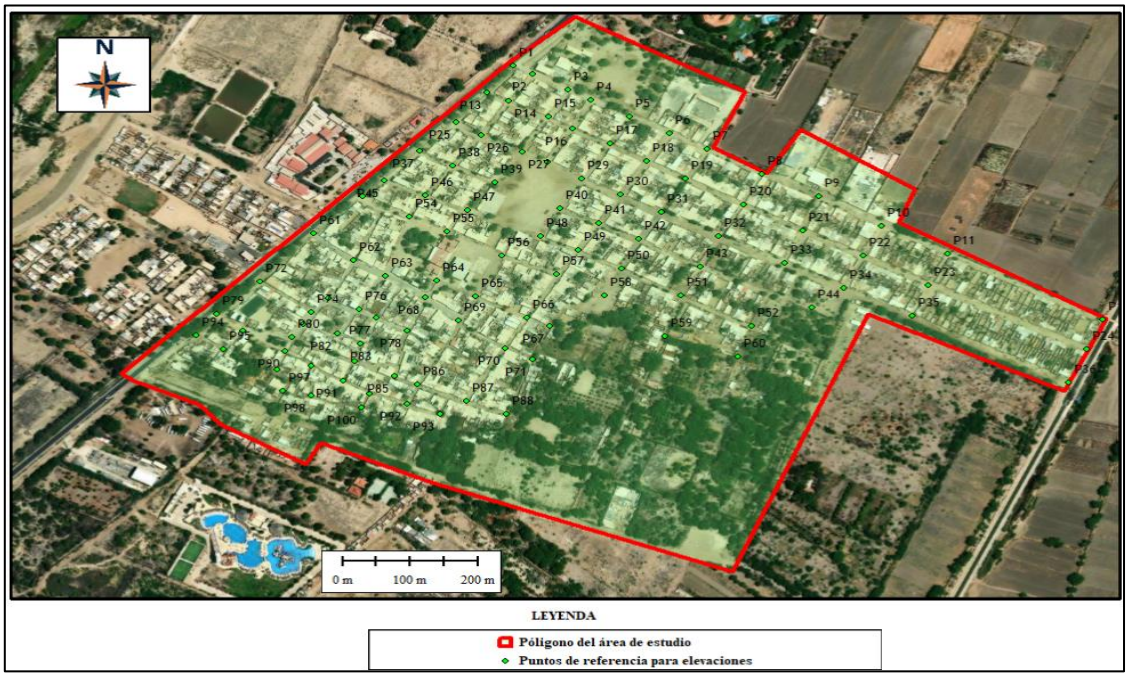
Cotas de buzones utilizados para determinar las subcuencas urbanas

Buzones	Cota de Terreno(msnm)	Buzones	Cota de Terreno(msnm)	Buzones	Cota de Terreno(msnm)
P1	23.98	P41	23.48	P81	23.25
P2	23.23	P42	23.40	P82	23.36
P3	23.46	P43	23.42	P83	23.48
P4	23.45	P44	23.44	P84	23.56
P5	23.70	P45	23.38	P85	23.30
P6	23.66	P46	23.09	P86	22.65
P7	23.66	P47	23.28	P87	23.09
P8	23.29	P48	23.27	P88	25.28
P9	23.37	P49	23.62	P89	26.80
P10	23.03	P50	23.59	P90	22.91
P11	23.05	P51	24.12	P91	22.85
P12	23.25	P52	23.25	P92	26.26
P13	23.30	P53	23.22	P93	26.43
P14	23.13	P54	23.97	P94	24.94
P15	23.28	P55	23.99	P95	24.50

Buzones	Cota de Terreno(msnm)	Buzones	Cota de Terreno(msnm)	Buzones	Cota de Terreno(msnm)
P16	23.27	P56	23.13	P96	24.38
P17	23.41	P57	22.95	P97	23.76
P18	23.35	P58	23.00	P98	22.58
P19	23.50	P59	23.26	P99	22.61
P20	23.47	P60	25.59	P100	22.89
P21	23.00	P61	23.05	P101	23.73
P22	22.96	P62	23.20	P102	25.36
P23	22.93	P63	23.14	P103	24.91
P24	23.20	P64	22.99	P104	24.18
P25	23.80	P65	23.00	P105	24.32
P26	23.30	P66	22.97	P106	22.22
P27	23.61	P67	24.27	P107	22.85
P28	23.67	P68	23.66	P108	23.02
P29	23.78	P69	23.93	P109	23.24
P30	23.70	P70	23.14	P110	23.75
P31	23.57	P71	23.02	P111	24.15
P32	23.38	P72	23.2	P112	23.78
P33	23.30	P73	23.01	P113	22.60
P34	23.09	P74	23.83	P114	23.52
P35	23.40	P75	24.51	P115	23.06
P36	23.25	P76	24.08	P116	22.94
P37	23.32	P77	23.55	P117	22.36
P38	23.18	P78	23.09	P118	23.65
P39	23.12	P79	23.90	P119	23.40
P40	23.41	P80	23.86	P120	22.43
				P121	22.14

Figura 28

Cotas de buzones utilizados para la delimitación de subcuencas urbanas

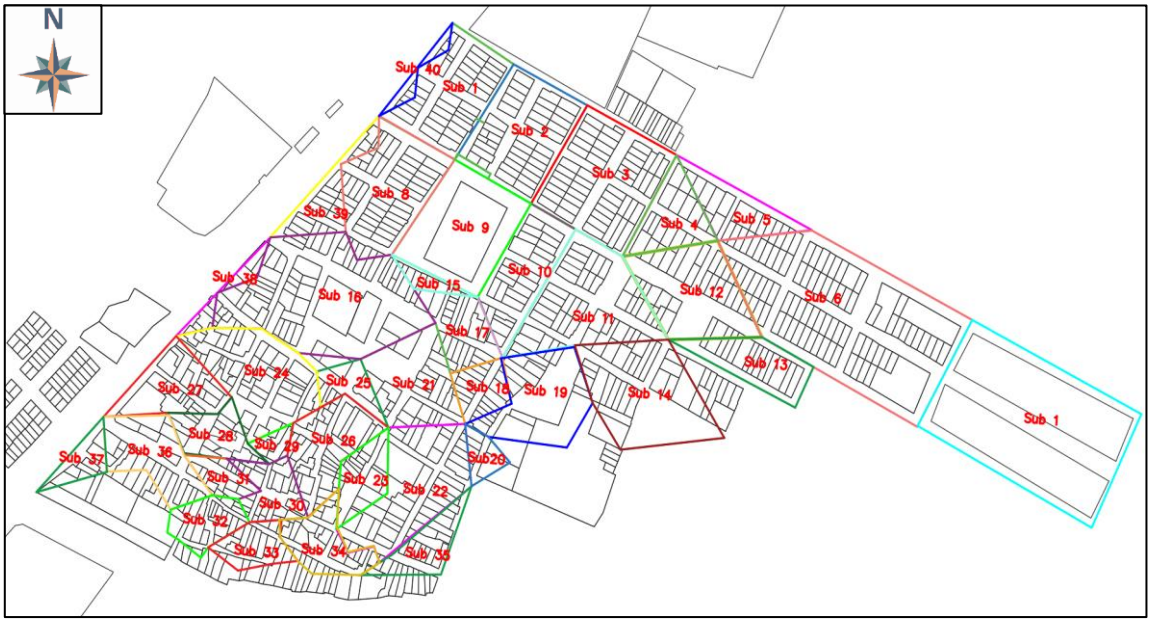


Nota. Adaptado de Satélite Terra de la NAS, por Global Mapper, 2023.

Los resultados del análisis indican que se han encontrado 40 subcuencas urbanas, cada una identificada con un numero de orden con el sufijo “Sub”, cuyos detalles se muestran en la figura 29 y se complementan en el apéndice H. Para una mejor organización, las cuencas urbanas identificadas se agruparon convenientemente para que puedan compartir un mismo punto de descarga. Como resultado, se obtuvieron siete cuencas urbanas globales, las cuales se han identificado con el sufijo “CU- “, las mismas que se presentan en la figura 30.

Figura 29

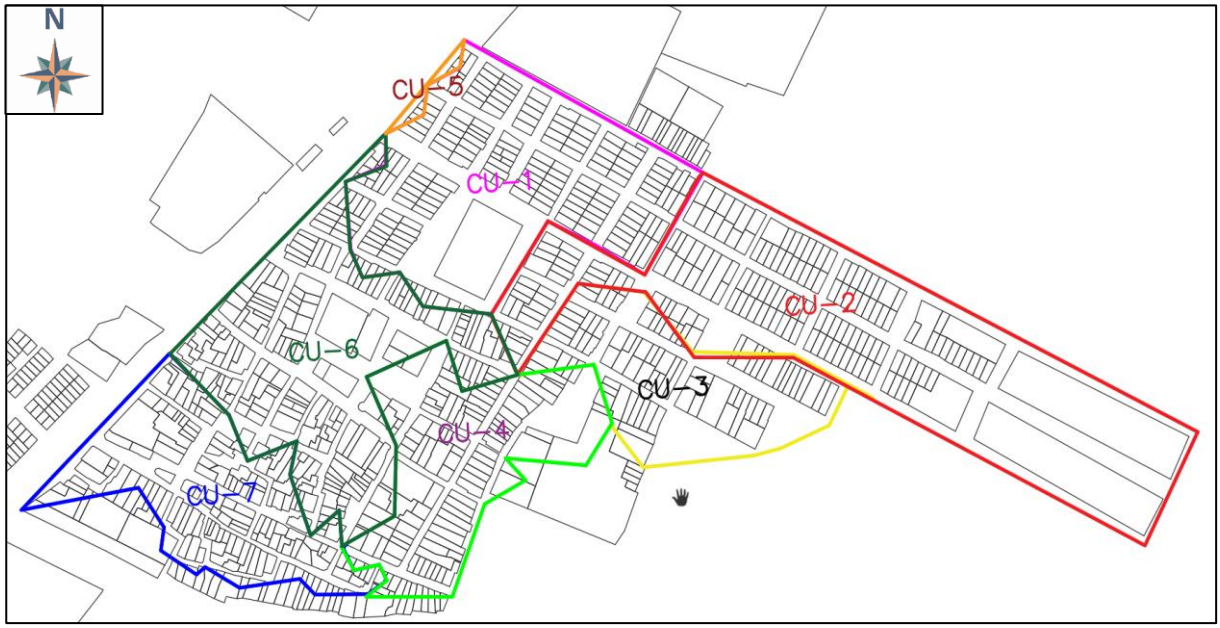
Subcuencas urbanas identificadas con el método de la diagonal o bisectriz



Nota. La figura ha sido creada en AutoCAD, la cual presenta el plano catastral del centro poblado de Simbilá donde se han delimitado 40 subcuencas urbanas, cada una identificada con su etiqueta correspondiente.

Figura 30

Cuencas urbanas globales



Nota. La figura ha sido creada en AutoCAD, la cual presenta el plano catastral del centro poblado de Simbilá donde se han delimitado 7 cuencas globales con un punto de descarga común, cada una identificada con su etiqueta correspondiente.

3.2 Estudios Hidrológicos

3.2.1 *Periodo de diseño*

Para esta investigación, se ha evaluado un periodo de diseño de 25 y 50 años. A diferencia de la normativa peruana OS.060 (2006) para drenaje urbano, que sugiere intervalos de dos a 10 años para sistemas de drenaje menores, se ha decidido no seguir esta recomendación debido a que la estructura diseñada no soportaría los eventos críticos de precipitación que se presentaron en los últimos años, tales como los fenómenos de El Niño Costero y el Niño Global.

Al analizar la frecuencia de eventos que afectan a la región Piura, se establece que la vida útil mínima para esa estructura deber ser de 50 años para garantizar la serviciabilidad continua del servicio, y al sustituir este parámetro junto con el periodo de retorno en la ecuación (8), el nivel de riego admisible para 25 años es de 87 % y 63 % para 50 años. Estos resultados indican que solo se garantiza la durabilidad del sistema de drenaje para un periodo de retorno de 50 años; sin embargo, para fines de diseño se realizará un análisis a partir de un Tr de 25 años y con ello adaptar el diseño a un *Tr* de 50 años.

3.2.2 *Curvas I-D-F*

Para determinar las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), se ha empleado la ecuación de intensidades de precipitaciones máximas para la ciudad de Piura, desarrollada por Farías & Ruiz (2018). Estas intensidades de diseño se calcularon para la estimación de los caudales máximos de las subcuencas de nuestro estudio y para ello se optó por emplear valores de intensidades con duraciones de 15 minutos en el software SWMM.

A continuación, se presenta la tabla 32 que resume las intensidades para periodos de retorno de 25 y 50 años en la ciudad de Piura y alrededores, así como un gráfico (figura 31) que muestra las curvas IDF adaptadas de Farías y Ruiz (2018).

Tabla 32

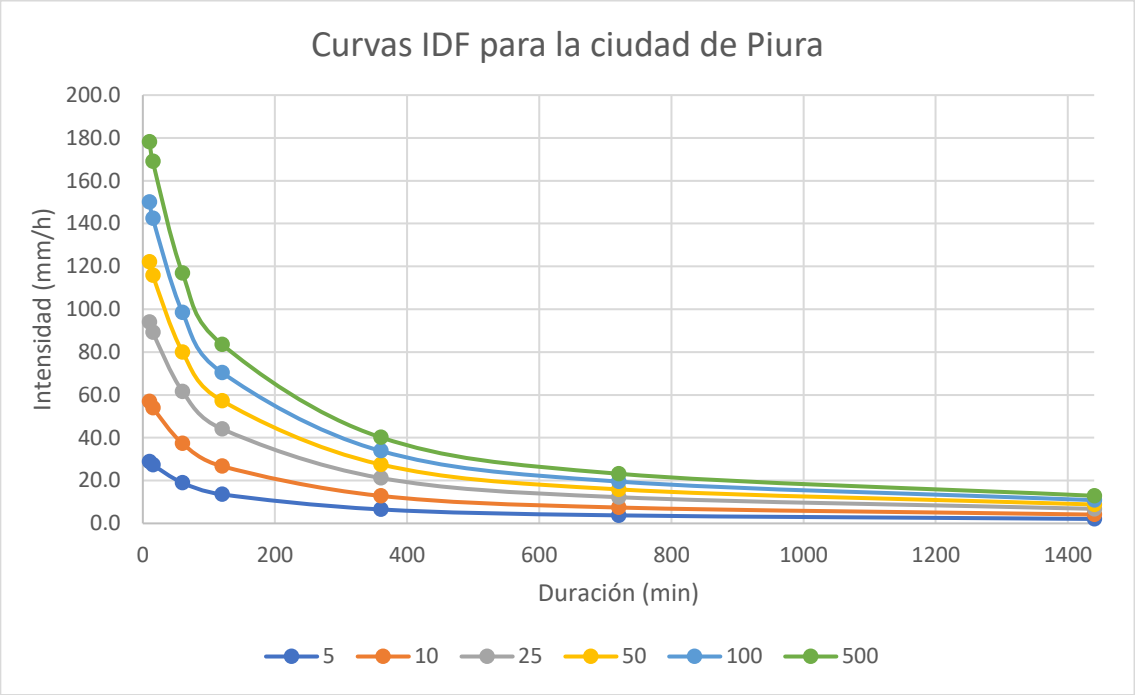
Intensidades máximas para Tr =25 y Tr = 50 años

Tiempo de duración	**Intensidad (mm/h)**	
min	**25 años**	**50 años**
10	94.10	122.10
15	89.20	115.90
30	77.50	100.70
60	61.60	80.10
120	44.10	57.20

Tiempo de duración	Intensidad (mm/h)	
min	25 años	50 años
180	34.50	44.80
360	21.20	27.50
1 440	6.80	8.80

Figura 31

Curvas IDF para la ciudad de Piura



Nota. Adaptado de Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City, por Farías & Ruiz, 2018.

3.2.3 *Hietograma de precipitación*

Para la elaboración del hietograma, en primer lugar, se estableció la duración total de la tormenta 24 horas, con el fin de simular condiciones críticas que podrían saturar el sistema de drenaje. En segundo lugar, se aplicó la ecuación (15) y se utilizó el método de bloques alternos para ordenar las alturas de precipitación a lo largo del tiempo, conforme se detalla en el apartado 2.2.3.4.1. Este análisis identificó el pico máximo de precipitación a las 12:15 p.m., correspondiente al minuto 735, tanto para un periodo de retorno de 25 como para uno de 50 años.

Las figuras 32 y 33 ilustran las tormentas de diseño para periodos de retorno de 25 y 50 años, respectivamente, cuyos cálculos de precipitación máxima se exponen en el apéndice B.

Figura 32

Hietograma de diseño para un Tr de 25 años

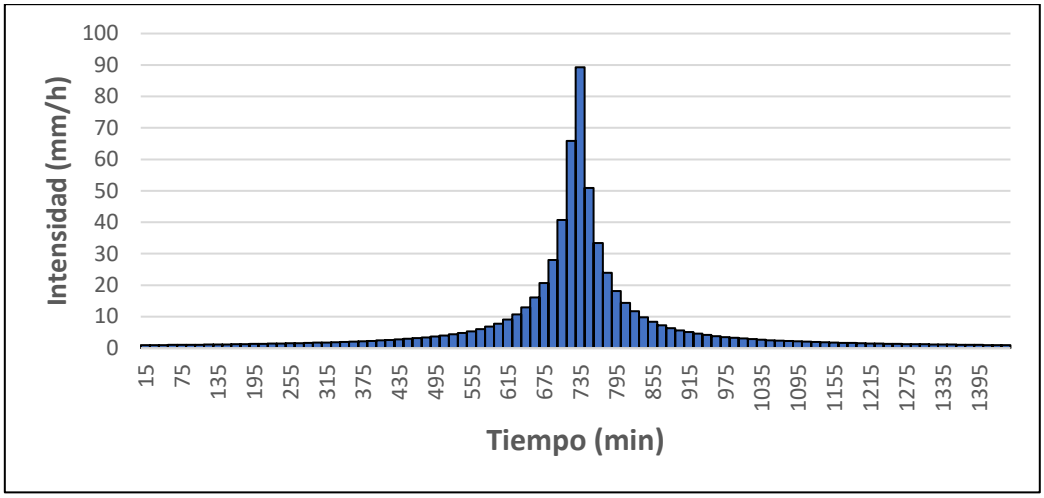
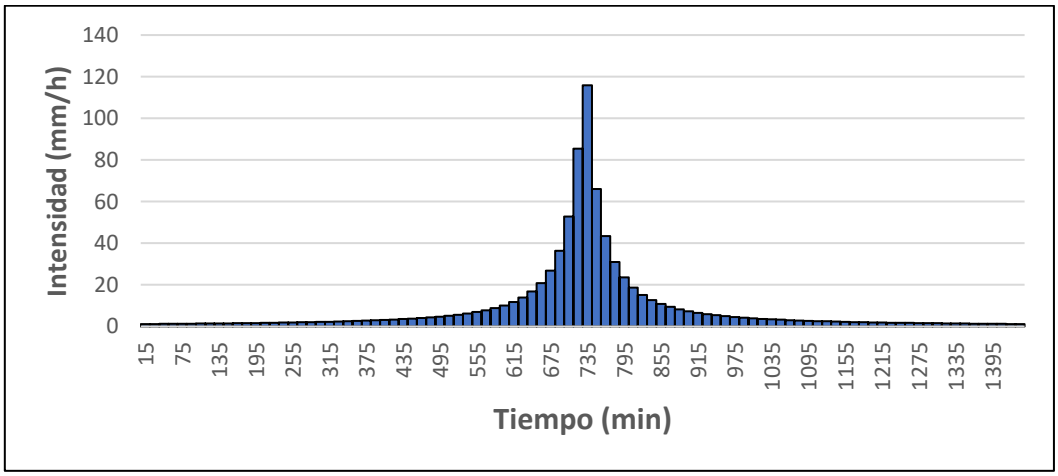


Figura 33

Hietograma de diseño para un Tr de 50 años



3.2.4 *Modelo de Infiltración*

Para este estudio se ha optado por utilizar el método de Curva Número (CN) en el software SWMM debido a que es un modelo de infiltración que se acondiciona adecuadamente a las características de la zona de estudio y teniendo como base los estudios realizados por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) en el "Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Piura, Veintiséis de octubre y Castilla". En este contexto, para determinar el valor de CN, se ha considerado elegir un suelo del grupo B de los grupos hidrológicos de suelo que se plantean en el apartado 2.2.1.2.3, dado que Simbilá posee suelos arenosos con limos poco profundos depositados por el viento.

Los valores de CN en cada uno de los tres sectores que conforman la zona de estudio se detallan en las tablas 33, 34 y 35.

Tabla 33

Resumen del cálculo del CN para el sector de Simbilá

Uso de Suelo	Grupo Hidrológico de suelo B (100%)			
	Área (ha)	**Porcentaje**	**CN**	**Producto**
Área residencial que es impermeable en un 65 %	19.55	78.58 %	85	66.80
Césped en condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75 %	0.58	2.32 %	69	1.60
Calles y carreteras pavimentadas	4.49	18.05 %	98	17.68
Plazas y similares	0.26	1.05 %	98	1.03
			CN ponderado	**87.11**

Tabla 34

Resumen del cálculo del CN para el sector de 24 de junio

Uso de Suelo	Grupo Hidrológico de suelo B (100%)			
	Área (ha)	**%**	**CN**	**Producto**
Área residencial que es impermeable en un 65 %	4.70	65.07 %	85	55.31
Césped en condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75 %	0.08	1.14 %	69	0.79
Calles y carreteras pavimentadas	2.44	33.79 %	98	33.12
			CN ponderado	**89.21**

Tabla 35

Resumen del cálculo del CN para el sector de Juan Velazco

Uso de Suelo	Grupo Hidrológico de suelo B (100%)			
	Área (ha)	%	CN	Producto
Área residencial que es impermeable en un 65 %	3.07	58.56 %	85	49.77
Césped en condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75 %	0.08	1.57 %	69	1.08
Calles y carreteras pavimentadas	2.09	39.88 %	98	39.08
			CN ponderado	**89.93**

Para validar los resultados obtenidos, se ha tenido por conveniente compararlos con los valores de CN obtenidos en el Plan maestro elaborado para la ciudad de Piura por la ARCC (2022). Estos valores se calcularon utilizando información sobre los diferentes tipos y usos de suelos en la ciudad de Piura, donde se encuentran características similares a las de zona de estudio de nuestro proyecto debido a su proximidad a los distritos de Piura, Castilla y Veintiséis de Octubre. Los valores de CN utilizados en el plan maestro antes mencionado se muestran a continuación en la tabla 36 y figura 34.

Tabla 36

Parámetros de CN para usos de suelo adoptados en la ciudad de Piura y alrededores

Usos de suelo	CN
Agrícola	85
Eriazo	65
Zona Urbana Tipo 1	95
Zona Urbana Tipo 2	90
Cuerpo de agua	100

Nota. Adaptado de Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Piura, Veintiséis de octubre y Castilla (p.211), por ARCC, 2022.

Figura 34

Mapa de parámetros Curva Número (CN) para la ciudad de Piura y alrededores

Nota. Tomado de Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Piura, Veintiséis de octubre y Castilla (p.211), por ARCC, 2022.

Comparando los resultados, se observa que los valores de CN obtenidos en este estudio son más conservadores que los proporcionados por la ARCC. Esta diferencia se debe al grado de precisión requerida para la envergadura de los estudios realizados por la ARCC. Por lo tanto, se ha decidido utilizar los valores de CN del Plan Maestro, ya que estos representan una situación más crítica en el modelamiento del sistema de drenaje. Por consiguiente, se asigna un CN de 90 para las subcuencas urbanas y de 85 para las cuencas aportantes.

3.2.5 *Componentes fisiográficos*

Para analizar adecuadamente el aporte de flujos de escorrentía superficial y con ello determinar los caudales de las cuencas urbanas y aportantes en el área de estudio, es necesario definir y calcular el coeficiente de escorrentía (C). En este caso, se ha optado por emplear un valor de 0.77 como coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno de 25 años, el cual ha sido seleccionado luego de comparar y analizar investigaciones previas sobre drenaje pluvial en cuencas urbanas con características similares del centro poblado de Simbilá. Tal es el caso de la tesis “Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura” de Hernández (2018), y la tesis “Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWMM” de Cateriano y Menacho (2019).

En la tesis desarrollada en la cuenca El Chilcal, se determinó un valor de C de 0.77 luego de estimar un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta (techos, pavimentos, áreas verdes, etc.) que conforman dicha área de estudio. Para el caso de la cuenca Ignacio Merino, se obtuvo un valor estimado de C de 0.69 al promediar los coeficientes de escorrentía de las cuatro subcuencas identificadas, los cuales se determinaron siguiendo la misma metodología que en la cuenca El Chilcal. El resumen de este cálculo se muestra en la tabla 37.

Tabla 37

Coeficiente de escorrentía de las subcuencas de Ignacio Merino

Subcuenca	**Área (ha)**	**Periodo de retorno (años)**		
		10	**25**	**50**
Pequeña	6.8100	0.658	0.700	0.740
Avifap	48.670	0.641	0.688	0.722
Colegio Ignacio Merino	32.170	0.685	0.727	0.769
EPPO	74.500	0.595	0.656	0.675
		Promedio de C para 25 años		**0.690**

Nota. Adaptado de Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWM (p.62), por Cateriano y Menacho, 2019.

De esta manera, con los dos casos planteados anteriormente, se ha tenido por conveniente utilizar el valor de C para subcuencas urbanas, igual al de la tesis desarrollada en la cuenca El Chilcal, ya que es un valor más desfavorable que contribuye a realizar el cálculo de los caudales máximos, considerando condiciones más críticas para nuestro proyecto.

En cuanto a las cuencas aportantes del área de estudio, se estableció un valor de C=0.34 para un periodo de retorno de 25 años, al realizar una aproximación usando los valores de coeficientes de escorrentía presentados en la tabla 7, donde se asume que la cobertura superficial de estas cuencas es de áreas no desarrolladas con características de superficies de zonas de cultivos planos (con pendiente de 0-2 %).

Capítulo 4
Diseño del drenaje pluvial y análisis de resultados

4.1 Diseño de drenaje pluvial

El diseño de drenaje pluvial que se propone diseñar en el Centro Poblado de Simbilá tiene como finalidad gestionar y evacuar las aguas de lluvia para establecer soluciones efectivas ante la problemática que enfrenta la población. Este diseño se ha llevado a cabo en base a la Norma OS.060 de Drenaje Urbano Pluvial y los componentes hidrológicos de la zona de estudio.

4.1.1 *Metodología*

El diseño de las redes de drenaje está compuesto por tres sistemas de drenaje o circuitos independientes con equipos de bombeo, cuyo destino de descarga para la escorrentía canalizada es el río Piura.

El diseño de cada estación de bombeo que se propone está acoplado a tanques reguladores de caudal que son parte de la implementación de sistemas de drenaje sostenible, asegurando que no se afecte la composición de áreas urbanas y optimizando el uso de los recursos disponibles (parques o áreas de uso público).

Se evaluaron alternativas adicionales para la descarga, como lagunas de laminación; sin embargo, estas fueron descartadas debido a que el nivel freático en estaciones secas se sitúa a una profundidad aproximada de 3.5 metros, según lo indicado por Mora (2021). En consecuencia, durante períodos de lluvia, las aguas permanecen estancadas por varios días, como reportan los residentes y confirman las imágenes satelitales de Google Earth. Concluyendo en la limitada capacidad de infiltración del suelo en el centro poblado de Simbilá.

4.1.2 *Descripción del sistema de drenaje*

La propuesta de diseño de drenaje pluvial urbano ha sido determinada tomando en consideración los problemas de la planificación y distribución de las calles, la topografía variable y la premisa de evitar el uso de diámetros excesivos en las tuberías para conducir la escorrentía de la zona de estudio. Por ello, se plantea desarrollar tres circuitos de drenaje independientes en función de la sectorización realizada en el capítulo anterior, el cual comprende siete cuencas globales (CU-) presentadas en la figura 30. Cada uno de estos circuitos involucran la captación de la escorrentía superficial mediante sumideros y su posterior conducción a través de tuberías hasta tanques reguladores, los cuales formarán parte de las tres estaciones de bombeo propuestas para este sistema de drenaje.

A continuación, se presenta en la figura 35 la red de drenaje pluvial de los tres circuitos propuestos en toda el área urbana de la zona de estudio.

Figura 35

Distribución de los tres sistemas de drenaje propuestos

Nota. Adaptado del Satélite Landsat 8, por Google Earth, 2023.

La propuesta del presente diseño de drenaje pluvial plantea que la escorrentía superficial será captada y conducida a través de sumideros y tuberías hacia tanques tormentas receptores, los cuales formaran parte de las estaciones de bombeo ubicadas en espacios públicos.

Para el circuito 1, se plantea situar la estación de bombeo en un espacio deportivo público entre la calle Félix Sandoval y Tupac Amaru. En el circuito 2, la estación de bombeo se ubicará en la zona suroeste, al costado de la calle S/N 051 y al margen izquierdo de la Av. Catacaos (sentido Norte-Sur), en un área sin cultivos y sin proyección urbana, declarada como inundable por la municipalidad distrital de Catacaos. La estación de bombeo del circuito 3 se instalará en la proyección de un parque futuro en la zona sureste, entre la calle B y la proyección de calle Cruz Verde.

Cabe indicar que la ubicación de la estación de bombeo del segundo circuito fue seleccionada debido a la falta de otras áreas disponibles y es la única que podría presentar riesgo de inundación fluvial debido al incremento del caudal del río Piura o a los cambios de dirección en su recorrido. Pues imágenes satelitales de Google Earth durante el FEN costero del 2017 muestran que esta zona fue afectada. Por ello, esta propuesta de diseño idealiza que el cauce del río Piura se mantendrá en buenas condiciones y con mantenimiento constante para prevenir posibles desbordes y afecciones al sistema de drenaje.

Según la figura 2, el circuito 1 estará compuesto por las líneas L1 y L2, las cuales conducirán la escorrentía de las subcuencas CU-1 y CU-2.

El circuito 2, lo constituyen la línea de drenaje L2, tuberías aportantes en su recorrido, y la línea de descarga del parque hídrico situado en el parque principal de Simbilá. Estas redes de drenaje conducirán la escorrentía generada en las subcuencas CU-6 y CU-7.

El circuito 3 está compuesto por las líneas de drenaje L4 y L5 y evacuaran la escorrentía de las subcuencas CU-3 y CU-4, respectivamente.

En la tabla 38 se resume el área bruta disponible para la implementación de las estructuras de regulación de caudal y las estaciones de bombeo de cada circuito.

Tabla 38

Resumen de las áreas disponibles para la implementación de estructuras de regulación de caudal

Sistema	Uso actual del área	Área bruta disponible (m^2)
Circuito 1	Losa deportiva	10 000
Circuito 2	Zona sin cultivos ni proyección urbana	3 500
Circuito 3	Parque futuro	10 000
Parque de inundable	Parque principal de Simbilá	5 500

El parque inundable ubicado en la plaza principal de Simbilá es una medida de reducción de caudales máximos, el mismo que tiene características de un tanque de retención sin perder su funcionalidad de área pública recreativa. Este sistema implica profundizar la cota de terreno actual del parque e instalar una tubería de evacuación que permanecerá siempre abierta, y de esta manera el sistema esté limitado por las dimensiones de la sección de la tubería para autorregular y retener el volumen de escorrentía de manera temporal cuando se produzca la tormenta máxima.

A continuación, se muestra en la figura 36 una referencia de la función del parque de Simbilá como tanque de retención.

Figura 36

Representación gráfica de un parque inundable

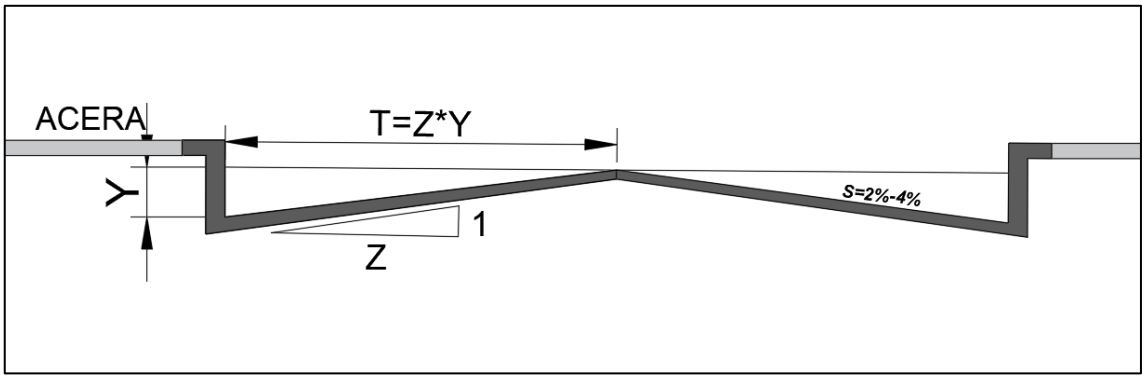
Nota. Tomado de Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWMM, por Cateriano y Menacho, 2021.

4.1.3 *Redes de Captación*

Para definir las dimensiones de las estructuras de captación se idealiza las calles como cunetas con bombeo a dos aguas con secciones triangulares (figura 37), con el fin de calcular su capacidad hidráulica en la simulación del SWMM para periodo de retorno de 25 años. Este modelo permite evaluar posibles puntos críticos de inundación y de esta manera implementar cuentas longitudinales en los diferentes tramos de calles que tengan dificultades de escurrimiento rápido.

Figura 37

Sección transversal de típica de una calle

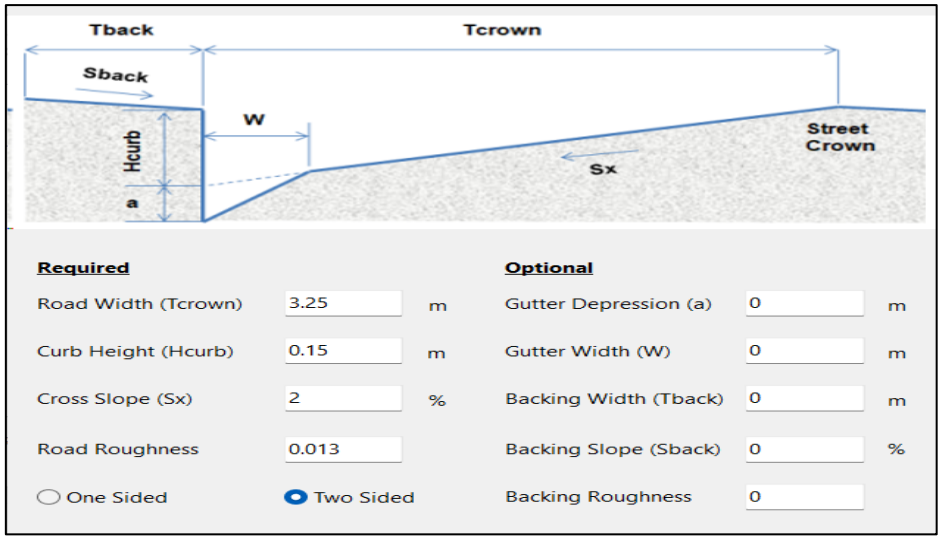


Para la modelación en el SWMM (figura 38), se ha tenido por conveniente considerar un coeficiente de rugosidad de Manning $n = 0.013$, asumiendo que las calles de Simbilá serán pavimentadas. Para aquellas calles que actualmente están revestidas con adoquines de

mortero de cemento, se utilizó un coeficiente $n = 0.014$, conforme a lo indicado en la Norma OS.060 de Drenaje Urbano Pluvial y el manual del usuario de SWMM, respectivamente. Además, se establecieron pendientes transversales de las calles entre 0.02 m/m y 0.04 m/m, como se detalla en el apartado 2.3.1.7.

Figura 38

Ventana del SWMM para editar secciones de calles



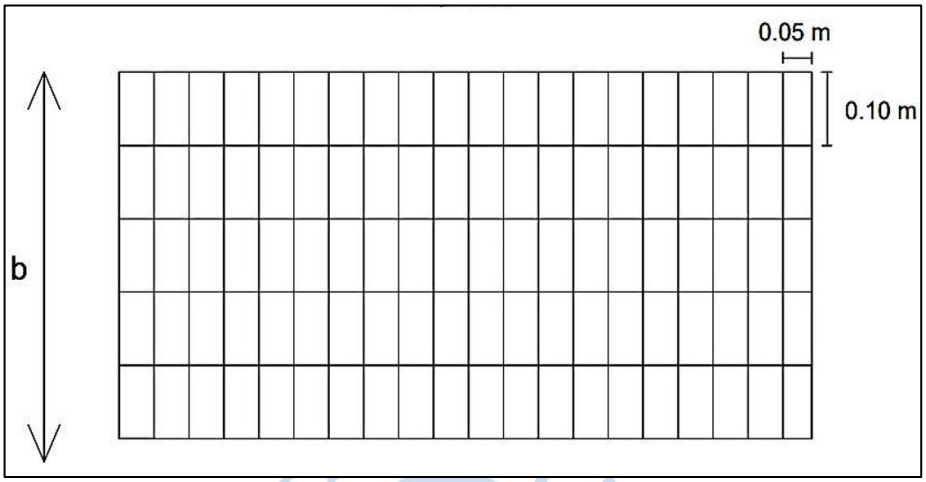
Los procedimientos de cálculo y los resultados obtenidos para la evaluación de las cunetas longitudinales paralelas a las vías se detallan en el apéndice K. A partir de este análisis, se concluye que las calles tienen la capacidad adecuada para manejar el flujo de escorrentía superficial hasta los puntos más bajos de las subcuencas, donde se incluirán sumideros de rejillas para su captación y posterior conducción mediante tuberías enterradas.

4.1.3.1 Diseño hidráulico de sumideros. Se planea implementar sumideros de rejillas, que se colocarán de manera transversal en las calzadas de los 24 puntos críticos identificados, los cuales están ubicados en los puntos más bajos de la zona de estudio (tabla 39).

Para el diseño de las rejillas de estos sumideros, se propone utilizar el modelo propuesto por Cubas (2021), el cual es similar a las rejillas instaladas en la Urbanización Santa Isabel. Estas rejillas cumplen con los criterios establecidos en la Norma OS.060 y demostraron un desempeño eficiente durante las condiciones adversas del Fenómeno El Niño Costero del 2017. Por ello, las rejillas de los sumideros para este proyecto se instalarán transversalmente al eje de la calle, estarán fabricadas de fierro fundido con aberturas de 0.05x0.1 m, tendrán una eficiencia del 100 % y su ancho será 10 cm mayor al ancho de las cunetas de los sumideros (figura 39).

Figura 39

Espaciamiento de rejillas de diseño



Nota. Tomado de Diseño y optimización del sistema de drenaje de las aguas pluviales de la urbanización El Chilcal, por Cubas, 2021.

En lo que respecta al diseño de las cunetas transversales de los sumideros de rejillas, se ha utilizado el software HCanales[9]. Este procedimiento se realizó considerando los caudales aportantes a cada sumidero (tabla 39), y teniendo en cuenta que las cunetas de los sumideros serán de concreto con una rugosidad de 0.012 y una pendiente longitudinal de 0.01 m/m. Además, para determinar la altura o profundidad de la cuneta (h), se realizó una iteración partiendo con un ancho determinado y tomando en cuenta que h debe ser mayor al valor de la energía específica (E), que a su vez debe ser mayor al tirante máximo ($h > E > Y$).

La ubicación de los sumideros de rejillas propuestos se muestra en el Plano E, mientras que los resultados de los cálculos del diseño se presentan en el apéndice L.

Tabla 39

Resultados del diseño de sumideros

Puntos Críticos	Sumideros	Tramos aportantes	Caudal de SWMM (m^3/s)	Ancho, b (m)	Profundidad, h (m)
P-14	S-1	P2-P14; P26-P14; P13-P14	0.171	0.400	0.500
	S-2	P13; P14	0.027	0.400	0.500
P-16	S-3	P4-P16	0.064	0.400	0.500
	S-4	P15-P16; P28-P16; P17-P16	0.237	0.500	0.500
P-18	S-5	P30-P18; P17-P18; P6-P18	0.210	0.400	0.500

[9] Software de fácil utilidad para diseñar canales y estructuras hidráulicas.

Puntos Críticos	Sumideros	Tramos aportantes	Caudal de SWMM (m^3/s)	Ancho, b (m)	Profundidad, h (m)
	S-6	P19-P18	0.152	0.400	0.500
P-23	S-8	P11-P23	0.517	0.600	0.700
	S-7	P22-P23; P35-P23; P24-P23	0.924	0.700	0.900
P-34	S-9	P33-P34; P35-P34	0.403	0.500	0.700
P-45	S-10	P43-P45	0.178	0.400	0.500
P-61	S-11	P52-P61; P120-P61	0.105	0.400	0.500
P-53	S-12	P43-P53; P54-P53	0.116	0.400	0.500
	S-13	P52-P53	0.301	0.500	0.600
P-39	S-14	P38-P39	0.201	0.400	0.500
	S-15	P27-P39; P48-P39	0.186	0.400	0.500
P-57	S-16	P58-P57	0.358	0.500	0.600
	S-17	P64-P57	0.167	0.400	0.500
P-40	S-18	P41-P40	0.127	0.400	0.500
	S-19	P50-P40	0.169	0.400	0.500
P-66	S-20	P65-P66	0.222	0.400	0.500
	S-21	P110-P100	0.066	0.400	0.500
P-91	S-22	P91'-P91	0.073	0.400	0.500
	S-23	P90-P91	0.153	0.400	0.500
P-112	S-24	P103-P112	0.096	0.400	0.500
P-104	S-25	P105-P104; P103-P104	0.125	0.400	0.500
	S-26	P94-P104	0.078	0.400	0.500
P-73	S-27	P85-P73; P75-P73	0.279	0.500	0.500
	S-28	P72-P73	0.056	0.400	0.500
P-77	S-29	P97-P77	0.094	0.400	0.500
	S-30	P76-P77; P68-P77	1.095	0.700	1.000
P-71	S-31	P72-P71; P83-P71	0.090	0.400	0.500
	S-32	P70-P71	0.100	0.400	0.500

Puntos Críticos	Sumideros	Tramos aportantes	Caudal de SWMM (m^3/s)	Ancho, b (m)	Profundidad, h (m)
P-64	S-33	P65-P64	0.089	0.400	0.500
P-98	S-34	P99-P98	0.121	0.400	0.500
	S-35	P86-P98	0.164	0.400	0.500
P-106	S-36	P107-P106	0.037	0.400	0.500
P-69	S-37	P55-P69	0.021	0.400	0.500
P-55	S-38	P46-P55	0.097	0.400	0.500
P-101	S-39	P102-P101	0.118	0.400	0.500

4.1.4 *Diseño de estructuras de conducción*

Siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana OS.060, las dimensiones y las pendientes de las tuberías de conducción están diseñadas para evitar problemas de sedimentación y erosión del material, ya sea por velocidades máximas o mínimas respectivamente. Además, los diámetros de cada línea de drenaje han sido determinados a prueba y error a partir de la simulación en SWMM.

Las secciones de las tuberías se diseñaron tomando en consideración que éstas deben estar parcialmente llenas; es decir, que la relación de tirante máximo (Y) y el diámetro (D) propuesto en cada sección de tubería sea menor o igual a 0.85 (Y/D= 0.85). A excepción de los tramos de tuberías que trabajan a tubo lleno, como las redes que evacúan los volúmenes de escorrentía del tanque de retención en el parque de Simbilá.

Para el material de las redes de conducción ha sido seleccionado el Polietileno de Alta Densidad (HDPE) con $n = 0.012$, luego de realizar comparaciones de precios, vida útil y sostenibilidad con los materiales disponibles para el proyecto, incluyendo el Policloruro de Vinilo (PVC), el Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), la Arcilla Vitrificada y el Hierro Fundido Dúctil. La comparación de materiales se encuentra detallada en el apéndice N, y los valores de los diámetros de cada tramo de tuberías se detallan a continuación en la tabla 40.

Tabla 40

Diámetros de tuberías de las líneas de drenaje de cada circuito

Tipo de Circuito	Línea de drenaje	Etiqueta de tubería en SWMM	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (m)
Circuito 1	Línea 1	C3	141.00	0.28	0.80
		C4	64.00	0.31	0.80
		C-10	47.00	0.19	0.80
		C26	125.00	0.36	0.63
		C27	103.00	0.24	0.80
	Línea 2	C9	70.00	0.48	1.00
		C10	146.00	0.27	1.20
		C28	100.00	0.22	1.20
		C41	100.00	0.22	1.20
		C44	126.75	0.16	1.20
		C-57	70.00	0.75	1.20
Circuito 2	Línea 3	C35	60.00	0.25	0.90
		C43	60.00	0.45	0.90
		C42	81.00	0.29	1.00
		C48	195.00	0.18	0.90
		C64	75.00	0.27	0.71
		C65	134.00	0.45	0.71
		C69	40.00	2.23	0.32
Circuito 3	Línea 4	C14	74.00	0.20	0.80
		C16	172.00	0.34	0.40
		C17	62.00	0.65	0.40
		TBR-1	98.00	3.31	0.80
	Línea 5	C36	33.00	0.92	0.80
		C37	60.00	0.37	1.00
		C38	84.00	0.20	0.80
		C39	153.00	0.23	1.00
		C67	102.00	0.54	0.63

4.1.4.1 Cálculo estructural de tuberías. Este procedimiento de cálculo se realizó siguiendo las consideraciones y definiciones establecidas en el apartado 2.4.2.1. Por ello, se llevó a cabo el análisis de deflexiones diametrales en los tramos de tuberías que soportan magnitudes de cargas significativas, especialmente donde las tuberías están a mayor profundidad.

De acuerdo con la evaluación estructural se corrobora que las deflexiones diametrales máximas determinadas bajo condiciones de cargas críticas, que se detalla en el apéndice M están por debajo del valor admisible a largo plazo (5 %). Esto demuestra que las tuberías tendrán un óptimo rendimiento en el sistema propuesto.

En la tabla 41 se proporciona un resumen de los cálculos de las deflexiones máximas de las tuberías.

Tabla 41
Deflexiones diametrales de tuberías

Diámetro nominal (mm)	Deflexión máx. (delta Δy/D)
315	0.26 %
400	0.26 %
500	0.26 %
630	0.27 %
710	0.35 %
800	0.34 %
900	0.27 %
1 000	0.26 %
1 200	0.38 %

4.1.5 *Diseño de estructuras para la reducción del caudal máximo*

Tal como se mencionó en apartado anteriores el sistema de drenaje que se propone involucra sistemas o estructuras para la reducción de caudal, tal es el caso del parque hídrico ubicado en la plaza principal de Simbilá, el cual almacenará 1782 m^3 en el momento máximo de la tormenta para un área de 5500 m, tendrá un borde libre de 40 centímetros y una tubería de salida de 0.4 metros de diámetro, la cual conducirá sus aguas hacia la estación de bombeo del circuito 2.

Además, para el diseño de las estaciones de bombeo se tiene por conveniente implementar estructuras de retención de tipo subterráneas las cuales han sido diseñadas a partir de la cota de llegada de cada línea de drenaje principal de los tres sistemas planteados anteriormente. En la tabla 42 se presentan las tuberías que se encuentra a mayor profundidad respecto al nivel de terreno natural de las áreas destinadas para cada estructura de reducción de caudal (tabla 38).

Tabla 42

Características preliminares para el diseño de tanques reguladores de caudal

Sistema	Cota de Llegada (m.s.n.m)			Caudal máximo esperado (l/s)	Diámetro de tubería (m)	Profundidad de excavación (m)-sin considerar cama de arena
	Nivel de terreno natural	Tubería de llegada	Cota de Fondo			
Circuito 1	23.10	C57	19.10	2803.11	1.20	4.00
Circuito 2	23.10	C42	19.20	1603.06	1.00	3.90
Circuito 3	23.10	C39	20.33	2141.27	1.00	2.77

El principal desafío para implementar estos tanques reguladores radica en el elevado volumen de escorrentía que se debe retirar. Además, se requiere realizar trabajos de excavación de hasta cuatro metros en el caso del circuito 1, además de la altura del tanque de tormentas. Ante esta situación, se plantean tres propuestas de diseño.

4.1.5.1 Bombear la escorrentía máxima mediante bombas de alto caudal. Esta propuesta requiere la disposición de bombas de caudal elevado para poder administrar los caudales de llegada en momentos máximos; esto supone el empleo de una cámara de bombeo húmeda de bajo volumen, elevados diámetros en las líneas de impulsión y búsqueda de materiales en el mercado internacional.

Por otro lado, la implementación de este sistema de bombeo con grandes capacidades de evacuación de caudal se vería afectado por la baja tasa de precipitaciones anuales que recibirá en estaciones fuera del FEN debido a que el horario de operación podría estar inactivo la mayor parte del año. Esto significaría que la inversión en la obra civil no puede ser justificada; además, aunque la estación de bombeo se mantenga inoperativa a lo largo del año, se necesitará un mantenimiento regular de operatividad, ya que las bombas pueden tener problemas de desgaste de sellos, acoplamientos, lubricación, corrosión, acumulación de suciedad y deterioro de componentes internos (Goulds Pumps, 2014).

Otras opiniones resaltan que los costos que suponen construir este tipo de EB son elevados debido a que la compra de bombas representa parte significativa del presupuesto inicial según Cuayla (2018) en su "Propuesta técnica de un sistema de bombeo".

4.1.5.2 Reducir la escorrentía máxima utilizando tanques de tormentas. En esta alternativa de estación de bombeo se propone diseñar una cisterna subterránea de grandes dimensiones, similar a un tanque de tormentas, para controlar el caudal máximo de entrada.

En la tabla 43 se resumen los volúmenes de cada tanque regulador, considerando el número el número de bombas necesarias teniendo en cuenta que estas tendrán una

capacidad de evacuación de 300 l/s. Además, en la figura 40 se presenta un modelo típico de la propuesta planteada.

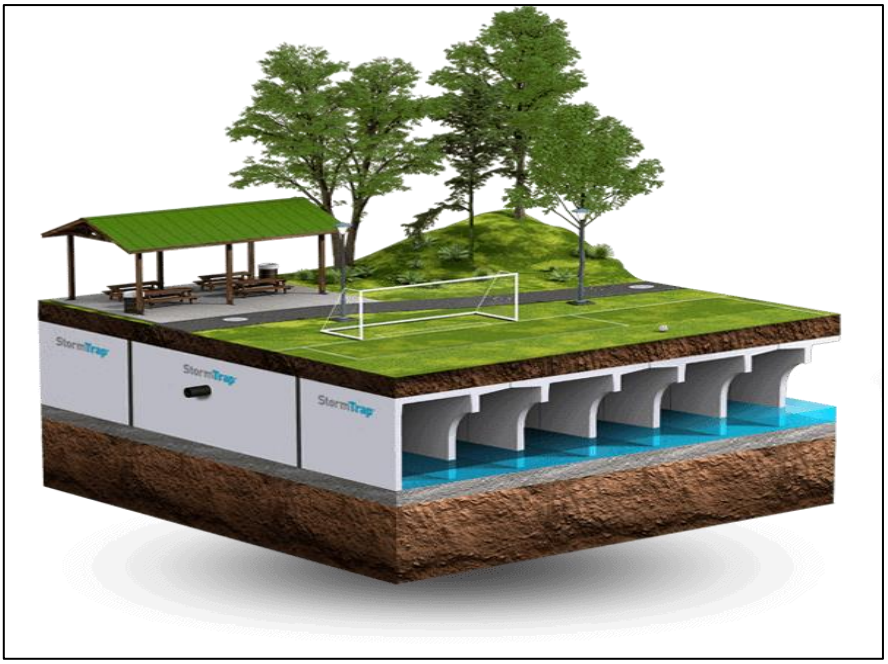
Tabla 43

Características de los tanques reguladores de cada circuito

Sistema	Volumen de tanques reguladores (m^3)	Caudal de evacuación en momentos máximos (m^3/s)	Número de bombas de 300 l/s
Circuito 1	7 000	1.20	3
Circuito 2	2 600	0.60	2
Circuito 3	4 000	0.90	3

Figura 40

Representación típica de tanques de tormentas



Nota. Tomado ¿Cómo mejorar el drenaje pluvial de la ciudad? Implementaciones y normativas municipales que podrían ayudar, por Gneco, 2023.

La construcción de esta estación de bombeo requerirá la excavación de un área extensa, con un gran volumen de material excedente a retirar. En proyectos ejecutados en España, también recomiendan que la construcción de este tipo de tanques necesitará una cubierta de losa maciza, columnas resistentes y cerramientos laterales de concreto armado con propiedades de muro de contención para contrarrestar los problemas de talud inestable

y los niveles freáticos del suelo local (Ministerio de Agricutura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2014).

Estos trabajos acarrearían impactos ambientales y costos de construcción considerablemente elevados en comparación con la alternativa anterior, debido a la inversión significativa en materiales, mano de obra, bombas de alto caudal y maquinaria necesaria para las excavaciones de terreno y la construcción del tanque regulador. Y al igual que en la propuesta anterior, estos costos serían difíciles de justificar, dado que la estación de bombeo solo realiza operaciones durante las escasas temporadas de lluvia de la zona.

Además, a pesar de la frecuencia de funcionamiento baja o nula que la estación de bombeo pueda presentar, ésta también requerirá de costos de mantenimiento preventivo y programas de inspección regular tanto en el tanque tormentas como en la caseta de bombas, con el fin de asegurar su funcionamiento adecuado a largo plazo. En el caso de la inspección regular, La Torre y Pérez (2023), en su estudio "Implementación de una guía para la etapa de operación para un tanque de tormentas usando la metodología BIM para evitar inundaciones en el hospital de Chulucanas, Piura", indican que debe incluir revisiones visuales, una evaluación de las estructuras y monitoreos de sensores de nivel. Mientras que en el mantenimiento preventivo se realizan actividades de reparación de fugas, limpieza de alcantarillados y mantenimiento de bombas y sensores.

En consecuencia, se puede llegar a la conclusión que los factores necesarios para la implementación de los tanques de tormenta de esta propuesta, representa mayores complicaciones económicas y sostenibles, pues los costos en construcción e impactos ambientales son mayores en comparación con la alternativa anterior debido a la envergadura de la estructura.

4.1.5.3 Reducir la escorrentía máxima utilizando tanques AquaCell. Los volúmenes mencionados en la tabla 43 se mantienen en esta propuesta y se distribuyen de la siguiente forma; se emplea tanques subterráneos de concreto armado que adicionalmente cumplirán el rol de ser un filtro de sedimentos hacía un segundo tanque que estará formado a partir de celdas AquaCell o canastillas de HDPE.

Las estructuras de retención conformada de elementos AquaCell ya han sido utilizadas en el Norte del Perú, específicamente en Lambayeque y Piura para la mitigación de inundaciones por el Fenómeno de Niño. Y de manera internacional la empresa Pavco Wavin ha instado este tipo de sistemas, evidenciado su eficacia en la gestión avanzada de aguas pluviales.

A continuación, se detalla algunos proyectos que la empresa Pavco Wavin ha ejecutado mediante celdas AquaCell.

Tabla 44

Proyectos de ejecutados por la empresa Pavco Wavin utilizando celdas AquaCell

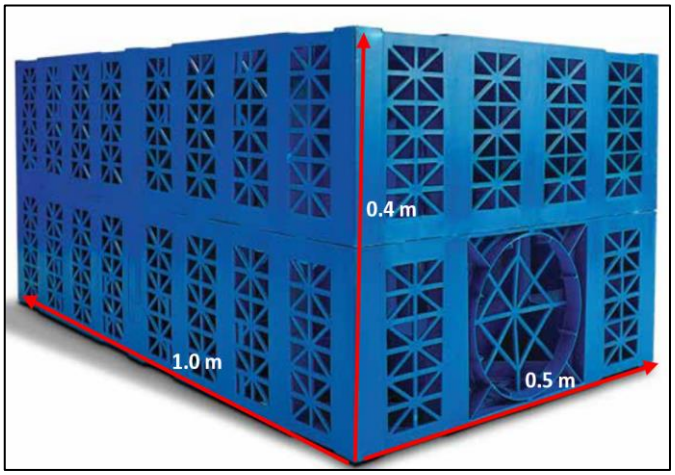
Proyecto	Ubicación	Observación
AquaCell en centro comercial parque La Colina, Bogotá, Colombia.	Centro comercial Parque La Colina en el barrio Colonia Campestre, Bogotá, Colombia.	Se emplearon 900 unidades de celdas AquaCell, el proyecto contribuyó a regular la escorrentía de 33 mil m^2 de área de análisis.
Sistema de amortiguamiento de aguas de lluvia en humedal Juan Amarillo.	Localidad de Suba en el Barrio Cañiza, Bogotá, Colombia.	Se emplearon más de 898 unidades para un tanque de amortiguamiento de agua de lluvia de 174 m^3.
Sistema AquaCell en Barrio Libertador.	Localidad de Bosa en el Barrio Libertad, Bogotá, Colombia.	Se emplearon 2700 unidades de celdas AquaCell que permitieron almacenar 500 m^3 aproximadamente.

Nota. Adaptado de Tres proyectos colombianos que usan el sistema de almacenamiento de aguas de lluvia AquaCell, por Pavco Wavin, 2020.

Entre otras experiencias de proyectos internacionales se tiene en el Estadio Olímpico de Berlín, Alemania dónde se implementaron más de 13 mil unidades de celdas AquaCell para la reutilización e infiltración de un volumen de 2500 m^3 de agua según Gómez, et al., (2016).

Las unidades de celdas AquaCell tienen como principal característica la facilidad para ser transportadas y su proceso de fabricación a partir de plásticos 100 % reciclables y están verificadas por normas técnicas internacionales. Además, forman parte de los sistemas de drenaje urbano sostenible y son comunes para la prevención de inundaciones urbanas en Reino Unido. A continuación, se muestra la celda AquaCell típica en la figura 41.

Figura 41
Celda AquaCell Típica



Nota. Adaptado de AquaCell Pavco: Sistema complejo para el manejo inteligente de aguas de lluvia, por Pavco, 2015.

El material que compone las celdas está sujeta a límites específicos tales como: las cargas verticales, cargas laterales, recubrimiento mínimo y profundidad máxima para la base del apilamiento de la primera capa. Además de ello, el grupo de celdas apiladas deben estar cubiertas por geotextil para facilitar la filtración y evitar el ingreso de sedimentos o geomembranas para aislar totalmente el ingreso de la napa freática y de otras partículas que podrían sedimentar la estructura. En el anexo B se presenta un resumen de la ficha técnica de una unidad de celdas AquaCell.

4.1.5.4 Propuesta de reducción de escorrentía. De las alternativas comentadas, se propone utilizar celdas AquaCell para la reducción de la escorrentía. Esta propuesta complementa lo planteado en el apartado 4.1.5.3. También se menciona la necesidad de incorporar desarenadores en este tipo de estructuras, dado que la extracción de sedimentos de las celdas AquaCell puede ser complicada.

De esta manera las estructuras formadas por celdas HDPE están protegidas con diseño de estructuras hidráulicas mediante tanques de tormentas preliminares de concreto que evitan el ingreso de elementos extraños. En las figuras 42 se presenta la serie de estructuras hidráulicas y elementos de bombeo que participan en el desarrollo de esta propuesta y en la figura 43 se proyecta el acabado final de la propuesta planteada.

Figura 42

Representación del diseño de estaciones de bombeo utilizando celdas AquaCell

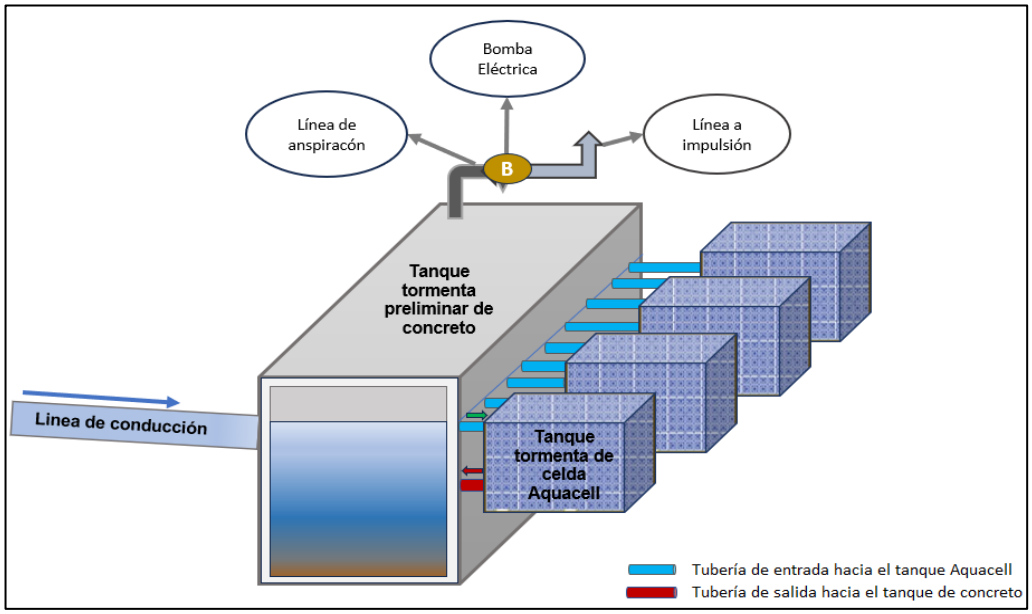
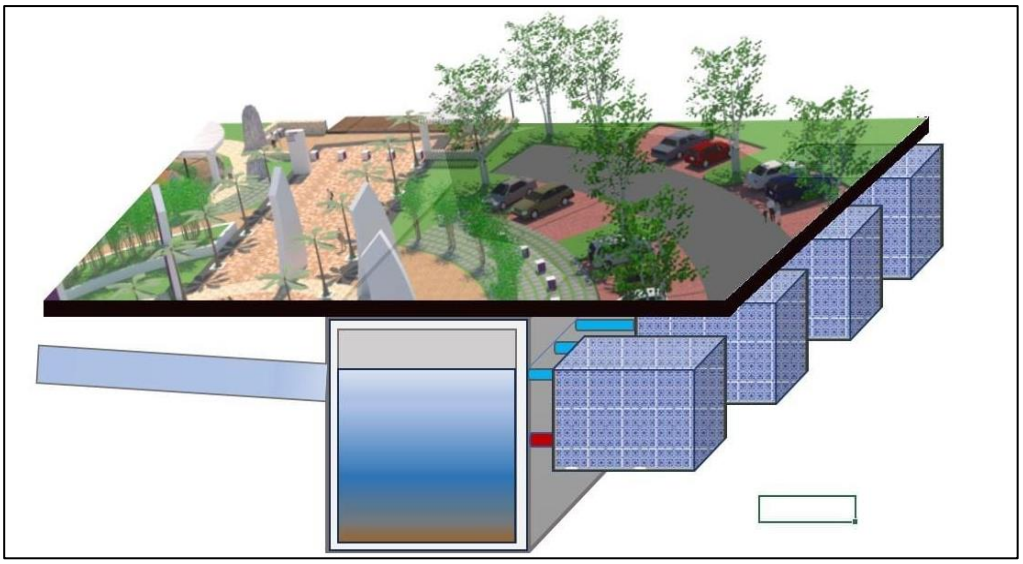


Figura 43

Representación final del diseño del sistema propuesto.



En la solución que se está planteado en la presente tesis se aísla el cálculo de las características geométricas de la sección de las estructuras de retención. Sin embargo, se ha propuesto dimensiones de acuerdo con el área disponible y tomando como base la evacuación de caudales por los equipos de bombeo expuestos en la tabla 43.

Tomando como referencia la figura 42 para el diseño de los tanques reguladores de flujo, en la tabla 45 se resumen las dimensiones del tanque concreto preliminar de cada sistema y el volumen del tanque de celdas AquaCell. Adicionalmente a estos cálculos se menciona la cronología (horas de prendido y apagado de las bombas), distribución de caudales

de entrada y salida, reparto del volumen entre el tanque de concreto y celdas. Estos resultados se han realizado a partir de la data de escorrentía para cada minuto de las 24 horas del hietograma de diseño. Estos datos han sido extraídos de SWMM y se detallan en el Plano L.

Tabla 45

Propiedades de los componentes de cada estación de bombeo

Sistema	Capacidad del tanque		Caudal de evacuación de la estación de bombeo (m^3/s)	Horas de operación de la E. B	Cantidad de celdas AquaCell (und)
	Volumen neto de agua almacenada en el tanque de concreto (m^3)	Volumen de tanque tormenta de celdas AquaCell (m^3)			
Circuito 1	2 000	5 000	1.20	6 h 26min	28 896
Circuito 2	1 500	1 100	0.60	5 h 11 min	6 336
Circuito 3	2 000	2 000	0.90	4 h 50 min	13 500

Para el diseño de las tuberías de conexión entre el tanque de concreto y los tanques de celdas se ha llevado un proceso de dos fases.

En la primera fase se analiza el instante en el que el caudal evacuado del tanque de concreto por las bombas se ve superado por su caudal de entrada ($Q_{Entrada} > Q_{Salida-Bomba}$), por lo que la capacidad de este primer tanque se ve limitada y se necesita transferir el caudal excedente o residuo ($Q_{Residuo}$), hacia una segunda estructura conformada por tanques de celdas AquaCell. Según los cálculos realizados, se tiene valores de $Q_{Residuo}$ iguales 1933.16 l/s, 885.39 l/s y 1240.44 l/s para los circuitos C-1, C-2 y C-3, respectivamente.

En este contexto, el número de tuberías de entrada (n_e) para los tanques de celdas de cada circuito será igual a:

$$n_e = \frac{V.A}{Q_{Residuo}} \tag{46}$$

Donde A es el área de la tubería, la cual tendrá el mismo diámetro que cada celda trae por defecto, siendo este equivalente a 0.16 metros, y V es la velocidad de flujo de ingreso, la cual ha sido estimada a partir nivel máximo de agua que podría tener el tanque de concreto.

Los resultados de los cálculos para encontrar el número de tuberías de entrada para los tanques AquaCell se detallan en la tabla 46, mientras que las referencias del nivel agua en

los tanques de concreto con los que se ha determinado las velocidades de diseño para la primera fase en cada uno de los tres circuitos diseñados se muestran en las siguientes figuras.

Figura 44

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 1 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli

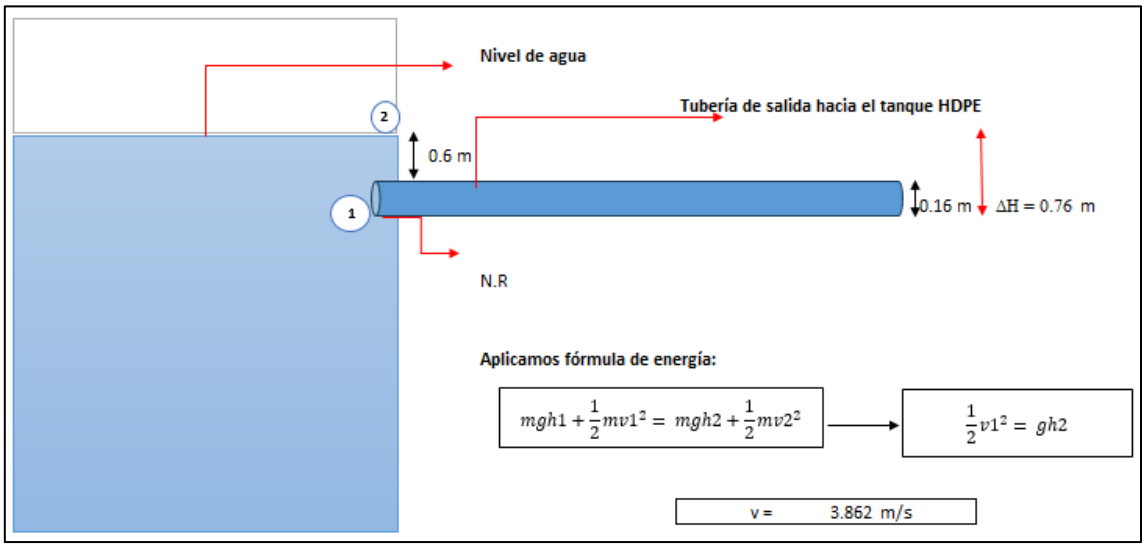


Figura 45

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 2 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli

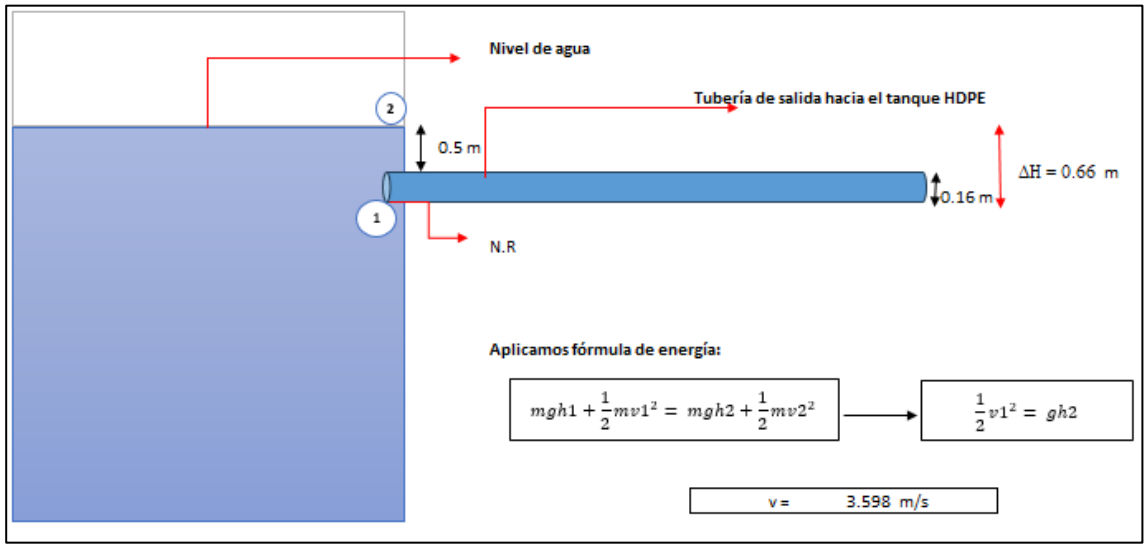


Figura 46

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 3 y estimación de velocidad mediante la ecuación de Bernoulli

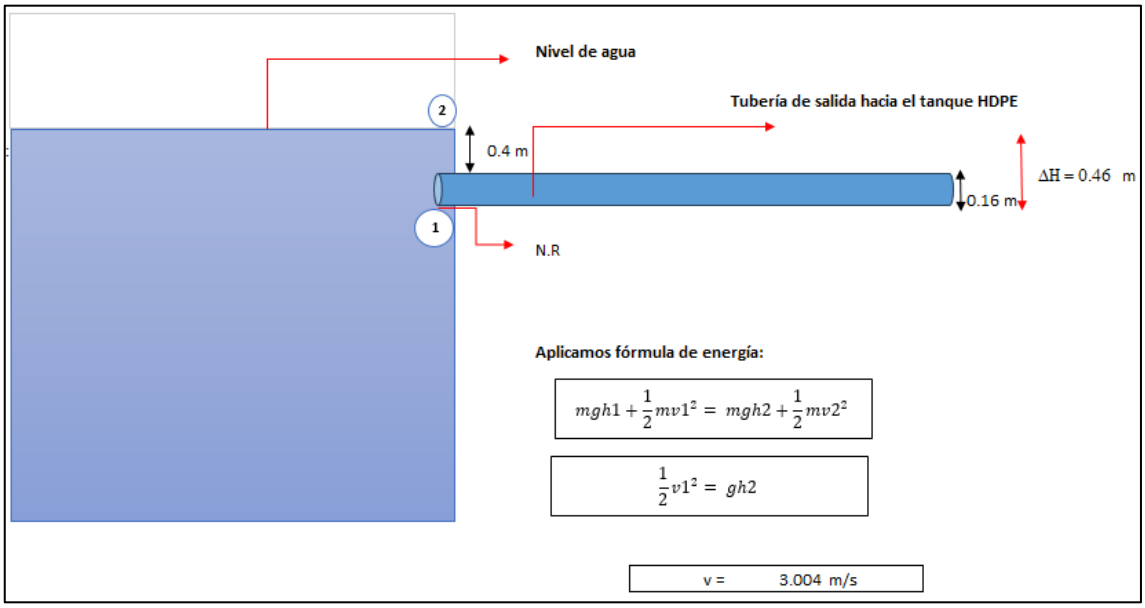


Tabla 46

Cantidad de agujeros de entrada para evacuar caudal de tanque de concreto

Estación de bombeo	Número de agujeros evacuadores de caudal del tanque de concreto
Estación de circuito 1	25
Estación de circuito 2	13
Estación de circuito 3	21

En la segunda fase se analiza el instante en el que se tiene que evacuar el caudal que se almacenó temporalmente, por ello en este caso se diseña el número de tuberías de conexión de salida hacia el tanque de concreto con el fin de regular la necesidad de evacuación de las bombas. Para este caso los caudales de salida son 569.84 l/s, 387.68 l/s y 580.8 l/s correspondientes al circuito 1, 2 y 3 respectivamente, y el proceso del cálculo del número de tuberías de salida es similar al realizado en la primera fase.

El resultado del número de tuberías de salida hacia el tanque de concreto se detalla en la tabla 47, mientras que el cálculo de las velocidades de salida se muestra en las siguientes figuras siguiendo el corte transversal de los tanques reguladores de cada circuito.

Figura 47

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 1 y estimación de velocidad salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell.

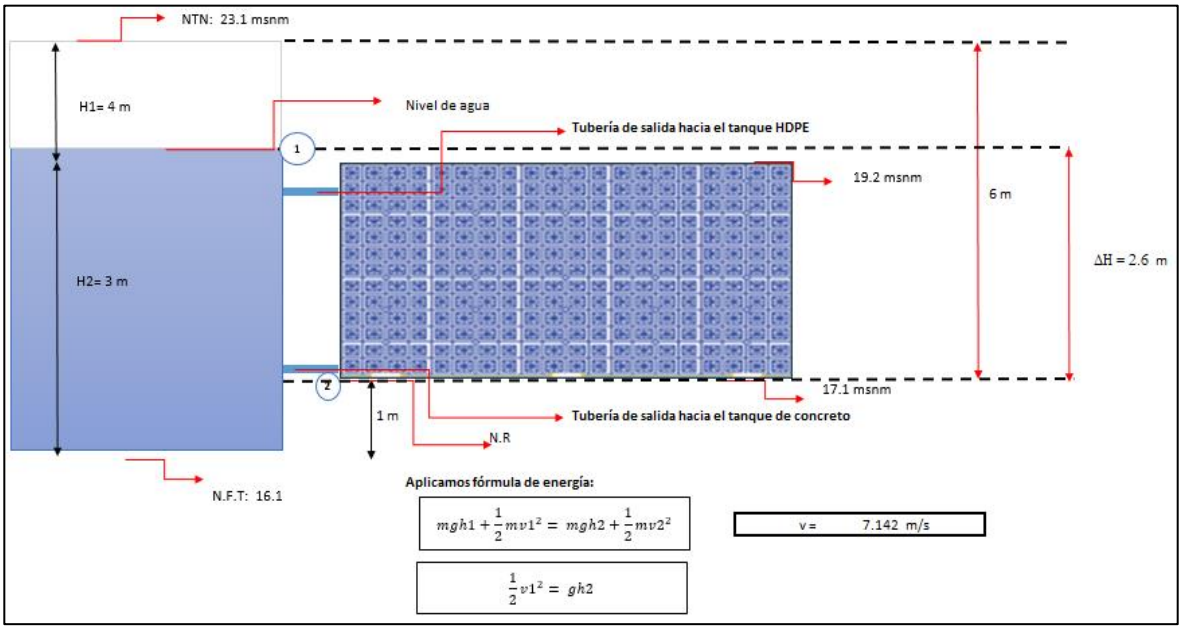


Figura 48

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 2 y estimación de velocidad de salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell

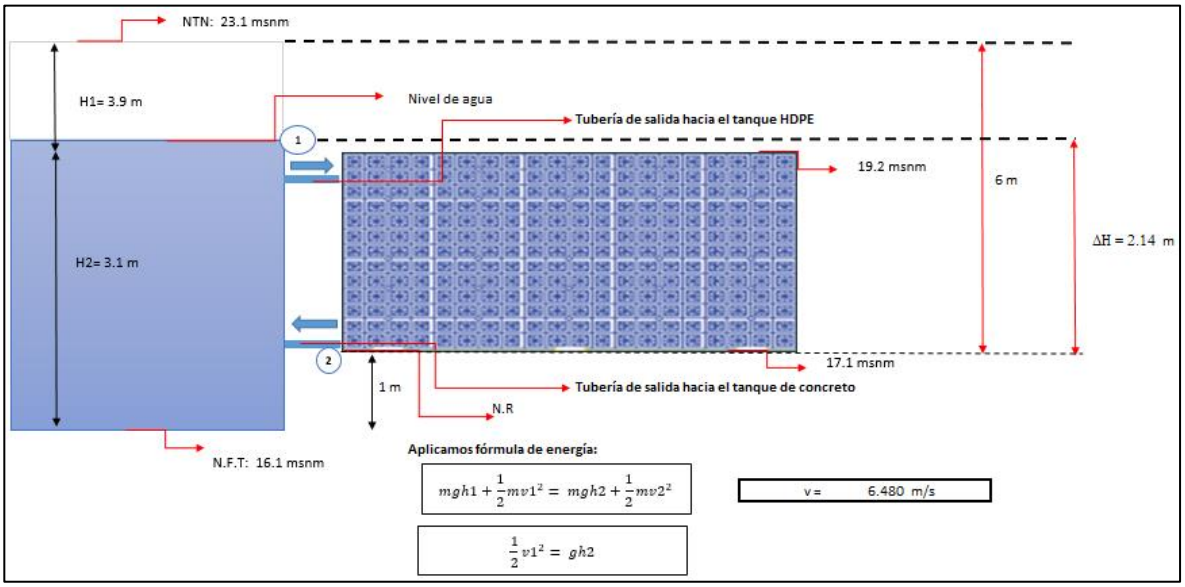


Figura 49

Referencia de nivel de agua máximo en el tanque de concreto del circuito 3 y estimación de velocidad de salida mediante la ecuación de Bernoulli para evacuación de agua acumulada en las celdas AquaCell

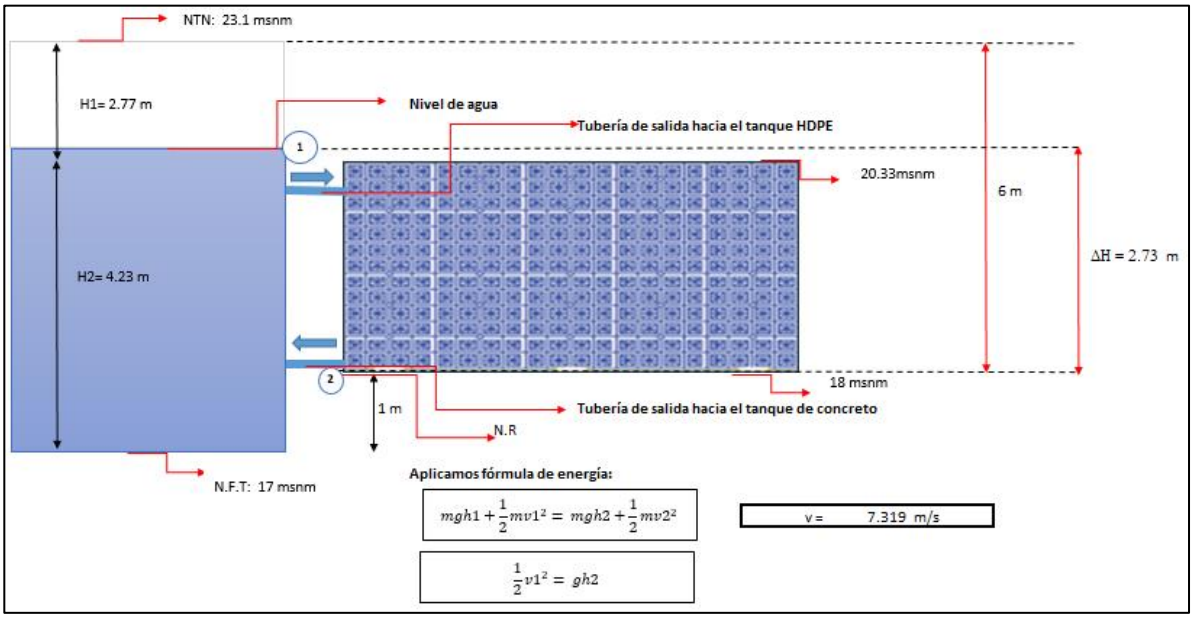


Tabla 47

Cantidad de tuberías de salida en tanque de celdas AquaCell

Estación de bombeo	Número de tuberías evacuadoras de caudal del tanque AquaCell
Estación de circuito 1	4
Estación de circuito 2	4
Estación de circuito 3	6

4.1.6 *Diseño de los sistemas de bombeo*

Para el diseño de las propiedades geométricas de las tuberías de succión e impulsión, se ha optado por simplificar el análisis debido a la necesidad de bibliografía especializada, por ello para determinar los parámetros esenciales que garanticen un diseño y funcionamiento óptimo de los componentes de las estaciones de bombeo (bombas, tuberías de impulsión y succión, etc.), se ha considerado lo siguiente:

- Se desprecian las pérdidas secundarias generadas por los accesorios y componentes de las líneas de succión y de impulsión.
- Las cotas de inicio de las líneas de succión para los circuitos C-1, C-2 y C-3 son 16.1 m.s.n.m, 16.1 m.s.n.m y 17 m.s.n.m., respectivamente.

- Las elevaciones de descarga para los circuitos C-1, C-2 y C-3 son 22.60 m.s.n.m., 23.3 m.s.n.m. y 22.27 m.s.n.m., respectivamente.
- El material de las tuberías de succión e impulsión es de tipo HDPE con un valor de rugosidad absoluta $\mathcal{E}$ = 0.0015.
- Las velocidades utilizadas para el diseño de las tuberías de succión e impulsión se han tomado de los valores expuestos en la tabla 12.

De este modo, los parámetros establecidos para el diseño de las estaciones de bombeo se resumen en la tabla 48.

Tabla 48

Parámetros de diseño de los sistemas de bombeo

Sistema	Parámetro	Unidades	Línea de Succión	Línea de Impulsión
Circuito-1	Caudal	m^3/s	0.30	1.20
	D Nominal comercial	m	0.71	1.00
	Espesor	m	0.03	0.05
	Velocidad	m/s	0.80	1.55
	Longitud	m	5.10	650.00
Circuito-2	Caudal	m^3/s	0.30	0.60
	D Nominal comercial	m	0.71	0.80
	Espesor	m	0.04	0.04
	Velocidad	m/s	0.80	1.20
	Longitud	m	5.10	310.00
Circuito-3	Caudal	m^3/s	0.30	0.90
	D nominal comercial	m	0.71	0.90
	Espesor	m	0.04	0.04
	Velocidad	m/s	0.80	1.42
	Longitud	m	5.00	1350.00

4.1.6.1 Cálculo de altura manométrica. Para determinar la altura manométrica necesaria para los sistemas de bombeo de los tres circuitos de la red de drenaje pluvial propuesto, se calcularon las pérdidas hidráulicas en las líneas de succión e impulsión utilizando los parámetros de la tabla 46 y las ecuaciones establecidas en el apartado 2.3.2.3.

- Pérdidas hidráulicas en la línea de succión

Para hallar las pérdidas primarias en la tubería de succión, se emplea el factor de fricción de Darcy-Weisbach, para lo cual se debe conocer el número de Reynolds y la rugosidad absoluta del material (ε).

Teniendo como datos que a una temperatura de 20°C la masa específica del agua (ρ) es de 998 kg/m^3 y que el valor de su viscosidad dinámica (μ) es de 1.005x10^{-3} kg/m*s, el número de Reynolds para el caso del circuito 1 se calcula como:

$$R_e = \frac{D * v * \rho}{\mu} = \frac{0.691 * 0.8 * 998}{0.001005} = 548940.36$$

Dado que el número de Reynolds es mayor que 4000, se utiliza la ecuación (31) para calcular el factor de fricción de Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{\varepsilon}{3.71 * d} + \frac{5.74}{{R_e}^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{0.0015}{3.71 * 0.691} + \frac{5.74}{548940.36^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0129$$

Con los valores del factor de fricción (f), la velocidad, diámetro y longitud de la tubería de succión, se calculan las pérdidas primarias reemplazando estos valores en la ecuación (20):

$$h_f = f * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g} = 0.0129 * \frac{5.10}{0.691} * \frac{0.8^2}{2 * 9.81} = 0.0031\ m$$

- Pérdidas hidráulicas en la línea de impulsión

Siguiendo el mismo procedimiento anterior, se determinan las pérdidas primarias en el tramo de impulsión. El número de Reynolds para este tramo del circuito 1 es:

$$R_e = \frac{D * v * \rho}{\mu} = \frac{0.993 * 1.55 * 998}{0.001005} = 1528185.28$$

Nuevamente, con el número de Reynolds mayor que 4000, se utiliza la ecuación (31) para calcular el factor de fricción de Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{\varepsilon}{3.71 * d} + \frac{5.74}{{R_e}^{0.9}}\right)\right)^2} = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{0.0015}{3.71 * 0.993} + \frac{5.74}{1528185.28^{0.9}}\right)\right)^2} = 0.0217$$

Teniendo los valores del factor de fricción (f), la velocidad, diámetro y longitud de la tubería de impulsión, las pérdidas primarias en este tramo son:

$$h_f = f * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g} = 0.0217 * \frac{650}{0.993} * \frac{1.55^2}{2 * 9.81} = 1.7374\ m$$

Conocidos los valores de pérdidas hidráulicas en la línea de succión y de impulsión, se procede a determinar la altura manométrica utilizando la ecuación (28) y considerando que el aporte de la presión atmosférica es nulo, debido a que no hay una varianza significativa respecto el nivel del mar ($\frac{P_1}{\gamma} \approx \frac{P_3}{\gamma}$) en los puntos evaluados.

Para el circuito 1, la altura manométrica resultante es:

$$H_M = (h_3 - h_1) + \frac{{v_3}^2}{2g} + h_f = (25.6 - 16.1) + \frac{1.55^2}{2 * 9.81} + 0.0022 + 1.7374 = 11.36 \cong 12\ m$$

En la siguiente tabla 49 se resumen los cálculos de los otros circuitos restantes:

Tabla 49

Resumen de cálculos de pérdidas hidráulicas en las líneas de succión e impulsión

	Parámetro	**Circuito-1**	**Circuito-2**	**Circuito-3**
Línea de Succión	Número de Reynolds, R_e	5.49E+05	5.49E+05	5.49E+05
	Factor de fricción de Darcy y Weisbach, f	0.013	0.013	0.013
	Pérdidas primarias, h_f, (m)	0.003	0.003	0.003
Línea de Impulsión	Número de Reynolds, R_e	1.53E+06	9.51E+05	1.27E+06
	Factor de fricción de Darcy y Weisbach, f	0.022	0.021	0.021
	Pérdidas primarias, h_f, (m)	1.737	0.585	3.263
Atura manométrica, H_M (m)		12.00	11.00	12.00

4.1.6.2 Cálculo de la altura neta de succión positiva disponible (NPSHd). Para la estimación del NPSHd se ha tomado como referencia los siguientes niveles de agua en los tanques de concreto, de 19.1 m.s.n.m, 19.1 m.s.n.m y 20.33 m.s.n.m para el circuito C-1, C-2

y C-3, respectivamente. Asimismo, se han considerado los datos de la tabla 50 en cada uno de los sistemas de bombeo que conforman el sistema de drenaje propuesto.

Tabla 50

Datos para el cálculo del NPSHd

Presión atmosférica (N/m^2)	Presión de vapor del agua (N/m2)	Densidad del agua (Kg/m^2)	Temperatura (°C)
101 300	2 380	998	20

Para el caso específico del circuito 1, al reemplazar los datos antes mencionados en la ecuación (32) definida en el apartado 2.3.2.4, la altura neta de succión positiva disponible queda determinada por:

$$NPSH_d = H_{atm} - (H_s + H_v + Js) = \frac{101\ 300}{9.81 * 998} - \left(2.90 + \frac{2380}{9.81 * 998} + 0.0022\right) = 7.20\ m$$

En la tabla 51 se resume los resultados de la NPSHd de los sistemas de bombeo de los circuitos restantes.

Tabla 51

Resumen de resultados del cálculo de NPSHd

Parámetros	Circuito-1	Circuito-2	Circuito-3
NPSHd (m)	7.201	7.201	8.431
Altura estática de succión, H_s (m)	2.90	2.90	1.67
Pérdidas de carga en los tramos de succión, Js (m).	0.003	0.003	0.003
Altura de presión atmosférica, H_{atm} (m).	10.347	10.347	10.347
Altura de presión de vapor del agua, H_v (m).	0.243	0.243	0.243

4.1.6.3 Verificación de presencia del golpe de Ariete. Para la evaluación del golpe de ariete en las líneas de impulsión de cada sistema de bombeo, se ha comparado los tiempos de parada (Tc) y de propagación de la onda (Tp). En el caso del circuito 1, se ha calculado el Tc utilizando la ecuación (36), cuyos valores de C y K se determinaron a partir de las tablas 14 y

15, respectivamente, resultando para C un valor igual a uno, mientras que para K un valor de 1.5. Así, el tiempo de parada para este circuito es:

$$Tc = C + \frac{K.L.v}{g.H_m} = 1 + \frac{1.5 * 650 * 1.55}{9.81 * 8.36} = 19.42\ seg$$

Seguidamente se ha calculado el Tp utilizando la ecuación (34), y para ello se debe determinar la velocidad de propagación de la onda (a) reemplazando los parámetros de las propiedades de las tuberías HDPE de la tabla 52 en la ecuación (35).

Tabla 52

Valores de parámetros para el cálculo de la velocidad de propagación de onda

Módulo de elasticidad de tuberías HDPE, E (N/m^2)	Módulo de comprensibilidad del agua, Kv (N/m^2)	Densidad el agua (Kg/m^3)
1.4x10^9	2.2x10^9	1000

$$a = \sqrt{\frac{K_V}{\rho.\left[1 + \frac{K_V.D}{E.e}\right]}} = \sqrt{\frac{2.2 * 10\text{^}9}{1000 * \left[1 + \frac{2.2 * 10^9 * 1}{1.4 * 10^9 * 0.047}\right]}} = 257.71\ m/s$$

El tiempo de propagación de la onda se determina entonces como:

$$Tp = \frac{2 * L}{a} = \frac{2 * 650}{257.71} = 5.04\ seg$$

Comparando Tp y Tc se comprueba que no existe golpe de ariete ya que el tiempo de parada de las bombas es mayor al tiempo de propagación de la onda ($Tp < Tc$), con ello también se determina la sobrepresión (ΔH) que se produce en el sistema y para ello primero se calcula la longitud crítica (Lc) con la ecuación (37) que resulta ser mayor que la longitud de impulsión de 650 m. Por lo tanto, la sobrepresión máxima para este caso se determina con la ecuación (39).

$$Lc = \frac{a * Tc}{2} = \frac{257.71 * 19.42}{2} = 2502.73 \rightarrow Lc > L$$

$$\Delta H = \frac{2 * L * V}{g * Tc} = \frac{2 * 650 * 1.55}{9.81 * 19.42} = 10.58\ m$$

El análisis para los sistemas de bombeo de los circuitos restantes se resume en la tabla 53.

Tabla 53

Resumen de cálculos para la verificación del golpe de ariete en sistema

Sistema	Coef. *C*	Coef. *K*	Tc (seg)	Velocidad de propagación de onda, *a*. (m/s)	Tp (seg)	Longitud crítica, *Lc* (m)	Sobrepresión, ΔH (m)	Presencia de golpe de ariete
Circuito-1	1.00	1.50	19.42	257.71	5.04	2502.73	10.58	No
Circuito-2	1.00	1.50	10.65	258.56	2.40	1376.62	7.12	No
Circuito-3	1.00	1.50	34.93	258.57	10.44	4516.02	11.19	No

En resumen, se ha demostrado que no hay presencia de golpe de ariete en ninguno de los sistemas de bombeo analizados en los tres circuitos propuestos y las sobrepresiones no representan riesgos con respecto al material de las tuberías.

4.2 Método racional

4.2.1 *Tiempo de Concentración*

La determinación de los valores de t_c se ha realizado mediante el método de Kirpich, ya que se ajusta a las características del área de estudio. Este cálculo toma en cuenta las características de las subcuencas urbanas y aportantes identificadas, y considerando un valor mínimo de 10 minutos, tal como lo recomienda la norma OS.060.

El resumen de los cálculos de los t_c estimados para las redes que conforman cada circuito del sistema propuesto se detallan en la tabla 54, mientras que el sustento de estos de muestran en el apéndice O.

Tabla 54

Resumen de cálculo de los tiempos de concentración

Circuito	Líneas de drenaje	Tc final (min)
Circuito 1	Línea 1 (L1)	10.00
	Línea 2 (L2)	19.33
Circuito 2	Línea 3 (L3)	11.88
Circuito 3	Línea 4 (L4)	10.00
	Línea 5 (L5)	10.00

4.2.2 *Caudal máximo de redes de drenaje*

Mediante el método racional se ha determinado el caudal máximo de cada línea de drenaje que descargan en los tanques de sus respectivas estaciones de bombeo. Esto se hace con el fin de realizar una comparación con los resultados obtenidos a partir de la simulación con SWMM, para determinar la eficacia y diferencia entre cada método. La comparación realizada se detalla en la tabla 55 y el sustento de los cálculos realizados se presentan en el apéndice P.

Tabla 55

Comparación de caudales mediante método racional y simulación en SWMM

Tipo de Circuito	Línea de drenaje	Tubería de llegada	Método racional		Simulación en SWMM	
			Q máx. parcial (m^3/s)	Q máx. total (m^3/s)	Q máx. parcial (m^3/s)	Q máx. total (m^3/s)
Circuito 1	Línea 1	C-10	1.34	4.3	0.99	3.29
	Línea 2	C57	2.76		1.81	
	Escorrentía superficial	-	0.2		0.49	
Circuito 2	Línea de descarga de tanque de retención	C58	0.6	2.15	0.19	1.69
	Línea 3	C42	1.55		1.49	
Circuito 3	Línea 4	TBR-1	0.72	2.4	0.58	2.14
	Línea 5	C39	1.68		1.56	

4.3 Análisis de estructuras hidráulicas existentes

4.3.1 *Canal Simbilá*

La eficiencia del "canal Simbilá" ha sido determinado a partir de las cuencas aportantes mencionadas en la (tabla 54), la cual incluye la estimación de sus caudales a partir de la simulación en SWMM, y el sustento de estos cálculos, se detallan en el apéndice P.

Tabla 56

Caudales máximos de cuencas aportantes al Canal Simbilá

Etiqueta de cuencas aportantes	Simulación en SWMM	
	Q máx. Parcial (m^3/s)	Q máx. total (m^3/s)
Sub-40	0.02	1.00
B	0.78	
C	0.20	

Con el caudal aportante total que recibirá el canal Simbilá, se ha verificado la capacidad a través de HCanales de las secciones mencionadas en la tabla 28, tomando en consideración que el canal cuenta con una pendiente promedio de 0.002 m/m y una rugosidad de 0.003.

Los resultados de la verificación (apéndice Q), determinan que las dimensiones del canal Simbilá no son las adecuadas para soportar el caudal aportante, por lo que tiene una capacidad de evacuación deficiente.

4.3.2 *Dren agrícola interceptor*

La verificación de la capacidad de evacuación del dren agrícola interceptor, identificado en el apartado 3.1.6, se ha determinado a partir del cálculo de sus caudales aportantes (tabla 57). Este procedimiento se ha elaborado mediante el uso HCanales, donde los resultados demuestran que el dren en mención cuenta con la capacidad para controlar los caudales, dado que la altura de las secciones del dren, medidas en campo son mayores que los tirantes calculados.

Los resultados de la verificación se presentan en la tabla 58, y el sustento de estos de detallan en el apéndice R.

Tabla 57

Propiedades y caudales de las cuencas aportantes del dren agrícola interceptor

Simbología de cuencas aportantes	Área (ha)	Long. de recorrido (m)	Cota máx. (m.s.n.m)	Cota min. (m.s.n.m)	Pendiente (%)	Caudal parcial de SWMM (m^3/s)	Caudal total (m^3/s)
A-1	2.31	147.00	25.80	22.60	0.02	0.41	
A-2	3.25	236.00	26.40	23.00	0.01	0.53	1.46
A-3	2.88	222.00	27.70	23.10	0.02	0.52	

Tabla 58

Verificación del tirante normal de las secciones del dren agrícola con HCanales

Estación/Progresiva	Q (m^3/s)	Ancho de solera (m)	Altura (m)	Tirante normal (m)
0+000	1.46	2.00	1.50	0.39
0+060		2.00	1.80	0.38
0+115		2.20	2.00	0.36
0+200		2.10	5.00	0.36

4.4 Diseño de drenaje para un periodo de retorno de 50 años

El sistema de drenaje pluvial planteado cumple los requisitos de la norma técnica peruana OS.060. Sin embargo, aún existe incertidumbre respecto a la recurrencia de los eventos de los fenómenos El Niño (FEN) y Niño Costero, razón por la cual en este apartado se busca plantear alternativas que permitan mitigar precipitaciones para un periodo de retorno de 50 años.

Para la evaluación de las tuberías usando el hidrograma de Tr = 50 años se ha usado el modelo de tuberías planteado para Tr=25 años, donde se ha observado el intervalo de horas que las tuberías podrían colapsar debido a la cantidad excedente de escorrentía que representa el hidrograma de 50 años con respecto al de 25 años. A continuación, en la figura 50 se muestra la distribución de la escorrentía en función de tiempo, la cual evidencia la zona crítica en la que el sistema planteado estará sometido al colapso de tuberías. Adicionalmente, en la figura 51 se muestra el volumen excedente de 1753 m^3 generado por el incremento de escorrentía.

Figura 50

Hidrograma de escorrentía para periodos de retorno de 25 y 50 años

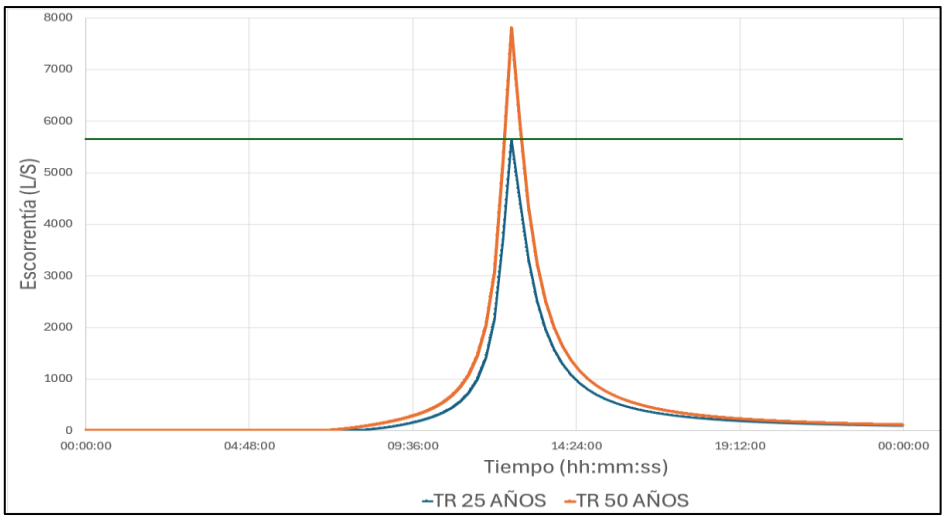
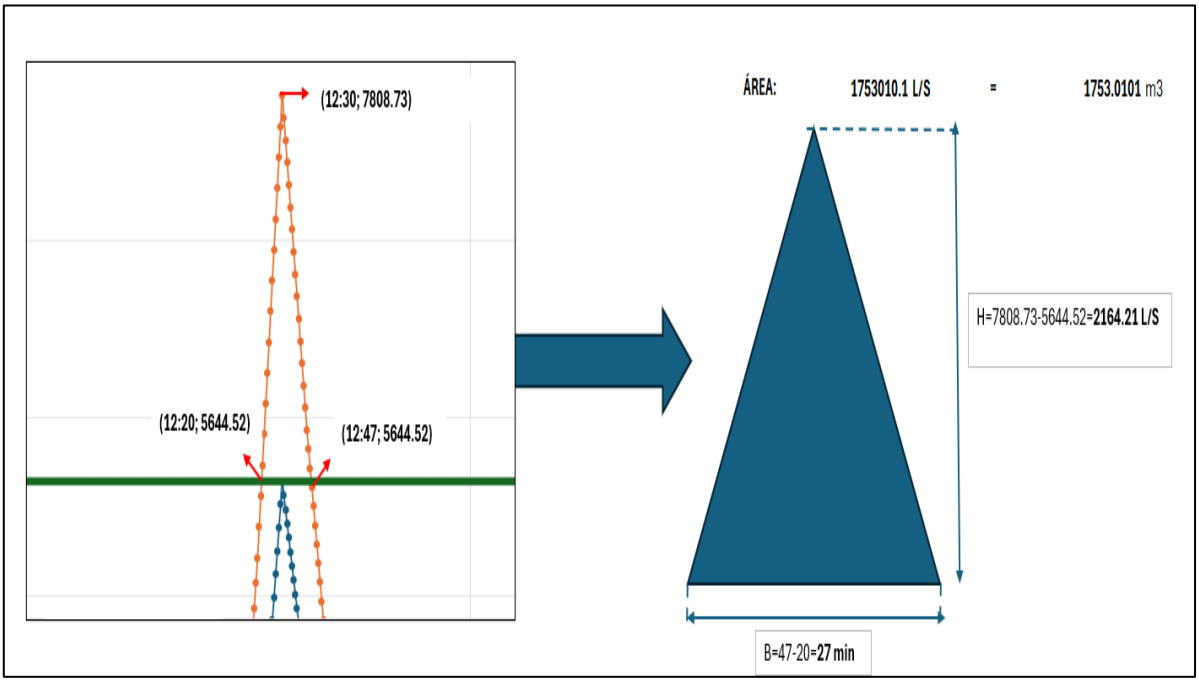


Figura 51

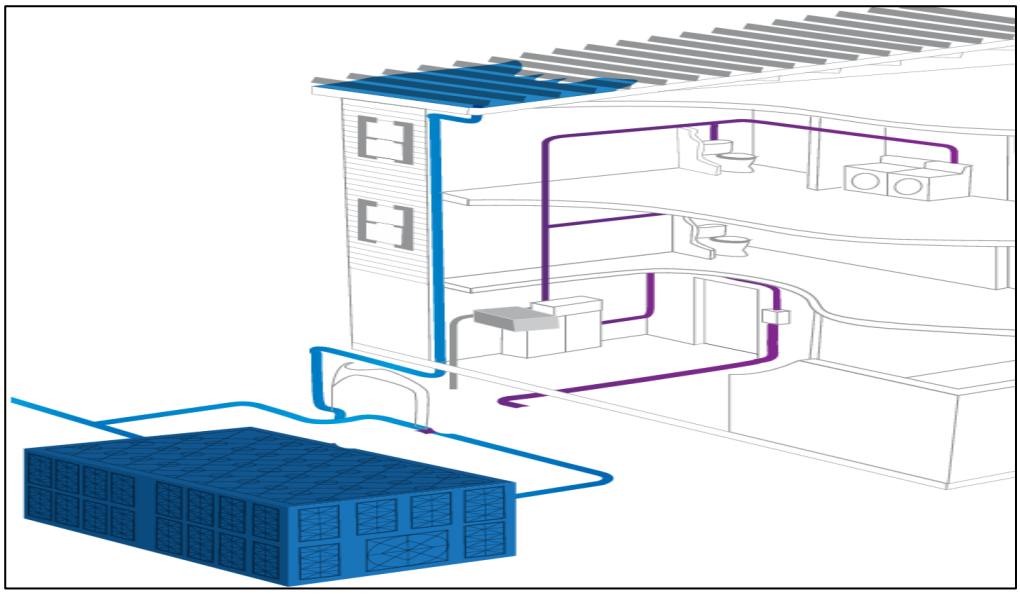
Cálculo del volumen excedente



Como medio de almacenamiento temporal del volumen excedente de escorrentía que se ha calculado en las figuras anteriores, se plantea añadir la implementación de celdas de biorretención en espacios libres de viviendas, jardines o corrales, y en vías con sardineles divisores de calzadas. En la figura 52, se presenta un diagrama referencial de la instalación de celdas de biorretención de aguas pluviales de las viviendas.

Figura 52

Diagrama referencial de la instalación de celdas de biorretención en viviendas



Nota. Adaptado de AquaCell Pavco: Sistema complejo para el manejo inteligente de aguas de lluvia, por Pavco, 2015.

4.5 Análisis de resultados

El análisis del modelo para el diseño de drenaje que ha sido simulado en SWMM para tormentas de periodos de retorno de 25 y 50 años, durante las 24 horas del día, evidencia que las redes del sistema planteado pueden controlar el agua de lluvia generada en las 40 subcuencas urbanas y las cuatro cuencas aportantes identificadas en el centro poblado de Simbilá.

En el circuito 1, se alcanzó un caudal máximo de 3290 l/s lo que implicó el diseño de estructuras de almacenamiento de 7000 m^3, mientras que en el circuito 2 se obtuvieron 1690 l/s de caudal máximo, y se propuso una capacidad de almacenamiento temporal de2500 m^3. Del mismo modo, para el tercer circuito se obtuvieron 2140 l/s de caudal máximo y 4000 m^3 de capacidad de almacenamiento temporal. Con estos resultados, la escorrentía de lluvia que se puede generar en Simbilá tendrá una adecuada captación, transporte, almacenamiento y posterior evacuación al río Piura.

En cuanto a los tanques de almacenamiento de las estaciones de bombeo de cada circuito, se ha seleccionado el diseño de un sistema conformado por tanques de concreto que captan en primera instancia la escorrentía y tanques constituidos por celdas AquaCell. La capacidad de almacenamiento de los tanques constituidos por celdas AquaCell para los circuitos 1, 2 y 3 son de 5000 m^3, 1100 m^3 y 2000 m^3, respectivamente lo que corresponde a utilizar 28890, 6336 y 13500 celdas en cada circuito.

De acuerdo con los resultados, el diseño de las tuberías de impulsión y aspiración de las estaciones de bombeo no presentan problemas de cavitación y/o golpe de ariete. Además, se han utilizado bombas con una capacidad de 300 litros por segundo y se han adicionado dos bombas de repuesto para asegurar el funcionamiento continuo y la eficiencia del sistema de bombeo en caso se presenten fallos en las bombas principales, resultando que para el circuito 1 será necesario utilizar 6 bombas, para el circuito 2, 4 bombas y para el circuito 3, 5 bombas.

Respecto a la evacuación de las aguas pluviales al río Piura, el diseño propuesto platea utilizar tuberías de impulsión de material HDPE con longitudes de 650 metros (1.00 m de diámetro), 310 metros (0.80 m de diámetro) y 1350 metros (0.90 m de diámetro) para el circuito 1, 2 y 3, respectivamente, las cuales incluyen válvulas de aire y de purga en los puntos críticos de su recorrido.

Capítulo 5
Evaluación del impacto ambiental

En los últimos años, las repercusiones de las actividades humanas sobre el medio ambiente están siendo muy evidentes, y un claro ejemplo de esto son los cambios climáticos y los fenómenos naturales que se están presentando en el mundo. Ante esto, el presente proyecto contempla una evaluación de los impactos ambientales que puede generar su ejecución.

Este proceso involucra la identificación y evaluación de los efectos ambientales que pueden afectar la calidad de vida de los pobladores del centro poblado de Simbilá, de tal manera que se puedan elaborar un plan con medidas de prevención y/o corrección de impactos para que la fase de ejecución y funcionamiento del proyecto pueda mitigar y reducir posibles problemas medioambientales.

5.1 Alcances

La propuesta del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible contempla tres circuitos diseñados, cada uno con sus respectivas líneas de drenaje y estaciones de bombeo, cuya disposición final será el río Piura. Los alcances específicos son los siguientes:

- En el circuito 1 se implementarán las líneas de drenaje pluvial L1 y L2, constituidas por tuberías HDPE con diámetros máximos de 1 y 1.2 metros, con longitudes de 514 y 727 metros, respectivamente. Además, se construirá una estación de bombeo equipada por 6 bombas de capacidad de 300 l/s, de las cuales dos serán de repuesto. También se incluye una tubería HDPE de impulsión con un diámetro de 1 metros y una longitud de 650 metros.
- En el circuito 2 se incluye la línea de drenaje L3 y la red de descarga del parque hídrico propuesto, formadas por tuberías HDPE con diámetros máximos de 0.4 metros y 1 metro, y longitudes de 569 metros y 1247 metros, respectivamente. La estación de bombeo estará equipada con cuatro bombas, cada una con una capacidad de 300 l/s, de las cuales dos serán de repuesto. Se instalará también una tubería de impulsión HDPE con un diámetro de 0.8 metros y una longitud de 310 metros.
- En el circuito 3, estará compuesto por dos líneas de drenaje pluvial, la línea L4 y L5, y se utilizaran tuberías de HDPE con diámetros máximos de 0.8 metros y 1 metro, con longitudes de 407 metros y 432 metros, respectivamente. La estación de bombeo contará con cinco bombas con una capacidad de 300 l/s cada una, de las cuales dos serán de repuesto. Además, se colocará una tubería de impulsión HDPE con un diámetro de 0.9 metros y una longitud de 1350 metros.

5.2 Área de influencia

El área de influencia directa se ha determinado como la extensión de terreno que está constituida por los factores del medio ambiente que manifiesten de forma directa los efectos de la construcción de las obras hidráulicas planteadas en los alcances. Para este proyecto, el área de influencia directa toma en cuenta las tres zonas de estación de bombeo y la extensión total aproximada de 6210 m de líneas de conducción e impulsión diseñadas.

Por otra parte, el área de influencia indirecta comprende la superficie geográfica que sea afectadas por los efectos indirectos del proyecto. En este contexto, para el presente estudio el área de influencia indirecta lo conforman las carreteras y zonas urbanas vecinas, donde se expandirán las distintas actividades del proyecto, tales como la carretera Piura-Catacaos, el río Piura, entre otros.

5.3 Información de impactos ambientales

La información de los impactos ambientales que la implementación de un proyecto puede generar, representa una herramienta clave para determinar las consecuencias que los efectos de estos impactos pueden generar en los componentes ambientales del área de estudio. En consecuencia, la descripción de los posibles impactos ambientales que se generarían en la implementación de sistema de drenaje pluvial propuesto se muestra en la tabla 59.

Tabla 59
Impactos ambientales identificados

Subsistema	Componente ambiental	Impacto ambiental
Físico Inerte	Aire	Alteración de la calidad del aire
	Agua	Alteración de la calidad del agua y flujo del río Piura
	Suelos	Alteración de la calidad del suelo
	Geomorfología	Generación efectos de erosión y de taludes inestables
	Ruido	Perturbación de los niveles de ruido por las actividades de construcción
Biológico	Flora	Reducción de la cobertura vegetal existente
	Fauna	Emigración temporal de las especies animales que habitan en el área de influencia
Socioeconómico y cultural	Aspectos Sociales	Limitaciones para acceder a determinadas viviendas y problemas en el tránsito de vehículos.

	Riesgos potenciales en la salud y seguridad física de los residentes
	Incremento de oportunidades laborales
	Progreso y desarrollo de la sociedad local
	Disminución del comercio de material arqueológico y cultural
	Reducción de enfermedades infecciosas producidas por las inundaciones
	Restablecimiento de los servicios

5.4 Análisis Causa-Efecto

El análisis de causa-efecto se llevó a cabo mediante la evaluación de la importancia de los impactos ambientales identificados, utilizando la metodología general complementada con la matriz causa-efecto de Leopold, descrita en el apartado 2.7.1.1. A través de la valoración de los impactos de acuerdo con el grado de importancia (apéndice S) se determinó que la presente propuesta de sistema de drenaje pluvial urbano, específicamente en su etapa de construcción, asegurará la viabilidad ambiental. Dado que la evaluación realizada arroja resultados que demuestran que en el presente proyecto predominaran los efectos ambientales positivos sobre los negativos.

Entre los impactos negativos más notables se tiene al desplazamiento temporal de la fauna local, las incomodidades que pueden presentar los pobladores, y los efectos que alteran el suelo como consecuencia del movimiento de tierras. Por otro lado, entre los impactos positivos prevalecen el desarrollo de la comunidad, el aumento de empleo y la reducción de enfermedades producidas por la acumulación de aguas pluviales

5.5 Medidas de prevención, mitigación y corrección

Las acciones destinadas a prevenir, mitigar y/o corregir los posibles impactos ambientales causados por las actividades de la ejecución del sistema de drenaje pluvial en mención se establecen teniendo en consideración que la construcción de este será realizada por empresas que cuenten con certificaciones ambientales[10] reguladas por organizaciones que verifican los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Asimismo, estas medidas también se basan en el análisis previo de identificación y evaluación de impactos ambientales realizado en el apartado anterior. Esto se hace con el

[10] La certificación ambiental es otorgada por entidades nacionales, autoridades sectoriales, opinadores técnicos y autoridades competentes en materia de fiscalización ambiental. Entre estas entidades se incluyen al Ministerio del Ambiente (MINAM), al Servicio Nacional de Certificación Ambiental para inversiones Sostenibles (SENACE), entre otros.

propósito de tomar medidas adecuadas para proteger y preservar el medio físico, biológico, socioeconómico y cultural en las zonas del proyecto donde puedan surgir estos impactos.

5.5.1 *Plan de manejo ambiental*

En el presente plan de manejo ambiental (PMA), se establecen las medidas que se llevarán a cabo para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos identificados en el proyecto. Estas medidas son las siguientes:

- Implementar un conjunto de medidas de prevención y mitigación destinadas a contrarrestar aquellos efectos negativos en el entorno que fueron identificados con la valoración realizada a través de la matriz de impactos.
- Realizar un registro minucioso de los posibles impactos ambientales negativos previstos y de las medidas de prevención y mitigación propuestas, con el propósito de identificar relaciones entre ellos que permitan asignar personal responsable que lleve a cabo la implementación y ejecución de las medidas de gestión ambiental.
- Analizar y registrar los impactos ambientales positivos que resultaron de la matriz causa-efecto, con la finalidad de definir procedimientos y programar actividades que incluyan acciones para mantener y fortalecer estos efectos positivos durante la ejecución del proyecto.
- Proporcionar información a los pobladores de Simbilá acerca de las repercusiones del proyecto, de modo que puedan tomar acciones de acuerdo con las medidas de prevención y mitigación establecidas, contribuyendo así a minimizar los efectos adversos que puedan afectarlos.
- Realizar una evaluación detallada de las medidas de prevención y mitigación propuestas con la finalidad de validar su eficacia y pertinencia.

5.5.2 *Programa de medidas preventivas, mitigadoras y/o correctivas*

Según El grupo CESEL Ingenieros (2019), el programa de medidas de prevención, mitigación y corrección tiene como fin proteger el ambiente de las zonas de área de influencia que son propensas a ser afectadas por los potenciales impactos causados por las actividades del proyecto. Además, este programa involucra los posibles daños o conflictos que puedan derivarse de los procedimientos inadecuados durante la implementación del proyecto.

Por lo tanto, para este proyecto se propone implementar medidas que eviten en gran medida el origen de efectos negativos, que corrijan las acciones de los impactos recuperables y que busquen una compensación para los impactos ambientales que no se pueden remediar.

5.5.2.1 Medidas y controles a implementar. Las medidas que se implementarán para controlar los impactos ambientales en el medio físico, biológico y socioeconómico que se

identificaron en el análisis causa-efecto, se dividen en preventivas, de mitigación y/o de corrección las cuales se detallan en el apéndice T.

Además, para este proyecto se considera relevante establecer acciones para mitigar la generación de residuos sólidos, ya que es uno de los principales problemas ambientales en una obra de construcción. Por ello, se seguirán las medidas establecidas en la "Guía para la identificación y evaluación de impactos ambientales; y plan de manejo ambiental, para las obras de infraestructura en la ciudad de Piura – Perú" elaborada por Burga & Westraicher (2023). Esta guía incluye medidas de prevención y mitigación que involucran el reciclaje, la reutilización y la disposición final en vertederos, escombreras o rellenos de seguridad autorizados.

Por ello, para este proyecto se considera que para aplicar las acciones de reciclaje se realizará una clasificación detallada de los componentes de los residuos sólidos, como el vidrio, madera, metales y plásticos. Los excedentes de hormigón y la fracción de residuos sólidos no peligrosos se buscará utilizarlos en procesos para la generación de agregados reciclados naturales o en la composición de otros recursos minerales. Mientras que, para la disposición final de los residuos sólidos, se buscará un vertedero o relleno sanitario autorizado, preferiblemente uno proporcionados por el Ministerio del Ambiente. Para este caso, la opción más cercana podría ser la Infraestructura de disposición final y planta de tratamiento de residuos sólidos municipales ubicada en el Distrito de Sechura.

La aplicación de estas medidas de acción no solo busca reducir los impactos ambientales de la construcción del proyecto, sino también promover prácticas sostenibles mediante el reciclaje y la correcta gestión de los residuos sólidos generados en el proceso.

5.5.3 *Programa de seguimiento y monitoreo ambiental*

El plan de monitoreo de nuestro proyecto implementará un estudio minucioso que cumple con el objetivo de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos en las normativas y leyes actuales en nuestro país, tanto en el área de influencia como en las canteras de las empresas subcontratistas de agregados, etc. Esto se realizará teniendo en cuenta las exigencias establecidas en el plan de manejo ambiental propuesto, garantizando así que los efectos ambientales significativos, tanto negativos como positivos, identificados en la matriz de impactos sean prevenidos, mitigados o corregidos con eficiencia y eficacia.

Este programa será puesto en acción por personal de fiscalización y supervisión por las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA), tales como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)[11] y el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental

[11] Entidad adscrita al Ministerio del Ambiente y se encarga de cuidar el balance entre la inversión en actividades económicas y la protección ambiental y de promover la mejora del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA).

(SINEFA)[12], así como empresas, consorcios o entidades que son titulares de proyectos propuestos bajo el marco del Sistema Evaluación de Impactos Ambientales. Cuyas labores de fiscalización estarán focalizadas principalmente en las actividades que tengan mayor impacto ambiental, a través de un seguimiento visual e instrumental con el compromiso de verificar la confiabilidad y la efectividad de las acciones establecidas en el plan de manejo ambiental.

La finalidad es valuar el comportamiento del medio ambiente frente a las medidas de mitigación de impacto ambiental y a las actividades asociadas con la ejecución de nuestro proyecto.

Para ejecutar este programa se seguirá con una metodología que tomará en cuenta ciertas medidas generales de seguimiento que garanticen el cumplimiento de las acciones ambientales de mitigación y/o corrección, estos son los siguientes:

- Registrar la frecuencia y cantidad de las capacitaciones realizadas al personal de obra y a la población afectada.
- Verificar la calidad ambiental de las zonas afectadas mediante el uso de instrumentos adecuados de medición y tomar muestras en campo para evaluarlas posteriormente en laboratorios certificados
- Dar seguimiento mediante inspecciones de monitoreo a la cantidad y calidad de los residuos sólidos generados y reciclados.

5.5.4 *Programa de señalización*

En el marco del manejo ambiental propuesto para el presente proyecto, se incluirá un programa de señalización, ya que es evidente que durante el desarrollo de las actividades de operación y construcción habrá potenciales accidentes o condiciones de riesgo que afecten al medio ambiente, la salud o la seguridad tanto del personal de obra como de la población del área de influencia.

Este programa se elabora siguiendo los lineamientos de señalización establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 399.010, y tiene como propósito crear condiciones ambientales que estén directamente relacionadas con la seguridad y salud de los trabajadores, por ello se busca implementar elementos de señalización ambiental que informen sobre la prevención de accidentes, cuidado del medio ambiente, evacuación de emergencia y riesgos y peligros a la salud. Esto se realizará considerando los siguientes criterios:

- Los elementos de señalización serán elaborados para asegurar su visibilidad durante el día y la noche con formas y colores definidos y mensajes breves y concisos.

[12] Entidad que desempeña el cargo normativo y supervisor de las EFA en el ámbito nacional, regional o local.

- La señalización debe estar ubicada en puntos estratégicos de localización de acuerdo con el tipo de señal de seguridad, para asegurar su visualización.
- El personal debe ser concientizado sobre la importancia de actuar de forma preventiva para hacer uso correcto de la señalización.
- Informar y prevenir a los trabajadores y población en general sobre la manipulación de equipos y materiales que guarden relación con la protección y seguridad ambiental.

5.5.5 *Plan de contingencia*

El plan de contingencia para que se propone implementar seguirá las bases establecidas por Calle y Pulgar (2010), en su "Manual de legislación ambiental". En consecuencia, para este proyecto el plan de contingencia adecuará medidas para prevenir, atender y controlar las emergencias y desastres que se pueden presentar en puesta en marcha del proyecto, ya sea por efectos relacionados a eventos naturales o causados por fallas humanas en instalaciones, maquinaria y/o materiales. Asimismo, se realizarán planificaciones de programaciones y esquemas sobre las estrategias que dirigirán las actividades destinadas a la corrección y prevención de riesgos con la finalidad de reducir la cantidad de afectados y de daños materiales en caso de que se presenten situaciones fortuitas.

5.5.6 *Plan de cierre*

De acuerdo con la definición del Volumen 2 del “Manual de Legislación ambiental” de Calle & Pulgar (2010), el plan de cierre o abandono es el conjunto de acciones específicas que se contemplan para realizar la restauración del entorno afectado cuando la etapa constructiva haya finalizado, tratando de devolver las condiciones iniciales del área de influencia que una vez existieron.

En este contexto, nuestro plan de cierre detallará las acciones que serán implementadas al concluir las actividades de la etapa constructiva y cuando la empresa ejecutora se retire o decida abandonar por razones extraoficiales. Estas acciones involucran las medidas de abandono de las zonas utilizadas durante la ejecución del proyecto, incluyendo el desmontaje, limpieza, restauración y rehabilitación con el propósito de reducir los riesgos para la salud y bienestar de la población de Simbilá que podrían surgir en el corto, mediano o largo plazo.

Conclusiones

- Esta propuesta de diseño es un modelo para la implementación de sistemas de drenaje pluvial en áreas urbanas con características similares a Simbilá, ya que involucra la construcción de estructuras hidráulicas de fácil ejecución y al mismo tiempo contribuye a resolver la problemática social garantizando el orden y la disminución de alteraciones significativas en el entorno.
- El análisis hidrológico empleado en este proyecto se ha llevado a cabo utilizando estudios de precipitaciones a través de las curvas IDF para la ciudad de Piura, en base a investigaciones certificadas, lo cual asegura que el diseño sea adecuado para la zona en mención. Además, ante la falta de un levantamiento topográfico con herramientas convencionales (teodolito, GPS, estación total, etc.), el uso de herramientas digitales de georreferenciación satelital como Global Mapper y Google Earth han sido fundamentales para el estudio de topográfico del proyecto, ya que con estos se pudo determinar de forma preliminar el flujo y la dirección de escorrentía, y con ello delimitar las subcuencas urbanas y aportantes de la zona de estudio.
- Los caudales determinados a partir del SWMM han sido comparados con los obtenidos mediante el uso del método racional con el fin de evitar desbalances en el diseño. Estos resultados indican la proporcionalidad entre ambos métodos, en el caso del SWMM brinda el cálculo de caudales de lluvia más realistas, en comparación con el método racional, gracias a la consideración de una amplia gama de parámetros hidrológicos y climáticos, lo que facilita que el sistema de drenaje propuesto sea más efectivo y adaptable a las condiciones de la zona de estudio.
- La implementación de tecnologías SUDS en el sistema de drenaje pluvial propuesto representa ventajas significativas, pues el uso de estructuras innovadoras de bajo impacto ambiental como las celdas AquaCell reduce los costos y el tiempo de construcción de las obras hidráulicas. Además, estas celdas contribuyen con la gestión eficiente de las aguas de lluvia para la mitigación de riesgos de inundaciones, el aprovechamiento responsable de los recursos hídricos y la sostenibilidad de los espacios urbanos.
- El diseño del sistema de drenaje pluvial propuesto se vio limitado en la inclusión de SUDS debido al nivel freático casi superficial en la zona. En consecuencia, de los tipos de SUDS mencionados en el desarrollo de la tesis, solo se pudo implementar aquellos que no dependen de capas de suelos que se vean afectados por la superficialidad del nivel freático. De tal manera, se optó por integrar celdas HDPE AquaCell como alternativa efectiva y sostenible pues estos tipos de SUDS permiten la retención temporal del agua, lo que contribuye al control de las aguas pluviales y al mismo tiempo promueve prácticas de desarrollo urbano sostenible.

- Mediante el desarrollo de esta tesis se considera conveniente que las entidades involucradas en el diseño y ejecución de obras de saneamiento y/o drenaje pluvial tales como el Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción elaboren una normativa con detalles técnicos sobre la implementación de los SUDS de acuerdo con las condiciones topográficas territoriales del Perú.
- En el análisis de impacto ambiental del sistema de drenaje pluvial se identificaron algunos impactos negativos con poca relevancia, los mismos que podrán ser controlados mediante las medidas de prevención y mitigación planteadas. Por lo que se concluye que la implementación del proyecto asegurará el desarrollo y una solución integral que promueve el bienestar ambiental y socioeconómico de la zona de estudio.
- El diseño del sistema de drenaje pluvial en el centro poblado de Simbilá se ha elaborado considerando un periodo de retorno de 25 años, lo cual proporciona una medida efectiva para gestionar las precipitaciones habituales y permite evitar diseñar estructuras hidráulicas con dimensiones muy elevadas considerando los aspectos de viabilidad y costos del proyecto. Sin embargo, para garantizar mayor seguridad frente a eventos extremos como el FEN, se ha ampliado el enfoque del diseño para incluir un sistema de drenaje para un periodo de retorno de 50 años. Esta ampliación incluye la integración de estructuras de retención de agua al sistema de drenaje de 25 años, permitiendo así controlar la lluvia excedente sin necesidad de aumentar las dimensiones de las estructuras ya diseñadas.

Recomendaciones

- Se recomienda fomentar una cultura de cuidado y mantenimiento de las estructuras de drenaje por parte de la población. Esto implica promover la conciencia sobre la importancia de mantener estas estructuras en buenas condiciones para garantizar su correcto funcionamiento, de tal manera que se pueda contribuir a prolongar la vida útil de las estructuras drenaje y a prevenir situaciones de deterioro que puedan afectar negativamente el sistema de drenaje urbano, similar a lo que ocurre en la ciudad de Piura.
- Se debe realizar un mantenimiento constante de los canales o drenes en Simbilá que sirven para la gestión de caudales de lluvia excedentes en buenas condiciones, con el fin de garantizar la eficacia del sistema de drenaje propuesto, dado que se ha evidenciado que actualmente se encuentran en malas condiciones.
- Se recomienda priorizar los proyectos de protección y mantenimiento de los diques del río Piura, así como llevar a cabo acciones de descolmatación de manera regular para prevenir inundaciones fluviales y asegurar que las líneas de descarga de las estaciones de bombeo no se vean afectadas. Equipos de bombeo
- Se recomienda formalizar una organización que pueda regular y fiscalizar el correcto funcionamiento del sistema planteado, teniendo como principales objetivos la operatividad de equipos de bombeo, mantenimiento de estructuras de almacenamiento temporal y brindar apoyo educativo al cuidado de las estructuras de drenaje.

Referencias

Andina Noticias. (2023, 15 de enero). *Piura: culmina descolmatación del dren Simbilá a favor de 6,000 habitantes de Catacaos.* Agencia Andina Peruana de Noticias. https://andina.pe/agencia/noticia-piura-culmina-descolmatacion-del-dren-simbila-a-favor-6000-habitantes-catacaos-925317.aspx

Aparicio, F. (1999). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ciudad de México, México. Grupo Noriega Editores.

Autoridad para la Reconstrucción con Cambios [ARCC]. (2018). *Bases estándar para la contratación pública del servicio de consultoría de obra para la elaboración del expediente técnico del proyecto: Rehabilitación y reposición del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío Simbilá, distrito de Catacaos*. Plataforma del Estado Peruano. Informe técnico.

Autoridad para la Reconstrucción con Cambios [ARCC]. (2022). *Plan Maestro de Drenaje Pluvial de Piura, Veintiséis de octubre y Castilla.* (3er entregable). Plataforma del Estado Peruano. Informe técnico.

AVK Válvulas S.A. (2023). *Por qué utilizar ventosas en redes de abastecimiento y aguas residuales.* AVK válvulas. https://www.avkvalvulas.com/es-es/m%C3%A1s-informaci%C3%B3n-y-soluciones/caracter%C3%ADsticas-de-los-productos/ventosas/por-que-utilizar-ventosas-en-redes-de-agua-y-agua-residual

Becerra, N. (2020). *Análisis de componentes hidrológicos y su influencia en el tipo de escurrimiento superficial en microcuencas de la reserva nacional río clarillo, comuna de Pirque, región metropolitana de Santiago.* [Memoria para optar al título de Geógrafo, Universidad de Chile]. Repositorio de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/176049/an%c3%a1lisis-de-componentes-hidrol%c3%b3gicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bombas ideales. (2008). *Datos técnicos de hidráulica bombas*. Bombas ideales. https://www.bombasideal.com/wp-content/uploads/2022/03/HIDRAULICA-NEWSLETTER-10.pdf

Burga, Z., & Westraicher, J. (2023). *Guía para la identificación y evaluación de impactos ambientales; y plan de manejo ambiental, para las obras de infraestructura en la ciudad de Piura – Perú.* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6e063fcb-8979-46ec-875d-a6a9c538b270/content

Cabrera, G. (2023, 6 de abril). *La tragedia y esperanza en Simbilá tras la tormenta eléctrica*. [Archivo de video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=pUz60OPiK_o

Calle, J. (2019). *Diseño de un sistema de drenaje pluvial eco- sostenible para la zona de Piura urbana*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Piura. https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2989/INDU-CAL-PAT-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Calle, I., & Pulgar, M. (2010). *Manual de legislación ambiental*. Lima, Perú. Lettera Gráfica.

Castilla, A., & Galvis, G. (1993). *Bombas y Estaciones de Bombeo*. Medellín, Colombia. Ultragraf Editores.

Cateriano, F., & Menacho, L. (2019). *Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWMM*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/items/47f7f003-4289-47d7-814b-2d33faf9677f

Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). *Mecánica de fluidos: Fundamentos y Aplicaciones*. México. McGRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

CESEL Ingenieros. (2019). *Modificación de la Declaración de Impacto Ambiental de la Subestación Eléctrica Combapata*. Ministerio de Energía y Minas. https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/6_0%20Medidas%20de%20prevenci%C3%B3n%20y%20mitigaci%C3%B3n%20Rev%200.pdf

Chiarito, E., Zimmermann, E., & Méndez, S. (2018). *Metodologías para la estimación del coeficiente de escorrentía en áreas urbanizadas mediante teledetección*. Cuadernos del CURIHAM.https://cuadernosdelcuriham.unr.edu.ar/index.php/CURIHAM/article/view/126/90

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Columbia, E.E.U.U. McGraw-Hill.

Choy, V. (2002). *Diseño de una nueva línea de impulsión y selección del equipo de bombeo para la extracción de agua subterránea planes de expansión de mínimo costo de agua potable y alcantarillado EPS Chimbote.* [Trabajo de Investigación de Ingeniero Mecánico de Fluidos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Sistema de Bibliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/choy_b_v/cap5.htm#:~:text=Las%20velocidades%20recomendables%20son%3A,%2Fs%20a%202.0%20m%2Fs

Coneza, V. (2010). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.

Cuayla, M. (2018). *Propuesta técnica de sistema de bombeo para riego*. Library. https://1library.co/document/yngpmllz-propuesta-tecnica-de-sistema-de-bombeo-para-riego.html

De la Torre, O., & Perez, H. (2023). *Implementación de una guía para la etapa de operación para un tanque de tormentas usando la metodología BIM para evitar inundaciones en el hospital de Chulucanas, Piura*. [Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671015/DeLaTorre_EO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Días, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad. Volumen (37).* https://intranetrepositorio.intec.edu.do/server/api/core/bitstreams/3bacdd56-e4ef-4b1f-a2eb-d5cced4f44aa/content

Días, S. (2010). *Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México*. Redalyc. https://www.redalyc.org/pdf/339/33913156011.pdf

Estadística de Calidad Educativa (ESCALE). (2017). *Padrón de instituciones educativas*. Estadística de Calidad Educativa. https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee

Farías, M., & Ruiz, M. (2018). *Determination of Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation due to presence of ENSO and Niño Costero. Study case: Piura City*. [Ponencia]. 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. Lima, Perú.

Ferrer, C. (2019). *Cálculo de pérdidas de carga*. Pirobloc. https://www.pirobloc.com/blog-es/calculo-perdidas-carga/

Gestión. (2017, 21 de julio). *El éxodo de los inundados de Perú se agrava con enfermedades y plagas.* Gestión.pe. https://gestion.pe/peru/politica/exodo-inundados-peru-agrava-enfermedades-plagas-139917-noticia/?ref=gesr

Gómez, R., López, R., & Sánchez, A. (2016). *Diseño del pontaje para alcantarillado pluvial existente del barrio Recodo de Fontibón (Bogotá) mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles por depósitos de retención (SUDS).* [Trabajo de grado como opción parcial para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de la Gran Colombia]. Repositorio de la Universidad de la Gran Colombia. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5061/Dise%C3%B1o_pondaje_alcantarillado_pluvial_Fontibon.pdf?sequence=1

Gonzales, B. (2018). *Cómo afecta la producción eléctrica al medio ambiente*. Ecología verde. https://www.ecologiaverde.com/como-afecta-la-produccion-electrica-al-medio-ambiente-1745.html

Goulds Pumps. (2014). *Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento de bombas*. Goulds Pumps. https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Instru

ction%20and%20Operation%20Manuals/Numerical/es-UY-2014-10-IOM-3410.pdf?ext=.pdf

Hernández, M. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/bfdbba66-f73f-4054-b0d7-be9a5dd6cd87/content

Instituto Geofísico del Perú [IGP]. (2019). *Zonificación Sísmica – Geotécnica de la ciudad de Catacaos.* SIGRID CENEPRED. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//9855_zonificacion-sismica-geotecnica-de-la-ciudad-de-catacaos.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2023). *Monitoreo de peligros y perspectivas.* Portal INDECI. https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/03/BOLET%C3%8DN-INFORMATIVO-MONITOREO-DE-PELIGROS-Y-PERSPECTIVAS-N%C2%B0070-11-03-2023.pdf

Jimenes, A., & Joya, J. (2015). *Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) como gestión integral en la regulación y control de aguas lluvias; caso de estudio sector en la cuidad de Bogotá.* [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/2c71175c-ecac-426c-94ac-179eef763262/content

Lucino, C., Ortiz, F., & Liscia, S. (2022). *Bombas, estaciones de bombeo y acueductos*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/153635/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maderey, L. E. (1980). *Intensidad de precipitación en el valle de México*. Investigaciones Geográficas de la UNAM. https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/58923/51911

Martines, V. (1999). *Simulación y comprobación experimental de la escorrentía superficial en pequeñas cuencas no aforadas mediante modelos distribuidos implementados sobre SIG.* Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/711/1/02199908.pdf

Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid, España. Ediciones Castillo.

Mendiluce, E. (1972). Golpe de ariete*. Nueva comprobación analítica y experimental en la fórmula del tiempo de parada en impulsiones. Tomo 1,* (pp. 575-586). Revista de Obras Públicas.

Miller, G. T. (2007). *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral.* (8va ed.). Thomson.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2014). *Manual nacional de recomendaciones para el diseño tanques de tormentas*. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. https://www.aeas.es/images/publicaciones/manuales/Manual_Tanques_Tormenta_MAGRAMA.pdf

Ministerio de Salud [MINSA]. (s.f.). *Puesto de Salud E.S. Simbilá en Catacaos*. Establecimientos de Salud. https://www.establecimientosdesalud.info/piura/puesto-de-salud-es-simbila-catacaos/

Ministerio de Salud. (s.f.). *Hospital privado del Perú en Catacaos*. Establecimientos de Salud. https://www.establecimientosdesalud.info/piura/hospital-privado-del-peru-catacaos/

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. SUTRAN. https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2012). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.* IRH Perú: http://www.irhperu.com/uploads/1/6/1/1/16115296/rd-20-2011-mtc-14.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. (2003). *Obras de almacenamiento*. SERVIU. http://serviu10.minvu.cl/documentos/Urbanismo%20y%20Construccion/Normativa%20Tecnica/aguas%20lluvias/Capitulo4_3.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano*. Lima, Perú. El peruano.

Mora, L. (2021). *Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos, provincia de Piura*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9984

National Weather Service Climate Prediction Center [NCEP]. (2023). *El Niño/Oscilación del Sur: Discusión Diagnóstica*. Climate Prediction Center of USA.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.shtml

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable.* SSWM Sustainable Sanitation and. Water Management. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b%20Guia%20dise%C3%B1o%20de%20bombeo.pdf

Pavco. (2015). *AquaCell Pavco: Sistema completo para el manejo inteligente de aguas de lluvia.* Pavco.https://neufertcdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/49883/Documento_tecnico_aquacell.pdf

Pavco Wavin. (2020). *Tres proyectos colombianos que usan el sistema de almacenamiento de aguas de lluvia AquaCell*. Pavco Wavin. https://pavcowavin.com.co/proyectos-aquacell-pavco-wavin-colombia

Seguas. (2020). *Bombas centrífugas y su uso en instalaciones hidráulicas*. Blog Seguas. https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2014). *Evolución de la definición de El Niño*. Ministerio del Ambiente. https://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/que-es-el-nino-y-que-factores-determinan-su-intensidad/evolucion-de-la-definicion-de-el-nino/

Soriano, L., Ruiz, M., & Edgar, R. (2015). *Criterios de evaluación de impacto ambiental en el sector minero.* Revistas de investigación UNMSM. https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12102/10828

Takahashi, K. (2017). *Fenómeno El Niño: "Global" vs "Costero".* Repositorio del Instituto Geofísico del Perú: https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/5101/Takahashi_2017_Boletin-Tecnico-Vol.4-N%c2%b04.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tillman, H. J. (2009). *La alfarería piurana: símbolo de una cultura regional*. Biblioteca Digital de Vanguardia para la Investigación en Ciencias Sociales. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/3471/12/11.%20Per%C3%BA.%20La%20alfarera%20piurana.%20S%C3%ADmbolo...%20Hermann%20J.%20Tillman.pdf

KRAH Piping Solutions. (2019). *Cálculo estructural de tuberías KRAHH*. Tuberías KRAH. https://krah.cl/wp-content/uploads/2021/05/07-krah-anexos.pdf

Tuberías Tigre. (2019). *PEAD: Polietileno de Alta Densidad*. Tigre. https://tigresite.s3.amazonaws.com/2022/04/Cata%CC%81logo-Polietileno.pdf

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (2022). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2.* U.S Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/swmm-users-manual-version-5.2.pdf

Varas, E., & Farías, M. (2000). *Estudio comparativo de relaciones intensidad-duración-frecuencia*. Córdoba, Argentina. Memorias XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica.

Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Quito, Ecuador. Abya-Yala.

Weather Spark. (2023). *Clima promedio en Catacaos.* Weather Spark. https://es.weatherspark.com/y/18262/Clima-promedio-en-Catacaos-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o

Zimmermann, E. D. (2015). *Adaptación del modelo de onda cinemática a los sistemas hidrológicos de llanura*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de UNR. https://www.fceia.unr.edu.ar/curiham/es/wp-content/uploads/2018/10/Cna2000NUE.pdf

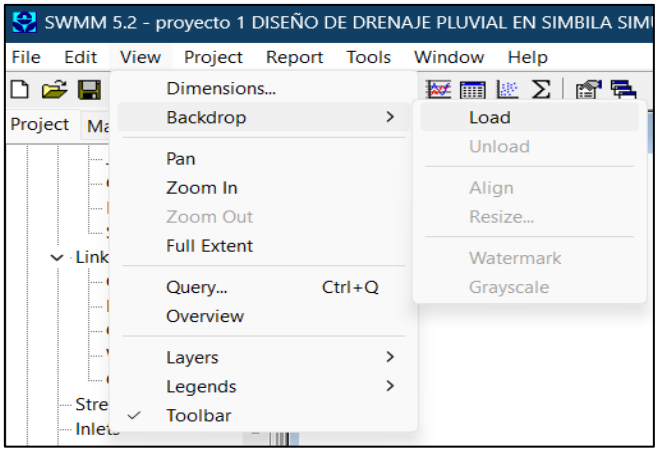
Apéndices

Apéndice A. Secuencia de pasos para llevar a cabo el modelamiento y simulación del sistema de drenaje en SWMM

1. Crear el proyecto en SWMM y configurar según nuestro criterio las opciones por defecto del proyecto, tales como las etiquetas, unidades, símbolos, rótulos y los valores generales de los elementos del sistema de drenaje.
2. Cargar una imagen de fondo referencial del plano de estudio para poder dibujar los componentes del sistema de drenaje.

Figura 53

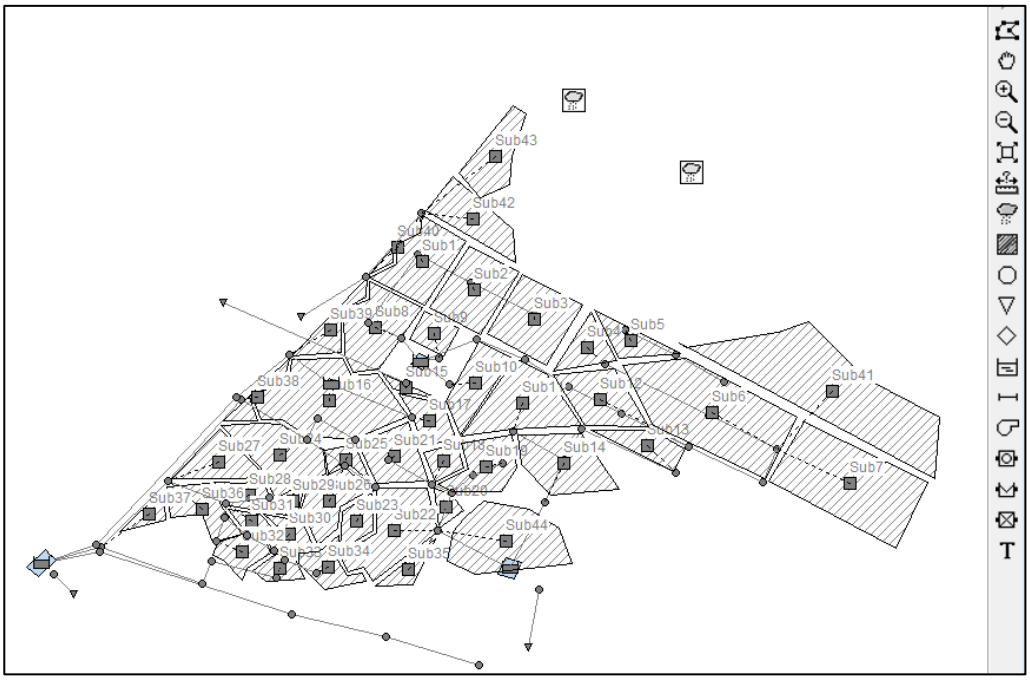
Opciones de configuración preliminar de SWMM



3. Dibujar todos los elementos del sistema de drenaje pluvial como las subcuencas, los nudos, los conductos, el pluviómetro y los puntos de vertido. Cabe recalcar que la incorporación de las bombas y los tanques de retención se realizaron de manera gradual, considerando su ubicación y dimensiones, evaluando la viabilidad del diseño de drenaje pluvial.

Figura 54

Representación gráfica del Sistema de Drenaje en SWMM

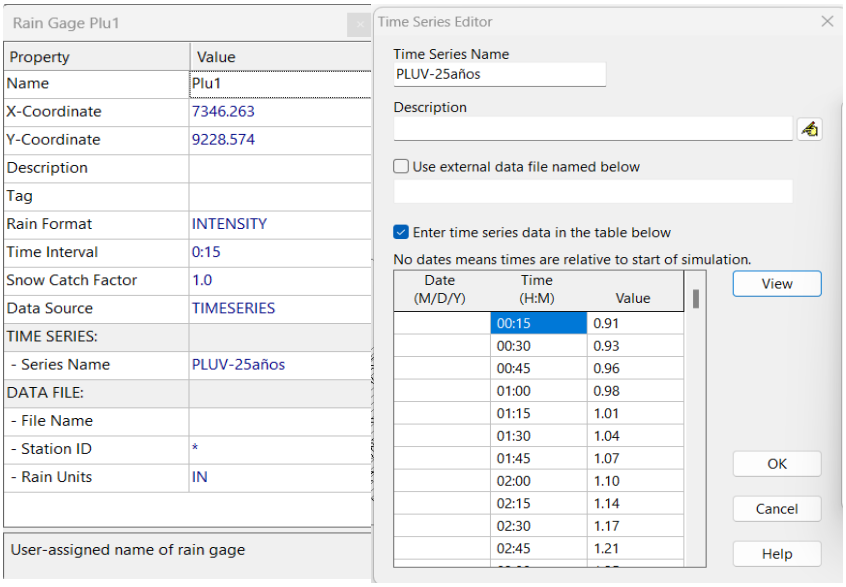


4. Asignar las dimensiones y propiedades geométricas y físicas de los elementos dibujados, a través de las opciones de edición de propiedades disponibles en el programa, de acuerdo con el tipo y función de cada componente del sistema. En los casos específicos del pluviómetro, los tanques de almacenamiento y las bombas, es necesario ingresar ciertos datos de curvas, series o reglas de control algunas que dependen e influyen en su funcionamiento.

   Para configura el pluviómetro se ha requerido crear una serie temporal de datos que contenga los valores de intensidad de lluvia que, para este estudio, corresponden a una tormenta de diseño de 24 horas, con mediciones cada 15 minutos para un periodo de retorno de 25 y 50 años. El detalle de la configuración de propiedades del pluviómetro para la presente simulación se muestra en la siguiente figura.

Figura 55

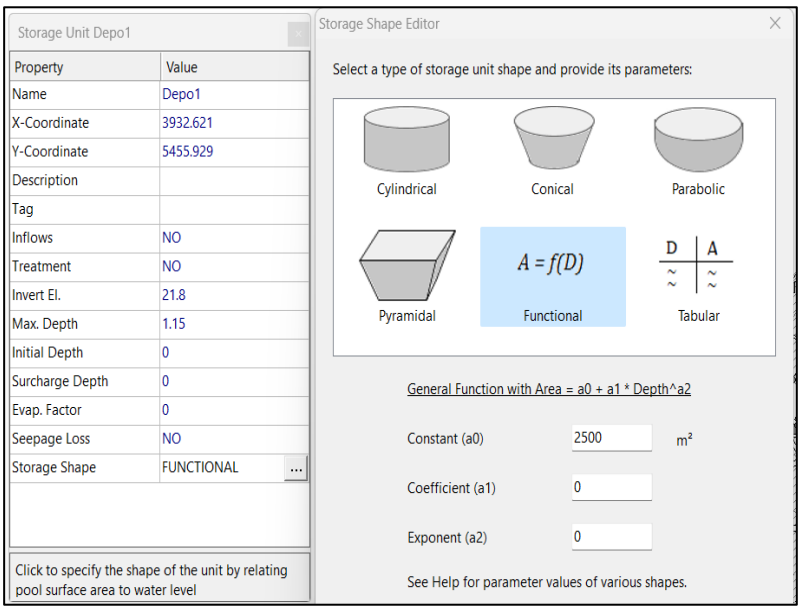
Propiedades del pluviómetro del sistema de drenaje en SWMM



En cuanto a los depósitos de almacenamiento, se les asignan propiedades volumétricas que se definen mediante una curva de forma. Esta curva puede ser determinada a través de una tabla o una función que describe la geometría del depósito, estableciendo una relación entre el área constante de almacenamiento y el nivel de agua. Los parámetros asignados para la modelación de uno de los depósitos del sistema se muestran en la siguiente figura.

Figura 56

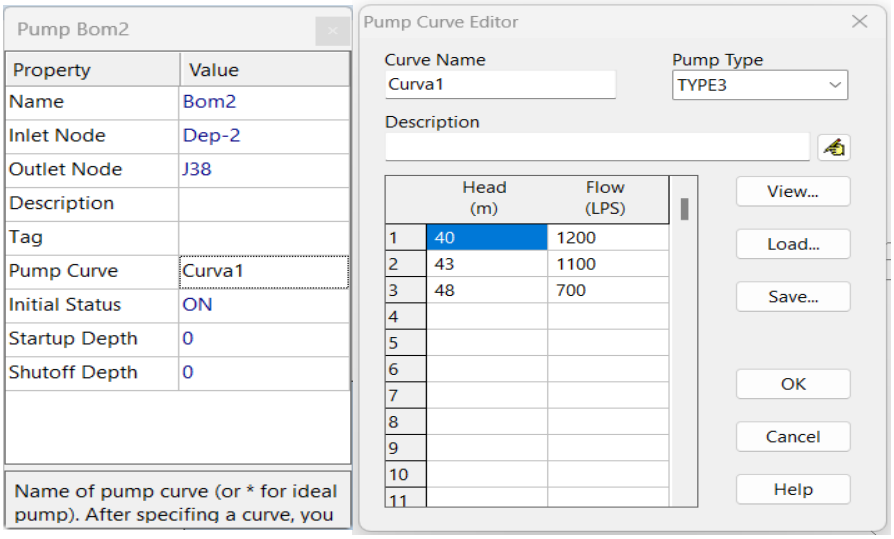
Propiedades de los depósitos de almacenamiento del sistema de Drenaje en SWMM



Para definir las propiedades de las bombas, se necesita seleccionar una de las cuatro curvas disponibles en el SWMM, las cuales representan el comportamiento de las bombas. Además, se deben especificar el caudal que se necesita bombear y los tiempos de encendido y apagado de las bombas. Estos parámetros son complementados por reglas de control que se añaden mediante un lenguaje de códigos en una hoja de texto del programa, todo esto para garantizar un correcto modelamiento de las bombas. Los detalles sobre cómo ingresar las propiedades y parámetros de las bombas se describen en las siguientes figuras.

Figura 57

Propiedades de las bombas sistema de Drenaje en SWMM



5. Crear los SUDS que se incluirán en el sistema de drenaje pluvial. Para este caso, se ha creado a través de las herramientas LID, un tipo de SUDS conocido en SWMM como Bio-Retención Cell que simula a las celdas HDPE que se tomado en cuenta para este estudio. Los datos de utilizados en la configuración de estas herramientas se muestran en las siguientes figuras.

Figura 58

Propiedades de configuración de las capas de los SUDS

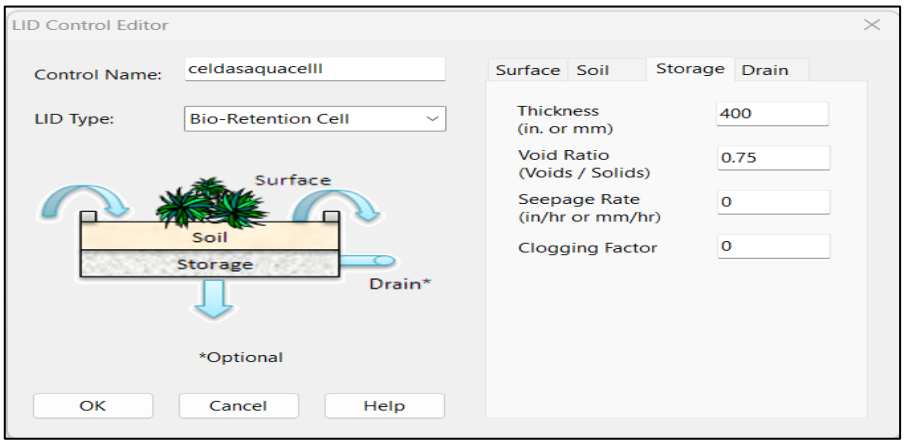
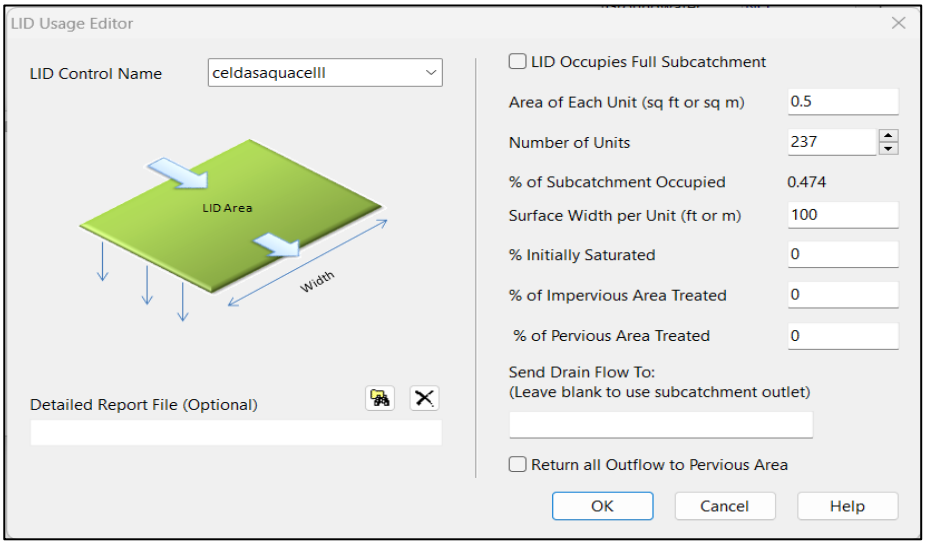


Figura 59

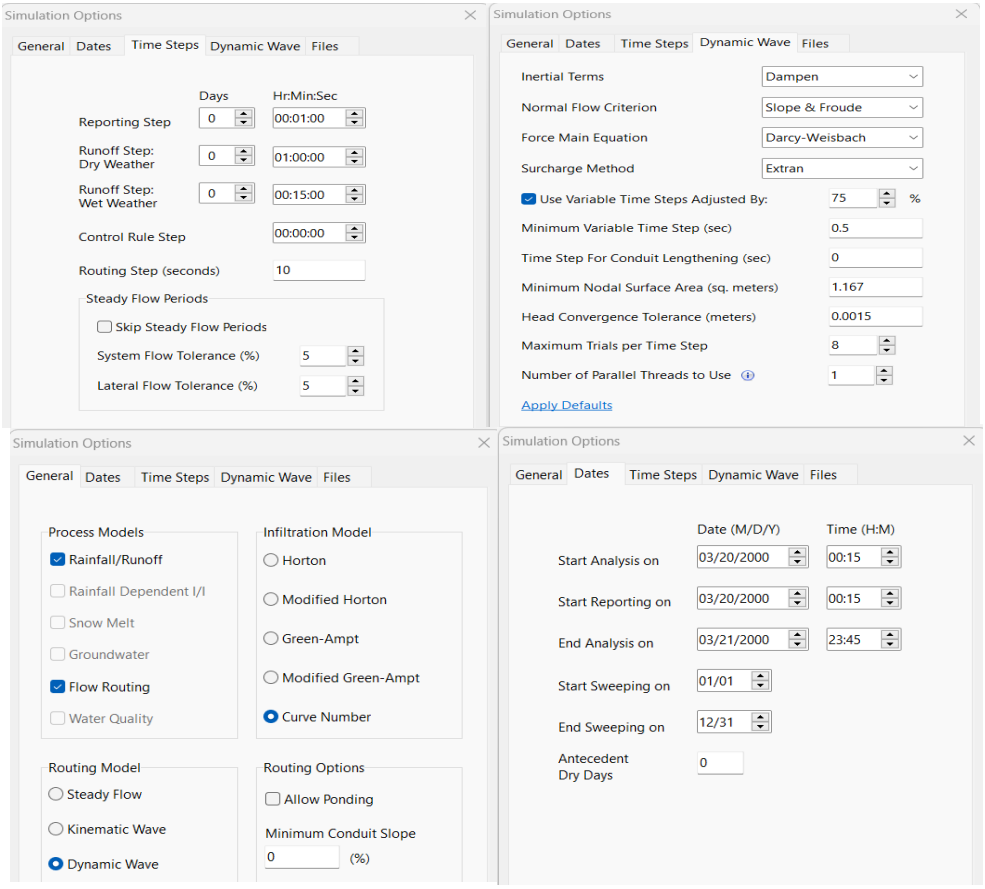
Propiedades de configuración de las áreas de influencia de los SUDS



6. Introducir las opciones de simulación para determinar las condiciones del análisis, estableciendo el método de cálculo hidráulico (onda dinámica) y sus propiedades, el modelo de infiltración (Número de Curva), las fechas e intervalos de tiempo de análisis de la simulación tal como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 59

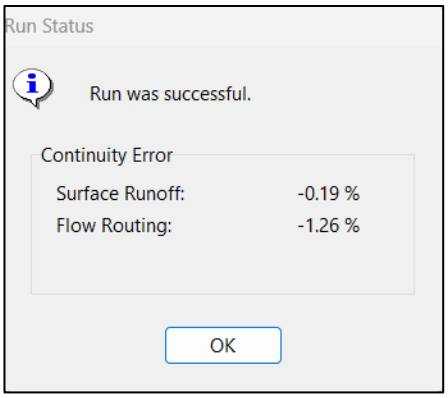
Opciones y configuración para completar la simulación en SWMM



7. Finalmente se realiza la simulación, donde se tiene en cuenta que el error de cálculo resultante debe ser menor al ±10 % para que la simulación sea suficientemente buena. Los resultados se pueden verificar en el informe de estado que proporciona el programa, con el cual se pueden realizar modificaciones para mejorar el diseño o descartar posibles errores.

Figura 60

Error resultante de la simulación



8. Obtener los resultados del reporte de la simulación para verificar si el sistema diseñado no presenta deficiencias o para volver a iterar hasta obtener resultados que con el diseño que se requiere.

Figura 61

Reporte general de los resultados de la simulación en SWMM

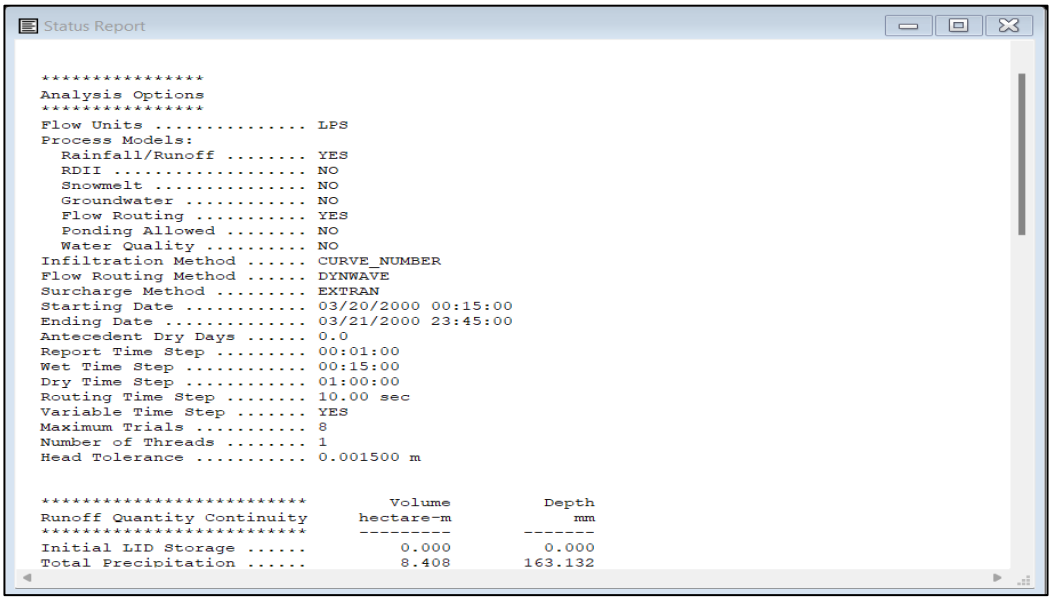
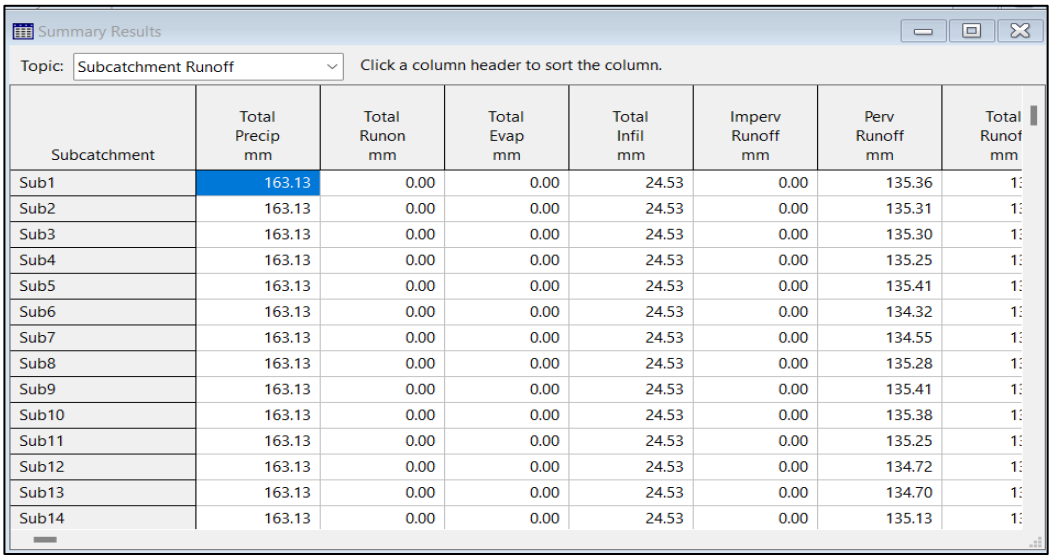


Figura 62

Reporte detallado de los resultados por subcuencas



Summary Results

Topic: Subcatchment Runoff — Click a column header to sort the column.

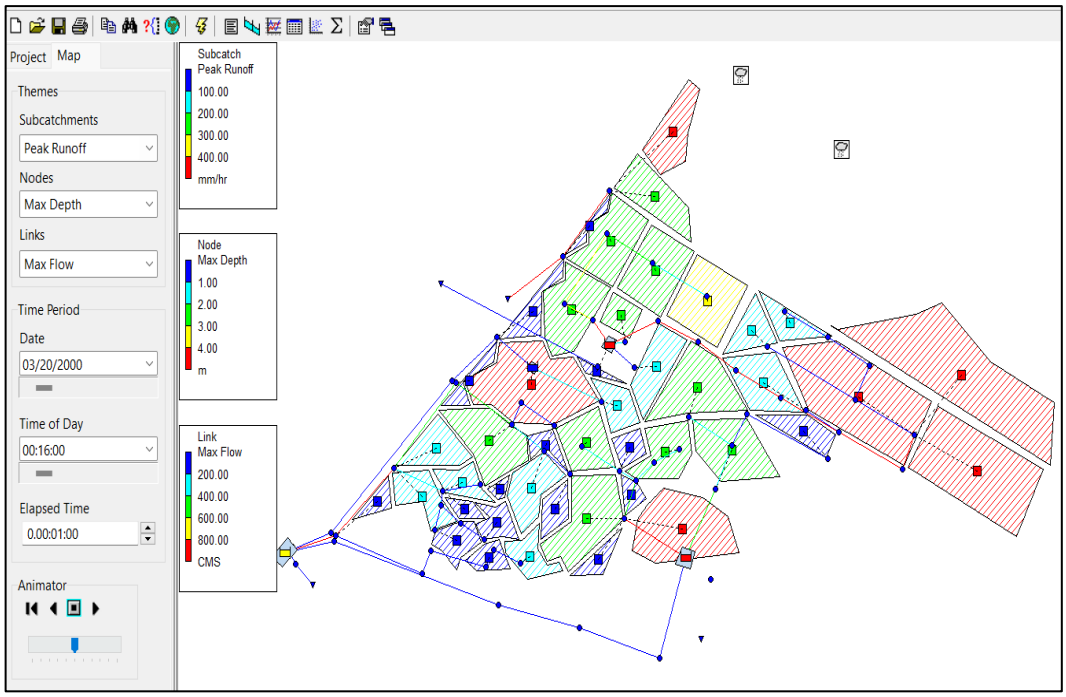
Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Imperv Runoff mm	Perv Runoff mm	Total Runof mm
Sub1	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.36	1
Sub2	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.31	1
Sub3	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.30	1
Sub4	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.25	1
Sub5	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.41	1
Sub6	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.32	1
Sub7	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.55	1
Sub8	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.28	1
Sub9	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.41	1
Sub10	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.38	1
Sub11	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.25	1
Sub12	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.72	1
Sub13	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.70	1
Sub14	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.13	1

9. Visualizar de manera iterativa la evolución del sistema a través del tiempo para verificar las características más importantes del sistema de drenaje.

   El sistema de drenaje obtenido luego de verificar las condiciones requeridas se presenta en la siguiente imagen.

Figura 63

Representación gráfica del sistema de drenaje post simulación en SWMM



Apéndice B. Hietograma de precipitación para un periodo de 25 años

Tabla 60

Hietograma de precipitación para un periodo de 25 años

Tiempo (horas)	Tiempo (min)	Intensidad máxima (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Redistribución a lo largo del tiempo con Bloques Internos	
					P (mm)	i (mm/h)
00:15	15	89.239	22.31	22.31	0.228	0.911
00:30	30	77.535	38.767	16.458	0.233	0.934
00:45	45	68.645	51.484	12.716	0.24	0.958
01:00	60	61.653	61.653	10.17	0.246	0.984
01:15	75	56.005	70.006	8.353	0.253	1.011
01:30	90	51.342	77.014	7.007	0.26	1.04
01:45	105	47.426	82.995	5.981	0.267	1.07
02:00	120	44.087	88.174	5.179	0.275	1.102
02:15	135	41.206	92.713	4.539	0.284	1.135
02:30	150	38.693	96.732	4.019	0.293	1.171
02:45	165	36.481	100.323	3.591	0.302	1.209
03:00	180	34.519	103.557	3.233	0.312	1.249
03:15	195	32.766	106.488	2.931	0.323	1.293
03:30	210	31.189	109.162	2.674	0.335	1.339
03:45	225	29.764	111.614	2.452	0.347	1.388
04:00	240	28.468	113.873	2.26	0.36	1.44
04:15	255	27.286	115.965	2.091	0.374	1.497
04:30	270	26.202	117.908	1.943	0.389	1.558
04:45	285	25.204	119.72	1.812	0.406	1.624
05:00	300	24.283	121.416	1.696	0.424	1.695
05:15	315	23.43	123.007	1.591	0.443	1.772

05:30	330	22.637	124.505	1.498	0.464	1.856
05:45	345	21.899	125.918	1.413	0.487	1.948
06:00	360	21.209	127.254	1.336	0.512	2.048
06:15	375	20.563	128.52	1.267	0.54	2.158
06:30	390	19.957	129.723	1.203	0.57	2.28
06:45	405	19.388	130.868	1.145	0.604	2.415
07:00	420	18.851	131.959	1.091	0.641	2.566
07:15	435	18.345	133.001	1.042	0.683	2.734
07:30	450	17.866	133.998	0.997	0.731	2.923
07:45	465	17.413	134.952	0.954	0.784	3.138
08:00	480	16.983	135.868	0.915	0.845	3.382
08:15	495	16.575	136.747	0.879	0.915	3.662
08:30	510	16.187	137.592	0.845	0.997	3.986
08:45	525	15.818	138.406	0.814	1.091	4.365
09:00	540	15.466	139.191	0.784	1.203	4.812
09:15	555	15.129	139.947	0.757	1.336	5.345
09:30	570	14.808	140.678	0.731	1.498	5.99
09:45	585	14.501	141.385	0.706	1.696	6.782
10:00	600	14.207	142.068	0.683	1.943	7.773
10:15	615	13.925	142.73	0.662	2.26	9.038
10:30	630	13.654	143.371	0.641	2.674	10.695
10:45	645	13.395	143.994	0.622	3.233	12.934
11:00	660	13.145	144.597	0.604	4.019	16.077
11:15	675	12.905	145.184	0.587	5.179	20.716
11:30	690	12.674	145.754	0.57	7.007	28.03
11:45	705	12.452	146.308	0.554	10.17	40.679
12:00	720	12.237	146.848	0.54	16.458	65.831

12:15	735	12.03	147.374	0.525	22.31	89.239
12:30	750	11.831	147.886	0.512	12.716	50.865
12:45	765	11.638	148.385	0.499	8.353	33.411
13:00	780	11.452	148.872	0.487	5.981	23.925
13:15	795	11.271	149.347	0.475	4.539	18.156
13:30	810	11.097	149.811	0.464	3.591	14.364
13:45	825	10.928	150.264	0.453	2.931	11.726
14:00	840	10.765	150.707	0.443	2.452	9.808
14:15	855	10.606	151.14	0.433	2.091	8.365
14:30	870	10.453	151.564	0.424	1.812	7.249
14:45	885	10.304	151.979	0.415	1.591	6.365
15:00	900	10.159	152.384	0.406	1.413	5.652
15:15	915	10.018	152.782	0.398	1.267	5.066
15:30	930	9.882	153.172	0.389	1.145	4.579
15:45	945	9.749	153.553	0.382	1.042	4.168
16:00	960	9.62	153.927	0.374	0.954	3.818
16:15	975	9.495	154.295	0.367	0.879	3.517
16:30	990	9.373	154.655	0.36	0.814	3.256
16:45	1005	9.254	155.008	0.353	0.757	3.027
17:00	1020	9.139	155.355	0.347	0.706	2.826
17:15	1035	9.026	155.696	0.341	0.662	2.647
17:30	1050	8.916	156.03	0.335	0.622	2.488
17:45	1065	8.809	156.359	0.329	0.587	2.346
18:00	1080	8.705	156.682	0.323	0.554	2.218
18:15	1095	8.603	157	0.318	0.525	2.102
18:30	1110	8.503	157.312	0.312	0.499	1.997
18:45	1125	8.406	157.619	0.307	0.475	1.901

19:00	1140	8.312	157.922	0.302	0.453	1.813
19:15	1155	8.219	158.219	0.297	0.433	1.733
19:30	1170	8.129	158.512	0.293	0.415	1.659
19:45	1185	8.041	158.8	0.288	0.398	1.59
20:00	1200	7.954	159.084	0.284	0.382	1.527
20:15	1215	7.87	159.364	0.28	0.367	1.468
20:30	1230	7.787	159.639	0.275	0.353	1.414
20:45	1245	7.707	159.91	0.271	0.341	1.363
21:00	1260	7.628	160.178	0.267	0.329	1.315
21:15	1275	7.55	160.441	0.264	0.318	1.271
21:30	1290	7.474	160.701	0.26	0.307	1.229
21:45	1305	7.4	160.958	0.256	0.297	1.19
22:00	1320	7.328	161.21	0.253	0.288	1.153
22:15	1335	7.257	161.46	0.249	0.28	1.118
22:30	1350	7.187	161.706	0.246	0.271	1.085
22:45	1365	7.119	161.948	0.243	0.264	1.054
23:00	1380	7.052	162.188	0.24	0.256	1.025
23:15	1395	6.986	162.424	0.236	0.249	0.997
23:30	1410	6.922	162.658	0.233	0.243	0.971
23:45	1425	6.858	162.888	0.231	0.236	0.946
00:00	1440	6.797	163.116	0.228	0.231	0.922

Apéndice C. Hietograma de precipitación para periodo de 50 años

Tabla 61

Hietograma de precipitación para un periodo de 50 años

Tiempo (horas)	Tiempo (min)	Intensidad máxima (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Redistribución a lo largo del tiempo con Bloques Internos	
					P (mm)	i (mm/h)
00:15	15	115.867	28.967	28.967	0.30	1.18
00:30	30	100.671	50.336	21.369	0.30	1.21
00:45	45	89.129	66.846	16.511	0.31	1.24
01:00	60	80.051	80.051	13.204	0.32	1.28
01:15	75	72.717	90.896	10.845	0.33	1.31
01:30	90	66.663	99.995	9.098	0.34	1.35
01:45	105	61.577	107.761	7.766	0.35	1.39
02:00	120	57.243	114.485	6.724	0.36	1.43
02:15	135	53.502	120.379	5.893	0.37	1.47
02:30	150	50.239	125.597	5.219	0.38	1.52
02:45	165	47.367	130.26	4.663	0.39	1.57
03:00	180	44.819	134.458	4.198	0.41	1.62
03:15	195	42.543	138.264	3.806	0.42	1.68
03:30	210	40.496	141.736	3.472	0.43	1.74
03:45	225	38.645	144.92	3.184	0.45	1.80
04:00	240	36.963	147.853	2.934	0.47	1.87
04:15	255	35.428	150.569	2.715	0.49	1.94
04:30	270	34.02	153.092	2.523	0.51	2.02
04:45	285	32.725	155.445	2.353	0.53	2.11
05:00	300	31.529	157.646	2.202	0.55	2.20
05:15	315	30.421	159.713	2.066	0.58	2.30

05:30	330	29.392	161.657	1.944	0.60	2.41
05:45	345	28.433	163.491	1.835	0.63	2.53
06:00	360	27.538	165.226	1.735	0.67	2.66
06:15	375	26.699	166.871	1.644	0.70	2.80
06:30	390	25.913	168.433	1.562	0.74	2.96
06:45	405	25.173	169.919	1.486	0.78	3.14
07:00	420	24.477	171.336	1.417	0.83	3.33
07:15	435	23.819	172.689	1.353	0.89	3.55
07:30	450	23.198	173.983	1.294	0.95	3.80
07:45	465	22.609	175.222	1.239	1.02	4.07
08:00	480	22.051	176.411	1.189	1.10	4.39
08:15	495	21.522	177.552	1.142	1.19	4.76
08:30	510	21.018	178.65	1.098	1.29	5.18
08:45	525	20.538	179.707	1.057	1.42	5.67
09:00	540	20.081	180.725	1.018	1.56	6.25
09:15	555	19.644	181.708	0.983	1.74	6.94
09:30	570	19.227	182.657	0.949	1.94	7.78
09:45	585	18.828	183.574	0.917	2.20	8.81
10:00	600	18.446	184.461	0.887	2.52	10.09
10:15	615	18.08	185.321	0.859	2.93	11.74
10:30	630	17.729	186.154	0.833	3.47	13.89
10:45	645	17.392	186.961	0.808	4.20	16.79
11:00	660	17.068	187.745	0.784	5.22	20.88
11:15	675	16.756	188.507	0.762	6.72	26.90
11:30	690	16.456	189.247	0.74	9.10	36.39
11:45	705	16.167	189.967	0.72	13.20	52.82
12:00	720	15.889	190.668	0.701	21.37	85.48

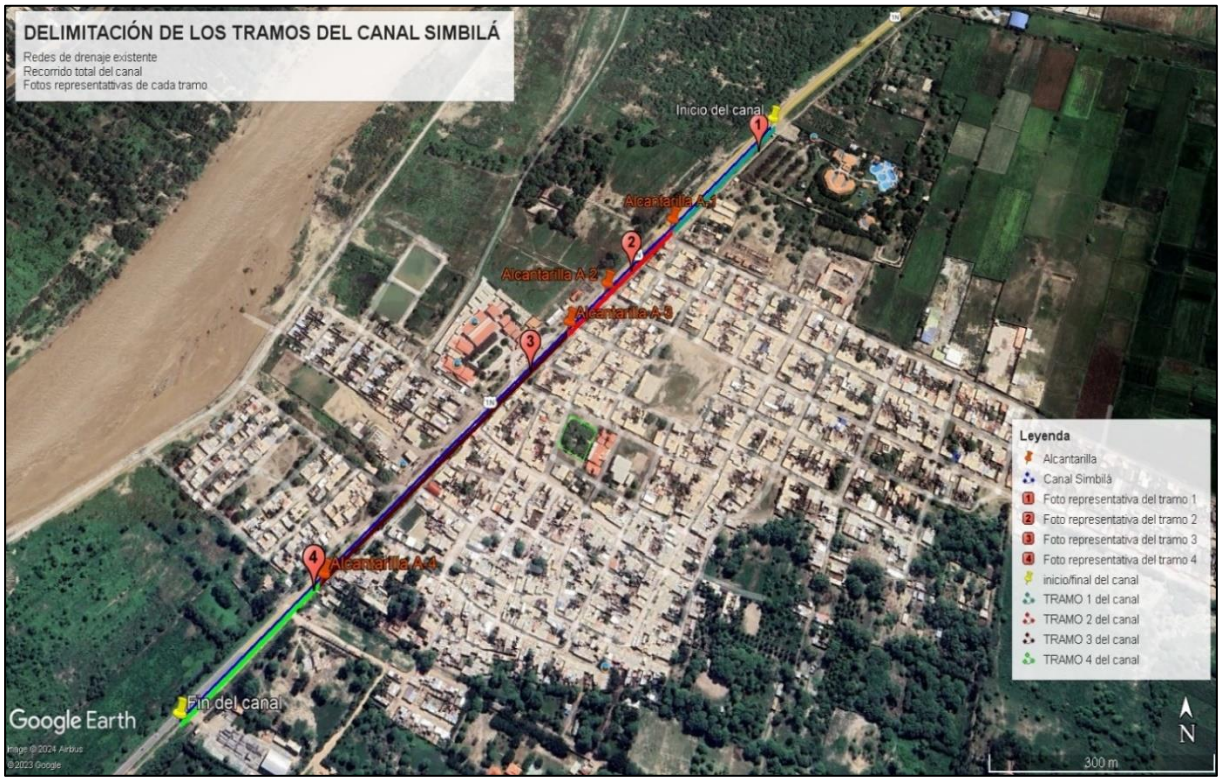
12:15	735	15.62	191.35	0.682	28.97	115.87
12:30	750	15.361	192.015	0.665	16.51	66.04
12:45	765	15.111	192.663	0.648	10.85	43.38
13:00	780	14.869	193.295	0.632	7.77	31.06
13:15	795	14.635	193.912	0.617	5.89	23.57
13:30	810	14.408	194.515	0.602	4.66	18.65
13:45	825	14.189	195.103	0.589	3.81	15.23
14:00	840	13.977	195.678	0.575	3.18	12.74
14:15	855	13.771	196.241	0.562	2.72	10.86
14:30	870	13.572	196.791	0.55	2.35	9.41
14:45	885	13.378	197.329	0.538	2.07	8.26
15:00	900	13.19	197.856	0.527	1.84	7.34
15:15	915	13.008	198.372	0.516	1.64	6.58
15:30	930	12.831	198.878	0.506	1.49	5.95
15:45	945	12.659	199.374	0.496	1.35	5.41
16:00	960	12.491	199.86	0.486	1.24	4.96
16:15	975	12.328	200.336	0.477	1.14	4.57
16:30	990	12.17	200.804	0.468	1.06	4.23
16:45	1005	12.016	201.263	0.459	0.98	3.93
17:00	1020	11.865	201.713	0.45	0.92	3.67
17:15	1035	11.719	202.155	0.442	0.86	3.44
17:30	1050	11.577	202.59	0.434	0.81	3.23
17:45	1065	11.438	203.017	0.427	0.76	3.05
18:00	1080	11.302	203.436	0.42	0.72	2.88
18:15	1095	11.17	203.849	0.412	0.68	2.73
18:30	1110	11.041	204.254	0.406	0.65	2.59
18:45	1125	10.915	204.653	0.399	0.62	2.47

19:00	1140	10.792	205.046	0.392	0.59	2.35
19:15	1155	10.672	205.432	0.386	0.56	2.25
19:30	1170	10.554	205.812	0.38	0.54	2.15
19:45	1185	10.44	206.186	0.374	0.52	2.07
20:00	1200	10.328	206.555	0.369	0.50	1.98
20:15	1215	10.218	206.918	0.363	0.48	1.91
20:30	1230	10.111	207.275	0.358	0.46	1.84
20:45	1245	10.006	207.628	0.352	0.44	1.77
21:00	1260	9.904	207.975	0.347	0.43	1.71
21:15	1275	9.803	208.317	0.342	0.41	1.65
21:30	1290	9.705	208.655	0.337	0.40	1.60
21:45	1305	9.609	208.987	0.333	0.39	1.55
22:00	1320	9.514	209.316	0.328	0.37	1.50
22:15	1335	9.422	209.639	0.324	0.36	1.45
22:30	1350	9.331	209.959	0.319	0.35	1.41
22:45	1365	9.243	210.274	0.315	0.34	1.37
23:00	1380	9.156	210.585	0.311	0.33	1.33
23:15	1395	9.071	210.892	0.307	0.32	1.30
23:30	1410	8.987	211.195	0.303	0.32	1.26
23:45	1425	8.905	211.494	0.299	0.31	1.23
00:00	1440	8.825	211.79	0.296	0.30	1.20

Apéndice D. Mapa de delimitación y ubicación de los tramos del canal Simbilá

Figura 64

Mapa de delimitación y ubicación de los tramos del canal Simbilá



Apéndice E. Registro fotográfico de los tramos del canal Simbilá

Figura 65

Foto representativa del tramo 1

Figura 66

Foto representativa del tramo 2

Figura 67

Foto representativa del tramo 3

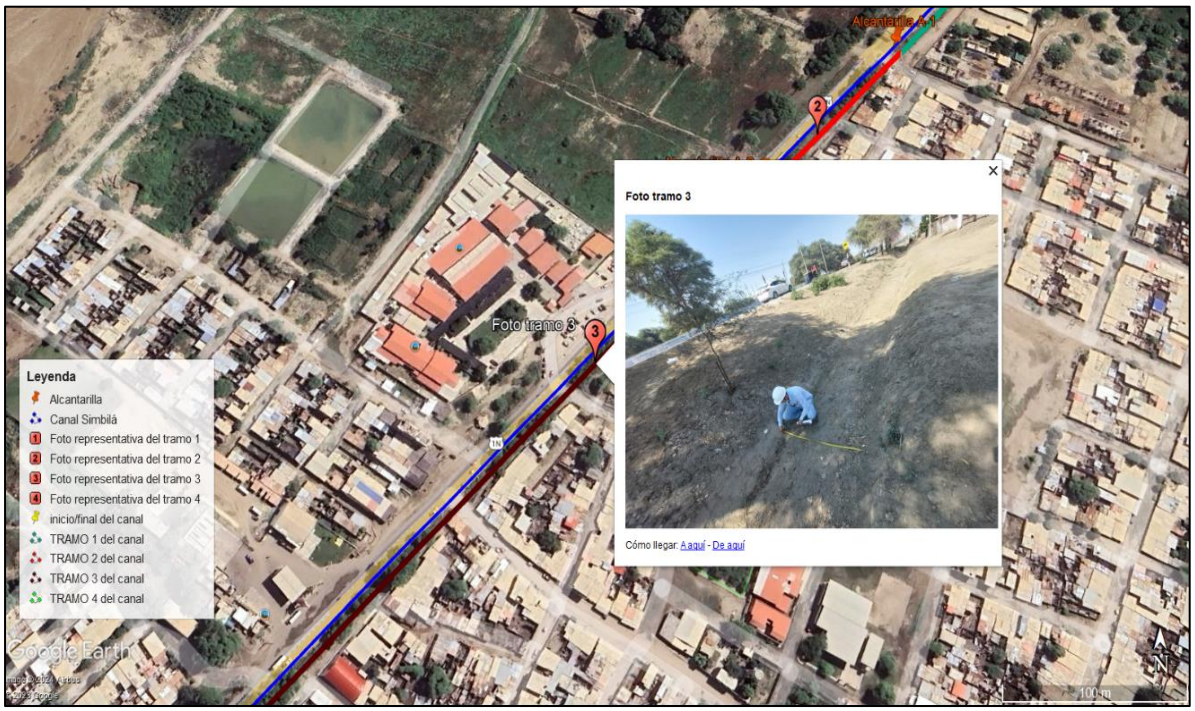


Figura 68

Foto representativa del tramo 4

Apéndice F. Ubicación y registro fotográfico de las alcantarillas del canal Simbilá

Figura 69

Alcantarilla A-1

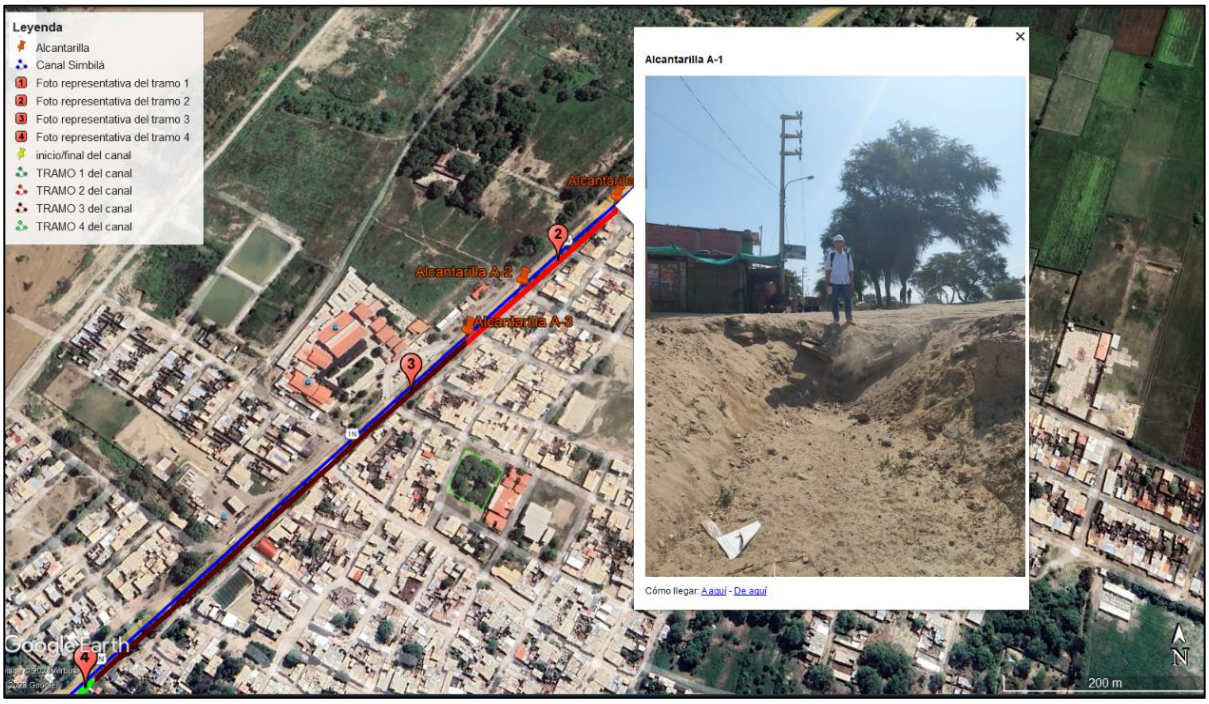


Figura 70

Alcantarilla A-3

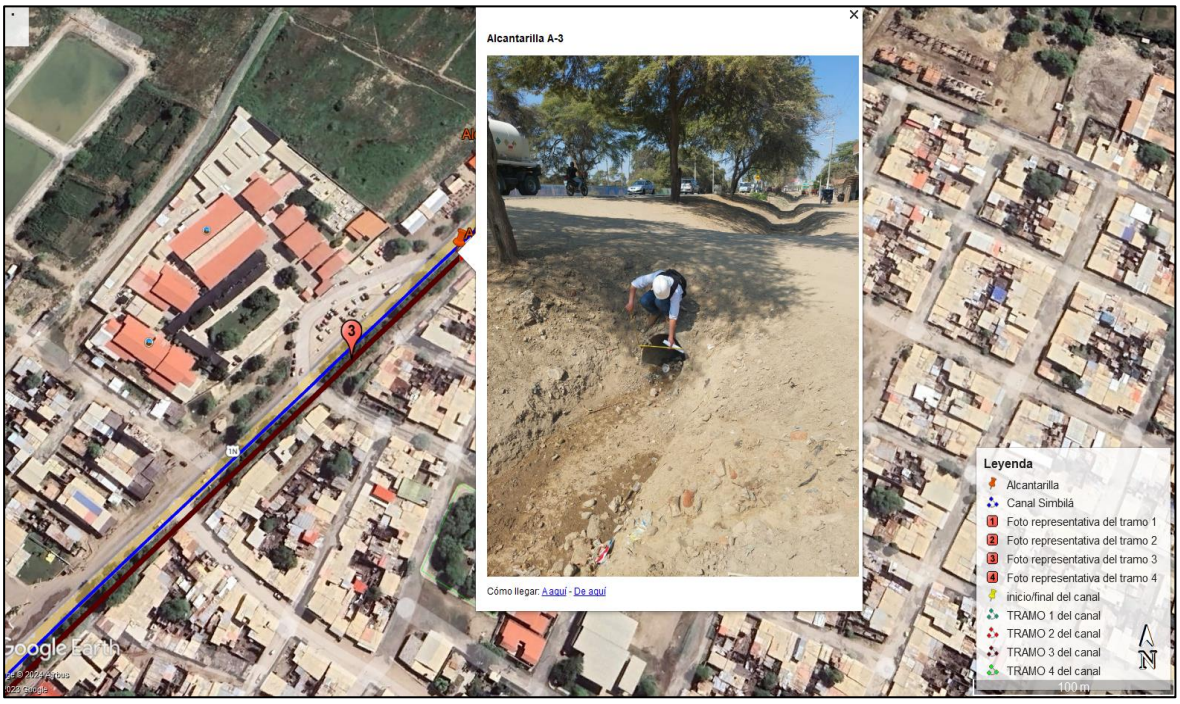


Figura 71

Alcantarilla A-4

Apéndice G. Evidencia visual de los primeros 200 metros del dren agrícola interceptor de las cuencas aportantes

Figura 72

Foto referencial de la sección del dren ubicado en la progresiva 0+000

Figura 73

Foto referencial de la sección del dren ubicado en la progresiva 0+060

Figura 74

Foto referencial de la sección del dren ubicado en la progresiva 0+115

Figura 75

Foto referencial de la sección del dren ubicado en la progresiva 0+200

Apéndice H. Detalle de los parámetros de las subcuencas urbanas

Tabla 62

Propiedades de las subcuencas urbanas

Simbología	Área		Long. de recorrido (m)	Cota máx. (m)	Cota min (m)	Pendiente %
	m^2	Ha				
Sub1	11856.00	1.19	117.98	23.98	23.13	0.72
Sub2	13772.33	1.38	115.72	23.78	23.27	0.44
Sub3	16811.10	1.68	118.17	23.78	23.25	0.45
Sub4	6249.73	0.62	139.78	23.66	23.47	0.14
Sub5	6008.81	0.60	80.00	23.66	23.29	0.46
Sub6	37358.43	3.74	306.44	23.47	22.93	0.18
Sub7	33949.68	3.39	223.90	23.25	22.93	0.14
Sub8	13258.91	1.33	115.71	23.60	23.12	0.41
Sub9	14407.33	1.44	84.29	23.78	23.12	0.78
Sub10	9299.61	0.93	107.67	24.12	23.41	0.66
Sub11	15520.02	1.55	106.88	23.57	23.25	0.30
Sub12	12625.00	1.26	187.05	23.57	23.30	0.14
Sub13	6621.33	0.66	155.34	23.42	23.28	0.09
Sub14	15340.56	1.53	131.76	23.42	23.09	0.25
Sub15	1420.03	0.14	76.58	23.62	23.12	0.65
Sub16	25636.39	2.56	151.96	23.26	22.25	0.66
Sub17	5712.16	0.57	71.34	25.59	23.26	3.27
Sub18	3675.71	0.37	74.45	25.59	24.27	1.77
Sub19	11009.81	1.10	93.10	23.66	23.05	0.66
Sub20	2031.41	0.20	44.79	23.66	23.55	0.25
Sub21	9933.05	0.99	72.70	24.27	22.97	1.79
Sub22	13838.92	1.38	150.56	24.38	23.55	0.55

Sub23	4513.27	0.45	106.65	24.94	23.83	1.04
Sub24	12829.55	1.28	104.82	25.85	23.02	2.70
Sub25	3021.51	0.30	89.04	23.83	23.00	0.93
Sub26	8640.59	0.86	128.33	23.43	23.01	0.33
Sub27	7473.35	0.75	108.01	23.36	22.65	0.66
Sub28	4658.72	0.47	59.75	26.80	22.85	6.61
Sub29	1348.22	0.13	29.93	26.80	25.28	5.08
Sub30	4514.22	0.45	67.44	26.80	25.36	2.14
Sub31	2564.69	0.26	81.96	23.73	22.75	1.20
Sub32	4384.32	0.44	80.87	24.15	23.02	1.40
Sub33	2816.12	0.28	36.70	22.85	22.22	1.72
Sub34	5869.35	0.59	74.79	24.50	24.18	0.43
Sub35	4635.15	0.46	154.00	24.38	23.55	0.54
Sub36	8073.32	0.81	147.93	23.73	22.58	0.78
Sub37	3851.19	0.39	36.34	25.36	23.80	4.29
Sub38	1849.45	0.18	85.17	23.99	23.93	0.07
Sub39	4948.26	0.49	118.82	23.80	23.09	0.60
Sub40	1304.26	0.13	54.18	23.98	23.30	1.26

Apéndice I. Resultados del programa SWMM

Informe de resultados

```
EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.2 (Build 5.2.4)
------------------------------------------------------------

Sistema de drenaje pluvial urbano - Centro poblado de Simbilá

****************
Analysis Options
****************
Flow Units ............... LPS
Process Models:
  Rainfall/Runoff ........ YES
  RDII ................... NO
  Snowmelt ............... NO
  Groundwater ............ NO
  Flow Routing ........... YES
  Ponding Allowed ........ NO
  Water Quality .......... NO
Infiltration Method ...... CURVE_NUMBER
Flow Routing Method ...... DYNWAVE
Surcharge Method ......... EXTRAN
Starting Date ............ 03/20/2000 00:15:00
Ending Date .............. 03/21/2000 23:45:00
Antecedent Dry Days ...... 0.0
Report Time Step ......... 00:01:00
Wet Time Step ............ 00:15:00
Dry Time Step ............ 01:00:00
Routing Time Step ........ 10.00 sec


**************************        Volume         Depth
Runoff Quantity Continuity     hectare-m            mm
**************************     ---------       -------
Initial LID Storage ......         0.000         0.000
Total Precipitation ......         8.408       163.132
Evaporation Loss .........         0.000         0.000
Infiltration Loss ........         1.429        27.732
Surface Runoff ...........         6.807       132.076
Final Storage ............         0.187         3.636
Continuity Error (%) .....        -0.192
```

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	6.807	68.075
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	0.651	6.513
Flooding Loss	0.128	1.277
Evaporation Loss	0.000	0.000
Exfiltration Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	5.993	59.926
Continuity Error (%)	0.526	

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step	:	1.32 sec
Average Time Step	:	7.29 sec
Maximum Time Step	:	10.00 sec
% of Time in Steady State	:	0.00
Average Iterations per Step	:	2.01
% of Steps Not Converging	:	0.08
Time Step Frequencies	:	
10.000 - 5.493 sec	:	66.20 %
5.493 - 3.017 sec	:	25.38 %
3.017 - 1.657 sec	:	8.40 %
1.657 - 0.910 sec	:	0.02 %
0.910 - 0.500 sec	:	0.00 %

Analysis begun on: Sat May 18 16:18:31 2024
Analysis ended on: Sat May 18 16:18:34 2024
Total elapsed time: 00:00:03

Tabla 63

Resumen de resultados de escorrentía de cada subcuenca

Subcatchment	Total precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Imperv Runoff mm	Perv Runoff mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10^6 ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff
Sub1	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.36	135.36	1.61	225.34	0.83
Sub2	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.31	135.31	1.87	251.96	0.83
Sub3	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.30	135.30	2.27	305.21	0.83
Sub4	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.25	135.25	0.84	108.19	0.83
Sub5	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.41	135.41	0.81	117.73	0.83
Sub6	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.32	134.32	5.02	407.74	0.82
Sub7	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.55	134.55	4.56	400.96	0.83
Sub8	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.28	135.28	1.80	236.91	0.83
Sub9	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.41	135.41	1.95	282.04	0.83
Sub10	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.38	135.38	1.26	178.10	0.83
Sub11	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.25	135.25	2.10	270.34	0.83
Sub12	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.72	134.72	1.70	158.67	0.83
Sub13	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	134.70	134.70	0.89	82.61	0.83
Sub14	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.13	135.13	2.07	243.09	0.83
Sub15	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.47	135.47	0.19	28.71	0.83
Sub16	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.21	135.21	3.46	434.66	0.83
Sub17	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.58	135.58	0.77	127.63	0.83
Sub18	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.55	135.55	0.50	80.48	0.83
Sub19	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.42	135.42	1.49	216.97	0.83
Sub20	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.48	135.48	0.27	41.18	0.83
Sub21	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.56	135.56	1.34	216.36	0.83
Sub22	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.24	135.24	1.87	238.28	0.83
Sub23	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.44	135.44	0.61	90.19	0.83

Sub24	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.54	135.54	1.73	275.08	0.83
Sub25	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.47	135.47	0.41	61.50	0.83
Sub26	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.20	135.20	1.16	144.17	0.83
Sub27	163.13	0.00	0.00	24.52	0.00	134.83	134.83	1.01	143.02	0.83
Sub28	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.56	135.56	0.64	107.76	0.83
Sub29	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.50	135.50	0.18	30.14	0.83
Sub30	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.57	135.57	0.61	99.69	0.83
Sub31	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.51	135.51	0.35	54.67	0.83
Sub32	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.53	135.53	0.60	93.75	0.83
Sub33	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.57	135.57	0.38	63.82	0.83
Sub34	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.42	135.42	0.80	116.26	0.83
Sub35	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.22	135.22	0.62	78.71	0.83
Sub36	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.30	135.30	1.10	147.28	0.83
Sub37	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.54	135.54	0.53	90.02	0.83
Sub38	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.05	135.05	0.24	27.02	0.83
Sub39	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.34	135.34	0.66	91.31	0.83
Sub40	163.13	0.00	0.00	24.53	0.00	135.57	135.57	0.18	28.69	0.83
Sub41	163.13	0.00	0.00	36.16	0.00	123.84	123.84	5.96	727.13	0.76
Sub42	163.13	0.00	0.00	36.16	0.00	124.34	124.34	1.24	202.67	0.76
Sub43	163.13	0.00	0.00	36.16	0.00	124.24	124.24	5.09	783.16	0.76
Sub44	163.13	0.00	0.00	36.16	0.00	124.06	124.06	5.33	740.40	0.76

Tabla 64

Resumen de resultados de caudal en cada tubería

Tubería	Type	Maximum |Flow|LPS	Day of Maximun Flow	Hour of Maximun Flow	Maximum |Velocity| m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
C3	CONDUIT	766.10	0.00	0.52	1.74	1.01	0.82
C4	CONDUIT	764.65	0.00	0.52	1.68	0.95	0.85
C5	CONDUIT	103.77	0.00	0.52	0.19	0.09	0.78
C6	CONDUIT	185.46	0.00	0.53	0.95	0.09	0.71
C7	CONDUIT	116.06	0.00	0.52	0.38	0.23	0.81
C8	CONDUIT	114.32	0.00	0.53	0.16	0.16	0.99
C9	CONDUIT	1655.85	0.00	0.53	2.38	1.43	0.83
C10	CONDUIT	1655.47	0.00	0.53	1.91	0.75	0.72
C11	CONDUIT	158.42	0.00	0.53	0.84	0.13	0.29
C13	CONDUIT	266.15	0.00	0.52	0.84	0.14	0.70
C14	CONDUIT	343.57	0.00	0.52	1.07	0.53	0.61
C16	CONDUIT	82.44	0.00	0.53	0.98	0.63	0.64
C17	CONDUIT	82.21	0.00	0.53	1.03	0.91	0.61
C19	CONDUIT	226.63	0.00	0.52	0.75	0.19	0.76
C20	CONDUIT	61.12	0.00	0.52	0.96	0.02	0.46
Calle23	CONDUIT	89.09	0.00	0.52	0.73	0.06	0.19
CALLE29	CONDUIT	29.47	0.00	0.52	0.52	0.01	0.04
CALLE31	CONDUIT	98.66	0.00	0.52	0.76	0.07	0.20
CALLE32	CONDUIT	92.34	0.00	0.52	0.41	0.06	0.17
C35	CONDUIT	1238.49	0.00	0.52	1.97	0.81	0.75
C36	CONDUIT	280.98	0.00	0.52	1.35	0.40	0.62
C37	CONDUIT	491.85	0.00	0.52	0.76	0.31	0.85
C38	CONDUIT	213.33	0.00	0.52	1.01	0.33	0.50

C39	CONDUIT	1558.08	0.00	0.52	2.21	1.25	0.84
C42	CONDUIT	1495.30	0.00	0.52	2.37	1.08	0.75
C45	CONDUIT	958.53	0.00	0.52	0.27	0.05	0.38
C46	CONDUIT	933.94	0.00	0.52	0.61	0.05	0.38
C47	CONDUIT	110.34	0.00	0.51	0.91	1.08	0.99
C48	CONDUIT	582.94	0.00	0.52	1.23	0.70	0.70
C49	CONDUIT	116.01	0.00	0.52	1.05	0.60	0.55
C50	CONDUIT	115.79	0.00	0.52	1.18	0.67	0.50
C51	CONDUIT	177.94	0.00	0.52	1.20	0.58	0.52
C52	CONDUIT	177.24	0.00	0.52	1.34	0.48	0.48
C58	CONDUIT	194.10	0.00	0.57	1.54	1.93	1.00
TBR-1	CONDUIT	583.19	0.00	0.52	1.79	0.81	0.62
TBR-8	CONDUIT	121.43	0.00	0.53	1.53	0.39	0.77
C-10	CONDUIT	994.91	0.00	0.52	2.27	1.23	0.82
C26	CONDUIT	301.22	0.00	0.52	1.43	1.01	0.70
C27	CONDUIT	548.32	0.00	0.52	1.35	0.78	0.76
C28	CONDUIT	1809.88	0.00	0.53	1.98	0.98	0.75
C41	CONDUIT	1808.19	0.00	0.53	2.02	0.89	0.74
C43	CONDUIT	1807.11	0.00	0.53	2.05	0.93	0.73
C44	CONDUIT	1807.12	0.00	0.53	2.25	0.98	0.67
C57	CONDUIT	1808.20	0.00	0.53	2.46	0.72	0.62
C61	CONDUIT	98.57	0.00	0.52	1.39	0.58	0.55
C62	CONDUIT	378.09	0.00	0.52	1.51	0.88	0.62
C63	CONDUIT	190.86	0.00	0.52	1.03	0.57	0.62
C64	CONDUIT	231.93	0.00	0.52	1.05	0.63	0.59
C65	CONDUIT	558.54	0.00	0.52	1.92	0.91	0.71
C66	CONDUIT	216.42	0.00	0.52	1.44	0.54	0.55

C67	CONDUIT	211.30	0.00	0.52	1.45	0.50	0.64
C69	CONDUIT	59.87	0.00	0.52	1.08	1.09	0.73
C71	CONDUIT	175.02	0.00	0.52	1.38	0.45	0.46
1	CONDUIT	108.21	0.00	0.72	0.95	1.10	0.85
2	CONDUIT	108.18	0.00	0.72	1.23	0.90	0.66
3	CONDUIT	178.09	0.00	0.52	5.87	0.01	0.08
4	CONDUIT	282.04	0.00	0.52	3.52	0.01	0.54

Apéndice J. Perfiles longitudinales de las tuberías

Figura 76

Línea L1 del circuito 1

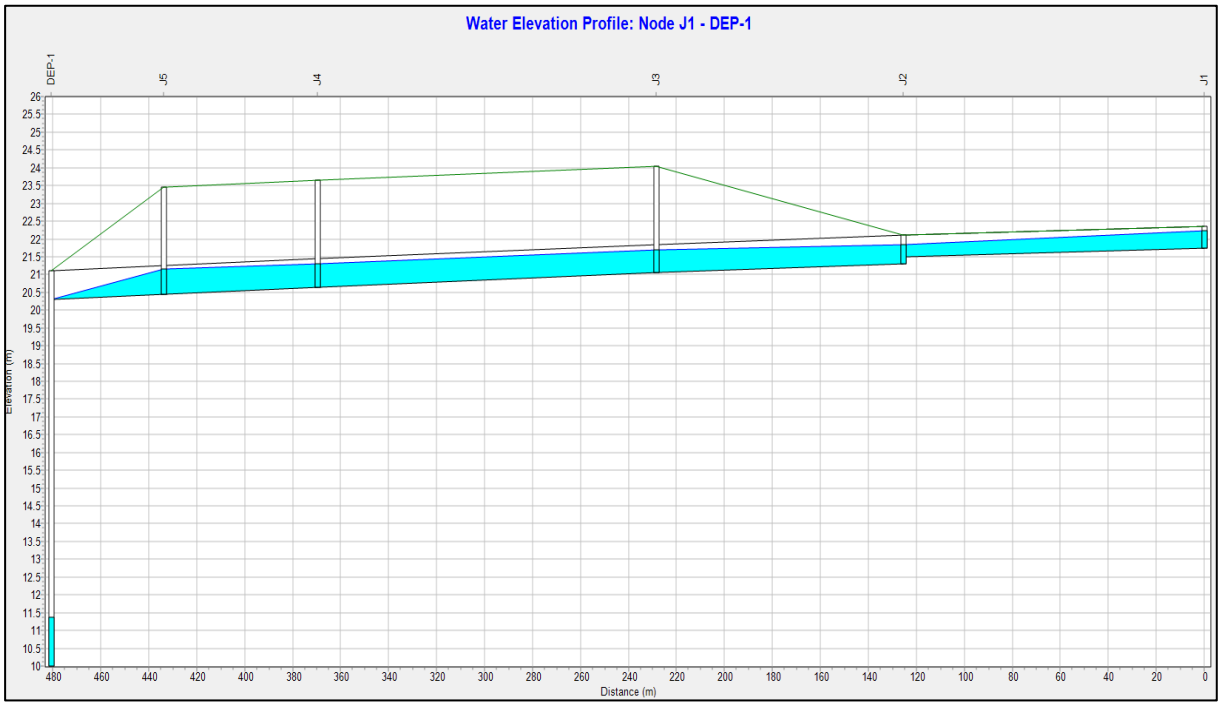


Figura 77

Línea L2 del circuito 2

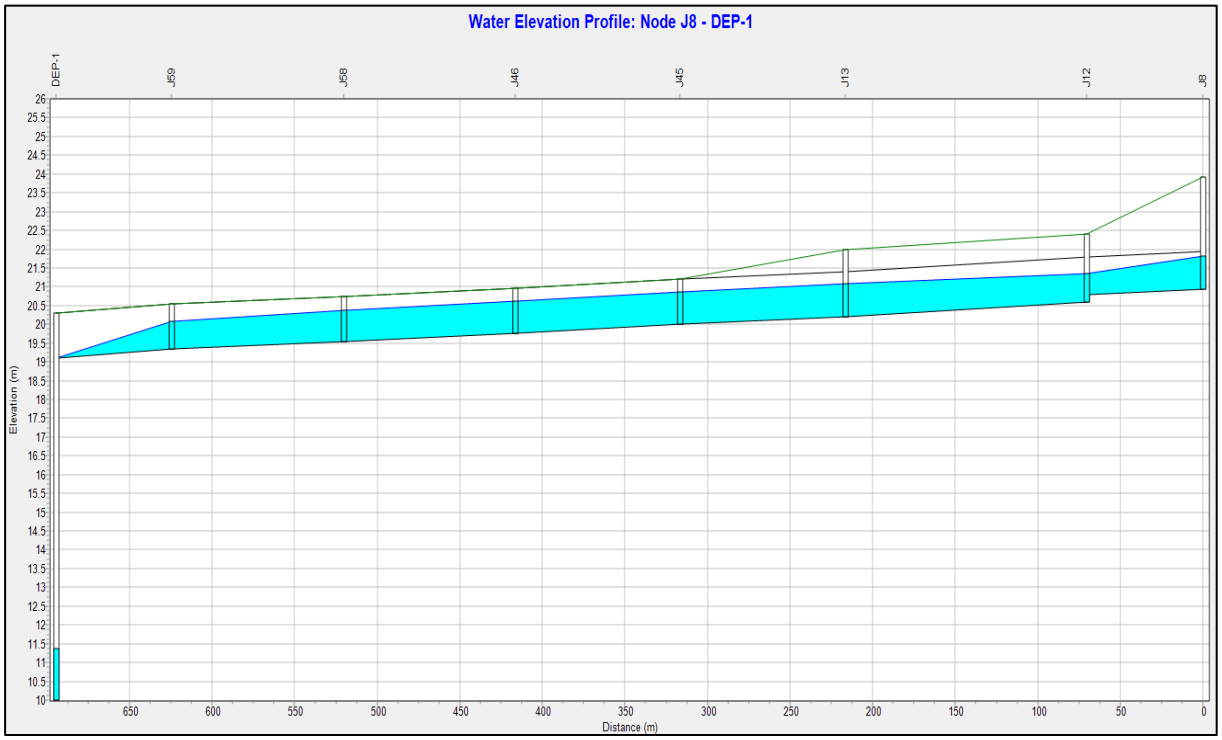


Figura 78

Línea L3 del circuito 2

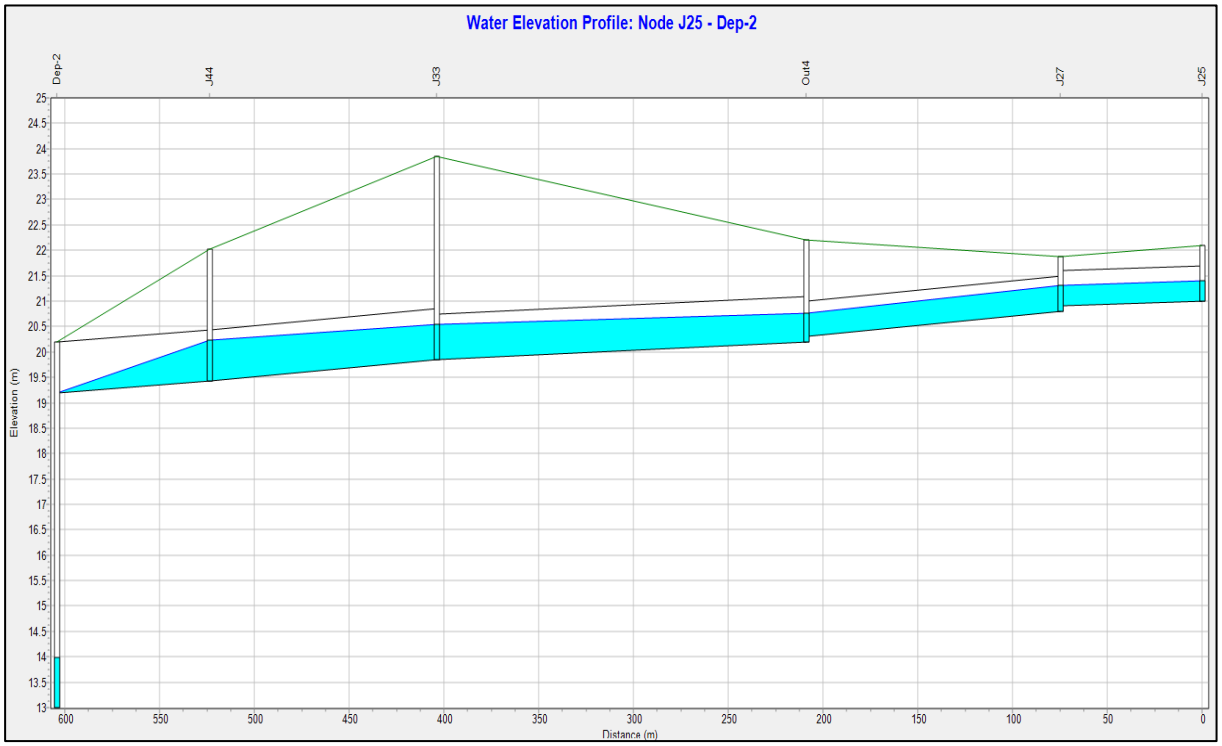


Figura 79

Línea L4 del circuito 3

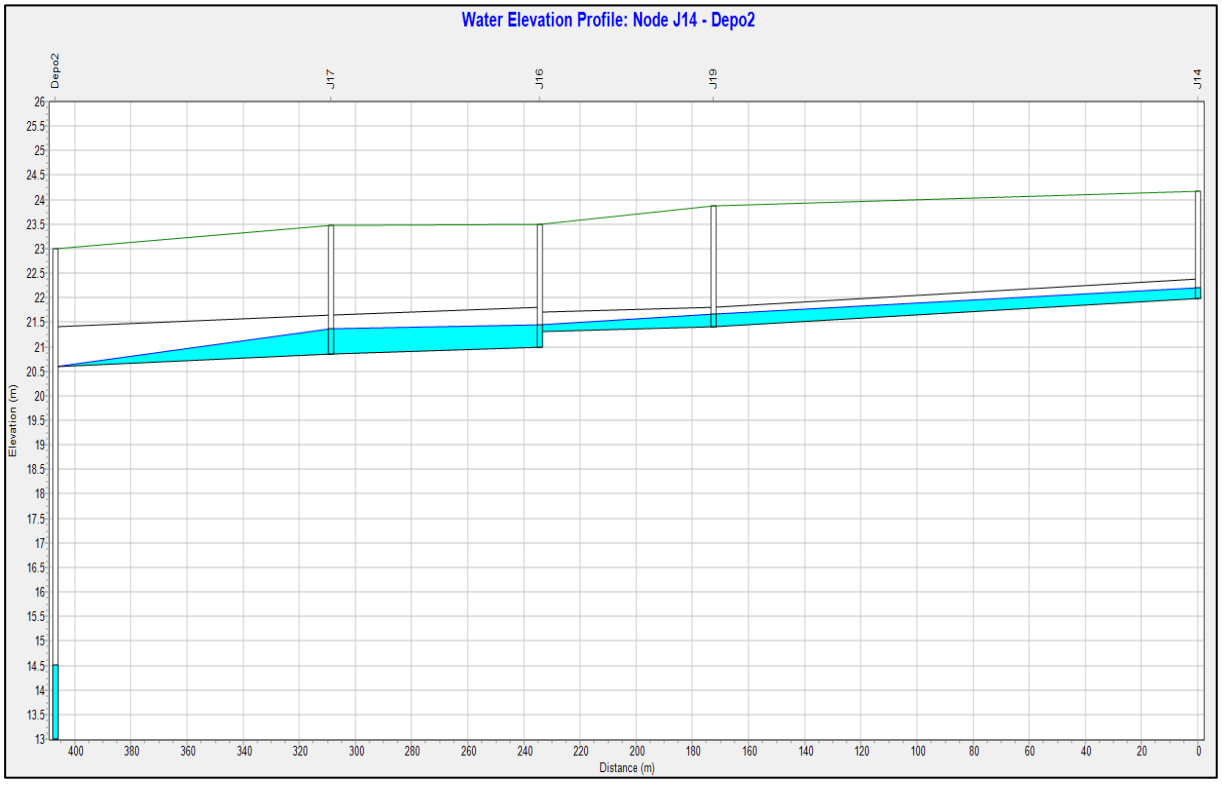
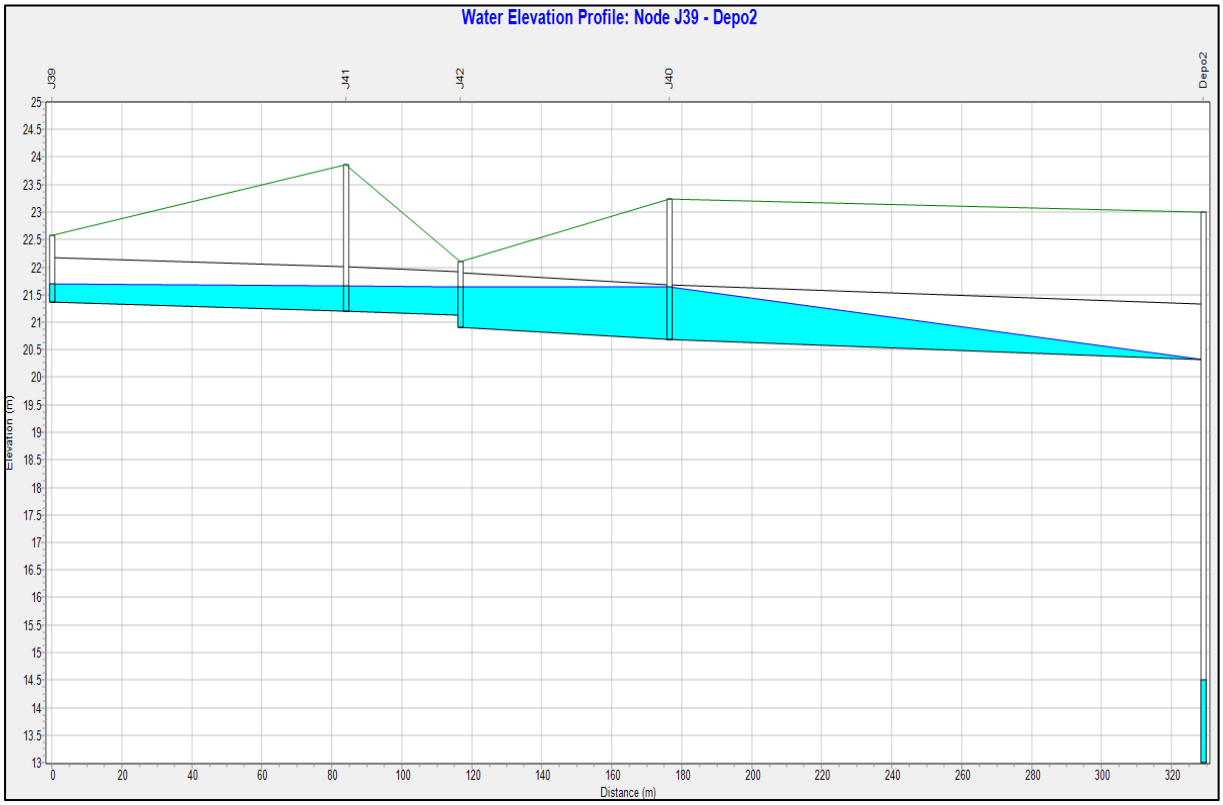


Figura 80

Línea L5 del circuito 3



Apéndice K. Cálculos y resultados de la evaluación de la necesidad de cunetas longitudinales en las calles.

Tabla 65

Cálculos y resultados de la evaluación de la necesidad de cunetas longitudinales en las calles

PUNTOS CRÍTICOS	TRAMOS INFLUYENTES	Cota max (m)	Cota min (m)	L longitudinal (m)	L transversal (m)	S transversal (m/m)	S longitudinal (m/m)	Coef. Rugosidad n	Qmax SWMM (m^3/s)	Altura max. de inundación (m)	Altura de sardinel (m)
P-14	P1-P2	23.98	23.23	29.76	8	0.02	0.0252	0.013	0.011	0.07	0.15
	P3-P2	23.46	23.23	60.23	8	0.02	0.0038	0.013	0.02	0.07	0.15
	P3-P15	23.46	23.28	58.73	6.5	0.02	0.0031	0.013	0.031	0.08	0.15
	P27-P15	23.61	23.28	75.46	6.5	0.02	0.0044	0.013	0.043	0.08	0.15
	P27-P26	23.61	23.3	62.19	8	0.02	0.005	0.013	0.047	0.07	0.15
	P25-P26	23.8	23.3	44.31	8	0.02	0.0113	0.013	0.036	0.07	0.15
	P2-P14	23.23	23.13	64.72	6.5	0.02	0.0015	0.013	0.063	0.07	0.15
	P13-P14	23.3	23.13	36.26	8	0.02	0.0047	0.013	0.027	0.04	0.15
	P15-P14	23.28	23.13	61.27	8	0.02	0.0024	0.013	0.116	0.08	0.15
	P26-P14	23.3	23.13	72.03	6.5	0.02	0.0024	0.013	0.081	0.07	0.15
P-16	P3-P4	23.46	23.45	39.58	8	0.02	0.0003	0.013	0.01	0.06	0.15
	P5-P4	23.7	23.45	62.91	8	0.02	0.004	0.013	0.022	0.06	0.15
	P29-P28	23.78	23.67	61.28	8	0.02	0.0018	0.013	0.037	0.06	0.15
	P29-P17	23.78	23.41	71.41	6.5	0.02	0.0052	0.013	0.049	0.08	0.15
	P5-P17	23.7	23.41	60.5	6.5	0.02	0.0048	0.013	0.042	0.08	0.15
	P4-P16	23.45	23.27	60	6.5	0.02	0.003	0.013	0.064	0.06	0.15

	P15-P16	23.28	23.27	61.28	8	0.02	0.0002	0.013	0.023	0.07	0.15
	P28-P16	23.67	23.27	71.39	6.5	0.02	0.0056	0.013	0.079	0.06	0.15
	P17-P16	23.41	23.27	63.5	8	0.02	0.0022	0.013	0.135	0.08	0.15
	P5-P6	23.7	23.66	62.53	8	0.02	0.0006	0.013	0.022	0.06	0.15
	P7-P6	23.67	23.66	62.68	8	0.02	0.0002	0.013	0.018	0.06	0.15
	P29-P30	23.78	23.7	62	8	0.02	0.0013	0.013	0.044	0.06	0.15
	P31-P19	23.57	23.5	71.98	6.5	0.02	0.001	0.013	0.057	0.09	0.15
P-18	P7-P19	23.67	23.5	62.56	6.5	0.02	0.0027	0.013	0.052	0.09	0.15
	P6-P18	23.66	23.35	61.27	6.5	0.02	0.0051	0.013	0.073	0.06	0.15
	P30-P18	23.7	23.35	71.65	6.5	0.02	0.0049	0.013	0.094	0.06	0.15
	P17-P18	23.41	23.35	61.68	8	0.02	0.001	0.013	0.043	0.07	0.15
	P19-P18	23.5	23.35	64	8	0.02	0.0023	0.013	0.152	0.09	0.15
	P7-P8	23.66	23.29	91.64	8	0.02	0.004	0.013	0.033	0.08	0.15
	P8-P9	23.37	23.29	95.02	8	0.02	0.0008	0.013	0.124	0.09	0.15
	P20-P8	23.47	23.29	63.63	6.5	0.02	0.0028	0.013	0.064	0.08	0.15
	P19-P20	23.5	23.47	93.29	8	0.02	0.0003	0.013	0.058	0.09	0.15
	P20-P21	23.47	23	98.96	8	0.02	0.0047	0.013	0.129	0.015	0.15
P-23	P9-P21	23.37	23	66.33	6.5	0.02	0.0056	0.013	0.186	0.15	0.15
	P33-P21	23.3	23	70.01	6.5	0.02	0.0043	0.013	0.076	0.15	0.15
	P21-P22	23	22.96	98.5	8	0.02	0.0004	0.013	0.305	0.15	0.15
	P9-P10	23.37	23.03	95.44	8	0.02	0.0036	0.013	0.03	0.09	0.15
	P11-P10	23.05	23.03	132.43	8	0.02	0.0002	0.013	0.039	0.09	0.15

	P10-P22	23.03	22.96	66.53	6.5	0.02	0.0011	0.013	0.137	0.15	0.15
	P34-P22	23.09	22.96	71.1	6.5	0.02	0.0018	0.013	0.071	0.15	0.15
	P12-P11	23.25	23.05	235.82	8	0.02	0.00085	0.013	0.079	0.15	0.15
	P35-P36	23.4	23.25	246.6	8	0.02	0.00061	0.013	0.086	0.1	0.15
	P36-P24	23.25	23.2	73.95	6.5	0.02	0.00068	0.013	0.158	0.11	0.15
	P12-P24	23.25	23.2	70.27	6.5	0.02	0.00071	0.013	0.062	0.11	0.15
	P11-P23	23.05	22.93	67.14	8	0.025	0.00179	0.013	0.517	0.15	0.15
	P22-P23	22.96	22.93	122.67	8	0.035	0.00024	0.013	0.411	0.15	0.15
	P35-P23	23.4	22.93	70.58	6.5	0.02	0.00666	0.013	0.135	0.07	0.15
	P24-P23	23.2	22.93	240.1	8	0.021	0.00112	0.013	0.378	0.11	0.15
	P30-P31	23.7	23.57	66.04	8	0.02	0.00197	0.013	0.047	0.08	0.15
	P31-P32	23.57	23.38	95.34	8	0.02	0.00199	0.013	0.112	0.13	0.15
	P20-P32	23.47	23.38	71.44	6.5	0.02	0.00126	0.013	0.07	0.13	0.15
P-34	P43-P32	23.42	23.38	57.04	6.5	0.02	0.0007	0.013	0.065	0.13	0.15
	P32-P33	23.38	23.3	101.44	8	0.02	0.00079	0.013	0.304	0.13	0.15
	P33-P34	23.3	23.09	103.48	8	0.02	0.00203	0.013	0.36	0.12	0.15
	P35-P34	23.4	23.09	114.59	8	0.02	0.00271	0.013	0.043	0.05	0.15
	P68-P120	23.66	23.4	44.81	6.5	0.02	0.0058	0.013	0.016	0.05	0.15
P-61	P52-P61	23.25	23.05	64.1	6.5	0.02	0.00312	0.013	0.028	0.04	0.15
	P120-P61	23.4	23.05	58.22	6.5	0.02	0.00601	0.013	0.077	0.05	0.15
	P41- P42	23.48	23.4	68.38	8	0.02	0.00117	0.013	0.044	0.09	0.15
	P31-P42	23.57	23.4	59.57	6.5	0.02	0.00285	0.013	0.053	0.09	0.15

P-53	P43-P42	23.42	23.4	97.21	8	0.02	0.00021	0.013	0.053	0.09	0.15
	P42-P52	23.4	23.25	57.33	6.5	0.02	0.00262	0.013	0.194	0.12	0.15
	P60-P51	25.59	24.12	50.17	6.5	0.02	0.0293	0.013	0.048	0.05	0.15
	P51-P52	24.12	23.25	69.98	8	0.02	0.01243	0.013	0.091	0.12	0.15
	P44-P43	23.44	23.42	116.67	8	0.02	0.00017	0.013	0.179	0.09	0.15
	P43-P53	23.42	23.22	61.72	6.5	0.02	0.00324	0.013	0.245	0.11	0.15
	P54-P53	23.97	23.22	118.3	8	0.02	0.00634	0.013	0.047	0.04	0.15
	P52-P53	23.25	23.22	99.1	8	0.027	0.0003	0.013	0.302	0.12	0.15
P-39	P26-P38	23.3	23.18	72.03	6.5	0.02	0.00167	0.013	0.082	0.12	0.15
	P37-P38	23.32	23.18	54.66	6.5	0.02	0.00256	0.013	0.039	0.12	0.15
	P44-P38	23.28	23.18	45	6.5	0.02	0.00222	0.013	0.043	0.12	0.15
	P47-P48	23.28	23.27	62.75	6.5	0.02	0.00016	0.013	0.033	0.07	0.15
	P28-P27	23.67	23.61	47	8	0.02	0.00128	0.013	0.035	0.05	0.15
	P38-P39	23.18	23.12	63.9	6.5	0.22	0.00094	0.013	0.201	0.12	0.15
	P48-P39	23.27	23.12	66.1	6.5	0.02	0.00227	0.013	0.092	0.07	0.15
	P27-P39	23.61	23.12	67.5	6.5	0.02	0.00726	0.013	0.094	0.06	0.15
P-40	P30-P41	23.7	23.48	62.1	6.5	0.02	0.00354	0.013	0.044	0.1	0.15
	P51-P41	24.12	23.48	59.2	6.5	0.02	0.01081	0.013	0.045	0.1	0.15
	P51-P50	24.12	23.59	63.86	6.5	0.02	0.0083	0.013	0.05	0.07	0.15
	P41-P40	23.48	23.41	62.57	8	0.02	0.00112	0.013	0.127	0.1	0.15
	P29-P40	23.78	23.41	64.28	6.5	0.02	0.00576	0.013	0.064	0.05	0.15
	P50-P40	23.59	23.41	61.1	6.5	0.02	0.00295	0.013	0.105	0.07	0.15

P-57	P55-P56	23.99	23.13	36.02	6.5	0.02	0.02388	0.013	0.022	0.06	0.15
	P70-P56	23.14	23.13	99.3	6.5	0.02	0.00010	0.013	0.041	0.08	0.15
	P49-P48	23.62	23.27	116.72	6.5	0.02	0.00300	0.013	0.064	0.06	0.15
	P48-P-58	23.27	23.1	48.35	6.5	0.02	0.00352	0.013	0.101	0.11	0.15
	P59-P58	23.26	23.1	92.83	6.5	0.02	0.00172	0.013	0.159	0.11	0.15
	P49-P59	23.62	23.36	47.21	6.5	0.02	0.00551	0.013	0.048	0.08	0.15
	P60-P59	25.59	23.36	92.54	6.5	0.02	0.02410	0.013	0.074	0.08	0.15
	P65-P58	23.01	23	77.32	6.5	0.02	0.00013	0.013	0.058	0.11	0.15
	P58-P57	23.1	22.95	60.23	6.5	0.023	0.00249	0.013	0.358	0.11	0.15
	P56-P57	23.13	22.95	38.85	6.5	0.02	0.00463	0.013	0.092	0.06	0.15
	P47-P57	23.28	22.95	45	6.5	0.02	0.00733	0.013	0.034	0.04	0.15
	P64-P57	22.99	22.95	70.52	6.5	0.02	0.00057	0.013	0.041	0.08	0.15
P-73	P94-P75	24.94	24.51	124.84	6.5	0.02	0.00344	0.013	0.101	0.06	0.15
	P93-P85	26.43	23.3	64.33	6.5	0.02	0.04866	0.013	0.049	0.07	0.15
	P84-P85	23.56	23.3	46.04	7.5	0.02	0.00565	0.014	0.036	0.07	0.15
	P84-P72	23.56	23.2	67.84	6.5	0.02	0.00531	0.014	0.032	0.05	0.15
	P85-P73	23.3	23.01	60.5	6.5	0.02	0.00479	0.014	0.114	0.07	0.15
	P75-P73	24.51	23.01	66.5	8	0.02	0.02256	0.014	0.165	0.06	0.15
	P72-P73	23.2	23.01	43.66	8	0.02	0.00435	0.014	0.056	0.05	0.15
P-64	P73-P65	23.01	23	43.78	6.5	0.02	0.00023	0.013	0.025	0.1	0.15
	P71-P64	23.02	22.99	40.2	6.5	0.02	0.00075	0.013	0.028	0.06	0.15
	P65-P64	23	22.99	78.88	8	0.02	0.00013	0.013	0.061	0.1	0.15

	P88-P83	25.28	23.48	46.1	7.5	0.02	0.03905	0.014	0.039	0.06	0.15
	P84-P83	23.56	23.48	36.04	7.5	0.02	0.00222	0.014	0.027	0.06	0.15
	P79-P81	23.9	23.25	91.69	6	0.02	0.00709	0.011	0.052	0.07	0.15
	P82-P81	23.36	23.25	45.87	6.5	0.02	0.0024	0.014	0.041	0.07	0.15
P-71	P81-P70	23.25	23.14	39.25	6.5	0.02	0.0028	0.014	0.116	0.01	0.15
	P69-P70	23.93	23.14	70.64	8	0.02	0.01118	0.014	0.07	0.1	0.15
	P72-P71	23.2	23.02	32.03	8	0.02	0.00562	0.014	0.019	0.03	0.15
	P83-P71	23.48	23.02	78.4	6.5	0.02	0.00587	0.014	0.098	0.06	0.15
	P70-P71	23.14	23.02	53.01	8	0.02	0.00226	0.014	0.241	0.1	0.15
	P83-P82	23.48	23.36	44.34	7.5	0.02	0.00271	0.014	0.03	0.05	0.15
	P82-P87	23.36	23.09	26.58	6.5	0.02	0.01016	0.014	0.057	0.06	0.15
	P87-P90	23.09	22.91	31.61	13	0.02	0.00569	0.014	0.081	0.09	0.15
	P89-P88	26.8	25.28	37.34	6.5	0.02	0.04071	0.013	0.016	0.03	0.15
	P88-P90	25.28	22.91	56.12	6.5	0.02	0.04223	0.013	0.044	0.09	0.15
	P89-P92	26.8	26.26	32.9	6.5	0.02	0.01641	0.013	0.023	0.03	0.15
P-91	P92-P91'	26.26	23.7	68.23	6.5	0.02	0.03752	0.013	0.051	0.04	0.15
	P101-P91'	23.73	23.7	26.34	6	0.02	0.00114	0.013	0.013	0.04	0.15
	P91'-P91	23.7	22.85	36.9	6.5	0.02	0.02304	0.013	0.073	0.04	0.15
	P90-P91	22.91	22.85	29.4	13	0.02	0.00204	0.014	0.153	0.09	0.15
	P110-P101	24.15	23.73	63.39	6.5	0.02	0.00663	0.013	0.039	0.04	0.15
	P101-P100	23.73	22.89	48.27	6.5	0.02	0.0174	0.013	0.059	0.04	0.15
	P100-P91	22.89	22.85	22.48	6	0.02	0.00178	0.013	0.071	0.06	0.15

P-101	P93-P92	26.43	26.26	64.89	6.5	0.02	0.00262	0.013	0.054	0.06	0.15
	P92-P102	26.26	25.36	39.94	6.5	0.02	0.02253	0.013	0.094	0.05	0.15
	P102-P101	25.36	23.73	71.8	6.5	0.02	0.0227	0.013	0.118	0.05	0.15
P-100	P111-P110	24.15	23.75	37.71	6	0.02	0.01061	0.013	0.02	0.05	0.15
	P110-P100	23.75	22.89	77.78	6.5	0.02	0.01106	0.013	0.066	0.05	0.15
P-98	P91-P99	22.85	22.61	61.57	8	0.02	0.0039	0.013	0.049	0.1	0.15
	P107-P99	22.85	22.61	52.54	6.5	0.02	0.00457	0.013	0.038	0.1	0.15
	P87-P86	23.09	22.65	99.89	6.5	0.02	0.0044	0.013	0.072	0.11	0.15
	P69-P79	23.93	23.9	72.1	6.5	0.02	0.00041	0.013	0.032	0.08	0.15
	P79-P86	23.09	22.65	46.12	6.5	0.02	0.00954	0.013	0.05	0.11	0.15
	P99-P98	22.61	22.58	48.73	8	0.02	0.00062	0.013	0.121	0.11	0.15
	P86-P98	22.65	22.61	85.66	6.5	0.02	0.00047	0.013	0.164	0.11	0.15
P-106	P107-P106	22.85	22.22	47.78	6.5	0.02	0.01319	0.013	0.023	0.03	0.15
	P98-P106	22.58	22.22	48.57	6.5	0.02	0.00741	0.013	0.014	0.01	0.15
P-112	P102-P103	25.36	24.91	41.33	6.5	0.02	0.01089	0.013	0.016	0.03	0.15
	P103-P112	24.91	23.78	32.52	6.5	0.02	0.03475	0.013	0.055	0.03	0.15
	P111-P112	24.15	23.78	82.14	6	0.02	0.0045	0.013	0.041	0.04	0.15
P-104	P94-P95	24.94	24.5	49.3	6.5	0.02	0.00892	0.013	0.04	0.05	0.15
	P95-P105	24.5	24.32	38.23	6.5	0.02	0.00471	0.013	0.071	0.07	0.15
	P93-P94	26.43	24.94	50.85	6.5	0.02	0.0293	0.013	0.048	0.04	0.15
	P105-P104	24.32	24.18	50.23	6.5	0.02	0.00279	0.013	0.095	0.07	0.15
	P94-P104	24.94	24.18	34.84	6.5	0.02	0.02181	0.013	0.078	0.04	0.15

	P103-P104	24.91	24.18	59.34	6.5	0.02	0.0123	0.013	0.03	0.03	0.15
P-77	P67-P68	24.27	23.66	32.1	6	0.02	0.019	0.013	0.027	0.06	0.15
	P96-P97	24.38	23.78	64.1	6.5	0.02	0.00936	0.013	0.067	0.07	0.15
	P95-P94	24.5	24.38	23.13	6.5	0.02	0.00519	0.013	0.024	0.07	0.15
	P96-P76	24.38	24.08	114.28	6.5	0.02	0.00263	0.013	0.101	0.14	0.15
	P75-P76	24.51	24.08	80.72	6.5	0.02	0.00533	0.013	0.081	0.14	0.15
	P67-P76	24.27	24.08	59.87	6.5	0.02	0.00317	0.013	0.038	0.14	0.15
	P97-P77	23.78	23.55	107.15	6.5	0.02	0.00215	0.013	0.094	0.07	0.15
	P68-P77	23.66	23.55	59.76	6.5	0.02	0.00184	0.013	0.04	0.06	0.15
	P76-P77	24.08	23.55	44.14	6.5	0.028	0.01201	0.013	1.055	0.14	0.15
P-66	P60-P67	25.59	24.27	89.24	6.5	0.02	0.01479	0.013	0.066	0.06	0.15
	P59-P66	23.26	22.97	85.56	6.5	0.02	0.00339	0.013	0.072	0.06	0.15
	P65-P66	23	22.97	65.87	8	0.02	0.00046	0.013	0.041	0.08	0.15
	P67-P66	24.27	22.97	84.88	6.5	0.02	0.01532	0.013	0.133	0.06	0.15
	P75-P66	24.51	22.97	56.44	6.5	0.02	0.02729	0.013	0.048	0.03	0.15
P-69	P55-P69	23.99	23.93	90.42	6.5	0.02	0.00066	0.013	0.021	0.03	0.15
P-46	P25-P37	23.8	23.32	37.71	6.5	0.02	0.01273	0.013	0.021	0.05	0.15
	P37-P46	23.32	23.09	63.39	6.5	0.02	0.00363	0.013	0.042	0.13	0.15
	P47-P46	23.28	23.09	68.82	6.5	0.02	0.00276	0.013	0.04	0.13	0.15
	P55-P46	23.99	23.09	77.78	6.5	0.02	0.01157	0.013	0.097	0.13	0.15

Apéndice L. Resultados del diseño de sumideros de rejillas en calzada con HCanales.

Tabla 66

Resultados del diseño de sumideros de rejillas en calzada con HCanales

Puntos Críticos	Sumideros	Q (m^3/s)	b (m)	pendiente (m/m)	Tirante normal (m)	E. específica	Velocidad (m/s)	Profundidad (m)
P-14	S-1	0.063	0.4	0.01	0.11	0.21	1.43	0.5
	S-2	0.027	0.4	0.01	0.06	0.12	1.01	0.5
	S-3	0.116	0.5	0.01	0.14	0.28	1.67	0.5
	S-4	0.081	0.4	0.01	0.13	0.25	1.54	0.5
P-16	S-5	0.064	0.4	0.01	0.11	0.22	1.44	0.5
	S-6	0.023	0.4	0.01	0.06	0.11	1.03	0.5
	S-7	0.079	0.4	0.01	0.13	0.25	1.53	0.5
	S-8	0.135	0.5	0.01	0.15	0.31	1.74	0.5
P-18	S-9	0.073	0.4	0.01	0.12	0.24	1.5	0.5
	S-10	0.094	0.4	0.01	0.15	0.28	1.61	0.5
	S-11	0.043	0.4	0.01	0.08	0.17	1.27	0.5
	S-12	0.152	0.5	0.01	0.17	0.33	1.8	0.5
P-23	S-13	0.517	0.6	0.01	0.34	0.66	2.47	0.7
	S-14	0.411	0.6	0.01	0.29	0.57	2.34	0.7
	S-15	0.135	0.5	0.01	0.15	0.31	1.74	0.5
	S-16	0.378	0.6	0.01	0.28	0.54	2.29	0.7
P-34	S-17	0.36	0.6	0.01	0.27	0.53	2.26	0.7
	S-18	0.043	0.4	0.01	0.08	0.17	1.27	0.5
P-61	S-19	0.028	0.4	0.01	0.06	0.13	1.1	0.5
	S-20	0.077	0.4	0.01	0.13	0.24	1.51	0.5
P-53	S-21	0.245	0.5	0.01	0.24	0.45	2.05	0.5
	S-22	0.047	0.4	0.01	0.09	0.18	1.31	0.5
	S-23	0.302	0.5	0.01	0.28	0.52	2.16	0.6
P-39	S-24	0.201	0.5	0.01	0.21	0.4	1.95	0.5
	S-25	0.092	0.4	0.01	0.14	0.27	1.6	0.5
	S-26	0.094	0.4	0.01	0.15	0.28	1.61	0.5
P-57	S-27	0.358	0.6	0.01	0.26	0.52	2.25	0.7
	S-28	0.092	0.4	0.01	0.14	0.27	1.6	0.5

	S-29	0.034	0.4	0.01	0.07	0.14	1.18	0.5
	S-30	0.041	0.4	0.01	0.08	0.16	1.25	0.5
P-40	S-31	0.127	0.5	0.01	0.14	0.3	1.71	0.5
	S-32	0.064	0.4	0.01	0.11	0.22	1.44	0.5
	S-33	0.105	0.5	0.01	0.13	0.26	1.62	0.5
P-66	S-34	0.072	0.4	0.01	0.12	0.23	1.49	0.5
	S-35	0.041	0.4	0.01	0.08	0.16	1.25	0.5
	S-36	0.133	0.5	0.01	0.15	0.31	1.74	0.5
	S-37	0.048	0.4	0.01	0.09	0.18	1.31	0.5
P-100	S-38	0.066	0.4	0.01	0.11	0.22	1.45	0.5
P-91	S-39	0.073	0.4	0.01	0.12	0.24	1.5	0.5
	S-40	0.153	0.5	0.01	0.17	0.34	1.81	0.5
P-112	S-41	0.055	0.4	0.01	0.1	0.2	1.37	0.5
	S-42	0.041	0.4	0.01	0.08	0.16	1.25	0.5
P-104	S-43	0.095	0.4	0.01	0.15	0.28	1.61	0.5
	S-44	0.078	0.4	0.01	0.13	0.25	1.52	0.5
	S-45	0.03	0.4	0.01	0.07	0.13	1.13	0.5
P-73	S-46	0.114	0.5	0.01	0.14	0.28	1.66	0.5
	S-47	0.165	0.5	0.01	0.18	0.35	1.85	0.5
	S-48	0.056	0.4	0.01	0.1	0.2	0.38	0.5
P-77	S-49	0.094	0.4	0.01	0.15	0.28	1.61	0.5
	S-50	0.04	0.4	0.01	0.08	0.16	1.24	0.5
	S-51	1.055	0.7	0.01	0.51	0.95	2.93	1.00
P-71	S-52	0.03	0.4	0.01	0.07	0.13	1.13	0.5
	S-53	0.06	0.4	0.01	0.11	0.21	1.41	0.5
	S-54	0.1	0.5	0.01	0.13	0.25	1.6	0.5
P-64	S-55	0.061	0.4	0.01	0.11	0.21	1.42	0.5
	S-56	0.028	0.4	0.01	0.06	0.13	1.1	0.5
P-98	S-57	0.132	0.5	0.01	0.15	0.31	1.73	0.5
	S-58	0.13	0.5	0.01	0.15	0.3	1.72	0.5
P-106	S-59	0.037	0.4	0.01	0.08	0.15	1.21	0.5
P-69	S-60	0.021	0.4	0.01	0.05	0.1	1	0.5
P-46	S-61	0.097	0.4	0.01	0.15	0.28	1.62	0.5
P-101	S-62	0.118	0.4	0.01	0.17	0.32	1.7	0.5

Apéndice M. Detalle del cálculo estructural de tuberías

Tabla 67

Parámetros de entrada para el cálculo estructural de las tuberías

Peso específico del suelo saturado, Y's (N/m^3)	17264.64
Carga de rueda, P (N)	50000
Factor múltiple de presencia vehicular, Mp	1.20
Módulo de reacción del suelo de relleno, E' (N/m^2)	2.80E+06
Factor de impacto, If	1.50
Constante de asentamiento, K	0.10
Módulo de elasticidad de la tubería HDPE (N/m^2)	1.40E+09

Tabla 68

Resultados de carga vertical del suelo (p) y carga viva (q)

Tubería/Nodo en SWMM	Diámetro (mm)	Profundidad de excavación para la instalación de la tubería (m)	Altura de recubrimiento sobre la clave de tubería, H (m)	Carga muerta, p (N/m^2)	Carga viva, q (N/m^2)
C69-J27	315	2.37	1.91	32889.13	11841.15
C16-J19	400	2.04	1.49	25724.31	19355.81
C49-J52	500	2.51	1.86	32112.22	12421.04
C62-J33	630	2.98	2.2	37982.20	8878.48
C65-OUT3	710	4.08	3.22	55592.12	4144.50
C48-OUT4	800	4.08	3.13	54038.31	4386.27
C35-J44	900	3.22	2.17	37464.26	9125.66
C37-J40	1000	3.02	1.87	32284.87	12288.55
C44-J59	1200	4.48	3.13	54038.31	4386.27

Tabla 69

Resultados de deflexión máxima de tuberías según el diámetro

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared de tubería, e (m)	Momento de inercia en la pared de la tubería, I (m^3)	Rigidez anular de la tubería, RA (N/m^2)	Deflexión máx. (delta $\Delta y/D$)
315	0.019	5.44934E-07	195267.49	0.258 %
400	0.024	1.10934E-06	194134.11	0.262 %
500	0.030	2.18317E-06	195612.28	0.257 %
630	0.037	4.35947E-06	195267.49	0.270 %
710	0.042	6.21821E-06	194584.40	0.346 %
800	0.047	8.8747E-06	194134.11	0.339 %
900	0.053	1.26183E-05	193861.19	0.271 %
1000	0.059	1.73773E-05	194626.00	0.258 %
1200	0.068	2.60872E-05	169083.94	0.383 %

Apéndice N. Tabla comparativa de tuberías de drenaje pluvial

Tabla 70

Comparación de los principales materiales de tuberías

Tubería (Tipo/material)	Vida útil a condiciones normales y operativos	Rango de diámetros comerciales	Velocidad máxima y rugosidad	Características físicas y mecánicas	Proceso de instalación	Características económicas	Impacto ambiental
Polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE)	> 50 años	20 mm-2000 mm	V máx.= 6 m/s n= 0.012	Alta resistencia y durabilidad, no presenta deformaciones con el paso del tiempo. Resistente a la corrosión, la abrasión y a los impactos. Es flexible y ligero, soporta cargas pesadas sin sufrir deformaciones. Soporta grandes presiones y no se ve afectado por los cambios de temperatura del fluido. Tiene un peso similar al del PVC	Utiliza electro o termofusión para una unión fuerte y segura para realizar empalmes y uniones entre tuberías y accesorios. Tiene facilidad de transporte y manejo en el lugar de construcción. No necesita muchos acoplamientos ni conexiones adicionales porque puede ser instalado en largas longitudes continuas.	Suele tener un costo intermedio, pero más caro que el PVC y más económico que el PRFV. El proceso de instalación es más rápido, lo que resulta en ahorros de tiempo y costos laborales. A largo plazo requiere de menor mantenimiento y remplazo, y reduce los costos.	Es reciclable pero no biodegradable. Es un material reciclable y puede fabricarse con material reciclado. Su larga vida útil y resistencia a la corrosión contribuyen a la reducción de residuos y la sostenibilidad del sistema de alcantarillado. Presenta menor impacto ambiental en comparación con el PVC.

Policloruro de Vinilo (PVC)	>100 años	<1200 mm	Vmax = 6 m/s n= 0.010	Material rígido, resistente y duradero. Presenta buena resistencia a la corrosión y a la abrasión. Puede deformarse y ser vulnerable a la corrosión con el tiempo debido a la presión y a la temperatura. Tiene el peso más ligero en comparación con los otros materiales.	Se utiliza anillos de conexión o juntas elastoméricas, adhesivos y/o pegamento para los accesorios y empalmes, lo que puede tardar tiempo en la instalación. Las conexiones con adhesivos y anillos no siempre aseguran uniones sólidas.	Tiende a tener un costo más económico en comparación con otros materiales. A largo plazo puede generar mayores gastos en mantenimiento debido a la susceptibilidad de daños.	Puede liberar compuestos tóxicos durante su producción y descomposición. Es reciclable pero no biodegradable. No es muy fácil de reciclar. Presenta condiciones normales puede tener larga vida útil lo que contribuyen a la reducción de residuos y la sostenibilidad.
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	>20 años	25 mm - 3000 mm	Vmax =3 m/s n= 0.010	De material ligero pero rígido que puede soportar elevadas presiones. Resistente a la corrosión y a la abrasión. Presenta alta resistencia mecánica y química. Es resistente a cargas sísmicas y tiene alta capacidad de absorción de asentamientos estructurales. Es más pesado que el PVC y HDPE debido a la inclusión de fibra de vidrio.	Requiere equipos y mano de obra especializada para el transporte e instalación. Se necesita realizar cortes in situ para su instalación con equipo especial. Tiene facilidad de acoplamiento gracias a las bridas y juntas de acoplamientos, lo que reduce el tiempo de instalación.	Tiende a ser más caro que el PVC y el HDPE debido a su proceso de fabricación y materiales utilizados. Las labores y equipo especializado para su instalación suelen agregar mayores gastos.	Requiere de gran cantidad de energía para su fabricación, pero se puede reciclar. Su larga vida útil y resistencia a la corrosión contribuyen a la reducción de residuos y la sostenibilidad del sistema de alcantarillado.

Arcilla vitrificada	80-100 años	100 mm - 1400 mm	Vmax =3.5 m/s n= 0.010	Resistente a la corrosión y a los productos químicos. Es pesada y frágil, pero no tiende a deformarse con el tiempo. Tiene altas prestaciones resistentes a la abrasión frente a altas temperaturas. Su superficie interna lisa de cerámica previene la sedimentación de residuos. Son los de material más pesado en comparación con el resto.	Requiere técnicas especiales para el manejo y la instalación, como el uso de mortero y juntas de goma.	Suele ser más costosa que otros materiales, especialmente en diámetros de gran tamaño, debido a su proceso de fabricación y transporte. Las labores y equipo especializado para su instalación suelen agregar mayores gastos.	Es de material natural y sostenible. Tiene muy bajo impacto ambiental durante su fabricación y diseño. No es reciclable, pero es biodegradable.
Hierro fundido dúctil	<100 años	80-2000 mm	Vmax =3 m/s; n= 0.010	Es fuerte y duradero. Presenta altas capacidades de resistencia frente a elevadas presiones. Es relativamente pesado y rígido. Tiene un excelente rendimiento anticorrosivo, pero puede perder esta capacidad con el tiempo. Es pesado en comparación con los materiales plásticos.	Requiere equipos y herramientas especiales para el corte y la instalación	Es relativamente más costos que los materiales plásticos. Las labores y equipo especializado para su instalación suelen agregar mayores gastos.	Es fabricado con material reciclado. Es reciclable, pero tiene impactos ambientales negativos en la extracción de su materia prima.

Apéndice O. Detalle del cálculo de los tiempos de concentración para cada circuito

Tabla 71

Cálculo de los tiempos de concentración para cada circuito del sistema de drenaje propuesto

Circuito	Líneas	Subcuenca inicial	Tuberías	Longitud parcial (m)	Longitud Total (m)	Velocidad (m/s)	Tf (min)	To con Kirpich (min)	Tf +To (Min)	Tc final (min)
Circuito 1	Línea 1 (L1)	Sub-3	C26	125.37	480.67	1.00	8.01	1.04	9.06	**10**
			C27	103.02						
			C3	141.39						
			C4	63.89						
			C-10	47						
	Línea 2 (L2)	Sub-5	C7	95	1113.94	1.00	18.57	0.77	19.33	**19.33**
			TBR-8	95						
			C8	66.72						
			C6	122.67						
			C9	70.27						
			C10	146.28						
			C28	100						
			C41	100						
			C43	104						
			C44	104						
			C57	70						
			C-74	40						

Circuito 2	Línea 3 (L3)	Sub-23	Calle 23	66.25	670.7	1.00	11.18	0.7	11.88	**11.88**
			C64	75						
			C65	134						
			C48	195						
			C35	119.77						
			C42	80.68						
Circuito 3	Línea 4 (L4)	Sub-13	C16	172.16	406.49	1.00	6.77	2.4	9.17	**10**
			C17	61.7						
			C14	74.36						
			TBR-1	98.27						
	Línea 5 (L5)	Sub-21	C38	83.95	329.06	1.00	5.48	0.42	5.91	**10**
			C36	32.69						
			C37	59.89						
			C39	152.53						

Apéndice P. Detalle del cálculo de los caudales máximos para cada circuito

Tabla 72

Cálculo de los caudales máximos para cada circuito del sistema de drenaje propuesto

Tipo de Circuito	Línea de drenaje	Tunería de llegada	Cuenca portantes a la línea de drenaje	Características fisiográficas de las cuencas aportantes					Método racional	Simulación en SWMM
				Coeficiente de escorrentía, C	Tiempo de concentración, Tc (seg)	Intensidad de lluvia (mm/h)	Área (m^2)	Caudal, Q (m^3/s)	Q máx. (m^3/s)	Q máx. (m^3/s)
Circuito 1	Línea 1	C-10	Sub1	0.77	15	89.24	11856	0.23	**1.34**	**0.99**
			Sub2	0.77	15	89.24	13772.33	0.26		
			Sub3	0.77	15	89.24	16811.1	0.32		
			Sub8	0.77	15	89.24	13258.91	0.25		
			Sub9	0.77	15	89.24	14407.33	0.28		
	Línea 2	C57	Sub4	0.77	15	89.24	6249.73	0.12	**2.76**	**1.81**
			Sub5	0.77	15	89.24	6008.81	0.11		
			Sub6	0.77	15	89.24	37358.43	0.71		
			Sub7	0.77	15	89.24	33949.68	0.65		
			Sub12	0.77	15	89.24	12625	0.24		
			Sub41/ C	0.77	15	89.24	48100	0.92		
	Escorrentía superficial		Sub10	0.77	15	89.24	9299.61	0.18	**0.2**	**0.49**
			Sub15	0.77	15	89.24	1420.03	0.03		

Circuito 3	Línea 4	TBR-1	Sub11	0.77	15	89.24	15520.02	0.30	**0.72**	**0.58**
			Sub13	0.77	15	89.24	6621.33	0.13		
			Sub14	0.77	15	89.24	15340.56	0.29		
	Línea 5	C39	Sub18	0.77	15	89.24	3675.71	0.07	**1.68**	**1.56**
			Sub19	0.77	15	89.24	11009.81	0.21		
			Sub20	0.77	15	89.24	2031.41	0.04		
			Sub21	0.77	15	89.24	9933.05	0.19		
			Sub22	0.77	15	89.24	13838.92	0.26		
			Sub35	0.77	15	89.24	4635.15	0.09		
			Sub44/D	0.77	15	89.24	43000	0.82		
Circuito 2	Línea de descarga del tanque de retención	C58	Sub16	0.77	15	89.24	25636.39	0.49	**0.6**	**0.19**
			Sub17	0.77	15	89.24	5712.16	0.11		
	Línea 3	C42	Sub25	0.77	15	89.24	3021.51	0.06	**1.55**	**1.49**
			Sub26	0.77	15	89.24	8640.59	0.17		
			Sub23	0.77	15	89.24	4513.27	0.09		
			Sub24	0.77	15	89.24	12829.55	0.25		
			Sub29	0.77	15	89.24	1348.22	0.03		
			Sub27	0.77	15	89.24	7473.35	0.14		
			Sub28	0.77	15	89.24	4658.72	0.09		
			Sub30	0.77	15	89.24	4514.22	0.09		

			Sub31	0.77	15	89.24	2564.69	0.05	
			Sub36	0.77	15	89.24	8073.32	0.15	
Circuito 2	Línea 3	C42	Sub32	0.77	15	89.24	4384.32	0.08	**1.55**	**1.49**
			Sub37	0.77	15	89.24	3851.19	0.07	
			Sub38	0.77	15	89.24	1849.45	0.04	
			Sub39	0.77	15	89.24	4948.26	0.09	
			Sub33	0.77	15	89.24	2816.12	0.05	
			Sub34	0.77	15	89.24	5869.35	0.11	

Tabla 73

Cálculo de los caudales aportantes al canal Simbilá con el método racional y SWMM

Cuenca portantes al canal Simbilá	**Características fisiográficas de las cuencas aportantes**				**Método racional**	**Simulación en SWMM**
	Coeficiente de escorrentía, (C)	**Tiempo de concentración (Tc)**	**Intensidad de lluvia (mm/h)**	**Área (m^2)**	**Q máx. (m^3/s)**	**Q máx. (m^3/s)**
Sub-40	0.77	15.00	89.24	1304.26	0.02	0.03
Sub-43/A	0.77	15.00	89.24	41000.00	0.78	0.78
Sub-42/B	0.77	15.00	89.24	10000.00	0.19	0.20

Apéndice Q. Detalle de la verificación de la capacidad de las dimensiones del canal Simbilá con Hcanales

Figura 81

Tramo 1: Km 0+000 al km 0+250

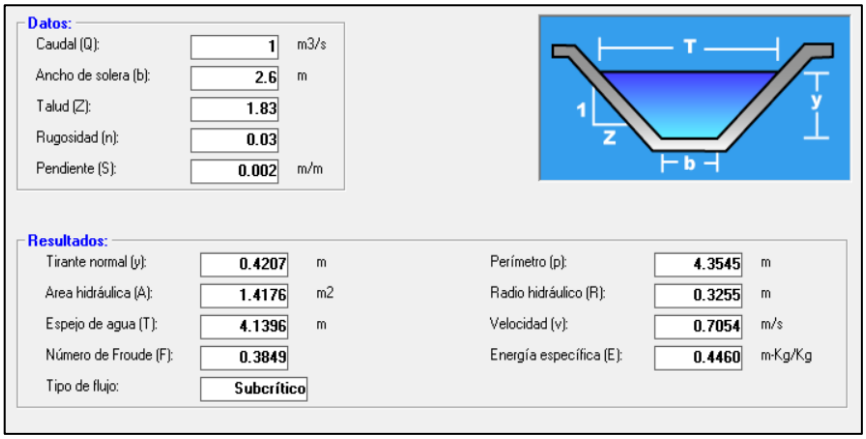


Figura 82

Tramo 2: Km 0+250 al km 0+500

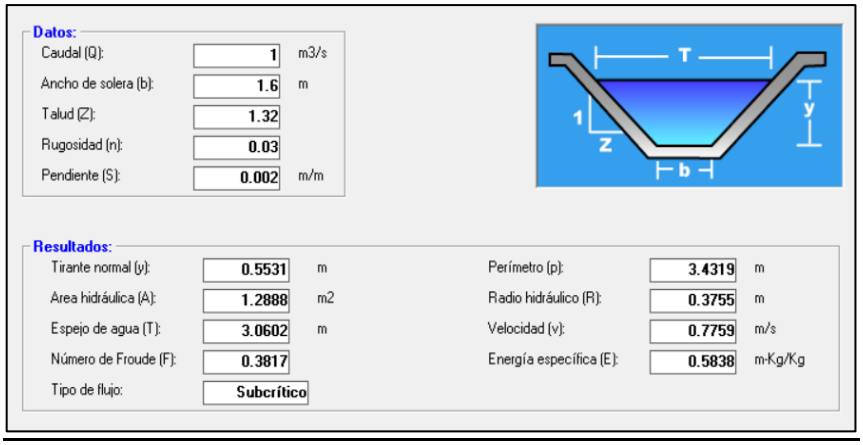


Figura 83

Tramo 3: Km 0+500 al km 1+000

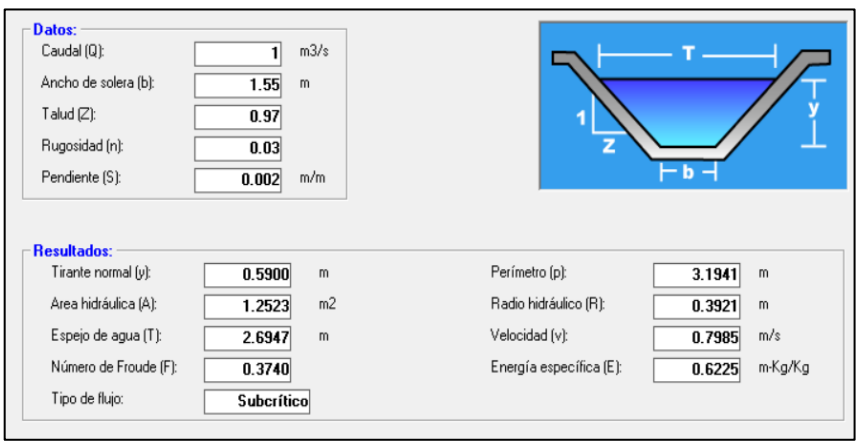
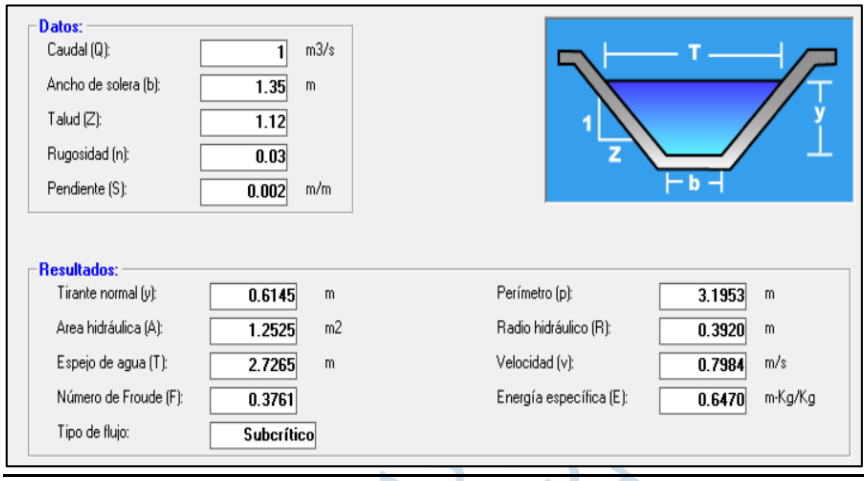


Figura 84

Tramo 4: Km 1+000 al km 1+240



Apéndice R. Detalle de la verificación de la capacidad de las dimensiones del dren interceptor con Hcanales

Figura 85

Sección de progresiva 0+000

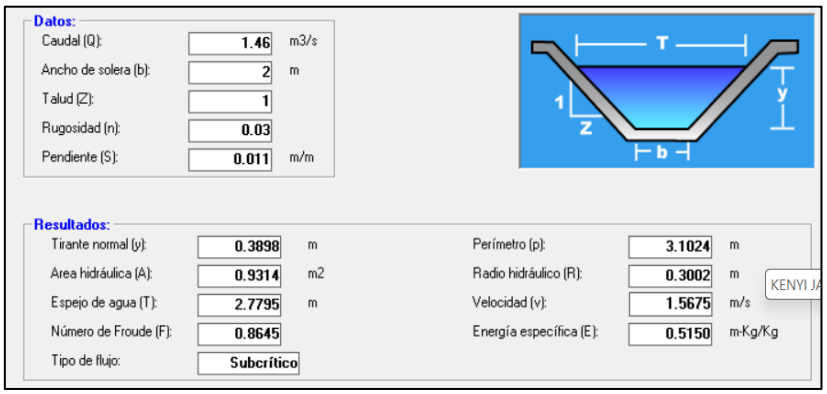


Figura 86

Sección de progresiva 0+060

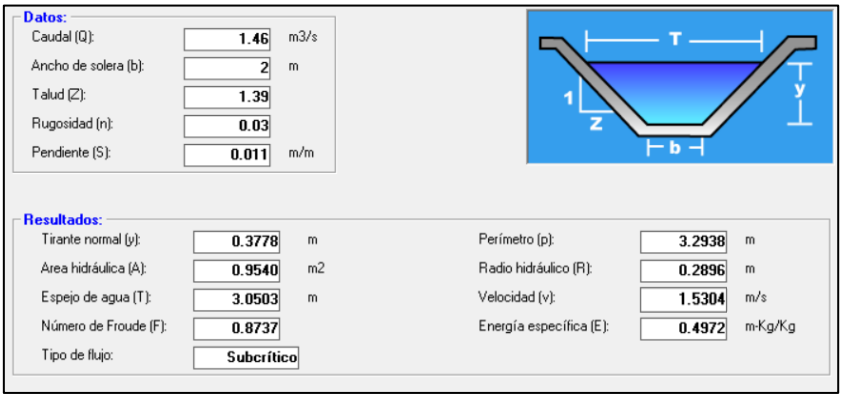


Figura 87

Sección de progresiva 0+115

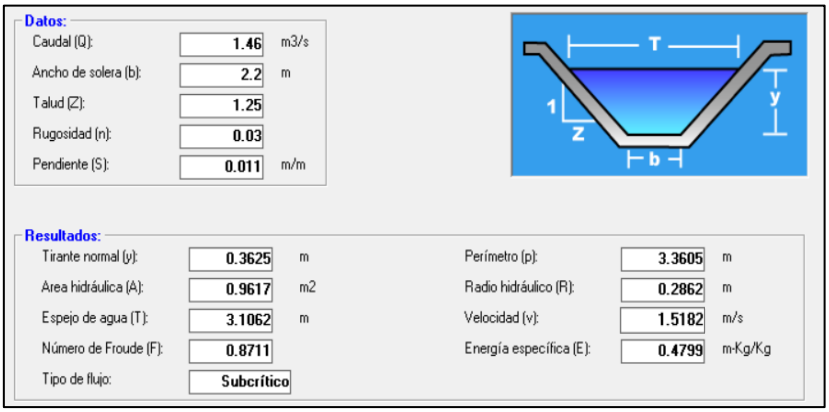
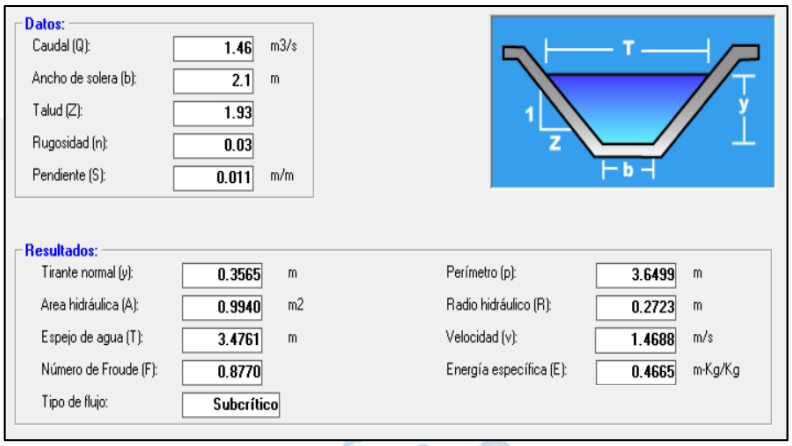


Figura 88

Sección de progresiva 0+200



Apéndice S. Matriz de impactos ambientales causa-efecto según su grado de importancia

Tabla 74

Matriz de impactos ambientales causa-efecto según su grado de importancia

MATRIZ DE IMPACTOS														
SUBSISTEMA			FÍSICO INERTE					BIOLÓGICO		SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL				
VARIABLES DE LA IMPORTANCIA DE IMPACTOS / IMPACTO AMBIENTAL			Alteración de la calidad del aire	Alteración de la calidad del agua y flujo del río Piura	Alteración de la calidad del suelo	Generación efectos de erosión y de taludes inestables	Alteración de los niveles de ruido	Reducción de la cobertura vegetal existente	Emigración temporal de las especies animales que habitan en el área de influencia	Limitaciones para acceder a determinadas viviendas y problemas en el tránsito de vehículos.	Riesgos potenciales en la salud, paz y seguridad física de los residentes	Incremento de oportunidades laborales	Progreso y desarrollo de la sociedad local	Reduccción de enfermedades infectociosas producidades por las inundaciones	Disminución dl comercio de material de alfarería y cultural
(+)	Impacto beneficioso	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
(-)	Impacto perjudicial														
1	Baja	IN	2	4	8	4	4	2	8	8	2	8	8	8	8
2	Media														
4	Alta														
8	Muy alta														
12	Total														
1	Puntual	EX	1	2	2	2	2	2	4	2	2	4	4	4	2
2	Parcial														
4	Extenso														
8	Total														
1	Largo plazo	MO	4	2	4	2	4	4	3	4	2	4	2	4	2
2	Medio plazo														
3	Corto Plazo														
4	Inmediato														
1	Fugaz	PR	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	4	4	2
2	Temporal														
4	Permanente														
1	Corto plazo	RV	1	2	4	4	1	2	1	1	1	4	4	4	1
2	Medio plazo														
4	Irreversible														
1	Recuperable de manera inmediata	RB	1	4	4	4	1	2	2	2	1	4	2	2	2
2	Recuperable a medio plazo														
4	Mitigable														
8	Irrecuperable														
1	Sin sinergismo	SI	2	2	1	2	2	1	2	2	1	4	2	2	2
2	Sinérgico														
4	Muy sinérgico														
1	Simple	AC	4	1	1	4	1	1	4	2	1	4	2	2	4
4	Acumulativo														
1	Indirecto	EF	1	4	1	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1
4	Directo														
1	Irregular	PR	2	4	2	4	2	2	2	2	2	4	4	4	2
2	Periódico														
4	Continuo														
IMPORTANCIA		I	24	37	47	41	32	24	49	46	23	58	53	55	44
TIPO DE IMPACTO			IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	IRRELEVANTE	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	SEVERO	SEVERO	SEVERO	MODERADO

Apéndice T. Programa de medidas preventivas, mitigadoras y/o correctivas.

Tabla 75

Matriz de impactos ambientales causa-efecto según su grado de importancia

Subsistema	Impacto ambiental	Medidas preventivas	Medidas mitigadoras
Físico Inerte	Alteración de la calidad del aire	Realizar un mantenimiento correcto y preventivo de los motores de los equipos y maquinarias. Poner en marcha la maquinaria o equipos de motor sólo cuando sea necesario. Inspeccionar a los vehículos previamente al inicio de las actividades y utilizar camiones con tolvas cubiertas con toldos.	Humedecer las vías o el terreno expuesto a través del riego con cisterna. Limitar las actividades que generen polvo en periodos de vientos intensos. Implementar con elementos y equipo de protección del exceso de polvo a los trabajadores y residentes cercanos a la zona de construcción.
	Alteración de la calidad del agua y flujo del río Piura	Implantar medidas de control de erosión y sedimentación. Construir trampas en las cunetas para atrapar grasas y residuos sólidos. Informar con charlas preventivas al personal de obra para manejar adecuadamente los residuos sólidos.	Aplicar sistemas adecuados de eliminación de residuos líquidos y sólidos. Realizar un encausamiento pertinente antes de verter las aguas al río para evitar desbordes.
	Alteración de la calidad del suelo	Aumentar temporalmente el servicio de recojo de basura selectiva. Capacitar debidamente al personal para que abastezca de combustible a los equipos y maquinarias sin descuidar la protección del suelo.	Remover inmediatamente el suelo en caso ocurran derrames accidentales de combustibles. Disponer de un depósito para almacenar las sustancias químicas peligrosas
	Erosión y taludes inestables	Realizar perforaciones de las capas del suelo para determinar el estudio de suelos. Considerar el área mínima necesaria para limitar en gran medida el uso del terreno.	Realizar trabajos de estabilización y revegetación de los suelos afectados
	Alteración de los niveles de ruido	Limitar los tiempos de las actividades que generen demasiado ruido. Restringir el uso de sirenas o bocinas de vehículos innecesarios. Usar silenciadores en los tubos de escape de la maquinaria y equipos de motor.	Implementar de forma obligatoria al personal de obra con equipo de protección auditiva. Optimizar la duración y la cantidad de actividades que generen ruido

Biológico	Reducción de la cobertura vegetal existente	Considerar el área mínima necesaria para limitar en gran medida la extracción de la cubierta vegetal del terreno. Trasplantar la cubierta vegetal extraído del terreno utilizado para la construcción	Revegetación con especies autóctonas. Mantener limpias y regar constantemente las áreas verdes aledañas al área de construcción
	Emigración temporal de animales	Usar silenciadores en los tubos de escape de la maquinaria y equipos de motor. Realizar un mantenimiento correcto y preventivo de los motores de los equipos y maquinarias para evitar generar ruidos, ni emisiones que ahuyenten a los animales	Retirar todo el equipo y maquinaria luego de finalizar las actividades para generar áreas con condiciones para que la fauna las retome. Identificar y reubicar las especies animales en terrenos adicionales que serán adquiridos para servir de habitad provisional.
Socioeconómico y cultural	Problemas de tránsito vehicular y acceso a viviendas	Establecer acuerdos con los habitantes para definir medidas y responsabilidades que resulten de las actividades de construcción, con el propósito de prevenir molestias en la comunidad. Implementar buena señalización en las vías de tránsito vehicular. Considerar parámetros que mantengan los límites de velocidad pertinentes para desarrollar las actividades cautelosamente.	Implementar desvíos y accesos alternativos. Elaborar un plan de mantenimiento del tráfico para la construcción del proyecto. Informar constantemente a los pobladores afectados mediante charlas sobre las acciones de mitigación y los riesgos de los problemas sociales de la construcción
	Riesgos de salud y seguridad de la población	Emitir capacitaciones a la población sobre las acciones preventivas para las enfermedades infecciosas y gastrointestinales que se puedan generar. Concientizar a la población y al personal de obra para gestionar la limpieza y el adecuado recojo de basura	Implementar puestos de servicio médico de urgencias para entender a la población civil y al personal de obra
	Disminución del comercio de material de alfarería y cultural	Llevar a cabo una evaluación para identificar los lugares de comercio y trasladarlos a zonas alejadas del área de construcción donde su producto sea visible.	

Apéndice V. Registro fotográfico general de la zona de estudio.

Figura 89

Fotografía de la verificación de la dirección de la escorrentía en las calles de Simbilá

Figura 90

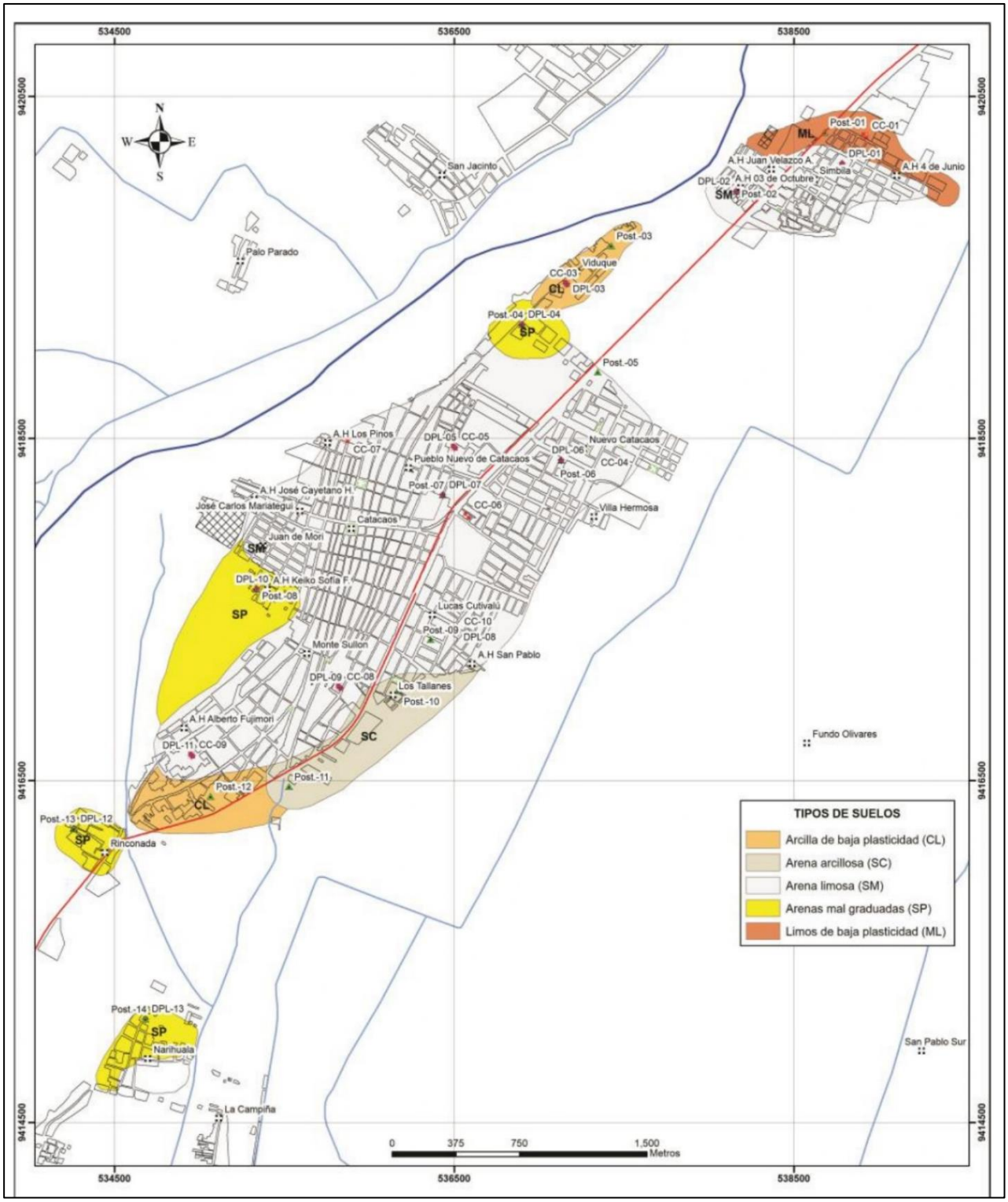
Fotografía del estado de las calles de Simbilá

Figura 91

Segunda fotografía del estado de las calles de Simbilá

Anexos

Anexo A. Mapa de clasificación SUCS de suelos para la ciudad de Catacaos y alrededores



Nota. Tomado de Zonificación sísmica-geotécnica de la ciudad de Catacaos, por IGP, 2019.

Anexo B. Ficha técnica de celdas HDPE AquaCell de Pavco

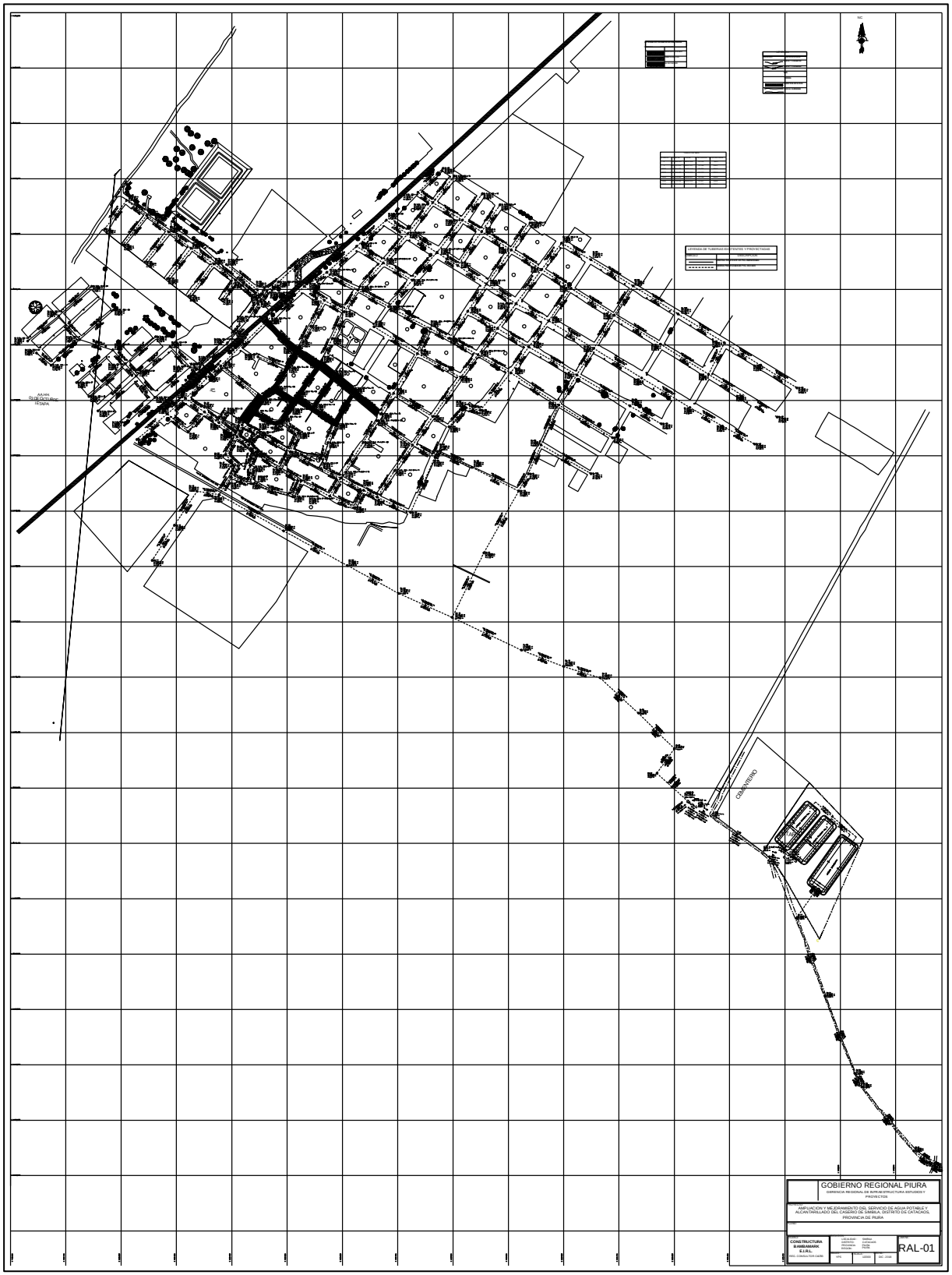
Tabla 76

Ficha técnica de las celdas AquaCell Pavco

Características de una unidad de celda AquaCell	**Dimensiones**
Materia Prima	Polipropileno PP
Dimensiones	1.0mx0.5mx0.4m
Capacidad de almacenamiento	185L
Volumen Bruto	195L
Conexiones	DN 10
Color	Azul/Negro
Cubrimiento mínimo	
Paisajes o áreas sin trafico	0.5m
Estacionamientos, vehículos hasta de 2500kg	0.6m hasta 3 unidades AquaCell colocadas en zanja extendida 0.75m par más de tres unidades AquaCell colocadas a lo ancho 4.1m par profundidad máxima de las unidades de base
Capacidad de carga	
Capacidad de carga Vertical	56 toneladas por m^2
Capacidad de carga Lateral	7.75 toneladas por m^2
Certificaciones	Acreditado por British Board of Agreement (BBA)

Nota. Adaptado de AquaCell Pavco: Sistema complejo para el manejo inteligente de aguas de lluvia, por Pavco, 2015.

Anexo C. Plano topográfico de alcantarillado del proyecto "Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado del caserío de Simbilá, distrito de Catacaos, provincia de Piura".



Anexo D. Registro fotográfico de las rejillas de las cunetas de Santa Isabel -Piura.

Figura 92

Fotografía de las rejillas de las cunetas en la Urb. Santa Isabel – Piura

Nota. Obtenido de Diseño de sistema de drenaje pluvial del Asentamiento Humano Los Algarrobos II y IV Etapa (Piura-Piura), por Cubas, 2021.

Figura 93

Segunda fotografía de las rejillas de las cunetas en la Urb. Santa Isabel – Piura

Nota. Obtenido de Diseño de sistema de drenaje pluvial del Asentamiento Humano Los Algarrobos II y IV Etapa (Piura-Piura), por Cubas, 2021.

Anexo E. Información sobre los parámetros de creación de subcuencas obtenida del manual de usuario de Global Mapper

Global Mapper es un software de SIG (Sistema de Información Geográfica) que ofrece una variedad de herramientas para el análisis y visualización de datos geoespaciales. Una de sus características destacadas es su capacidad para trabajar con datos de elevación y terreno de manera eficiente.

El comando “Crear cuenca hidrográfica” permite al usuario realizar un analizar datos de terreno para identificar rutas de arroyos y delinear las áreas de cuencas hidrográficas que drenan en una sección específica del arroyo. Utiliza el algoritmo de punto de fluidez de ocho direcciones (D-8) para determinar la dirección del flujo en cada ubicación dentro de un modelo digital de elevación (DEM), el cual divide el terreno en una rejilla de celdas y calcula la dirección hacia la cual el agua fluiría desde cada celda vecina hacia la celda central. Esto se realiza considerando ocho direcciones posibles de flujo, que son las direcciones adyacentes y diagonales a la celda central. Por ejemplo, si estás en un punto y los puntos vecinos hacia abajo son más bajos, el agua fluirá hacia esos puntos. Esto ayuda a simular cómo el agua se mueve naturalmente en el terreno.

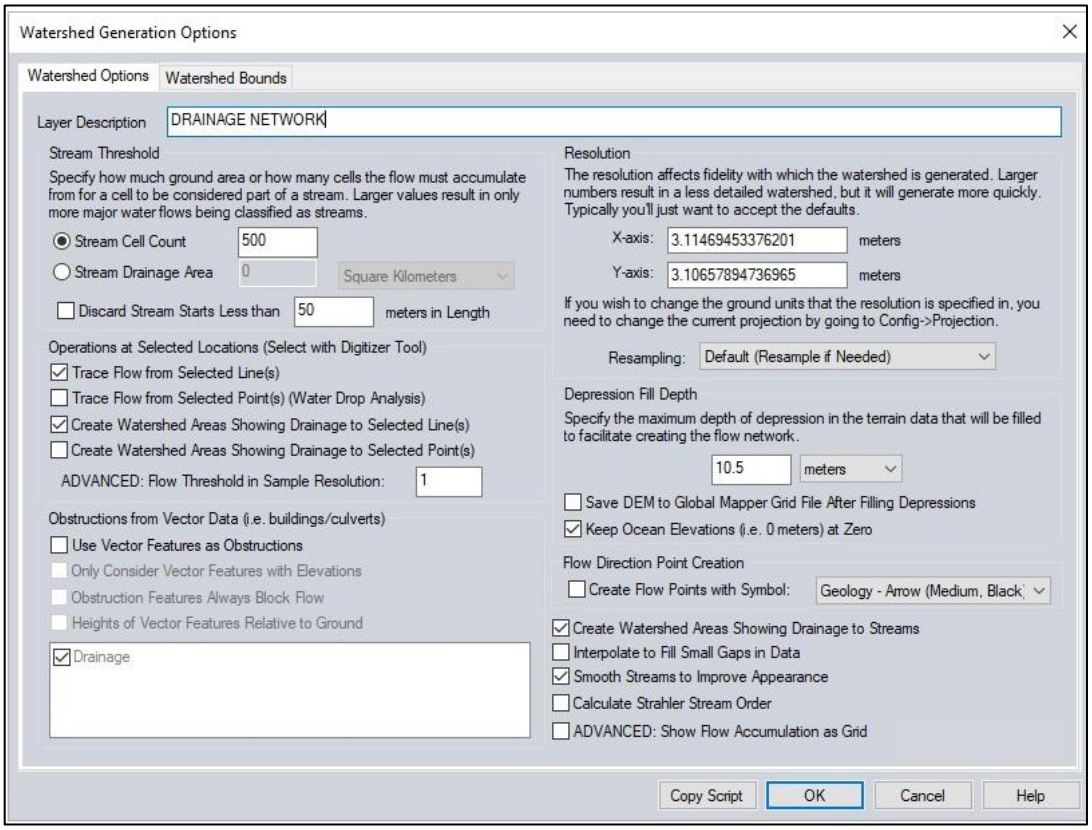
Además del algoritmo D-8, Global Mapper utiliza un enfoque ascendente para determinar la dirección del flujo a través de áreas planas. Esto significa que, en áreas donde el terreno es relativamente plano y no hay una clara dirección de flujo basada en la pendiente, el software determinará la dirección del flujo ascendiendo gradualmente desde la celda central hasta encontrar una salida hacia una celda adyacente.

Otra función importante que Global Mapper ofrece es un algoritmo personalizado para rellenar automáticamente las depresiones en los datos del terreno. Las depresiones son áreas donde el terreno se encuentra más bajo que las celdas circundantes, lo que puede causar problemas en el cálculo del flujo del agua. Este algoritmo identifica y rellena estas depresiones de manera automatizada, lo que ayuda a garantizar la precisión de los análisis hidrológicos y de flujo de agua realizados en el software.

Para realizar la generación de las cuencas, se selecciona el botón *Create Watershed* de la barra de herramientas y con ello se mostrará el cuadro de diálogo *Watershed generation options* (que se muestra en la siguiente figura) donde se puede configurar los siguientes parámetros y/o secciones del proceso.

Figura 94

Opciones de configuración para generar cuencas en Global Mapper



1. **Resolution:**

   Esta sección define la resolución de los datos de terreno usados en el análisis. Los valores predeterminados capturan la resolución completa, mientras que los valores más grandes (de menor resolución) harán que el cálculo sea más rápido, pero menos detallado.

2. **Stream Threshold**

   Esta sección establece la cantidad de agua necesaria para que una celda se considere parte de una corriente. Los valores más grandes resultan en menos áreas de flujo de agua, mientras que valores bajos detectan flujos de agua más pequeños se marquen como arroyos. Se puede habilitar la opción *Create Watershed Areas Showing Drainage to Streams* para habilitar la creación de áreas de cuenca hidrográfica. Y se puede descartar pequeños flujos cortos de que no alimentan una corriente principal marcando la opción *Discard Stream Starts Less than Some Length.*

3. **Calculate Strahler Stream Order**

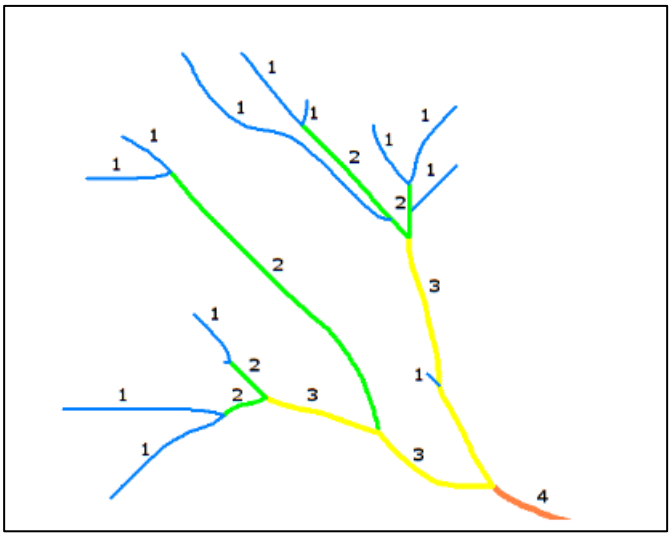
Esta opción genera un atributo STRAHLER que contenga un valor que clasifique cada arroyo en función del orden de arroyo de Strahler.

El valor de Strahler se determina a través de lo siguiente:

- Sin afluentes: orden 1.
- Un solo afluente de orden i, y todos los demás afluentes menores: orden i.
- Dos o más afluentes con un orden máximo i: orden i+1.

Figura 93

Representación gráfica de los valores Strahler según el número de afluentes de un arroyo



4. Depression Fill Depth

Esta sección controla la profundidad a la que se llenará una depresión antes de considerarlas como cuencas. El valor de profundidad de relleno de depresión se estima automáticamente, pero puede ajustarse si se tiene un terreno relativamente plano con muchas depresiones. Tenga en cuenta que puede llevar un tiempo llenar las depresiones particularmente profundas. Al tratar de determinar un buen valor para usar para la profundidad de llenado de la depresión, se debe considerar qué tan alto podría encontrar un pequeño estanque o charco para llenar y permitir que se derrame. También puede marcar la opción *Save DEM to Global Mapper Grid File After Filling Depressions* para guardar el terreno modificado en un archivo GMG para futuros análisis, evitando rellenar nuevamente.

5. Obstructions from Vector Data (i.e. buildings/ culverts)

- *Use Vector Heights as Obstructions*: Al marcar esta opción se considera que las elevaciones en los datos vectoriales cargados durante el análisis de

cuencas hidrográficas. Esto permite utilizar elementos como cosas edificios, alcantarillas, presas, etc. para bloquear o modificar el flujo, creando una representación más realista de la cuenca hidrográfica.

- *Only Consider Vector Features with Elevations:* Al activar esta opción solo los elementos vectoriales con elevaciones se considerarán obstrucciones. Si no está activada, todos los elementos, incluidos los elementos 2D, se utilizarán como obstrucciones. Cualquier elemento 2D serán obstrucciones sin flujo.
- *Obstruction Features Always Block Flow:* Esta opción especifica que ninguna corriente puede ir desde fuera de un elemento hacia dentro. Esto se aplica a cualquier ubicación dentro o adyacente a un área de obstrucción, independientemente de la altura del elemento.
- *Heights of Vector Features Relative to Ground:* Especifica si las elevaciones en elementos vectoriales son relativos al suelo o al nivel medio del mar. Normalmente, las alturas son relativas al suelo. Si se incluye algún elemento de alturas relativas al suelo, estas se incrementarán en la cantidad especificada. Cualquier elemento que tenga un modo de altitud explícito establecido seguirá esa configuración.

6. Operations at Selected Locations

Esta opción se utiliza para realizar delineaciones adicionales de la red de flujo y drenaje basadas en elementos de línea y punto seleccionadas en *Digitizer Tool.*

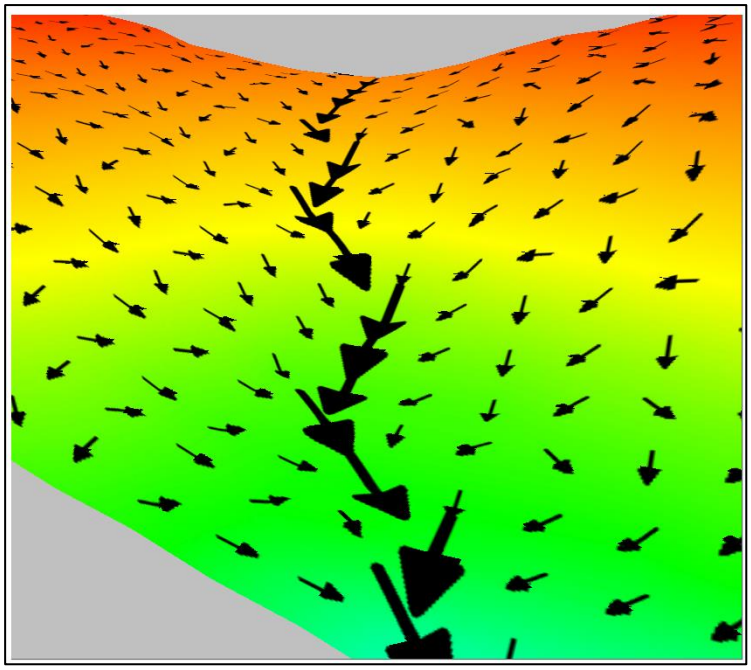
- *Create Watershed Areas Showing Drainage to Selected Line(s):* Calcula áreas de drenaje para cada línea seleccionada, mostrando qué parte del terreno drena hacia la línea. Esto es útil para características de carreteras.
- *Create Watershed Areas Showing Drainage to Selected Point(s):* Calcula áreas de drenaje para cada punto seleccionado, mostrando qué parte del terreno drena hacia ese punto.
- *Trace Flow from Selected Point(s) (Water Drop Analysis):* Crea una línea con flechas desde cada punto seleccionado, indicando la dirección del flujo de agua.
- *Trace Flow from Selected Line(s):* Muestra áreas que drenan hacia una línea determinada, útil para entender la filtración de una tubería.

7. Flow Direction Point Creation

Esta opción genera puntos con los atributos de dirección (FLOW_ANGLE) y magnitud (FLOW_ACCUM) en cada punto. La visualización del diagrama de flechas no es visible hasta que se amplía lo suficiente como para ordenar.

Figura 94

Representación gráfica de la dirección de flujo de la escorrentía de una cuenca



Planos

Plano A. Dirección de flujo de escorrentía

VISTA PLANTA- DIRRECIÓN DE FLUJO DE ESCORRENTÍA
ESC. 1/3000

LEYENDA	
Simbología	**Descripción**
→	Dirección de flujo.
●	Buzones.
▱	Delimitación de área urbana.

PROYECTO:
PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

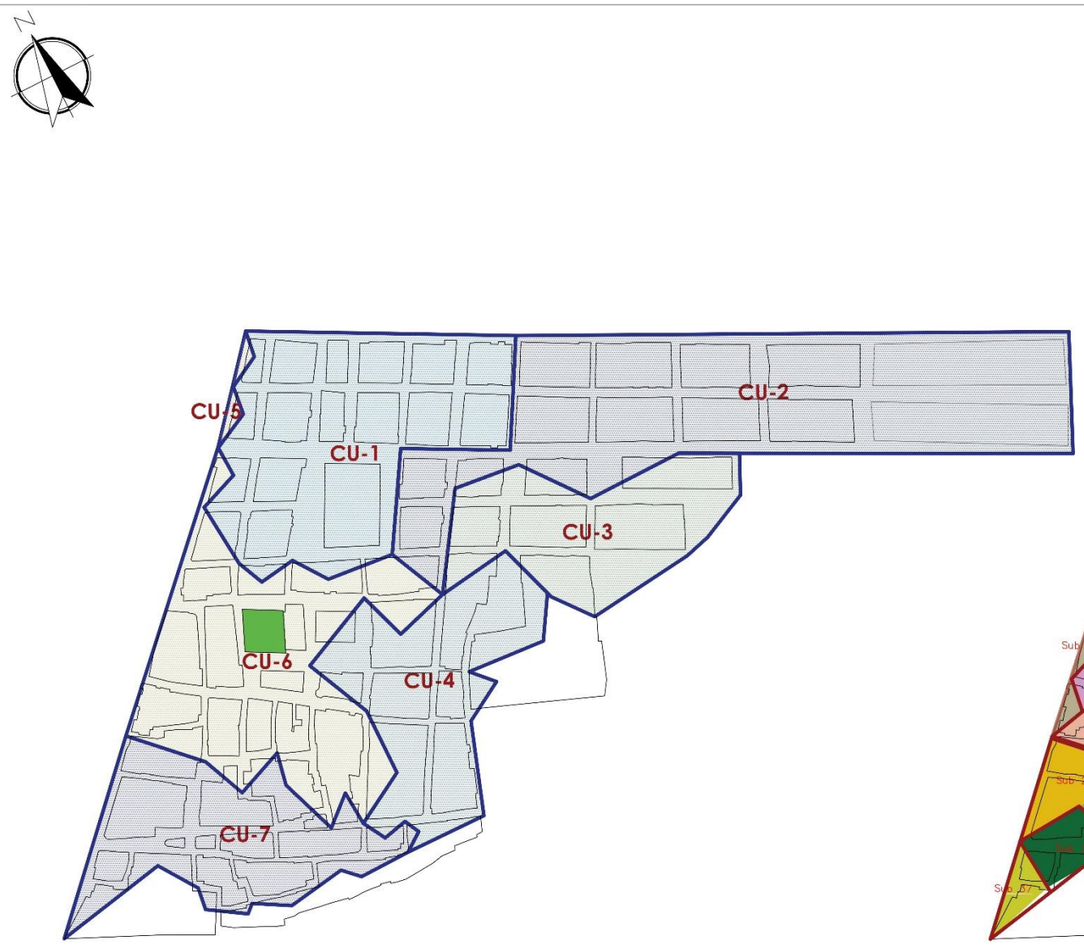
PLANO: DIRECCIÓN DE FLUJO DE ESCORRENTÍA.

FECHA: 13/07/2024

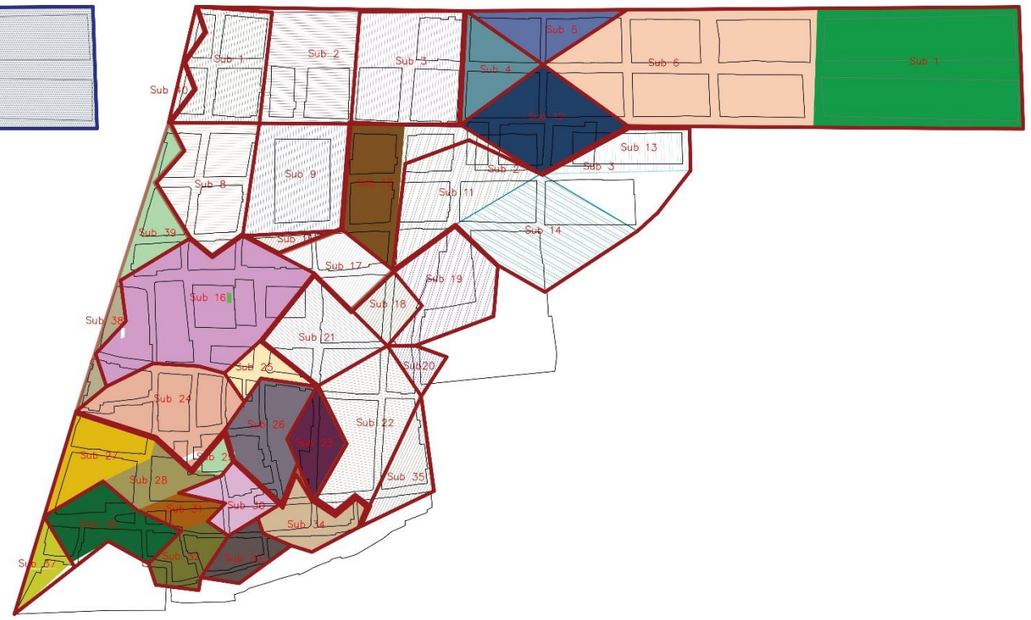
ESCALA: 1/3000

LÁMINA: A-1

Plano B. Cuencas globales y urbanas



VISTA PLANTA- CUENCAS GLOBALES
ESC. 1/3000



VISTA PLANTA- CUENCAS URBANAS
ESC. 1/3000

	LEYENDA		**PROYECTO:**	**FECHA:** 13/07/2024 / **LÁMINA:** A-2
	Simbología	**Descripción**	PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	
	———	Cuencas globales.		**ESCALA:** 1/3000
	———	Cuencas urbanas.	**PLANO:** CUENCAS GLOBALES Y URBANAS.	

Plano C. Componentes hidráulicos del sistema de drenaje

VISTA PLANTA- COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
ESC. 1/3000

LEYENDA	
Simbología	**Descripción**
	Líneas de drenaje del circuito 3.
	Líneas de drenaje del circuito 1.
	Líneas de drenaje del circuito 2.

PROYECTO:
PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

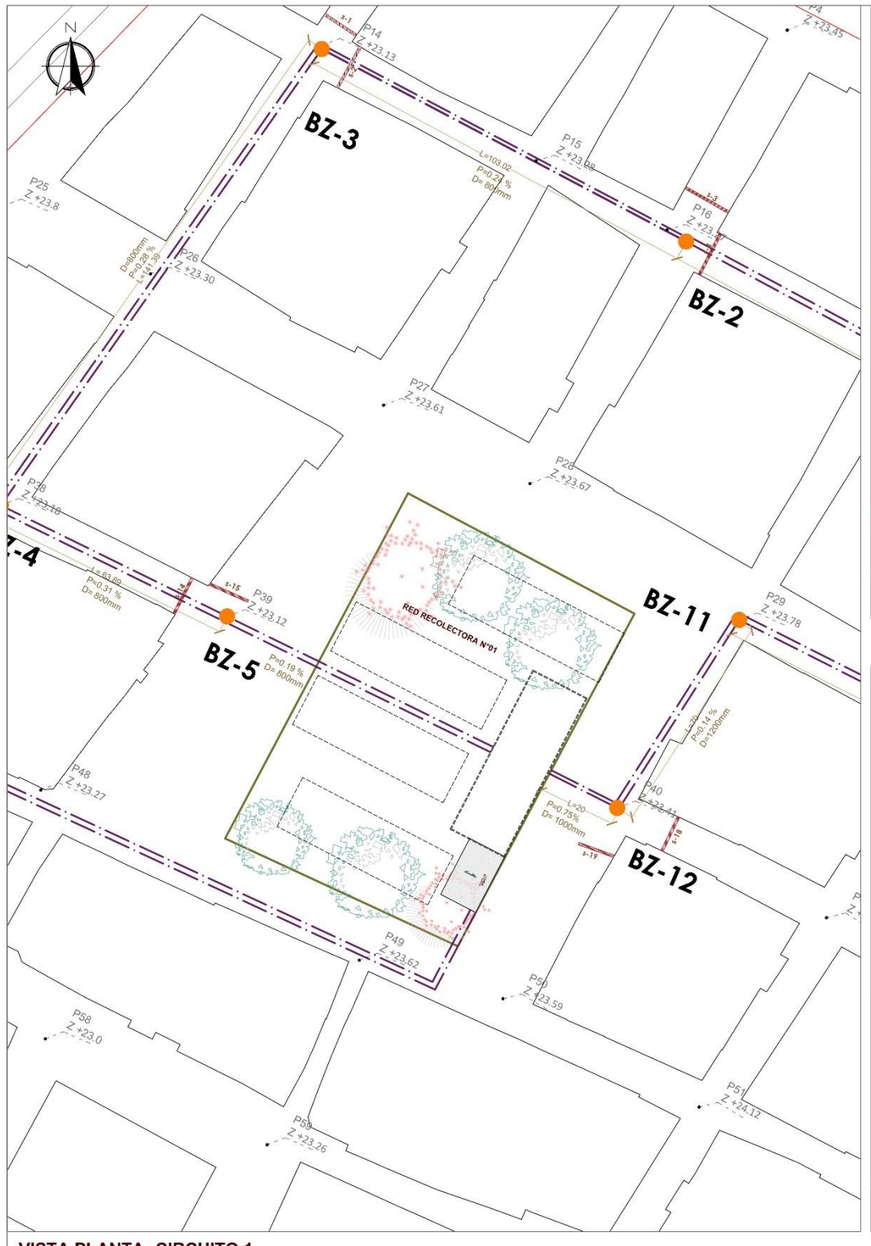
PLANO: COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL SISTEMA

FECHA: 13/07/2024

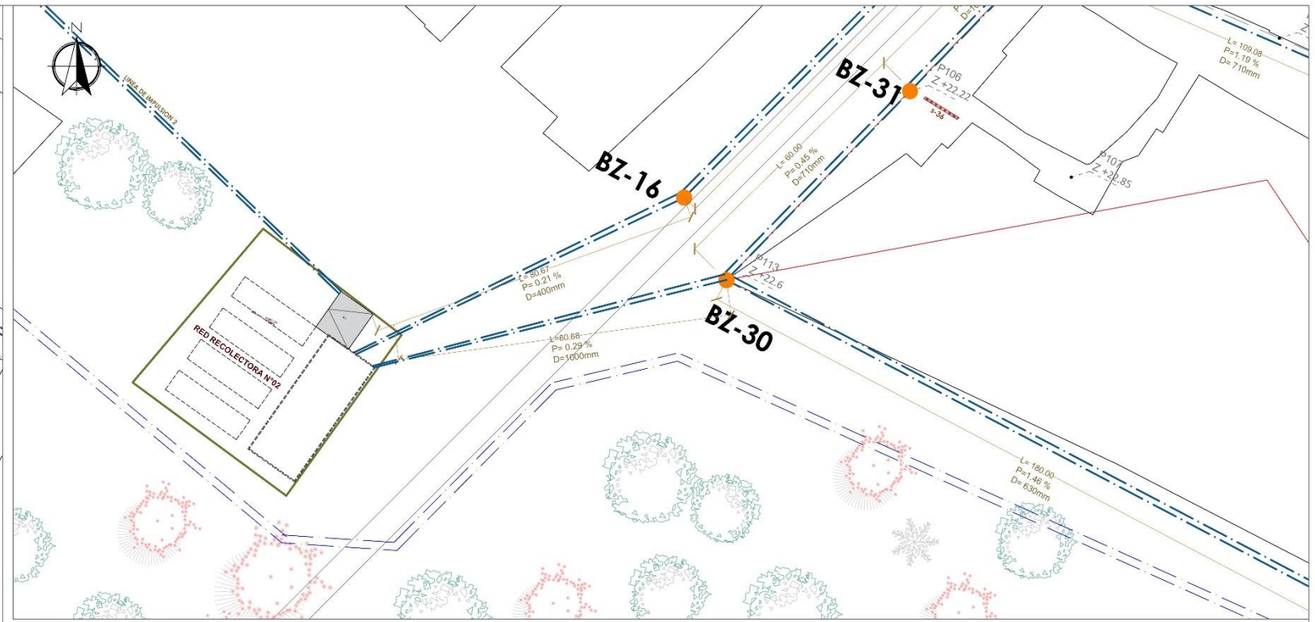
ESCALA: 1/3000

LÁMINA: A-3

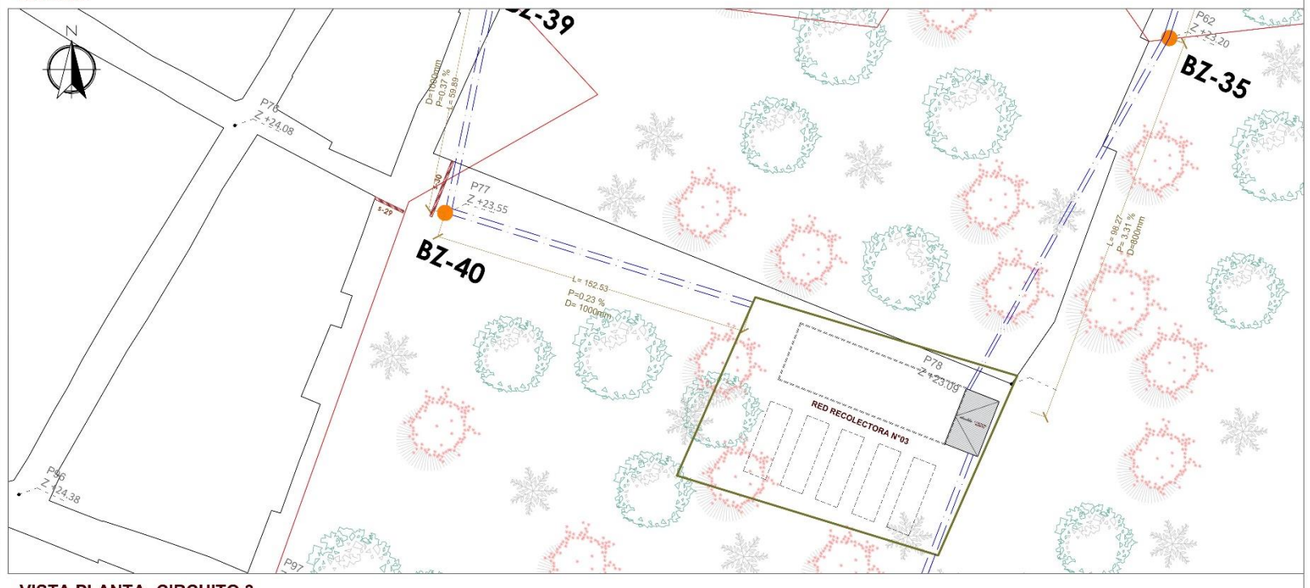
Plano D. Circuitos del sistema de drenaje



VISTA PLANTA- CIRCUITO 1
ESC. 1/3000



VISTA PLANTA- CIRCUITO 2
ESC. 1/3000



VISTA PLANTA- CIRCUITO 3
ESC. 1/3000

LEYENDA	
Simbología	**Descripción**
	Líneas de drenaje del circuito 3.
	Líneas de drenaje del circuito 1.
	Líneas de drenaje del circuito 2.

PROYECTO:
PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

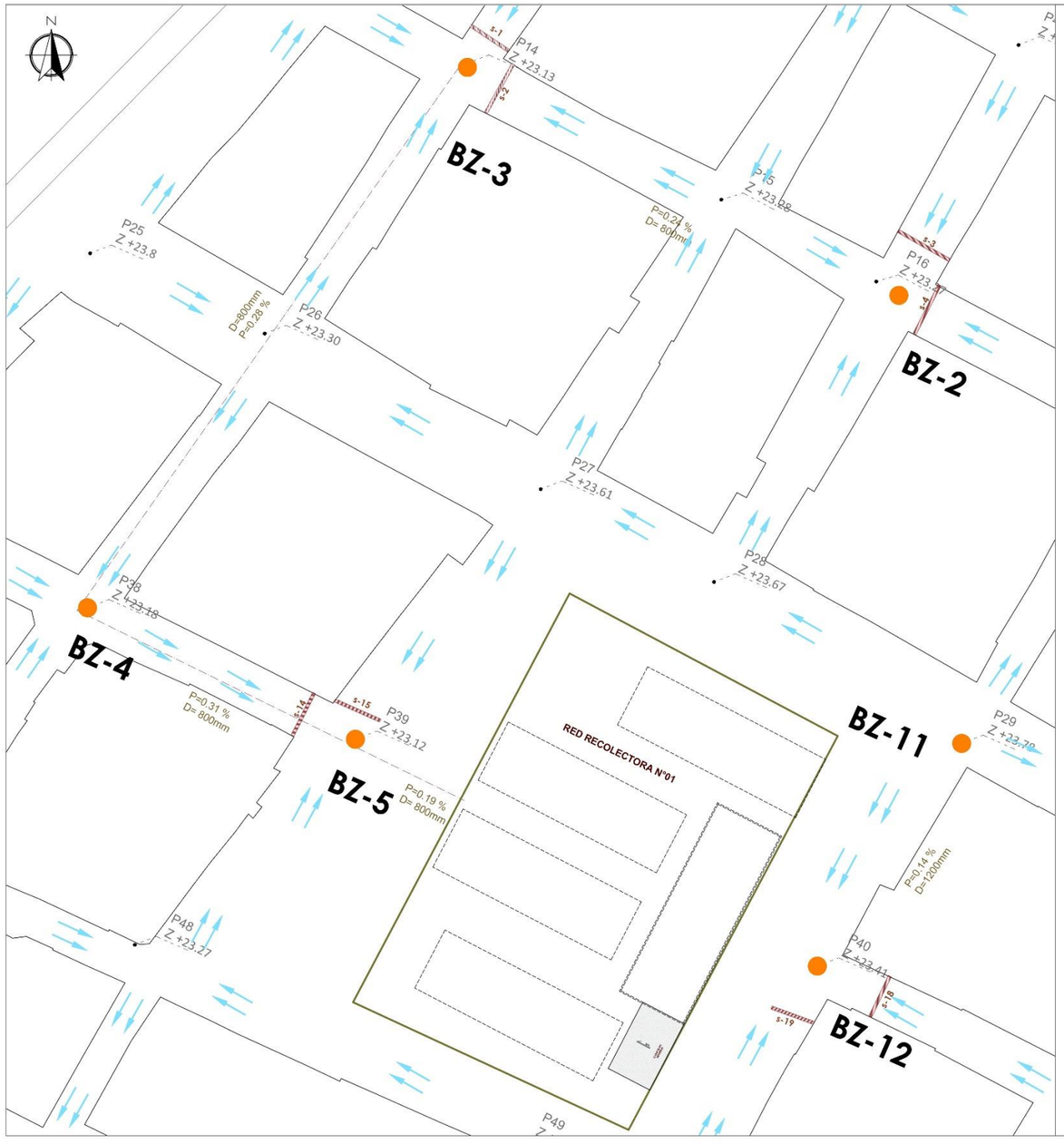
PLANO: CIRCUITOS DEL SISTEMA DE DRENAJE

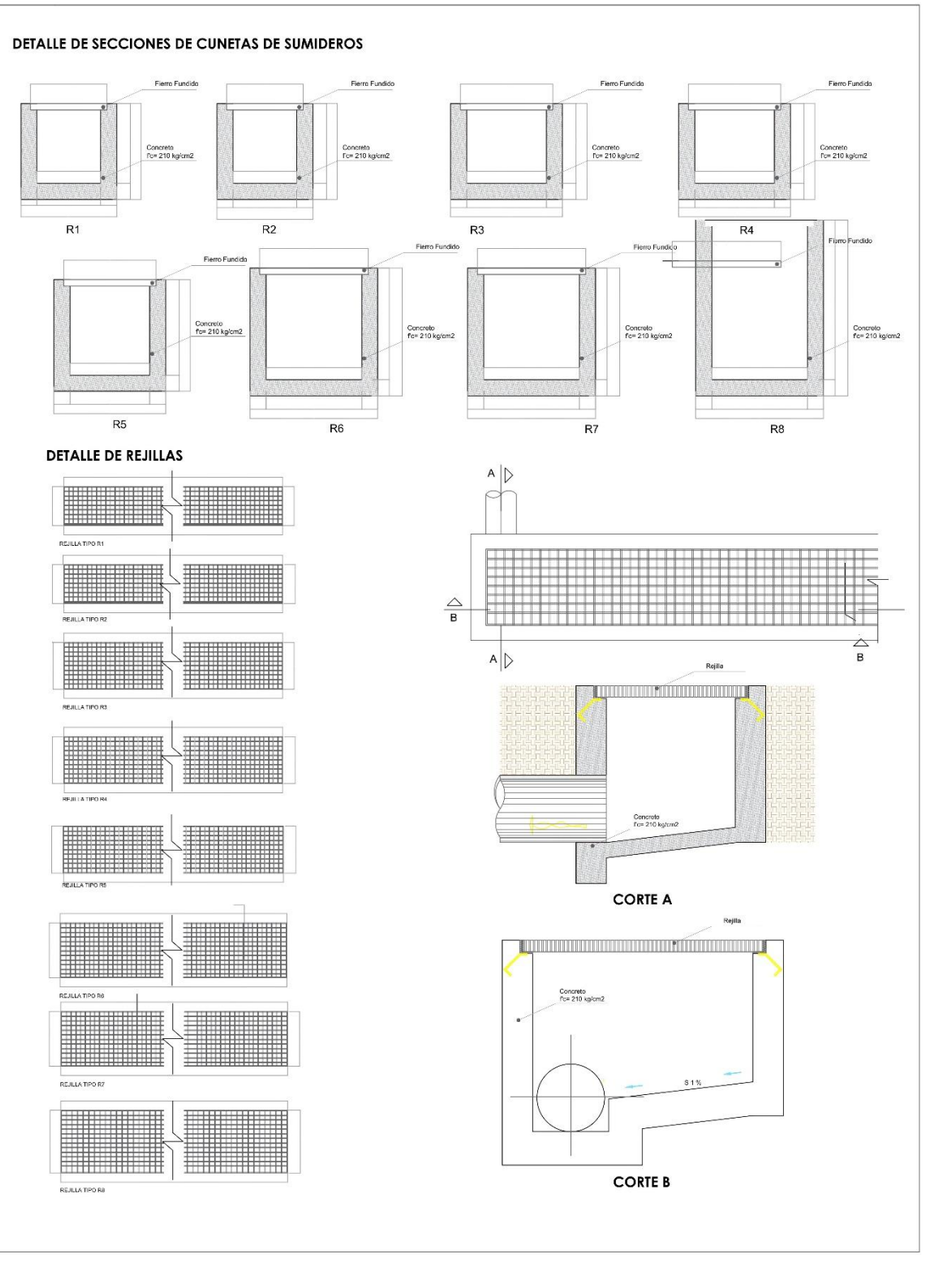
FECHA: 13/07/2024

ESCALA: 1/3000

LÁMINA: A-4

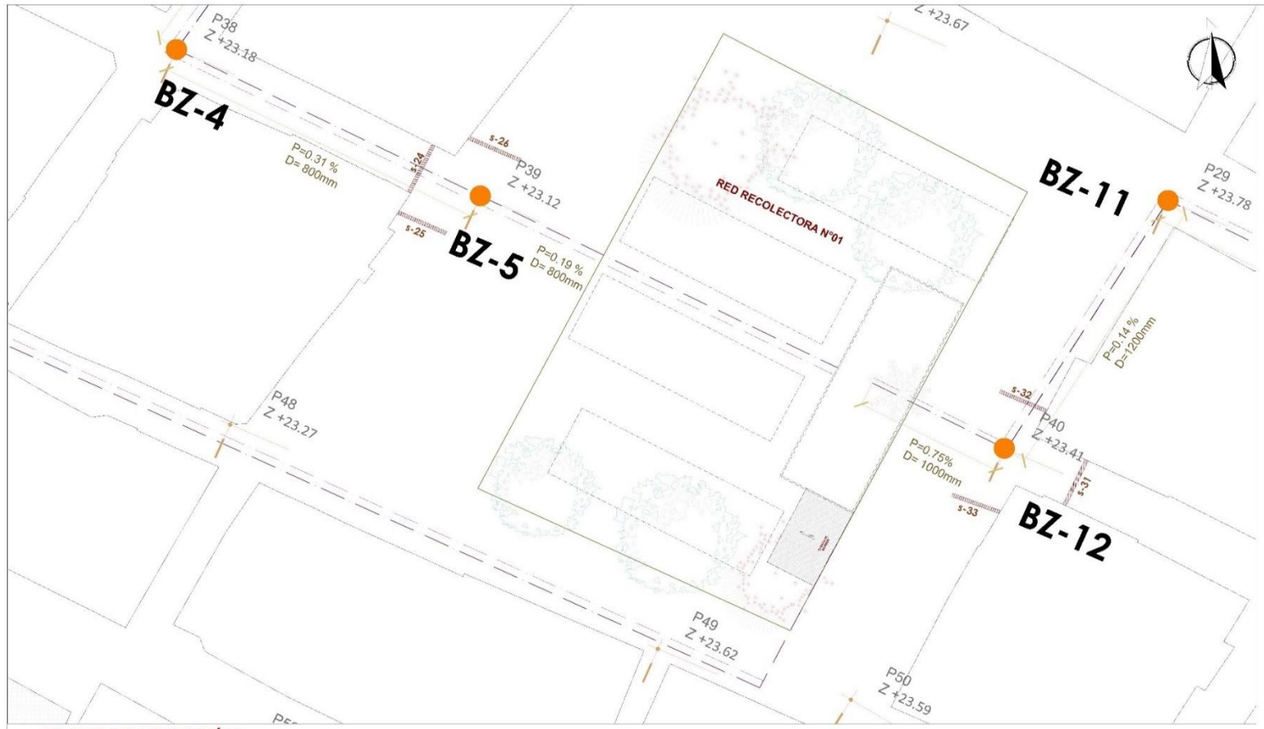
Plano E. Circuitos del sistema de drenaje



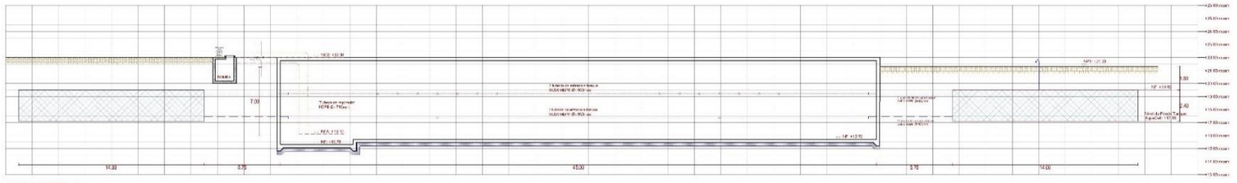


UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS	**LEYENDA**		**PROYECTO:** PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	**FECHA:** 13/07/2024	**LÁMINA:** A-5
	Simbología	**Descripción**			
	→	Dirección de flujo.		**ESCALA:** 1/3000	
	●	Buzones.			
	▮▮▮▮▮▮	Sumidero de rejillas.	**PLANO:** DETALLE DE CUNETAS Y REJILLAS DE SUMIDEROS.		

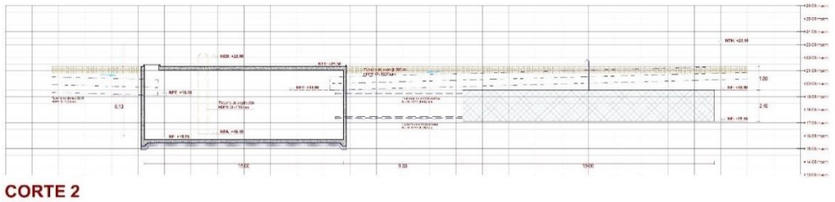
Plano F. Estación de bombeo 1



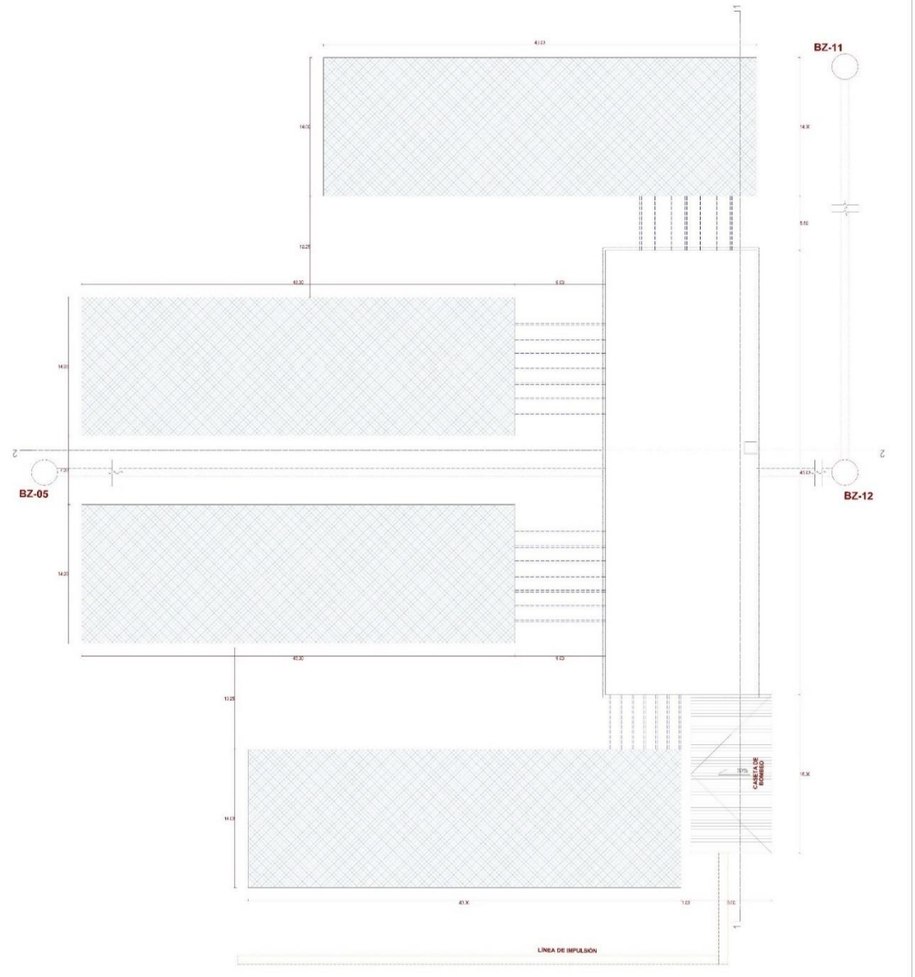
PLANO DE UBICACIÓN
ESC. S/E



CORTE 1
ESC. S/E



CORTE 2
ESC. S/E



PLANTA
ESC. S/E

LEYENDA	
Simbología	**Descripción**
	Tuberías de conexión.
	Tanque de selda Aquaceel.
— — — —	Línea de impulsión.

PROYECTO:
PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

PLANO: ESTACIÓN DE BOMBEO 1

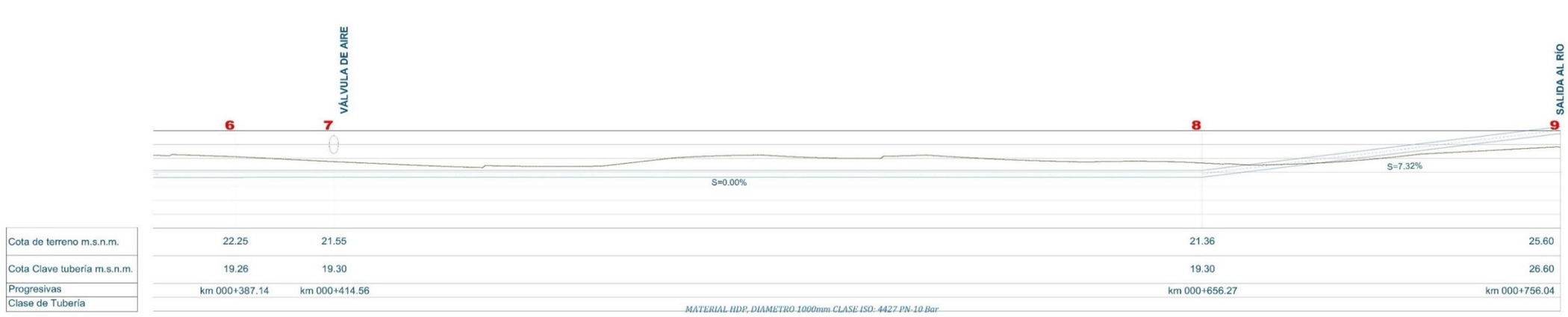
FECHA: 13/07/2024

ESCALA: 1/500

LÁMINA: A-6

Plano G. Línea de impulsión de estación de bombeo 1

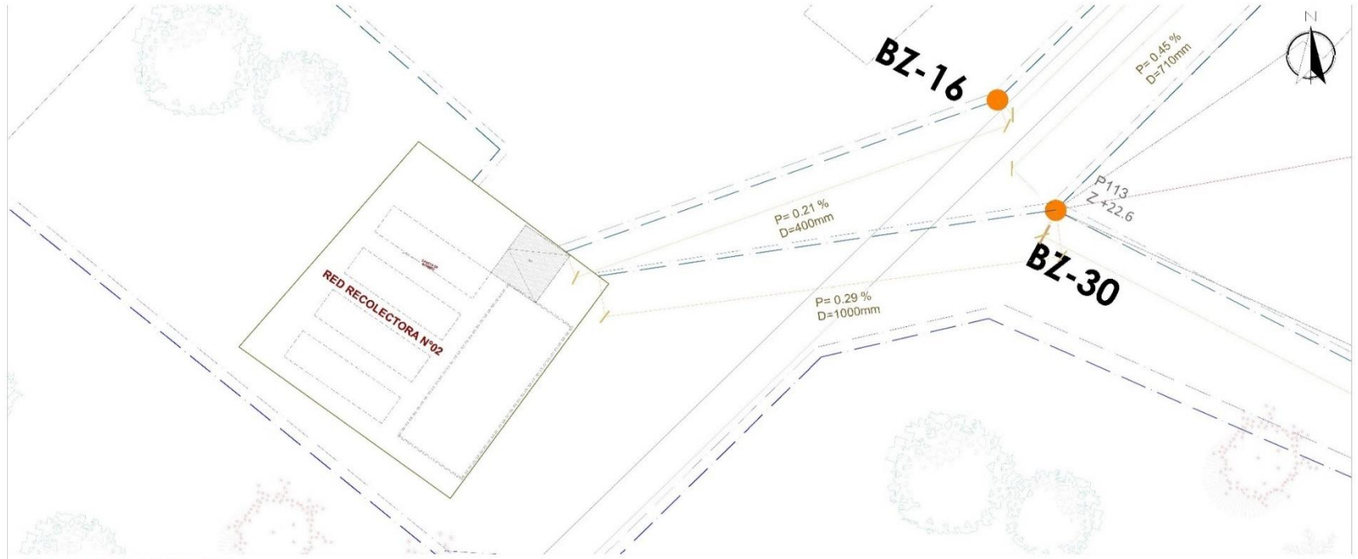
LÍNEA DE IMPULSIÓN 1 TRAMO 6
ESC. S/E



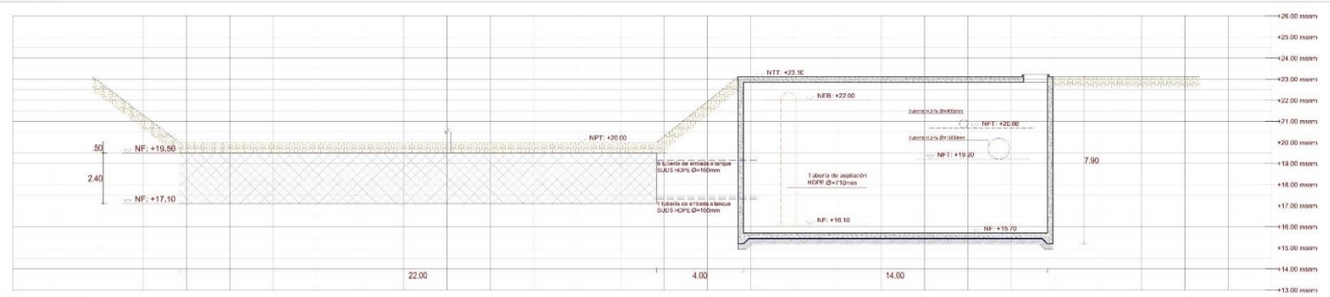
LÍNEA DE IMPULSIÓN 3 TRAMO 2
ESC. S/E

	LEYENDA				
	Simbología	**Descripción**	**PROYECTO:** PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	**FECHA:** 13/07/2024	**LÁMINA:** A-7
		Válvula de aire.			
		Válvula de purga.		**ESCALA:** INDICADA	
		Línea de impulsión.	**PLANO:** LÍNEA DE IMPULSIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO 1		

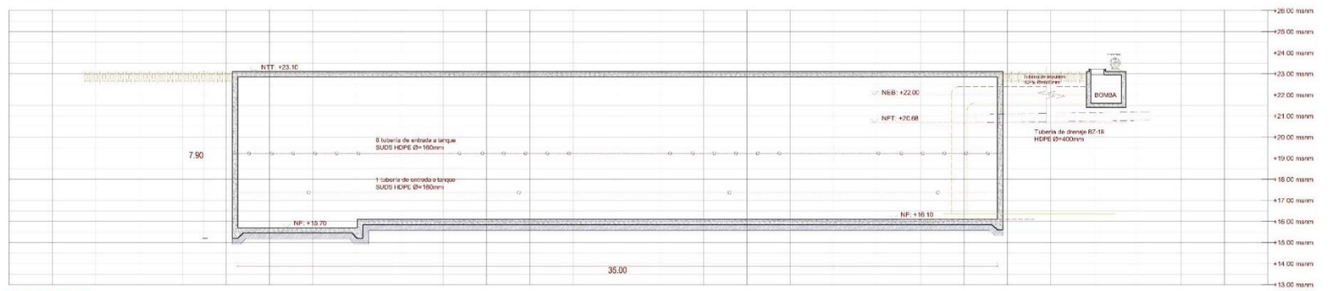
Plano H. Estación de bombeo 2



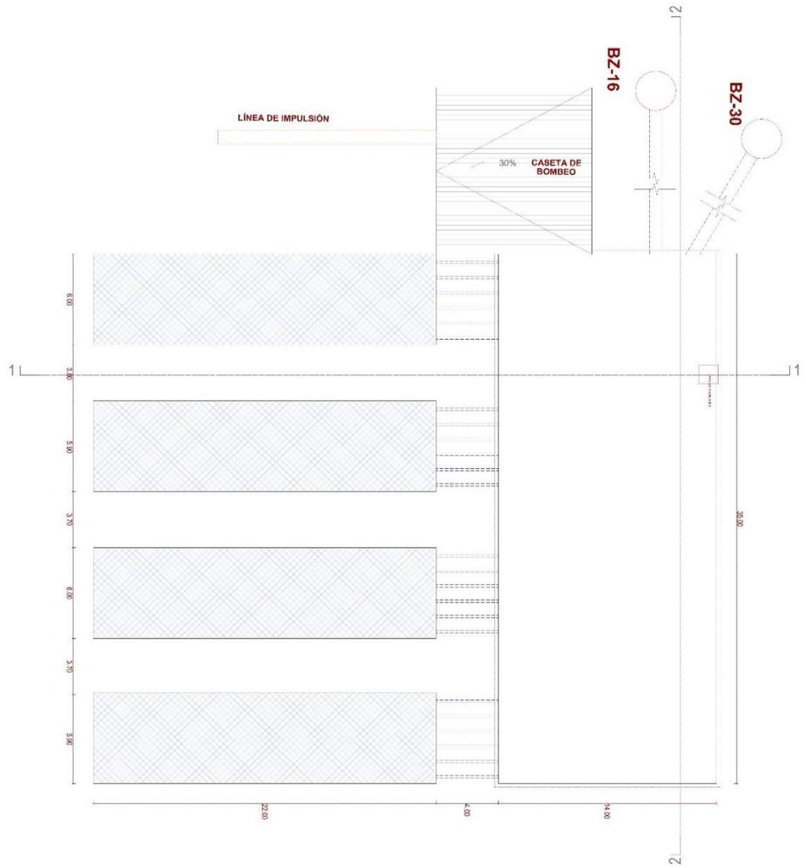
PLANO DE UBICACIÓN
ESC. S/E



CORTE 1
ESC. S/E



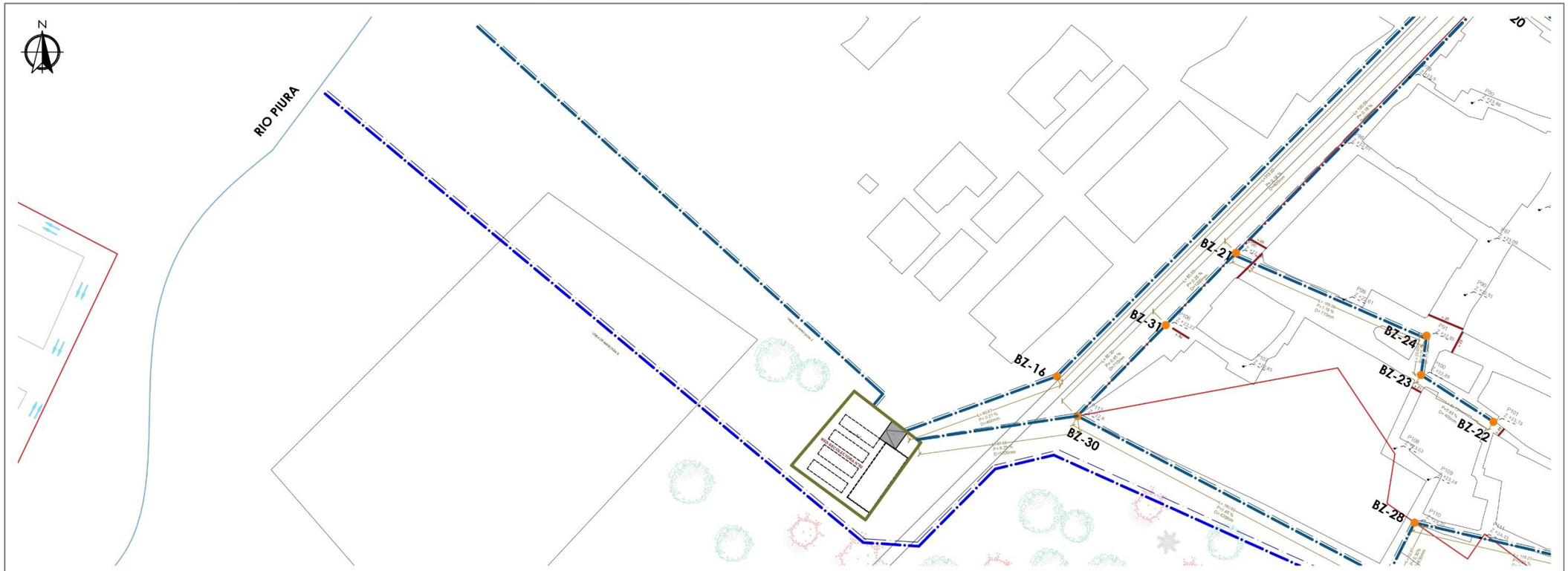
CORTE 2
ESC. S/E



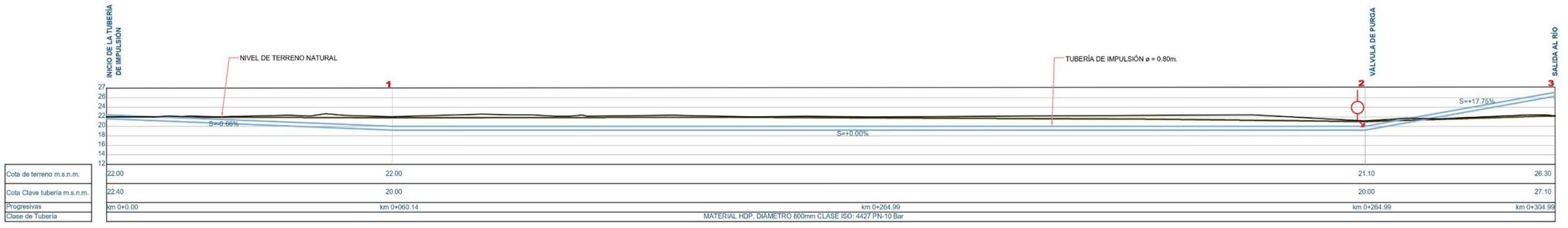
PLANTA
ESC. S/E

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS	**LEYENDA**		**PROYECTO:** PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	**FECHA:** 13/07/2024
	Simbología	**Descripción**		
		Tuberías de conexión.		**ESCALA:** 1/500
		Tanque de selda Aquaceel.		
		Línea de impulsión.	**PLANO:** ESTACIÓN DE BOMBEO 2	**LÁMINA:** A-8

Plano I. Línea de impulsión de la estación de bombeo 2



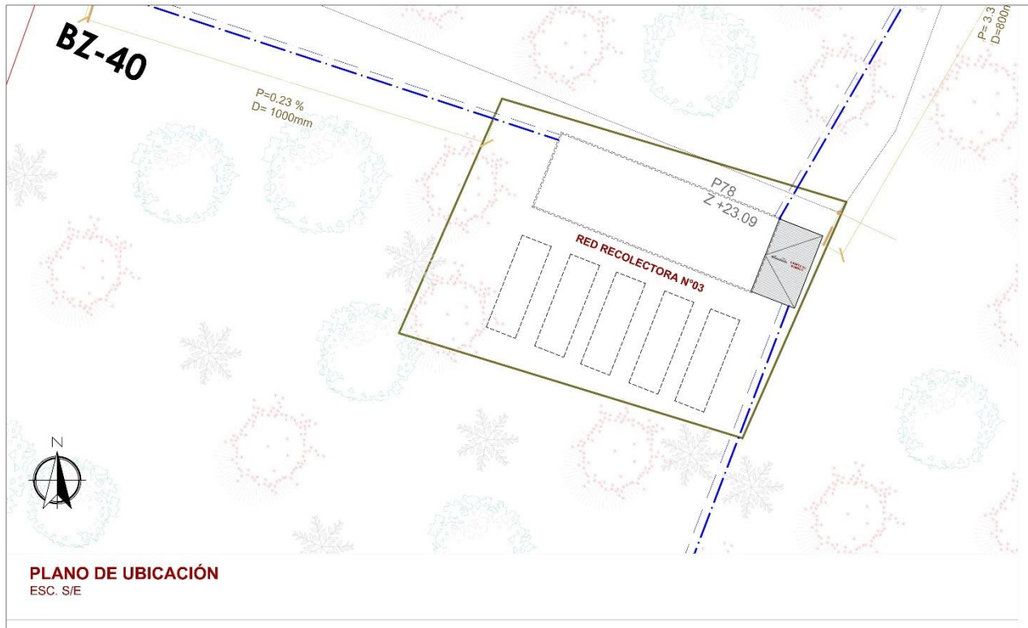
PLANTA
ESC. S/E



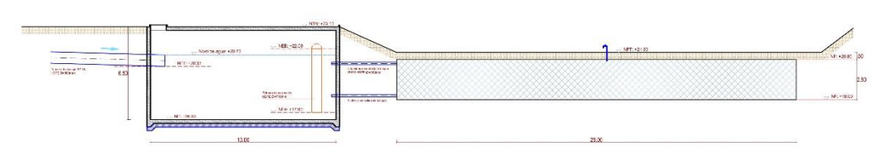
LÍNEA DE IMPULSIÓN 4
ESC. S/E

	LEYENDA		**FECHA:** 13/07/2024	**LÁMINA:** A-9
	Simbología	**Descripción**		
		Válvula de aire.	**PROYECTO:** PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	
		Válvula de purga.		**ESCALA:** INDICADA
		Línea de impulsión.	**PLANO:** LÍNEA DE IMPULSIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO 2	

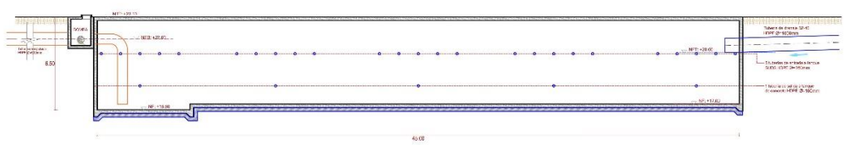
Plano J. Estación de bombeo 3



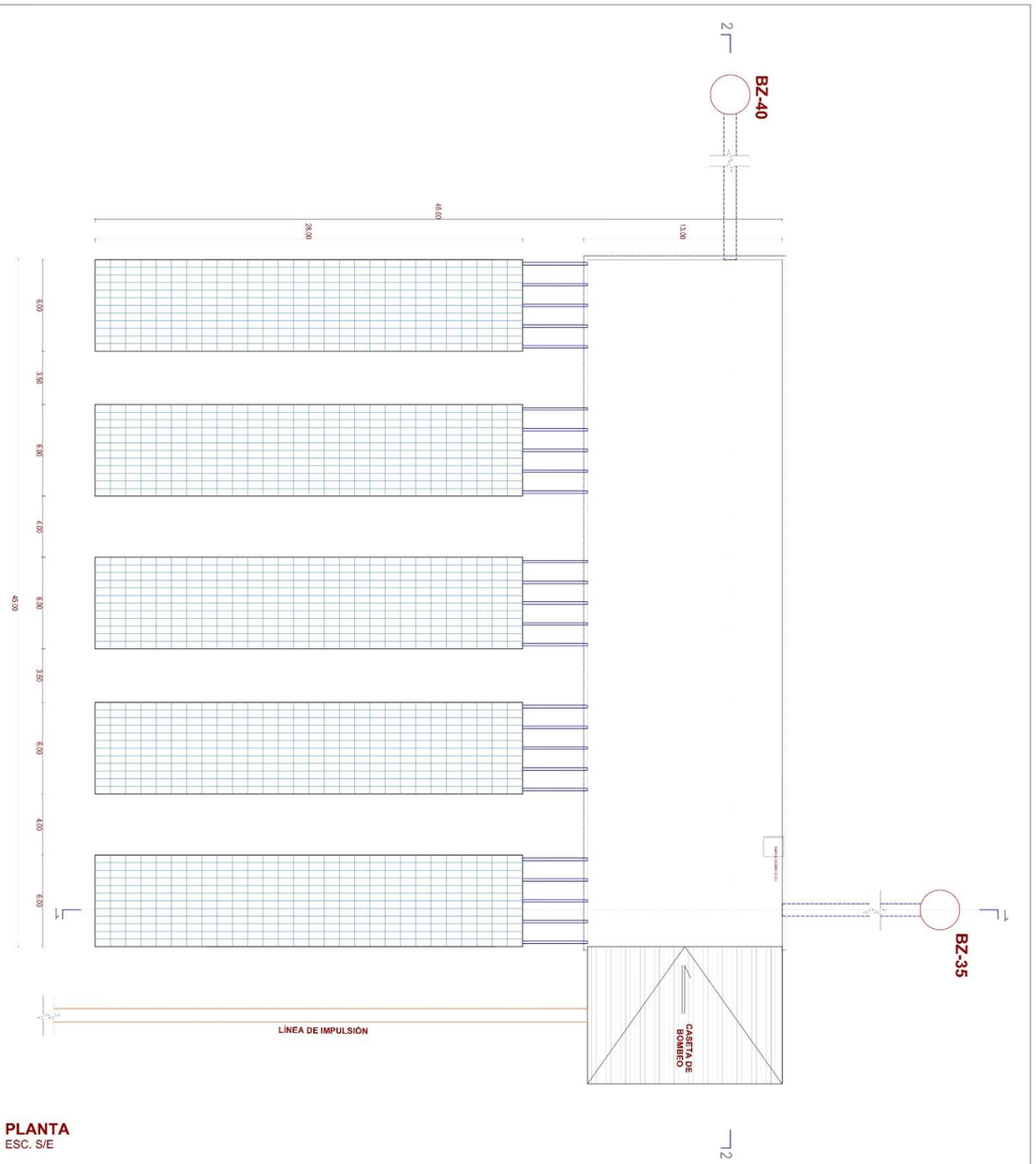
PLANO DE UBICACIÓN
ESC. S/E



CORTE 1
ESC. S/E



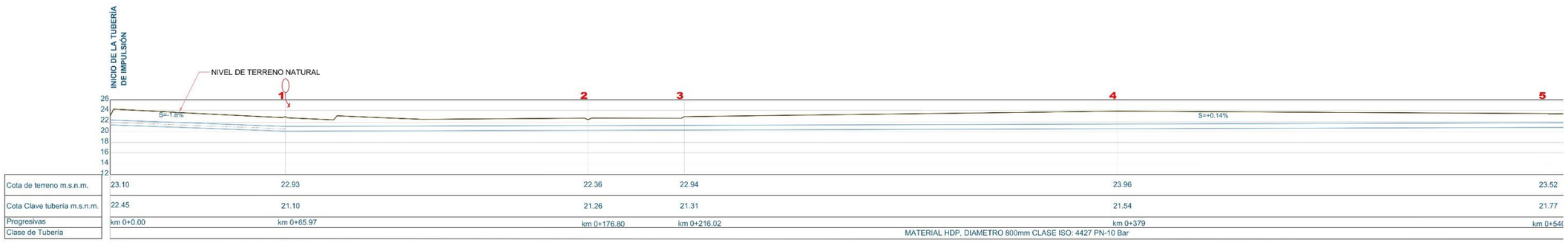
CORTE 2
ESC. S/E



PLANTA
ESC. S/E

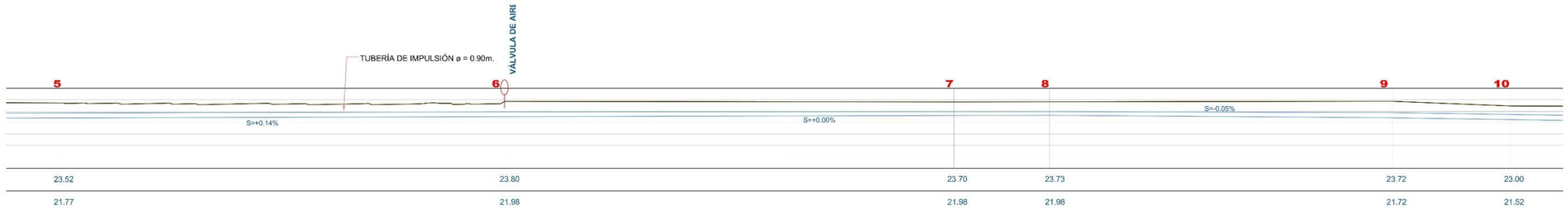
	LEYENDA		PROYECTO:	FECHA:	LÁMINA:
UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS	Simbología	Descripción	PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.	13/07/2024	A-10
		Tanques de celdas HDPE.		ESCALA: 1/500	
		Tubería de conexión entre tanques.			
		Tuberías de impulsión.	PLANO: ESTACIÓN DE BOMBEO 3		

Plano K. Línea de impulsión de estación de bombeo 3



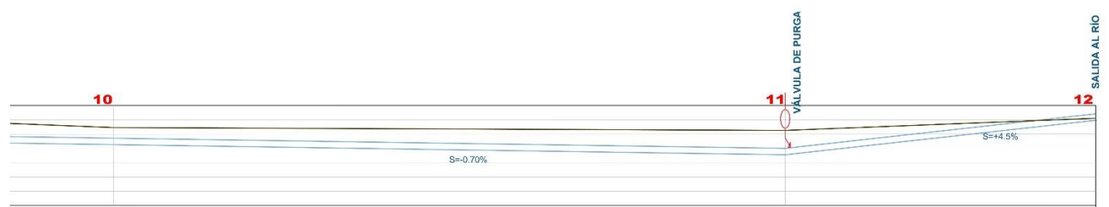
Cota de terreno m.s.n.m.	23.10	22.93	22.36	22.94	23.96	23.52
Cota Clave tubería m.s.n.m.	22.45	21.10	21.26	21.31	21.54	21.77
Progresivas	km 0+0.00	km 0+65.97	km 0+176.80	km 0+216.02	km 0+379	km 0+54(
Clase de Tubería	MATERIAL HDP, DIAMETRO 800mm CLASE ISO: 4427 PN-10 Bar					

LÍNEA DE IMPULSIÓN 3 TRAMO 1
ESC. H: 1/100
ESC. V: 1/50



Cota de terreno m.s.n.m.	23.52	23.80	23.70	23.73	23.72	23.00
Cota Clave tubería m.s.n.m.	21.77	21.98	21.98	21.98	21.72	21.52
Progresivas	km 0+540.7	km 0+695.92	km 0+853.73	km 0+887.36	km 1+007.7	km 1+049.10
Clase de Tubería						

LÍNEA DE IMPULSIÓN 3 TRAMO 2
ESC. H: 1/100
ESC. V: 1/50



Cota de terreno m.s.n.m.	23.00	22.50	24.20
Cota Clave tubería m.s.n.m.	21.52	20.10	25.27
Progresivas	km 1+049.10	km 1+236.60	km 1+350.23
Clase de Tubería			

LÍNEA DE IMPULSIÓN 3 TRAMO 3
ESC. H: 1/100
ESC. V: 1/50

LEYENDA	
Simbología	**Descripción**
	Válvula de aire.
	Válvula de purga.
	Línea de impulsión.

PROYECTO:
PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

PLANO: LÍNEA DE IMPULSIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO 3

FECHA: 13/07/2024

ESCALA: INDICADA

LÁMINA: A-11

Plano L. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
07:47:00	0.40	0.02	0.00	0.00	-	-	Apagadas	-
07:48:00	0.59	0.04	0.02	0.40	-	-	Apagadas	-
07:49:00	0.16	0.01	0.06	0.59	-	-	Apagadas	-
07:50:00	0.20	0.01	0.07	0.16	-	-	Apagadas	-
07:51:00	0.04	0.00	0.08	0.20	-	-	Apagadas	-
07:52:00	0.05	0.00	0.08	0.04	-	-	Apagadas	-
07:53:00	0.05	0.00	0.08	0.05	-	-	Apagadas	-
07:54:00	0.06	0.00	0.08	0.05	-	-	Apagadas	-
07:55:00	0.08	0.00	0.08	0.06	-	-	Apagadas	-
07:56:00	0.08	0.00	0.08	0.08	-	-	Apagadas	-
07:57:00	0.15	0.01	0.08	0.08	-	-	Apagadas	-
07:58:00	0.12	0.01	0.09	0.15	-	-	Apagadas	-
07:59:00	0.13	0.01	0.10	0.12	-	-	Apagadas	-
08:00:00	0.19	0.01	0.11	0.13	-	-	Apagadas	-
08:01:00	0.32	0.02	0.12	0.19	-	-	Apagadas	-
08:02:00	0.25	0.02	0.14	0.32	-	-	Apagadas	-
08:03:00	0.40	0.02	0.16	0.25	-	-	Apagadas	-
08:04:00	0.34	0.02	0.18	0.40	-	-	Apagadas	-
08:05:00	0.67	0.04	0.20	0.34	-	-	Apagadas	-
08:06:00	0.52	0.03	0.24	0.67	-	-	Apagadas	-
08:07:00	0.63	0.04	0.27	0.52	-	-	Apagadas	-
08:08:00	0.71	0.04	0.31	0.63	-	-	Apagadas	-
08:09:00	0.78	0.05	0.35	0.71	-	-	Apagadas	-
08:10:00	0.85	0.05	0.40	0.78	-	-	Apagadas	-
08:11:00	0.92	0.06	0.45	0.85	-	-	Apagadas	-
08:12:00	1.00	0.06	0.51	0.92	-	-	Apagadas	-
08:13:00	1.08	0.06	0.57	1.00	-	-	Apagadas	-
08:14:00	1.16	0.07	0.63	1.08	-	-	Apagadas	-
08:15:00	1.24	0.07	0.70	1.16	-	-	Apagadas	-
08:16:00	1.36	0.08	0.77	1.24	-	-	Apagadas	-
08:17:00	1.50	0.09	0.85	1.36	-	-	Apagadas	-
08:18:00	1.63	0.10	0.94	1.50	-	-	Apagadas	-
08:19:00	1.78	0.11	1.04	1.63	-	-	Apagadas	-
08:20:00	1.94	0.12	1.15	1.78	-	-	Apagadas	-
08:21:00	2.11	0.13	1.27	1.94	-	-	Apagadas	-
08:22:00	2.28	0.14	1.40	2.11	-	-	Apagadas	-
08:23:00	2.47	0.15	1.54	2.28	-	-	Apagadas	-
08:24:00	2.67	0.16	1.69	2.47	-	-	Apagadas	-
08:25:00	2.89	0.17	1.85	2.67	-	-	Apagadas	-
08:26:00	3.11	0.19	2.02	2.89	-	-	Apagadas	-
08:27:00	3.35	0.20	2.21	3.11	-	-	Apagadas	-
08:28:00	3.59	0.22	2.41	3.35	-	-	Apagadas	-
08:29:00	3.83	0.23	2.63	3.59	-	-	Apagadas	-
08:30:00	4.10	0.25	2.86	3.83	-	-	Apagadas	-
08:31:00	4.36	0.26	3.11	4.10	-	-	Apagadas	-
08:32:00	4.64	0.28	3.37	4.36	-	-	Apagadas	-
08:33:00	4.96	0.30	3.65	4.64	-	-	Apagadas	-
08:34:00	5.28	0.32	3.95	4.96	-	-	Apagadas	-
08:35:00	5.62	0.34	4.27	5.28	-	-	Apagadas	-
08:36:00	5.98	0.36	4.61	5.62	-	-	Apagadas	-
08:37:00	6.29	0.38	4.97	5.98	-	-	Apagadas	-
08:38:00	6.62	0.40	5.35	6.29	-	-	Apagadas	-
08:39:00	6.96	0.42	5.75	6.62	-	-	Apagadas	-
08:40:00	7.31	0.44	6.17	6.96	-	-	Apagadas	-
08:41:00	7.68	0.46	6.61	7.31	-	-	Apagadas	-
08:42:00	8.04	0.48	7.07	7.68	-	-	Apagadas	-
08:43:00	8.42	0.51	7.55	8.04	-	-	Apagadas	-
08:44:00	8.81	0.53	8.06	8.42	-	-	Apagadas	-
08:45:00	9.19	0.55	8.59	8.81	-	-	Apagadas	-
08:46:00	9.61	0.58	9.14	9.19	-	-	Apagadas	-
08:47:00	10.04	0.60	9.72	9.61	-	-	Apagadas	-
08:48:00	10.47	0.63	10.32	10.04	-	-	Apagadas	-
08:49:00	10.89	0.65	10.95	10.47	-	-	Apagadas	-
08:50:00	11.33	0.68	11.60	10.89	-	-	Apagadas	-
08:51:00	11.78	0.71	12.28	11.33	-	-	Apagadas	-
08:52:00	12.22	0.73	12.99	11.78	-	-	Apagadas	-
08:53:00	12.70	0.76	13.72	12.22	-	-	Apagadas	-
08:54:00	13.18	0.79	14.48	12.70	-	-	Apagadas	-
08:55:00	13.70	0.82	15.27	13.18	-	-	Apagadas	-
08:56:00	14.24	0.85	16.09	13.70	-	-	Apagadas	-
08:57:00	14.79	0.89	16.94	14.24	-	-	Apagadas	-
08:58:00	15.36	0.92	17.83	14.79	-	-	Apagadas	-
08:59:00	15.94	0.96	18.75	15.36	-	-	Apagadas	-
09:00:00	16.57	0.99	19.71	15.94	-	-	Apagadas	-
09:01:00	17.22	1.03	20.70	16.57	-	-	Apagadas	-
09:02:00	17.90	1.07	21.73	17.22	-	-	Apagadas	-
09:03:00	18.59	1.12	22.80	17.90	-	-	Apagadas	-
09:04:00	19.31	1.16	23.92	18.59	-	-	Apagadas	-
09:05:00	20.02	1.20	25.08	19.31	-	-	Apagadas	-
09:06:00	20.74	1.24	26.28	20.02	-	-	Apagadas	-
09:07:00	21.51	1.29	27.52	20.74	-	-	Apagadas	-
09:08:00	22.26	1.34	28.81	21.51	-	-	Apagadas	-
09:09:00	23.03	1.38	30.15	22.26	-	-	Apagadas	-
09:10:00	23.82	1.43	31.53	23.03	-	-	Apagadas	-
09:11:00	24.61	1.48	32.96	23.82	-	-	Apagadas	-
09:12:00	25.41	1.52	34.44	24.61	-	-	Apagadas	-
09:13:00	26.25	1.58	35.96	25.41	-	-	Apagadas	-
09:14:00	27.12	1.63	37.54	26.25	-	-	Apagadas	-
09:15:00	28.00	1.68	39.17	27.12	-	-	Apagadas	-
09:16:00	28.93	1.74	40.85	28.00	-	-	Apagadas	-
09:17:00	29.89	1.79	42.59	28.93	-	-	Apagadas	-
09:18:00	30.86	1.85	44.38	29.89	-	-	Apagadas	-
09:19:00	31.82	1.91	46.23	30.86	-	-	Apagadas	-
09:20:00	32.80	1.97	48.14	31.82	-	-	Apagadas	-
09:21:00	33.80	2.03	50.11	32.80	-	-	Apagadas	-
09:22:00	34.83	2.09	52.14	33.80	-	-	Apagadas	-
09:23:00	35.86	2.15	54.23	34.83	-	-	Apagadas	-
09:24:00	36.82	2.21	56.38	35.86	-	-	Apagadas	-
09:25:00	37.80	2.27	58.59	36.82	-	-	Apagadas	-
09:26:00	38.82	2.33	60.86	37.80	-	-	Apagadas	-
09:27:00	39.86	2.39	63.19	38.82	-	-	Apagadas	-
09:28:00	40.90	2.45	65.58	39.86	-	-	Apagadas	-
09:29:00	41.97	2.52	68.03	40.90	-	-	Apagadas	-
09:30:00	43.06	2.58	70.55	41.97	-	-	Apagadas	-
09:31:00	44.20	2.65	73.13	43.06	-	-	Apagadas	-
09:32:00	45.37	2.72	75.78	44.20	-	-	Apagadas	-
09:33:00	46.58	2.79	78.50	45.37	-	-	Apagadas	-
09:34:00	47.79	2.87	81.29	46.58	-	-	Apagadas	-
09:35:00	49.05	2.94	84.16	47.79	-	-	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
09:36:00	50.34	3.02	87.10	49.05	-	-	Apagadas	-
09:37:00	51.61	3.10	90.12	50.34	-	-	Apagadas	-
09:38:00	52.91	3.17	93.22	51.61	-	-	Apagadas	-
09:39:00	54.19	3.25	96.39	52.91	-	-	Apagadas	-
09:40:00	55.50	3.33	99.64	54.19	-	-	Apagadas	-
09:41:00	56.81	3.41	102.97	55.50	-	-	Apagadas	-
09:42:00	58.15	3.49	106.38	56.81	-	-	Apagadas	-
09:43:00	59.47	3.57	109.87	58.15	-	-	Apagadas	-
09:44:00	60.84	3.65	113.44	59.47	-	-	Apagadas	-
09:45:00	62.22	3.73	117.09	60.84	-	-	Apagadas	-
09:46:00	63.63	3.82	120.82	62.22	-	-	Apagadas	-
09:47:00	65.08	3.90	124.64	63.63	-	-	Apagadas	-
09:48:00	66.54	3.99	128.54	65.08	-	-	Apagadas	-
09:49:00	68.01	4.08	132.53	66.54	-	-	Apagadas	-
09:50:00	69.52	4.17	136.61	68.01	-	-	Apagadas	-
09:51:00	71.05	4.26	140.78	69.52	-	-	Apagadas	-
09:52:00	72.61	4.36	145.04	71.05	-	-	Apagadas	-
09:53:00	74.20	4.45	149.40	72.61	-	-	Apagadas	-
09:54:00	75.80	4.55	153.85	74.20	-	-	Apagadas	-
09:55:00	77.42	4.65	158.40	75.80	-	-	Apagadas	-
09:56:00	79.07	4.74	163.05	77.42	-	-	Apagadas	-
09:57:00	80.72	4.84	167.79	79.07	-	-	Apagadas	-
09:58:00	82.40	4.94	172.63	80.72	-	-	Apagadas	-
09:59:00	84.07	5.04	177.57	82.40	-	-	Apagadas	-
10:00:00	85.76	5.15	182.61	84.07	-	-	Apagadas	-
10:01:00	87.52	5.25	187.76	85.76	-	-	Apagadas	-
10:02:00	89.36	5.36	193.01	87.52	-	-	Apagadas	-
10:03:00	91.17	5.47	198.37	89.36	-	-	Apagadas	-
10:04:00	92.99	5.58	203.84	91.17	-	-	Apagadas	-
10:05:00	94.83	5.69	209.42	92.99	-	-	Apagadas	-
10:06:00	96.70	5.80	215.11	94.83	-	-	Apagadas	-
10:07:00	98.59	5.92	220.91	96.70	-	-	Apagadas	-
10:08:00	100.50	6.03	226.83	98.59	-	-	Apagadas	-
10:09:00	102.45	6.15	232.86	100.50	-	-	Apagadas	-
10:10:00	104.44	6.27	239.01	102.45	-	-	Apagadas	-
10:11:00	106.46	6.39	245.28	104.44	-	-	Apagadas	-
10:12:00	108.52	6.51	251.67	106.46	-	-	Apagadas	-
10:13:00	110.59	6.64	258.18	108.52	-	-	Apagadas	-
10:14:00	112.69	6.76	264.82	110.59	-	-	Apagadas	-
10:15:00	114.80	6.89	271.58	112.69	-	-	Apagadas	-
10:16:00	116.99	7.02	278.47	114.80	-	-	Apagadas	-
10:17:00	119.21	7.15	285.49	116.99	-	-	Apagadas	-
10:18:00	121.44	7.29	292.64	119.21	-	-	Apagadas	-
10:19:00	123.68	7.42	299.93	121.44	-	-	Apagadas	-
10:20:00	125.95	7.56	307.35	123.68	-	-	Apagadas	-
10:21:00	128.28	7.70	314.91	125.95	-	-	Apagadas	-
10:22:00	130.64	7.84	322.61	128.28	-	-	Apagadas	-
10:23:00	133.05	7.98	330.45	130.64	-	-	Apagadas	-
10:24:00	135.49	8.13	338.43	133.05	-	-	Apagadas	-
10:25:00	137.98	8.28	346.56	135.49	-	-	Apagadas	-
10:26:00	140.53	8.43	354.84	137.98	-	-	Apagadas	-
10:27:00	143.13	8.59	363.27	140.53	-	-	Apagadas	-
10:28:00	145.75	8.75	371.86	143.13	-	-	Apagadas	-
10:29:00	148.42	8.91	380.61	145.75	-	-	Apagadas	-
10:30:00	151.08	9.06	389.52	148.42	-	-	Apagadas	-
10:31:00	153.89	9.23	398.58	151.08	-	-	Apagadas	-
10:32:00	156.71	9.40	407.81	153.89	-	-	Apagadas	-
10:33:00	159.56	9.57	417.21	156.71	-	-	Apagadas	-
10:34:00	162.43	9.75	426.78	159.56	-	-	Apagadas	-
10:35:00	165.33	9.92	436.53	162.43	-	-	Apagadas	-
10:36:00	168.30	10.10	446.45	165.33	-	-	Apagadas	-
10:37:00	171.31	10.28	456.55	168.30	-	-	Apagadas	-
10:38:00	174.41	10.46	466.83	171.31	-	-	Apagadas	-
10:39:00	177.61	10.66	477.29	174.41	-	-	Apagadas	-
10:40:00	180.92	10.86	487.95	177.61	-	-	Apagadas	-
10:41:00	184.28	11.06	498.81	180.92	-	-	Apagadas	-
10:42:00	187.69	11.26	509.87	184.28	-	-	Apagadas	-
10:43:00	191.14	11.47	521.13	187.69	-	-	Apagadas	-
10:44:00	194.61	11.68	532.60	191.14	-	-	Apagadas	-
10:45:00	198.11	11.89	544.28	194.61	-	-	Apagadas	-
10:46:00	201.74	12.10	556.17	198.11	-	-	Apagadas	-
10:47:00	205.47	12.33	568.27	201.74	-	-	Apagadas	-
10:48:00	209.22	12.55	580.60	205.47	-	-	Apagadas	-
10:49:00	213.01	12.78	593.15	209.22	-	-	Apagadas	-
10:50:00	216.86	13.01	605.93	213.01	-	-	Apagadas	-
10:51:00	220.78	13.25	618.94	216.86	-	-	Apagadas	-
10:52:00	224.82	13.49	632.19	220.78	-	-	Apagadas	-
10:53:00	228.97	13.74	645.68	224.82	-	-	Apagadas	-
10:54:00	233.26	14.00	659.42	228.97	-	-	Apagadas	-
10:55:00	237.75	14.27	673.42	233.26	-	-	Apagadas	-
10:56:00	242.31	14.54	687.69	237.75	-	-	Apagadas	-
10:57:00	246.92	14.82	702.23	242.31	-	-	Apagadas	-
10:58:00	251.53	15.09	717.05	246.92	-	-	Apagadas	-
10:59:00	256.18	15.37	732.14	251.53	-	-	Apagadas	-
11:00:00	260.82	15.65	747.51	256.18	-	-	Apagadas	-
11:01:00	265.74	15.94	763.16	260.82	-	-	Apagadas	-
11:02:00	270.76	16.25	779.10	265.74	-	-	Apagadas	-
11:03:00	275.85	16.55	795.35	270.76	-	-	Apagadas	-
11:04:00	281.05	16.86	811.90	275.85	-	-	Apagadas	-
11:05:00	286.37	17.18	828.76	281.05	-	-	Apagadas	-
11:06:00	291.84	17.51	845.94	286.37	-	-	Apagadas	-
11:07:00	297.52	17.85	863.45	291.84	-	-	Apagadas	-
11:08:00	303.46	18.21	881.30	297.52	-	-	Apagadas	-
11:09:00	309.67	18.58	899.51	303.46	-	-	Apagadas	-
11:10:00	315.99	18.96	918.09	309.67	-	-	Apagadas	-
11:11:00	322.44	19.35	937.05	315.99	-	-	Apagadas	-
11:12:00	328.93	19.74	956.40	322.44	-	-	Apagadas	-
11:13:00	335.42	20.13	976.14	328.93	-	-	Apagadas	-
11:14:00	341.92	20.52	996.27	335.42	-	-	Apagadas	-
11:15:00	348.45	20.91	1016.79	341.92	-	-	Apagadas	-
11:16:00	355.44	21.33	1037.70	348.45	-	-	Apagadas	-
11:17:00	362.67	21.76	1059.03	355.44	-	-	Apagadas	-
11:18:00	370.01	22.20	1080.79	362.67	-	-	Apagadas	-
11:19:00	377.55	22.65	1102.99	370.01	-	-	Apagadas	-
11:20:00	385.29	23.12	1125.64	377.55	-	-	Apagadas	-
11:21:00	393.30	23.60	1148.76	385.29	-	-	Apagadas	-
11:22:00	401.70	24.10	1172.36	393.30	-	-	Apagadas	-
11:23:00	410.53	24.63	1196.46	401.70	-	-	Apagadas	-
11:24:00	419.77	25.19	1221.09	410.53	-	-	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
11:25:00	429.30	25.76	1246.28	419.77	-	-	Apagadas	-
11:26:00	438.96	26.34	1272.04	-770.70	-46.24	1225.80	Encendidas	Hora de encendido de bombas, se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 1200 l/s.
11:27:00	448.69	26.92	1298.38	-761.04	-45.66	1180.14	Encendidas	-
11:28:00	458.42	27.51	1325.30	-751.31	-45.08	1135.06	Encendidas	-
11:29:00	468.18	28.09	1352.81	-741.58	-44.49	1090.56	Encendidas	-
11:30:00	477.88	28.67	1380.90	-731.82	-43.91	1046.65	Encendidas	-
11:31:00	488.45	29.31	1409.57	-722.12	-43.33	1003.33	Encendidas	-
11:32:00	499.41	29.96	1438.88	-711.55	-42.69	960.63	Encendidas	-
11:33:00	510.64	30.64	1468.84	-700.59	-42.04	918.60	Encendidas	-
11:34:00	522.25	31.34	1499.48	-689.36	-41.36	877.24	Encendidas	-
11:35:00	534.35	32.06	1530.82	-677.75	-40.67	836.57	Encendidas	-
11:36:00	547.17	32.83	1562.88	-665.65	-39.94	796.63	Encendidas	-
11:37:00	560.91	33.65	1595.71	-652.83	-39.17	757.46	Encendidas	-
11:38:00	575.54	34.53	1629.36	-639.09	-38.35	719.12	Encendidas	-
11:39:00	590.74	35.44	1663.89	-624.46	-37.47	681.65	Encendidas	-
11:40:00	606.20	36.37	1699.33	-609.26	-36.56	645.09	Encendidas	-
11:41:00	621.74	37.30	1735.70	-593.80	-35.63	609.47	Encendidas	-
11:42:00	637.18	38.23	1773.00	-578.26	-34.70	574.77	Encendidas	-
11:43:00	652.59	39.16	1811.23	-562.82	-33.77	541.00	Encendidas	-
11:44:00	668.04	40.08	1850.39	-547.41	-32.84	508.16	Encendidas	-
11:45:00	683.52	41.01	1890.47	531.96	31.92	476.24	Encendidas	-
11:46:00	700.97	42.06	1931.48	-516.48	-30.99	445.25	Encendidas	-
11:47:00	719.18	43.15	1973.54	-499.03	-29.94	415.31	Encendidas	-
11:48:00	737.87	44.27	2016.69	-480.82	-28.85	386.46	Encendidas	-
11:49:00	757.45	45.45	2060.96	-462.13	-27.73	358.73	Encendidas	-
11:50:00	778.38	46.70	2106.41	-442.55	-26.55	332.18	Encendidas	-
11:51:00	801.23	48.07	2153.11	-421.62	-25.30	306.88	Encendidas	-
11:52:00	826.28	49.58	2201.18	-398.77	-23.93	282.95	Encendidas	-
11:53:00	853.15	51.19	2250.76	-373.72	-22.42	260.53	Encendidas	-
11:54:00	880.74	52.84	2301.95	-346.85	-20.81	239.72	Encendidas	-
11:55:00	908.39	54.50	2354.79	-319.26	-19.16	220.56	Encendidas	-
11:56:00	936.10	56.17	2409.29	-291.61	-17.50	203.07	Encendidas	-
11:57:00	963.82	57.83	2465.46	-263.90	-15.83	187.23	Encendidas	-
11:58:00	991.46	59.49	2523.29	-236.18	-14.17	173.06	Encendidas	-
11:59:00	1019.02	61.14	2582.78	-208.54	-12.51	160.55	Encendidas	-
12:00:00	1046.66	62.80	2643.92	-180.98	-10.86	149.69	Encendidas	-
12:01:00	1078.95	64.74	2706.72	-153.34	-9.20	140.49	Encendidas	-
12:02:00	1113.27	66.80	2771.46	-121.05	-7.26	133.23	Encendidas	-
12:03:00	1149.12	68.95	2838.26	-86.73	-5.20	128.02	Encendidas	-
12:04:00	1187.91	71.27	2907.21	-50.88	-3.05	124.97	Encendidas	-
12:05:00	1231.52	73.89	2978.48	-12.09	-0.73	124.25	Encendidas	-
12:06:00	1281.55	76.89	3052.37	31.52	1.89	126.14	Encendidas	-
12:07:00	1337.86	80.27	3129.26	81.55	4.89	131.03	Encendidas	-
12:08:00	1397.43	83.85	3209.53	137.86	8.27	139.30	Encendidas	-
12:09:00	1457.04	87.42	3293.38	197.43	11.85	151.15	Encendidas	-
12:10:00	1515.32	90.92	3380.80	257.04	15.42	166.57	Encendidas	-
12:11:00	1573.24	94.39	3471.72	315.32	18.92	185.49	Encendidas	-
12:12:00	1631.70	97.90	3566.11	373.24	22.39	207.88	Encendidas	-
12:13:00	1690.71	101.44	3664.01	431.70	25.90	233.79	Encendidas	-
12:14:00	1748.85	104.93	3765.45	490.71	29.44	263.23	Encendidas	-
12:15:00	1806.62	108.40	3870.38	548.85	32.93	296.16	Encendidas	-
12:16:00	1867.06	112.02	3978.78	606.62	36.40	332.56	Encendidas	-
12:17:00	1928.88	115.73	4090.80	667.06	40.02	372.58	Encendidas	-
12:18:00	1991.84	119.51	4206.53	728.88	43.73	416.31	Encendidas	-
12:19:00	2057.28	123.44	4326.04	791.84	47.51	463.82	Encendidas	-
12:20:00	2128.29	127.70	4449.48	857.28	51.44	515.26	Encendidas	-
12:21:00	2207.81	132.47	4577.18	928.29	55.70	570.96	Encendidas	-
12:22:00	2291.11	137.47	4709.65	1007.81	60.47	631.43	Encendidas	-
12:23:00	2373.04	142.38	4847.12	1091.11	65.47	696.89	Encendidas	-
12:24:00	2454.51	147.27	4989.50	1173.04	70.38	767.28	Encendidas	-
12:25:00	2535.71	152.14	5136.77	1254.51	75.27	842.55	Encendidas	-
12:26:00	2616.85	157.01	5288.91	1335.71	80.14	922.69	Encendidas	-
12:27:00	2698.25	161.90	5445.92	1416.85	85.01	1007.70	Encendidas	-
12:28:00	2780.10	166.81	5607.82	1498.25	89.90	1097.59	Encendidas	-
12:29:00	2861.76	171.71	5774.63	1580.10	94.81	1192.40	Encendidas	-
12:30:00	2943.14	176.59	5946.34	1661.76	99.71	1292.11	Encendidas	-
12:31:00	3004.61	180.28	6122.93	1743.14	104.59	1396.69	Encendidas	-
12:32:00	3060.43	183.63	6303.21	1804.61	108.28	1504.97	Encendidas	-
12:33:00	3105.00	186.30	6486.84	1860.43	111.63	1616.60	Encendidas	-
12:34:00	3134.74	188.08	6673.14	1905.00	114.30	1730.90	Encendidas	-
12:35:00	3142.75	188.57	6861.22	1934.74	116.08	1846.98	Encendidas	-
12:36:00	3133.16	187.99	7049.79	1942.75	116.57	1963.55	Encendidas	-
12:37:00	3119.56	187.17	7237.78	1933.16	115.99	2079.54	Encendidas	El volumen en el sistema llega a superar los 2000 m3 de capacidad del tanque de concreto. Por ello con el caudal diferencial en este instante se diseña los agujeros de entrada de los tanques SUDS.
12:38:00	3105.57	186.33	7424.95	1919.56	115.17	2194.71	Encendidas	-
12:39:00	3091.50	185.49	7611.28	1905.57	114.33	2309.04	Encendidas	-
12:40:00	3079.01	184.74	7796.77	1891.50	113.49	2422.53	Encendidas	-
12:41:00	3067.13	184.03	7981.51	1879.01	112.74	2535.27	Encendidas	-
12:42:00	3054.37	183.26	8165.54	1867.13	112.03	2647.30	Encendidas	-
12:43:00	3040.72	182.44	8348.80	1854.37	111.26	2758.56	Encendidas	-
12:44:00	3027.69	181.66	8531.24	1840.72	110.44	2869.01	Encendidas	-
12:45:00	3016.17	180.97	8712.90	1827.69	109.66	2978.67	Encendidas	-
12:46:00	3010.51	180.63	8893.87	1816.17	108.97	3087.64	Encendidas	-
12:47:00	3014.98	180.90	9074.50	1810.51	108.63	3196.27	Encendidas	-
12:48:00	3014.03	180.84	9255.40	1814.98	108.90	3305.17	Encendidas	-
12:49:00	2998.07	179.88	9436.24	1814.03	108.84	3414.01	Encendidas	-
12:50:00	2975.85	178.55	9616.12	1798.07	107.88	3521.89	Encendidas	-
12:51:00	2948.97	176.94	9794.67	1775.85	106.55	3628.45	Encendidas	-
12:52:00	2919.36	175.16	9971.61	1748.97	104.94	3733.38	Encendidas	-
12:53:00	2889.47	173.37	10146.77	1719.36	103.16	3836.55	Encendidas	-
12:54:00	2859.30	171.56	10320.14	1689.47	101.37	3937.91	Encendidas	-
12:55:00	2828.24	169.69	10491.70	1659.30	99.56	4037.47	Encendidas	-
12:56:00	2795.98	167.76	10661.39	1628.24	97.69	4135.17	Encendidas	-
12:57:00	2763.22	165.79	10829.15	1595.98	95.76	4230.93	Encendidas	-
12:58:00	2730.56	163.83	10994.94	1563.22	93.79	4324.72	Encendidas	-
12:59:00	2698.14	161.89	11158.77	1530.56	91.83	4416.55	Encendidas	-
13:00:00	2665.19	159.91	11320.66	1498.14	89.89	4506.44	Encendidas	-
13:01:00	2633.54	158.01	11480.57	1465.19	87.91	4594.35	Encendidas	-
13:02:00	2602.31	156.14	11638.58	1433.54	86.01	4680.36	Encendidas	-
13:03:00	2571.80	154.31	11794.72	1402.31	84.14	4764.50	Encendidas	-
13:04:00	2541.69	152.50	11949.03	1371.80	82.31	4846.81	Encendidas	-
13:05:00	2510.96	150.66	12101.53	1341.69	80.50	4927.31	Encendidas	-
13:06:00	2479.34	148.76	12252.19	1310.96	78.66	5005.97	Encendidas	-
13:07:00	2447.72	146.86	12400.95	1279.34	76.76	5082.73	Encendidas	-
13:08:00	2416.45	144.99	12547.81	1247.72	74.86	5157.59	Encendidas	-
13:09:00	2385.51	143.13	12692.80	1216.45	72.99	5230.58	Encendidas	-
13:10:00	2354.50	141.27	12835.93	1185.51	71.13	5301.71	Encendidas	-
13:11:00	2323.28	139.40	12977.20	1154.50	69.27	5370.98	Encendidas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 1.

FECHA:

25/10/2024

ESCALA:

S/E

LÁMINA:

A12

Plano M. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1 (parte 2)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
13:12:00	2291.95	137.52	13116.60	1123.28	67.40	5438.38	Encendidas	-
13:13:00	2260.86	135.65	13254.12	1091.95	65.52	5503.89	Encendidas	-
13:14:00	2229.77	133.79	13389.77	1060.86	63.65	5567.55	Encendidas	-
13:15:00	2198.64	131.92	13523.56	1029.77	61.79	5629.33	Encendidas	-
13:16:00	2169.12	130.15	13655.48	998.64	59.92	5689.25	Encendidas	-
13:17:00	2140.32	128.42	13785.63	969.12	58.15	5747.40	Encendidas	-
13:18:00	2112.34	126.74	13914.05	940.32	56.42	5803.82	Encendidas	-
13:19:00	2084.76	125.09	14040.79	912.34	54.74	5858.56	Encendidas	-
13:20:00	2058.21	123.49	14165.88	884.76	53.09	5911.64	Encendidas	-
13:21:00	2032.83	121.97	14289.37	858.21	51.49	5963.14	Encendidas	-
13:22:00	2007.78	120.47	14411.34	832.83	49.97	6013.11	Encendidas	-
13:23:00	1982.55	118.95	14531.81	807.78	48.47	6061.57	Encendidas	-
13:24:00	1957.15	117.43	14650.76	782.55	46.95	6108.53	Encendidas	-
13:25:00	1931.77	115.91	14768.19	757.15	45.43	6153.95	Encendidas	-
13:26:00	1905.95	114.36	14884.10	731.77	43.91	6197.86	Encendidas	-
13:27:00	1877.19	112.63	14998.46	705.95	42.36	6240.22	Encendidas	-
13:28:00	1845.71	110.74	15111.09	677.19	40.63	6280.85	Encendidas	-
13:29:00	1818.29	109.10	15221.83	645.71	38.74	6319.59	Encendidas	-
13:30:00	1795.93	107.76	15330.93	618.29	37.10	6356.69	Encendidas	-
13:31:00	1774.37	106.46	15438.69	595.93	35.76	6392.44	Encendidas	-
13:32:00	1752.07	105.12	15545.15	574.37	34.46	6426.91	Encendidas	-
13:33:00	1730.44	103.83	15650.27	552.07	33.12	6460.03	Encendidas	-
13:34:00	1709.56	102.57	15754.10	530.44	31.83	6491.86	Encendidas	-
13:35:00	1689.48	101.37	15856.67	509.56	30.57	6522.43	Encendidas	-
13:36:00	1670.54	100.23	15958.04	489.48	29.37	6551.80	Encendidas	-
13:37:00	1652.20	99.13	16058.27	470.54	28.23	6580.03	Encendidas	-
13:38:00	1633.72	98.02	16157.40	452.20	27.13	6607.16	Encendidas	-
13:39:00	1615.18	96.91	16255.42	433.72	26.02	6633.19	Encendidas	-
13:40:00	1596.76	95.81	16352.33	415.18	24.91	6658.10	Encendidas	-
13:41:00	1578.37	94.70	16448.14	396.76	23.81	6681.90	Encendidas	-
13:42:00	1559.88	93.59	16542.84	378.37	22.70	6704.61	Encendidas	-
13:43:00	1541.47	92.49	16636.43	359.88	21.59	6726.20	Encendidas	-
13:44:00	1523.09	91.39	16728.92	341.47	20.49	6746.69	Encendidas	-
13:45:00	1504.62	90.28	16820.31	323.09	19.39	6766.07	Encendidas	-
13:46:00	1486.68	89.20	16910.59	304.62	18.28	6784.35	Encendidas	-
13:47:00	1468.84	88.13	16999.79	286.68	17.20	6801.55	Encendidas	-
13:48:00	1451.09	87.07	17087.92	268.84	16.13	6817.68	Encendidas	-
13:49:00	1433.75	86.03	17174.99	251.09	15.07	6832.75	Encendidas	-
13:50:00	1417.30	85.04	17261.02	233.75	14.03	6846.77	Encendidas	-
13:51:00	1401.95	84.12	17346.06	217.30	13.04	6859.81	Encendidas	-
13:52:00	1387.16	83.23	17430.18	201.95	12.12	6871.93	Encendidas	-
13:53:00	1372.49	82.35	17513.41	187.16	11.23	6883.16	Encendidas	-
13:54:00	1357.83	81.47	17595.76	172.49	10.35	6893.51	Encendidas	-
13:55:00	1343.17	80.59	17677.23	157.83	9.47	6902.98	Encendidas	-
13:56:00	1328.51	79.71	17757.82	143.17	8.59	6911.57	Encendidas	-
13:57:00	1313.81	78.83	17837.53	128.51	7.71	6919.28	Encendidas	-
13:58:00	1299.13	77.95	17916.36	113.81	6.83	6926.10	Encendidas	-
13:59:00	1284.52	77.07	17994.31	99.13	5.95	6932.05	Encendidas	-
14:00:00	1270.08	76.20	18071.38	84.52	5.07	6937.12	Encendidas	-
14:01:00	1256.43	75.39	18147.58	70.08	4.20	6941.33	Encendidas	-
14:02:00	1243.35	74.60	18222.97	56.43	3.39	6944.71	Encendidas	-
14:03:00	1230.66	73.84	18297.57	43.35	2.60	6947.32	Encendidas	-
14:04:00	1218.31	73.10	18371.41	30.66	1.84	6949.15	Encendidas	-
14:05:00	1206.62	72.40	18444.51	18.31	1.10	6950.25	Encendidas	-
14:06:00	1195.76	71.75	18516.91	6.62	0.40	6950.65	Encendidas	En este instante se llega al punto máximo del límite de la capacidad del sistema (7000 m3).
14:07:00	1185.34	71.12	18588.66	-4.24	-0.25	6950.40	Encendidas	-
14:08:00	1174.72	70.48	18659.78	-14.66	-0.88	6949.52	Encendidas	-
14:09:00	1163.56	69.81	18730.26	-25.28	-1.52	6948.00	Encendidas	-
14:10:00	1152.09	69.13	18800.07	-36.44	-2.19	6945.81	Encendidas	-
14:11:00	1140.62	68.44	18869.20	-47.91	-2.87	6942.94	Encendidas	-
14:12:00	1129.20	67.75	18937.64	-59.38	-3.56	6939.38	Encendidas	-
14:13:00	1117.69	67.06	19005.39	-70.80	-4.25	6935.13	Encendidas	-
14:14:00	1105.83	66.35	19072.45	-82.31	-4.94	6930.19	Encendidas	-
14:15:00	1093.60	65.62	19138.80	-94.17	-5.65	6924.54	Encendidas	-
14:16:00	1081.50	64.89	19204.42	-106.40	-6.38	6918.16	Encendidas	-
14:17:00	1069.54	64.17	19269.31	-118.50	-7.11	6911.05	Encendidas	-
14:18:00	1057.73	63.46	19333.48	-130.46	-7.83	6903.22	Encendidas	-
14:19:00	1046.10	62.77	19396.94	-142.27	-8.54	6894.68	Encendidas	-
14:20:00	1034.87	62.09	19459.71	-153.90	-9.23	6885.45	Encendidas	-
14:21:00	1024.22	61.45	19521.80	-165.13	-9.91	6875.54	Encendidas	-
14:22:00	1013.97	60.84	19583.25	-175.78	-10.55	6864.99	Encendidas	-
14:23:00	1003.92	60.24	19644.09	-186.03	-11.16	6853.83	Encendidas	-
14:24:00	993.86	59.63	19704.33	-196.08	-11.76	6842.07	Encendidas	-
14:25:00	983.85	59.03	19763.96	-206.14	-12.37	6829.70	Encendidas	-
14:26:00	973.88	58.43	19822.99	-216.15	-12.97	6816.73	Encendidas	-
14:27:00	963.96	57.84	19881.42	-626.12	-37.57	6779.16	Encendidas	-
14:28:00	954.09	57.25	19939.26	-636.04	-38.16	6741.00	Encendidas	-
14:29:00	944.23	56.65	19996.51	-645.91	-38.75	6702.24	Encendidas	-
14:30:00	934.41	56.06	20053.16	-655.77	-39.35	6662.90	Encendidas	-
14:31:00	924.85	55.49	20109.22	-665.59	-39.94	6622.96	Encendidas	-
14:32:00	915.49	54.93	20164.71	-675.15	-40.51	6582.45	Encendidas	-
14:33:00	906.20	54.37	20219.64	-684.51	-41.07	6541.38	Encendidas	-
14:34:00	897.05	53.82	20274.01	-693.80	-41.63	6499.76	Encendidas	-
14:35:00	888.14	53.29	20327.83	-702.95	-42.18	6457.58	Encendidas	-
14:36:00	879.67	52.78	20381.12	-711.86	-42.71	6414.87	Encendidas	-
14:37:00	871.57	52.29	20433.90	-720.33	-43.22	6371.65	Encendidas	-
14:38:00	863.66	51.82	20486.19	-728.43	-43.71	6327.94	Encendidas	-
14:39:00	855.78	51.35	20538.01	-736.34	-44.18	6283.76	Encendidas	-
14:40:00	847.90	50.87	20589.36	-744.22	-44.65	6239.11	Encendidas	-
14:41:00	840.02	50.40	20640.23	-752.10	-45.13	6193.98	Encendidas	-
14:42:00	832.19	49.93	20690.63	-759.98	-45.60	6148.38	Encendidas	-
14:43:00	824.38	49.46	20740.56	-767.81	-46.07	6102.31	Encendidas	-
14:44:00	816.57	48.99	20790.02	-775.62	-46.54	6055.78	Encendidas	-
14:45:00	808.79	48.53	20839.01	-783.43	-47.01	6008.77	Encendidas	-
14:46:00	801.17	48.07	20887.54	-791.21	-47.47	5961.30	Encendidas	-
14:47:00	793.63	47.62	20935.61	-798.83	-47.93	5913.37	Encendidas	-
14:48:00	786.16	47.17	20983.23	-806.37	-48.38	5864.99	Encendidas	-
14:49:00	778.82	46.73	21030.40	-813.84	-48.83	5816.16	Encendidas	-
14:50:00	771.64	46.30	21077.13	-821.18	-49.27	5766.89	Encendidas	-
14:51:00	764.78	45.89	21123.43	-428.36	-25.70	5741.18	Encendidas	-
14:52:00	758.25	45.50	21169.32	-435.22	-26.11	5715.07	Encendidas	-
14:53:00	751.86	45.11	21214.82	-441.75	-26.51	5688.57	Encendidas	-
14:54:00	745.50	44.73	21259.93	-448.14	-26.89	5661.68	Encendidas	-
14:55:00	739.13	44.35	21304.66	-454.50	-27.27	5634.41	Encendidas	-
14:56:00	732.79	43.97	21349.01	-460.87	-27.65	5606.76	Encendidas	-
14:57:00	726.47	43.59	21392.98	-467.21	-28.03	5578.72	Encendidas	-
14:58:00	720.18	43.21	21436.57	-473.53	-28.41	5550.31	Encendidas	-
14:59:00	713.89	42.83	21479.78	-479.82	-28.79	5521.52	Encendidas	-
15:00:00	707.48	42.45	21522.61	-486.11	-29.17	5492.35	Encendidas	-
15:01:00	701.26	42.08	21565.06	-492.52	-29.55	5462.80	Encendidas	-
15:02:00	695.18	41.71	21607.14	-498.74	-29.92	5432.88	Encendidas	-
15:03:00	689.13	41.35	21648.85	-504.82	-30.29	5402.59	Encendidas	-
15:04:00	683.18	40.99	21690.20	-510.87	-30.65	5371.94	Encendidas	-
15:05:00	677.37	40.64	21731.19	-516.82	-31.01	5340.93	Encendidas	-
15:06:00	671.80	40.31	21771.83	-522.63	-31.36	5309.57	Encendidas	-
15:07:00	666.42	39.99	21812.14	-528.20	-31.69	5277.88	Encendidas	-
15:08:00	661.12	39.67	21852.13	-533.58	-32.01	5245.86	Encendidas	-
15:09:00	655.89	39.35	21891.80	-538.88	-32.33	5213.53	Encendidas	-
15:10:00	650.71	39.04	21931.15	-544.11	-32.65	5180.88	Encendidas	-
15:11:00	645.60	38.74	21970.19	-549.29	-32.96	5147.93	Encendidas	-
15:12:00	640.46	38.43	22008.93	-554.40	-33.26	5114.66	Encendidas	-
15:13:00	635.30	38.12	22047.36	-559.54	-33.57	5081.09	Encendidas	-
15:14:00	630.16	37.81	22085.48	-564.70	-33.88	5047.21	Encendidas	-
15:15:00	625.02	37.50	22123.29	-569.84	-34.19	5013.02	Encendidas	El volumen en el sistema llega a superar los 5000 m3 de capacidad de los tanques SUDS. Por ello con el caudal diferencial en este instante se diseña los agujeros de salida tanques SUDS.
15:16:00	619.95	37.20	22160.79	-574.98	-34.50	4978.52	Encendidas	-
15:17:00	614.95	36.90	22197.99	-580.05	-34.80	4943.72	Encendidas	-
15:18:00	609.99	36.60	22234.89	-585.05	-35.10	4908.61	Encendidas	-
15:19:00	605.08	36.30	22271.49	-590.01	-35.40	4873.21	Encendidas	-
15:20:00	600.27	36.02	22307.79	-594.92	-35.70	4837.52	Encendidas	-
15:21:00	595.63	35.74	22343.81	-599.73	-35.98	4801.53	Encendidas	-
15:22:00	591.16	35.47	22379.55	-604.37	-36.26	4765.27	Encendidas	-
15:23:00	586.80	35.21	22415.02	-608.84	-36.53	4728.74	Encendidas	-
15:24:00	582.48	34.95	22450.23	-613.20	-36.79	4691.95	Encendidas	-
15:25:00	578.18	34.69	22485.18	-617.52	-37.05	4654.90	Encendidas	-
15:26:00	573.90	34.43	22519.87	-621.82	-37.31	4617.59	Encendidas	-
15:27:00	569.64	34.18	22554.30	-626.10	-37.57	4580.02	Encendidas	-
15:28:00	565.38	33.92	22588.48	-630.36	-37.82	4542.20	Encendidas	-
15:29:00	561.13	33.67	22622.40	-634.62	-38.08	4504.12	Encendidas	-
15:30:00	556.90	33.41	22656.07	-638.87	-38.33	4465.79	Encendidas	-
15:31:00	552.73	33.16	22689.48	-643.10	-38.59	4427.21	Encendidas	-
15:32:00	548.62	32.92	22722.64	-647.27	-38.84	4388.37	Encendidas	-
15:33:00	544.51	32.67	22755.56	-651.38	-39.08	4349.29	Encendidas	-
15:34:00	540.46	32.43	22788.23	-655.49	-39.33	4309.96	Encendidas	-
15:35:00	536.47	32.19	22820.66	-659.54	-39.57	4270.39	Encendidas	-
15:36:00	532.60	31.96	22852.85	-663.53	-39.81	4230.57	Encendidas	-
15:37:00	528.89	31.73	22884.81	-667.40	-40.04	4190.53	Encendidas	-
15:38:00	525.24	31.51	22916.54	-671.11	-40.27	4150.26	Encendidas	-
15:39:00	521.64	31.30	22948.05	-674.76	-40.49	4109.78	Encendidas	-
15:40:00	518.07	31.08	22979.35	-678.36	-40.70	4069.08	Encendidas	-
15:41:00	514.51	30.87	23010.43	-681.93	-40.92	4028.16	Encendidas	-
15:42:00	510.94	30.66	23041.30	-685.49	-41.13	3987.03	Encendidas	-
15:43:00	507.38	30.44	23071.96	-689.06	-41.34	3945.69	Encendidas	-
15:44:00	503.81	30.23	23102.40	-692.62	-41.56	3904.13	Encendidas	-
15:45:00	500.24	30.01	23132.63	-696.19	-41.77	3862.36	Encendidas	-
15:46:00	496.72	29.80	23162.64	-699.76	-41.99	3820.37	Encendidas	-
15:47:00	493.22	29.59	23192.44	-703.28	-42.20	3778.18	Encendidas	-
15:48:00	489.74	29.38	23222.03	-706.78	-42.41	3735.77	Encendidas	-
15:49:00	486.27	29.18	23251.41	-710.26	-42.62	3693.15	Encendidas	-
15:50:00	482.87	28.97	23280.59	-713.73	-42.82	3650.33	Encendidas	-
15:51:00	479.54	28.77	23309.56	-717.13	-43.03	3607.30	Encendidas	-
15:52:00	476.29	28.58	23338.33	-720.46	-43.23	3564.07	Encendidas	-
15:53:00	473.13	28.39	23366.91	-723.71	-43.42	3520.65	Encendidas	-
15:54:00	469.99	28.20	23395.30	-726.87	-43.61	3477.04	Encendidas	-
15:55:00	466.88	28.01	23423.50	-730.01	-43.80	3433.24	Encendidas	-
15:56:00	463.78	27.83	23451.51	-733.12	-43.99	3389.25	Encendidas	-
15:57:00	460.69	27.64	23479.34	-736.22	-44.17	3345.08	Encendidas	-
15:58:00	457.58	27.45	23506.98	-739.31	-44.36	3300.72	Encendidas	-
15:59:00	454.49	27.27	23534.43	-742.42	-44.55	3256.17	Encendidas	-
16:00:00	451.39	27.08	23561.70	-745.51	-44.73	3211.44	Encendidas	-
16:01:00	448.33	26.90	23588.78	-748.61	-44.92	3166.53	Encendidas	-
16:02:00	445.29	26.72	23615.68	-751.67	-45.10	3121.43	Encendidas	-
16:03:00	442.25	26.54	23642.40	-754.71	-45.28	3076.14	Encendidas	-
16:04:00	439.22	26.35	23668.94	-757.75	-45.47	3030.68	Encendidas	-
16:05:00	436.24	26.17	23695.29	-760.78	-45.65	2985.03	Encendidas	-
16:06:00	433.34	26.00	23721.46	-763.76	-45.83	2939.21	Encendidas	-
16:07:00	430.51	25.83	23747.46	-766.66	-46.00	2893.21	Encendidas	-
16:08:00	427.73	25.66	23773.29	-769.49	-46.17	2847.04	Encendidas	-
16:09:00	425.00	25.50	23798.95	-772.27	-46.34	2800.70	Encendidas	-
16:10:00	422.26	25.34	23824.45	-775.00	-46.50	2754.20	Encendidas	-
16:11:00	419.57	25.17	23849.79	-777.74	-46.66	2707.54	Encendidas	-
16:12:00	416.86	25.01	23874.96	-780.43	-46.83	2660.71	Encendidas	-
16:13:00	414.17	24.85	23899.97	-783.14	-46.99	2613.72	Encendidas	-
16:14:00	411.47	24.69	23924.82	-785.83	-47.15	2566.57	Encendidas	-
16:15:00	408.77	24.53	23949.51	-788.53	-47.31	2519.26	Encendidas	-
16:16:00	406.13	24.37	23974.04	-791.23	-47.47	2471.79	Encendidas	-
16:17:00	403.48	24.21	23998.41	-793.87	-47.63	2424.16	Encendidas	-
16:18:00	400.85	24.05	24022.62	-796.52	-47.79	2376.36	Encendidas	-
16:19:00	398.24	23.89	24046.67	-799.15	-47.95	2328.42	Encendidas	-
16:20:00	395.65	23.74	24070.56	-801.76	-48.11	2280.31	Encendidas	-
16:21:00	393.14	23.59	24094.30	-804.35	-48.26	2232.05	Encendidas	-
16:22:00	390.68	23.44	24117.89	-806.86	-48.41	2183.64	Encendidas	-
16:23:00	388.27	23.30	24141.33	-809.32	-48.56	2135.08	Encendidas	-
16:24:00	385.89	23.15	24164.63	-811.73	-48.70	2086.37	Encendidas	-
16:25:00	383.54	23.01	24187.78	-814.11	-48.85	2037.53	Encendidas	-
16:26:00	381.20	22.87	24210.79	-816.46	-48.99	1988.54	Encendidas	-
16:27:00	378.87	22.73	24233.66	-818.80	-49.13	1939.41	Encendidas	-
16:28:00	376.56	22.59	24256.39	-821.13	-49.27	1890.14	Encendidas	-
16:29:00	374.23	22.45	24278.98	-823.44	-49.41	1840.74	Encendidas	-
16:30:00	371.90	22.31	24301.43	-825.77	-49.55	1791.19	Encendidas	-
16:31:00	369.60	22.18	24323.74	-828.10	-49.69	1741.51	Encendidas	-
16:32:00	367.33	22.04	24345.92	-830.40	-49.82	1691.68	Encendidas	-
16:33:00	365.08	21.90	24367.96	-832.67	-49.96	1641.72	Encendidas	-
16:34:00	362.84	21.77	24389.86	-834.92	-50.10	1591.63	Encendidas	-
16:35:00	360.61	21.64	24411.63	-837.16	-50.23	1541.40	Encendidas	-
16:36:00	358.43	21.51	24433.27	-839.39	-50.36	1491.03	Encendidas	-
16:37:00	356.30	21.38	24454.78	-841.57	-50.49	1440.54	Encendidas	-
16:38:00	354.21	21.25	24476.16	-843.70	-50.62	1389.92	Encendidas	-
16:39:00	352.16	21.13	24497.41	-845.79	-50.75	1339.17	Encendidas	-
16:40:00	350.14	21.01	24518.54	-847.84	-50.87	1288.30	Encendidas	-
16:41:00	348.11	20.89	24539.55	-849.86	-50.99	1237.31	Encendidas	-
16:42:00	346.10	20.77	24560.44	-851.89	-51.11	1186.19	Encendidas	-
16:43:00	344.09	20.65	24581.21	-853.90	-51.23	1134.96	Encendidas	-
16:44:00	342.07	20.52	24601.86	-855.91	-51.35	1083.61	Encendidas	-
16:45:00	340.07	20.40	24622.38	-857.93	-51.48	1032.13	Encendidas	-
16:46:00	338.08	20.28	24642.78	-859.93	-51.60	980.53	Encendidas	-
16:47:00	336.11	20.17	24663.06	-861.92	-51.72	928.82	Encendidas	-
16:48:00	334.16	20.05	24683.23	-863.89	-51.83	876.99	Encendidas	-
16:49:00	332.19	19.93	24703.28	-865.84	-51.95	825.04	Encendidas	-
16:50:00	330.26	19.82	24723.21	-867.81	-52.07	772.97	Encendidas	-
16:51:00	328.36	19.70	24743.03	-869.74	-52.18	720.78	Encendidas	-
16:52:00	326.50	19.59	24762.73	-871.64	-52.30	668.48	Encendidas	-
16:53:00	324.67	19.48	24782.32	-873.50	-52.41	616.07	Encendidas	-
16:54:00	322.88	19.37	24801.80	-875.33	-52.52	563.55	Encendidas	-
16:55:00	321.10	19.27	24821.17	-877.12	-52.63	510.93	Encendidas	-
16:56:00	319.33	19.16	24840.44	-878.90	-52.73	458.19	Encendidas	-
16:57:00	317.56	19.05	24859.60	-880.67	-52.84	405.35	Encendidas	-
16:58:00	315.81	18.95	24878.65	-882.44	-52.95	352.41	Encendidas	-
16:59:00	314.05	18.84	24897.60	-884.19	-53.05	299.35	Encendidas	-
17:00:00	312.29	18.74	24916.44	-885.95	-53.16	246.20	Encendidas	-
17:01:00	310.57	18.63	24935.18	-887.71	-53.26	192.94	Encendidas	-
17:02:00	308.85	18.53	24953.81	-889.43	-53.37	139.57	Encendidas	-
17:03:00	307.12	18.43	24972.34	-891.15	-53.47	86.10	Encendidas	-
17:04:00	305.43	18.33	24990.77	-892.88	-53.57	32.53	Encendidas	-
17:05:00	303.75	18.23	25009.10	305.43	18.33	50.85	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques.
17:06:00	302.09	18.13	25027.33	303.75	18.23	69.08	Apagadas	-
17:07:00	300.46	18.03	25045.46	302.09	18.13	87.20	Apagadas	-
17:08:00	298.85	17.93	25063.49	300.46	18.03	105.23	Apagadas	-
17:09:00	297.30	17.84	25081.42	298.85	17.93	123.16	Apagadas	-
17:10:00	295.74	17.74	25099.26	297.30	17.84	141.00	Apagadas	-
17:11:00	294.20	17.65	25117.00	295.74	17.74	158.74	Apagadas	-
17:12:00	292.68	17.56	25134.65	294.20	17.65	176.40	Apagadas	-
17:13:00	291.14	17.47	25152.21	292.68	17.56	193.96	Apagadas	-
17:14:00	289.61	17.38	25169.68	291.14	17.47	211.43	Apagadas	-
17:15:00	288.08	17.28	25187.06	289.61	17.38	228.80	Apagadas	-
17:16:00	286.55	17.19	25204.34	288.08	17.28	246.09	Apagadas	-
17:17:00	285.05	17.10	25221.53	286.55	17.19	263.28	Apagadas	-
17:18:00	283.56	17.01	25238.63	285.05	17.10	280.38	Apagadas	-
17:19:00	282.08	16.92	25255.64	283.56	17.01	297.40	Apagadas	-
17:20:00	280.60	16.84	25272.56	282.08	16.92	314.32	Apagadas	-
17:21:00	279.12	16.75	25289.40	280.60	16.84	331.16	Apagadas	-
17:22:00	277.68	16.66	25306.15	279.12	16.75	347.91	Apagadas	-
17:23:00	276.27	16.58	25322.81	277.68	16.66	364.57	Apagadas	-
17:24:00	274.87	16.49	25339.39	276.27	16.58	381.14	Apagadas	-
17:25:00	273.49	16.41	25355.88	274.87	16.49	397.63	Apagadas	-
17:26:00	272.13	16.33	25372.29	273.49	16.41	414.04	Apagadas	-
17:27:00	270.76	16.25	25388.62	272.13	16.33	430.37	Apagadas	-
17:28:00	269.40	16.16	25404.87	270.76	16.25	446.62	Apagadas	-
17:29:00	268.03	16.08	25421.03	269.40	16.16	462.78	Apagadas	-
17:30:00	266.68	16.00	25437.11	268.03	16.08	478.86	Apagadas	-
17:31:00	265.34	15.92	25453.11	266.68	16.00	494.86	Apagadas	-
17:32:00	263.99	15.84	25469.03	265.34	15.92	510.78	Apagadas	-
17:33:00	262.67	15.76	25484.87	263.99	15.84	526.62	Apagadas	-
17:34:00	261.34	15.68	25500.63	262.67	15.76	542.38	Apagadas	-
17:35:00	260.02	15.60	25516.31	261.34	15.68	558.06	Apagadas	-
17:36:00	258.71	15.52	25531.91	260.02	15.60	573.67	Apagadas	-
17:37:00	257.44	15.45	25547.43	258.71	15.52	589.19	Apagadas	-
17:38:00	256.18	15.37	25562.88	257.44	15.45	604.63	Apagadas	-
17:39:00	254.94	15.30	25578.25	256.18	15.37	620.01	Apagadas	-
17:40:00	253.71	15.22	25593.55	254.94	15.30	635.30	Apagadas	-
17:41:00	252.50	15.15	25608.77	253.71	15.22	650.52	Apagadas	-
17:42:00	251.29	15.08	25623.92	252.50	15.15	665.67	Apagadas	-
17:43:00	250.09	15.01	25639.00	251.29	15.08	680.75	Apagadas	-
17:44:00	248.88	14.93	25654.01	250.09	15.01	695.76	Apagadas	-
17:45:00	247.69	14.86	25668.94	248.88	14.93	710.69	Apagadas	-
17:46:00	246.51	14.79	25683.80	247.69	14.86	725.55	Apagadas	-
17:47:00	245.33	14.72	25698.59	246.51	14.79	740.34	Apagadas	-
17:48:00	244.16	14.65	25713.31	245.33	14.72	755.06	Apagadas	-
17:49:00	242.99	14.58	25727.96	244.16	14.65	769.71	Apagadas	-
17:50:00	241.82	14.51	25742.54	242.99	14.58	784.29	Apagadas	-
17:51:00	240.67	14.44	25757.05	241.82	14.51	798.80	Apagadas	-
17:52:00	239.54	14.37	25771.49	240.67	14.44	813.24	Apagadas	-
17:53:00	238.42	14.31	25785.86	239.54	14.37	827.61	Apagadas	-
17:54:00	237.31	14.24	25800.17	238.42	14.31	841.92	Apagadas	-
17:55:00	236.24	14.17	25814.41	237.31	14.24	856.16	Apagadas	-
17:56:00	235.17	14.11	25828.58	236.24	14.17	870.33	Apagadas	-
17:57:00	234.10	14.05	25842.69	235.17	14.11	884.44	Apagadas	-
17:58:00	233.02	13.98	25856.74	234.10	14.05	898.49	Apagadas	-
17:59:00	231.95	13.92	25870.72	233.02	13.98	912.47	Apagadas	-
18:00:00	230.89	13.85	25884.64	231.95	13.92	926.38	Apagadas	-
18:01:00	229.83	13.79	25898.49	230.89	13.85	940.24	Apagadas	-
18:02:00	228.77	13.73	25912.28	229.83	13.79	954.03	Apagadas	-
18:03:00	227.72	13.66	25926.01	228.77	13.73	967.75	Apagadas	-
18:04:00	226.67	13.60	25939.67	227.72	13.66	981.42	Apagadas	-
18:05:00	225.64	13.54	25953.27	226.67	13.60	995.02	Apagadas	-
18:06:00	224.61	13.48	25966.81	225.64	13.54	1008.56	Apagadas	-
18:07:00	223.59	13.42	25980.29	224.61	13.48	1022.03	Apagadas	-
18:08:00	222.59	13.36	25993.71	223.59	13.42	1035.45	Apagadas	-
18:09:00	221.61	13.30	26007.07	222.59	13.36	1048.80	Apagadas	-
18:10:00	220.63	13.24	26020.37	221.61	13.30	1062.10	Apagadas	-
18:11:00	219.66	13.18	26033.61	220.63	13.24	1075.34	Apagadas	-
18:12:00	218.70	13.12	26046.79	219.66	13.18	1088.52	Apagadas	-
18:13:00	217.74	13.06	26059.91	218.70	13.12	1101.64	Apagadas	-
18:14:00	216.80	13.01	26072.97	217.74	13.06	1114.70	Apagadas	-
18:15:00	215.85	12.95	26085.98	216.80	13.01	1127.71	Apagadas	-
18:16:00	214.90	12.89	26098.93	215.85	12.95	1140.66	Apagadas	-
18:17:00	213.95	12.84	26111.82	214.90	12.89	1153.56	Apagadas	-
18:18:00	213.02	12.78	26124.66	213.95	12.84	1166.39	Apagadas	-
18:19:00	212.07	12.72	26137.44	213.02	12.78	1179.18	Apagadas	-
18:20:00	211.14	12.67	26150.16	212.07	12.72	1191.90	Apagadas	-
18:21:00	210.22	12.61	26162.83	211.14	12.67	1204.57	Apagadas	-
18:22:00	209.31	12.56	26175.44	210.22	12.61	1217.18	Apagadas	-
18:23:00	208.41	12.50	26188.00	209.31	12.56	1229.74	Apagadas	-
18:24:00	207.52	12.45	26200.50	208.41	12.50	1242.24	Apagadas	-
18:25:00	206.64	12.40	26212.95	207.52	12.45	1254.70	Apagadas	-
18:26:00	205.77	12.35	26225.35	206.64	12.40	1267.09	Apagadas	-
18:27:00	204.91	12.29	26237.70	205.77	12.35	1279.44	Apagadas	-
18:28:00	204.05	12.24	26249.99	204.91	12.29	1291.73	Apagadas	-
18:29:00	203.20	12.19	26262.23	204.05	12.24	1303.98	Apagadas	-
18:30:00	202.34	12.14	26274.42	203.20	12.19	1316.17	Apagadas	-
18:31:00	201.50	12.09	26286.56	202.34	12.14	1328.31	Apagadas	-
18:32:00	200.67	12.04	26298.65	201.50	12.09	1340.40	Apagadas	-
18:33:00	199.82	11.99	26310.69	200.67	12.04	1352.44	Apagadas	-
18:34:00	199.00	11.94	26322.68	199.82	11.99	1364.43	Apagadas	-
18:35:00	198.17	11.89	26334.62	199.00	11.94	1376.37	Apagadas	-
18:36:00	197.34	11.84	26346.51	198.17	11.89	1388.26	Apagadas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 1.

FECHA:

25/10/2024

ESCALA:

S/E

LÁMINA:

A13

Plano N. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 1 (parte 3)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
18:37:00	196.53	11.79	26358.35	197.34	11.84	1400.10	Apagadas	-
18:38:00	195.75	11.75	26370.14	196.53	11.79	1411.89	Apagadas	-
18:39:00	194.95	11.70	26381.89	195.75	11.75	1423.64	Apagadas	-
18:40:00	194.17	11.65	26393.59	194.95	11.70	1435.33	Apagadas	-
18:41:00	193.38	11.60	26405.24	194.17	11.65	1446.98	Apagadas	-
18:42:00	192.61	11.56	26416.84	193.38	11.60	1458.59	Apagadas	-
18:43:00	191.84	11.51	26428.40	192.61	11.56	1470.14	Apagadas	-
18:44:00	191.08	11.46	26439.91	191.84	11.51	1481.65	Apagadas	-
18:45:00	190.31	11.42	26451.37	191.08	11.46	1493.12	Apagadas	-
18:46:00	189.55	11.37	26462.79	190.31	11.42	1504.54	Apagadas	-
18:47:00	188.79	11.33	26474.16	189.55	11.37	1515.91	Apagadas	-
18:48:00	188.04	11.28	26485.49	188.79	11.33	1527.24	Apagadas	-
18:49:00	187.27	11.24	26496.77	188.04	11.28	1538.52	Apagadas	-
18:50:00	186.52	11.19	26508.01	187.27	11.24	1549.76	Apagadas	-
18:51:00	185.77	11.15	26519.20	186.52	11.19	1560.95	Apagadas	-
18:52:00	185.03	11.10	26530.35	185.77	11.15	1572.09	Apagadas	-
18:53:00	184.31	11.06	26541.45	185.03	11.10	1583.20	Apagadas	-
18:54:00	183.59	11.02	26552.51	184.31	11.06	1594.25	Apagadas	-
18:55:00	182.87	10.97	26563.53	183.59	11.02	1605.27	Apagadas	-
18:56:00	182.15	10.93	26574.50	182.87	10.97	1616.24	Apagadas	-
18:57:00	181.45	10.89	26585.43	182.15	10.93	1627.17	Apagadas	-
18:58:00	180.76	10.85	26596.32	181.45	10.89	1638.06	Apagadas	-
18:59:00	180.06	10.80	26607.17	180.76	10.85	1648.90	Apagadas	-
19:00:00	179.36	10.76	26617.97	180.06	10.80	1659.71	Apagadas	-
19:01:00	178.66	10.72	26628.73	179.36	10.76	1670.47	Apagadas	-
19:02:00	177.97	10.68	26639.45	178.66	10.72	1681.19	Apagadas	-
19:03:00	177.29	10.64	26650.13	177.97	10.68	1691.87	Apagadas	-
19:04:00	176.60	10.60	26660.77	177.29	10.64	1702.50	Apagadas	-
19:05:00	175.92	10.56	26671.37	176.60	10.60	1713.10	Apagadas	-
19:06:00	175.24	10.51	26681.93	175.92	10.56	1723.65	Apagadas	-
19:07:00	174.57	10.47	26692.44	175.24	10.51	1734.17	Apagadas	-
19:08:00	173.91	10.43	26702.91	174.57	10.47	1744.64	Apagadas	-
19:09:00	173.26	10.40	26713.34	173.91	10.43	1755.08	Apagadas	-
19:10:00	172.61	10.36	26723.74	173.26	10.40	1765.47	Apagadas	-
19:11:00	171.97	10.32	26734.10	172.61	10.36	1775.83	Apagadas	-
19:12:00	171.34	10.28	26744.42	171.97	10.32	1786.15	Apagadas	-
19:13:00	170.70	10.24	26754.70	171.34	10.28	1796.43	Apagadas	-
19:14:00	170.07	10.20	26764.94	170.70	10.24	1806.67	Apagadas	-
19:15:00	169.45	10.17	26775.14	170.07	10.20	1816.87	Apagadas	-
19:16:00	168.82	10.13	26785.31	169.45	10.17	1827.04	Apagadas	-
19:17:00	168.18	10.09	26795.44	168.82	10.13	1837.17	Apagadas	-
19:18:00	167.56	10.05	26805.53	168.18	10.09	1847.26	Apagadas	-
19:19:00	166.95	10.02	26815.58	167.56	10.05	1857.32	Apagadas	-
19:20:00	166.33	9.98	26825.60	166.95	10.02	1867.33	Apagadas	-
19:21:00	165.72	9.94	26835.58	166.33	9.98	1877.31	Apagadas	-
19:22:00	165.11	9.91	26845.52	165.72	9.94	1887.26	Apagadas	-
19:23:00	164.50	9.87	26855.43	165.11	9.91	1897.16	Apagadas	-
19:24:00	163.91	9.83	26865.30	164.50	9.87	1907.03	Apagadas	-
19:25:00	163.33	9.80	26875.13	163.91	9.83	1916.87	Apagadas	-
19:26:00	162.75	9.77	26884.93	163.33	9.80	1926.67	Apagadas	-
19:27:00	162.16	9.73	26894.70	162.75	9.77	1936.43	Apagadas	-
19:28:00	161.60	9.70	26904.43	162.16	9.73	1946.16	Apagadas	-
19:29:00	161.02	9.66	26914.13	161.60	9.70	1955.86	Apagadas	-
19:30:00	160.44	9.63	26923.79	161.02	9.66	1965.52	Apagadas	-
19:31:00	159.88	9.59	26933.42	160.44	9.63	1975.14	Apagadas	-
19:32:00	159.30	9.56	26943.01	159.88	9.59	1984.74	Apagadas	-
19:33:00	158.75	9.53	26952.57	159.30	9.56	1994.30	Apagadas	-
19:34:00	158.19	9.49	26962.10	158.75	9.53	2003.82	Apagadas	-
19:35:00	157.64	9.46	26971.59	-1041.81	-62.51	1941.31	Encendidas	Hora de nuevo encendido de bombas, ya que se llega a los 2000 m3 de capacidad del tanque de concreto y con ello se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 1200 l/s.
19:36:00	157.07	9.42	26981.05	-1042.36	-62.54	1878.77	Encendidas	-
19:37:00	156.52	9.39	26990.47	-1042.93	-62.58	1816.19	Encendidas	-
19:38:00	155.98	9.36	26999.86	-1043.48	-62.61	1753.59	Encendidas	-
19:39:00	155.44	9.33	27009.22	-1044.02	-62.64	1690.94	Encendidas	-
19:40:00	154.91	9.29	27018.55	-1044.56	-62.67	1628.27	Encendidas	-
19:41:00	154.37	9.26	27027.84	-1045.09	-62.71	1565.57	Encendidas	-
19:42:00	153.85	9.23	27037.10	-1045.63	-62.74	1502.83	Encendidas	-
19:43:00	153.33	9.20	27046.33	-1046.15	-62.77	1440.06	Encendidas	-
19:44:00	152.81	9.17	27055.53	-1046.67	-62.80	1377.26	Encendidas	-
19:45:00	152.29	9.14	27064.70	-1047.19	-62.83	1314.43	Encendidas	-
19:46:00	151.78	9.11	27073.84	-1047.71	-62.86	1251.56	Encendidas	-
19:47:00	151.27	9.08	27082.95	-1048.22	-62.89	1188.67	Encendidas	-
19:48:00	150.76	9.05	27092.03	-1048.73	-62.92	1125.75	Encendidas	-
19:49:00	150.25	9.02	27101.08	-1049.24	-62.95	1062.79	Encendidas	-
19:50:00	149.75	8.99	27110.10	-1049.75	-62.99	999.81	Encendidas	-
19:51:00	149.24	8.95	27119.09	-1050.25	-63.02	936.79	Encendidas	-
19:52:00	148.74	8.92	27128.04	-1050.76	-63.05	873.75	Encendidas	-
19:53:00	148.24	8.89	27136.96	-1051.26	-63.08	810.67	Encendidas	-
19:54:00	147.76	8.87	27145.85	-1051.76	-63.11	747.57	Encendidas	-
19:55:00	147.27	8.84	27154.72	-1052.24	-63.13	684.43	Encendidas	-
19:56:00	146.78	8.81	27163.56	-1052.73	-63.16	621.27	Encendidas	-
19:57:00	146.30	8.78	27172.37	-1053.22	-63.19	558.07	Encendidas	-
19:58:00	145.82	8.75	27181.15	-1053.70	-63.22	494.85	Encendidas	-
19:59:00	145.34	8.72	27189.90	-1054.18	-63.25	431.60	Encendidas	-
20:00:00	144.87	8.69	27198.62	-1054.66	-63.28	368.32	Encendidas	-
20:01:00	144.39	8.66	27207.31	-1055.13	-63.31	305.01	Encendidas	-
20:02:00	143.92	8.64	27215.97	-1055.61	-63.34	241.68	Encendidas	-
20:03:00	143.45	8.61	27224.61	-1056.08	-63.36	178.31	Encendidas	-
20:04:00	142.98	8.58	27233.22	-1056.55	-63.39	114.92	Encendidas	-
20:05:00	142.52	8.55	27241.80	-1057.02	-63.42	51.50	Encendidas	-
20:06:00	142.05	8.52	27250.35	142.52	8.55	60.05	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es minimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques.
20:07:00	141.58	8.49	27258.87	142.05	8.52	68.57	Apagadas	-
20:08:00	141.13	8.47	27267.36	141.58	8.49	77.07	Apagadas	-
20:09:00	140.69	8.44	27275.83	141.13	8.47	85.54	Apagadas	-
20:10:00	140.23	8.41	27284.27	140.69	8.44	93.98	Apagadas	-
20:11:00	139.79	8.39	27292.68	140.23	8.41	102.39	Apagadas	-
20:12:00	139.33	8.36	27301.07	139.79	8.39	110.78	Apagadas	-
20:13:00	138.89	8.33	27309.43	139.33	8.36	119.14	Apagadas	-
20:14:00	138.46	8.31	27317.76	138.89	8.33	127.47	Apagadas	-
20:15:00	138.02	8.28	27326.07	138.46	8.31	135.78	Apagadas	-
20:16:00	137.58	8.25	27334.35	138.02	8.28	144.06	Apagadas	-
20:17:00	137.15	8.23	27342.60	137.58	8.25	152.32	Apagadas	-
20:18:00	136.72	8.20	27350.83	137.15	8.23	160.54	Apagadas	-
20:19:00	136.29	8.18	27359.03	136.72	8.20	168.75	Apagadas	-
20:20:00	135.87	8.15	27367.21	136.29	8.18	176.92	Apagadas	-
20:21:00	135.43	8.13	27375.36	135.87	8.15	185.08	Apagadas	-
20:22:00	135.00	8.10	27383.49	135.43	8.13	193.20	Apagadas	-
20:23:00	134.58	8.07	27391.59	135.00	8.10	201.30	Apagadas	-
20:24:00	134.17	8.05	27399.66	134.58	8.07	209.38	Apagadas	-
20:25:00	133.76	8.03	27407.71	134.17	8.05	217.43	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
20:26:00	133.34	8.00	27415.74	133.76	8.03	225.45	Apagadas	-
20:27:00	132.94	7.98	27423.74	133.34	8.00	233.45	Apagadas	-
20:28:00	132.53	7.95	27431.72	132.94	7.98	241.43	Apagadas	-
20:29:00	132.13	7.93	27439.67	132.53	7.95	249.38	Apagadas	-
20:30:00	131.72	7.90	27447.60	132.13	7.93	257.31	Apagadas	-
20:31:00	131.33	7.88	27455.50	131.72	7.90	265.21	Apagadas	-
20:32:00	130.93	7.86	27463.38	131.33	7.88	273.09	Apagadas	-
20:33:00	130.52	7.83	27471.24	130.93	7.86	280.95	Apagadas	-
20:34:00	130.11	7.81	27479.07	130.52	7.83	288.78	Apagadas	-
20:35:00	129.72	7.78	27486.88	130.11	7.81	296.59	Apagadas	-
20:36:00	129.32	7.76	27494.66	129.72	7.78	304.37	Apagadas	-
20:37:00	128.94	7.74	27502.42	129.32	7.76	312.13	Apagadas	-
20:38:00	128.55	7.71	27510.16	128.94	7.74	319.87	Apagadas	-
20:39:00	128.16	7.69	27517.87	128.55	7.71	327.58	Apagadas	-
20:40:00	127.77	7.67	27525.56	128.16	7.69	335.27	Apagadas	-
20:41:00	127.39	7.64	27533.23	127.77	7.67	342.93	Apagadas	-
20:42:00	127.02	7.62	27540.87	127.39	7.64	350.58	Apagadas	-
20:43:00	126.64	7.60	27548.49	127.02	7.62	358.20	Apagadas	-
20:44:00	126.27	7.58	27556.09	126.64	7.60	365.80	Apagadas	-
20:45:00	125.88	7.55	27563.67	126.27	7.58	373.37	Apagadas	-
20:46:00	125.51	7.53	27571.22	125.88	7.55	380.93	Apagadas	-
20:47:00	125.14	7.51	27578.75	125.51	7.53	388.46	Apagadas	-
20:48:00	124.77	7.49	27586.26	125.14	7.51	395.96	Apagadas	-
20:49:00	124.40	7.46	27593.75	124.77	7.49	403.45	Apagadas	-
20:50:00	124.04	7.44	27601.21	124.40	7.46	410.92	Apagadas	-
20:51:00	123.66	7.42	27608.65	124.04	7.44	418.36	Apagadas	-
20:52:00	123.29	7.40	27616.07	123.66	7.42	425.78	Apagadas	-
20:53:00	122.93	7.38	27623.47	123.29	7.40	433.17	Apagadas	-
20:54:00	122.57	7.35	27630.85	122.93	7.38	440.55	Apagadas	-
20:55:00	122.21	7.33	27638.20	122.57	7.35	447.90	Apagadas	-
20:56:00	121.87	7.31	27645.53	122.21	7.33	455.24	Apagadas	-
20:57:00	121.52	7.29	27652.84	121.87	7.31	462.55	Apagadas	-
20:58:00	121.17	7.27	27660.13	121.52	7.29	469.84	Apagadas	-
20:59:00	120.84	7.25	27667.40	121.17	7.27	477.11	Apagadas	-
21:00:00	120.49	7.23	27674.65	120.84	7.25	484.36	Apagadas	-
21:01:00	120.14	7.21	27681.88	120.49	7.23	491.59	Apagadas	-
21:02:00	119.80	7.19	27689.09	120.14	7.21	498.80	Apagadas	-
21:03:00	119.45	7.17	27696.28	119.80	7.19	505.99	Apagadas	-
21:04:00	119.11	7.15	27703.45	119.45	7.17	513.15	Apagadas	-
21:05:00	118.77	7.13	27710.60	119.11	7.15	520.30	Apagadas	-
21:06:00	118.43	7.11	27717.73	118.77	7.13	527.43	Apagadas	-
21:07:00	118.10	7.09	27724.84	118.43	7.11	534.53	Apagadas	-
21:08:00	117.76	7.07	27731.93	118.10	7.09	541.62	Apagadas	-
21:09:00	117.43	7.05	27739.00	117.76	7.07	548.68	Apagadas	-
21:10:00	117.10	7.03	27746.05	117.43	7.05	555.73	Apagadas	-
21:11:00	116.78	7.01	27753.08	117.10	7.03	562.76	Apagadas	-
21:12:00	116.47	6.99	27760.09	116.78	7.01	569.76	Apagadas	-
21:13:00	116.14	6.97	27767.08	116.47	6.99	576.75	Apagadas	-
21:14:00	115.83	6.95	27774.05	116.14	6.97	583.72	Apagadas	-
21:15:00	115.51	6.93	27781.00	115.83	6.95	590.67	Apagadas	-
21:16:00	115.20	6.91	27787.93	115.51	6.93	597.60	Apagadas	-
21:17:00	114.87	6.89	27794.84	115.20	6.91	604.51	Apagadas	-
21:18:00	114.56	6.87	27801.73	114.87	6.89	611.40	Apagadas	-
21:19:00	114.25	6.86	27808.60	114.56	6.87	618.28	Apagadas	-
21:20:00	113.94	6.84	27815.46	114.25	6.86	625.13	Apagadas	-
21:21:00	113.62	6.82	27822.30	113.94	6.84	631.97	Apagadas	-
21:22:00	113.31	6.80	27829.12	113.62	6.82	638.79	Apagadas	-
21:23:00	113.00	6.78	27835.92	113.31	6.80	645.58	Apagadas	-
21:24:00	112.70	6.76	27842.70	113.00	6.78	652.36	Apagadas	-
21:25:00	112.38	6.74	27849.46	112.70	6.76	659.13	Apagadas	-
21:26:00	112.08	6.72	27856.20	112.38	6.74	665.87	Apagadas	-
21:27:00	111.79	6.71	27862.92	112.08	6.72	672.59	Apagadas	-
21:28:00	111.48	6.69	27869.63	111.79	6.71	679.30	Apagadas	-
21:29:00	111.18	6.67	27876.32	111.48	6.69	685.99	Apagadas	-
21:30:00	110.88	6.65	27882.99	111.18	6.67	692.66	Apagadas	-
21:31:00	110.58	6.63	27889.64	110.88	6.65	699.31	Apagadas	-
21:32:00	110.28	6.62	27896.27	110.58	6.63	705.95	Apagadas	-
21:33:00	110.00	6.60	27902.89	110.28	6.62	712.57	Apagadas	-
21:34:00	109.71	6.58	27909.49	110.00	6.60	719.17	Apagadas	-
21:35:00	109.41	6.56	27916.07	109.71	6.58	725.75	Apagadas	-
21:36:00	109.12	6.55	27922.63	109.41	6.56	732.31	Apagadas	-
21:37:00	108.84	6.53	27929.18	109.12	6.55	738.86	Apagadas	-
21:38:00	108.54	6.51	27935.71	108.84	6.53	745.39	Apagadas	-
21:39:00	108.25	6.50	27942.22	108.54	6.51	751.90	Apagadas	-
21:40:00	107.98	6.48	27948.72	108.25	6.50	758.40	Apagadas	-
21:41:00	107.69	6.46	27955.20	107.98	6.48	764.88	Apagadas	-
21:42:00	107.42	6.45	27961.66	107.69	6.46	771.34	Apagadas	-
21:43:00	107.14	6.43	27968.11	107.42	6.45	777.78	Apagadas	-
21:44:00	106.86	6.41	27974.54	107.14	6.43	784.21	Apagadas	-
21:45:00	106.59	6.40	27980.95	106.86	6.41	790.62	Apagadas	-
21:46:00	106.31	6.38	27987.35	106.59	6.40	797.02	Apagadas	-
21:47:00	106.03	6.36	27993.73	106.31	6.38	803.40	Apagadas	-
21:48:00	105.75	6.35	28000.09	106.03	6.36	809.76	Apagadas	-
21:49:00	105.49	6.33	28006.44	105.75	6.35	816.10	Apagadas	-
21:50:00	105.22	6.31	28012.77	105.49	6.33	822.43	Apagadas	-
21:51:00	104.93	6.30	28019.08	105.22	6.31	828.75	Apagadas	-
21:52:00	104.67	6.28	28025.38	104.93	6.30	835.04	Apagadas	-
21:53:00	104.40	6.26	28031.66	104.67	6.28	841.32	Apagadas	-
21:54:00	104.12	6.25	28037.92	104.40	6.26	847.59	Apagadas	-
21:55:00	103.86	6.23	28044.17	104.12	6.25	853.83	Apagadas	-
21:56:00	103.60	6.22	28050.40	103.86	6.23	860.07	Apagadas	-
21:57:00	103.34	6.20	28056.62	103.60	6.22	866.28	Apagadas	-
21:58:00	103.06	6.18	28062.82	103.34	6.20	872.48	Apagadas	-
21:59:00	102.80	6.17	28069.00	103.06	6.18	878.67	Apagadas	-
22:00:00	102.54	6.15	28075.17	102.80	6.17	884.83	Apagadas	-
22:01:00	102.30	6.14	28081.32	102.54	6.15	890.99	Apagadas	-
22:02:00	102.03	6.12	28087.46	102.30	6.14	897.12	Apagadas	-
22:03:00	101.77	6.11	28093.58	102.03	6.12	903.25	Apagadas	-
22:04:00	101.51	6.09	28099.69	101.77	6.11	909.35	Apagadas	-
22:05:00	101.25	6.08	28105.78	101.51	6.09	915.44	Apagadas	-
22:06:00	101.00	6.06	28111.86	101.25	6.08	921.52	Apagadas	-
22:07:00	100.73	6.04	28117.92	101.00	6.06	927.58	Apagadas	-
22:08:00	100.48	6.03	28123.96	100.73	6.04	933.62	Apagadas	-
22:09:00	100.23	6.01	28129.99	100.48	6.03	939.65	Apagadas	-
22:10:00	99.98	6.00	28136.00	100.23	6.01	945.66	Apagadas	-
22:11:00	99.74	5.98	28142.00	99.98	6.00	951.66	Apagadas	-
22:12:00	99.48	5.97	28147.98	99.74	5.98	957.65	Apagadas	-
22:13:00	99.24	5.95	28153.95	99.48	5.97	963.62	Apagadas	-
22:14:00	98.99	5.94	28159.90	99.24	5.95	969.57	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
22:15:00	98.77	5.93	28165.84	98.99	5.94	975.51	Apagadas	-
22:16:00	98.52	5.91	28171.77	98.77	5.93	981.44	Apagadas	-
22:17:00	98.28	5.90	28177.68	98.52	5.91	987.35	Apagadas	-
22:18:00	98.03	5.88	28183.58	98.28	5.90	993.24	Apagadas	-
22:19:00	97.79	5.87	28189.46	98.03	5.88	999.13	Apagadas	-
22:20:00	97.56	5.85	28195.33	97.79	5.87	1004.99	Apagadas	-
22:21:00	97.31	5.84	28201.18	97.56	5.85	1010.85	Apagadas	-
22:22:00	97.07	5.82	28207.02	97.31	5.84	1016.69	Apagadas	-
22:23:00	96.84	5.81	28212.84	97.07	5.82	1022.51	Apagadas	-
22:24:00	96.61	5.80	28218.65	96.84	5.81	1028.32	Apagadas	-
22:25:00	96.37	5.78	28224.45	96.61	5.80	1034.12	Apagadas	-
22:26:00	96.15	5.77	28230.23	96.37	5.78	1039.90	Apagadas	-
22:27:00	95.92	5.76	28236.00	96.15	5.77	1045.67	Apagadas	-
22:28:00	95.68	5.74	28241.76	95.92	5.76	1051.42	Apagadas	-
22:29:00	95.46	5.73	28247.50	95.68	5.74	1057.16	Apagadas	-
22:30:00	95.23	5.71	28253.23	95.46	5.73	1062.89	Apagadas	-
22:31:00	95.01	5.70	28258.94	95.23	5.71	1068.61	Apagadas	-
22:32:00	94.78	5.69	28264.64	95.01	5.70	1074.31	Apagadas	-
22:33:00	94.57	5.67	28270.33	94.78	5.69	1079.99	Apagadas	-
22:34:00	94.34	5.66	28276.00	94.57	5.67	1085.67	Apagadas	-
22:35:00	94.11	5.65	28281.66	94.34	5.66	1091.33	Apagadas	-
22:36:00	93.89	5.63	28287.31	94.11	5.65	1096.97	Apagadas	-
22:37:00	93.67	5.62	28292.94	93.89	5.63	1102.61	Apagadas	-
22:38:00	93.45	5.61	28298.56	93.67	5.62	1108.23	Apagadas	-
22:39:00	93.24	5.59	28304.17	93.45	5.61	1113.83	Apagadas	-
22:40:00	93.02	5.58	28309.76	93.24	5.59	1119.43	Apagadas	-
22:41:00	92.81	5.57	28315.34	93.02	5.58	1125.01	Apagadas	-
22:42:00	92.59	5.56	28320.91	92.81	5.57	1130.58	Apagadas	-
22:43:00	92.38	5.54	28326.47	92.59	5.56	1136.13	Apagadas	-
22:44:00	92.17	5.53	28332.01	92.38	5.54	1141.68	Apagadas	-
22:45:00	91.96	5.52	28337.54	92.17	5.53	1147.21	Apagadas	-
22:46:00	91.76	5.51	28343.06	91.96	5.52	1152.72	Apagadas	-
22:47:00	91.55	5.49	28348.57	91.76	5.51	1158.23	Apagadas	-
22:48:00	91.33	5.48	28354.06	91.55	5.49	1163.72	Apagadas	-
22:49:00	91.13	5.47	28359.54	91.33	5.48	1169.20	Apagadas	-
22:50:00	90.92	5.46	28365.01	91.13	5.47	1174.67	Apagadas	-
22:51:00	90.71	5.44	28370.47	90.92	5.46	1180.13	Apagadas	-
22:52:00	90.50	5.43	28375.91	90.71	5.44	1185.57	Apagadas	-
22:53:00	90.29	5.42	28381.34	90.50	5.43	1191.00	Apagadas	-
22:54:00	90.08	5.40	28386.76	90.29	5.42	1196.42	Apagadas	-
22:55:00	89.88	5.39	28392.16	90.08	5.40	1201.82	Apagadas	-
22:56:00	89.66	5.38	28397.55	89.88	5.39	1207.21	Apagadas	-
22:57:00	89.45	5.37	28402.93	89.66	5.38	1212.59	Apagadas	-
22:58:00	89.25	5.36	28408.30	89.45	5.37	1217.96	Apagadas	-
22:59:00	89.05	5.34	28413.66	89.25	5.36	1223.32	Apagadas	-
23:00:00	88.85	5.33	28419.00	89.05	5.34	1228.66	Apagadas	-
23:01:00	88.66	5.32	28424.33	88.85	5.33	1233.99	Apagadas	-
23:02:00	88.45	5.31	28429.65	88.66	5.32	1239.31	Apagadas	-
23:03:00	88.26	5.30	28434.96	88.45	5.31	1244.62	Apagadas	-
23:04:00	88.05	5.28	28440.26	88.26	5.30	1249.91	Apagadas	-
23:05:00	87.85	5.27	28445.54	88.05	5.28	1255.19	Apagadas	-
23:06:00	87.66	5.26	28450.81	87.85	5.27	1260.47	Apagadas	-
23:07:00	87.45	5.25	28456.07	87.66	5.26	1265.73	Apagadas	-
23:08:00	87.27	5.24	28461.32	87.45	5.25	1270.97	Apagadas	-
23:09:00	87.07	5.22	28466.56	87.27	5.24	1276.21	Apagadas	-
23:10:00	86.87	5.21	28471.78	87.07	5.22	1281.43	Apagadas	-
23:11:00	86.68	5.20	28476.99	86.87	5.21	1286.64	Apagadas	-
23:12:00	86.49	5.19	28482.19	86.68	5.20	1291.85	Apagadas	-
23:13:00	86.31	5.18	28487.38	86.49	5.19	1297.03	Apagadas	-
23:14:00	86.13	5.17	28492.56	86.31	5.18	1302.21	Apagadas	-
23:15:00	85.93	5.16	28497.73	86.13	5.17	1307.38	Apagadas	-
23:16:00	85.75	5.15	28502.89	85.93	5.16	1312.54	Apagadas	-
23:17:00	85.56	5.13	28508.04	85.75	5.15	1317.68	Apagadas	-
23:18:00	85.39	5.12	28513.17	85.56	5.13	1322.82	Apagadas	-
23:19:00	85.19	5.11	28518.29	85.39	5.12	1327.94	Apagadas	-
23:20:00	85.00	5.10	28523.40	85.19	5.11	1333.05	Apagadas	-
23:21:00	84.83	5.09	28528.50	85.00	5.10	1338.15	Apagadas	-
23:22:00	84.65	5.08	28533.59	-1115.17	-66.91	1271.24	Encendidas	Hora de nuevo encendido de bombas, ya que se está llegando a los 2000 m3 de capacidad del tanque de concreto y con ello se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 1200 l/s.
23:23:00	84.47	5.07	28538.67	-1115.35	-66.92	1204.32	Encendidas	-
23:24:00	84.29	5.06	28543.74	-1115.53	-66.93	1137.39	Encendidas	-
23:25:00	84.11	5.05	28548.80	-1115.71	-66.94	1070.44	Encendidas	-
23:26:00	83.93	5.04	28553.85	-1115.89	-66.95	1003.49	Encendidas	-
23:27:00	83.75	5.03	28558.89	-1116.07	-66.96	936.53	Encendidas	-
23:28:00	83.58	5.01	28563.92	-1116.25	-66.98	869.55	Encendidas	-
23:29:00	83.40	5.00	28568.93	-1116.42	-66.99	802.57	Encendidas	-
23:30:00	83.24	4.99	28573.93	-1116.60	-67.00	735.57	Encendidas	-
23:31:00	83.06	4.98	28578.92	-1116.76	-67.01	668.57	Encendidas	-
23:32:00	82.89	4.97	28583.90	-1116.94	-67.02	601.55	Encendidas	-
23:33:00	82.70	4.96	28588.87	-1117.11	-67.03	534.52	Encendidas	-
23:34:00	82.52	4.95	28593.83	-1117.30	-67.04	467.48	Encendidas	-
23:35:00	82.35	4.94	28598.78	-1117.48	-67.05	400.44	Encendidas	-
23:36:00	82.17	4.93	28603.72	-1117.65	-67.06	333.38	Encendidas	-
23:37:00	82.01	4.92	28608.65	-1117.83	-67.07	266.31	Encendidas	-
23:38:00	81.83	4.91	28613.57	-1117.99	-67.08	199.23	Encendidas	-
23:39:00	81.66	4.90	28618.48	-1118.17	-67.09	132.14	Encendidas	-
23:40:00	81.49	4.89	28623.38	-1118.34	-67.10	65.04	Encendidas	-
23:41:00	81.31	4.88	28628.27	81.49	4.89	69.93	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques hasta repetir nuevamente el ciclo de operación.
23:42:00	81.14	4.87	28633.15	81.31	4.88	74.80	Apagadas	-
23:43:00	80.97	4.86	28638.02	81.14	4.87	79.67	Apagadas	-
23:44:00	80.81	4.85	28642.88	80.97	4.86	84.53	Apagadas	-
23:45:00	80.64	4.84	28647.73	80.81	4.85	89.38	Apagadas	-
23:46:00	80.47	4.83	28652.57	80.64	4.84	94.22	Apagadas	-
23:47:00	80.30	4.82	28657.40	80.47	4.83	99.05	Apagadas	-
23:48:00	80.13	4.81	28662.22	80.30	4.82	103.86	Apagadas	-
23:49:00	79.97	4.80	28667.03	80.13	4.81	108.67	Apagadas	-
23:50:00	79.81	4.79	28671.83	79.97	4.80	113.47	Apagadas	-
23:51:00	79.63	4.78	28676.62	79.81	4.79	118.26	Apagadas	-
23:52:00	79.47	4.77	28681.40	79.63	4.78	123.04	Apagadas	-
23:53:00	79.31	4.76	28686.17	79.47	4.77	127.81	Apagadas	-
23:54:00	79.14	4.75	28690.93	79.31	4.76	132.56	Apagadas	-
23:55:00	78.98	4.74	28695.68	79.14	4.75	137.31	Apagadas	-
23:56:00	78.82	4.73	28700.42	78.98	4.74	142.05	Apagadas	-
23:57:00	78.66	4.72	28705.15	78.82	4.73	146.78	Apagadas	-
23:58:00	78.50	4.71	28709.87	78.66	4.72	151.50	Apagadas	-
23:59:00	78.34	4.70	28714.58	78.50	4.71	156.21	Apagadas	-
00:00:00	78.19	4.69	28719.28	78.34	4.70	160.91	Apagadas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 1.

FECHA:

25/10/2024

ESCALA:

S/E

LÁMINA:

A14

Plano O. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
07:47:00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	Apagadas	-
07:48:00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	Apagadas	-
07:49:00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	Apagadas	-
07:50:00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	Apagadas	-
07:51:00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	-	Apagadas	-
07:52:00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	-	Apagadas	-
07:53:00	0.03	0.00	0.00	0.03	-	-	Apagadas	-
07:54:00	0.03	0.00	0.00	0.03	-	-	Apagadas	-
07:55:00	0.04	0.00	0.00	0.04	-	-	Apagadas	-
07:56:00	0.04	0.00	0.00	0.04	-	-	Apagadas	-
07:57:00	0.05	0.00	0.00	0.05	-	-	Apagadas	-
07:58:00	0.05	0.00	0.00	0.05	-	-	Apagadas	-
07:59:00	0.06	0.00	0.00	0.06	-	-	Apagadas	-
08:00:00	0.07	0.00	0.00	0.07	-	-	Apagadas	-
08:01:00	0.07	0.00	0.00	0.07	-	-	Apagadas	-
08:02:00	0.08	0.00	0.00	0.08	-	-	Apagadas	-
08:03:00	0.10	0.01	0.01	0.10	-	-	Apagadas	-
08:04:00	0.12	0.01	0.02	0.12	-	-	Apagadas	-
08:05:00	0.16	0.01	0.03	0.16	-	-	Apagadas	-
08:06:00	0.24	0.01	0.04	0.24	-	-	Apagadas	-
08:07:00	0.32	0.02	0.06	0.32	-	-	Apagadas	-
08:08:00	0.36	0.02	0.08	0.36	-	-	Apagadas	-
08:09:00	0.40	0.02	0.10	0.40	-	-	Apagadas	-
08:10:00	0.45	0.03	0.13	0.45	-	-	Apagadas	-
08:11:00	0.50	0.03	0.16	0.50	-	-	Apagadas	-
08:12:00	0.57	0.03	0.19	0.57	-	-	Apagadas	-
08:13:00	0.64	0.04	0.23	0.64	-	-	Apagadas	-
08:14:00	0.72	0.04	0.27	0.72	-	-	Apagadas	-
08:15:00	0.81	0.05	0.32	0.81	-	-	Apagadas	-
08:16:00	0.92	0.06	0.38	0.92	-	-	Apagadas	-
08:17:00	1.04	0.06	0.44	1.04	-	-	Apagadas	-
08:18:00	1.17	0.07	0.51	1.17	-	-	Apagadas	-
08:19:00	1.32	0.08	0.59	1.32	-	-	Apagadas	-
08:20:00	1.49	0.09	0.68	1.49	-	-	Apagadas	-
08:21:00	1.69	0.10	0.78	1.69	-	-	Apagadas	-
08:22:00	1.92	0.12	0.90	1.92	-	-	Apagadas	-
08:23:00	2.16	0.13	1.03	2.16	-	-	Apagadas	-
08:24:00	2.42	0.15	1.18	2.42	-	-	Apagadas	-
08:25:00	2.71	0.16	1.34	2.71	-	-	Apagadas	-
08:26:00	3.02	0.18	1.52	3.02	-	-	Apagadas	-
08:27:00	3.32	0.20	1.72	3.32	-	-	Apagadas	-
08:28:00	3.63	0.22	1.94	3.63	-	-	Apagadas	-
08:29:00	4.00	0.24	2.18	4.00	-	-	Apagadas	-
08:30:00	4.40	0.26	2.44	4.40	-	-	Apagadas	-
08:31:00	4.84	0.29	2.73	4.84	-	-	Apagadas	-
08:32:00	5.34	0.32	3.05	5.34	-	-	Apagadas	-
08:33:00	5.75	0.35	3.40	5.75	-	-	Apagadas	-
08:34:00	6.16	0.37	3.77	6.16	-	-	Apagadas	-
08:35:00	6.59	0.40	4.17	6.59	-	-	Apagadas	-
08:36:00	7.04	0.42	4.59	7.04	-	-	Apagadas	-
08:37:00	7.50	0.45	5.04	7.50	-	-	Apagadas	-
08:38:00	7.97	0.48	5.52	7.97	-	-	Apagadas	-
08:39:00	8.46	0.51	6.03	8.46	-	-	Apagadas	-
08:40:00	8.95	0.54	6.57	8.95	-	-	Apagadas	-
08:41:00	9.47	0.57	7.14	9.47	-	-	Apagadas	-
08:42:00	10.01	0.60	7.74	10.01	-	-	Apagadas	-
08:43:00	10.55	0.63	8.37	10.55	-	-	Apagadas	-
08:44:00	11.09	0.67	9.04	11.09	-	-	Apagadas	-
08:45:00	11.64	0.70	9.74	11.64	-	-	Apagadas	-
08:46:00	12.20	0.73	10.47	12.20	-	-	Apagadas	-
08:47:00	12.78	0.77	11.24	12.78	-	-	Apagadas	-
08:48:00	13.35	0.80	12.04	13.35	-	-	Apagadas	-
08:49:00	13.91	0.83	12.87	13.91	-	-	Apagadas	-
08:50:00	14.48	0.87	13.74	14.48	-	-	Apagadas	-
08:51:00	15.05	0.90	14.64	15.05	-	-	Apagadas	-
08:52:00	15.63	0.94	15.58	15.63	-	-	Apagadas	-
08:53:00	16.21	0.97	16.55	16.21	-	-	Apagadas	-
08:54:00	16.79	1.01	17.56	16.79	-	-	Apagadas	-
08:55:00	17.36	1.04	18.60	17.36	-	-	Apagadas	-
08:56:00	17.95	1.08	19.68	17.95	-	-	Apagadas	-
08:57:00	18.54	1.11	20.79	18.54	-	-	Apagadas	-
08:58:00	19.13	1.15	21.94	19.13	-	-	Apagadas	-
08:59:00	19.71	1.18	23.12	19.71	-	-	Apagadas	-
09:00:00	20.33	1.22	24.34	20.33	-	-	Apagadas	-
09:01:00	20.92	1.26	25.60	20.92	-	-	Apagadas	-
09:02:00	21.53	1.29	26.89	21.53	-	-	Apagadas	-
09:03:00	22.12	1.33	28.22	22.12	-	-	Apagadas	-
09:04:00	22.69	1.36	29.58	22.69	-	-	Apagadas	-
09:05:00	23.28	1.40	30.98	23.28	-	-	Apagadas	-
09:06:00	23.88	1.43	32.41	23.88	-	-	Apagadas	-
09:07:00	24.49	1.47	33.88	24.49	-	-	Apagadas	-
09:08:00	25.09	1.51	35.39	25.09	-	-	Apagadas	-
09:09:00	25.71	1.54	36.93	25.71	-	-	Apagadas	-
09:10:00	26.32	1.58	38.51	26.32	-	-	Apagadas	-
09:11:00	26.94	1.62	40.13	26.94	-	-	Apagadas	-
09:12:00	27.56	1.65	41.78	27.56	-	-	Apagadas	-
09:13:00	28.17	1.69	43.47	28.17	-	-	Apagadas	-
09:14:00	28.79	1.73	45.20	28.79	-	-	Apagadas	-
09:15:00	29.41	1.76	46.96	29.41	-	-	Apagadas	-
09:16:00	30.02	1.80	48.76	30.02	-	-	Apagadas	-
09:17:00	30.65	1.84	50.60	30.65	-	-	Apagadas	-
09:18:00	31.28	1.88	52.48	31.28	-	-	Apagadas	-
09:19:00	31.91	1.91	54.39	31.91	-	-	Apagadas	-
09:20:00	32.56	1.95	56.34	32.56	-	-	Apagadas	-
09:21:00	33.21	1.99	58.33	33.21	-	-	Apagadas	-
09:22:00	33.87	2.03	60.36	33.87	-	-	Apagadas	-
09:23:00	34.53	2.07	62.43	34.53	-	-	Apagadas	-
09:24:00	35.21	2.11	64.54	35.21	-	-	Apagadas	-
09:25:00	35.88	2.15	66.69	35.88	-	-	Apagadas	-
09:26:00	36.55	2.19	68.88	36.55	-	-	Apagadas	-
09:27:00	37.22	2.23	71.11	37.22	-	-	Apagadas	-
09:28:00	37.90	2.27	73.38	37.90	-	-	Apagadas	-
09:29:00	38.59	2.32	75.70	38.59	-	-	Apagadas	-
09:30:00	39.27	2.36	78.06	39.27	-	-	Apagadas	-
09:31:00	39.97	2.40	80.46	39.97	-	-	Apagadas	-
09:32:00	40.66	2.44	82.90	40.66	-	-	Apagadas	-
09:33:00	41.37	2.48	85.38	41.37	-	-	Apagadas	-
09:34:00	42.09	2.53	87.91	42.09	-	-	Apagadas	-
09:35:00	42.82	2.57	90.48	42.82	-	-	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
09:36:00	43.55	2.61	93.09	43.55	-	-	Apagadas	-
09:37:00	44.30	2.66	95.75	44.30	-	-	Apagadas	-
09:38:00	45.05	2.70	98.45	45.05	-	-	Apagadas	-
09:39:00	45.79	2.75	101.20	45.79	-	-	Apagadas	-
09:40:00	46.55	2.79	103.99	46.55	-	-	Apagadas	-
09:41:00	47.31	2.84	106.83	47.31	-	-	Apagadas	-
09:42:00	48.08	2.88	109.71	48.08	-	-	Apagadas	-
09:43:00	48.86	2.93	112.64	48.86	-	-	Apagadas	-
09:44:00	49.64	2.98	115.62	49.64	-	-	Apagadas	-
09:45:00	50.41	3.02	118.64	50.41	-	-	Apagadas	-
09:46:00	51.18	3.07	121.71	51.18	-	-	Apagadas	-
09:47:00	51.97	3.12	124.83	51.97	-	-	Apagadas	-
09:48:00	52.76	3.17	128.00	52.76	-	-	Apagadas	-
09:49:00	53.57	3.21	131.21	53.57	-	-	Apagadas	-
09:50:00	54.38	3.26	134.47	54.38	-	-	Apagadas	-
09:51:00	55.22	3.31	137.78	55.22	-	-	Apagadas	-
09:52:00	56.06	3.36	141.14	56.06	-	-	Apagadas	-
09:53:00	56.90	3.41	144.55	56.90	-	-	Apagadas	-
09:54:00	57.76	3.47	148.02	57.76	-	-	Apagadas	-
09:55:00	58.64	3.52	151.54	58.64	-	-	Apagadas	-
09:56:00	59.52	3.57	155.11	59.52	-	-	Apagadas	-
09:57:00	60.41	3.62	158.73	60.41	-	-	Apagadas	-
09:58:00	61.34	3.68	162.41	61.34	-	-	Apagadas	-
09:59:00	62.26	3.74	166.15	62.26	-	-	Apagadas	-
10:00:00	63.19	3.79	169.94	63.19	-	-	Apagadas	-
10:01:00	64.11	3.85	173.79	64.11	-	-	Apagadas	-
10:02:00	65.06	3.90	177.69	65.06	-	-	Apagadas	-
10:03:00	66.01	3.96	181.65	66.01	-	-	Apagadas	-
10:04:00	66.99	4.02	185.67	66.99	-	-	Apagadas	-
10:05:00	67.98	4.08	189.75	67.98	-	-	Apagadas	-
10:06:00	68.98	4.14	193.89	68.98	-	-	Apagadas	-
10:07:00	70.01	4.20	198.09	70.01	-	-	Apagadas	-
10:08:00	71.04	4.26	202.35	71.04	-	-	Apagadas	-
10:09:00	72.10	4.33	206.68	72.10	-	-	Apagadas	-
10:10:00	73.18	4.39	211.07	73.18	-	-	Apagadas	-
10:11:00	74.26	4.46	215.53	74.26	-	-	Apagadas	-
10:12:00	75.37	4.52	220.05	75.37	-	-	Apagadas	-
10:13:00	76.47	4.59	224.64	76.47	-	-	Apagadas	-
10:14:00	77.59	4.66	229.30	77.59	-	-	Apagadas	-
10:15:00	78.73	4.72	234.02	78.73	-	-	Apagadas	-
10:16:00	79.86	4.79	238.81	79.86	-	-	Apagadas	-
10:17:00	81.02	4.86	243.67	81.02	-	-	Apagadas	-
10:18:00	82.21	4.93	248.60	82.21	-	-	Apagadas	-
10:19:00	83.42	5.01	253.61	83.42	-	-	Apagadas	-
10:20:00	84.66	5.08	258.69	84.66	-	-	Apagadas	-
10:21:00	85.93	5.16	263.85	85.93	-	-	Apagadas	-
10:22:00	87.25	5.24	269.09	87.25	-	-	Apagadas	-
10:23:00	88.57	5.31	274.40	88.57	-	-	Apagadas	-
10:24:00	89.92	5.40	279.80	89.92	-	-	Apagadas	-
10:25:00	91.28	5.48	285.28	91.28	-	-	Apagadas	-
10:26:00	92.66	5.56	290.84	92.66	-	-	Apagadas	-
10:27:00	94.07	5.64	296.48	94.07	-	-	Apagadas	-
10:28:00	95.48	5.73	302.21	95.48	-	-	Apagadas	-
10:29:00	96.91	5.81	308.02	96.91	-	-	Apagadas	-
10:30:00	98.35	5.90	313.92	98.35	-	-	Apagadas	-
10:31:00	99.80	5.99	319.91	99.80	-	-	Apagadas	-
10:32:00	101.29	6.08	325.99	101.29	-	-	Apagadas	-
10:33:00	102.81	6.17	332.16	102.81	-	-	Apagadas	-
10:34:00	104.37	6.26	338.42	104.37	-	-	Apagadas	-
10:35:00	105.98	6.36	344.78	105.98	-	-	Apagadas	-
10:36:00	107.63	6.46	351.24	107.63	-	-	Apagadas	-
10:37:00	109.33	6.56	357.80	109.33	-	-	Apagadas	-
10:38:00	111.07	6.66	364.46	111.07	-	-	Apagadas	-
10:39:00	112.86	6.77	371.23	112.86	-	-	Apagadas	-
10:40:00	114.68	6.88	378.11	114.68	-	-	Apagadas	-
10:41:00	116.53	6.99	385.10	116.53	-	-	Apagadas	-
10:42:00	118.40	7.10	392.20	118.40	-	-	Apagadas	-
10:43:00	120.28	7.22	399.42	120.28	-	-	Apagadas	-
10:44:00	122.17	7.33	406.75	122.17	-	-	Apagadas	-
10:45:00	124.08	7.44	414.19	124.08	-	-	Apagadas	-
10:46:00	126.00	7.56	421.75	126.00	-	-	Apagadas	-
10:47:00	127.96	7.68	429.43	127.96	-	-	Apagadas	-
10:48:00	129.99	7.80	437.23	129.99	-	-	Apagadas	-
10:49:00	132.07	7.92	445.15	132.07	-	-	Apagadas	-
10:50:00	134.24	8.05	453.20	134.24	-	-	Apagadas	-
10:51:00	136.47	8.19	461.39	136.47	-	-	Apagadas	-
10:52:00	138.80	8.33	469.72	138.80	-	-	Apagadas	-
10:53:00	141.18	8.47	478.19	141.18	-	-	Apagadas	-
10:54:00	143.62	8.62	486.81	143.62	-	-	Apagadas	-
10:55:00	146.12	8.77	495.58	146.12	-	-	Apagadas	-
10:56:00	148.68	8.92	504.50	148.68	-	-	Apagadas	-
10:57:00	151.25	9.08	513.58	151.25	-	-	Apagadas	-
10:58:00	153.84	9.23	522.81	153.84	-	-	Apagadas	-
10:59:00	156.46	9.39	532.20	156.46	-	-	Apagadas	-
11:00:00	159.09	9.55	541.75	159.09	-	-	Apagadas	-
11:01:00	161.74	9.70	551.45	161.74	-	-	Apagadas	-
11:02:00	164.46	9.87	561.32	164.46	-	-	Apagadas	-
11:03:00	167.29	10.04	571.36	167.29	-	-	Apagadas	-
11:04:00	170.24	10.21	581.57	170.24	-	-	Apagadas	-
11:05:00	173.30	10.40	591.97	173.30	-	-	Apagadas	-
11:06:00	176.49	10.59	602.56	176.49	-	-	Apagadas	-
11:07:00	179.80	10.79	613.35	179.80	-	-	Apagadas	-
11:08:00	183.22	10.99	624.34	183.22	-	-	Apagadas	-
11:09:00	186.75	11.21	635.55	186.75	-	-	Apagadas	-
11:10:00	190.33	11.42	646.97	190.33	-	-	Apagadas	-
11:11:00	193.97	11.64	658.61	193.97	-	-	Apagadas	-
11:12:00	197.66	11.86	670.47	197.66	-	-	Apagadas	-
11:13:00	201.40	12.08	682.55	201.40	-	-	Apagadas	-
11:14:00	205.17	12.31	694.86	205.17	-	-	Apagadas	-
11:15:00	208.97	12.54	707.40	208.97	-	-	Apagadas	-
11:16:00	212.82	12.77	720.17	-387.18	-23.23	696.94	Encendidas	Hora de encendido de bombas, se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 600 l/s
11:17:00	216.79	13.01	733.18	-383.21	-22.99	673.95	Encendidas	-
11:18:00	220.93	13.26	746.44	-379.07	-22.74	651.20	Encendidas	-
11:19:00	225.29	13.52	759.96	-374.71	-22.48	628.72	Encendidas	-
11:20:00	229.85	13.79	773.75	-370.15	-22.21	606.51	Encendidas	-
11:21:00	234.63	14.08	787.83	-365.37	-21.92	584.59	Encendidas	-
11:22:00	239.62	14.38	802.21	-360.38	-21.62	562.97	Encendidas	-
11:23:00	244.78	14.69	816.90	-355.22	-21.31	541.65	Encendidas	-
11:24:00	250.11	15.01	831.91	-349.89	-20.99	520.66	Encendidas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
11:25:00	255.54	15.33	847.24	-344.46	-20.67	499.99	Encendidas	-
11:26:00	261.07	15.66	862.90	-338.93	-20.34	479.66	Encendidas	-
11:27:00	266.69	16.00	878.90	-333.31	-20.00	459.66	Encendidas	-
11:28:00	272.36	16.34	895.24	-327.64	-19.66	440.00	Encendidas	-
11:29:00	278.08	16.68	911.92	-321.92	-19.32	420.68	Encendidas	-
11:30:00	283.83	17.03	928.95	-316.17	-18.97	401.71	Encendidas	-
11:31:00	289.69	17.38	946.33	-310.31	-18.62	383.09	Encendidas	-
11:32:00	295.77	17.75	964.08	-304.23	-18.25	364.84	Encendidas	-
11:33:00	302.19	18.13	982.21	-297.81	-17.87	346.97	Encendidas	-
11:34:00	308.99	18.54	1000.75	-291.01	-17.46	329.51	Encendidas	-
11:35:00	316.25	18.98	1019.73	-283.75	-17.03	312.49	Encendidas	-
11:36:00	323.97	19.44	1039.17	-276.03	-16.56	295.93	Encendidas	-
11:37:00	332.08	19.92	1059.09	-267.92	-16.08	279.85	Encendidas	-
11:38:00	340.51	20.43	1079.52	-259.49	-15.57	264.28	Encendidas	-
11:39:00	349.18	20.95	1100.47	-250.82	-15.05	249.23	Encendidas	-
11:40:00	358.06	21.48	1121.95	-241.94	-14.52	234.71	Encendidas	-
11:41:00	367.10	22.03	1143.98	-232.90	-13.97	220.74	Encendidas	-
11:42:00	376.30	22.58	1166.56	-223.70	-13.42	207.32	Encendidas	-
11:43:00	385.54	23.13	1189.69	-214.46	-12.87	194.45	Encendidas	-
11:44:00	394.77	23.69	1213.38	-205.23	-12.31	182.14	Encendidas	-
11:45:00	404.01	24.24	1237.62	-195.99	-11.76	170.38	Encendidas	-
11:46:00	413.42	24.81	1262.43	-186.58	-11.19	159.18	Encendidas	-
11:47:00	423.41	25.40	1287.83	-176.59	-10.60	148.59	Encendidas	-
11:48:00	434.21	26.05	1313.88	-165.79	-9.95	138.64	Encendidas	-
11:49:00	445.89	26.75	1340.63	-154.11	-9.25	129.39	Encendidas	-
11:50:00	458.57	27.51	1368.14	-141.43	-8.49	120.91	Encendidas	-
11:51:00	472.33	28.34	1396.48	-127.67	-7.66	113.25	Encendidas	-
11:52:00	487.04	29.22	1425.70	-112.96	-6.78	106.47	Encendidas	-
11:53:00	502.26	30.14	1455.84	-97.74	-5.86	100.61	Encendidas	-
11:54:00	517.87	31.07	1486.91	-82.13	-4.93	95.68	Encendidas	-
11:55:00	533.71	32.02	1518.93	-66.29	-3.98	91.70	Encendidas	-
11:56:00	549.74	32.98	1551.91	-50.26	-3.02	88.68	Encendidas	-
11:57:00	565.94	33.96	1585.87	-34.06	-2.04	86.64	Encendidas	-
11:58:00	582.28	34.94	1620.81	-17.72	-1.06	85.58	Encendidas	-
11:59:00	598.53	35.91	1656.72	-1.47	-0.09	85.49	Encendidas	-
12:00:00	614.80	36.89	1693.61	14.80	0.89	86.38	Encendidas	-
12:01:00	631.47	37.89	1731.50	31.47	1.89	88.27	Encendidas	-
12:02:00	649.51	38.97	1770.47	49.51	2.97	91.24	Encendidas	-
12:03:00	669.60	40.18	1810.65	69.60	4.18	95.41	Encendidas	-
12:04:00	692.34	41.54	1852.19	92.34	5.54	100.95	Encendidas	-
12:05:00	718.05	43.08	1895.27	118.05	7.08	108.04	Encendidas	-
12:06:00	746.24	44.77	1940.04	146.24	8.77	116.81	Encendidas	-
12:07:00	776.23	46.57	1986.61	176.23	10.57	127.38	Encendidas	-
12:08:00	807.22	48.43	2035.04	207.22	12.43	139.82	Encendidas	-
12:09:00	838.98	50.34	2085.38	238.98	14.34	154.16	Encendidas	-
12:10:00	871.02	52.26	2137.64	271.02	16.26	170.42	Encendidas	-
12:11:00	903.00	54.18	2191.82	303.00	18.18	188.60	Encendidas	-
12:12:00	934.48	56.07	2247.89	334.48	20.07	208.67	Encendidas	-
12:13:00	966.11	57.97	2305.86	366.11	21.97	230.63	Encendidas	-
12:14:00	997.34	59.84	2365.70	397.34	23.84	254.47	Encendidas	-
12:15:00	1028.01	61.68	2427.38	428.01	25.68	280.15	Encendidas	-
12:16:00	1058.02	63.48	2490.86	458.02	27.48	307.64	Encendidas	-
12:17:00	1088.50	65.31	2556.17	488.50	29.31	336.95	Encendidas	-
12:18:00	1119.95	67.20	2623.37	519.95	31.20	368.14	Encendidas	-
12:19:00	1152.36	69.14	2692.51	552.36	33.14	401.28	Encendidas	-
12:20:00	1185.77	71.15	2763.66	585.77	35.15	436.43	Encendidas	-
12:21:00	1219.96	73.20	2836.86	619.96	37.20	473.63	Encendidas	-
12:22:00	1254.94	75.30	2912.16	654.94	39.30	512.92	Encendidas	-
12:23:00	1289.77	77.39	2989.55	689.77	41.39	554.31	Encendidas	-
12:24:00	1324.21	79.45	3069.00	724.21	43.45	597.76	Encendidas	-
12:25:00	1359.00	81.54	3150.54	759.00	45.54	643.30	Encendidas	-
12:26:00	1394.09	83.65	3234.19	794.09	47.65	690.95	Encendidas	-
12:27:00	1428.39	85.70	3319.89	828.39	49.70	740.65	Encendidas	-
12:28:00	1461.87	87.71	3407.60	861.87	51.71	792.36	Encendidas	-
12:29:00	1495.20	89.71	3497.31	895.20	53.71	846.08	Encendidas	-
12:30:00	1528.77	91.73	3589.04	928.77	55.73	901.80	Encendidas	-
12:31:00	1560.73	93.64	3682.68	960.73	57.64	959.45	Encendidas	-
12:32:00	1584.75	95.09	3777.77	984.75	59.09	1018.53	Encendidas	-
12:33:00	1599.25	95.96	3873.73	999.25	59.96	1078.49	Encendidas	-
12:34:00	1603.19	96.19	3969.92	1003.19	60.19	1138.68	Encendidas	-
12:35:00	1596.44	95.79	4065.71	996.44	59.79	1198.46	Encendidas	-
12:36:00	1581.39	94.88	4160.59	981.39	58.88	1257.35	Encendidas	-
12:37:00	1560.99	93.66	4254.25	960.99	57.66	1315.01	Encendidas	-
12:38:00	1537.42	92.25	4346.50	937.42	56.25	1371.25	Encendidas	-
12:39:00	1512.03	90.72	4437.22	912.03	54.72	1425.97	Encendidas	
12:40:00	1485.39	89.12	4526.34	885.39	53.12	1479.10	Encendidas	El volumen en el sistema llega a superar los 1500 m3 de capacidad del tanque de concreto. Por ello con el caudal diferencial en este instante se diseña los agujeros de entrada de los tanques SUDS.
12:41:00	1458.98	87.54	4613.88	858.98	51.54	1530.64	Encendidas	-
12:42:00	1432.28	85.94	4699.82	832.28	49.94	1580.57	Encendidas	-
12:43:00	1405.68	84.34	4784.16	805.68	48.34	1628.91	Encendidas	-
12:44:00	1379.32	82.76	4866.92	779.32	46.76	1675.67	Encendidas	-
12:45:00	1353.17	81.19	4948.11	753.17	45.19	1720.86	Encendidas	-
12:46:00	1327.61	79.66	5027.77	727.61	43.66	1764.52	Encendidas	-
12:47:00	1302.91	78.17	5105.94	702.91	42.17	1806.69	Encendidas	-
12:48:00	1278.21	76.69	5182.63	678.21	40.69	1847.39	Encendidas	-
12:49:00	1254.80	75.29	5257.92	654.80	39.29	1886.67	Encendidas	-
12:50:00	1232.42	73.95	5331.87	632.42	37.95	1924.62	Encendidas	-
12:51:00	1210.93	72.66	5404.53	610.93	36.66	1961.28	Encendidas	-
12:52:00	1190.01	71.40	5475.93	590.01	35.40	1996.68	Encendidas	-
12:53:00	1169.29	70.16	5546.09	569.29	34.16	2030.83	Encendidas	-
12:54:00	1148.58	68.91	5615.00	548.58	32.91	2063.75	Encendidas	-
12:55:00	1127.80	67.67	5682.67	527.80	31.67	2095.42	Encendidas	-
12:56:00	1106.90	66.41	5749.08	506.90	30.41	2125.83	Encendidas	-
12:57:00	1086.10	65.17	5814.25	486.10	29.17	2155.00	Encendidas	-
12:58:00	1065.20	63.91	5878.16	465.20	27.91	2182.91	Encendidas	-
12:59:00	1044.63	62.68	5940.84	444.63	26.68	2209.59	Encendidas	-
13:00:00	1023.91	61.43	6002.27	423.91	25.43	2235.02	Encendidas	-
13:01:00	1002.90	60.17	6062.44	402.90	24.17	2259.19	Encendidas	-
13:02:00	982.86	58.97	6121.41	382.86	22.97	2282.17	Encendidas	-
13:03:00	963.95	57.84	6179.25	363.95	21.84	2304.00	Encendidas	-
13:04:00	946.36	56.78	6236.03	346.36	20.78	2324.78	Encendidas	-
13:05:00	930.23	55.81	6291.84	330.23	19.81	2344.60	Encendidas	-
13:06:00	915.14	54.91	6346.75	315.14	18.91	2363.51	Encendidas	-
13:07:00	900.54	54.03	6400.78	300.54	18.03	2381.54	Encendidas	-
13:08:00	886.25	53.18	6453.96	286.25	17.18	2398.71	Encendidas	-
13:09:00	872.18	52.33	6506.29	272.18	16.33	2415.05	Encendidas	-
13:10:00	858.25	51.50	6557.79	258.25	15.50	2430.54	Encendidas	-
13:11:00	844.37	50.66	6608.45	244.37	14.66	2445.20	Encendidas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 2.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A15

Plano P. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2 (parte 2)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
13:12:00	830.52	49.83	6658.28	230.52	13.83	2459.03	Encendidas	-
13:13:00	816.68	49.00	6707.28	216.68	13.00	2472.03	Encendidas	-
13:14:00	802.95	48.18	6755.46	202.95	12.18	2484.21	Encendidas	-
13:15:00	789.20	47.35	6802.81	189.20	11.35	2495.56	Encendidas	-
13:16:00	775.44	46.53	6849.34	175.44	10.53	2506.09	Encendidas	-
13:17:00	761.97	45.72	6895.06	161.97	9.72	2515.81	Encendidas	-
13:18:00	749.13	44.95	6940.01	149.13	8.95	2524.76	Encendidas	-
13:19:00	737.15	44.23	6984.24	137.15	8.23	2532.98	Encendidas	-
13:20:00	726.05	43.56	7027.80	126.05	7.56	2540.55	Encendidas	-
13:21:00	715.58	42.93	7070.73	115.58	6.93	2547.48	Encendidas	-
13:22:00	705.63	42.34	7113.07	105.63	6.34	2553.82	Encendidas	-
13:23:00	696.06	41.76	7154.83	96.06	5.76	2559.58	Encendidas	-
13:24:00	686.60	41.20	7196.03	86.60	5.20	2564.78	Encendidas	-
13:25:00	677.20	40.63	7236.66	77.20	4.63	2569.41	Encendidas	-
13:26:00	667.82	40.07	7276.73	67.82	4.07	2573.48	Encendidas	-
13:27:00	658.49	39.51	7316.24	58.49	3.51	2576.99	Encendidas	-
13:28:00	649.19	38.95	7355.19	49.19	2.95	2579.94	Encendidas	-
13:29:00	639.88	38.39	7393.58	39.88	2.39	2582.33	Encendidas	-
13:30:00	630.58	37.83	7431.41	30.58	1.83	2584.17	Encendidas	-
13:31:00	621.28	37.28	7468.69	21.28	1.28	2585.45	Encendidas	-
13:32:00	612.29	36.74	7505.43	12.29	0.74	2586.18	Encendidas	-
13:33:00	603.79	36.23	7541.66	3.79	0.23	2586.41	Encendidas	En este instante se llega al punto máximo del límite de la capacidad del sistema (2600 m3)
13:34:00	595.75	35.75	7577.41	-4.25	-0.26	2586.16	Encendidas	-
13:35:00	588.10	35.29	7612.70	-11.90	-0.71	2585.44	Encendidas	-
13:36:00	580.82	34.85	7647.55	-19.18	-1.15	2584.29	Encendidas	-
13:37:00	573.82	34.43	7681.98	-26.18	-1.57	2582.72	Encendidas	-
13:38:00	567.05	34.02	7716.00	-32.95	-1.98	2580.74	Encendidas	-
13:39:00	560.40	33.62	7749.62	-39.60	-2.38	2578.37	Encendidas	-
13:40:00	553.84	33.23	7782.85	-46.16	-2.77	2575.60	Encendidas	-
13:41:00	547.34	32.84	7815.69	-52.66	-3.16	2572.44	Encendidas	-
13:42:00	540.86	32.45	7848.14	-59.14	-3.55	2568.89	Encendidas	-
13:43:00	534.39	32.06	7880.20	-65.61	-3.94	2564.95	Encendidas	-
13:44:00	527.94	31.68	7911.88	-72.06	-4.32	2560.63	Encendidas	-
13:45:00	521.49	31.29	7943.17	-78.51	-4.71	2555.92	Encendidas	-
13:46:00	515.10	30.91	7974.08	-84.90	-5.09	2550.83	Encendidas	-
13:47:00	508.94	30.54	8004.62	-91.06	-5.46	2545.36	Encendidas	-
13:48:00	502.98	30.18	8034.80	-97.02	-5.82	2539.54	Encendidas	-
13:49:00	497.24	29.83	8064.63	-102.76	-6.17	2533.37	Encendidas	-
13:50:00	491.74	29.50	8094.13	-108.26	-6.50	2526.88	Encendidas	-
13:51:00	486.49	29.19	8123.32	-113.51	-6.81	2520.07	Encendidas	-
13:52:00	481.47	28.89	8152.21	-118.53	-7.11	2512.96	Encendidas	-
13:53:00	476.59	28.60	8180.81	-123.41	-7.40	2505.55	Encendidas	-
13:54:00	471.83	28.31	8209.12	-128.17	-7.69	2497.86	Encendidas	-
13:55:00	467.12	28.03	8237.15	-132.88	-7.97	2489.89	Encendidas	-
13:56:00	462.46	27.75	8264.90	-137.54	-8.25	2481.64	Encendidas	-
13:57:00	457.82	27.47	8292.37	-142.18	-8.53	2473.11	Encendidas	-
13:58:00	453.19	27.19	8319.56	-146.81	-8.81	2464.30	Encendidas	-
13:59:00	448.56	26.91	8346.47	-151.44	-9.09	2455.21	Encendidas	-
14:00:00	443.95	26.64	8373.11	-156.05	-9.36	2445.85	Encendidas	-
14:01:00	439.36	26.36	8399.47	-160.64	-9.64	2436.21	Encendidas	-
14:02:00	434.87	26.09	8425.56	-165.13	-9.91	2426.30	Encendidas	-
14:03:00	430.58	25.83	8451.39	-169.42	-10.17	2416.14	Encendidas	-
14:04:00	426.42	25.59	8476.98	-173.58	-10.41	2405.72	Encendidas	-
14:05:00	422.41	25.34	8502.32	-177.59	-10.66	2395.07	Encendidas	-
14:06:00	418.55	25.11	8527.43	-181.45	-10.89	2384.18	Encendidas	-
14:07:00	414.84	24.89	8552.32	-185.16	-11.11	2373.07	Encendidas	-
14:08:00	411.22	24.67	8576.99	-188.78	-11.33	2361.74	Encendidas	-
14:09:00	407.67	24.46	8601.45	-192.33	-11.54	2350.20	Encendidas	-
14:10:00	404.17	24.25	8625.70	-195.83	-11.75	2338.45	Encendidas	-
14:11:00	400.71	24.04	8649.74	-199.29	-11.96	2326.50	Encendidas	-
14:12:00	397.27	23.84	8673.58	-202.73	-12.16	2314.33	Encendidas	-
14:13:00	393.84	23.63	8697.21	-206.16	-12.37	2301.96	Encendidas	-
14:14:00	390.42	23.43	8720.64	-209.58	-12.57	2289.39	Encendidas	-
14:15:00	387.00	23.22	8743.86	-213.00	-12.78	2276.61	Encendidas	-
14:16:00	383.60	23.02	8766.88	-216.40	-12.98	2263.62	Encendidas	-
14:17:00	380.26	22.82	8789.70	-219.74	-13.18	2250.44	Encendidas	-
14:18:00	377.03	22.62	8812.32	-222.97	-13.38	2237.06	Encendidas	-
14:19:00	373.90	22.43	8834.75	-226.10	-13.57	2223.50	Encendidas	-
14:20:00	370.88	22.25	8857.00	-229.12	-13.75	2209.75	Encendidas	-
14:21:00	367.96	22.08	8879.08	-232.04	-13.92	2195.83	Encendidas	-
14:22:00	365.13	21.91	8900.99	-234.87	-14.09	2181.73	Encendidas	-
14:23:00	362.37	21.74	8922.73	-237.63	-14.26	2167.48	Encendidas	-
14:24:00	359.68	21.58	8944.31	-240.32	-14.42	2153.06	Encendidas	-
14:25:00	357.04	21.42	8965.73	-242.96	-14.58	2138.48	Encendidas	-
14:26:00	354.42	21.27	8987.00	-245.58	-14.73	2123.74	Encendidas	-
14:27:00	351.82	21.11	9008.11	-248.18	-14.89	2108.85	Encendidas	-
14:28:00	349.22	20.95	9029.06	-250.78	-15.05	2093.81	Encendidas	-
14:29:00	346.62	20.80	9049.86	-253.38	-15.20	2078.60	Encendidas	-
14:30:00	344.03	20.64	9070.50	-255.97	-15.36	2063.25	Encendidas	-
14:31:00	341.44	20.49	9090.99	-258.56	-15.51	2047.73	Encendidas	-
14:32:00	338.90	20.33	9111.32	-261.10	-15.67	2032.07	Encendidas	-
14:33:00	336.44	20.19	9131.51	-263.56	-15.81	2016.25	Encendidas	-
14:34:00	334.04	20.04	9151.55	-265.96	-15.96	2000.29	Encendidas	-
14:35:00	331.71	19.90	9171.45	-268.29	-16.10	1984.20	Encendidas	-
14:36:00	329.45	19.77	9191.22	-270.55	-16.23	1967.96	Encendidas	-
14:37:00	327.24	19.63	9210.85	-272.76	-16.37	1951.60	Encendidas	-
14:38:00	325.09	19.51	9230.36	-274.91	-16.49	1935.10	Encendidas	-
14:39:00	322.98	19.38	9249.74	-277.02	-16.62	1918.48	Encendidas	-
14:40:00	320.90	19.25	9268.99	-279.10	-16.75	1901.74	Encendidas	-
14:41:00	318.84	19.13	9288.12	-281.16	-16.87	1884.87	Encendidas	-
14:42:00	316.80	19.01	9307.13	-283.20	-16.99	1867.88	Encendidas	-
14:43:00	314.77	18.89	9326.02	-285.23	-17.11	1850.76	Encendidas	-
14:44:00	312.74	18.76	9344.78	-287.26	-17.24	1833.53	Encendidas	-
14:45:00	310.71	18.64	9363.42	-289.29	-17.36	1816.17	Encendidas	-
14:46:00	308.70	18.52	9381.94	-291.30	-17.48	1798.69	Encendidas	-
14:47:00	306.72	18.40	9400.34	-293.28	-17.60	1781.09	Encendidas	-
14:48:00	304.78	18.29	9418.63	-295.22	-17.71	1763.38	Encendidas	-
14:49:00	302.90	18.17	9436.80	-297.10	-17.83	1745.55	Encendidas	-
14:50:00	301.06	18.06	9454.86	-298.94	-17.94	1727.62	Encendidas	-
14:51:00	299.28	17.96	9472.82	-300.72	-18.04	1709.57	Encendidas	-
14:52:00	297.54	17.85	9490.67	-302.46	-18.15	1691.43	Encendidas	-
14:53:00	295.84	17.75	9508.42	-304.16	-18.25	1673.18	Encendidas	-
14:54:00	294.17	17.65	9526.07	-305.83	-18.35	1654.83	Encendidas	-
14:55:00	292.54	17.55	9543.62	-307.46	-18.45	1636.38	Encendidas	-
14:56:00	290.91	17.45	9561.07	-309.09	-18.55	1617.83	Encendidas	-
14:57:00	289.29	17.36	9578.43	-310.71	-18.64	1599.19	Encendidas	-
14:58:00	287.69	17.26	9595.69	-312.31	-18.74	1580.45	Encendidas	-
14:59:00	286.09	17.17	9612.86	-313.91	-18.83	1561.62	Encendidas	-
15:00:00	284.49	17.07	9629.93	-315.51	-18.93	1542.69	Encendidas	-
15:01:00	282.89	16.97	9646.90	-317.11	-19.03	1523.66	Encendidas	-
15:02:00	281.31	16.88	9663.78	-318.69	-19.12	1504.54	Encendidas	-
15:03:00	279.77	16.79	9680.57	-320.23	-19.21	1485.33	Encendidas	-
15:04:00	278.26	16.70	9697.27	-321.74	-19.30	1466.02	Encendidas	-
15:05:00	276.79	16.61	9713.88	-323.21	-19.39	1446.63	Encendidas	-
15:06:00	275.35	16.52	9730.40	-324.65	-19.48	1427.15	Encendidas	-
15:07:00	273.94	16.44	9746.84	-326.06	-19.56	1407.59	Encendidas	-
15:08:00	272.56	16.35	9763.19	-327.44	-19.65	1387.94	Encendidas	-
15:09:00	271.21	16.27	9779.46	-328.79	-19.73	1368.21	Encendidas	-
15:10:00	269.87	16.19	9795.65	-330.13	-19.81	1348.41	Encendidas	-
15:11:00	268.54	16.11	9811.76	-331.46	-19.89	1328.52	Encendidas	-
15:12:00	267.23	16.03	9827.79	-332.77	-19.97	1308.55	Encendidas	-
15:13:00	265.93	15.96	9843.75	-334.07	-20.04	1288.51	Encendidas	-
15:14:00	264.64	15.88	9859.63	-335.36	-20.12	1268.39	Encendidas	-
15:15:00	263.34	15.80	9875.43	-336.66	-20.20	1248.19	Encendidas	-
15:16:00	262.05	15.72	9891.15	-337.95	-20.28	1227.91	Encendidas	-
15:17:00	260.78	15.65	9906.80	-339.22	-20.35	1207.56	Encendidas	-
15:18:00	259.53	15.57	9922.37	-340.47	-20.43	1187.13	Encendidas	-
15:19:00	258.31	15.50	9937.87	-341.69	-20.50	1166.63	Encendidas	-
15:20:00	257.11	15.43	9953.30	-342.89	-20.57	1146.05	Encendidas	-
15:21:00	255.93	15.36	9968.66	-344.07	-20.64	1125.41	Encendidas	-
15:22:00	254.79	15.29	9983.95	-345.21	-20.71	1104.70	Encendidas	-
15:23:00	253.66	15.22	9999.17	-346.34	-20.78	1083.92	Encendidas	-
15:24:00	252.55	15.15	10014.32	-347.45	-20.85	1063.07	Encendidas	-
15:25:00	251.46	15.09	10029.41	-348.54	-20.91	1042.16	Encendidas	-
15:26:00	250.37	15.02	10044.43	-349.63	-20.98	1021.18	Encendidas	-
15:27:00	249.30	14.96	10059.39	-350.70	-21.04	1000.14	Encendidas	-
15:28:00	248.24	14.89	10074.28	-351.76	-21.11	979.03	Encendidas	-
15:29:00	247.18	14.83	10089.11	-352.82	-21.17	957.86	Encendidas	-
15:30:00	246.12	14.77	10103.88	-353.88	-21.23	936.63	Encendidas	-
15:31:00	245.07	14.70	10118.58	-354.93	-21.30	915.33	Encendidas	-
15:32:00	244.03	14.64	10133.22	-355.97	-21.36	893.98	Encendidas	-
15:33:00	243.01	14.58	10147.80	-356.99	-21.42	872.56	Encendidas	-
15:34:00	242.00	14.52	10162.32	-358.00	-21.48	851.08	Encendidas	-
15:35:00	241.01	14.46	10176.78	-358.99	-21.54	829.54	Encendidas	-
15:36:00	240.04	14.40	10191.18	-359.96	-21.60	807.94	Encendidas	-
15:37:00	239.09	14.35	10205.53	-360.91	-21.65	786.28	Encendidas	-
15:38:00	238.15	14.29	10219.82	-361.85	-21.71	764.57	Encendidas	-
15:39:00	237.23	14.23	10234.05	-362.77	-21.77	742.81	Encendidas	-
15:40:00	236.33	14.18	10248.23	-363.67	-21.82	720.99	Encendidas	-
15:41:00	235.44	14.13	10262.36	-364.56	-21.87	699.11	Encendidas	-
15:42:00	234.55	14.07	10276.43	-365.45	-21.93	677.19	Encendidas	-
15:43:00	233.66	14.02	10290.45	-366.34	-21.98	655.21	Encendidas	-
15:44:00	232.78	13.97	10304.42	-367.22	-22.03	633.17	Encendidas	-
15:45:00	231.90	13.91	10318.33	-368.10	-22.09	611.09	Encendidas	-
15:46:00	231.02	13.86	10332.19	-368.98	-22.14	588.95	Encendidas	-
15:47:00	230.15	13.81	10346.00	-369.85	-22.19	566.76	Encendidas	-
15:48:00	229.29	13.76	10359.76	-370.71	-22.24	544.51	Encendidas	-
15:49:00	228.45	13.71	10373.47	-371.55	-22.29	522.22	Encendidas	-
15:50:00	227.62	13.66	10387.13	-372.38	-22.34	499.88	Encendidas	-
15:51:00	226.80	13.61	10400.74	-373.20	-22.39	477.49	Encendidas	-
15:52:00	226.00	13.56	10414.30	-374.00	-22.44	455.05	Encendidas	-
15:53:00	225.21	13.51	10427.81	-374.79	-22.49	432.56	Encendidas	-
15:54:00	224.43	13.47	10441.28	-375.57	-22.53	410.02	Encendidas	-
15:55:00	223.66	13.42	10454.70	-376.34	-22.58	387.44	Encendidas	-
15:56:00	222.89	13.37	10468.07	-377.11	-22.63	364.82	Encendidas	-
15:57:00	222.14	13.33	10481.40	-377.86	-22.67	342.15	Encendidas	-
15:58:00	221.39	13.28	10494.68	-378.61	-22.72	319.43	Encendidas	-
15:59:00	220.64	13.24	10507.92	-379.36	-22.76	296.67	Encendidas	-
16:00:00	219.90	13.19	10521.11	-380.10	-22.81	273.86	Encendidas	-
16:01:00	219.16	13.15	10534.26	-380.84	-22.85	251.01	Encendidas	-
16:02:00	218.43	13.11	10547.37	-381.57	-22.89	228.12	Encendidas	-
16:03:00	217.71	13.06	10560.43	-382.29	-22.94	205.18	Encendidas	-
16:04:00	217.00	13.02	10573.45	-383.00	-22.98	182.20	Encendidas	-
16:05:00	216.31	12.98	10586.43	-383.69	-23.02	159.18	Encendidas	-
16:06:00	215.62	12.94	10599.37	-384.38	-23.06	136.12	Encendidas	-
16:07:00	214.94	12.90	10612.27	-385.06	-23.10	113.01	Encendidas	-
16:08:00	214.28	12.86	10625.13	-385.72	-23.14	89.87	Encendidas	-
16:09:00	213.62	12.82	10637.95	-386.38	-23.18	66.69	Encendidas	-
16:10:00	212.96	12.78	10650.73	-387.04	-23.22	43.46	Encendidas	-
16:11:00	212.32	12.74	10663.47	-387.68	-23.26	20.20	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques
16:12:00	211.68	12.70	10676.17	211.68	12.70	32.90	Apagadas	-
16:13:00	211.04	12.66	10688.83	211.04	12.66	45.57	Apagadas	-
16:14:00	210.41	12.62	10701.45	210.41	12.62	58.19	Apagadas	-
16:15:00	209.78	12.59	10714.04	209.78	12.59	70.78	Apagadas	-
16:16:00	209.16	12.55	10726.59	209.16	12.55	83.33	Apagadas	-
16:17:00	208.54	12.51	10739.10	208.54	12.51	95.84	Apagadas	-
16:18:00	207.93	12.48	10751.58	207.93	12.48	108.32	Apagadas	-
16:19:00	207.33	12.44	10764.02	207.33	12.44	120.76	Apagadas	-
16:20:00	206.73	12.40	10776.42	206.73	12.40	133.16	Apagadas	-
16:21:00	206.14	12.37	10788.79	206.14	12.37	145.53	Apagadas	-
16:22:00	205.57	12.33	10801.12	205.57	12.33	157.86	Apagadas	-
16:23:00	205.00	12.30	10813.42	205.00	12.30	170.16	Apagadas	-
16:24:00	204.43	12.27	10825.69	204.43	12.27	182.43	Apagadas	-
16:25:00	203.88	12.23	10837.92	203.88	12.23	194.66	Apagadas	-
16:26:00	203.32	12.20	10850.12	203.32	12.20	206.86	Apagadas	-
16:27:00	202.77	12.17	10862.29	202.77	12.17	219.03	Apagadas	-
16:28:00	202.23	12.13	10874.42	202.23	12.13	231.16	Apagadas	-
16:29:00	201.68	12.10	10886.52	201.68	12.10	243.26	Apagadas	-
16:30:00	201.14	12.07	10898.59	201.14	12.07	255.33	Apagadas	-
16:31:00	200.59	12.04	10910.63	200.59	12.04	267.36	Apagadas	-
16:32:00	200.06	12.00	10922.63	200.06	12.00	279.37	Apagadas	-
16:33:00	199.53	11.97	10934.60	199.53	11.97	291.34	Apagadas	-
16:34:00	199.01	11.94	10946.54	199.01	11.94	303.28	Apagadas	-
16:35:00	198.49	11.91	10958.45	198.49	11.91	315.19	Apagadas	-
16:36:00	197.98	11.88	10970.33	197.98	11.88	327.07	Apagadas	-
16:37:00	197.48	11.85	10982.18	197.48	11.85	338.92	Apagadas	-
16:38:00	196.98	11.82	10994.00	196.98	11.82	350.74	Apagadas	-
16:39:00	196.50	11.79	11005.79	196.50	11.79	362.53	Apagadas	-
16:40:00	196.01	11.76	11017.55	196.01	11.76	374.29	Apagadas	-
16:41:00	195.53	11.73	11029.28	195.53	11.73	386.02	Apagadas	-
16:42:00	195.06	11.70	11040.98	195.06	11.70	397.72	Apagadas	-
16:43:00	194.59	11.68	11052.66	194.59	11.68	409.40	Apagadas	-
16:44:00	194.12	11.65	11064.31	194.12	11.65	421.04	Apagadas	-
16:45:00	193.65	11.62	11075.93	193.65	11.62	432.66	Apagadas	-
16:46:00	193.18	11.59	11087.52	193.18	11.59	444.25	Apagadas	-
16:47:00	192.72	11.56	11099.08	192.72	11.56	455.82	Apagadas	-
16:48:00	192.26	11.54	11110.62	192.26	11.54	467.35	Apagadas	-
16:49:00	191.81	11.51	11122.13	191.81	11.51	478.86	Apagadas	-
16:50:00	191.36	11.48	11133.61	191.36	11.48	490.34	Apagadas	-
16:51:00	190.92	11.46	11145.07	190.92	11.46	501.80	Apagadas	-
16:52:00	190.49	11.43	11156.50	190.49	11.43	513.23	Apagadas	-
16:53:00	190.06	11.40	11167.90	190.06	11.40	524.63	Apagadas	-
16:54:00	189.64	11.38	11179.28	189.64	11.38	536.01	Apagadas	-
16:55:00	189.22	11.35	11190.63	189.22	11.35	547.36	Apagadas	-
16:56:00	188.80	11.33	11201.96	188.80	11.33	558.69	Apagadas	-
16:57:00	188.39	11.30	11213.26	188.39	11.30	569.99	Apagadas	-
16:58:00	187.98	11.28	11224.54	187.98	11.28	581.27	Apagadas	-
16:59:00	187.56	11.25	11235.79	187.56	11.25	592.53	Apagadas	-
17:00:00	187.16	11.23	11247.02	187.16	11.23	603.76	Apagadas	-
17:01:00	186.76	11.21	11258.23	186.76	11.21	614.96	Apagadas	-
17:02:00	186.38	11.18	11269.41	186.38	11.18	626.14	Apagadas	-
17:03:00	186.01	11.16	11280.57	186.01	11.16	637.31	Apagadas	-
17:04:00	185.63	11.14	11291.71	185.63	11.14	648.44	Apagadas	-
17:05:00	185.25	11.12	11302.83	185.25	11.12	659.56	Apagadas	-
17:06:00	184.87	11.09	11313.92	184.87	11.09	670.65	Apagadas	-
17:07:00	184.51	11.07	11324.99	184.51	11.07	681.72	Apagadas	-
17:08:00	184.13	11.05	11336.04	184.13	11.05	692.77	Apagadas	-
17:09:00	183.77	11.03	11347.07	183.77	11.03	703.79	Apagadas	-
17:10:00	183.40	11.00	11358.07	183.40	11.00	714.80	Apagadas	-
17:11:00	183.06	10.98	11369.05	183.06	10.98	725.78	Apagadas	-
17:12:00	182.70	10.96	11380.01	182.70	10.96	736.74	Apagadas	-
17:13:00	182.37	10.94	11390.95	182.37	10.94	747.69	Apagadas	-
17:14:00	182.02	10.92	11401.87	182.02	10.92	758.61	Apagadas	-
17:15:00	181.67	10.90	11412.77	181.67	10.90	769.51	Apagadas	-
17:16:00	181.29	10.88	11423.65	181.29	10.88	780.39	Apagadas	-
17:17:00	180.89	10.85	11434.50	180.89	10.85	791.24	Apagadas	-
17:18:00	180.49	10.83	11445.33	180.49	10.83	802.07	Apagadas	-
17:19:00	180.07	10.80	11456.13	180.07	10.80	812.87	Apagadas	-
17:20:00	179.66	10.78	11466.91	179.66	10.78	823.65	Apagadas	-
17:21:00	179.24	10.75	11477.66	179.24	10.75	834.41	Apagadas	-
17:22:00	178.83	10.73	11488.39	178.83	10.73	845.14	Apagadas	-
17:23:00	178.39	10.70	11499.09	178.39	10.70	855.84	Apagadas	-
17:24:00	177.96	10.68	11509.77	177.96	10.68	866.52	Apagadas	-
17:25:00	177.52	10.65	11520.42	177.52	10.65	877.17	Apagadas	-
17:26:00	177.06	10.62	11531.04	177.06	10.62	887.79	Apagadas	-
17:27:00	176.60	10.60	11541.64	176.60	10.60	898.39	Apagadas	-
17:28:00	176.13	10.57	11552.21	176.13	10.57	908.96	Apagadas	-
17:29:00	175.65	10.54	11562.75	175.65	10.54	919.49	Apagadas	-
17:30:00	175.16	10.51	11573.26	175.16	10.51	930.00	Apagadas	-
17:31:00	174.65	10.48	11583.74	174.65	10.48	940.48	Apagadas	-
17:32:00	174.14	10.45	11594.19	174.14	10.45	950.93	Apagadas	-
17:33:00	173.62	10.42	11604.61	173.62	10.42	961.35	Apagadas	-
17:34:00	173.08	10.38	11614.99	173.08	10.38	971.73	Apagadas	-
17:35:00	172.55	10.35	11625.34	172.55	10.35	982.09	Apagadas	-
17:36:00	172.00	10.32	11635.66	172.00	10.32	992.41	Apagadas	-
17:37:00	171.45	10.29	11645.95	171.45	10.29	1002.69	Apagadas	-
17:38:00	170.89	10.25	11656.20	170.89	10.25	1012.95	Apagadas	-
17:39:00	170.33	10.22	11666.42	170.33	10.22	1023.17	Apagadas	-
17:40:00	169.75	10.19	11676.61	169.75	10.19	1033.35	Apagadas	-
17:41:00	169.17	10.15	11686.76	169.17	10.15	1043.50	Apagadas	-
17:42:00	168.57	10.11	11696.87	168.57	10.11	1053.62	Apagadas	-
17:43:00	167.96	10.08	11706.95	167.96	10.08	1063.69	Apagadas	-
17:44:00	167.35	10.04	11716.99	167.35	10.04	1073.74	Apagadas	-
17:45:00	166.72	10.00	11726.99	166.72	10.00	1083.74	Apagadas	-
17:46:00	166.08	9.96	11736.95	166.08	9.96	1093.70	Apagadas	-
17:47:00	165.43	9.93	11746.88	165.43	9.93	1103.63	Apagadas	-
17:48:00	164.79	9.89	11756.77	164.79	9.89	1113.52	Apagadas	-
17:49:00	164.12	9.85	11766.62	164.12	9.85	1123.36	Apagadas	-
17:50:00	163.45	9.81	11776.43	163.45	9.81	1133.17	Apagadas	-
17:51:00	162.77	9.77	11786.20	162.77	9.77	1142.94	Apagadas	-
17:52:00	162.09	9.73	11795.93	162.09	9.73	1152.66	Apagadas	-
17:53:00	161.40	9.68	11805.61	161.40	9.68	1162.35	Apagadas	-
17:54:00	160.70	9.64	11815.25	160.70	9.64	1171.99	Apagadas	-
17:55:00	159.98	9.60	11824.85	159.98	9.60	1181.59	Apagadas	-
17:56:00	159.24	9.55	11834.40	159.24	9.55	1191.14	Apagadas	-
17:57:00	158.49	9.51	11843.91	158.49	9.51	1200.65	Apagadas	-
17:58:00	157.74	9.46	11853.37	157.74	9.46	1210.12	Apagadas	-
17:59:00	156.98	9.42	11862.79	156.98	9.42	1219.53	Apagadas	-
18:00:00	156.21	9.37	11872.16	156.21	9.37	1228.91	Apagadas	-
18:01:00	155.43	9.33	11881.49	155.43	9.33	1238.23	Apagadas	-
18:02:00	154.63	9.28	11890.77	154.63	9.28	1247.51	Apagadas	-
18:03:00	153.83	9.23	11900.00	153.83	9.23	1256.74	Apagadas	-
18:04:00	153.03	9.18	11909.18	153.03	9.18	1265.92	Apagadas	-
18:05:00	152.22	9.13	11918.31	152.22	9.13	1275.05	Apagadas	-
18:06:00	151.40	9.08	11927.39	151.40	9.08	1284.14	Apagadas	-
18:07:00	150.58	9.03	11936.42	150.58	9.03	1293.17	Apagadas	-
18:08:00	149.76	8.99	11945.41	149.76	8.99	1302.16	Apagadas	-
18:09:00	148.93	8.94	11954.35	148.93	8.94	1311.10	Apagadas	-
18:10:00	148.11	8.89	11963.24	148.11	8.89	1319.98	Apagadas	-
18:11:00	147.27	8.84	11972.08	147.27	8.84	1328.82	Apagadas	-
18:12:00	146.43	8.79	11980.87	146.43	8.79	1337.60	Apagadas	-
18:13:00	145.59	8.74	11989.61	145.59	8.74	1346.34	Apagadas	-
18:14:00	144.75	8.69	11998.30	144.75	8.69	1355.02	Apagadas	-
18:15:00	143.90	8.63	12006.93	143.90	8.63	1363.66	Apagadas	-
18:16:00	143.07	8.58	12015.51	143.07	8.58	1372.24	Apagadas	-
18:17:00	142.23	8.53	12024.04	142.23	8.53	1380.78	Apagadas	-
18:18:00	141.40	8.48	12032.52	141.40	8.48	1389.26	Apagadas	-
18:19:00	140.56	8.43	12040.95	140.56	8.43	1397.69	Apagadas	-
18:20:00	139.72	8.38	12049.33	139.72	8.38	1406.08	Apagadas	-
18:21:00	138.89	8.33	12057.66	138.89	8.33	1414.41	Apagadas	-
18:22:00	138.05	8.28	12065.94	138.05	8.28	1422.69	Apagadas	-
18:23:00	137.22	8.23	12074.17	137.22	8.23	1430.93	Apagadas	-
18:24:00	136.38	8.18	12082.35	136.38	8.18	1439.11	Apagadas	-
18:25:00	135.55	8.13	12090.48	135.55	8.13	1447.24	Apagadas	-
18:26:00	134.72	8.08	12098.56	134.72	8.08	1455.33	Apagadas	-
18:27:00	133.89	8.03	12106.59	133.89	8.03	1463.36	Apagadas	-
18:28:00	133.07	7.98	12114.57	133.07	7.98	1471.34	Apagadas	-
18:29:00	132.27	7.94	12122.51	132.27	7.94	1479.28	Apagadas	-
18:30:00	131.46	7.89	12130.40	131.46	7.89	1487.17	Apagadas	-
18:31:00	130.67	7.84	12138.24	130.67	7.84	1495.01	Apagadas	-
18:32:00	129.87	7.79	12146.03	129.87	7.79	1502.80	Apagadas	-
18:33:00	129.08	7.74	12153.77	-470.92	-28.26	1474.54	Encendidas	Hora de nuevo encendido de bombas, ya que se llega a los 1500 m3 de capacidad del tanque de concreto y con ello se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 600 l/s
18:34:00	128.30	7.70	12161.47	-471.70	-28.30	1446.24	Encendidas	-
18:35:00	127.53	7.65	12169.12	-472.47	-28.35	1417.89	Encendidas	-
18:36:00	126.77	7.61	12176.73	-473.23	-28.39	1389.50	Encendidas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 2.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A16

Plano Q. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 2 (parte 3)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
18:37:00	126.02	7.56	12184.29	-473.98	-28.44	1361.06	Encendidas	-
18:38:00	125.27	7.52	12191.81	-474.73	-28.48	1332.58	Encendidas	-
18:39:00	124.54	7.47	12199.28	-475.46	-28.53	1304.05	Encendidas	-
18:40:00	123.81	7.43	12206.71	-476.19	-28.57	1275.48	Encendidas	-
18:41:00	123.08	7.38	12214.09	-476.92	-28.62	1246.86	Encendidas	-
18:42:00	122.36	7.34	12221.43	-477.64	-28.66	1218.20	Encendidas	-
18:43:00	121.65	7.30	12228.73	-478.35	-28.70	1189.50	Encendidas	-
18:44:00	120.94	7.26	12235.99	-479.06	-28.74	1160.76	Encendidas	-
18:45:00	120.24	7.21	12243.20	-479.76	-28.79	1131.97	Encendidas	-
18:46:00	119.54	7.17	12250.37	-480.46	-28.83	1103.15	Encendidas	-
18:47:00	118.84	7.13	12257.50	-481.16	-28.87	1074.28	Encendidas	-
18:48:00	118.15	7.09	12264.59	-481.85	-28.91	1045.37	Encendidas	-
18:49:00	117.46	7.05	12271.64	-482.54	-28.95	1016.41	Encendidas	-
18:50:00	116.77	7.01	12278.65	-483.23	-28.99	987.42	Encendidas	-
18:51:00	116.10	6.97	12285.62	-483.90	-29.03	958.39	Encendidas	-
18:52:00	115.43	6.93	12292.55	-484.57	-29.07	929.31	Encendidas	-
18:53:00	114.77	6.89	12299.44	-485.23	-29.11	900.20	Encendidas	-
18:54:00	114.12	6.85	12306.29	-485.88	-29.15	871.05	Encendidas	-
18:55:00	113.46	6.81	12313.10	-486.54	-29.19	841.85	Encendidas	-
18:56:00	112.82	6.77	12319.87	-487.18	-29.23	812.62	Encendidas	-
18:57:00	112.18	6.73	12326.60	-487.82	-29.27	783.35	Encendidas	-
18:58:00	111.55	6.69	12333.29	-488.45	-29.31	754.05	Encendidas	-
18:59:00	110.93	6.66	12339.95	-489.07	-29.34	724.70	Encendidas	-
19:00:00	110.30	6.62	12346.57	-489.70	-29.38	695.32	Encendidas	-
19:01:00	109.68	6.58	12353.15	-490.32	-29.42	665.90	Encendidas	-
19:02:00	109.06	6.54	12359.69	-490.94	-29.46	636.44	Encendidas	-
19:03:00	108.46	6.51	12366.20	-491.54	-29.49	606.95	Encendidas	-
19:04:00	107.85	6.47	12372.67	-492.15	-29.53	577.42	Encendidas	-
19:05:00	107.26	6.44	12379.11	-492.74	-29.56	547.86	Encendidas	-
19:06:00	106.67	6.40	12385.51	-493.33	-29.60	518.26	Encendidas	-
19:07:00	106.07	6.36	12391.87	-493.93	-29.64	488.62	Encendidas	-
19:08:00	105.48	6.33	12398.20	-494.52	-29.67	458.95	Encendidas	-
19:09:00	104.90	6.29	12404.49	-495.10	-29.71	429.25	Encendidas	-
19:10:00	104.34	6.26	12410.75	-495.66	-29.74	399.51	Encendidas	-
19:11:00	103.76	6.23	12416.98	-496.24	-29.77	369.73	Encendidas	-
19:12:00	103.19	6.19	12423.17	-496.81	-29.81	339.92	Encendidas	-
19:13:00	102.64	6.16	12429.33	-497.36	-29.84	310.08	Encendidas	-
19:14:00	102.09	6.13	12435.46	-497.91	-29.87	280.21	Encendidas	-
19:15:00	101.54	6.09	12441.55	-498.46	-29.91	250.30	Encendidas	-
19:16:00	101.00	6.06	12447.61	-499.00	-29.94	220.36	Encendidas	-
19:17:00	100.47	6.03	12453.64	-499.53	-29.97	190.39	Encendidas	-
19:18:00	99.94	6.00	12459.64	-500.06	-30.00	160.38	Encendidas	-
19:19:00	99.42	5.97	12465.61	-500.58	-30.03	130.35	Encendidas	-
19:20:00	98.90	5.93	12471.54	-501.10	-30.07	100.28	Encendidas	-
19:21:00	98.38	5.90	12477.44	-501.62	-30.10	70.19	Encendidas	-
19:22:00	97.88	5.87	12483.31	-502.12	-30.13	40.06	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques
19:23:00	97.37	5.84	12489.15	97.37	5.84	45.90	Apagadas	-
19:24:00	96.87	5.81	12494.96	96.87	5.81	51.71	Apagadas	-
19:25:00	96.38	5.78	12500.74	96.38	5.78	57.50	Apagadas	-
19:26:00	95.89	5.75	12506.49	95.89	5.75	63.25	Apagadas	-
19:27:00	95.39	5.72	12512.21	95.39	5.72	68.97	Apagadas	-
19:28:00	94.91	5.69	12517.90	94.91	5.69	74.67	Apagadas	-
19:29:00	94.42	5.67	12523.57	94.42	5.67	80.33	Apagadas	-
19:30:00	93.94	5.64	12529.21	93.94	5.64	85.97	Apagadas	-
19:31:00	93.46	5.61	12534.82	93.46	5.61	91.58	Apagadas	-
19:32:00	92.99	5.58	12540.40	92.99	5.58	97.16	Apagadas	-
19:33:00	92.53	5.55	12545.95	92.53	5.55	102.71	Apagadas	-
19:34:00	92.07	5.52	12551.47	92.07	5.52	108.23	Apagadas	-
19:35:00	91.61	5.50	12556.97	91.61	5.50	113.73	Apagadas	-
19:36:00	91.17	5.47	12562.44	91.17	5.47	119.20	Apagadas	-
19:37:00	90.71	5.44	12567.88	90.71	5.44	124.64	Apagadas	-
19:38:00	90.27	5.42	12573.30	90.27	5.42	130.06	Apagadas	-
19:39:00	89.84	5.39	12578.69	89.84	5.39	135.45	Apagadas	-
19:40:00	89.41	5.36	12584.05	89.41	5.36	140.81	Apagadas	-
19:41:00	88.98	5.34	12589.39	88.98	5.34	146.15	Apagadas	-
19:42:00	88.55	5.31	12594.70	88.55	5.31	151.46	Apagadas	-
19:43:00	88.14	5.29	12599.99	88.14	5.29	156.75	Apagadas	-
19:44:00	87.72	5.26	12605.25	87.72	5.26	162.02	Apagadas	-
19:45:00	87.30	5.24	12610.49	87.30	5.24	167.25	Apagadas	-
19:46:00	86.90	5.21	12615.70	86.90	5.21	172.47	Apagadas	-
19:47:00	86.49	5.19	12620.89	86.49	5.19	177.66	Apagadas	-
19:48:00	86.08	5.16	12626.05	86.08	5.16	182.82	Apagadas	-
19:49:00	85.68	5.14	12631.19	85.68	5.14	187.96	Apagadas	-
19:50:00	85.27	5.12	12636.31	85.27	5.12	193.08	Apagadas	-
19:51:00	84.88	5.09	12641.40	84.88	5.09	198.17	Apagadas	-
19:52:00	84.48	5.07	12646.47	84.48	5.07	203.24	Apagadas	-
19:53:00	84.10	5.05	12651.52	84.10	5.05	208.29	Apagadas	-
19:54:00	83.71	5.02	12656.54	83.71	5.02	213.31	Apagadas	-
19:55:00	83.33	5.00	12661.54	83.33	5.00	218.31	Apagadas	-
19:56:00	82.95	4.98	12666.52	82.95	4.98	223.29	Apagadas	-
19:57:00	82.57	4.95	12671.47	82.57	4.95	228.24	Apagadas	-
19:58:00	82.20	4.93	12676.40	82.20	4.93	233.17	Apagadas	-
19:59:00	81.83	4.91	12681.31	81.83	4.91	238.08	Apagadas	-
20:00:00	81.47	4.89	12686.20	81.47	4.89	242.97	Apagadas	-
20:01:00	81.11	4.87	12691.07	81.11	4.87	247.84	Apagadas	-
20:02:00	80.75	4.85	12695.92	80.75	4.85	252.68	Apagadas	-
20:03:00	80.40	4.82	12700.74	80.40	4.82	257.51	Apagadas	-
20:04:00	80.05	4.80	12705.54	80.05	4.80	262.31	Apagadas	-
20:05:00	79.71	4.78	12710.32	79.71	4.78	267.09	Apagadas	-
20:06:00	79.36	4.76	12715.08	79.36	4.76	271.85	Apagadas	-
20:07:00	79.02	4.74	12719.82	79.02	4.74	276.59	Apagadas	-
20:08:00	78.69	4.72	12724.54	78.69	4.72	281.32	Apagadas	-
20:09:00	78.35	4.70	12729.24	78.35	4.70	286.02	Apagadas	-
20:10:00	78.02	4.68	12733.92	78.02	4.68	290.70	Apagadas	-
20:11:00	77.69	4.66	12738.58	77.69	4.66	295.36	Apagadas	-
20:12:00	77.36	4.64	12743.22	77.36	4.64	300.00	Apagadas	-
20:13:00	77.03	4.62	12747.84	77.03	4.62	304.62	Apagadas	-
20:14:00	76.71	4.60	12752.44	76.71	4.60	309.23	Apagadas	-
20:15:00	76.39	4.58	12757.02	76.39	4.58	313.81	Apagadas	-
20:16:00	76.06	4.56	12761.58	76.06	4.56	318.37	Apagadas	-
20:17:00	75.75	4.55	12766.13	75.75	4.55	322.92	Apagadas	-
20:18:00	75.43	4.53	12770.66	75.43	4.53	327.44	Apagadas	-
20:19:00	75.11	4.51	12775.17	75.11	4.51	331.95	Apagadas	-
20:20:00	74.81	4.49	12779.66	74.81	4.49	336.44	Apagadas	-
20:21:00	74.49	4.47	12784.13	74.49	4.47	340.91	Apagadas	-
20:22:00	74.19	4.45	12788.58	74.19	4.45	345.36	Apagadas	-
20:23:00	73.89	4.43	12793.01	73.89	4.43	349.79	Apagadas	-
20:24:00	73.58	4.41	12797.42	73.58	4.41	354.21	Apagadas	-
20:25:00	73.28	4.40	12801.82	73.28	4.40	358.60	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
20:26:00	72.99	4.38	12806.20	72.99	4.38	362.98	Apagadas	-
20:27:00	72.69	4.36	12810.56	72.69	4.36	367.34	Apagadas	-
20:28:00	72.40	4.34	12814.90	72.40	4.34	371.69	Apagadas	-
20:29:00	72.11	4.33	12819.23	72.11	4.33	376.02	Apagadas	-
20:30:00	71.83	4.31	12823.54	71.83	4.31	380.33	Apagadas	-
20:31:00	71.54	4.29	12827.83	71.54	4.29	384.62	Apagadas	-
20:32:00	71.26	4.28	12832.11	71.26	4.28	388.89	Apagadas	-
20:33:00	70.98	4.26	12836.37	70.98	4.26	393.15	Apagadas	-
20:34:00	70.70	4.24	12840.61	70.70	4.24	397.39	Apagadas	-
20:35:00	70.42	4.23	12844.84	70.42	4.23	401.62	Apagadas	-
20:36:00	70.15	4.21	12849.05	70.15	4.21	405.83	Apagadas	-
20:37:00	69.88	4.19	12853.24	69.88	4.19	410.02	Apagadas	-
20:38:00	69.61	4.18	12857.42	69.61	4.18	414.20	Apagadas	-
20:39:00	69.34	4.16	12861.58	69.34	4.16	418.36	Apagadas	-
20:40:00	69.08	4.14	12865.72	69.08	4.14	422.50	Apagadas	-
20:41:00	68.81	4.13	12869.85	68.81	4.13	426.63	Apagadas	-
20:42:00	68.54	4.11	12873.96	68.54	4.11	430.74	Apagadas	-
20:43:00	68.29	4.10	12878.06	68.29	4.10	434.84	Apagadas	-
20:44:00	68.02	4.08	12882.14	68.02	4.08	438.92	Apagadas	-
20:45:00	67.77	4.07	12886.21	67.77	4.07	442.99	Apagadas	-
20:46:00	67.52	4.05	12890.26	67.52	4.05	447.04	Apagadas	-
20:47:00	67.26	4.04	12894.30	67.26	4.04	451.08	Apagadas	-
20:48:00	67.01	4.02	12898.32	67.01	4.02	455.10	Apagadas	-
20:49:00	66.75	4.01	12902.33	66.75	4.01	459.10	Apagadas	-
20:50:00	66.51	3.99	12906.32	66.51	3.99	463.09	Apagadas	-
20:51:00	66.26	3.98	12910.30	66.26	3.98	467.07	Apagadas	-
20:52:00	66.02	3.96	12914.26	66.02	3.96	471.03	Apagadas	-
20:53:00	65.78	3.95	12918.21	65.78	3.95	474.98	Apagadas	-
20:54:00	65.54	3.93	12922.14	65.54	3.93	478.91	Apagadas	-
20:55:00	65.30	3.92	12926.06	65.30	3.92	482.83	Apagadas	-
20:56:00	65.06	3.90	12929.96	65.06	3.90	486.73	Apagadas	-
20:57:00	64.83	3.89	12933.85	64.83	3.89	490.62	Apagadas	-
20:58:00	64.59	3.88	12937.73	64.59	3.88	494.49	Apagadas	-
20:59:00	64.36	3.86	12941.59	64.36	3.86	498.36	Apagadas	-
21:00:00	64.13	3.85	12945.44	64.13	3.85	502.20	Apagadas	-
21:01:00	63.91	3.83	12949.27	63.91	3.83	506.04	Apagadas	-
21:02:00	63.68	3.82	12953.09	63.68	3.82	509.86	Apagadas	-
21:03:00	63.45	3.81	12956.90	63.45	3.81	513.67	Apagadas	-
21:04:00	63.23	3.79	12960.69	63.23	3.79	517.46	Apagadas	-
21:05:00	63.00	3.78	12964.47	63.00	3.78	521.24	Apagadas	-
21:06:00	62.79	3.77	12968.24	62.79	3.77	525.01	Apagadas	-
21:07:00	62.56	3.75	12971.99	62.56	3.75	528.76	Apagadas	-
21:08:00	62.35	3.74	12975.73	62.35	3.74	532.50	Apagadas	-
21:09:00	62.14	3.73	12979.46	62.14	3.73	536.23	Apagadas	-
21:10:00	61.93	3.72	12983.18	61.93	3.72	539.95	Apagadas	-
21:11:00	61.72	3.70	12986.88	61.72	3.70	543.65	Apagadas	-
21:12:00	61.51	3.69	12990.57	61.51	3.69	547.34	Apagadas	-
21:13:00	61.30	3.68	12994.25	61.30	3.68	551.02	Apagadas	-
21:14:00	61.09	3.67	12997.92	61.09	3.67	554.68	Apagadas	-
21:15:00	60.88	3.65	13001.57	60.88	3.65	558.34	Apagadas	-
21:16:00	60.68	3.64	13005.21	60.68	3.64	561.98	Apagadas	-
21:17:00	60.47	3.63	13008.84	60.47	3.63	565.61	Apagadas	-
21:18:00	60.27	3.62	13012.46	60.27	3.62	569.22	Apagadas	-
21:19:00	60.07	3.60	13016.06	60.07	3.60	572.83	Apagadas	-
21:20:00	59.88	3.59	13019.65	59.88	3.59	576.42	Apagadas	-
21:21:00	59.68	3.58	13023.23	59.68	3.58	580.00	Apagadas	-
21:22:00	59.48	3.57	13026.80	59.48	3.57	583.57	Apagadas	-
21:23:00	59.29	3.56	13030.36	59.29	3.56	587.13	Apagadas	-
21:24:00	59.09	3.55	13033.91	59.09	3.55	590.67	Apagadas	-
21:25:00	58.89	3.53	13037.44	58.89	3.53	594.20	Apagadas	-
21:26:00	58.71	3.52	13040.96	58.71	3.52	597.73	Apagadas	-
21:27:00	58.51	3.51	13044.47	58.51	3.51	601.24	Apagadas	-
21:28:00	58.33	3.50	13047.97	58.33	3.50	604.74	Apagadas	-
21:29:00	58.13	3.49	13051.46	58.13	3.49	608.23	Apagadas	-
21:30:00	57.95	3.48	13054.94	57.95	3.48	611.70	Apagadas	-
21:31:00	57.76	3.47	13058.41	57.76	3.47	615.17	Apagadas	-
21:32:00	57.57	3.45	13061.86	57.57	3.45	618.62	Apagadas	-
21:33:00	57.39	3.44	13065.30	57.39	3.44	622.07	Apagadas	-
21:34:00	57.21	3.43	13068.73	57.21	3.43	625.50	Apagadas	-
21:35:00	57.02	3.42	13072.15	57.02	3.42	628.92	Apagadas	-
21:36:00	56.85	3.41	13075.56	56.85	3.41	632.33	Apagadas	-
21:37:00	56.66	3.40	13078.96	56.66	3.40	635.73	Apagadas	-
21:38:00	56.49	3.39	13082.35	56.49	3.39	639.12	Apagadas	-
21:39:00	56.31	3.38	13085.73	56.31	3.38	642.50	Apagadas	-
21:40:00	56.14	3.37	13089.10	56.14	3.37	645.87	Apagadas	-
21:41:00	55.96	3.36	13092.46	55.96	3.36	649.22	Apagadas	-
21:42:00	55.78	3.35	13095.81	55.78	3.35	652.57	Apagadas	-
21:43:00	55.61	3.34	13099.15	55.61	3.34	655.91	Apagadas	-
21:44:00	55.44	3.33	13102.48	55.44	3.33	659.23	Apagadas	-
21:45:00	55.27	3.32	13105.80	55.27	3.32	662.55	Apagadas	-
21:46:00	55.10	3.31	13109.11	55.10	3.31	665.86	Apagadas	-
21:47:00	54.93	3.30	13112.41	54.93	3.30	669.15	Apagadas	-
21:48:00	54.76	3.29	13115.70	54.76	3.29	672.44	Apagadas	-
21:49:00	54.60	3.28	13118.98	54.60	3.28	675.71	Apagadas	-
21:50:00	54.43	3.27	13122.25	54.43	3.27	678.98	Apagadas	-
21:51:00	54.27	3.26	13125.51	54.27	3.26	682.24	Apagadas	-
21:52:00	54.11	3.25	13128.76	54.11	3.25	685.48	Apagadas	-
21:53:00	53.95	3.24	13132.00	53.95	3.24	688.72	Apagadas	-
21:54:00	53.78	3.23	13135.23	53.78	3.23	691.95	Apagadas	-
21:55:00	53.62	3.22	13138.45	53.62	3.22	695.16	Apagadas	-
21:56:00	53.47	3.21	13141.66	53.47	3.21	698.37	Apagadas	-
21:57:00	53.31	3.20	13144.86	53.31	3.20	701.57	Apagadas	-
21:58:00	53.14	3.19	13148.05	53.14	3.19	704.76	Apagadas	-
21:59:00	52.99	3.18	13151.23	52.99	3.18	707.94	Apagadas	-
22:00:00	52.84	3.17	13154.40	52.84	3.17	711.11	Apagadas	-
22:01:00	52.68	3.16	13157.56	52.68	3.16	714.27	Apagadas	-
22:02:00	52.53	3.15	13160.71	52.53	3.15	717.42	Apagadas	-
22:03:00	52.37	3.14	13163.85	52.37	3.14	720.56	Apagadas	-
22:04:00	52.22	3.13	13166.98	52.22	3.13	723.70	Apagadas	-
22:05:00	52.07	3.12	13170.10	52.07	3.12	726.82	Apagadas	-
22:06:00	51.92	3.12	13173.22	51.92	3.12	729.94	Apagadas	-
22:07:00	51.77	3.11	13176.33	51.77	3.11	733.04	Apagadas	-
22:08:00	51.62	3.10	13179.43	51.62	3.10	736.14	Apagadas	-
22:09:00	51.47	3.09	13182.52	51.47	3.09	739.23	Apagadas	-
22:10:00	51.33	3.08	13185.60	51.33	3.08	742.31	Apagadas	-
22:11:00	51.18	3.07	13188.67	51.18	3.07	745.38	Apagadas	-
22:12:00	51.03	3.06	13191.73	51.03	3.06	748.44	Apagadas	-
22:13:00	50.89	3.05	13194.78	50.89	3.05	751.49	Apagadas	-
22:14:00	50.75	3.05	13197.83	50.75	3.05	754.54	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
22:15:00	50.60	3.04	13200.87	50.60	3.04	757.57	Apagadas	-
22:16:00	50.46	3.03	13203.90	50.46	3.03	760.60	Apagadas	-
22:17:00	50.32	3.02	13206.92	50.32	3.02	763.62	Apagadas	-
22:18:00	50.18	3.01	13209.93	50.18	3.01	766.63	Apagadas	-
22:19:00	50.03	3.00	13212.93	50.03	3.00	769.63	Apagadas	-
22:20:00	49.89	2.99	13215.92	49.89	2.99	772.63	Apagadas	-
22:21:00	49.76	2.99	13218.91	49.76	2.99	775.61	Apagadas	-
22:22:00	49.62	2.98	13221.89	49.62	2.98	778.59	Apagadas	-
22:23:00	49.48	2.97	13224.86	49.48	2.97	781.56	Apagadas	-
22:24:00	49.35	2.96	13227.82	49.35	2.96	784.52	Apagadas	-
22:25:00	49.21	2.95	13230.77	49.21	2.95	787.47	Apagadas	-
22:26:00	49.08	2.94	13233.71	49.08	2.94	790.42	Apagadas	-
22:27:00	48.94	2.94	13236.65	48.94	2.94	793.35	Apagadas	-
22:28:00	48.81	2.93	13239.58	48.81	2.93	796.28	Apagadas	-
22:29:00	48.69	2.92	13242.50	48.69	2.92	799.20	Apagadas	-
22:30:00	48.55	2.91	13245.41	48.55	2.91	802.12	Apagadas	-
22:31:00	48.42	2.91	13248.32	48.42	2.91	805.02	Apagadas	-
22:32:00	48.29	2.90	13251.22	48.29	2.90	807.92	Apagadas	-
22:33:00	48.17	2.89	13254.11	48.17	2.89	810.81	Apagadas	-
22:34:00	48.04	2.88	13256.99	48.04	2.88	813.69	Apagadas	-
22:35:00	47.90	2.87	13259.86	47.90	2.87	816.56	Apagadas	-
22:36:00	47.78	2.87	13262.73	47.78	2.87	819.43	Apagadas	-
22:37:00	47.65	2.86	13265.59	47.65	2.86	822.29	Apagadas	-
22:38:00	47.53	2.85	13268.44	47.53	2.85	825.14	Apagadas	-
22:39:00	47.41	2.84	13271.28	47.41	2.84	827.99	Apagadas	-
22:40:00	47.28	2.84	13274.12	47.28	2.84	830.82	Apagadas	-
22:41:00	47.16	2.83	13276.95	47.16	2.83	833.65	Apagadas	-
22:42:00	47.04	2.82	13279.77	47.04	2.82	836.48	Apagadas	-
22:43:00	46.92	2.82	13282.59	46.92	2.82	839.29	Apagadas	-
22:44:00	46.80	2.81	13285.40	46.80	2.81	842.10	Apagadas	-
22:45:00	46.68	2.80	13288.20	46.68	2.80	844.90	Apagadas	-
22:46:00	46.56	2.79	13290.99	46.56	2.79	847.69	Apagadas	-
22:47:00	46.44	2.79	13293.78	46.44	2.79	850.48	Apagadas	-
22:48:00	46.33	2.78	13296.56	46.33	2.78	853.26	Apagadas	-
22:49:00	46.20	2.77	13299.33	46.20	2.77	856.03	Apagadas	-
22:50:00	46.09	2.77	13302.10	46.09	2.77	858.80	Apagadas	-
22:51:00	45.97	2.76	13304.86	45.97	2.76	861.56	Apagadas	-
22:52:00	45.85	2.75	13307.61	45.85	2.75	864.31	Apagadas	-
22:53:00	45.74	2.74	13310.35	45.74	2.74	867.05	Apagadas	-
22:54:00	45.62	2.74	13313.09	45.62	2.74	869.79	Apagadas	-
22:55:00	45.50	2.73	13315.82	45.50	2.73	872.52	Apagadas	-
22:56:00	45.39	2.72	13318.54	45.39	2.72	875.24	Apagadas	-
22:57:00	45.28	2.72	13321.26	45.28	2.72	877.96	Apagadas	-
22:58:00	45.16	2.71	13323.97	45.16	2.71	880.67	Apagadas	-
22:59:00	45.05	2.70	13326.67	45.05	2.70	883.37	Apagadas	-
23:00:00	44.94	2.70	13329.37	44.94	2.70	886.07	Apagadas	-
23:01:00	44.83	2.69	13332.06	44.83	2.69	888.76	Apagadas	-
23:02:00	44.71	2.68	13334.74	44.71	2.68	891.44	Apagadas	-
23:03:00	44.60	2.68	13337.42	44.60	2.68	894.12	Apagadas	-
23:04:00	44.49	2.67	13340.09	44.49	2.67	896.78	Apagadas	-
23:05:00	44.38	2.66	13342.75	44.38	2.66	899.45	Apagadas	-
23:06:00	44.26	2.66	13345.41	44.26	2.66	902.10	Apagadas	-
23:07:00	44.15	2.65	13348.06	44.15	2.65	904.75	Apagadas	-
23:08:00	44.04	2.64	13350.70	44.04	2.64	907.39	Apagadas	-
23:09:00	43.94	2.64	13353.34	43.94	2.64	910.03	Apagadas	-
23:10:00	43.83	2.63	13355.97	43.83	2.63	912.66	Apagadas	-
23:11:00	43.72	2.62	13358.59	43.72	2.62	915.28	Apagadas	-
23:12:00	43.62	2.62	13361.21	43.62	2.62	917.90	Apagadas	-
23:13:00	43.52	2.61	13363.82	43.52	2.61	920.51	Apagadas	-
23:14:00	43.41	2.60	13366.42	43.41	2.60	923.12	Apagadas	-
23:15:00	43.31	2.60	13369.02	43.31	2.60	925.72	Apagadas	-
23:16:00	43.20	2.59	13371.61	43.20	2.59	928.31	Apagadas	-
23:17:00	43.10	2.59	13374.20	43.10	2.59	930.89	Apagadas	-
23:18:00	43.00	2.58	13376.78	43.00	2.58	933.47	Apagadas	-
23:19:00	42.90	2.57	13379.35	42.90	2.57	936.05	Apagadas	-
23:20:00	42.80	2.57	13381.92	42.80	2.57	938.62	Apagadas	-
23:21:00	42.69	2.56	13384.48	42.69	2.56	941.18	Apagadas	-
23:22:00	42.60	2.56	13387.04	42.60	2.56	943.73	Apagadas	-
23:23:00	42.50	2.55	13389.59	42.50	2.55	946.28	Apagadas	-
23:24:00	42.41	2.54	13392.13	42.41	2.54	948.83	Apagadas	-
23:25:00	42.30	2.54	13394.67	42.30	2.54	951.37	Apagadas	-
23:26:00	42.20	2.53	13397.20	42.20	2.53	953.90	Apagadas	-
23:27:00	42.11	2.53	13399.73	42.11	2.53	956.42	Apagadas	-
23:28:00	42.01	2.52	13402.25	42.01	2.52	958.94	Apagadas	-
23:29:00	41.92	2.52	13404.77	41.92	2.52	961.46	Apagadas	-
23:30:00	41.82	2.51	13407.28	41.82	2.51	963.97	Apagadas	-
23:31:00	41.73	2.50	13409.78	41.73	2.50	966.47	Apagadas	-
23:32:00	41.63	2.50	13412.28	-558.37	-33.50	932.97	Encendidas	Hora de nuevo encendido de bombas, ya que se está llegando a los 1500 m3 de capacidad del tanque de concreto y con ello se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 600 l/s
23:33:00	41.54	2.49	13414.77	-558.46	-33.51	899.46	Encendidas	-
23:34:00	41.44	2.49	13417.26	-558.56	-33.51	865.95	Encendidas	-
23:35:00	41.35	2.48	13419.74	-558.65	-33.52	832.43	Encendidas	-
23:36:00	41.25	2.48	13422.22	-558.75	-33.53	798.91	Encendidas	-
23:37:00	41.16	2.47	13424.69	-558.84	-33.53	765.38	Encendidas	-
23:38:00	41.06	2.46	13427.15	-558.94	-33.54	731.84	Encendidas	-
23:39:00	40.97	2.46	13429.61	-559.03	-33.54	698.30	Encendidas	-
23:40:00	40.89	2.45	13432.06	-559.11	-33.55	664.75	Encendidas	-
23:41:00	40.79	2.45	13434.51	-559.21	-33.55	631.20	Encendidas	-
23:42:00	40.70	2.44	13436.95	-559.30	-33.56	597.64	Encendidas	-
23:43:00	40.60	2.44	13439.39	-559.40	-33.56	564.08	Encendidas	-
23:44:00	40.52	2.43	13441.82	-559.48	-33.57	530.51	Encendidas	-
23:45:00	40.42	2.43	13444.25	-559.58	-33.57	496.93	Encendidas	-
23:46:00	40.33	2.42	13446.67	-559.67	-33.58	463.35	Encendidas	-
23:47:00	40.24	2.41	13449.08	-559.76	-33.59	429.77	Encendidas	-
23:48:00	40.15	2.41	13451.49	-559.85	-33.59	396.18	Encendidas	-
23:49:00	40.07	2.40	13453.89	-559.93	-33.60	362.58	Encendidas	-
23:50:00	39.97	2.40	13456.29	-560.03	-33.60	328.98	Encendidas	-
23:51:00	39.88	2.39	13458.68	-560.12	-33.61	295.37	Encendidas	-
23:52:00	39.80	2.39	13461.07	-560.20	-33.61	261.76	Encendidas	-
23:53:00	39.70	2.38	13463.45	-560.30	-33.62	228.14	Encendidas	-
23:54:00	39.62	2.38	13465.83	-560.38	-33.62	194.52	Encendidas	-
23:55:00	39.54	2.37	13468.20	-560.46	-33.63	160.89	Encendidas	-
23:56:00	39.45	2.37	13470.57	-560.55	-33.63	127.26	Encendidas	-
23:57:00	39.36	2.36	13472.93	-560.64	-33.64	93.62	Encendidas	-
23:58:00	39.27	2.36	13475.29	-560.73	-33.64	59.98	Encendidas	-
23:59:00	39.19	2.35	13477.64	-560.81	-33.65	26.33	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques hasta repetir nuevamente el ciclo de operación.
00:00:00	39.11	2.35	13479.99	-560.89	-33.65	-7.33	Apagadas	-

UNIVERSITAS · STUDIORUM · PIURENSIS

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 2.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A17

Plano R. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
07:49:00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	Apagadas	-
07:50:00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	Apagadas	-
07:51:00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	Apagadas	-
07:52:00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	-	Apagadas	-
07:53:00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	-	Apagadas	-
07:54:00	0.02	0.00	0.00	0.02	-	-	Apagadas	-
07:55:00	0.03	0.00	0.00	0.03	-	-	Apagadas	-
07:56:00	0.03	0.00	0.00	0.03	-	-	Apagadas	-
07:57:00	0.03	0.00	0.00	0.03	-	-	Apagadas	-
07:58:00	0.04	0.00	0.00	0.04	-	-	Apagadas	-
07:59:00	0.04	0.00	0.00	0.04	-	-	Apagadas	-
08:00:00	0.04	0.00	0.00	0.04	-	-	Apagadas	-
08:01:00	0.06	0.00	0.00	0.06	-	-	Apagadas	-
08:02:00	0.06	0.00	0.00	0.06	-	-	Apagadas	-
08:03:00	0.07	0.00	0.00	0.07	-	-	Apagadas	-
08:04:00	0.08	0.00	0.00	0.08	-	-	Apagadas	-
08:05:00	0.09	0.01	0.01	0.09	-	-	Apagadas	-
08:06:00	0.10	0.01	0.02	0.10	-	-	Apagadas	-
08:07:00	0.13	0.01	0.03	0.13	-	-	Apagadas	-
08:08:00	0.14	0.01	0.04	0.14	-	-	Apagadas	-
08:09:00	0.17	0.01	0.05	0.17	-	-	Apagadas	-
08:10:00	0.20	0.01	0.06	0.20	-	-	Apagadas	-
08:11:00	0.23	0.01	0.07	0.23	-	-	Apagadas	-
08:12:00	0.26	0.02	0.09	0.26	-	-	Apagadas	-
08:13:00	0.38	0.02	0.11	0.38	-	-	Apagadas	-
08:14:00	0.59	0.04	0.15	0.59	-	-	Apagadas	-
08:15:00	0.73	0.04	0.19	0.73	-	-	Apagadas	-
08:16:00	0.88	0.05	0.24	0.88	-	-	Apagadas	-
08:17:00	1.03	0.06	0.30	1.03	-	-	Apagadas	-
08:18:00	1.16	0.07	0.37	1.16	-	-	Apagadas	-
08:19:00	1.29	0.08	0.45	1.29	-	-	Apagadas	-
08:20:00	1.44	0.09	0.54	1.44	-	-	Apagadas	-
08:21:00	1.61	0.10	0.64	1.61	-	-	Apagadas	-
08:22:00	1.79	0.11	0.75	1.79	-	-	Apagadas	-
08:23:00	1.99	0.12	0.87	1.99	-	-	Apagadas	-
08:24:00	2.21	0.13	1.00	2.21	-	-	Apagadas	-
08:25:00	2.45	0.15	1.15	2.45	-	-	Apagadas	-
08:26:00	2.70	0.16	1.31	2.70	-	-	Apagadas	-
08:27:00	2.94	0.18	1.49	2.94	-	-	Apagadas	-
08:28:00	3.15	0.19	1.68	3.15	-	-	Apagadas	-
08:29:00	3.37	0.20	1.88	3.37	-	-	Apagadas	-
08:30:00	3.62	0.22	2.10	3.62	-	-	Apagadas	-
08:31:00	3.88	0.23	2.33	3.88	-	-	Apagadas	-
08:32:00	4.17	0.25	2.58	4.17	-	-	Apagadas	-
08:33:00	4.48	0.27	2.85	4.48	-	-	Apagadas	-
08:34:00	4.81	0.29	3.14	4.81	-	-	Apagadas	-
08:35:00	5.15	0.31	3.45	5.15	-	-	Apagadas	-
08:36:00	5.49	0.33	3.78	5.49	-	-	Apagadas	-
08:37:00	5.85	0.35	4.13	5.85	-	-	Apagadas	-
08:38:00	6.22	0.37	4.50	6.22	-	-	Apagadas	-
08:39:00	6.63	0.40	4.90	6.63	-	-	Apagadas	-
08:40:00	7.07	0.42	5.32	7.07	-	-	Apagadas	-
08:41:00	7.40	0.44	5.76	7.40	-	-	Apagadas	-
08:42:00	7.74	0.46	6.22	7.74	-	-	Apagadas	-
08:43:00	8.08	0.48	6.70	8.08	-	-	Apagadas	-
08:44:00	8.44	0.51	7.21	8.44	-	-	Apagadas	-
08:45:00	8.81	0.53	7.74	8.81	-	-	Apagadas	-
08:46:00	9.17	0.55	8.29	9.17	-	-	Apagadas	-
08:47:00	9.57	0.57	8.86	9.57	-	-	Apagadas	-
08:48:00	10.00	0.60	9.46	10.00	-	-	Apagadas	-
08:49:00	10.44	0.63	10.09	10.44	-	-	Apagadas	-
08:50:00	10.92	0.66	10.75	10.92	-	-	Apagadas	-
08:51:00	11.42	0.69	11.44	11.42	-	-	Apagadas	-
08:52:00	11.90	0.71	12.15	11.90	-	-	Apagadas	-
08:53:00	12.37	0.74	12.89	12.37	-	-	Apagadas	-
08:54:00	12.86	0.77	13.66	12.86	-	-	Apagadas	-
08:55:00	13.35	0.80	14.46	13.35	-	-	Apagadas	-
08:56:00	13.86	0.83	15.29	13.86	-	-	Apagadas	-
08:57:00	14.38	0.86	16.15	14.38	-	-	Apagadas	-
08:58:00	14.90	0.89	17.04	14.90	-	-	Apagadas	-
08:59:00	15.43	0.93	17.97	15.43	-	-	Apagadas	-
09:00:00	15.96	0.96	18.93	15.96	-	-	Apagadas	-
09:01:00	16.50	0.99	19.92	16.50	-	-	Apagadas	-
09:02:00	17.07	1.02	20.94	17.07	-	-	Apagadas	-
09:03:00	17.66	1.06	22.00	17.66	-	-	Apagadas	-
09:04:00	18.26	1.10	23.10	18.26	-	-	Apagadas	-
09:05:00	18.87	1.13	24.23	18.87	-	-	Apagadas	-
09:06:00	19.51	1.17	25.40	19.51	-	-	Apagadas	-
09:07:00	20.17	1.21	26.61	20.17	-	-	Apagadas	-
09:08:00	20.84	1.25	27.86	20.84	-	-	Apagadas	-
09:09:00	21.51	1.29	29.15	21.51	-	-	Apagadas	-
09:10:00	22.18	1.33	30.48	22.18	-	-	Apagadas	-
09:11:00	22.86	1.37	31.85	22.86	-	-	Apagadas	-
09:12:00	23.53	1.41	33.26	23.53	-	-	Apagadas	-
09:13:00	24.21	1.45	34.71	24.21	-	-	Apagadas	-
09:14:00	24.89	1.49	36.20	24.89	-	-	Apagadas	-
09:15:00	25.59	1.54	37.74	25.59	-	-	Apagadas	-
09:16:00	26.28	1.58	39.32	26.28	-	-	Apagadas	-
09:17:00	26.99	1.62	40.94	26.99	-	-	Apagadas	-
09:18:00	27.73	1.66	42.60	27.73	-	-	Apagadas	-
09:19:00	28.48	1.71	44.31	28.48	-	-	Apagadas	-
09:20:00	29.22	1.75	46.06	29.22	-	-	Apagadas	-
09:21:00	29.94	1.80	47.86	29.94	-	-	Apagadas	-
09:22:00	30.69	1.84	49.70	30.69	-	-	Apagadas	-
09:23:00	31.46	1.89	51.59	31.46	-	-	Apagadas	-
09:24:00	32.23	1.93	53.52	32.23	-	-	Apagadas	-
09:25:00	33.03	1.98	55.50	33.03	-	-	Apagadas	-
09:26:00	33.84	2.03	57.53	33.84	-	-	Apagadas	-
09:27:00	34.66	2.08	59.61	34.66	-	-	Apagadas	-
09:28:00	35.47	2.13	61.74	35.47	-	-	Apagadas	-
09:29:00	36.29	2.18	63.92	36.29	-	-	Apagadas	-
09:30:00	37.10	2.23	66.15	37.10	-	-	Apagadas	-
09:31:00	37.91	2.27	68.42	37.91	-	-	Apagadas	-
09:32:00	38.77	2.33	70.75	38.77	-	-	Apagadas	-
09:33:00	39.65	2.38	73.13	39.65	-	-	Apagadas	-
09:34:00	40.57	2.43	75.56	40.57	-	-	Apagadas	-
09:35:00	41.50	2.49	78.05	41.50	-	-	Apagadas	-
09:36:00	42.45	2.55	80.60	42.45	-	-	Apagadas	-
09:37:00	43.40	2.60	83.20	43.40	-	-	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
09:38:00	44.36	2.66	85.86	44.36	-	-	Apagadas	-
09:39:00	45.33	2.72	88.58	45.33	-	-	Apagadas	-
09:40:00	46.31	2.78	91.36	46.31	-	-	Apagadas	-
09:41:00	47.27	2.84	94.20	47.27	-	-	Apagadas	-
09:42:00	48.23	2.89	97.09	48.23	-	-	Apagadas	-
09:43:00	49.20	2.95	100.04	49.20	-	-	Apagadas	-
09:44:00	50.17	3.01	103.05	50.17	-	-	Apagadas	-
09:45:00	51.16	3.07	106.12	51.16	-	-	Apagadas	-
09:46:00	52.14	3.13	109.25	52.14	-	-	Apagadas	-
09:47:00	53.16	3.19	112.44	53.16	-	-	Apagadas	-
09:48:00	54.23	3.25	115.69	54.23	-	-	Apagadas	-
09:49:00	55.32	3.32	119.01	55.32	-	-	Apagadas	-
09:50:00	56.44	3.39	122.40	56.44	-	-	Apagadas	-
09:51:00	57.59	3.46	125.86	57.59	-	-	Apagadas	-
09:52:00	58.76	3.53	129.39	58.76	-	-	Apagadas	-
09:53:00	59.92	3.60	132.99	59.92	-	-	Apagadas	-
09:54:00	61.10	3.67	136.66	61.10	-	-	Apagadas	-
09:55:00	62.27	3.74	140.40	62.27	-	-	Apagadas	-
09:56:00	63.46	3.81	144.21	63.46	-	-	Apagadas	-
09:57:00	64.63	3.88	148.09	64.63	-	-	Apagadas	-
09:58:00	65.80	3.95	152.04	65.80	-	-	Apagadas	-
09:59:00	66.96	4.02	156.06	66.96	-	-	Apagadas	-
10:00:00	68.13	4.09	160.15	68.13	-	-	Apagadas	-
10:01:00	69.34	4.16	164.31	69.34	-	-	Apagadas	-
10:02:00	70.58	4.23	168.54	70.58	-	-	Apagadas	-
10:03:00	71.89	4.31	172.85	71.89	-	-	Apagadas	-
10:04:00	73.22	4.39	177.24	73.22	-	-	Apagadas	-
10:05:00	74.59	4.48	181.72	74.59	-	-	Apagadas	-
10:06:00	75.99	4.56	186.28	75.99	-	-	Apagadas	-
10:07:00	77.39	4.64	190.92	77.39	-	-	Apagadas	-
10:08:00	78.83	4.73	195.65	78.83	-	-	Apagadas	-
10:09:00	80.28	4.82	200.47	80.28	-	-	Apagadas	-
10:10:00	81.73	4.90	205.37	81.73	-	-	Apagadas	-
10:11:00	83.18	4.99	210.36	83.18	-	-	Apagadas	-
10:12:00	84.63	5.08	215.44	84.63	-	-	Apagadas	-
10:13:00	86.08	5.16	220.60	86.08	-	-	Apagadas	-
10:14:00	87.53	5.25	225.85	87.53	-	-	Apagadas	-
10:15:00	88.99	5.34	231.19	88.99	-	-	Apagadas	-
10:16:00	90.47	5.43	236.62	90.47	-	-	Apagadas	-
10:17:00	92.01	5.52	242.14	92.01	-	-	Apagadas	-
10:18:00	93.63	5.62	247.76	93.63	-	-	Apagadas	-
10:19:00	95.29	5.72	253.48	95.29	-	-	Apagadas	-
10:20:00	97.01	5.82	259.30	97.01	-	-	Apagadas	-
10:21:00	98.75	5.93	265.23	98.75	-	-	Apagadas	-
10:22:00	100.52	6.03	271.26	100.52	-	-	Apagadas	-
10:23:00	102.30	6.14	277.40	102.30	-	-	Apagadas	-
10:24:00	104.11	6.25	283.65	104.11	-	-	Apagadas	-
10:25:00	105.91	6.35	290.00	105.91	-	-	Apagadas	-
10:26:00	107.72	6.46	296.46	107.72	-	-	Apagadas	-
10:27:00	109.54	6.57	303.03	109.54	-	-	Apagadas	-
10:28:00	111.36	6.68	309.71	111.36	-	-	Apagadas	-
10:29:00	113.20	6.79	316.50	113.20	-	-	Apagadas	-
10:30:00	115.02	6.90	323.40	115.02	-	-	Apagadas	-
10:31:00	116.86	7.01	330.41	116.86	-	-	Apagadas	-
10:32:00	118.82	7.13	337.54	118.82	-	-	Apagadas	-
10:33:00	120.87	7.25	344.79	120.87	-	-	Apagadas	-
10:34:00	123.01	7.38	352.17	123.01	-	-	Apagadas	-
10:35:00	125.22	7.51	359.68	125.22	-	-	Apagadas	-
10:36:00	127.49	7.65	367.33	127.49	-	-	Apagadas	-
10:37:00	129.80	7.79	375.12	129.80	-	-	Apagadas	-
10:38:00	132.14	7.93	383.05	132.14	-	-	Apagadas	-
10:39:00	134.49	8.07	391.12	134.49	-	-	Apagadas	-
10:40:00	136.85	8.21	399.33	136.85	-	-	Apagadas	-
10:41:00	139.20	8.35	407.68	139.20	-	-	Apagadas	-
10:42:00	141.56	8.49	416.17	141.56	-	-	Apagadas	-
10:43:00	143.92	8.64	424.81	143.92	-	-	Apagadas	-
10:44:00	146.28	8.78	433.59	146.28	-	-	Apagadas	-
10:45:00	148.64	8.92	442.51	148.64	-	-	Apagadas	-
10:46:00	151.06	9.06	451.57	151.06	-	-	Apagadas	-
10:47:00	153.63	9.22	460.79	153.63	-	-	Apagadas	-
10:48:00	156.36	9.38	470.17	156.36	-	-	Apagadas	-
10:49:00	159.23	9.55	479.72	159.23	-	-	Apagadas	-
10:50:00	162.22	9.73	489.45	162.22	-	-	Apagadas	-
10:51:00	165.28	9.92	499.37	165.28	-	-	Apagadas	-
10:52:00	168.38	10.10	509.47	168.38	-	-	Apagadas	-
10:53:00	171.51	10.29	519.76	171.51	-	-	Apagadas	-
10:54:00	174.65	10.48	530.24	174.65	-	-	Apagadas	-
10:55:00	177.80	10.67	540.91	177.80	-	-	Apagadas	-
10:56:00	180.94	10.86	551.77	180.94	-	-	Apagadas	-
10:57:00	184.08	11.04	562.81	184.08	-	-	Apagadas	-
10:58:00	187.24	11.23	574.04	187.24	-	-	Apagadas	-
10:59:00	190.41	11.42	585.46	190.41	-	-	Apagadas	-
11:00:00	193.59	11.62	597.08	193.59	-	-	Apagadas	-
11:01:00	196.86	11.81	608.89	196.86	-	-	Apagadas	-
11:02:00	200.39	12.02	620.91	200.39	-	-	Apagadas	-
11:03:00	204.20	12.25	633.16	204.20	-	-	Apagadas	-
11:04:00	208.23	12.49	645.65	208.23	-	-	Apagadas	-
11:05:00	212.44	12.75	658.40	212.44	-	-	Apagadas	-
11:06:00	216.76	13.01	671.41	216.76	-	-	Apagadas	-
11:07:00	221.14	13.27	684.68	221.14	-	-	Apagadas	-
11:08:00	225.55	13.53	698.21	225.55	-	-	Apagadas	-
11:09:00	230.00	13.80	712.01	230.00	-	-	Apagadas	-
11:10:00	234.46	14.07	726.08	234.46	-	-	Apagadas	-
11:11:00	238.94	14.34	740.42	238.94	-	-	Apagadas	-
11:12:00	243.41	14.60	755.02	243.41	-	-	Apagadas	-
11:13:00	247.88	14.87	769.89	247.88	-	-	Apagadas	-
11:14:00	252.35	15.14	785.03	252.35	-	-	Apagadas	-
11:15:00	256.82	15.41	800.44	256.82	-	-	Apagadas	-
11:16:00	261.44	15.69	816.13	261.44	-	-	Apagadas	-
11:17:00	266.57	15.99	832.12	266.57	-	-	Apagadas	-
11:18:00	272.21	16.33	848.45	272.21	-	-	Apagadas	-
11:19:00	278.24	16.69	865.14	278.24	-	-	Apagadas	-
11:20:00	284.54	17.07	882.21	284.54	-	-	Apagadas	-
11:21:00	291.01	17.46	899.67	291.01	-	-	Apagadas	-
11:22:00	297.59	17.86	917.53	297.59	-	-	Apagadas	-
11:23:00	304.21	18.25	935.78	304.21	-	-	Apagadas	-
11:24:00	310.85	18.65	954.43	310.85	-	-	Apagadas	-
11:25:00	317.54	19.05	973.48	317.54	-	-	Apagadas	-
11:26:00	324.22	19.45	992.93	324.22	-	-	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
11:27:00	330.92	19.86	1012.79	330.92	-	-	Apagadas	-
11:28:00	337.59	20.26	1033.05	337.59	-	-	Apagadas	-
11:29:00	344.28	20.66	1053.71	344.28	-	-	Apagadas	-
11:30:00	350.95	21.06	1074.77	350.95	-	-	Apagadas	-
11:31:00	357.96	21.48	1096.25	357.96	-	-	Apagadas	-
11:32:00	365.98	21.96	1118.21	365.98	-	-	Apagadas	-
11:33:00	374.98	22.50	1140.71	374.98	-	-	Apagadas	-
11:34:00	384.76	23.09	1163.80	384.76	-	-	Apagadas	-
11:35:00	395.00	23.70	1187.50	395.00	-	-	Apagadas	-
11:36:00	405.51	24.33	1211.83	405.51	-	-	Apagadas	-
11:37:00	416.16	24.97	1236.80	416.16	-	-	Apagadas	-
11:38:00	426.86	25.61	1262.41	426.86	-	-	Apagadas	-
11:39:00	437.62	26.26	1288.67	-462.38	-27.74	1260.93	Encendidas	Hora de encendido de bombas, se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 900 l/s
11:40:00	448.38	26.90	1315.57	-451.62	-27.10	1233.83	Encendidas	-
11:41:00	459.19	27.55	1343.12	-440.81	-26.45	1207.38	Encendidas	-
11:42:00	469.99	28.20	1371.32	-430.01	-25.80	1181.58	Encendidas	-
11:43:00	480.74	28.84	1400.16	-419.26	-25.16	1156.43	Encendidas	-
11:44:00	491.49	29.49	1429.65	-408.51	-24.51	1131.91	Encendidas	-
11:45:00	501.82	30.11	1459.76	-398.18	-23.89	1108.02	Encendidas	-
11:46:00	511.40	30.68	1490.44	-388.60	-23.32	1084.71	Encendidas	-
11:47:00	522.25	31.34	1521.78	-377.75	-22.67	1062.04	Encendidas	-
11:48:00	536.24	32.17	1553.95	-363.76	-21.83	1040.22	Encendidas	-
11:49:00	553.21	33.19	1587.14	-346.79	-20.81	1019.41	Encendidas	-
11:50:00	571.74	34.30	1621.44	-328.26	-19.70	999.71	Encendidas	-
11:51:00	590.06	35.40	1656.84	-309.94	-18.60	981.12	Encendidas	-
11:52:00	608.22	36.49	1693.33	-291.78	-17.51	963.61	Encendidas	-
11:53:00	627.01	37.62	1730.95	-272.99	-16.38	947.23	Encendidas	-
11:54:00	647.54	38.85	1769.80	-252.46	-15.15	932.08	Encendidas	-
11:55:00	668.78	40.13	1809.93	-231.22	-13.87	918.21	Encendidas	-
11:56:00	690.12	41.41	1851.34	-209.88	-12.59	905.62	Encendidas	-
11:57:00	715.23	42.91	1894.25	-184.77	-11.09	894.53	Encendidas	-
11:58:00	737.93	44.28	1938.53	-162.07	-9.72	884.81	Encendidas	-
11:59:00	755.83	45.35	1983.88	-144.17	-8.65	876.16	Encendidas	-
12:00:00	773.04	46.38	2030.26	-126.96	-7.62	868.54	Encendidas	-
12:01:00	792.59	47.56	2077.82	-107.41	-6.44	862.10	Encendidas	-
12:02:00	817.76	49.07	2126.89	-82.24	-4.93	857.16	Encendidas	-
12:03:00	849.19	50.95	2177.84	-50.81	-3.05	854.11	Encendidas	-
12:04:00	885.38	53.12	2230.96	-14.62	-0.88	853.24	Encendidas	-
12:05:00	923.29	55.40	2286.36	23.29	1.40	854.63	Encendidas	-
12:06:00	962.49	57.75	2344.11	62.49	3.75	858.38	Encendidas	-
12:07:00	1002.42	60.15	2404.26	102.42	6.15	864.53	Encendidas	-
12:08:00	1042.54	62.55	2466.81	142.54	8.55	873.08	Encendidas	-
12:09:00	1082.53	64.95	2531.76	182.53	10.95	884.03	Encendidas	-
12:10:00	1122.15	67.33	2599.09	222.15	13.33	897.36	Encendidas	-
12:11:00	1162.20	69.73	2668.82	262.20	15.73	913.09	Encendidas	-
12:12:00	1202.54	72.15	2740.97	302.54	18.15	931.24	Encendidas	-
12:13:00	1242.87	74.57	2815.54	342.87	20.57	951.82	Encendidas	-
12:14:00	1283.16	76.99	2892.53	383.16	22.99	974.81	Encendidas	-
12:15:00	1323.24	79.39	2971.92	423.24	25.39	1000.20	Encendidas	-
12:16:00	1364.98	81.90	3053.82	464.98	27.90	1028.10	Encendidas	-
12:17:00	1410.79	84.65	3138.47	510.79	30.65	1058.75	Encendidas	-
12:18:00	1459.96	87.60	3226.07	559.96	33.60	1092.34	Encendidas	-
12:19:00	1511.17	90.67	3316.74	611.17	36.67	1129.01	Encendidas	-
12:20:00	1561.88	93.71	3410.45	661.88	39.71	1168.73	Encendidas	-
12:21:00	1613.59	96.82	3507.27	713.59	42.82	1211.54	Encendidas	-
12:22:00	1665.12	99.91	3607.18	765.12	45.91	1257.45	Encendidas	-
12:23:00	1716.91	103.01	3710.19	816.91	49.01	1306.46	Encendidas	-
12:24:00	1769.35	106.16	3816.35	869.35	52.16	1358.63	Encendidas	-
12:25:00	1822.78	109.37	3925.72	922.78	55.37	1413.99	Encendidas	-
12:26:00	1873.85	112.43	4038.15	973.85	58.43	1472.42	Encendidas	-
12:27:00	1923.32	115.40	4153.55	1023.32	61.40	1533.82	Encendidas	-
12:28:00	1973.47	118.41	4271.96	1073.47	64.41	1598.23	Encendidas	-
12:29:00	2023.29	121.40	4393.36	1123.29	67.40	1665.63	Encendidas	-
12:30:00	2072.25	124.34	4517.70	1172.25	70.34	1735.96	Encendidas	-
12:31:00	2110.99	126.66	4644.36	1210.99	72.66	1808.62	Encendidas	-
12:32:00	2133.36	128.00	4772.36	1233.36	74.00	1882.62	Encendidas	-
12:33:00	2140.44	128.43	4900.79	1240.44	74.43	1957.05	Encendidas	El volumen en el sistema llega a superar los 2000 m3 de capacidad del tanque de concreto. Por ello con el caudal diferencial en este instante se diseña los agujeros de entrada de los tanques SUDS.
12:34:00	2137.66	128.26	5029.05	1237.66	74.26	2031.31	Encendidas	-
12:35:00	2130.33	127.82	5156.87	1230.33	73.82	2105.13	Encendidas	-
12:36:00	2118.24	127.09	5283.96	1218.24	73.09	2178.22	Encendidas	-
12:37:00	2103.08	126.18	5410.14	1203.08	72.18	2250.41	Encendidas	-
12:38:00	2084.80	125.09	5535.23	1184.80	71.09	2321.50	Encendidas	-
12:39:00	2064.36	123.86	5659.09	1164.36	69.86	2391.36	Encendidas	-
12:40:00	2042.47	122.55	5781.64	1142.47	68.55	2459.91	Encendidas	-
12:41:00	2019.27	121.16	5902.80	1119.27	67.16	2527.06	Encendidas	-
12:42:00	1995.44	119.73	6022.53	1095.44	65.73	2592.79	Encendidas	-
12:43:00	1970.55	118.23	6140.76	1070.55	64.23	2657.02	Encendidas	-
12:44:00	1945.93	116.76	6257.52	1045.93	62.76	2719.78	Encendidas	-
12:45:00	1921.47	115.29	6372.81	1021.47	61.29	2781.07	Encendidas	-
12:46:00	1896.52	113.79	6486.60	996.52	59.79	2840.86	Encendidas	-
12:47:00	1870.00	112.20	6598.80	970.00	58.20	2899.06	Encendidas	-
12:48:00	1841.37	110.48	6709.28	941.37	56.48	2955.54	Encendidas	-
12:49:00	1812.68	108.76	6818.04	912.68	54.76	3010.30	Encendidas	-
12:50:00	1783.32	107.00	6925.04	883.32	53.00	3063.30	Encendidas	-
12:51:00	1754.56	105.27	7030.31	854.56	51.27	3114.57	Encendidas	-
12:52:00	1725.66	103.54	7133.85	825.66	49.54	3164.11	Encendidas	-
12:53:00	1697.02	101.82	7235.67	797.02	47.82	3211.93	Encendidas	-
12:54:00	1668.47	100.11	7335.78	768.47	46.11	3258.04	Encendidas	-
12:55:00	1640.11	98.41	7434.19	740.11	44.41	3302.45	Encendidas	-
12:56:00	1611.83	96.71	7530.90	711.83	42.71	3345.16	Encendidas	-
12:57:00	1583.71	95.02	7625.92	683.71	41.02	3386.18	Encendidas	-
12:58:00	1555.92	93.36	7719.28	655.92	39.36	3425.54	Encendidas	-
12:59:00	1527.66	91.66	7810.94	627.66	37.66	3463.20	Encendidas	-
13:00:00	1499.76	89.99	7900.93	599.76	35.99	3499.18	Encendidas	-
13:01:00	1472.38	88.34	7989.27	572.38	34.34	3533.53	Encendidas	-
13:02:00	1446.37	86.78	8076.05	546.37	32.78	3566.31	Encendidas	-
13:03:00	1421.42	85.29	8161.34	521.42	31.29	3597.59	Encendidas	-
13:04:00	1398.64	83.92	8245.26	498.64	29.92	3627.51	Encendidas	-
13:05:00	1376.26	82.58	8327.84	476.26	28.58	3656.09	Encendidas	-
13:06:00	1354.56	81.27	8409.11	454.56	27.27	3683.36	Encendidas	-
13:07:00	1332.78	79.97	8489.08	432.78	25.97	3709.33	Encendidas	-
13:08:00	1311.14	78.67	8567.75	411.14	24.67	3734.00	Encendidas	-
13:09:00	1289.38	77.36	8645.11	389.38	23.36	3757.36	Encendidas	-
13:10:00	1267.73	76.06	8721.17	367.73	22.06	3779.42	Encendidas	-
13:11:00	1245.98	74.76	8795.93	345.98	20.76	3800.18	Encendidas	-
13:12:00	1224.26	73.46	8869.39	324.26	19.46	3819.64	Encendidas	-
13:13:00	1202.74	72.16	8941.55	302.74	18.16	3837.80	Encendidas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 3.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A18

Plano S. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3 (parte 2)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
13:14:00	1181.11	70.87	9012.42	281.11	16.87	3854.67	Encendidas	-
13:15:00	1159.45	69.57	9081.99	259.45	15.57	3870.23	Encendidas	-
13:16:00	1138.31	68.30	9150.29	238.31	14.30	3884.53	Encendidas	-
13:17:00	1118.78	67.13	9217.42	218.78	13.13	3897.66	Encendidas	-
13:18:00	1100.97	66.06	9283.48	200.97	12.06	3909.72	Encendidas	-
13:19:00	1084.41	65.06	9348.54	184.41	11.06	3920.78	Encendidas	-
13:20:00	1068.22	64.09	9412.63	168.22	10.09	3930.88	Encendidas	-
13:21:00	1052.32	63.14	9475.77	152.32	9.14	3940.01	Encendidas	-
13:22:00	1036.64	62.20	9537.97	136.64	8.20	3948.21	Encendidas	-
13:23:00	1020.97	61.26	9599.23	120.97	7.26	3955.47	Encendidas	-
13:24:00	1005.31	60.32	9659.55	105.31	6.32	3961.79	Encendidas	-
13:25:00	989.61	59.38	9718.93	89.61	5.38	3967.17	Encendidas	-
13:26:00	973.99	58.44	9777.37	73.99	4.44	3971.61	Encendidas	-
13:27:00	958.41	57.50	9834.87	58.41	3.50	3975.11	Encendidas	-
13:28:00	942.74	56.56	9891.43	42.74	2.56	3977.68	Encendidas	-
13:29:00	926.99	55.62	9947.05	26.99	1.62	3979.29	Encendidas	-
13:30:00	911.27	54.68	10001.73	11.27	0.68	3979.97	Encendidas	En este instante se llega al punto máximo del límite de la capacidad del sistema (4000 m3)
13:31:00	895.96	53.76	10055.49	-4.04	-0.24	3979.73	Encendidas	-
13:32:00	881.82	52.91	10108.40	-18.18	-1.09	3978.64	Encendidas	-
13:33:00	868.70	52.12	10160.52	-31.30	-1.88	3976.76	Encendidas	-
13:34:00	856.61	51.40	10211.92	-43.39	-2.60	3974.16	Encendidas	-
13:35:00	844.97	50.70	10262.62	-55.03	-3.30	3970.85	Encendidas	-
13:36:00	833.57	50.01	10312.63	-66.43	-3.99	3966.87	Encendidas	-
13:37:00	822.26	49.34	10361.97	-77.74	-4.66	3962.20	Encendidas	-
13:38:00	810.81	48.65	10410.62	-89.19	-5.35	3956.85	Encendidas	-
13:39:00	799.39	47.96	10458.58	-100.61	-6.04	3950.82	Encendidas	-
13:40:00	787.95	47.28	10505.86	-112.05	-6.72	3944.09	Encendidas	-
13:41:00	776.54	46.59	10552.45	-123.46	-7.41	3936.69	Encendidas	-
13:42:00	765.21	45.91	10598.36	-134.79	-8.09	3928.60	Encendidas	-
13:43:00	753.87	45.23	10643.59	-146.13	-8.77	3919.83	Encendidas	-
13:44:00	742.53	44.55	10688.14	-157.47	-9.45	3910.38	Encendidas	-
13:45:00	731.20	43.87	10732.01	-168.80	-10.13	3900.25	Encendidas	-
13:46:00	720.09	43.21	10775.22	-179.91	-10.79	3889.46	Encendidas	-
13:47:00	709.80	42.59	10817.81	-190.20	-11.41	3878.05	Encendidas	-
13:48:00	700.26	42.02	10859.83	-199.74	-11.98	3866.06	Encendidas	-
13:49:00	691.30	41.48	10901.31	-208.70	-12.52	3853.54	Encendidas	-
13:50:00	682.70	40.96	10942.27	-217.30	-13.04	3840.50	Encendidas	-
13:51:00	674.22	40.45	10982.72	-225.78	-13.55	3826.96	Encendidas	-
13:52:00	665.79	39.95	11022.67	-234.21	-14.05	3812.90	Encendidas	-
13:53:00	657.41	39.44	11062.11	-242.59	-14.56	3798.35	Encendidas	-
13:54:00	649.03	38.94	11101.05	-250.97	-15.06	3783.29	Encendidas	-
13:55:00	640.27	38.42	11139.47	-259.73	-15.58	3767.71	Encendidas	-
13:56:00	627.40	37.64	11177.11	-272.60	-16.36	3751.35	Encendidas	-
13:57:00	616.15	36.97	11214.08	-283.85	-17.03	3734.32	Encendidas	-
13:58:00	608.33	36.50	11250.58	-291.67	-17.50	3716.82	Encendidas	-
13:59:00	601.67	36.10	11286.68	-298.33	-17.90	3698.92	Encendidas	-
14:00:00	594.85	35.69	11322.37	-305.15	-18.31	3680.61	Encendidas	-
14:01:00	587.73	35.26	11357.63	-312.27	-18.74	3661.87	Encendidas	-
14:02:00	580.83	34.85	11392.48	-319.17	-19.15	3642.72	Encendidas	-
14:03:00	574.19	34.45	11426.93	-325.81	-19.55	3623.18	Encendidas	-
14:04:00	567.73	34.06	11460.99	-332.27	-19.94	3603.24	Encendidas	-
14:05:00	561.41	33.68	11494.67	-338.59	-20.32	3582.92	Encendidas	-
14:06:00	555.11	33.31	11527.98	-344.89	-20.69	3562.23	Encendidas	-
14:07:00	548.80	32.93	11560.91	-351.20	-21.07	3541.16	Encendidas	-
14:08:00	542.51	32.55	11593.46	-357.49	-21.45	3519.71	Encendidas	-
14:09:00	536.21	32.17	11625.63	-363.79	-21.83	3497.88	Encendidas	-
14:10:00	529.84	31.79	11657.42	-370.16	-22.21	3475.67	Encendidas	-
14:11:00	523.47	31.41	11688.83	-376.53	-22.59	3453.08	Encendidas	-
14:12:00	517.22	31.03	11719.86	-382.78	-22.97	3430.11	Encendidas	-
14:13:00	511.15	30.67	11750.53	-388.85	-23.33	3406.78	Encendidas	-
14:14:00	505.19	30.31	11780.84	-394.81	-23.69	3383.09	Encendidas	-
14:15:00	499.27	29.96	11810.80	-400.73	-24.04	3359.05	Encendidas	-
14:16:00	493.47	29.61	11840.41	-406.53	-24.39	3334.66	Encendidas	-
14:17:00	488.11	29.29	11869.70	-411.89	-24.71	3309.94	Encendidas	-
14:18:00	483.09	28.99	11898.69	-416.91	-25.01	3284.93	Encendidas	-
14:19:00	478.31	28.70	11927.39	-421.69	-25.30	3259.63	Encendidas	-
14:20:00	473.67	28.42	11955.81	-426.33	-25.58	3234.05	Encendidas	-
14:21:00	469.13	28.15	11983.96	-430.87	-25.85	3208.20	Encendidas	-
14:22:00	464.69	27.88	12011.84	-435.31	-26.12	3182.08	Encendidas	-
14:23:00	460.37	27.62	12039.46	-439.63	-26.38	3155.70	Encendidas	-
14:24:00	455.63	27.34	12066.80	-444.37	-26.66	3129.04	Encendidas	-
14:25:00	450.40	27.02	12093.82	-449.60	-26.98	3102.06	Encendidas	-
14:26:00	444.99	26.70	12120.52	-455.01	-27.30	3074.76	Encendidas	-
14:27:00	439.71	26.38	12146.90	-460.29	-27.62	3047.14	Encendidas	-
14:28:00	434.68	26.08	12172.98	-465.32	-27.92	3019.22	Encendidas	-
14:29:00	429.78	25.79	12198.77	-470.22	-28.21	2991.01	Encendidas	-
14:30:00	424.92	25.50	12224.27	-475.08	-28.50	2962.51	Encendidas	-
14:31:00	420.13	25.21	12249.48	-479.87	-28.79	2933.71	Encendidas	-
14:32:00	415.90	24.95	12274.43	-484.10	-29.05	2904.67	Encendidas	-
14:33:00	412.83	24.77	12299.20	-487.17	-29.23	2875.44	Encendidas	-
14:34:00	410.74	24.64	12323.84	-489.26	-29.36	2846.08	Encendidas	-
14:35:00	406.90	24.41	12348.25	-493.10	-29.59	2816.50	Encendidas	-
14:36:00	401.55	24.09	12372.34	-498.45	-29.91	2786.59	Encendidas	-
14:37:00	396.12	23.77	12396.11	-503.88	-30.23	2756.36	Encendidas	-
14:38:00	391.17	23.47	12419.58	-508.83	-30.53	2725.83	Encendidas	-
14:39:00	386.69	23.20	12442.78	-513.31	-30.80	2695.03	Encendidas	-
14:40:00	382.52	22.95	12465.73	-517.48	-31.05	2663.98	Encendidas	-
14:41:00	378.54	22.71	12488.44	-521.46	-31.29	2632.69	Encendidas	-
14:42:00	374.66	22.48	12510.92	-525.34	-31.52	2601.17	Encendidas	-
14:43:00	370.84	22.25	12533.17	-529.16	-31.75	2569.42	Encendidas	-
14:44:00	367.03	22.02	12555.19	-532.97	-31.98	2537.44	Encendidas	-
14:45:00	363.23	21.79	12576.98	-536.77	-32.21	2505.24	Encendidas	-
14:46:00	359.50	21.57	12598.55	-540.50	-32.43	2472.81	Encendidas	-
14:47:00	356.00	21.36	12619.91	-544.00	-32.64	2440.17	Encendidas	-
14:48:00	352.66	21.16	12641.07	-547.34	-32.84	2407.33	Encendidas	-
14:49:00	349.47	20.97	12662.04	-550.53	-33.03	2374.30	Encendidas	-
14:50:00	346.36	20.78	12682.82	-553.64	-33.22	2341.08	Encendidas	-
14:51:00	343.29	20.60	12703.42	-556.71	-33.40	2307.67	Encendidas	-
14:52:00	340.26	20.42	12723.84	-559.74	-33.58	2274.09	Encendidas	-
14:53:00	337.23	20.23	12744.07	-562.77	-33.77	2240.32	Encendidas	-
14:54:00	334.22	20.05	12764.12	-565.78	-33.95	2206.38	Encendidas	-
14:55:00	331.22	19.87	12783.99	-568.78	-34.13	2172.25	Encendidas	-
14:56:00	328.21	19.69	12803.68	-571.79	-34.31	2137.94	Encendidas	-
14:57:00	325.20	19.51	12823.19	-574.80	-34.49	2103.46	Encendidas	-
14:58:00	322.20	19.33	12842.52	-577.80	-34.67	2068.79	Encendidas	-
14:59:00	319.20	19.15	12861.67	-580.80	-34.85	2033.94	Encendidas	El volumen en el sistema llega a superar los 2000 m3 de capacidad de los tanques SUDS. Por ello con el caudal diferencial en este instante se diseña los agujeros de salida tanques SUDS.
15:00:00	316.20	18.97	12880.64	-583.80	-35.03	1998.91	Encendidas	-
15:01:00	313.23	18.79	12899.43	-586.77	-35.21	1963.70	Encendidas	-
15:02:00	310.42	18.63	12918.06	-589.58	-35.37	1928.33	Encendidas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
15:03:00	307.74	18.46	12936.52	-592.26	-35.54	1892.79	Encendidas	-
15:04:00	305.15	18.31	12954.83	-594.85	-35.69	1857.10	Encendidas	-
15:05:00	302.63	18.16	12972.99	-597.37	-35.84	1821.26	Encendidas	-
15:06:00	300.15	18.01	12991.00	-599.85	-35.99	1785.27	Encendidas	-
15:07:00	297.68	17.86	13008.86	-602.32	-36.14	1749.13	Encendidas	-
15:08:00	295.23	17.71	13026.57	-604.77	-36.29	1712.84	Encendidas	-
15:09:00	292.79	17.57	13044.14	-607.21	-36.43	1676.41	Encendidas	-
15:10:00	290.34	17.42	13061.56	-609.66	-36.58	1639.83	Encendidas	-
15:11:00	287.91	17.27	13078.83	-612.09	-36.73	1603.11	Encendidas	-
15:12:00	285.48	17.13	13095.96	-614.52	-36.87	1566.24	Encendidas	-
15:13:00	283.04	16.98	13112.94	-616.96	-37.02	1529.22	Encendidas	-
15:14:00	280.61	16.84	13129.78	-619.39	-37.16	1492.06	Encendidas	-
15:15:00	278.17	16.69	13146.47	-621.83	-37.31	1454.75	Encendidas	-
15:16:00	275.77	16.55	13163.02	-624.23	-37.45	1417.29	Encendidas	-
15:17:00	273.47	16.41	13179.43	-626.53	-37.59	1379.70	Encendidas	-
15:18:00	271.28	16.28	13195.71	-628.72	-37.72	1341.98	Encendidas	-
15:19:00	269.16	16.15	13211.86	-630.84	-37.85	1304.13	Encendidas	-
15:20:00	267.09	16.03	13227.89	-632.91	-37.97	1266.15	Encendidas	-
15:21:00	265.05	15.90	13243.79	-634.95	-38.10	1228.05	Encendidas	-
15:22:00	263.02	15.78	13259.57	-636.98	-38.22	1189.84	Encendidas	-
15:23:00	261.02	15.66	13275.23	-638.98	-38.34	1151.50	Encendidas	-
15:24:00	259.01	15.54	13290.77	-640.99	-38.46	1113.04	Encendidas	-
15:25:00	257.02	15.42	13306.19	-642.98	-38.58	1074.46	Encendidas	-
15:26:00	255.02	15.30	13321.49	-644.98	-38.70	1035.76	Encendidas	-
15:27:00	253.03	15.18	13336.67	-646.97	-38.82	996.94	Encendidas	-
15:28:00	251.03	15.06	13351.73	-648.97	-38.94	958.00	Encendidas	-
15:29:00	249.04	14.94	13366.67	-650.96	-39.06	918.95	Encendidas	-
15:30:00	247.04	14.82	13381.49	-652.96	-39.18	879.77	Encendidas	-
15:31:00	245.07	14.70	13396.19	-654.93	-39.30	840.47	Encendidas	-
15:32:00	243.18	14.59	13410.78	-656.82	-39.41	801.06	Encendidas	-
15:33:00	241.37	14.48	13425.26	-658.63	-39.52	761.55	Encendidas	-
15:34:00	239.61	14.38	13439.64	-660.39	-39.62	721.92	Encendidas	-
15:35:00	237.89	14.27	13453.91	-662.11	-39.73	682.20	Encendidas	-
15:36:00	236.19	14.17	13468.08	-663.81	-39.83	642.37	Encendidas	-
15:37:00	234.51	14.07	13482.15	-665.49	-39.93	602.44	Encendidas	-
15:38:00	232.83	13.97	13496.12	-667.17	-40.03	562.41	Encendidas	-
15:39:00	231.17	13.87	13509.99	-668.83	-40.13	522.28	Encendidas	-
15:40:00	229.50	13.77	13523.76	-670.50	-40.23	482.05	Encendidas	-
15:41:00	227.85	13.67	13537.43	-672.15	-40.33	441.72	Encendidas	-
15:42:00	226.18	13.57	13551.00	-673.82	-40.43	401.29	Encendidas	-
15:43:00	224.53	13.47	13564.47	-675.47	-40.53	360.76	Encendidas	-
15:44:00	222.87	13.37	13577.84	-677.13	-40.63	320.13	Encendidas	-
15:45:00	221.21	13.27	13591.11	-678.79	-40.73	279.41	Encendidas	-
15:46:00	219.57	13.17	13604.28	-680.43	-40.83	238.58	Encendidas	-
15:47:00	218.00	13.08	13617.36	-682.00	-40.92	197.66	Encendidas	-
15:48:00	216.48	12.99	13630.35	-683.52	-41.01	156.65	Encendidas	-
15:49:00	215.00	12.90	13643.25	-685.00	-41.10	115.55	Encendidas	-
15:50:00	213.55	12.81	13656.06	-686.45	-41.19	74.36	Encendidas	-
15:51:00	212.13	12.73	13668.79	-687.87	-41.27	33.09	Encendidas	-
15:52:00	210.71	12.64	13681.43	210.71	12.64	45.73	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques
15:53:00	209.31	12.56	13693.99	209.31	12.56	58.29	Apagadas	-
15:54:00	207.91	12.47	13706.46	207.91	12.47	70.77	Apagadas	-
15:55:00	206.51	12.39	13718.85	206.51	12.39	83.16	Apagadas	-
15:56:00	205.11	12.31	13731.16	205.11	12.31	95.46	Apagadas	-
15:57:00	203.72	12.22	13743.38	203.72	12.22	107.69	Apagadas	-
15:58:00	202.32	12.14	13755.52	202.32	12.14	119.83	Apagadas	-
15:59:00	200.93	12.06	13767.58	200.93	12.06	131.88	Apagadas	-
16:00:00	199.55	11.97	13779.55	199.55	11.97	143.85	Apagadas	-
16:01:00	198.16	11.89	13791.44	198.16	11.89	155.74	Apagadas	-
16:02:00	196.83	11.81	13803.25	196.83	11.81	167.55	Apagadas	-
16:03:00	195.55	11.73	13814.98	195.55	11.73	179.29	Apagadas	-
16:04:00	194.29	11.66	13826.64	194.29	11.66	190.94	Apagadas	-
16:05:00	193.06	11.58	13838.22	193.06	11.58	202.53	Apagadas	-
16:06:00	191.84	11.51	13849.73	191.84	11.51	214.04	Apagadas	-
16:07:00	190.65	11.44	13861.17	190.65	11.44	225.48	Apagadas	-
16:08:00	189.45	11.37	13872.54	189.45	11.37	236.84	Apagadas	-
16:09:00	188.27	11.30	13883.84	188.27	11.30	248.14	Apagadas	-
16:10:00	187.08	11.22	13895.06	187.08	11.22	259.36	Apagadas	-
16:11:00	185.89	11.15	13906.21	185.89	11.15	270.52	Apagadas	-
16:12:00	184.70	11.08	13917.29	184.70	11.08	281.60	Apagadas	-
16:13:00	183.52	11.01	13928.30	183.52	11.01	292.61	Apagadas	-
16:14:00	182.34	10.94	13939.24	182.34	10.94	303.55	Apagadas	-
16:15:00	181.16	10.87	13950.11	181.16	10.87	314.42	Apagadas	-
16:16:00	180.00	10.80	13960.91	180.00	10.80	325.22	Apagadas	-
16:17:00	178.88	10.73	13971.64	178.88	10.73	335.95	Apagadas	-
16:18:00	177.79	10.67	13982.31	177.79	10.67	346.62	Apagadas	-
16:19:00	176.72	10.60	13992.91	176.72	10.60	357.22	Apagadas	-
16:20:00	175.66	10.54	14003.45	175.66	10.54	367.76	Apagadas	-
16:21:00	174.62	10.48	14013.93	174.62	10.48	378.24	Apagadas	-
16:22:00	173.59	10.42	14024.35	173.59	10.42	388.66	Apagadas	-
16:23:00	172.57	10.35	14034.70	172.57	10.35	399.01	Apagadas	-
16:24:00	171.55	10.29	14044.99	171.55	10.29	409.30	Apagadas	-
16:25:00	170.54	10.23	14055.22	170.54	10.23	419.54	Apagadas	-
16:26:00	169.52	10.17	14065.39	169.52	10.17	429.71	Apagadas	-
16:27:00	168.51	10.11	14075.50	168.51	10.11	439.82	Apagadas	-
16:28:00	167.49	10.05	14085.55	167.49	10.05	449.87	Apagadas	-
16:29:00	166.48	9.99	14095.54	166.48	9.99	459.86	Apagadas	-
16:30:00	165.47	9.93	14105.47	165.47	9.93	469.78	Apagadas	-
16:31:00	164.45	9.87	14115.34	164.45	9.87	479.65	Apagadas	-
16:32:00	163.48	9.81	14125.15	163.48	9.81	489.46	Apagadas	-
16:33:00	162.54	9.75	14134.90	162.54	9.75	499.21	Apagadas	-
16:34:00	161.62	9.70	14144.60	161.62	9.70	508.91	Apagadas	-
16:35:00	160.71	9.64	14154.24	160.71	9.64	518.55	Apagadas	-
16:36:00	159.83	9.59	14163.83	159.83	9.59	528.14	Apagadas	-
16:37:00	158.94	9.54	14173.37	158.94	9.54	537.68	Apagadas	-
16:38:00	158.06	9.48	14182.85	158.06	9.48	547.16	Apagadas	-
16:39:00	157.18	9.43	14192.28	157.18	9.43	556.59	Apagadas	-
16:40:00	156.30	9.38	14201.66	156.30	9.38	565.97	Apagadas	-
16:41:00	155.43	9.33	14210.99	155.43	9.33	575.30	Apagadas	-
16:42:00	154.56	9.27	14220.26	154.56	9.27	584.57	Apagadas	-
16:43:00	153.69	9.22	14229.48	153.69	9.22	593.79	Apagadas	-
16:44:00	152.81	9.17	14238.65	152.81	9.17	602.96	Apagadas	-
16:45:00	151.94	9.12	14247.77	151.94	9.12	612.08	Apagadas	-
16:46:00	151.08	9.06	14256.83	151.08	9.06	621.14	Apagadas	-
16:47:00	150.23	9.01	14265.84	150.23	9.01	630.16	Apagadas	-
16:48:00	149.41	8.96	14274.80	149.41	8.96	639.12	Apagadas	-
16:49:00	148.61	8.92	14283.72	148.61	8.92	648.04	Apagadas	-
16:50:00	147.82	8.87	14292.59	147.82	8.87	656.91	Apagadas	-
16:51:00	147.04	8.82	14301.41	147.04	8.82	665.73	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
16:52:00	146.27	8.78	14310.19	146.27	8.78	674.50	Apagadas	-
16:53:00	145.50	8.73	14318.92	145.50	8.73	683.23	Apagadas	-
16:54:00	144.74	8.68	14327.60	144.74	8.68	691.92	Apagadas	-
16:55:00	143.97	8.64	14336.24	143.97	8.64	700.56	Apagadas	-
16:56:00	143.22	8.59	14344.83	143.22	8.59	709.15	Apagadas	-
16:57:00	142.46	8.55	14353.38	142.46	8.55	717.70	Apagadas	-
16:58:00	141.69	8.50	14361.88	141.69	8.50	726.20	Apagadas	-
16:59:00	140.92	8.46	14370.34	140.92	8.46	734.65	Apagadas	-
17:00:00	140.17	8.41	14378.75	140.17	8.41	743.06	Apagadas	-
17:01:00	139.40	8.36	14387.11	139.40	8.36	751.43	Apagadas	-
17:02:00	138.67	8.32	14395.43	138.67	8.32	759.75	Apagadas	-
17:03:00	137.95	8.28	14403.71	137.95	8.28	768.03	Apagadas	-
17:04:00	137.25	8.24	14411.95	137.25	8.24	776.26	Apagadas	-
17:05:00	136.56	8.19	14420.14	136.56	8.19	784.45	Apagadas	-
17:06:00	135.88	8.15	14428.29	135.88	8.15	792.61	Apagadas	-
17:07:00	135.20	8.11	14436.40	135.20	8.11	800.72	Apagadas	-
17:08:00	134.53	8.07	14444.47	134.53	8.07	808.79	Apagadas	-
17:09:00	133.86	8.03	14452.50	133.86	8.03	816.82	Apagadas	-
17:10:00	133.19	7.99	14460.49	133.19	7.99	824.81	Apagadas	-
17:11:00	132.52	7.95	14468.44	132.52	7.95	832.77	Apagadas	-
17:12:00	131.86	7.91	14476.35	131.86	7.91	840.68	Apagadas	-
17:13:00	131.19	7.87	14484.22	131.19	7.87	848.55	Apagadas	-
17:14:00	130.53	7.83	14492.05	130.53	7.83	856.38	Apagadas	-
17:15:00	129.86	7.79	14499.84	129.86	7.79	864.17	Apagadas	-
17:16:00	129.20	7.75	14507.59	129.20	7.75	871.92	Apagadas	-
17:17:00	128.56	7.71	14515.30	128.56	7.71	879.64	Apagadas	-
17:18:00	127.93	7.68	14522.98	127.93	7.68	887.31	Apagadas	-
17:19:00	127.32	7.64	14530.62	127.32	7.64	894.95	Apagadas	-
17:20:00	126.70	7.60	14538.22	126.70	7.60	902.55	Apagadas	-
17:21:00	126.09	7.57	14545.79	126.09	7.57	910.12	Apagadas	-
17:22:00	125.49	7.53	14553.32	125.49	7.53	917.65	Apagadas	-
17:23:00	124.90	7.49	14560.81	124.90	7.49	925.14	Apagadas	-
17:24:00	124.31	7.46	14568.27	124.31	7.46	932.60	Apagadas	-
17:25:00	123.72	7.42	14575.69	123.72	7.42	940.03	Apagadas	-
17:26:00	123.14	7.39	14583.08	123.14	7.39	947.41	Apagadas	-
17:27:00	122.54	7.35	14590.43	122.54	7.35	954.77	Apagadas	-
17:28:00	121.96	7.32	14597.75	121.96	7.32	962.08	Apagadas	-
17:29:00	121.36	7.28	14605.03	121.36	7.28	969.37	Apagadas	-
17:30:00	120.78	7.25	14612.28	120.78	7.25	976.61	Apagadas	-
17:31:00	120.19	7.21	14619.49	120.19	7.21	983.82	Apagadas	-
17:32:00	119.63	7.18	14626.67	119.63	7.18	991.00	Apagadas	-
17:33:00	119.07	7.14	14633.81	119.07	7.14	998.15	Apagadas	-
17:34:00	118.52	7.11	14640.92	118.52	7.11	1005.26	Apagadas	-
17:35:00	117.98	7.08	14648.00	117.98	7.08	1012.34	Apagadas	-
17:36:00	117.45	7.05	14655.05	117.45	7.05	1019.38	Apagadas	-
17:37:00	116.91	7.01	14662.06	116.91	7.01	1026.40	Apagadas	-
17:38:00	116.38	6.98	14669.04	116.38	6.98	1033.38	Apagadas	-
17:39:00	115.86	6.95	14675.99	115.86	6.95	1040.33	Apagadas	-
17:40:00	115.34	6.92	14682.91	115.34	6.92	1047.25	Apagadas	-
17:41:00	114.81	6.89	14689.80	114.81	6.89	1054.14	Apagadas	-
17:42:00	114.29	6.86	14696.66	114.29	6.86	1061.00	Apagadas	-
17:43:00	113.77	6.83	14703.49	113.77	6.83	1067.82	Apagadas	-
17:44:00	113.25	6.80	14710.29	113.25	6.80	1074.62	Apagadas	-
17:45:00	112.73	6.76	14717.05	112.73	6.76	1081.38	Apagadas	-
17:46:00	112.21	6.73	14723.78	112.21	6.73	1088.12	Apagadas	-
17:47:00	111.71	6.70	14730.48	111.71	6.70	1094.82	Apagadas	-
17:48:00	111.21	6.67	14737.15	111.21	6.67	1101.49	Apagadas	-
17:49:00	110.73	6.64	14743.79	110.73	6.64	1108.13	Apagadas	-
17:50:00	110.25	6.62	14750.41	110.25	6.62	1114.75	Apagadas	-
17:51:00	109.77	6.59	14757.00	109.77	6.59	1121.34	Apagadas	-
17:52:00	109.30	6.56	14763.56	109.30	6.56	1127.89	Apagadas	-
17:53:00	108.83	6.53	14770.09	108.83	6.53	1134.42	Apagadas	-
17:54:00	108.36	6.50	14776.59	108.36	6.50	1140.92	Apagadas	-
17:55:00	107.90	6.47	14783.06	107.90	6.47	1147.40	Apagadas	-
17:56:00	107.43	6.45	14789.51	107.43	6.45	1153.84	Apagadas	-
17:57:00	106.96	6.42	14795.93	106.96	6.42	1160.26	Apagadas	-
17:58:00	106.50	6.39	14802.32	106.50	6.39	1166.65	Apagadas	-
17:59:00	106.04	6.36	14808.68	106.04	6.36	1173.01	Apagadas	-
18:00:00	105.58	6.33	14815.01	105.58	6.33	1179.35	Apagadas	-
18:01:00	105.12	6.31	14821.32	105.12	6.31	1185.66	Apagadas	-
18:02:00	104.66	6.28	14827.60	104.66	6.28	1191.94	Apagadas	-
18:03:00	104.22	6.25	14833.85	104.22	6.25	1198.19	Apagadas	-
18:04:00	103.79	6.23	14840.08	103.79	6.23	1204.42	Apagadas	-
18:05:00	103.36	6.20	14846.28	103.36	6.20	1210.62	Apagadas	-
18:06:00	102.94	6.18	14852.46	102.94	6.18	1216.79	Apagadas	-
18:07:00	102.51	6.15	14858.61	102.51	6.15	1222.95	Apagadas	-
18:08:00	102.09	6.13	14864.74	102.09	6.13	1229.07	Apagadas	-
18:09:00	101.67	6.10	14870.84	101.67	6.10	1235.17	Apagadas	-
18:10:00	101.25	6.08	14876.92	101.25	6.08	1241.25	Apagadas	-
18:11:00	100.84	6.05	14882.97	100.84	6.05	1247.30	Apagadas	-
18:12:00	100.42	6.03	14889.00	100.42	6.03	1253.32	Apagadas	-
18:13:00	100.00	6.00	14895.00	100.00	6.00	1259.32	Apagadas	-
18:14:00	99.58	5.97	14900.97	99.58	5.97	1265.30	Apagadas	-
18:15:00	99.17	5.95	14906.92	99.17	5.95	1271.25	Apagadas	-
18:16:00	98.76	5.93	14912.85	98.76	5.93	1277.17	Apagadas	-
18:17:00	98.36	5.90	14918.75	98.36	5.90	1283.07	Apagadas	-
18:18:00	97.96	5.88	14924.63	97.96	5.88	1288.95	Apagadas	-
18:19:00	97.56	5.85	14930.48	97.56	5.85	1294.81	Apagadas	-
18:20:00	97.18	5.83	14936.31	97.18	5.83	1300.64	Apagadas	-
18:21:00	96.79	5.81	14942.12	96.79	5.81	1306.44	Apagadas	-
18:22:00	96.41	5.78	14947.90	96.41	5.78	1312.23	Apagadas	-
18:23:00	96.03	5.76	14953.66	96.03	5.76	1317.99	Apagadas	-
18:24:00	95.65	5.74	14959.40	95.65	5.74	1323.73	Apagadas	-
18:25:00	95.27	5.72	14965.12	95.27	5.72	1329.44	Apagadas	-
18:26:00	94.89	5.69	14970.81	94.89	5.69	1335.14	Apagadas	-
18:27:00	94.52	5.67	14976.48	94.52	5.67	1340.81	Apagadas	-
18:28:00	94.14	5.65	14982.13	94.14	5.65	1346.46	Apagadas	-
18:29:00	93.76	5.63	14987.76	93.76	5.63	1352.08	Apagadas	-
18:30:00	93.39	5.60	14993.36	93.39	5.60	1357.69	Apagadas	-
18:31:00	93.01	5.58	14998.94	93.01	5.58	1363.27	Apagadas	-
18:32:00	92.65	5.56	15004.50	92.65	5.56	1368.83	Apagadas	-
18:33:00	92.29	5.54	15010.04	92.29	5.54	1374.36	Apagadas	-
18:34:00	91.94	5.52	15015.56	91.94	5.52	1379.88	Apagadas	-
18:35:00	91.58	5.49	15021.05	91.58	5.49	1385.38	Apagadas	-
18:36:00	91.24	5.47	15026.52	91.24	5.47	1390.85	Apagadas	-
18:37:00	90.90	5.45	15031.97	90.90	5.45	1396.30	Apagadas	-
18:38:00	90.56	5.43	15037.40	90.56	5.43	1401.74	Apagadas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 3.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A19

Plano T. Distribución de escorrentía, cronología de hora on/off y reparto de volumen entre el tanque de concreto y celdas en el circuito 3 (parte 3)

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
18:39:00	90.22	5.41	15042.81	90.22	5.41	1407.15	Apagadas	-
18:40:00	89.88	5.39	15048.20	89.88	5.39	1412.54	Apagadas	-
18:41:00	89.54	5.37	15053.57	89.54	5.37	1417.92	Apagadas	-
18:42:00	89.21	5.35	15058.92	89.21	5.35	1423.27	Apagadas	-
18:43:00	88.87	5.33	15064.25	88.87	5.33	1428.60	Apagadas	-
18:44:00	88.53	5.31	15069.56	88.53	5.31	1433.91	Apagadas	-
18:45:00	88.20	5.29	15074.85	88.20	5.29	1439.20	Apagadas	-
18:46:00	87.86	5.27	15080.12	87.86	5.27	1444.48	Apagadas	-
18:47:00	87.54	5.25	15085.37	87.54	5.25	1449.73	Apagadas	-
18:48:00	87.21	5.23	15090.60	87.21	5.23	1454.96	Apagadas	-
18:49:00	86.89	5.21	15095.81	86.89	5.21	1460.17	Apagadas	-
18:50:00	86.58	5.19	15101.00	86.58	5.19	1465.37	Apagadas	-
18:51:00	86.27	5.18	15106.18	86.27	5.18	1470.55	Apagadas	-
18:52:00	85.95	5.16	15111.34	85.95	5.16	1475.70	Apagadas	-
18:53:00	85.64	5.14	15116.48	85.64	5.14	1480.84	Apagadas	-
18:54:00	85.33	5.12	15121.60	85.33	5.12	1485.96	Apagadas	-
18:55:00	85.03	5.10	15126.70	85.03	5.10	1491.06	Apagadas	-
18:56:00	84.72	5.08	15131.78	84.72	5.08	1496.15	Apagadas	-
18:57:00	84.41	5.06	15136.84	84.41	5.06	1501.21	Apagadas	-
18:58:00	84.11	5.05	15141.89	84.11	5.05	1506.26	Apagadas	-
18:59:00	83.80	5.03	15146.92	83.80	5.03	1511.28	Apagadas	-
19:00:00	83.49	5.01	15151.93	83.49	5.01	1516.29	Apagadas	-
19:01:00	83.18	4.99	15156.92	83.18	4.99	1521.28	Apagadas	-
19:02:00	82.89	4.97	15161.89	82.89	4.97	1526.26	Apagadas	-
19:03:00	82.58	4.95	15166.84	82.58	4.95	1531.21	Apagadas	-
19:04:00	82.29	4.94	15171.78	82.29	4.94	1536.15	Apagadas	-
19:05:00	82.00	4.92	15176.70	82.00	4.92	1541.07	Apagadas	-
19:06:00	81.72	4.90	15181.60	81.72	4.90	1545.97	Apagadas	-
19:07:00	81.43	4.89	15186.49	81.43	4.89	1550.86	Apagadas	-
19:08:00	81.14	4.87	15191.36	81.14	4.87	1555.73	Apagadas	-
19:09:00	80.86	4.85	15196.21	80.86	4.85	1560.58	Apagadas	-
19:10:00	80.58	4.83	15201.04	80.58	4.83	1565.41	Apagadas	-
19:11:00	80.29	4.82	15205.86	80.29	4.82	1570.23	Apagadas	-
19:12:00	80.02	4.80	15210.66	80.02	4.80	1575.03	Apagadas	-
19:13:00	79.73	4.78	15215.44	79.73	4.78	1579.82	Apagadas	-
19:14:00	79.45	4.77	15220.21	79.45	4.77	1584.58	Apagadas	-
19:15:00	79.16	4.75	15224.96	79.16	4.75	1589.33	Apagadas	-
19:16:00	78.89	4.73	15229.69	78.89	4.73	1594.07	Apagadas	-
19:17:00	78.61	4.72	15234.41	78.61	4.72	1598.78	Apagadas	-
19:18:00	78.34	4.70	15239.11	78.34	4.70	1603.48	Apagadas	-
19:19:00	78.08	4.68	15243.79	78.08	4.68	1608.17	Apagadas	-
19:20:00	77.81	4.67	15248.46	77.81	4.67	1612.84	Apagadas	-
19:21:00	77.55	4.65	15253.11	77.55	4.65	1617.49	Apagadas	-
19:22:00	77.29	4.64	15257.75	77.29	4.64	1622.13	Apagadas	-
19:23:00	77.03	4.62	15262.37	77.03	4.62	1626.75	Apagadas	-
19:24:00	76.77	4.61	15266.98	76.77	4.61	1631.36	Apagadas	-
19:25:00	76.52	4.59	15271.57	76.52	4.59	1635.95	Apagadas	-
19:26:00	76.26	4.58	15276.15	76.26	4.58	1640.52	Apagadas	-
19:27:00	76.00	4.56	15280.71	76.00	4.56	1645.08	Apagadas	-
19:28:00	75.75	4.55	15285.26	75.75	4.55	1649.63	Apagadas	-
19:29:00	75.49	4.53	15289.79	75.49	4.53	1654.16	Apagadas	-
19:30:00	75.24	4.51	15294.30	75.24	4.51	1658.67	Apagadas	-
19:31:00	74.98	4.50	15298.80	74.98	4.50	1663.17	Apagadas	-
19:32:00	74.73	4.48	15303.28	74.73	4.48	1667.65	Apagadas	-
19:33:00	74.49	4.47	15307.75	74.49	4.47	1672.12	Apagadas	-
19:34:00	74.25	4.46	15312.21	74.25	4.46	1676.58	Apagadas	-
19:35:00	74.01	4.44	15316.65	74.01	4.44	1681.02	Apagadas	-
19:36:00	73.77	4.43	15321.08	73.77	4.43	1685.44	Apagadas	-
19:37:00	73.54	4.41	15325.49	73.54	4.41	1689.86	Apagadas	-
19:38:00	73.31	4.40	15329.89	73.31	4.40	1694.26	Apagadas	-
19:39:00	73.07	4.38	15334.27	73.07	4.38	1698.64	Apagadas	-
19:40:00	72.84	4.37	15338.64	72.84	4.37	1703.01	Apagadas	-
19:41:00	72.61	4.36	15343.00	72.61	4.36	1707.37	Apagadas	-
19:42:00	72.38	4.34	15347.34	72.38	4.34	1711.71	Apagadas	-
19:43:00	72.14	4.33	15351.67	72.14	4.33	1716.04	Apagadas	-
19:44:00	71.91	4.31	15355.98	71.91	4.31	1720.35	Apagadas	-
19:45:00	71.68	4.30	15360.28	71.68	4.30	1724.65	Apagadas	-
19:46:00	71.44	4.29	15364.57	71.44	4.29	1728.94	Apagadas	-
19:47:00	71.21	4.27	15368.84	71.21	4.27	1733.21	Apagadas	-
19:48:00	70.98	4.26	15373.10	70.98	4.26	1737.47	Apagadas	-
19:49:00	70.76	4.25	15377.35	70.76	4.25	1741.72	Apagadas	-
19:50:00	70.54	4.23	15381.58	70.54	4.23	1745.95	Apagadas	-
19:51:00	70.31	4.22	15385.80	70.31	4.22	1750.17	Apagadas	-
19:52:00	70.10	4.21	15390.01	70.10	4.21	1754.37	Apagadas	-
19:53:00	69.88	4.19	15394.20	69.88	4.19	1758.57	Apagadas	-
19:54:00	69.67	4.18	15398.38	69.67	4.18	1762.75	Apagadas	-
19:55:00	69.46	4.17	15402.55	69.46	4.17	1766.91	Apagadas	-
19:56:00	69.24	4.15	15406.70	69.24	4.15	1771.07	Apagadas	-
19:57:00	69.02	4.14	15410.84	69.02	4.14	1775.21	Apagadas	-
19:58:00	68.80	4.13	15414.97	68.80	4.13	1779.34	Apagadas	-
19:59:00	68.59	4.12	15419.09	68.59	4.12	1783.45	Apagadas	-
20:00:00	68.38	4.10	15423.19	68.38	4.10	1787.56	Apagadas	-
20:01:00	68.16	4.09	15427.28	68.16	4.09	1791.65	Apagadas	-
20:02:00	67.96	4.08	15431.36	67.96	4.08	1795.72	Apagadas	-
20:03:00	67.75	4.07	15435.43	67.75	4.07	1799.79	Apagadas	-
20:04:00	67.55	4.05	15439.48	67.55	4.05	1803.84	Apagadas	-
20:05:00	67.34	4.04	15443.52	67.34	4.04	1807.88	Apagadas	-
20:06:00	67.14	4.03	15447.55	67.14	4.03	1811.91	Apagadas	-
20:07:00	66.94	4.02	15451.57	66.94	4.02	1815.93	Apagadas	-
20:08:00	66.74	4.00	15455.57	66.74	4.00	1819.93	Apagadas	-
20:09:00	66.54	3.99	15459.56	66.54	3.99	1823.92	Apagadas	-
20:10:00	66.35	3.98	15463.54	66.35	3.98	1827.90	Apagadas	-
20:11:00	66.16	3.97	15467.51	66.16	3.97	1831.87	Apagadas	-
20:12:00	65.96	3.96	15471.47	65.96	3.96	1835.83	Apagadas	-
20:13:00	65.76	3.95	15475.42	65.76	3.95	1839.78	Apagadas	-
20:14:00	65.56	3.93	15479.35	65.56	3.93	1843.71	Apagadas	-
20:15:00	65.37	3.92	15483.27	65.37	3.92	1847.63	Apagadas	-
20:16:00	65.17	3.91	15487.18	65.17	3.91	1851.54	Apagadas	-
20:17:00	64.98	3.90	15491.08	64.98	3.90	1855.44	Apagadas	-
20:18:00	64.80	3.89	15494.97	64.80	3.89	1859.33	Apagadas	-
20:19:00	64.60	3.88	15498.85	64.60	3.88	1863.21	Apagadas	-
20:20:00	64.42	3.87	15502.72	64.42	3.87	1867.07	Apagadas	-
20:21:00	64.23	3.85	15506.57	64.23	3.85	1870.93	Apagadas	-
20:22:00	64.05	3.84	15510.41	64.05	3.84	1874.77	Apagadas	-
20:23:00	63.87	3.83	15514.24	63.87	3.83	1878.60	Apagadas	-
20:24:00	63.68	3.82	15518.06	63.68	3.82	1882.42	Apagadas	-
20:25:00	63.50	3.81	15521.87	63.50	3.81	1886.23	Apagadas	-
20:26:00	63.32	3.80	15525.67	63.32	3.80	1890.03	Apagadas	-
20:27:00	63.14	3.79	15529.46	63.14	3.79	1893.82	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
20:28:00	62.96	3.78	15533.24	62.96	3.78	1897.60	Apagadas	-
20:29:00	62.77	3.77	15537.01	62.77	3.77	1901.36	Apagadas	-
20:30:00	62.59	3.76	15540.77	62.59	3.76	1905.12	Apagadas	-
20:31:00	62.41	3.74	15544.51	62.41	3.74	1908.86	Apagadas	-
20:32:00	62.24	3.73	15548.24	62.24	3.73	1912.60	Apagadas	-
20:33:00	62.06	3.72	15551.96	62.06	3.72	1916.32	Apagadas	-
20:34:00	61.89	3.71	15555.67	61.89	3.71	1920.03	Apagadas	-
20:35:00	61.72	3.70	15559.37	61.72	3.70	1923.74	Apagadas	-
20:36:00	61.54	3.69	15563.06	61.54	3.69	1927.43	Apagadas	-
20:37:00	61.37	3.68	15566.74	61.37	3.68	1931.11	Apagadas	-
20:38:00	61.20	3.67	15570.41	61.20	3.67	1934.78	Apagadas	-
20:39:00	61.02	3.66	15574.07	61.02	3.66	1938.44	Apagadas	-
20:40:00	60.85	3.65	15577.72	60.85	3.65	1942.10	Apagadas	-
20:41:00	60.68	3.64	15581.36	60.68	3.64	1945.74	Apagadas	-
20:42:00	60.51	3.63	15584.99	60.51	3.63	1949.37	Apagadas	-
20:43:00	60.34	3.62	15588.61	60.34	3.62	1952.99	Apagadas	-
20:44:00	60.17	3.61	15592.22	60.17	3.61	1956.60	Apagadas	-
20:45:00	60.00	3.60	15595.82	60.00	3.60	1960.20	Apagadas	-
20:46:00	59.82	3.59	15599.41	59.82	3.59	1963.79	Apagadas	-
20:47:00	59.66	3.58	15602.99	59.66	3.58	1967.37	Apagadas	-
20:48:00	59.50	3.57	15606.56	59.50	3.57	1970.94	Apagadas	-
20:49:00	59.33	3.56	15610.12	59.33	3.56	1974.50	Apagadas	-
20:50:00	59.17	3.55	15613.67	59.17	3.55	1978.05	Apagadas	-
20:51:00	59.00	3.54	15617.21	59.00	3.54	1981.59	Apagadas	-
20:52:00	58.85	3.53	15620.74	58.85	3.53	1985.12	Apagadas	-
20:53:00	58.68	3.52	15624.26	58.68	3.52	1988.64	Apagadas	-
20:54:00	58.53	3.51	15627.77	58.53	3.51	1992.15	Apagadas	-
20:55:00	58.38	3.50	15631.27	58.38	3.50	1995.65	Apagadas	-
20:56:00	58.21	3.49	15634.76	58.21	3.49	1999.15	Apagadas	-
20:57:00	58.06	3.48	15638.24	-841.94	-50.52	1948.63	Encendidas	Hora de nuevo encendido de bombas, ya que se llega a los 2000 m3 de capacidad del tanque de concreto y con ello se empieza a bombear y reducir el caudal entrante a razon de 900 l/s
20:58:00	57.90	3.47	15641.71	-842.10	-50.53	1898.10	Encendidas	-
20:59:00	57.74	3.46	15645.17	-842.26	-50.54	1847.57	Encendidas	-
21:00:00	57.58	3.45	15648.62	-842.42	-50.55	1797.02	Encendidas	-
21:01:00	57.42	3.45	15652.07	-842.58	-50.55	1746.47	Encendidas	-
21:02:00	57.27	3.44	15655.51	-842.73	-50.56	1695.90	Encendidas	-
21:03:00	57.12	3.43	15658.94	-842.88	-50.57	1645.33	Encendidas	-
21:04:00	56.97	3.42	15662.36	-843.03	-50.58	1594.75	Encendidas	-
21:05:00	56.82	3.41	15665.77	-843.18	-50.59	1544.16	Encendidas	-
21:06:00	56.68	3.40	15669.17	-843.32	-50.60	1493.56	Encendidas	-
21:07:00	56.53	3.39	15672.56	-843.47	-50.61	1442.95	Encendidas	-
21:08:00	56.39	3.38	15675.94	-843.61	-50.62	1392.33	Encendidas	-
21:09:00	56.24	3.37	15679.31	-843.76	-50.63	1341.71	Encendidas	-
21:10:00	56.10	3.37	15682.68	-843.90	-50.63	1291.07	Encendidas	-
21:11:00	55.95	3.36	15686.04	-844.05	-50.64	1240.43	Encendidas	-
21:12:00	55.81	3.35	15689.39	-844.19	-50.65	1189.78	Encendidas	-
21:13:00	55.66	3.34	15692.73	-844.34	-50.66	1139.12	Encendidas	-
21:14:00	55.52	3.33	15696.06	-844.48	-50.67	1088.45	Encendidas	-
21:15:00	55.37	3.32	15699.38	-844.63	-50.68	1037.77	Encendidas	-
21:16:00	55.23	3.31	15702.69	-844.77	-50.69	987.09	Encendidas	-
21:17:00	55.09	3.31	15706.00	-844.91	-50.69	936.39	Encendidas	-
21:18:00	54.95	3.30	15709.30	-845.05	-50.70	885.69	Encendidas	-
21:19:00	54.81	3.29	15712.59	-845.19	-50.71	834.98	Encendidas	-
21:20:00	54.67	3.28	15715.87	-845.33	-50.72	784.26	Encendidas	-
21:21:00	54.53	3.27	15719.14	-845.47	-50.73	733.53	Encendidas	-
21:22:00	54.40	3.26	15722.40	-845.60	-50.74	682.79	Encendidas	-
21:23:00	54.26	3.26	15725.66	-845.74	-50.74	632.05	Encendidas	-
21:24:00	54.12	3.25	15728.91	-845.88	-50.75	581.30	Encendidas	-
21:25:00	53.99	3.24	15732.15	-846.01	-50.76	530.54	Encendidas	-
21:26:00	53.85	3.23	15735.38	-846.15	-50.77	479.77	Encendidas	-
21:27:00	53.71	3.22	15738.60	-846.29	-50.78	428.99	Encendidas	-
21:28:00	53.58	3.21	15741.81	-846.42	-50.79	378.20	Encendidas	-
21:29:00	53.44	3.21	15745.02	-846.56	-50.79	327.41	Encendidas	-
21:30:00	53.31	3.20	15748.22	-846.69	-50.80	276.61	Encendidas	-
21:31:00	53.17	3.19	15751.41	-846.83	-50.81	225.80	Encendidas	-
21:32:00	53.03	3.18	15754.59	-846.97	-50.82	174.98	Encendidas	-
21:33:00	52.91	3.17	15757.76	-847.09	-50.83	124.16	Encendidas	-
21:34:00	52.77	3.17	15760.93	-847.23	-50.83	73.32	Encendidas	-
21:35:00	52.65	3.16	15764.09	-847.35	-50.84	22.48	Encendidas	-
21:36:00	52.52	3.15	15767.24	52.52	3.15	25.63	Apagadas	Hora de apagado de bombas porque el volumen de agua en el sistema es mínimo, por lo que se necesita abastecer nuevamente los tanques hasta repetir nuevamente el ciclo de operación.
21:37:00	52.39	3.14	15770.38	52.39	3.14	28.78	Apagadas	-
21:38:00	52.26	3.14	15773.52	52.26	3.14	31.91	Apagadas	-
21:39:00	52.13	3.13	15776.65	52.13	3.13	35.04	Apagadas	-
21:40:00	52.00	3.12	15779.77	52.00	3.12	38.16	Apagadas	-
21:41:00	51.88	3.11	15782.88	51.88	3.11	41.27	Apagadas	-
21:42:00	51.75	3.11	15785.99	51.75	3.11	44.38	Apagadas	-
21:43:00	51.62	3.10	15789.09	51.62	3.10	47.47	Apagadas	-
21:44:00	51.50	3.09	15792.18	51.50	3.09	50.56	Apagadas	-
21:45:00	51.38	3.08	15795.26	51.38	3.08	53.65	Apagadas	-
21:46:00	51.24	3.07	15798.33	51.24	3.07	56.72	Apagadas	-
21:47:00	51.12	3.07	15801.40	51.12	3.07	59.79	Apagadas	-
21:48:00	51.00	3.06	15804.46	51.00	3.06	62.85	Apagadas	-
21:49:00	50.88	3.05	15807.51	50.88	3.05	65.90	Apagadas	-
21:50:00	50.76	3.05	15810.56	50.76	3.05	68.95	Apagadas	-
21:51:00	50.64	3.04	15813.60	50.64	3.04	71.99	Apagadas	-
21:52:00	50.51	3.03	15816.63	50.51	3.03	75.02	Apagadas	-
21:53:00	50.39	3.02	15819.65	50.39	3.02	78.04	Apagadas	-
21:54:00	50.27	3.02	15822.67	50.27	3.02	81.06	Apagadas	-
21:55:00	50.15	3.01	15825.68	50.15	3.01	84.07	Apagadas	-
21:56:00	50.04	3.00	15828.68	50.04	3.00	87.07	Apagadas	-
21:57:00	49.92	3.00	15831.68	49.92	3.00	90.06	Apagadas	-
21:58:00	49.80	2.99	15834.67	49.80	2.99	93.05	Apagadas	-
21:59:00	49.68	2.98	15837.65	49.68	2.98	96.03	Apagadas	-
22:00:00	49.56	2.97	15840.62	49.56	2.97	99.01	Apagadas	-
22:01:00	49.44	2.97	15843.59	49.44	2.97	101.97	Apagadas	-
22:02:00	49.33	2.96	15846.55	49.33	2.96	104.93	Apagadas	-
22:03:00	49.21	2.95	15849.50	49.21	2.95	107.88	Apagadas	-
22:04:00	49.09	2.95	15852.45	49.09	2.95	110.83	Apagadas	-
22:05:00	48.98	2.94	15855.39	48.98	2.94	113.77	Apagadas	-
22:06:00	48.86	2.93	15858.32	48.86	2.93	116.70	Apagadas	-
22:07:00	48.75	2.93	15861.25	48.75	2.93	119.62	Apagadas	-
22:08:00	48.64	2.92	15864.17	48.64	2.92	122.54	Apagadas	-
22:09:00	48.53	2.91	15867.08	48.53	2.91	125.45	Apagadas	-
22:10:00	48.41	2.90	15869.98	48.41	2.90	128.36	Apagadas	-
22:11:00	48.30	2.90	15872.88	48.30	2.90	131.26	Apagadas	-
22:12:00	48.18	2.89	15875.77	48.18	2.89	134.15	Apagadas	-
22:13:00	48.07	2.88	15878.65	48.07	2.88	137.03	Apagadas	-
22:14:00	47.96	2.88	15881.53	47.96	2.88	139.91	Apagadas	-
22:15:00	47.85	2.87	15884.40	47.85	2.87	142.78	Apagadas	-
22:16:00	47.73	2.86	15887.26	47.73	2.86	145.64	Apagadas	-

Tiempo (Hora)	Caudal total aportante en cada instante (l/s)	Caudal total aportante en cada instante (m3/min)	Volumen total aportante acumulado por minuto (m3)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (l/s)	Diferencial de caudal aportante y bombeado por minuto (m3)	Volumen en la estación en cada instante en (m3)	Estado de bombas	Comentarios
22:17:00	47.62	2.86	15890.12	47.62	2.86	148.50	Apagadas	-
22:18:00	47.52	2.85	15892.97	47.52	2.85	151.35	Apagadas	-
22:19:00	47.41	2.84	15895.81	47.41	2.84	154.20	Apagadas	-
22:20:00	47.30	2.84	15898.65	47.30	2.84	157.04	Apagadas	-
22:21:00	47.20	2.83	15901.48	47.20	2.83	159.87	Apagadas	-
22:22:00	47.09	2.83	15904.31	47.09	2.83	162.69	Apagadas	-
22:23:00	46.99	2.82	15907.13	46.99	2.82	165.51	Apagadas	-
22:24:00	46.88	2.81	15909.94	46.88	2.81	168.33	Apagadas	-
22:25:00	46.78	2.81	15912.75	46.78	2.81	171.13	Apagadas	-
22:26:00	46.67	2.80	15915.55	46.67	2.80	173.93	Apagadas	-
22:27:00	46.56	2.79	15918.34	46.56	2.79	176.73	Apagadas	-
22:28:00	46.46	2.79	15921.13	46.46	2.79	179.51	Apagadas	-
22:29:00	46.36	2.78	15923.91	46.36	2.78	182.30	Apagadas	-
22:30:00	46.26	2.78	15926.69	46.26	2.78	185.07	Apagadas	-
22:31:00	46.15	2.77	15929.46	46.15	2.77	187.84	Apagadas	-
22:32:00	46.05	2.76	15932.22	46.05	2.76	190.60	Apagadas	-
22:33:00	45.96	2.76	15934.98	45.96	2.76	193.36	Apagadas	-
22:34:00	45.85	2.75	15937.73	45.85	2.75	196.11	Apagadas	-
22:35:00	45.75	2.75	15940.48	45.75	2.75	198.86	Apagadas	-
22:36:00	45.65	2.74	15943.22	45.65	2.74	201.60	Apagadas	-
22:37:00	45.55	2.73	15945.95	45.55	2.73	204.33	Apagadas	-
22:38:00	45.46	2.73	15948.68	45.46	2.73	207.06	Apagadas	-
22:39:00	45.36	2.72	15951.40	45.36	2.72	209.78	Apagadas	-
22:40:00	45.26	2.72	15954.12	45.26	2.72	212.49	Apagadas	-
22:41:00	45.17	2.71	15956.83	45.17	2.71	215.20	Apagadas	-
22:42:00	45.07	2.70	15959.53	45.07	2.70	217.91	Apagadas	-
22:43:00	44.97	2.70	15962.23	44.97	2.70	220.61	Apagadas	-
22:44:00	44.88	2.69	15964.92	44.88	2.69	223.30	Apagadas	-
22:45:00	44.78	2.69	15967.61	44.78	2.69	225.99	Apagadas	-
22:46:00	44.69	2.68	15970.29	44.69	2.68	228.67	Apagadas	-
22:47:00	44.59	2.68	15972.97	44.59	2.68	231.34	Apagadas	-
22:48:00	44.49	2.67	15975.64	44.49	2.67	234.01	Apagadas	-
22:49:00	44.40	2.66	15978.30	44.40	2.66	236.68	Apagadas	-
22:50:00	44.31	2.66	15980.96	44.31	2.66	239.33	Apagadas	-
22:51:00	44.20	2.65	15983.61	44.20	2.65	241.99	Apagadas	-
22:52:00	44.11	2.65	15986.26	44.11	2.65	244.63	Apagadas	-
22:53:00	44.02	2.64	15988.90	44.02	2.64	247.27	Apagadas	-
22:54:00	43.93	2.64	15991.54	43.93	2.64	249.91	Apagadas	-
22:55:00	43.83	2.63	15994.17	43.83	2.63	252.54	Apagadas	-
22:56:00	43.74	2.62	15996.79	43.74	2.62	255.16	Apagadas	-
22:57:00	43.64	2.62	15999.41	43.64	2.62	257.78	Apagadas	-
22:58:00	43.54	2.61	16002.02	43.54	2.61	260.39	Apagadas	-
22:59:00	43.45	2.61	16004.63	43.45	2.61	263.00	Apagadas	-
23:00:00	43.36	2.60	16007.23	43.36	2.60	265.60	Apagadas	-
23:01:00	43.27	2.60	16009.83	43.27	2.60	268.20	Apagadas	-
23:02:00	43.17	2.59	16012.42	43.17	2.59	270.79	Apagadas	-
23:03:00	43.08	2.58	16015.00	43.08	2.58	273.37	Apagadas	-
23:04:00	42.99	2.58	16017.58	42.99	2.58	275.95	Apagadas	-
23:05:00	42.91	2.57	16020.15	42.91	2.57	278.53	Apagadas	-
23:06:00	42.82	2.57	16022.72	42.82	2.57	281.10	Apagadas	-
23:07:00	42.73	2.56	16025.28	42.73	2.56	283.66	Apagadas	-
23:08:00	42.64	2.56	16027.84	42.64	2.56	286.22	Apagadas	-
23:09:00	42.56	2.55	16030.39	42.56	2.55	288.77	Apagadas	-
23:10:00	42.47	2.55	16032.94	42.47	2.55	291.32	Apagadas	-
23:11:00	42.38	2.54	16035.48	42.38	2.54	293.86	Apagadas	-
23:12:00	42.30	2.54	16038.02	42.30	2.54	296.40	Apagadas	-
23:13:00	42.21	2.53	16040.55	42.21	2.53	298.94	Apagadas	-
23:14:00	42.12	2.53	16043.08	42.12	2.53	301.46	Apagadas	-
23:15:00	42.05	2.52	16045.60	42.05	2.52	303.99	Apagadas	-
23:16:00	41.96	2.52	16048.12	41.96	2.52	306.50	Apagadas	-
23:17:00	41.88	2.51	16050.63	41.88	2.51	309.02	Apagadas	-
23:18:00	41.79	2.51	16053.14	41.79	2.51	311.52	Apagadas	-
23:19:00	41.70	2.50	16055.64	41.70	2.50	314.03	Apagadas	-
23:20:00	41.62	2.50	16058.14	41.62	2.50	316.52	Apagadas	-
23:21:00	41.55	2.49	16060.63	41.55	2.49	319.02	Apagadas	-
23:22:00	41.46	2.49	16063.12	41.46	2.49	321.50	Apagadas	-
23:23:00	41.38	2.48	16065.60	41.38	2.48	323.99	Apagadas	-
23:24:00	41.29	2.48	16068.08	41.29	2.48	326.46	Apagadas	-
23:25:00	41.21	2.47	16070.55	41.21	2.47	328.94	Apagadas	-
23:26:00	41.13	2.47	16073.02	41.13	2.47	331.40	Apagadas	-
23:27:00	41.05	2.46	16075.48	41.05	2.46	333.87	Apagadas	-
23:28:00	40.96	2.46	16077.94	40.96	2.46	336.32	Apagadas	-
23:29:00	40.88	2.45	16080.39	40.88	2.45	338.78	Apagadas	-
23:30:00	40.81	2.45	16082.84	40.81	2.45	341.23	Apagadas	-
23:31:00	40.72	2.44	16085.28	40.72	2.44	343.67	Apagadas	-
23:32:00	40.64	2.44	16087.72	40.64	2.44	346.11	Apagadas	-
23:33:00	40.56	2.43	16090.15	40.56	2.43	348.54	Apagadas	-
23:34:00	40.48	2.43	16092.58	40.48	2.43	350.97	Apagadas	-
23:35:00	40.40	2.42	16095.00	40.40	2.42	353.39	Apagadas	-
23:36:00	40.32	2.42	16097.42	40.32	2.42	355.81	Apagadas	-
23:37:00	40.24	2.41	16099.83	40.24	2.41	358.23	Apagadas	-
23:38:00	40.16	2.41	16102.24	40.16	2.41	360.64	Apagadas	-
23:39:00	40.08	2.40	16104.64	40.08	2.40	363.04	Apagadas	-
23:40:00	40.01	2.40	16107.04	40.01	2.40	365.44	Apagadas	-
23:41:00	39.92	2.40	16109.44	39.92	2.40	367.84	Apagadas	-
23:42:00	39.84	2.39	16111.83	39.84	2.39	370.23	Apagadas	-
23:43:00	39.77	2.39	16114.22	39.77	2.39	372.61	Apagadas	-
23:44:00	39.69	2.38	16116.60	39.69	2.38	375.00	Apagadas	-
23:45:00	39.61	2.38	16118.98	39.61	2.38	377.37	Apagadas	-
23:46:00	39.53	2.37	16121.35	39.53	2.37	379.74	Apagadas	-
23:47:00	39.45	2.37	16123.72	39.45	2.37	382.11	Apagadas	-
23:48:00	39.38	2.36	16126.08	39.38	2.36	384.47	Apagadas	-
23:49:00	39.30	2.36	16128.44	39.30	2.36	386.83	Apagadas	-
23:50:00	39.23	2.35	16130.79	39.23	2.35	389.19	Apagadas	-
23:51:00	39.15	2.35	16133.14	39.15	2.35	391.53	Apagadas	-
23:52:00	39.08	2.34	16135.48	39.08	2.34	393.88	Apagadas	-
23:53:00	39.00	2.34	16137.82	39.00	2.34	396.22	Apagadas	-
23:54:00	38.93	2.34	16140.16	38.93	2.34	398.56	Apagadas	-
23:55:00	38.86	2.33	16142.49	38.86	2.33	400.89	Apagadas	-
23:56:00	38.79	2.33	16144.82	38.79	2.33	403.21	Apagadas	-
23:57:00	38.71	2.32	16147.14	38.71	2.32	405.54	Apagadas	-
23:58:00	38.64	2.32	16149.46	38.64	2.32	407.86	Apagadas	-
23:59:00	38.56	2.31	16151.77	38.56	2.31	410.17	Apagadas	-
00:00:00	38.49	2.31	16154.08	38.49	2.31	412.48	Apagadas	-

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE EN EL CENTRO POBLADO DE SIMBILÁ, CATACAOS, PIURA.

TABLA:

DISTRIBUCIÓN DE ESCORRENTÍA, CRONOLOGÍA DE HORA DE ON/OFF Y REPARTO DEL VOLUMEN ENTRE EL TANQUE DE CONCRETO Y CELDAS A LO LARGO DE 24 HORAS PARA EL CIRCUITO 3.

25/10/2024

S/E

LÁMINA:

A20