UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Mejoramiento del sistema de drenaje pluvial de la cuenca Quinta Ana María de Piura

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Jorge Luis Bocanegra Alarcón
Mauricio Gabriel Jacinto Gómez

Asesora:
Mgtr. Ing. Clara Marina Farías Zegada De Reyes

Piura, noviembre de 2022

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis-Bocanegra-Jacinto.docx

AUTOR

Jorge Bocanegra y Mauricio Jac

RECUENTO DE PALABRAS

31898 Words

RECUENTO DE CARACTERES

157612 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

154 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

38.7MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 14, 2022 9:54 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 14, 2022 10:03 AM GMT-5

6% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

A Dios, por guiarnos y acompañarnos en nuestra vida.

A nuestros padres, por apoyarnos en cada momento, ya que sin ellos nada de esto sería posible.

A nuestra asesora, por el tiempo dedicado al desarrollo de este proyecto.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Resumen

La ciudad de Piura presenta un régimen de lluvias bastante irregular, con años muy secos y en algunos años se presentan lluvias de gran intensidad, que afectan la infraestructura y el normal desenvolvimiento de la población por la carencia de un drenaje pluvial adecuado.

Es a razón de lo mencionado que la presente investigación tiene por objeto principal presentar propuestas de mejora al sistema de drenaje pluvial de la cuenca Quinta Ana María, a fin de otorgarle solución a la problemática de los residentes de la urbanización del mismo nombre.

Se inició con la evaluación del funcionamiento y capacidad de los parques inundables empleados en ciudades que presentan la misma problemática, así mismo se continuo con la realización del análisis hidrológico de la cuenca, hallando los tirantes y caudales, para finalmente plantear la propuesta de mejora al sistema con el que actualmente se cuenta, esto a fin de evitar las inundaciones en los próximos fenómenos.

En nuestros resultados hallamos tirantes, caudales racionales y de servicio de conservación de suelos (SCS), así como también de escorrentía que llegan a la Quinta Ana María; así mismo se ubicaron las zonas más vulnerables de la ciudad Piura, encontrando a la urbanización Quinta Ana María y a La Ribera como las zonas más afectas por el fenómeno en mención. Se conoció además que las urbanizaciones Los Geranios, San Eduardo y El Golf son aportantes a la cuenca.

Finalmente concluimos que el sistema de drenaje con que el que actualmente se cuenta en la Urbanización Quinta Ana María no es capaz de evacuar la escorrentía, misma que llega proveniente de las urbanizaciones aledañas, y a consecuencia de lo mencionado se propone la implementación de parques inundables, una cisterna y franjas de pasto a fin de retener y bombear gradualmente la escorrentía al rio Piura con el sistema existente.

Palabras claves: Quinta Ana María de Piura.

UNIVERSITAS • STUDIORUM •
• PIURENSIS

Tabla de contenido

Introducción 15

Capítulo 1 17

Marco teórico 17

1.1 Drenaje pluvial urbano 17

1.1.1 Historia del drenaje pluvial 17

1.1.2 Clases de drenaje urbano 17

1.1.3 Componentes de un drenaje pluvial 18

1.1.4 Elementos de drenaje pluvial 19

1.2 El fenómeno El Niño 20

1.2.1 ENSO 20

1.2.2 El Niño costero 20

1.3 Hidráulica aplicada 21

1.3.1 Parámetros para el diseño de obra de drenaje 21

1.3.1.1 Periodo de retorno 21

1.3.1.2 Periodo de concentración. 21

1.3.1.3 Pendiente en vías. 21

1.3.1.4 Pendiente en cuneta. 22

1.3.1.5 Características de las tuberías 22

1.3.2 Diseño de una línea de aspiración e impulsión 23

1.3.2.1 Diámetro de la tubería 23

1.3.2.2 Pérdida de carga 24

1.3.2.3 Altura manométrica. 27

1.4 Alternativas de solución 27

1.4.1 Superficies permeables 27
1.4.2 Pozos de infiltración 28
1.4.3 Parque inundable 29
..... 31
Capítulo 2 31
Cuenca urbana Quinta Ana María 31
2.1 Ubicación 31
2.2 Delimitación 32
2.3 Descripción 33
2.4 Problemática pluvial y fluvial 33
2.4.1 Problemática pluvial 33
2.4.2 Problemática fluvial 34
2.5 Situación actual y perspectiva 35
2.5.1 Situación fluvial actual y perspectiva 35
2.5.2 Situación pluvial actual y perspectiva 36
2.5.2.1 Estación de bombeo 1 37
2.5.2.2 Estación de bombeo 2 37
2.6 Sectorización 38
2.7 Patrones de flujo 39
Capítulo 3 43
Análisis hidrológico 43
3.1 Información pluviográfica 43
3.2 Cálculo de caudales por método racional 45
3.2.1 Coeficiente de escorrentía 45
3.2.2 Intensidad de la lluvia de diseño 47
3.2.3 Determinación de caudal racional 48
3.3 Caudal por el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) 48
3.4 Niveles de escorrentía 53
Capítulo 4 59
Diseño del sistema de drenaje pluvial en la cuenca 59
4.1 Diseño de alternativas para disminuir la escorrentía 59
4.1.1 Alternativa de diseño 1 59
4.1.2 Alternativa de diseño 2 60
4.1.3 Selección de alternativa de diseño 61
4.1.4 Sistema propuesto 61

4.1.5 Altura dinámica 77
4.2 Planteamiento del proyecto 86
Conclusiones 89
Recomendaciones 91
Referencias bibliográficas 93
Apéndices 97
Apéndice A - Porcentaje de áreas para cada subcuenca 97
Apéndice A1 - Subcuenca QAM 1 97
Apéndice A3 – Subcuenca Los Geranios 98
Apéndice A4 – Subcuenca La Ribera 99
Apéndice B – CN. Hietogramas de diseño y efectivos, Hidrograma resultante 101
Apéndice B1 – Cálculo del número de curva (CN) 101
Apéndice B2 – Hietograma Tr = 10 años, subcuenca Los Geranios. 102
Apéndice B3 – Hietograma Tr = 25 años, subcuenca Los Geranios. 104
Apéndice B4 – Hietograma Tr = 50 años, subcuenca Los Geranios. 106
Apéndice B5 – Hietograma Tr = 10 años, subcuenca La Ribera 108
Apéndice B6 – Hietograma Tr = 25 años, subcuenca La Ribera 110
Apéndice B7 – Hietograma Tr = 50 años, subcuenca La Ribera 112
Apéndice B8 – Hietograma Tr = 10 años, subcuenca QAM1. 114
Apéndice B9 – Hietograma Tr = 25 años, subcuenca QAM1. 116
Apéndice B10 – Hietograma Tr = 50 años, subcuenca QAM1 118
Apéndice B11 – Hietograma Tr = 10 años, subcuenca QAM2 120
Apéndice B12 – Hietograma Tr = 25 años, subcuenca QAM2 122
Apéndice B13 – Hietograma Tr = 50 años, subcuenca QAM2 124
Apéndice C – Funcionamiento del sistema de bombeo, parques inundables y estanques de retención 126
Apéndice C1 – Funcionamiento del parque inundable Juan Pablo II en Los Geranios Tr = 10 años 126
Apéndice C2 – Funcionamiento del parque inundable Juan Pablo II en Los Geranios Tr = 25 años 128
Apéndice C4 – Funcionamiento del estanque de retención la Ribera Tr = 10 años 132
Apéndice C5 – Funcionamiento del estanque de retención La Ribera Tr = 25 años 134

Apéndice C6 – Funcionamiento del estanque de retención La Ribera Tr = 50 años **.....136**

Apéndice C7 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 10 años. **.139**

Apéndice C8 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 25 años. **.143**

Apéndice C9 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 50 años. **.146**

Apéndice C10 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 10 años.
.....149

Apéndice C11 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 25 años.
.....151

Apéndice C12 – Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 50 años.
.....153

Planos.....157

Lista de tablas

Tabla 1. Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s).....23
Tabla 2. Velocidades recomendadas para flujos en tuberías 24
Tabla 3. Valores de rugosidad de materiales 26
Tabla 4. Valores de coeficiente de pérdida.....26
Tabla 5. Intensidades horarias máximas para diferentes duraciones en la ciudad de Piura 44
Tabla 6. Coeficiente de escorrentía.....46
Tabla 7. Coeficientes de escorrentía para las subcuencas de estudio 47
Tabla 8. Tiempo de concentración de cada subcuenca.....47
Tabla 9. Intensidades de lluvia para cada subcuenca según Tr. 48
Tabla 10. Caudales hallados por el método racional 48
Tabla 11. Caudal obtenido por el método SCS.....50
Tabla 12. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=50 años 53
Tabla 13. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=25 años. 54
Tabla 14. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=10 años. 54
Tabla 15. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=50 años 54
Tabla 16. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=25 años. 55
Tabla 17. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=10 años 55
Tabla 18. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM1, Tr=50 años......55
Tabla 19. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM1, Tr=25 años......56
Tabla 21. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=50 años......56
Tabla 21. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=25 años......56
Tabla 22. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=10 años......57
Tabla 23. Coeficientes de pérdidas del tramo parque Los Geranios al parque Juan Pablo II.....79
Tabla 25. Coeficientes de pérdidas del tramo cisterna La Ribera a la tubería QAM1. 80
Tabla 25. Coeficientes entre la rejilla (Av. Las Casuarinas) al Parque Los Geranios......82
Tabla 26. Coeficientes de pérdidas en el tramo de la Av. Las Palmeras al parque Juan Pablo II. 84
Tabla 27. Planteamiento del proyecto......87

UNIVERSITAS • STUDIORUM •
• PIURENSIS

Lista de figuras

Figura 1. Esquema de un pavimento permeable. 28
Figura 2. Esquema de un pozo de infiltración. 28
Figura 3. Ejemplo de parque inundable en la ciudad de Alicante (España)....29
Figura 4. Cuenca Quinta Ana María....31
Figura 5. Urbanizaciones que comprende y delimita la cuenca Quinta Ana María 32
Figura 6. Primera cámara de bombeo de la Quinta Ana María....33
Figura 7. Quinta Ana María Inundada el 27 de marzo del 2017....34
Figura 8. Inicio de trabajos de movimiento de tierras en la ribera del río Piura 35
Figura 9. Entrada de agua de La Ribera a la Quinta Ana María....36
Figura 10. Primera cámara de bombeo de la Quinta Ana María....37
Figura 11. Sectorización de subcuencas....38
Figura 12. Topografía del primer patrón de flujo. 39
Figura 13. Topografía del segundo patrón de flujo. 39
Figura 14. Topografía del tercer patrón de flujo.....40
Figura 15. Topografía del cuarto patrón de flujo....40
Figura 16. Patrones de flujo, cámaras de bombeo. 41
Figura 17. Curvas IDF para la ciudad de Piura (1983 – 2017) 44
Figura 18. Hietogramas de la subcuenca La Ribera para Tr= 10 años....49
Figura 19. Hidrogramas unitarios de cada subcuenca....49
Figura 20. Hidrogramas resultantes para cada subcuenca 51
Figura 21. Alternativa de diseño 1 60
Figura 22. Alternativa de diseño 2 61
Figura 23. Hietograma del sistema 01 con un Tr 25 años 62
Figura 24. Lugar apropiado o sugerido para la desconexión de áreas impermeables....63
Figura 25. Vista de planta del parque Juan Pablo II (Actual y proyectado)....65
Figura 26. Vista de parque Juan Pablo II proyectado 66
Figura 27. Vista de parque inundable Juan Pablo II proyectado 66
Figura 28. Parque Juan Pablo II (3D)....66
Figura 29. Parque inundable Juan Pablo II (3D)....67
Figura 30. Vista de planta del parque Quinta Ana María 1 (Actual y proyectado)....68
Figura 31. Vista del Parque Quinta Ana María 1 proyectado....69
Figura 32. Vista del Parque Quinta Ana María 1 proyectado.....69
Figura 33. Vista inundable del Parque Quinta Ana María 1 69

Figura 34. Vista de planta del parque Quinta Ana María 2 (Actual y proyectado). *70*
Figura 35. Parque Quinta Ana María 2 proyectado. *71*
Figura 36. Vista de Quinta Ana María 2. ..... *71*
Figura 37. Vista inundable de Quinta Ana María 2 proyectado *71*
Figura 38. Vista del parque inundable Quinta Ana María 3 ..... *72*
Figura 39. Ubicación del estanque de retención La Ribera *72*
Figura 40. Vista de planta del parque Los Geranios (Actual y proyectado). *73*
Figura 41. Vista del parque Los Geranios proyectado *73*
Figura 42. Vista inundable del parque Los Geranios proyectado. *74*
Figura 43. Parque Los Geranios (3D). *74*
Figura 44. Parque inundable Los Geranios (3D). *74*
Figura 45. Corte de Franja de pasto - Av. Las Palmeras. *75*
Figura 46. Corte de Franja de pasto - Av. Los Tallanes *76*
Figura 47. Corte de Franja de pasto - Av. Las Casuarinas *76*
Figura 48. Cálculo de tirante en la tubería que va del parque Juan Pablo II al Parque QAM1 ..... *78*
Figura 49. Cálculo de tirante parque Los Geranios al Parque Juan Pablo II. *80*
Figura 50. Cálculo de tirante del estanque La Ribera a la tubería del sistema QAM1. ..... *82*
Figura 51. Cálculo de tirante de las rejillas (Av. Las Casuarinas) - parque Los Geranios *84*
Figura 52. Cálculo de tirante desde las rejillas (Av. Las Palmeras) al Parque Juan Pablo II *86*

Introducción

El tiempo nos ha demostrado que las lluvias de la costa norte peruana han tenido diferentes alcances, y en especial en la región Piura. De acuerdo con el origen de los eventos que se presentan, se pueden mencionar los eventos El Niño Oscilación Sur (ENOS), como los ocurridos en 1983 y 1998; y El Niño Costero, como en 1925 y 2017.

Así, la ciudad de Piura presenta un régimen de lluvias bastante irregular, con años muy secos y en algunos años se presentan lluvias de gran intensidad, que afectan la infraestructura y el normal desenvolvimiento de la población por la carencia de un drenaje pluvial adecuado.

En el año 2017 a la problemática pluvial se sumó el desborde del río Piura, el cual reflejó múltiples carencias en la planificación y seguridad de la ciudad. Sin embargo, según el periódico virtual Andina (2021), se han culminado los trabajos de las defensas ribereñas en el tramo I, el cual va desde la presa Los Ejidos al puente Cáceres. Esta sería una solución al problema de desbordes del río Piura quedando la necesidad de atender el problema del drenaje pluvial.

Este es el caso de la Urbanización Quinta Ana María, lugar en el que hace falta un plan sostenible de drenaje pluvial, mismo que se propone en la presente investigación; buscando de esa forma brindar alternativas de solución a la problemática expuesta.

La topografía de la Quinta Ana María nos muestra una cuenca ciega frente a la primera cámara de bombeo que se encuentra en dicha urbanización, produciéndose a razón de ello inundaciones que afectan a los moradores de la zona durante las épocas de lluvias.

Se analizará los caudales máximos producidos en la cuenca Quinta Ana María en los últimos Fenómenos El Niño, en adelante FEN, para poder determinar la solución a esta problemática pluvial; así mismo la estructura de esta investigación propone cuatro capítulos.

En el primer capítulo se abordará el marco teórico, en el cual se presentan criterios para el diseño del drenaje pluvial.

El segundo capítulo contiene características de la zona de estudio; en la que se define los límites de la cuenca Quinta Ana María, y sus respectivas subcuencas.

Y es así como en el tercer capítulo se muestran los cálculos de caudales racionales y por el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) para cada subcuenca previamente definida, tirantes máximos y zonas vulnerables para el diseño.

Para que finalmente en el cuarto capitulo analicemos los resultados, y propongan el diseño de parques inundables para reducir la escorrentía en dicha zona, planteando una serie de conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1 Drenaje pluvial urbano

1.1.1 Historia del drenaje pluvial

La historia del drenaje pluvial se remonta desde épocas antiguas, siendo la civilización del Indo, la primera en crear el primer sistema de drenaje en el mundo de modo superficial entre los años 3300 y 1300 a.C, más no subterráneo como se conoce actualmente.

El segundo drenaje pluvial fue el romano denominado "La cloaca máxima", considerado por los historiadores como el legado más importante de la ingeniería antigua. No obstante, en la construcción de la primera red de drenaje subterráneo sucedió en París, Francia en el siglo XIX, expandiéndose rápidamente a otras ciudades de Europa Central las cuales construyeron grandes obras hidráulicas de drenaje subterráneo (Rodríguez, 2013).

En nuestro país, la historia del drenaje pluvial se encuentra desordenada y por ello no se puede mostrar la historia de esta infraestructura.

Así mismo sucede con la ciudad de Piura, lugar en que se tiene la misma dificultad.

Pese a ello en la zona urbana de los distritos de Piura y de Castilla, el río Piura constituye el dren natural principal por donde discurren las aguas de escorrentía, teniendo además una topografía bastante llana, con cotas entre 42 y 30 m.s.n.m; presentando a razón de ello limitaciones para el sistema de drenaje, sobre todo cuando el nivel del rio también esta elevado, como sucedió durante las épocas del FEN, que en repetidas oportunidades se generaron inundaciones. (Gobierno Regional de Piura, 2018).

1.1.2 Clases de drenaje urbano

Según Bolinaga (1979, citado por Ochoa, 2013) el concepto de sistema de drenaje se concibe como:

Un conjunto de labores, materiales o no materiales, que están designados a evadir en la medida de lo viable las aguas pluviales que originen perjuicios a las personas o a los

patrimonios en las ciudades, dificultando de esa manera el normal desarrollo de la vida urbana.

Las aguas pluviales están comprendidas por las precipitaciones que caen directamente sobre los espacios urbanos que conforman la población, así como también por aquellas que se precipiten sobre otros espacios que discurren en la ciudad, sea por cauces naturales, conductos artificiales y por lo extenso de su superficie.

Autores como Rojas y Humpiri (2016), consideran que existen dos tipos de drenaje, el de la abstracción de agua del ciclo natural para suministrar una dotación de agua para la vida humana, y el recubrimiento de tierra con superficies impermeables que vierten el agua de lluvia fuera del sistema natural local de desagüe. Es así que consideran que "El primer tipo, agua residual, es el agua que ha estado proveída para conservar un nivel de vida y satisfacer las necesidades humanas" (p.33), y que "El segundo tipo que demanda drenaje, es el agua de lluvia que ha caído sobre un área urbana" (p.33).

Así mismo consideran que en diversas áreas urbanas, el drenaje se centra en un sistema íntegramente artificial de alcantarillas como tuberías y estructuras colectoras para la disposición final del agua (Rojas y Humpiri, 2016).

1.1.3 Componentes de un drenaje pluvial

El Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua, en adelante SIAPA en el 2014, considera que los componentes de un sistema de alcantarillado pluvial según su función son los siguientes:

a) Estructuras de captación: Estas estructuras funcionan recolectando y transportando las aguas, es por eso por lo que en el sistema pluvial se manejan sumideros o coladeras pluviales, los usualmente también llamados "bocas de tormenta", mismos que son utilizados como estructuras de captación.
   Pese a lo antes mencionado pueden existir conexiones domiciliarias en el que se vierta el agua de lluvia que cae en techos y patios.
b) Estructuras de conducción: Son aquellas estructuras que desplazan aguas captadas por las estructuras de captación hacia espacios de tratamiento o vertido.
   Estas estructuras representan la parte fundamental de un sistema de alcantarillado y se constituyen con conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, correspondientemente.
c) Estructuras de conexión y mantenimiento: Estas estructuras proporcionan la conexión y mantenimiento de los conductos que constituyen la red de alcantarillado, ya que acceden conjuntamente a la conexión de varias tuberías; disponen además del espacio suficiente para que una persona descienda hasta el nivel de las tuberías y las manipule, esto a fin de limpiar y de llevar el registro de los conductos, es por lo que dichas estructuras son conocidas como pozos de visita.

d) Estructuras de vertido: Son aquellas estructuras terminales que resguardan y mantienen sin obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, logrando de esta forma evitar la socavación del terreno natural, permitiendo que la velocidad del flujo disminuya.

e) Estructuras complementarias: Estas estructuras están compuestas por todas aquellas que en casos específicos constituyen un sistema de alcantarillado pluvial, para solucionar un problema determinado, y que reflejan su importancia para el correcto funcionamiento del sistema. Mismas que están compuestas por: estructuras de retención, estructuras de detención, estructuras de infiltración, estructuras de filtración, estructuras de limpieza, remoción y medición.

f) Disposición final: Es el lugar en el que las aguas captadas terminan, representa una parte esencial del proyecto de alcantarillado.

1.1.4 Elementos de drenaje pluvial

La Universidad El Salvador (2016), plantea que los componentes de la red de alcantarillado pluvial se componen según sus estructuras de captación, estructuras de conducción, estructuras de conexión y mantenimiento, así como también según sus estructuras de descarga e instalaciones complementarias.

1.1.4.1 Estructura de captación. Esta estructura se define como el conjunto de elementos consignados a captar las aguas pluviales para su posterior evacuación, encontrándose conformadas por cunetas y sumideros.

Las Cunetas: son aquellas estructuras que recolectan el agua que escurre sobre la superficie del terreno, llevándolo a las alcantarillas.

Los Sumideros: son estructuras verticales que permiten la entrada de agua pluvial a los colectores.

1.1.4.2 Estructura de conducción. Esta estructura contiene elementos que acarrean las aguas recolectadas por las obras de captación hacia sitios de descarga final, se encuentran formados por conductos cerrados y abiertos.

Dentro de esta estructura tenemos: colectores secundarios, primarios y a los sumideros.

Colectores secundarios: Son tuberías que recogen agua pluvial desde los sumideros y las conducen por colectores principales. Se encuentran generalmente enterradas bajo vías públicas.

Colectores primarios: Son tuberías de gran diámetro de sección circular o rectangular, y los podemos encontrar en las partes más bajas de las ciudades, para llevar el agua hacia su destino final.

Sumideros: son estructuras verticales que permiten la entrada de agua pluvial a los colectores.

1.1.4.3 Estructura de conexión y mantenimiento. Son estructuras subterráneas edificadas hasta el nivel del terreno natural o pavimento donde se coloca una tapa, pueden ser pozos de mampostería, estructurales y cajas de visita.

1.1.4.4 Estructuras de descarga. La estructura de descarga es la obra final del sistema de alcantarillado, asegura una descarga continua a una corriente receptora.

Descarga a conducto cerrado: Se utiliza una estructura que encauce la descarga directa a la corriente receptora y que proteja al emisor de deslaves y taponamientos, esto es cuando la conducción por el emisor de una red de alcantarillado se encuentre entubada, y se requiera verter las aguas a una corriente receptora que posea cierta velocidad y dirección.

Descarga en canal a cielo abierto: Es una estructura hecha con mampostería, cuyo ancho se agranda gradualmente hasta la corriente receptora.

1.1.4.5 Instalaciones complementarias. Estas instalaciones son aquellas estructuras que no siempre forman parte de la red de funcionamiento, pese a que permiten su correcto funcionamiento, en ellas encontramos a las plantas de bombeo, a los vertederos, a los sifones invertidos y a los cruces elevados.

1.2 El fenómeno El Niño

En la costa peruana se presentan dos tipos de anomalías que en su manifestación más intensa son conocidas como fenómeno El Niño, pero corresponden a dos situaciones diferentes. A continuación, se explica cada una de ellas.

1.2.1 ENSO

El Niño- Oscilación del Sur (ENOS o ENSO, por sus siglas en inglés) es el resultado del calentamiento y enfriamiento recurrente de la superficie del océano en el Pacífico del Este. Aquel resultado se encuentra asociados a las variaciones en la temperatura del mar, se presentan cambios en la presión atmosférica, conocidos como Oscilación del Sur, de ahí el nombre de ENOS. (Hatheway, 2008).

1.2.2 El Niño costero

El Niño Costero es un evento climático relacionado a la presencia de aguas anómalamente cálidas en forma persistente durante varios meses, principalmente a lo largo de la costa norte del Perú y de Ecuador; en algunos casos puede extenderse hacia la costa central y sur del Perú.

Este evento puede estar asociado a lluvias muy fuertes durante el verano (Instituto del mar del Perú, s.f.).

1.3 Hidráulica aplicada

1.3.1 Parámetros para el diseño de obra de drenaje

Para el correcto funcionamiento del drenaje pluvial se deben considerar los siguientes parámetros que a continuación se explican:

1.3.1.1 Periodo de retorno

Según la norma OS. 060, el periodo de retorno de un evento con una magnitud dada está definido como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Para sistemas menores la norma recomienda emplear periodo de retorno de 10 años y para sistemas mayores 25 años. Sin embargo, en Piura las lluvias de eventos de El Niño extraordinarios tienen una recurrencia de 50 años. Por este motivo en el presente trabajo de investigación se considerará para el diseño de drenaje pluvial periodos de retorno de 10, 25 y 50 años.

1.3.1.2 Periodo de concentración.

Según la Norma OS. 060, 2006, el periodo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el extremo más alejado de la cuenca hasta el punto de entrada de la estructura menor.

Según Chow, Maidment, & Mays (1994), existen diversas metodologías para determinar el tiempo de concentración de una cuenca, mismas que fueron determinadas a partir de registros hidrológicos con ajustes empíricos, considerando factores como la pendiente, el área, la geometría de la cuenca, el tipo de suelo, etc.; reflejando con ello la ecuación Kirpich que se expondrá a continuación:

Kirpich: Se obtuvo a partir de siete cuencas rurales de Tennessee a partir de la información de SCS, se recomienda su uso para pendientes empinadas (3 a 10%).

$$Tc = 0.01947 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

L: Longitud de flujo siguiendo el cauce principal.

S: diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

1.3.1.3 Pendiente en vías.

La Norma OS.060 (2006) expone que en el diseño de pistas se consideran pendientes longitudinales (S_l) y transversales (S_t), para facilitar la concentración de agua hacia los extremos o bordes de la calzada.

- Pendiente longitudinal (S_l) > 0,5%.
- Pendiente transversal (S_t) de 2% a 4%.

1.3.1.4 Pendiente en cuneta.

El Manual de carreteras expone que las cunetas son zanjas longitudinales sin revestir o revestidas abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera; esto con la finalidad de captar, evacuar y conducir los flujos de aguas superficiales.

Es necesario mencionar que para la pendiente longitudinal mínima de cuneta sin revestir se recomienda 0.5% y para una cuneta revestida 0.2%.

1.3.1.5 Características de las tuberías.

Según la Norma OS. 060 (2006), para el diseño de las tuberías empleadas en los colectores, corresponde tener en cuenta el alineamiento, ubicación, diámetro de la tubería y resistencia. Explicados a continuación:

Respecto a su ubicación, se debe evitar la instalación de colectores bajo las calzadas y bermas, y en caso de ubicarlos de esa manera se deben instalar registros provistos de accesos ubicados fuera de los limites determinados de las bermas, debiéndose tener en cuenta las curvas circulares.

Las deflexiones de alineamiento en los puntos de quiebre no debe excederse en 10 veces su radio, en caso suceda se debe emplear una cámara de registro en dicho punto. Para los diámetros de tuberías en colectores de agua de lluvia, se considera un colector troncal de diámetro mínimo 0.50 metros, un conductor lateral y lateral troncal de diámetro mínimo de 0.40 metros. El recubrimiento sobre las tuberías no debe de ser menor de 1.00 metros en las vías vehiculares.

1.3.1.6 Velocidad permisible. *La Norma OS. 060 (2006) determina que la velocidad mínima de 0.90 m/s es requerida para evitar la sedimentación de arenas y gravas que acarrea el agua de lluvia fluyendo en tuberías llenas.*

Las velocidades máximas dependen del material de la tubería por el cual circula el agua de lluvia, mostrando los valores en la Tabla 1.

Tabla 1. Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)

Material de la Tubería	Resistencia	Velocidad (m/s)
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/cm2	2,0
	175 kg/cm2	3,3
	210 kg/cm2	4,0
	280 kg/cm2	4,3
	350 kg/cm2	5,0
Concreto Armado Curado al vapor		6,6

Nota. **Adaptado de Norma O.S 060 (2006).**

1.3.2 Diseño de una línea de aspiración e impulsión

Según Cateriano & Menacho (2019), para el diseño de una línea de aspiración se debe conocer el diámetro de la tubería, de pérdidas de carga, de altura manométrica, cavitación, golpe de ariete; mismos que serán explicados a continuación:

1.3.2.1 Diámetro de la tubería

Es la longitud interna de una tubería, siendo preciso mencionar que es importante considerar una medida adecuada al caudal que discurre en esta; lo mencionado se lograra teniendo en cuenta los gradientes y valores de velocidad máxima de acuerdo a cada líquido.

Para determinar el diámetro de tubería, previamente se debe despejar la fórmula principal del caudal:

$$Q = V\ x\ A$$

Despejando la ecuación en función de la velocidad:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2}$$

Donde:

Q = Caudal que ingresa en la tubería en m3/s

V = Velocidad del flujo al interior de la tubería en m/s

A = Área transversal interna de la tubería en m2.

d = Diámetro de tubería en m.

Para hallar el diámetro correcto se toma en cuenta lo siguiente:

El caudal (Q) que circula dentro de la tubería es un dato obtenido de estudios preliminares.

Teniendo en cuenta los diámetros comerciales, se asume un diámetro.

La velocidad debe ser menor a la permitida para tuberías de aspiración e impulsión

Las velocidades máximas para cada líquido se verán en la Tabla *2*.

Tabla 2. Velocidades recomendadas para flujos en tuberías

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.15 - 0.30
	Entrada de bomba	0.3 - 0.9
	Salida de bomba	1.2 - 3
	Línea de Conducción	1.2 - 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.06 - 0.15
	Salida de bomba	0.15 - 0.6
Vapor de Agua		9 - 15
Aire o gas		9 - 30

Nota. **Adaptado de Norma O.S 060 (2006).**

Según Ingemecánica (2018), para encontrar el diámetro, se deben considerar los valores de la velocidad y la gradiente hidráulica. La velocidad de una línea de aspiración debe ser menor a 1.8 m/s. Mientras que, la velocidad de una línea de impulsión debe ser menor a 2.5 m/s.

1.3.2.2 Pérdida de carga

Las pérdidas de carga o energía se producen debido a los obstáculos que enfrenta el fluido en su movimiento (por cambios de dirección, área, accesorios de cierre, etc.) y a los esfuerzos cortantes desarrollados sobre las paredes de la conducción.

Las pérdidas por fricción se pueden evaluar con la siguiente expresión de Darcy – Weisbach.

$$hp = f\ x\ \frac{L}{d}\ x\ \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

hp = Pérdida de carga debido a la fricción (metros)

f = Factor de fricción de Darcy – Weisbach (adimensional)

L = Longitud de la tubería (metros)

d = Diámetro interior de la tubería (metros)

v = Velocidad del agua interior de la tubería (m/s)

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

Los datos conocidos son los siguientes: longitud, diámetro, velocidad y gravedad. Resultando una ecuación explícita que relaciona el número de Reynolds del fluido (Re) y de la rugosidad relativa de la tubería (ε_r).

$$f = \frac{0.25}{(Log_{10}\left(\frac{\varepsilon_r}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right))^2}$$

Donde:

ε_r = Rugosidad relativa de la tubería (adimensional)

Re = Número de Reynolds (adimensional)

Para obtener el número de Reynolds se utilizará la siguiente ecuación, que depende de la densidad (ρ), la velocidad (v), el diámetro (D) y la rugosidad (μ).

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

La rugosidad relativa de la tubería es el cociente entre la rugosidad absoluta y el diámetro interior de la misma. El valor de la rugosidad absoluta se obtiene de la Tabla *3*.

Tabla 3. Valores de rugosidad de materiales

Material	Ɛ (mm)
Plástico (PE, PVC, HDPE)	0.0015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.1000
Tubos estirados de acero	0.0024
Tubos de latón de acero	0.0015
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Hormigón	0.3 - 3.0

Nota. **Adaptado de Ingemecánica (2018).**

Las pérdidas secundarias son generadas por cambio de sección, uniones, codos, compuertas, válvulas, etc. Se calculan con la siguiente fórmula.

$$hs = Kx\frac{v^2}{2xg}$$

Donde:

hs= Pérdidas secundarias (m)

K = Coeficiente de pérdidas secundarias (adimensional)

V = Velocidad del fluido en el interior de la tubería (m/s).

En la Tabla *4* se muestran algunos valores del coeficiente de pérdida a utilizar para hallar la pérdida de carga.

Tabla 4. Valores de coeficiente de pérdida

	Accesorios	Coeficiente de pérdida, K
Válvulas (abiertas)	De bola	0.1
	Compuerta	0.1 - 0.3
	Anti - retorno	1
	Mariposa	0.2 - 1.5
	Diafragma	2.0 - 3.5
	De macho o tapón	0.3 - 0.5
	Rectangular	0.2- 0.3
Otros elementos	Codos de 90°	0.2
	Derivación	0.3

Nota. **Adaptado de Ingemecánica (2018).**

Mientras que, la velocidad de una línea de impulsión debe ser menor a 2.5 m/s.

1.3.2.3 Altura manométrica.

El procedimiento de cálculo de una instalación de bombeo de agua inicia por el cálculo de la altura manométrica (hB) alcanzada por el fluido y que debe ser proporcionada por la bomba, representando la resistencia que debe vencer el fluido desde el lugar de aspiración hasta la impulsión. (Ingemecánica, 2018).

La altura manométrica se halla mediante la ecuación de Bernoulli:

$$h_{1,2} + \frac{{v_1}^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + hB = h_2 + \frac{{v_2}^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + hf$$

Donde:

hB = Altura manométrica (metros)

h1,2= Altura del nivel 1,2 (metros)

v1,2= Velocidad del fluido en el nivel 1,2 (metros)

P1,2= Presión atmosférica del nivel 1,2 (kg/cm2)

γ = Peso específico (kg/m3)

hf = Pérdida de carga del fluido lo largo de toda la tubería (metros)

puede ser asociado a lluvias muy fuertes durante el verano (Instituto del mar del Perú, s.f.).

1.4 Alternativas de solución

El presente trabajo de investigación considera que el desarrollo sostenible es fundamental hoy en día, y que dentro de la amplia variedad de procedimientos constructivos sostenibles se encuentran los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), los cuales ayudan a gestionar el agua, recurso indispensable para el ser humano.

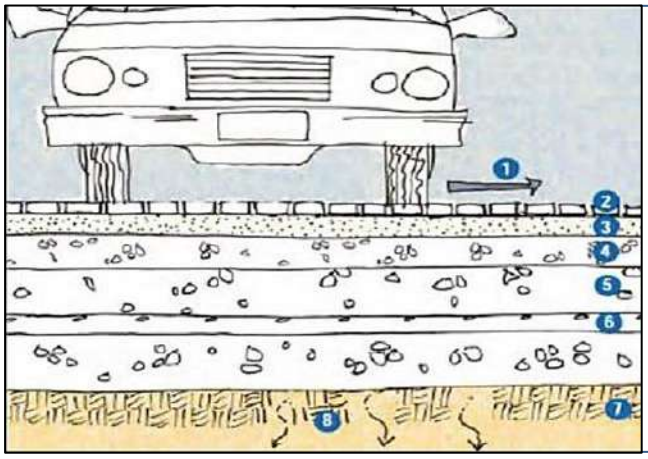
Es así como se propondrán los mejores ejemplos de sistemas urbanos de drenaje sostenible para mejorar la escorrentía producida en la ciudad de Piura.

1.4.1 Superficies permeables

Cárdenas, Albiter y Jaimes, (2016), exponen que, los pavimentos permeables ayudan a la conservación, el aprovechamiento y manejo de las aguas pluviales.

Estos pavimentos están constituidos por ocho componentes, que se muestran en la Figura *1*.

Figura 1. Esquema de un pavimento permeable.



1. Escorrentía hacia sistema de captación
2. Pavimento permeable Gravas finas (gravilla)
3. Capa de transición (gravas medias)
4. Gravas gruesas
5. Almacenamiento
6. Dren (si es necesario)
7. Suelo natural

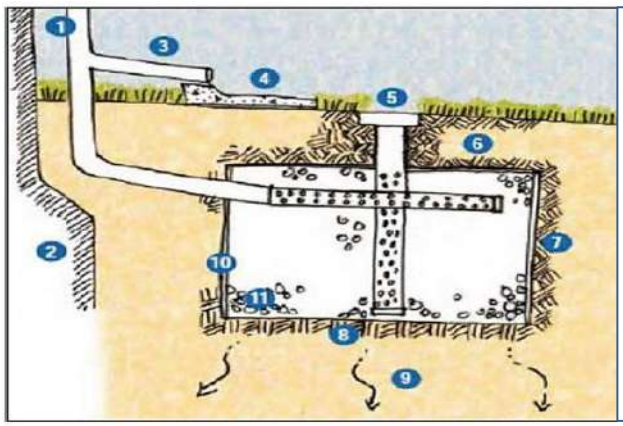
Nota. **Adaptado de *Stormwater Design Guidelines*, SPFUC (2010).**

1.4.2 Pozos de infiltración

Como se muestra en la Figura *2* son pozos con una profundidad muy baja que oscila entre 1 a 3 m rellenos de material granular o sintético, donde se vierte la escorrentía de las superficies impermeables. Se consideran como estructuras de infiltración capaces de absorber totalmente la escorrentía formada por la tormenta para la que han sido diseñadas, e infiltrarlas hacia el subsuelo (SFPUC, 2010).

Para su uso en la urbanización Quinta Ana María, es necesario que el subsuelo tenga una alta permeabilidad, ya que el agua solo discurrirá hacia el subsuelo, debido a su fácil construcción, bajo costo de mantenimiento y reducido espacio ocupado. Sin embargo, no es recomendable su uso en zonas de napa freática alta.

Figura 2. Esquema de un pozo de infiltración.



1. Bajante del tejado.
2. Cimientos del edificio.
3. Aliviadero.
4. Bloque disipador de energía.
5. Abertura de inspección visual.
6. Cobertura de resguardo.
7. Lateral del pozo.

Nota. **Adaptado de *Stormwater Design Guidelines*, SFPUC (2010).**

1.4.3 Parque inundable

Según Trapote y Fernández (2016), los parques inundables son superficies que en gran parte del año actúan como un parque habitual; sin embargo, durante eventos de lluvia como las ocurridas en el fenómeno del Niño Costero del 2017, actúan como depósitos que reciben la escorrentía provocada por las precipitaciones. Para dicho fin, deben estar en una cota inferior que las cotas que reciben la escorrentía y estar correctamente conectado a su red de drenaje (Figura *3*).

Figura 3. Ejemplo de parque inundable en la ciudad de Alicante (España)

Nota. **Adaptado de Efe Verde**

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Capítulo 2

Cuenca urbana Quinta Ana María

2.1 Ubicación

La cuenca Quinta Ana María está ubicada en el distrito Piura, provincia de Piura y departamento de Piura (Figura *4*).

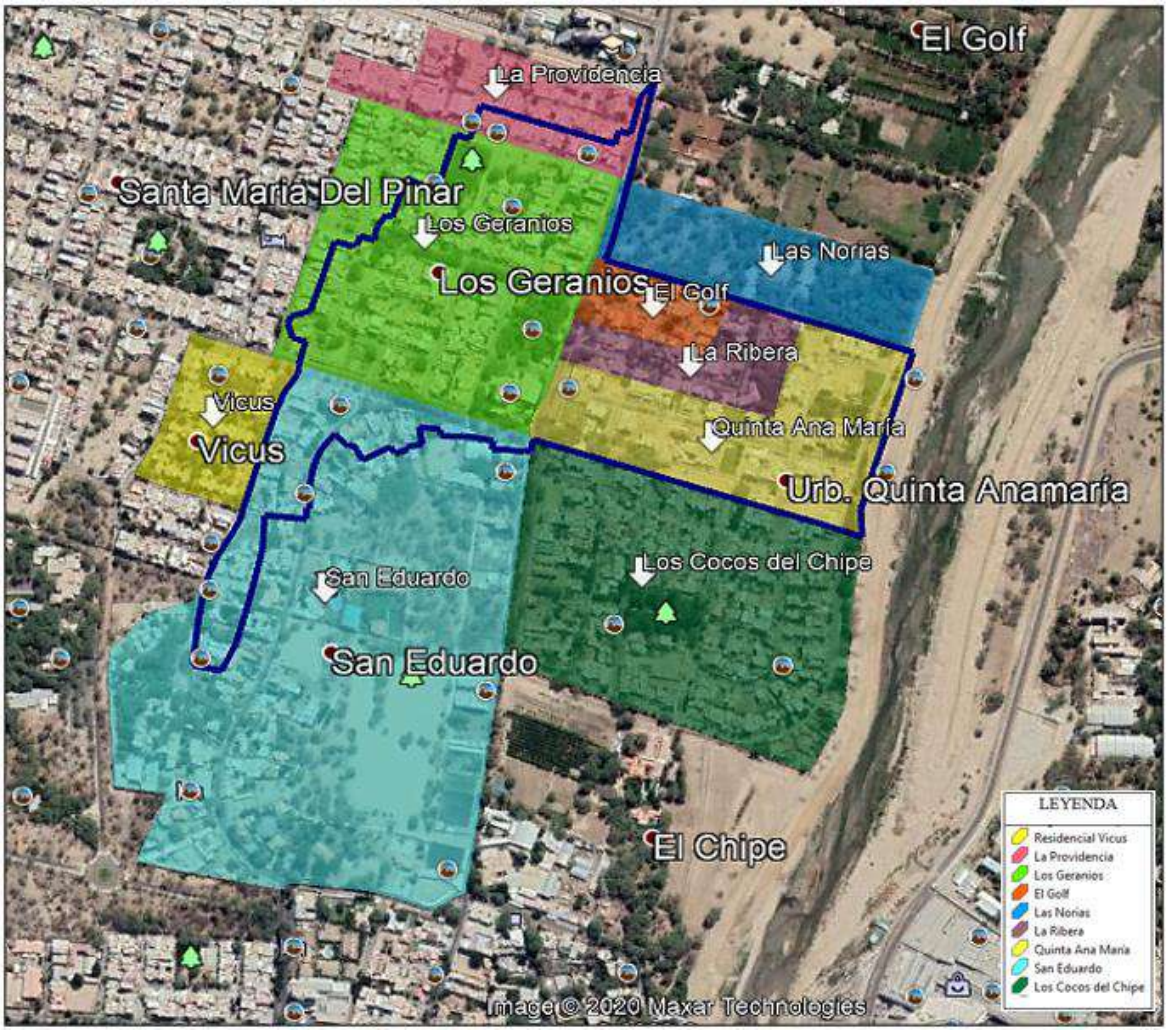
Figura 4. cuenca Quinta Ana María

Nota. **Adaptado de Google Earth (2021).**

2.2 Delimitación

La cuenca de la Quinta Ana María presenta una superficie de 33.22 hectáreas y un perímetro de 3.83 kilómetros. Esta abarca las urbanizaciones: El Golf, La Ribera, Quinta Ana María, Los Geranios, La Providencia, San Eduardo y delimita con las urbanizaciones Los Cocos del Chipe, Vicús, Laguna del Chipe, Santa María del Pinar y Las Norias. (Figura *5*).

Figura 5. Urbanizaciones que comprende y delimita la cuenca Quinta Ana María



Nota. **Adaptado de Google Earth Pro (2021).**

2.3 Descripción

La urbanización Quinta Ana María se inauguró un 10 diciembre del 2012 en la calle Los Tallanes número 440 y posee una cuenca ciega que se encuentra en la parte más baja de la urbanización y está ubicada frente a la estación de bombeo 1. Además, constituye una de las 30 cuencas ciegas que se ubican en la ciudad de Piura. En esta cuenca discurre el agua proveniente de las urbanizaciones San Eduardo, La Ribera, Los Geranios, La Providencia, Los Cocos del Chipe y Santa María del Pinar, la residencial Vicús y el predio Las Norias, llegando al punto más bajo de la Quinta Ana María, el cual se encuentra frente a la primera cámara de bombeo de las dos que cuenta. (Figura 6).

Figura 6. Primera cámara de bombeo de la Quinta Ana María

Nota. **Adaptado de Google Earth Pro (2021)**.

2.4 Problemática pluvial y fluvial

2.4.1 Problemática pluvial

El principal problema pluvial que afronta la urbanización Quinta Ana María es la convergencia de escorrentía de las urbanizaciones aledañas como Los Geranios, La Ribera, San Eduardo y El Golf, y es a razón de ello que se generan inundaciones dentro de la Quinta Ana María.

De acuerdo con los registros de la Estación pluviométrica UDEP (2017), la precipitación anual en un año habitual es de 96.1 mm; mientras que, en los fenómenos El Niño de 1982 y 1998 se registraron precipitaciones de 2273.3 mm y 1802.8 mm, respectivamente.

Según dicha estación, durante el fenómeno El Niño Costero de 2017 se registró la mayor precipitación mensual en el mes de marzo, con 480.4 mm, y la mayor precipitación

diaria el 21 de marzo con 92.4 mm, es decir que en un día llovió casi lo que llueve en un año promedio, siendo esta la razón por la que se vieron afectadas varias partes de la ciudad de Piura, incluida la Urb. Quinta Ana María.

2.4.2 Problemática fluvial

Venkateswaran, MacClune, & Enríquez (2017), exponen que, en Piura, los habitantes sobrellevaron inundaciones esporádicas con las lluvias intensas de febrero y marzo, pero las inundaciones con mayor grado de perjuicio ocurrieron el día 26 y 27 de marzo del año en mención.

Cuando las lluvias intensas se combinaron con un aumento de los caudales del río Piura, este alcanzó un caudal de 3468 m^3/s y se desbordó por diversas partes de la ciudad; sin embargo, una de las zonas más afectadas fue la urbanización Quinta Ana María, a razón de que se encontraba protegida por las defensas ribereñas y un muro de aproximadamente un metro de una construcción en ejecución, mismo que fue superado por la venida de agua, logrando inundar toda la urbanización.

El desastre en mención no pudo ser controlado ni por las dos cámaras de bombeo que estos poseen, ocasionando pérdidas materiales que alcanzan los S/. 2,000 000.00 de soles; y en consecuencia las aseguradoras ya no aceptaban asegurar casas cerca de la ribera del río Piura (Farfán, 2019).

En la Figura 7 se muestra la evacuación de los vecinos de la urbanización Quinta Ana María a las 10 de la mañana del día 27 de marzo de 2017.

Figura 7. Quinta Ana María Inundada el 27 de marzo del 2017

Nota. **Adaptado de RPP (2017).**

2.5 Situación actual y perspectiva

2.5.1 Situación fluvial actual y perspectiva

En la actualidad, el Gobierno Regional de Piura ha iniciado las obras de reconstrucción y mejoramiento de las defensas ribereñas de Piura y Castilla, cuyo costo oscila los S/. 233 millones, con un plazo de ejecución de 15 meses. Los trabajos se dividen en dos tramos: desde la represa Los Ejidos hasta el puente Cáceres (tramo I) y desde este punto hasta el futuro puente Integración (tramo II). Diario El Comercio, (2019).

Se comenzó con los trabajos de movimiento de tierras el 08 de octubre del 2019, a cargo del consorcio Los Ejidos, conformado por las empresas H&C Asociados S.R.L., Construcciones Civiles y Topografía, Pronte Ingenieros S.A.C. y Proyectos del Norte.

La principal función de dichas obras de reconstrucción es buscar proteger el talud con revestimiento de concreto, habilitación de caminos de acceso, desbroce de margen derecha e izquierda, demolición, movimiento de tierras, impermeabilización y obras de arte. De la misma forma, se busca hacer un dique de 5.6 km, construcción de un parapeto de 1.2 m de altura y protección con tablaestacas.

Por otro lado, los trabajos en el tramo II, fueron adjudicados al consorcio Protección Piura y Castilla, conformado por las empresas Basa Construcciones S.A.C., Constructora Upaca S.A. y H&C Asociados S.R.L., los cuales se vienen ejecutando a la fecha. (Figura *8*).

Dichas obras buscan proteger la ribera del rio desde la represa Los Tejidos hasta el puente Independencia.

Figura 8. Inicio de trabajos de movimiento de tierras en la ribera del río Piura

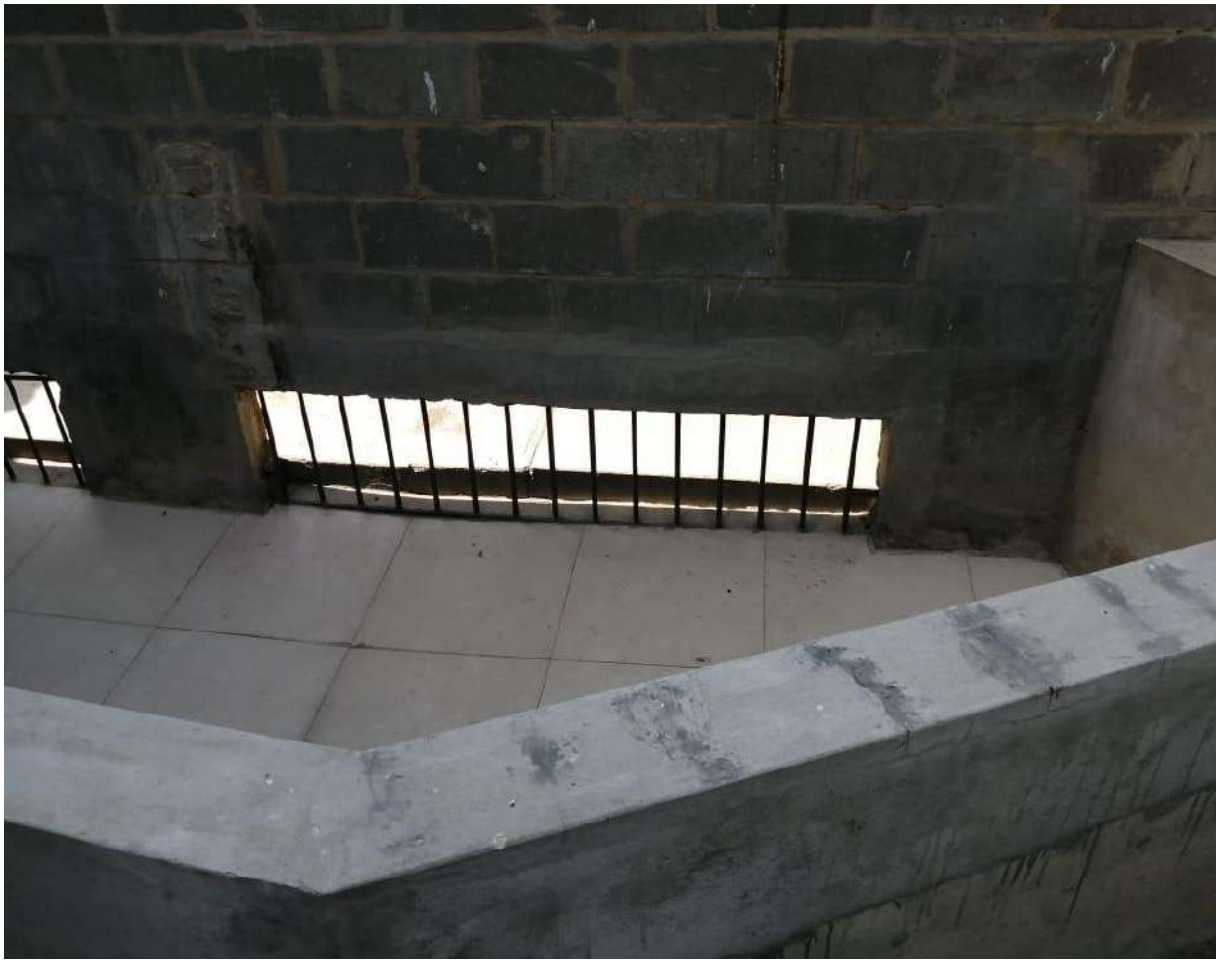
Nota. **Adaptado de Diario El Comercio (2019).**

2.5.2 Situación pluvial actual y perspectiva

La urbanización Quinta Ana María, fue diseñada y construida con un drenaje pluvial, el cual consta de dos cámaras de bombeo.

El Sr. Ray Farfán (2019), administrador de la Quinta Ana María, afirma de acuerdo a su tiempo trabajando en la urbanización y en las situaciones que se atravesó en el 2017, que las cámaras de bombeo son suficientes para mantener las calles secas si solo se toma la escorrentía que cae dentro del perímetro de la urbanización; sin embargo, la problemática está en la escorrentía proveniente de las urbanizaciones aledañas que converge en esta zona, como se puede apreciar en la Figura *9*, el pase de la escorrentía de la urbanización La Ribera a la Quinta Ana María, causando que el sistema de bombeo de la QAM sea insuficiente.

Figura 9. Entrada de agua de La Ribera a la Quinta Ana María



2.5.2.1 Estación de bombeo 1

En el primer cuarto de bombas, cuenta con una línea de succión de tubos de acero de 12” pulgadas que llega de la parte exterior, llave de compuerta, unión y reducción; la línea de impulsión consta de una tubería de acero de 8 pulgadas; cuatro unidades de bombeo centrifugas de la marca Hidrostal modelo 125-250 y consumo de potencia de 40 HP. Ver Figura 10.

Figura 10. Primera cámara de bombeo de la Quinta Ana María

2.5.2.2 Estación de bombeo 2

En el segundo cuarto de bombas, cuenta con una línea de succión de tubos de acero de 4” pulgadas que llega de la parte exterior, llave de compuerta, unión y reducción; la línea de impulsión consta de una tubería de acero de 4” pulgadas; cuatro unidades de bombeo de la marca Hidrostal modelo 65-315, consumo de potencia de 7.5 HP.

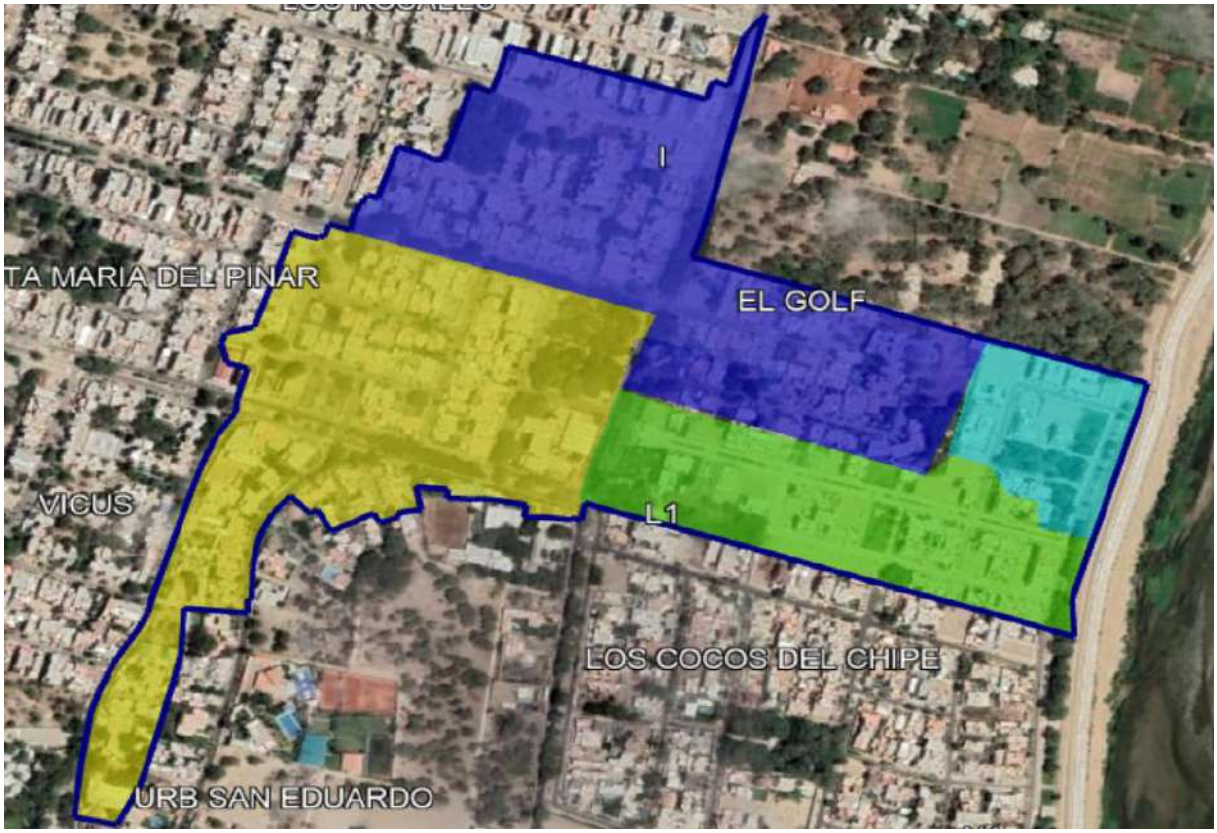
2.6 Sectorización

Se ha recorrido a detalle la cuenca y sus alrededores, y se han definido estas cuatro subcuencas.

En la cuenca Quinta Ana María se ha identificado cuatro subcuencas, denominadas para los fines de la presente tesis como subcuenca Los Geranios, La Ribera, subcuenca Quinta Ana María 1 (QAM 1) y subcuenca Quinta Ana María 2 (QAM 2) (Figura *11*).

- Subcuenca Los Geranios: Esta subcuenca la conforman parte de las urbanizaciones San Eduardo y Los Geranios. Presenta una extensión de 12 hectáreas y un perímetro de 2.19 kilómetros.
- Subcuenca La Ribera: Esta subcuenca es conformada por parte de la urbanización Los Geranios y toda la urbanización La Ribera. Presenta una extensión de 12.2 hectáreas y un perímetro de 2.14 kilómetros.
- Subcuenca Quinta Ana María 1: Esta subcuenca se encuentra dentro de la urbanización Quinta Ana María. Presenta una extensión de 6.31 hectáreas y un perímetro de 1.28 kilómetros.
- Subcuenca Quinta Ana María 2: La subcuenca se encuentra dentro de la urbanización Quinta Ana María, tiene una extensión de 2.61 hectáreas y un perímetro de 0.67 kilómetros.

Figura 11. Sectorización de subcuencas



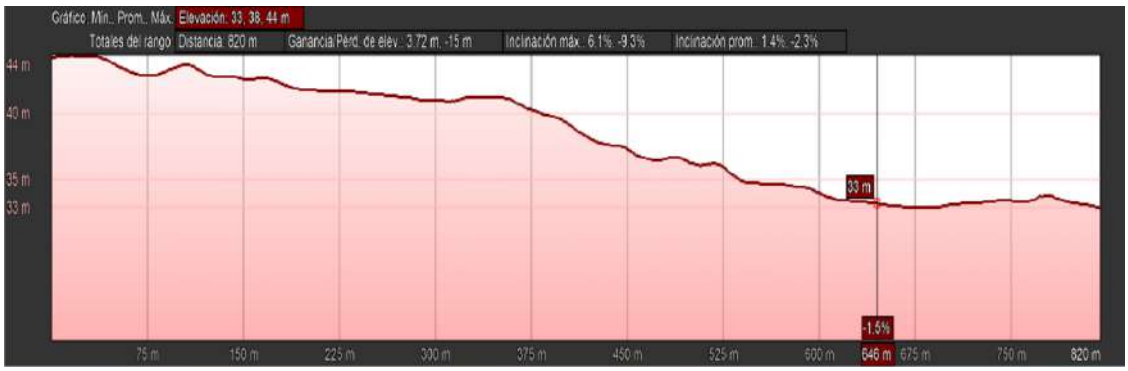
Nota. **Adaptado de Google Earth (2021)**.

2.7 Patrones de flujo

La cuenca Quinta Ana María comprende 4 patrones de flujo identificados en el recorrido de campo realizado, expuestos en la Figura *16* a continuación:

El primer patrón de flujo encontrado inicia desde la puerta del colegio Vallesol hasta el parque Los Geranios, mostrando la escorrentía marcada de rosado. Se presenta la topografía correspondiente (Figura *12*).

Figura 12. Topografía del primer patrón de flujo



Nota. **Adaptado de Google Earth Pro (2021).**

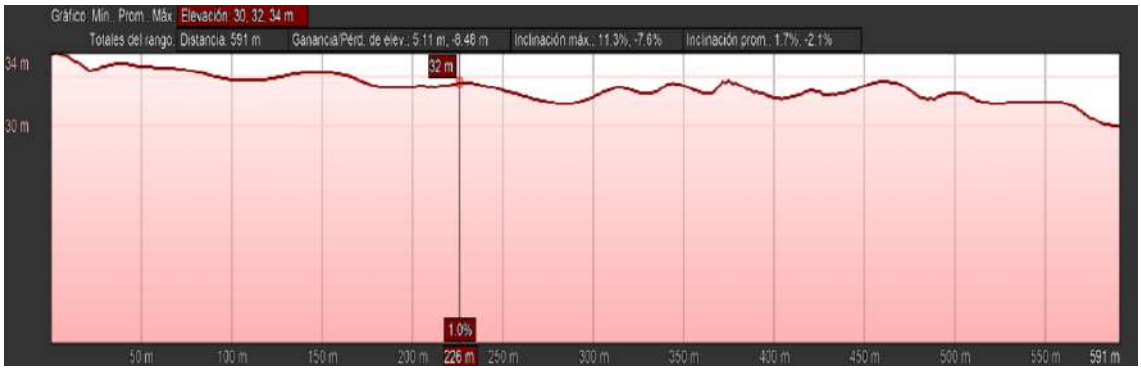
El segundo patrón de flujo inicia en la calle los Tallanes, entre el colegio María Montessori y el Colegio de Ingenieros de la ciudad de Piura, culminando en la primera cámara de bombeo de la urbanización Quinta Ana María; mostrando la escorrentía, marcada de amarillo (Figura *13*).

Figura 13. Topografía del segundo patrón de flujo

Nota. Adaptado de **Google Earth Pro (2021).**

El tercer patrón de flujo inicia en la intersección de la calle Las Margaritas y la Av. Las Casuarinas y culmina en el interior de la Urbanización La Ribera; mostrando la escorrentía, marcada de rojo (Figura 14).

Figura 14. **Topografía del tercer patrón de flujo**



Nota. **Adaptado de Google Earth Pro (2021).**

El cuarto patrón de flujo inicia en la intersección de la calle 4 con la calle 6 y culmina en la calle del malecón frente al parque San Josemaría dentro de la urbanización Quinta Ana María, marcado de celeste (Figura *15*).

Figura 15. Topografía del cuarto patrón de flujo

Nota. **Adaptado de Google Earth Pro (2021).**

Figura 16. Patrones de flujo, cámaras de bombeo

Nota. **Extraído de Google Earth Pro (2021).**

UNIVERSITAS • STUDIORUM • PIURENSIS

Capítulo 3

Análisis hidrológico

En el análisis hidrológico a trabajar se busca hallar el caudal de la cuenca urbana Quinta Ana María a través de la modelación hidrológica al no contar con registros de caudales para una modelación probabilística. Se emplea el método racional y el método de Servicio de Conservación de Suelos (SCS) para que por medio de ambos métodos tengamos resultados más precisos.

3.1 Información pluviográfica

Farías y Ruiz (2018) exponen que a nivel urbano y en cuencas rurales pequeñas, por lo general, no se cuenta con registros de caudales para modelarlos probabilísticamente, como en el diseño de reservorios o algunos puentes; de modo que, en su ausencia, es forzoso recurrir a modelación hidrológica de la cuenca de interés, representada en las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) (Figura *17*).

Considerando el registro de lluvias de la ciudad de Piura entre los años 1983–2017, Farías y Ruiz (2018), demuestran que la pluviometría ha cambiado considerablemente a partir de 1983, a consecuencia del cambio climático, concluyendo en la siguiente ecuación:

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

Siendo:

i = Intensidad de lluvia (mm/h)

T = Tiempo de retorno (años)

t = Duración de lluvia (minutos)

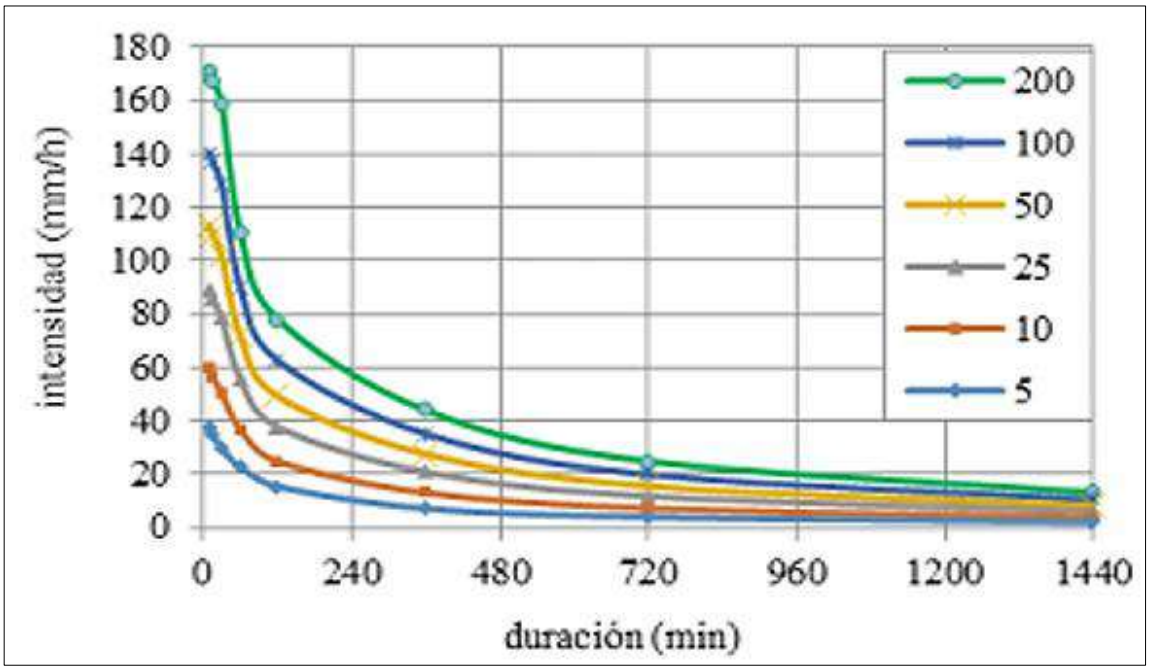
En la Tabla *5* se puede apreciar los valores de Intensidad – Duración – Frecuencia para diferentes periodos de retorno y duraciones. Además, en la Figura *17*, se muestran las curvas IDF obtenidas de dicha tabla.

Tabla 5. Intensidades horarias máximas para diferentes duraciones en la ciudad de Piura

T (años)	i10	i15	i60	i120	i360	i720	i1440
5	37.8	35.3	22.8	15.5	7.2	4.0	2.1
10	59.6	56.7	36.8	24.9	13.1	7.3	3.8
25	88.9	85.7	55.8	37.9	20.9	11.8	6.1
50	113.3	110.0	71.9	49.4	27.6	15.6	8.1
100	140.3	137.2	90.2	62.8	35.2	19.9	10.5
150	157.6	154.6	102.0	71.6	40.2	22.7	12.0
200	170.5	167.8	110.9	78.4	44.0	24.9	13.2

Nota. **Adaptado de Farías y Ruiz (2018).**

Figura 17. Curvas IDF para la ciudad de Piura (1983 – 2017)



Nota. **Adaptado de Farias y Ruiz (2018).**

3.2 Cálculo de caudales por método racional

Con la finalidad de hallar el caudal pluvial máximo de cada subcuenca definida, se utilizará el método racional. Este método puede ser empleado para cuencas pequeñas con áreas menores a 13 km^2; por lo tanto, en nuestro estudio si es aplicable debido a que el área de la cuenca y subcuencas de Quinta Ana María se encuentra dentro del parámetro mencionado. Finalmente, el resultado arrojado se comparará con el del método SSCS, ya que el método racional sólo nos dará un caudal pico y el del método SCS nos brindará el hidrograma creciente para el diseño de nuestro proyecto. La fórmula tiene la siguiente expresión (Chow et al, 1994):

$$Q = \frac{CxIxA}{360}$$

Siendo:

Q = Caudal máximo $(\frac{m^3}{s})$

C = Coeficiente adimensional de escorrentía superficial

I = Intensidad de lluvia de diseño $(\frac{mm}{h})$

A = Área de drenaje de la cuenca (ha)

3.2.1 Coeficiente de escorrentía

Farías (2017) expone que este coeficiente establece la cantidad de escorrentía que se genera en una cuenca y varía de acuerdo de las características de la superficie, tipo de área urbana, intensidad de lluvia, pendiente del terreno y periodo de retorno. El porcentaje de áreas para cada subcuenca se aprecian en el Apéndice A. En la Tabla 6 se mostrarán los coeficientes de escorrentía a utilizar.

Tabla 6. Coeficiente de escorrentía

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**500**
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1.00
Concreto/techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.35	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota. Adaptado de **Norma OS. 060 (2006)**.

Los valores de coeficientes de escorrentía presentados en la Tabla 7, son producto de los coeficientes de escorrentía de la Tabla 6 por el porcentaje que representa cada área de viviendas, calles y áreas verdes (Apéndice A); dependiendo de la subcuenca.

Tabla 7. Coeficientes de escorrentía para las subcuencas de estudio

Tr	10	25	50
Subcuenca	Coeficiente de escorrentía (C)		
Los Geranios	0.7618	0.8016	0.8491
La Ribera	0.7469	0.7936	0.8336
QAM1	0.7541	0.8010	0.8412
QAM2	0.6954	0.7413	0.7824

3.2.2 Intensidad de la lluvia de diseño

Se calcularon los tiempos de concentración de cada cuenca de estudio, según la fórmula de Kirpich:

$$Tc = 0.0195(\frac{L^3}{H})^{0.385}$$

Siendo:

L= Longitud de recorrido de escorrentía (m)

H= Diferencia de alturas entre el punto hidráulico más lejano hasta el punto de salida (m)

Tabla 8. Tiempo de concentración de cada subcuenca

Subcuenca	L(m)	H(m)	Tc
Los Geranios	833	6.0	23.07
La Ribera	539	1.0	27.82
QAM1	356	2.6	11.93
QAM2	176	1.3	6.90

En la Tabla 8 el tiempo de concentración de la cuenca más pequeña resulta 6.90 minutos; sin embargo, se considerará 10 minutos, de acuerdo con la Norma O.S 060; la subcuenca Quinta Ana María 1, 11.93 minutos; la subcuenca La Ribera, 27.82 minutos y por último la subcuenca Los Geranios, un tiempo de 23.07 minutos.

A partir de dichos datos, se calcularán las intensidades de lluvia en mm/h. (Tabla 9).

Tabla 9. Intensidades de lluvia para cada subcuenca según Tr.

Subcuenca	I_{10} (mm/h)	I_{25} (mm/h)	I_{50} (mm/h)
Los Geranios	48.17	79.54	103.28
La Ribera	46.12	76.16	98.88
QAM1	53.82	88.88	115.40
QAM2	56.85	93.88	121.90

3.2.3 Determinación de caudal racional

Se puede apreciar los caudales obtenidos por el método racional, considerando la intensidad de lluvia, el área de cada subcuenca y el coeficiente de escorrentía para cada periodo de retorno respectivamente.

Tabla 10. Caudales hallados por el método racional

Subcuenca	Q_{10} (m^3/s)	Q_{25} (m^3/s)	Q_{50} (m^3/s)
Los Geranios	1.39	2.45	3.24
La Ribera	1.39	2.44	3.21
QAM1	0.76	1.35	1.78
QAM2	0.32	0.63	0.83

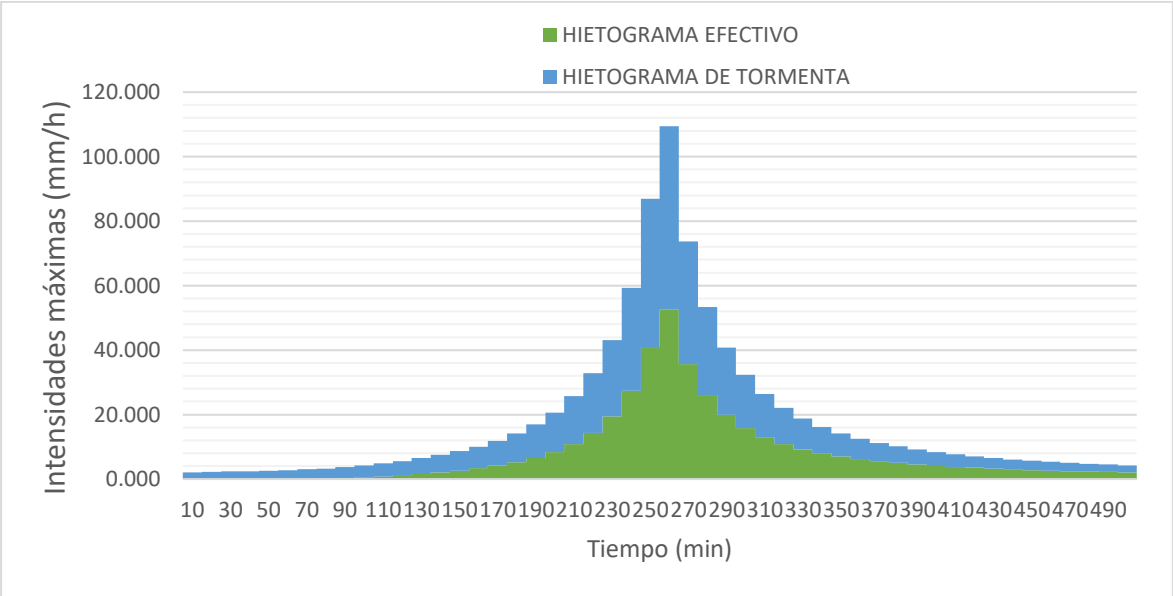
3.3 Caudal por el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS)

El método SCS nos permite hallar los caudales de diseño, mediante un hidrograma. Para poder desarrollar este método es necesario primero hallar el número de la curva (CN) del suelo, el cual depende de:

1) Las condiciones iniciales de la cuenca: Suelo seco, suelo normal o suelo húmedo.
2) La clasificación hidrológica de los suelos: Tipo A (En estos el agua se infiltra rápidamente), Tipo B (Infiltración moderada), Tipo C (Infiltración lenta), Tipo D (Infiltración muy lenta).
3) La condición hidrológica, como indicador de la situación para la infiltración, se usa como índice de cobertura vegetal; y se define de la siguiente forma: a) Buena (Cobertura mayor al 75%), Regular (Entre 50%-75%) y mala (Menor al 50%).

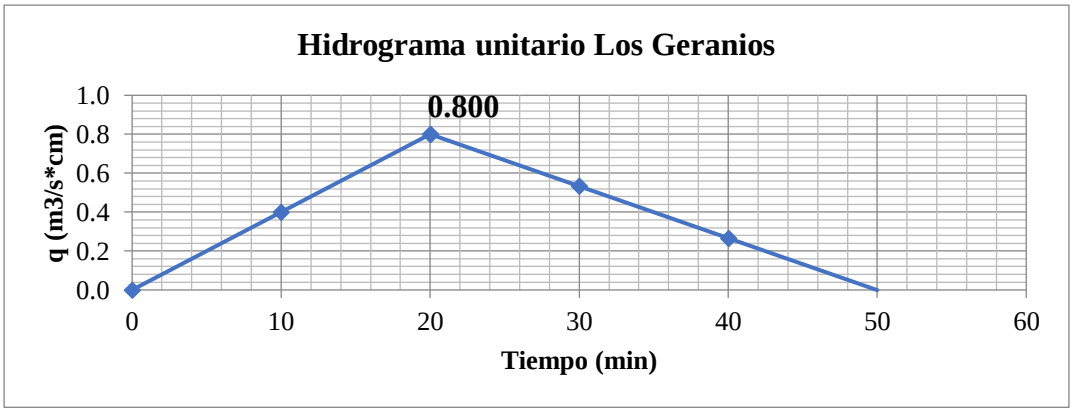
El cálculo de los CN de cada subcuenca de estudio se presenta en el Apéndice B1. Las tablas con los cálculos para representar los hietogramas de tormenta y los hietogramas efectivos determinados para cada subcuenca se presentan en el Apéndice B2-B13. A manera de ilustración se presenta la Figura *18* con los hietogramas de la subcuenca La Ribera para el período de retorno de 10 años.

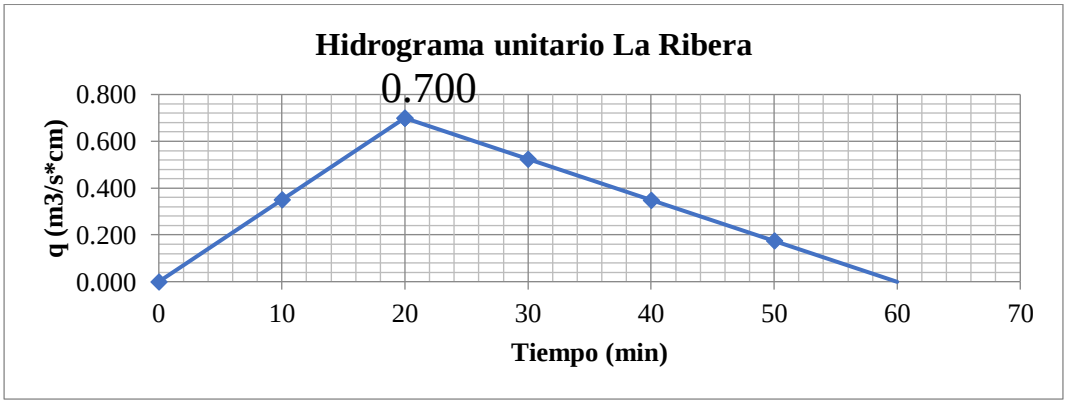
Figura 18. Hietogramas de la subcuenca La Ribera para Tr= 10 años

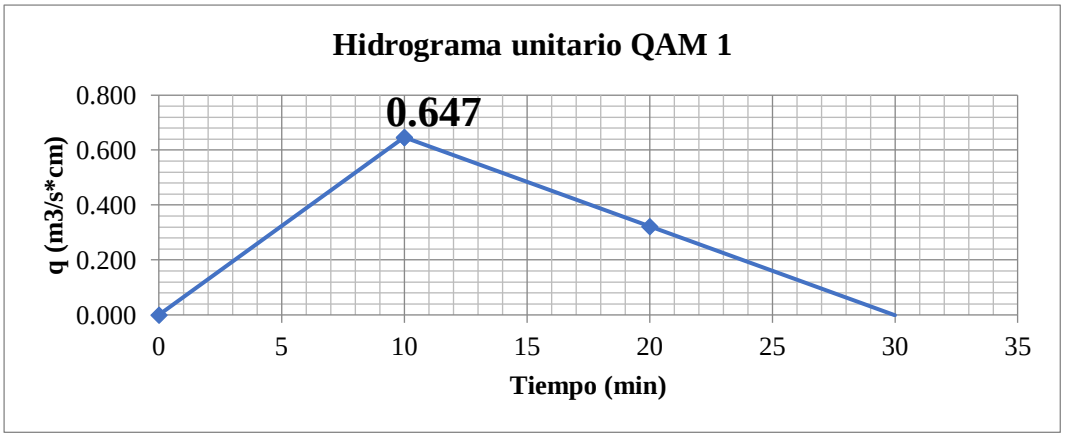


Siguiendo con el método empleado se trabaja el hidrograma unitario de cada subcuenca (Figura *19*) para luego hacer la convolución y hallar los hidrogramas resultantes para cada período de retorno, que se muestran en la Figura *20*. Los caudales máximos resultantes de los hidrogramas se presentan en la Tabla 11.

Figura 19. Hidrogramas unitarios de cada subcuenca







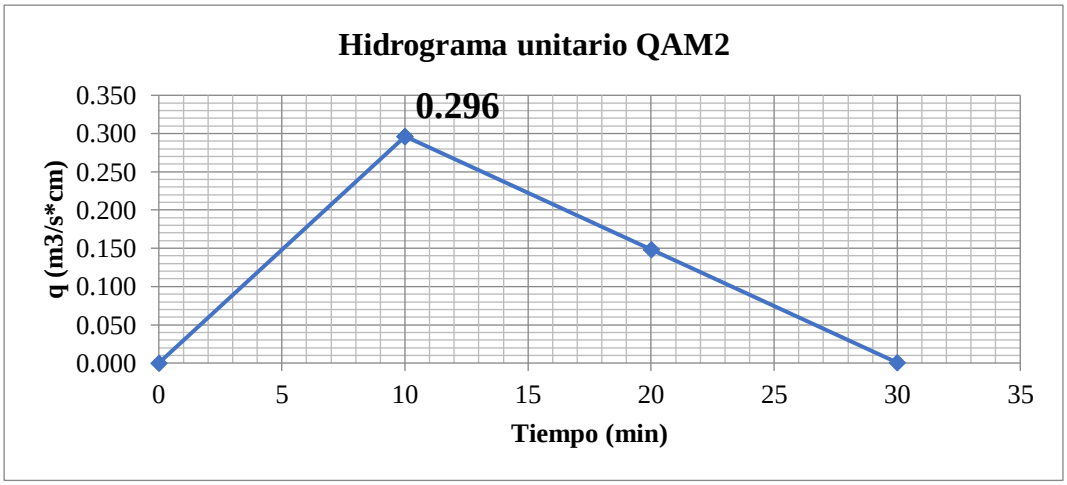
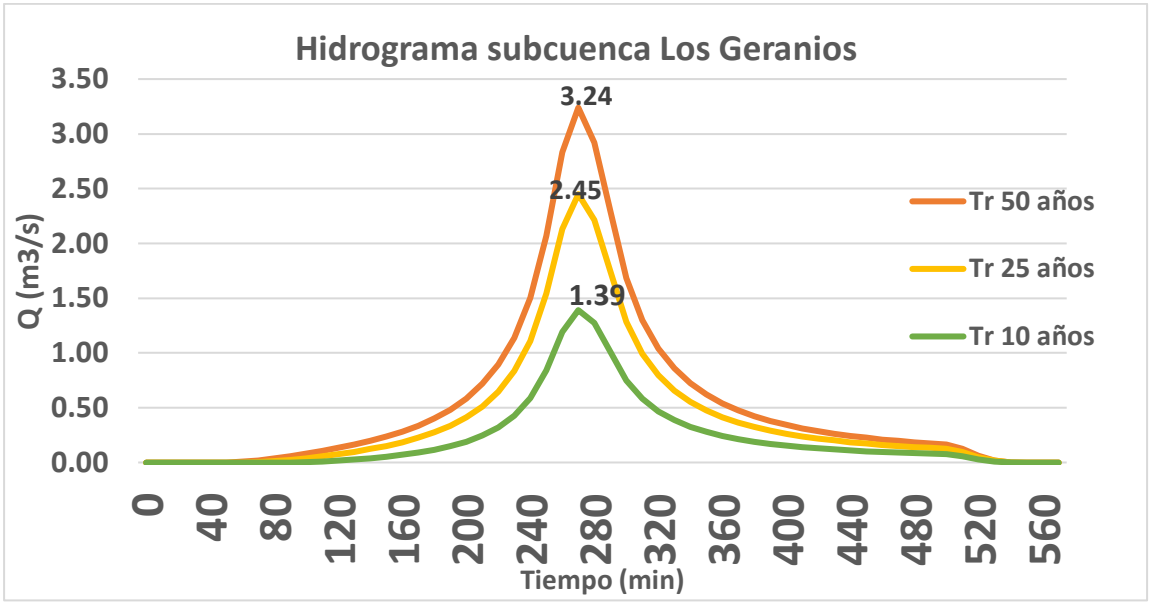
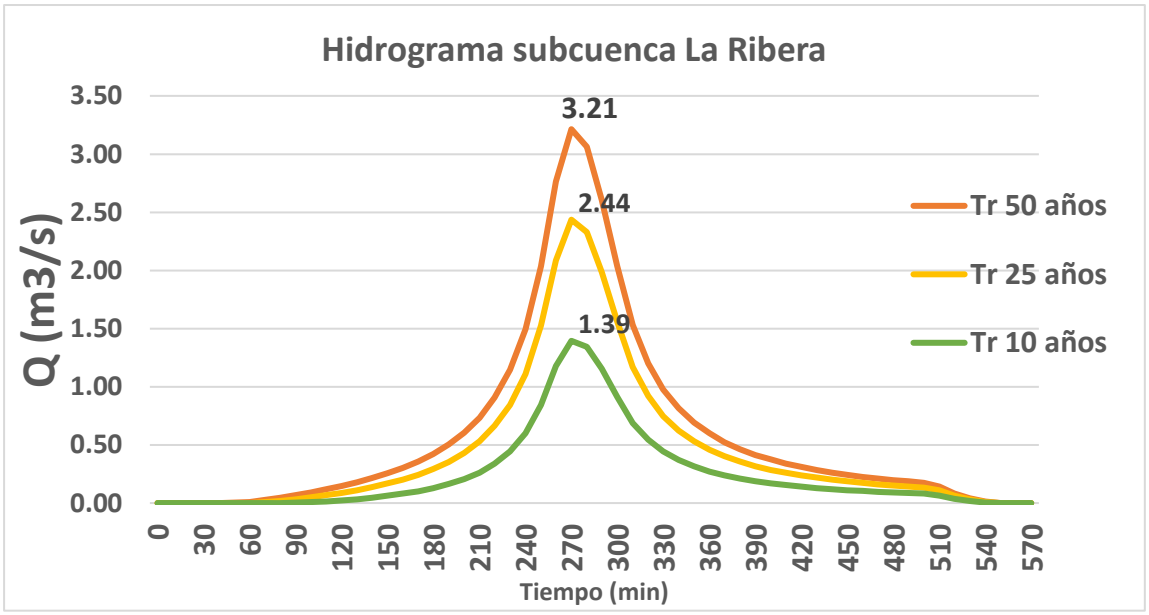


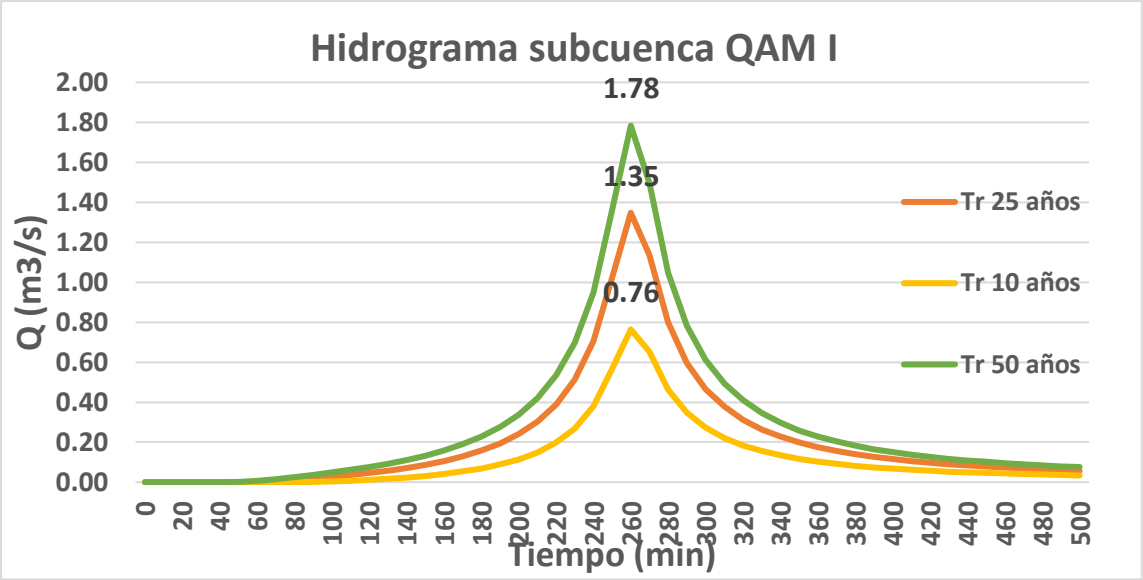
Tabla 11. Caudal obtenido por el método SCS

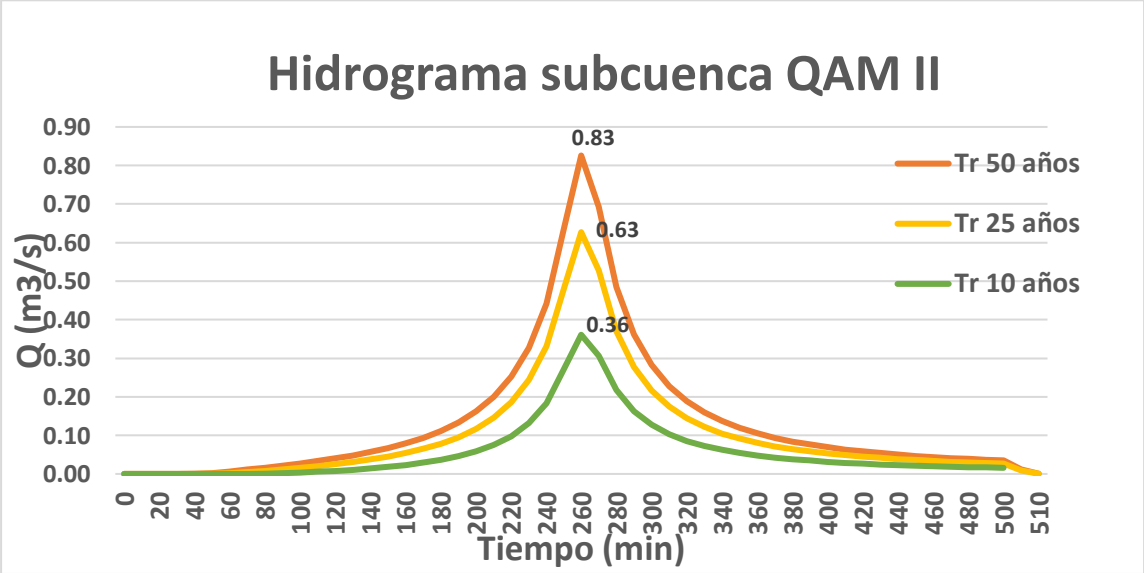
Subcuenca	Q_{10} (m^3/s)	Q_{25} (m^3/s)	Q_{50} (m^3/s)
Los Geranios	1.39	2.45	3.24
La Ribera	1.39	2.44	3.21
QAM1	0.76	1.35	1.78
QAM2	0.36	0.63	0.83

Figura 20. Hidrogramas resultantes para cada subcuenca









El caudal máximo es el consumo máximo registrado durante la tormenta y sirve para diseñar la estructura hidráulica. La capacidad de esta estructura debe ser igual o mayor al mismo.

El caudal máximo respecto a todas las subcuencas es aportado por la subcuenca Los Geranios en todos los periodos de retorno. Se observa, el método SCS arroja caudales mayores comparados con los caudales del método racional. Por ende, trabajaremos con los caudales SCS para nuestro estudio.

3.4 Niveles de escorrentía

Analizaremos los niveles de escorrentía mediante la fórmula de Manning, después de haber hallado los caudales de escurrimiento para las subcuencas Los Geranios, La Ribera, QAM 1, QAM 2 y para el recorrido más largo de la escorrentía en la cuenca.

$$Q = \frac{A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{ŋ}$$

A= Área de la sección hidráulica

R= Radio hidráulico

S= Pendiente

Ŋ= Coeficiente de rugosidad

En la subcuenca Los Geranios, la escorrentía recorre la calle Antonio Raymondi, Av. Las Palmeras y calle Las Dalias; por lo que consideramos para cada calle o avenida su ancho (B) correspondiente, la pendiente promedio (S), con un caudal (Q) variable por el tiempo de retorno 50, 25 y 10 años respectivamente. Observamos en Tabla 12 y Tabla 13 los niveles de escorrentía (Y) sobrepasan los 15 cm del nivel de la vereda y sardinel, generando inundaciones en las propiedades aledañas. la calle Antonio Raymondi es la única que sobrepasa el nivel de la vereda y sardinel.

Tabla 12. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=50 años

	Calle Antonio Raymondi	Av. Las Palmeras	Calle Las Dalias	Unidades
B	9	12.5	11	m
A	2.25	2.63	2.53	m2
P	9.50	12.92	11.46	m
R	0.24	0.20	0.22	m
S		0.72		%
Q		3.24		m^3/s
Y	25	21	23	cm

Tabla 13. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=25 años.

	Calle Antonio Raymondi	Av. Las Palmeras	Calle Las Dalias	Unidades
B	9	12.5	11	m
A	1.89	2.13	1.98	m2
P	9.42	12.84	11.36	m
R	0.20	0.17	0.17	m
S		0.72		%
Q		2.45		m3/s
Y	21	17	18	cm

Tabla 14. Niveles de escurrimiento subcuenca Los Geranios, Tr=10 años.

	Calle Antonio Raymondi	Av. Las Palmeras	Calle Las Dalias	Unidades
B	9	12.5	11	m
A	1.35	1.50	1.43	m2
P	9.30	12.74	11.26	m
R	0.15	0.12	0.13	m
S	0.72			%
Q	1.39			m3/s
Y	15	12	13	cm

En la Subcuenca La Ribera, los caudales que recorren esta subcuenca son mucho mayores comparados con la subcuenca Los Geranios, por lo que el nivel que sobrepasa el nivel de la vereda o sardinel es el de la Av. Los Tallanes Y= 38 cm para un periodo de retorno de 50 años; los demás niveles en todos los tiempos de retorno son también mayores al nivel de vereda.

Tabla 15. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=50 años

	Calle Las Casuarinas	Av. Los Tallanes	Calle La Ribera	Unidades
B	14	9	5	m
A	4.06	3.42	2.9	m2
P	14.58	9.76	6.16	m
R	0.27	0.35	0.47	m
S		0.19		%
Q		3.21		m3/s
Y	29	38	58	cm

Tabla 16. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=25 años.

	Calle Las Casuarinas	Av. Los Tallanes	Calle La Ribera	Unidades
B	14	9	5	m
A	3.22	2.79	2.30	m2
P	14.46	9.62	5.92	m
R	0.22	0.29	0.39	m
S		0.19		%
Q		2.44		m3/s
Y	23	31	46	cm

Tabla 17. Niveles de escurrimiento subcuenca La Ribera, Tr=10 años

	Calle Las Casuarinas	Av. Los Tallanes	Calle La Ribera	Unidades
B	14	9	5	m
A	2.38	1.98	1.60	m2
P	14.34	9.44	5.64	m
R	0.17	0.21	0.28	m
S		0.19		%
Q		1.41		m3/s
Y	17	22	32	cm

Subcuenca QAM 1, los caudales que recorren esta subcuenca son mucho menores comparados con la subcuenca Los Geranios, por lo que el nivel que sobre pasa el nivel de la vereda o sardinel, es el de la Av. Los Tallanes Y= 26 cm para un periodo de retorno de 25 y 50 años; los demás niveles son menores a los 15 cm de nivel de la vereda y 20 cm de sardinel.

Tabla 18. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM1, Tr=50 años.

	Av. Los Tallanes	Calle 3 - Interior QAM	Unidades
B	9	12	M
A	2.34	2.52	m2
P	9.52	12.42	M
R	0.25	0.20	M
S	0.73		%
Q	1.78		m3/s
Y	26	21	Cm

Tabla 19. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM1, Tr=25 años.

	Av. Los Tallanes	Calle 3 - Interior QAM	Unidades
B	9	12	M
A	1.98	2.16	m2
P	9.44	12.4	M
R	0.21	0.17	M
S	0.73		%
Q	1.35		m3/s
Y	22	18	Cm

Subcuenca QAM 2, esta subcuenca es la más pequeña de todas por lo que la escorrentía no realiza un recorrido extenso y sus caudales son muy pequeños tanto para un tiempo de retorno de 50, 25 y 10 años. Los niveles de escurrimiento hallados se muestran en las Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22 y ninguno de estos supera los 15 cm, por lo que las propiedades aledañas no se ven afectadas.

Tabla 20. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=50 años.

	Calle 5 -Interior QAM	Calle 1 - Interior QAM	Unidades
B	8.5	10	M
A	0.94	1.00	m2
P	8.72	10.20	M
R	0.11	0.10	M
S	0.74		%
Q	0.83		m3/s
Y	11	10	cm

Tabla 21. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=25 años.

	Calle 5 -Interior QAM	Calle 1 - Interior QAM	Unidades
B	8.5	10	M
A	0.77	0.85	m2
P	8.68	10.2	M
R	0.09	0.08	M
S	0.74		%
Q	0.63		m3/s
Y	9.1	8.5	Cm

Tabla 22. Niveles de escurrimiento subcuenca QAM2, Tr=10 años.

	Calle 5 -Interior QAM		Calle 1 - Interior QAM	Unidades
B	8.5		10	M
A	0.68		0.60	m2
P	8.66		10.12	M
R	0.08		0.06	M
S		0.74		%
Q		0.36		m3/s
Y	6.5		6	Cm

UNIVERSITAS • STUDIORUM • PIURENSIS

Capítulo 4

Diseño del sistema de drenaje pluvial en la cuenca

4.1 Diseño de alternativas para disminuir la escorrentía

Se han propuesto dos posibles alternativas para reducir el gran problema de inundación que tiene la urbanización Quinta Ana María, las cuales se han planteado para un periodo de retorno de 10, 25 y 50 años basándonos en lo indicado por la norma OS. 060, eligiendo alternativas más eficientes y sostenibles.

4.1.1 Alternativa de diseño 1

En la Figura 21, se muestra la primera alternativa de diseño para controlar la escorrentía en la Urb. Quinta Ana María. Esta contempla que el agua que discurre a través las 3 subcuencas previamente definidas desemboque en el badén que se forma frente a la primera cámara de bombeo de dicha urbanización.

Por su parte la subcuenca QAM2 discurriría frente a la segunda cámara de bombeo; y el agua se evacuaría por gravedad, instalando tuberías desde la Quinta Ana María hasta el río Piura, como se muestra en las líneas rojas de la Figura *21* Para ello se necesitaría instalar tuberías con una pendiente de 2% desde la cota más baja dentro de la urbanización hasta el río.

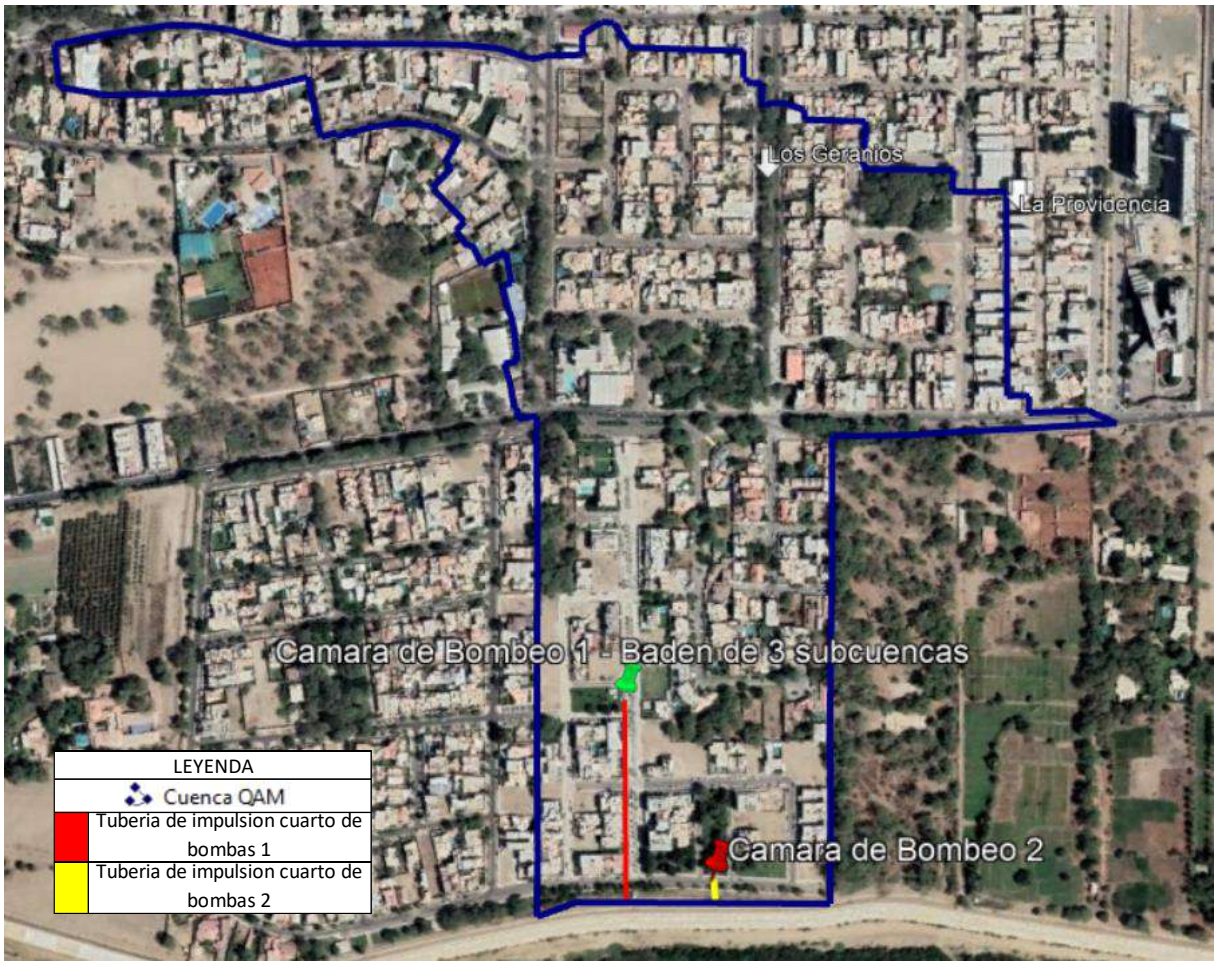
Teniendo con ello un gran impacto positivo en la economía de los habitantes de la Urb. Quinta Ana María, ya que no se tendría que dar un continuo mantenimiento al sistema de bombas, ya existentes.

Se ha evaluado esta alternativa, y su óptimo funcionamiento según la regulación del caudal del rio Piura, tomando en cuenta la implementación de una presa, puesto que frente a un nuevo fenómeno El Niño es necesario tener en cuenta el nivel del agua a fin de poder evacuarla.

Por último, para que esta alternativa funcione, necesita un previo manejo del caudal proveniente de las subcuencas Los Geranios y La Ribera, ya que el sistema de bombeo de la

Quinta Ana María fue diseñado para abastecer el caudal interior de la misma, mas no para caudales externos como los producidos por un FEN costero como el del 2017.

Figura 21. Alternativa de diseño 1



Nota. **Extraído de Google Earth Pro (2021).**

4.1.2 Alternativa de diseño 2

Otra alternativa de solución propuesta es construir parques hídricos que funcionen como cisternas y almacenen la mayor cantidad de agua, logrando de esta forma retener el caudal que pasa por las 4 subcuencas previamente definidas.

Luego se evacuaría dicha agua al río Piura mediante las cámaras de bombeo que se encuentran en la urbanización.

Dichos parques serían el parque Juan Pablo II y el parque Los Geranios, ubicados en la urbanización los Geranios, y el parque Quinta Ana María I, que está dentro de la urbanización Quinta Ana María.

Asimismo, se instalaría un estanque de retención en el límite entre la urbanización La Ribera y la urbanización Quinta Ana María.

Dichos parques cumplirían la función de estanques de retención y se propone soltar el agua cuando ya se haya evacuado una gran cantidad de agua con las bombas de la urbanización Quinta Ana María.

Se propone además utilizar los jardines como zanjas de infiltración, y de esta forma reducir la escorrentía que llegaría a la urbanización. Se aprecia la alternativa de diseño 2 en la Figura *22* y con mayor detalle en el plano adjunto**.**

Figura 22. Alternativa de diseño 2

4.1.3 Selección de alternativa de diseño

Se han analizado las dos propuestas antes mencionadas y se ha llegado a la conclusión que la primera alternativa causaría un impacto económico positivo en los habitantes de la Quinta Ana María; sin embargo, está sujeta a la construcción de una presa aguas arriba, para poder controlar las avenidas de agua en el río Piura.

Es por lo que hemos considerado la segunda alternativa como la óptima, ya que además de evitar una inundación se podría utilizar el agua almacenada en los parques hídricos para otros fines como riego de otros parques, etc.

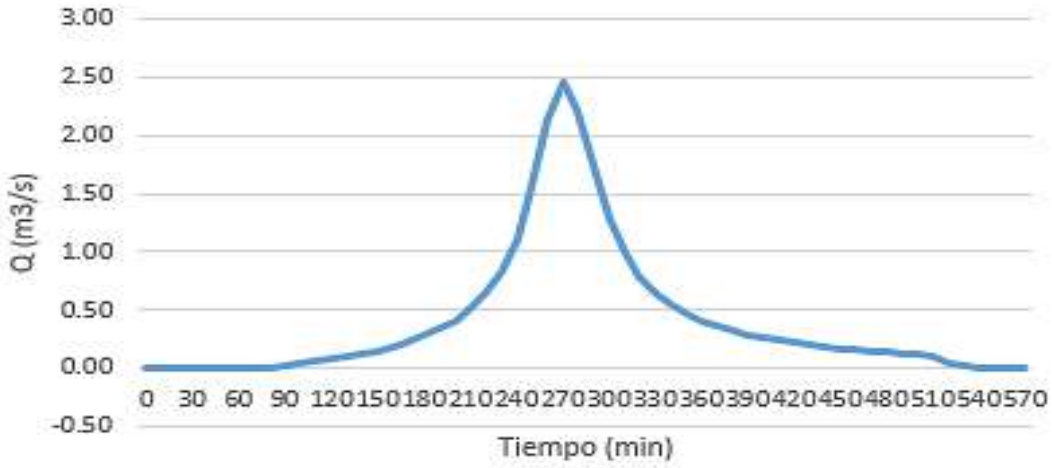
4.1.4 Sistema propuesto

Este sistema incluye las subcuencas: Los Geranios, La Ribera y Quinta Ana María 1 (QAM1); las cuales se unen en el punto más bajo de la urbanización Quinta Ana María.

A sí mismo, la subcuenca Quinta Ana María 2 (QAM2), la cual se encuentra cerca de la segunda cámara de bombeo de la urbanización que desemboca directamente al río Piura.

Cálculo del caudal mediante el método SCS. La Figura *23* muestra el hidrograma de diseño obtenido por el método SCS realizado previamente, tal y como se muestra en el apéndice A2, donde se obtiene un caudal máximo, de 2.45 m^3/s para la subcuenca los Geranios en un periodo de retorno de 25 años. Además, es necesario indicar que este diseño cubre eventos como los FEN de 1982, 1998 y 2017.

Figura 23. Hietograma del sistema 01 con un Tr 25 años.



Reducción de impacto en puntos estratégicos. El diseño de estructuras de almacenamiento es un factor muy significativo para reducir altos caudales en urbanizaciones. Por tal motivo, para reducir los caudales en los puntos más vulnerables de las subcuencas se han diseñado las siguientes estructuras complementarias de almacenamiento para disminuir los daños, como cisternas, parques hídricos, y zanjas de pasto (Plano del mejoramiento del drenaje pluvial QAM).

Asimismo, las calles y avenidas más vulnerables ante una precipitación serían: calle Antonio Raymondi con un tirante de 21 cm, calle la Ribera con un tirante de 46 cm, calle Las Dalias con un tirante de 18 cm y por último la avenida Los Tallanes con un tirante de 31 cm; todo esto para un periodo de retorno de 25 años.

De acuerdo con lo expuesto por MINVU (1996), se han propuesto los siguientes parques hídricos, ubicados De acuerdo a lo expuesto por MINVU (1996), se han propuesto los siguientes parques hídricos, ubicados en el plano de planta - Detalle - Diseño del mejoramiento del drenaje pluvial QAM, los cuales serían: el parque Juan Pablo II de Los Geranios, los parques Quinta Ana María I y II dentro de la Quinta Ana María, al lado del primer y segundo cuarto de bombas respectivamente, el parque Los Geranios y por último un estanque de retención en el límite de la urbanización Quinta Ana María y La Ribera.

A su vez se necesita una desconexión de áreas impermeables mediante obras de menor tamaño y costos reducidos, para así aprovechar los espacios disponibles y controlar la dirección del escurrimiento aguas arriba. Es por ello que se propone implementar franjas de pasto, las cuales son superficies uniformes cubiertas con pasto y vegetación densa y resistente. Estas franjas de pasto irán ubicadas en la avenida Las Casuarinas entre la calle Los Manzanos y la avenida Los Tallanes, como se puede apreciar en el plano de mejoramiento de drenaje pluvial QAM.

También se implementarán franjas de pasto en la avenida Las Casuarinas, avenida Los Tallanes y avenida Las Palmeras (Figura *24*).

Figura 24. Lugar apropiado o sugerido para la desconexión de áreas impermeables

Para poder diseñar los parques hídricos y las franjas de pasto mencionados anteriormente, es necesario seguir una serie de recomendaciones que da la guía de diseño de MINVU (1996) entre las cuales destacan que:

El estanque de retención debe contar con al menos dos niveles, de este modo, cuando sucedan lluvias frecuentes de intensidad leve, el tirante de agua alcance hasta el nivel inferior. Esto tiene como objetivo reducir el área donde se almacenará el agua con la aparición de lluvias leves, ya que esta área es propensa a inundaciones frecuentes, por lo tanto, ocasionará que la vegetación se marchite y el depósito se llene de sedimentos.

- La razón del talud lateral del estanque no debe ser menor de 4.00 (H/V), puesto que el estanque de retención cumple otros usos alternativos, como actividades recreativas.
- El nivel superior debe contar con una profundidad entre 0.50 a 1.50 m, con pendiente de 2% (hacia el nivel inferior). El nivel inferior (más profundo) debe contar con una profundidad entre 0.40 a 1.00 m con respecto al nivel anterior, con pendiente de 1% (hacia la cámara de descarga).

De acuerdo con lo anterior definimos que:

- El parque de la urbanización Santa María del Pinar, llamado Juan Pablo II con un volumen de 12300 m3, desempeñará la función de retener temporalmente el agua de lluvia. Este se diseñará con un desnivel de 1.50 m por debajo de la cota de la vereda, tal y como se muestra en la Figura *25*, Figura ***26***, Figura ***27***, Figura ***28*** y Figura ***29*** Luego, al llegar a su capacidad máxima, el agua de lluvia se dirigirá por medio de un sistema de compuertas, vertedero de excedencias y conductos de HDPE a la cisterna de la estación de bombeo ya existente en la Quinta Ana María. Se debe mencionar que todos los árboles ya existentes se mantendrían intactos, pero por motivos de orden no se han considerado en las vistas de 3D y de planta del parque proyectado.

Figura 25. Vista de planta del parque Juan Pablo II (Actual y proyectado).

Figura 26. Vista de parque Juan Pablo II proyectado.

Figura 27. Vista de parque inundable Juan Pablo II proyectado.

Figura 28. Parque Juan Pablo II (3D).

Figura 29. Parque inundable Juan Pablo II (3D)

a) A su vez, el parque Quinta Ana María I que se encuentra cerca de la primera estación de bombeo de la urbanización Quinta Ana María, con un volumen de 1530 m3, cumplirá con función de retener temporalmente el agua de lluvia. Este se diseñará también con un desnivel de 1.50 m por debajo de la cota de vereda, como se muestra en la Figura 30, Figura ***31***, Figura ***32*** y Figura ***33***. Luego al estar al tope de su capacidad, el agua de lluvia se dirigirá hacía el río mediante un sistema de bombeo existente en la Quinta Ana María. Asimismo, no existirá alteración de la ubicación de los árboles existentes en la zona de estudio, y por motivos de orden no se han considerado en las vistas de 3D y de planta del parque proyectado.

Figura 30. Vista de planta del parque Quinta Ana María 1 (Actual y proyectado)

Figura 31. Vista del Parque Quinta Ana María 1 proyectado

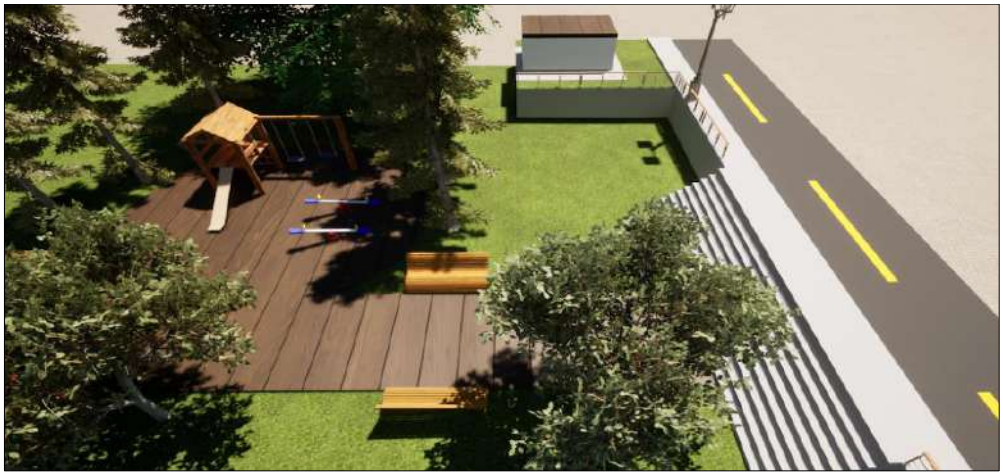
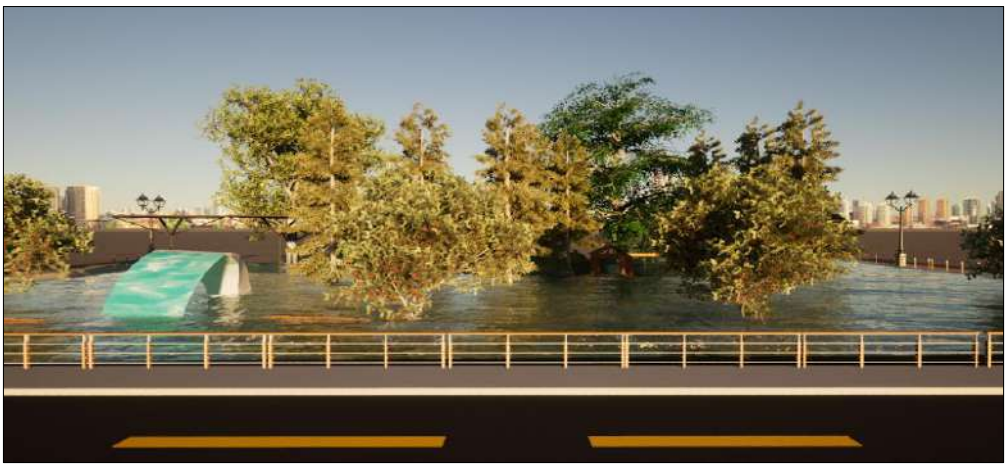


Figura 32. Vista del Parque Quinta Ana María 1 proyectado.

Figura 33. Vista inundable del Parque Quinta Ana María 1.



b) También, el parque Quinta Ana María 2, que se dividirá en dos y se encuentra cerca a la segunda estación de bombeo de la urbanización Quinta Ana María, con un volumen de 3625.095 m3, cumplirá con función de retener temporalmente el agua de lluvia. Este se diseñará también con un desnivel de 1.00 m por debajo de la cota de vereda, como se muestra en las Figura 34, Figura ***35***, Figura ***36***, Figura ***37*** y Figura 38. Luego al estar al tope de su capacidad, el agua de lluvia se dirigirá hacía el río mediante un sistema de bombeo 2 existente en la Quinta Ana María.

Figura 34. Vista de planta del parque Quinta Ana María 2 (Actual y proyectado).

Figura 35. Parque Quinta Ana María 2 proyectado.

Figura 36. Vista de Quinta Ana María 2.

Figura 37. Vista inundable de Quinta Ana María 2 proyectado.

Figura 38. Vista del parque inundable Quinta Ana María 3.

c) El estanque de retención propuesto en la Ribera entre la Quinta Ana María y la Ribera tiene una capacidad de 951 m3, esto se puede apreciar en la Figura ***39***. Luego de la tormenta, se abrirán las compuertas para dirigir el agua por gravedad a la cámara de bombeo 1 de la Quinta Ana María, mediante una tubería de HDPE.

Figura 39. Ubicación del estanque de retención La Ribera.

Nota. **Adaptado de Google Earth (2021)**

d) El parque Los Geranios cumplirá la función de retener el agua de lluvia durante la tormenta y tiene una capacidad de 4275 m3 de capacidad y un desnivel de 0.90m por debajo de la cota de la vereda, como se muestra en las Figura 40, Figura ***41***, Figura 42, Figura ***43*** y Figura ***44***; además, el agua se evacuará por gravedad al parque Juan Pablo II, y posteriormente a la primera cámara de bombeo de la Quinta Ana María.

Figura 40. Vista de planta del parque Los Geranios (Actual y proyectado).

Figura 41. Vista del parque Los Geranios proyectado.

Figura 42. Vista inundable del parque Los Geranios proyectado.

Figura 43. Parque Los Geranios (3D).

Figura 44. Parque inundable Los Geranios (3D).

Como recomendaciones, se puede determinar que las franjas de pasto propuestas deben cumplir la función de almacenar y retener el agua de lluvia. Para poder diseñar las franjas de pasto se debe tener en cuenta:

Análisis de viabilidad: Condiciones climáticas, características del suelo y napa freática.

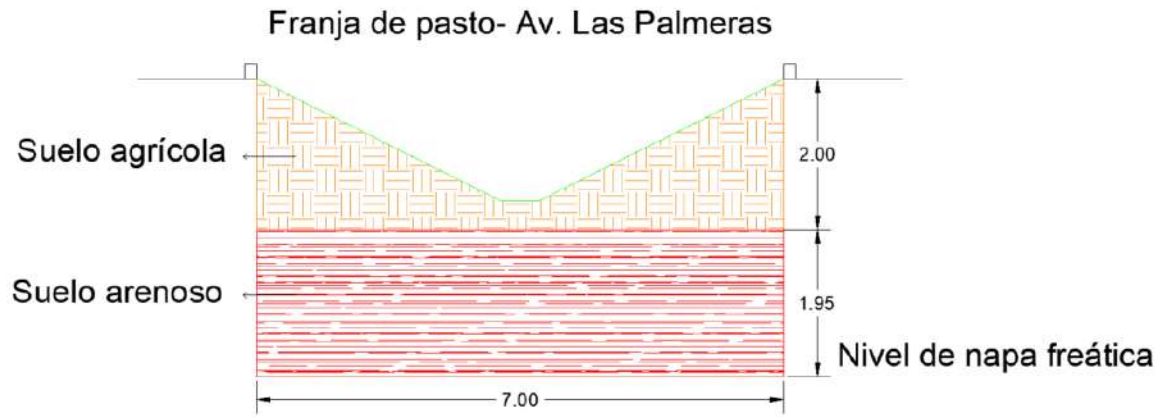
Dimensionamiento: Lluvia de diseño, geometría, distribución de flujo, pendientes de terreno, la cual debe ser menor a 10% y ancho y largo perpendicular al escurrimiento.

Diseño a detalle: Elementos auxiliares como vegetación con una altura de 3 a 5 cm y la recolección del flujo de salida.

De acuerdo a lo anterior definimos que:

a) Las zanjas de pasto ubicadas en la avenida Las Palmeras, empezarán desde el cruce de la Av. Fortunato Chirichingo con la Av. Los Tallanes, tendrá una longitud de 274 m, ancho de 7 m. Su diseño será de una zanja vegetal con sección de 10.1125 m2, como se muestra en la Figura *45*, teniendo 3 estratos, los cuales son el suelo arenoso de 1.5 m y que tiene un porcentaje de absorción de 13%, seguido de un suelo agrícola con un porcentaje de absorción de 28% y por último una sección libre de almacenamiento. Se colocarán rompe muelles y sumideros en la Av. Las Palmeras para dirigir el agua de lluvia que cae en la subcuenca Los Geranios. Para su correcto funcionamiento se debe mantener la zanja con vegetación, por lo cual es importante su cuidado y limpieza constante.

Figura 45. Corte de Franja de pasto - Av. Las Palmeras.

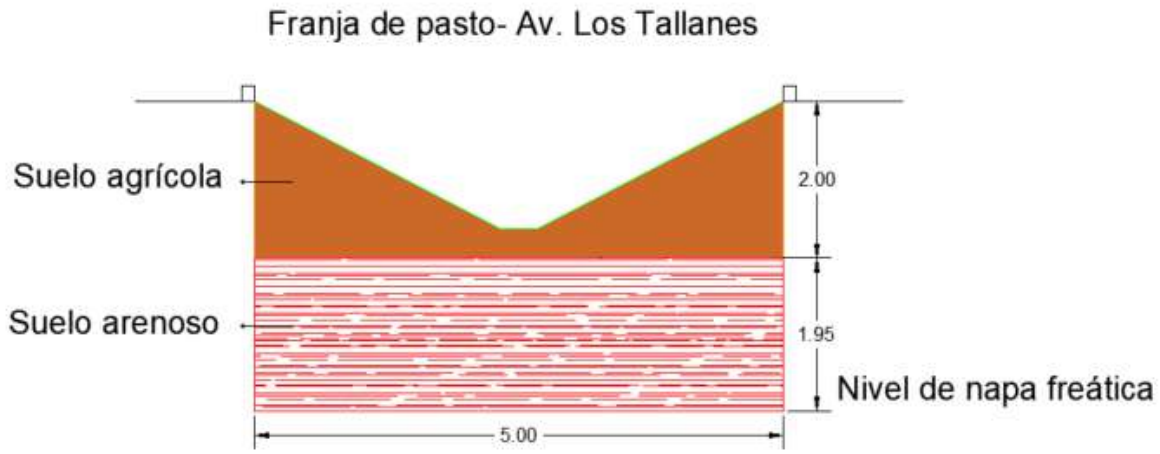


b) Además, las franjas de pasto ubicadas en la avenida Los Tallanes, empezarán desde la calle Los Zanganos con la Av. Las Casuarinas, tendrá una longitud de 360 m, ancho de 5 m. Su diseño será de una zanja vegetal con sección de 7.3775 m2, como se muestra en la Figura *46*, teniendo 3 estratos, los cuales son el suelo arenoso de 1.5 m y que tiene un porcentaje de absorción de 13%, seguido de un suelo agrícola con un porcentaje de absorción de 28% y por último una sección libre de almacenamiento. Se colocarán rompe muelles y sumideros en la

Av. Los Tallanes para dirigir el agua de lluvia que cae en la subcuenca Quinta Ana María I. Para su correcto funcionamiento se debe mantener la zanja con vegetación, por lo cual es importante su cuidado y limpieza constante.

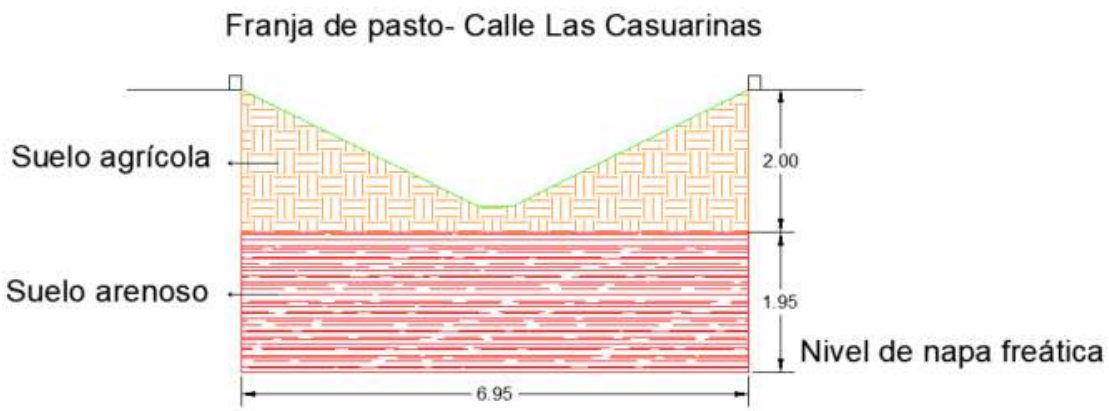
Este mismo procedimiento se repetirá para los sardineles que se encuentra en la Av. Los Tallanes frente a la urbanización Quinta Ana María, con un ancho de 5m, 2.5m y 1.5m.

Figura 46. Corte de Franja de pasto - Av. Los Tallanes



c) Además, las franjas de pasto ubicadas en la Av. Las Casuarinas, empezarán desde el cruce de Av. Las Margaritas con la Av. Los Tallanes, tendrá una longitud de 290 m, ancho de 6.95 m. Su diseño será de una zanja vegetal con sección de 10.015 m2, como se muestra en la Figura *47*, teniendo 3 estratos, los cuales son el suelo arenoso de 1.5 m y que tiene un porcentaje de absorción de 13%, seguido de un suelo agrícola con un porcentaje de absorción de 28% y por último una sección libre de almacenamiento. Se colocarán rompe muelles y sumideros en la Av. Las Casuarinas para dirigir el agua de lluvia que cae en la subcuenca La Ribera. Para su correcto funcionamiento se debe mantener la zanja con vegetación, por lo cual es importante su cuidado y limpieza constante.

Figura 47. Corte de Franja de pasto - Av. Las Casuarinas



4.1.5 Altura dinámica

Se mantendrá la misma cantidad y capacidad de las bombas de la estación de bombeo existente en la urbanización Quinta Ana María, por lo cual, se calcularán los diámetros necesarios de las tuberías, para que los parques hídricos y rejillas puedan entregar el agua a la cisterna Quinta Ana María. Para este cálculo, se utilizarán los datos y ecuaciones proporcionados en el apartado 1.3.2.

Determinación del diámetro en la tubería de aspiración. Los accesorios usados en el tramo de aspiración son: codos de 45°y 90°, válvula compuerta total abierta, válvula de retención, Tee con flujo en ángulo.

- Tramo parque Juan Pablo II – parque QAM 1

No se consideran pérdidas secundarias debido a que la longitud es mayor a mil veces el diámetro de la tubería. (Ingemecánica, 2018)

Las perdidas primarias se hallan con el número de Reynolds, rugosidad relativa para resolver el factor de fricción de Darcy – Weisbach.

La fórmula del número de Reynolds se obtiene del acápite 1.3.1.8, asimismo, la velocidad se obtiene de la tabla 02.

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu} = \frac{1.8 \times 0.30 \times 998}{1.005 \times 10^{-3}} = 53623$$

Donde:

V= Velocidad del fluido (m/s), revisar tabla 02.

D= Diámetro interior de la tubería (m)

ρ = Masa específica del flujo en temperatura de 20°C $(\frac{Kg}{m^3})$

μ = Viscosidad dinámica del flujo en temperatura 20°C $(\frac{Kg}{m \times s})$

El valor de rugosidad absoluta (Ɛ) es 0.0015 mm para una tubería de HDPE.

El factor de fricción de Darcy – Weisbach (1.3.1.8)

$$f = \frac{1.325}{(-ln\,(\frac{0.0015}{3.7 \times 300}) + \frac{5.74}{536238.8^{0.9}})^2} = 0.013$$

Se procede a hallar las pérdidas primarias en función de la velocidad y con ayuda de la ecuación de Bernoulli (ver fórmula del acápite 1.3.2.3), obteniendo así una velocidad v=8.18 m/s.

Posteriormente, obtenemos el caudal, utilizando la fórmula de flujo volumétrico.

$$Q = V \times A = 8.18 \times \frac{\pi}{4}(0.3)^2 = 0.578\ \frac{m^3}{s}$$

Ingresando el caudal, diámetro, rugosidad y pendiente al programa H CANALES, como se muestra en la Figura *48*, comprobamos que el tirante es menor al 0.75 del diámetro de la tubería por lo que cumple para dicho diámetro.

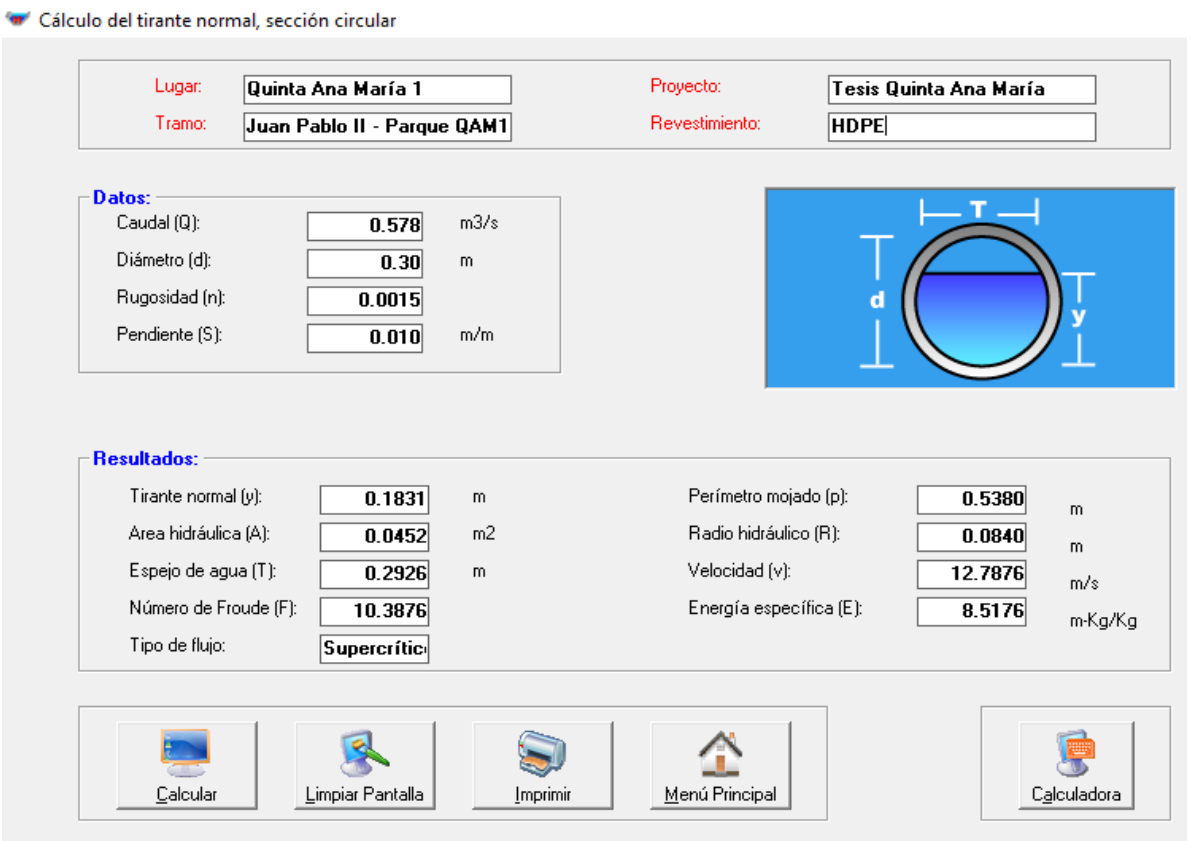
$$D = 0.30\ metros$$

$$T\ crítico = 0.75 \times 0.30 = 0.225 metros$$

$$T\ h\ canales = 0.183\ metros$$

$$T\ crítico > T\ h\ canales$$

Figura 48. Cálculo de tirante en la tubería que va del parque Juan Pablo II al Parque QAM1



- Tramo Parque los Geranios – Parque Juan Pablo II

Se consideran pérdidas primarias como secundarias, ya que la longitud es menor que mil veces el diámetro de la tubería. En la Tabla 23, se muestran la suma de los coeficientes de pérdidas para accesorios.

Tabla 23. Coeficientes de pérdidas del tramo parque Los Geranios al parque Juan Pablo II

Tramo parque Los Geranios - Juan Pablo II			
Accesorios	**Cant.**	**K**	**K total**
Codos 90	3	0.9	2.7
Válvula compuerta total abierta	1	0.2	0.2
Válvula de retención	1	2.5	2.5
	K total		**5.4**

Ya habiendo calculado anteriormente tanto el número de Reynolds como el factor de fricción de Darcy- Weisbach, obteniendo 53623 y 0.013 respectivamente. Se realizo el cálculo del caudal.

$$Q = V \times A = 4.425 \times \frac{\pi}{4}(0.30)^2 = 0.3128\ \frac{m^3}{s}$$

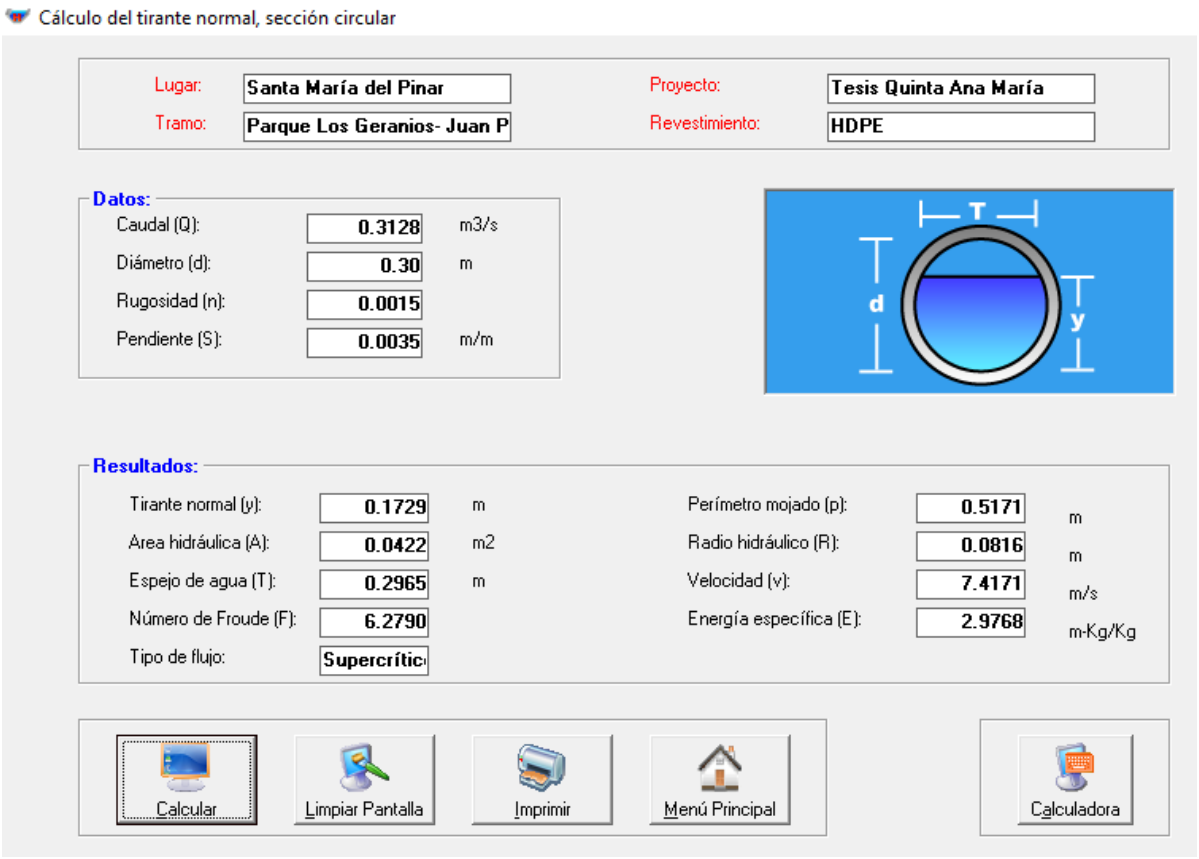
Ingresando el caudal, diámetro, rugosidad y pendiente al programa H CANALES, como podemos apreciar en la Figura *49*, comprobamos que el tirante es menor al 0.75 del diámetro de la tubería por lo que cumple para dicho diámetro.

$$D = 0.30\ metros$$

$$Tcrítico = 0.75 \times 0.30 = 0.225\ metros$$

$$T\ h\ canales = 0.1729\ metros$$

Figura 49. Cálculo de tirante parque Los Geranios al Parque Juan Pablo II.



- Tramo Cisterna La Ribera – Tubería QAM I

En la Tabla 24, apreciamos la suma de coeficiente de pérdidas por accesorios en el tramo cisterna La Ribera y la tubería Quinta Ana María 1.

Tabla 24. Coeficientes de pérdidas del tramo cisterna La Ribera a la tubería QAM1.

Tramo Cisterna La Ribera - QAM I			
Accesorios	**Cant.**	**K**	**K total**
Válvula compuerta total abierta	1	0.2	0.2
Válvula de retención	1	2.5	2.5
Tee con flujo de ángulo	1	1.5	1.5
K total			4.2

Reynolds

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu} = \frac{1.8 \times 0.30 \times 998}{1.005 \times 10^{-3}} = 536238.8$$

Factor de fricción de Darcy – Weisbach es la siguiente:

$$f = \frac{1.325}{(-ln\,(\frac{0.0015}{3.7 \times 300}) + \frac{5.74}{536238.8^{0.9}})^2} = 0.013$$

Obteniendo las perdidas primarias y secundarias en función de la velocidad y utilizando Bernoulli (ver fórmula del acápite 1.3.2.3), obteniendo así una velocidad v=3.96m/s.

El caudal es el siguiente:

$$Q = V \times A = 3.96 \times \frac{\pi}{4}(0.30)^2 = 0.28\ \frac{m^3}{s}$$

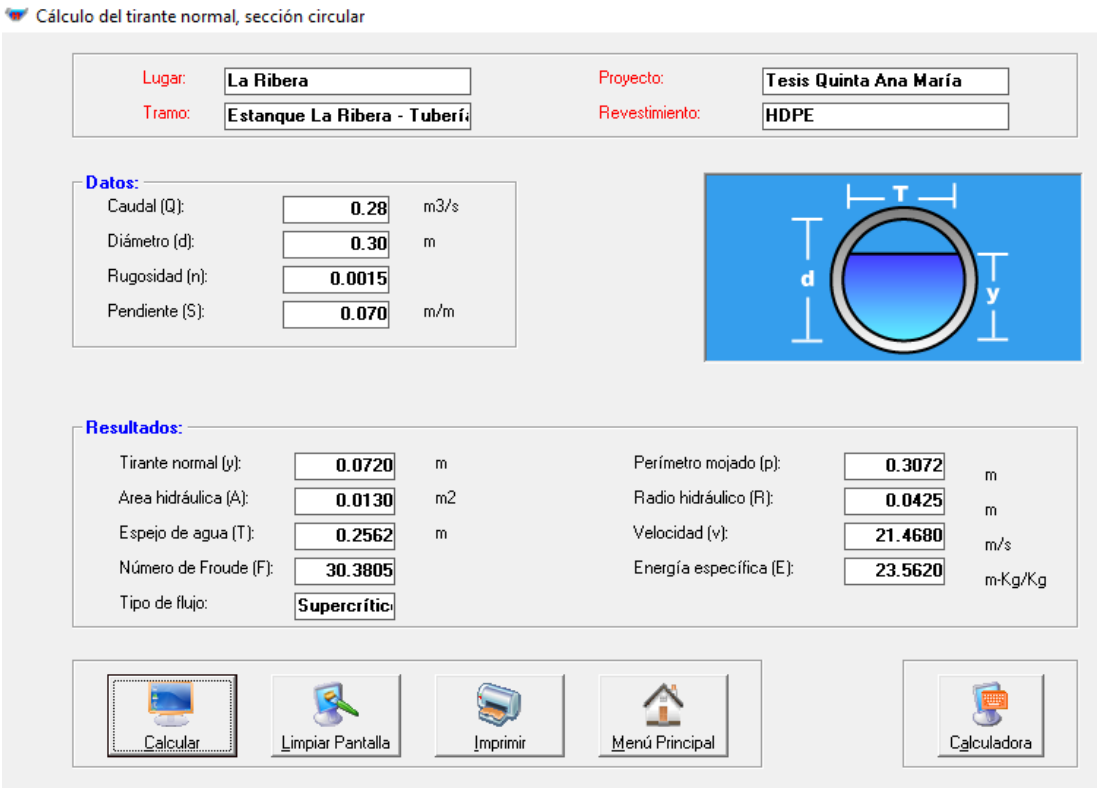
Ingresando el caudal, diámetro, rugosidad y pendiente al programa H CANALES, como podemos apreciar en la Figura *50*, comprobamos que el tirante es menor al 0.75 del diámetro de la tubería por lo que cumple para dicho diámetro.

$$D = 0.30\ metros$$

$$Tcritico = 0.75 \times 0.30 = 0.225\ metros$$

$$T\ h\ canales = 0.0720\ metros$$

Figura 50. Cálculo de tirante del estanque La Ribera a la tubería del sistema QAM1.



- Tramo Rejillas (Las Casuarinas) – Parque Los Geranios

En la Tabla 25 podemos apreciar la suma de coeficiente de pérdidas por accesorios que se dan en el tramo entre las rejillas en la Av. Las Casuarinas al parque Los Geranios.

Tabla 25. Coeficientes entre la rejilla (Av. Las Casuarinas) al Parque Los Geranios.

Tramo parque Los Geranios - Juan Pablo II			
Accesorios	**Cant.**	**K**	**K total**
Codos 45°	1	0.6	0.6
Válvula compuerta total abierta	1	0.2	0.2
Válvula de retención	1	2.5	2.5
	Ktotal		**3.3**

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu} = \frac{1.8 \times 0.30 \times 998}{1.005 \times 10^{-3}} = 536238.8$$

Factor de fricción de Darcy – Weisbach es la siguiente:

$$f = \frac{1.325}{(-ln\,(\frac{0.0015}{3.7 \times 300}) + \frac{5.74}{536238.8^{0.9}})^2} = 0.013$$

Obteniendo las perdidas primarias y secundarias en función de la velocidad y utilizando Bernoulli (ver fórmula del acápite 1.3.2.3), obteniendo así una velocidad v=3.13m/s.

El caudal es el siguiente:

$$Q = V \times A = 3.13 \times \frac{\pi}{4}(0.30)^2 = 0.2213\ \frac{m^3}{s}$$

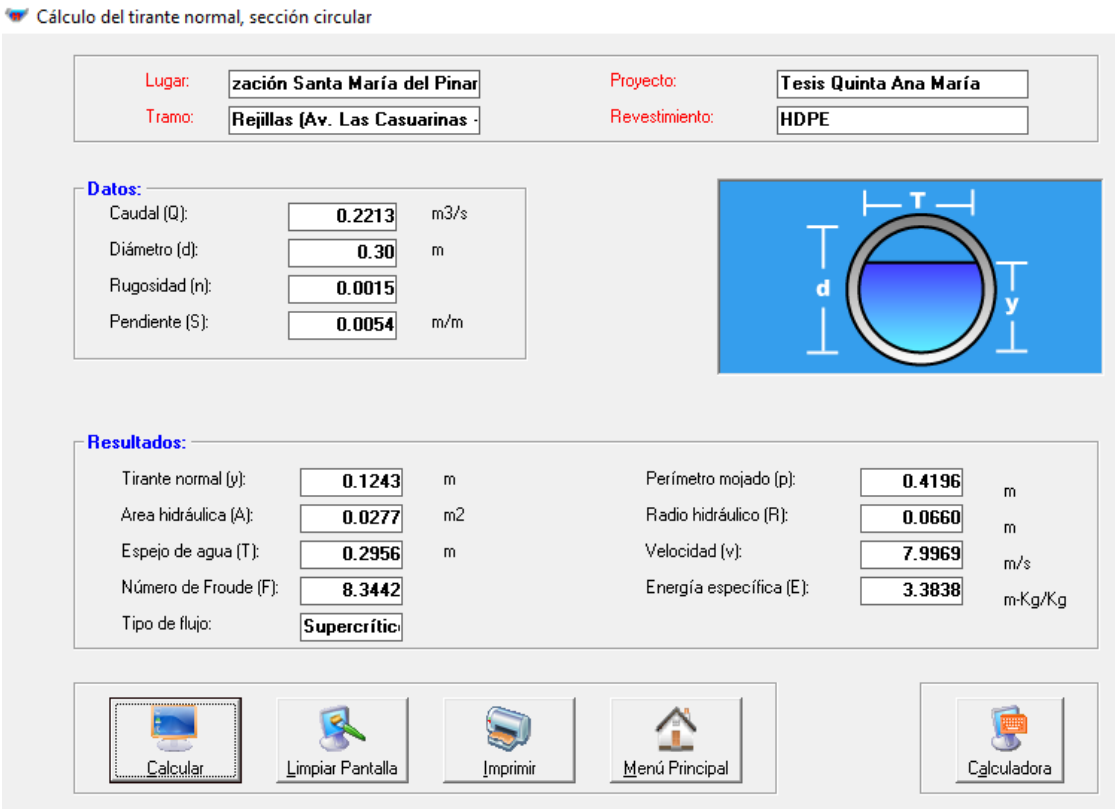
Ingresando el caudal, diámetro, rugosidad y pendiente al programa H CANALES, como podemos apreciar en Figura *51*, comprobamos que el tirante es menor al 0.75 del diámetro de la tubería por lo que cumple para dicho diámetro.

$$D = 0.30\ metros$$

$$Tcritico = 0.75 \times 0.30 = 0.225\ metros$$

$$T\ h\ canales = 0.1234\ metros$$

Figura 51. Cálculo de tirante de las rejillas (Av. Las Casuarinas) - parque Los Geranios



- Tramo Rejillas (Av. Las Palmeras) – Parque Juan Pablo II

En la Tabla 26, podemos apreciar la suma de coeficiente de pérdidas por accesorios en el tramo entre las rejillas (Av. Las palmeras) al parque Juan Pablo II.

Tabla 26. Coeficientes de pérdidas en el tramo de la Av. Las Palmeras al parque Juan Pablo II.

Tramo rejilla - parque Juan Pablo II			
Accesorios	**Cant.**	**K**	**K total**
Codos 45°	1	0.6	0.6
Válvula compuerta total abierta	1	0.2	0.2
Válvula de retención	1	2.5	2.5
	Ktotal		**3.3**

Reynolds

$$Re = \frac{V \times D \times \rho}{\mu} = \frac{1.8 \times 0.30 \times 998}{1.005 \times 10^{-3}} = 536238.8$$

Factor de fricción de Darcy – Weisbach es la siguiente:

$$f = \frac{1.325}{(-ln\,(\frac{0.0015}{3.7 \times 300}) + \frac{5.74}{536238.8^{0.9}})^2} = 0.013$$

Obteniendo las perdidas primarias y secundarias en función de la velocidad y utilizando Bernoulli (ver fórmula del acápite 1.3.2.3), obteniendo así una velocidad v=4.42m/s.

El caudal es el siguiente:

$$Q = V \times A = 4.42 \times \frac{\pi}{4}(0.30)^2 = 0.31\ \frac{m^3}{s}$$

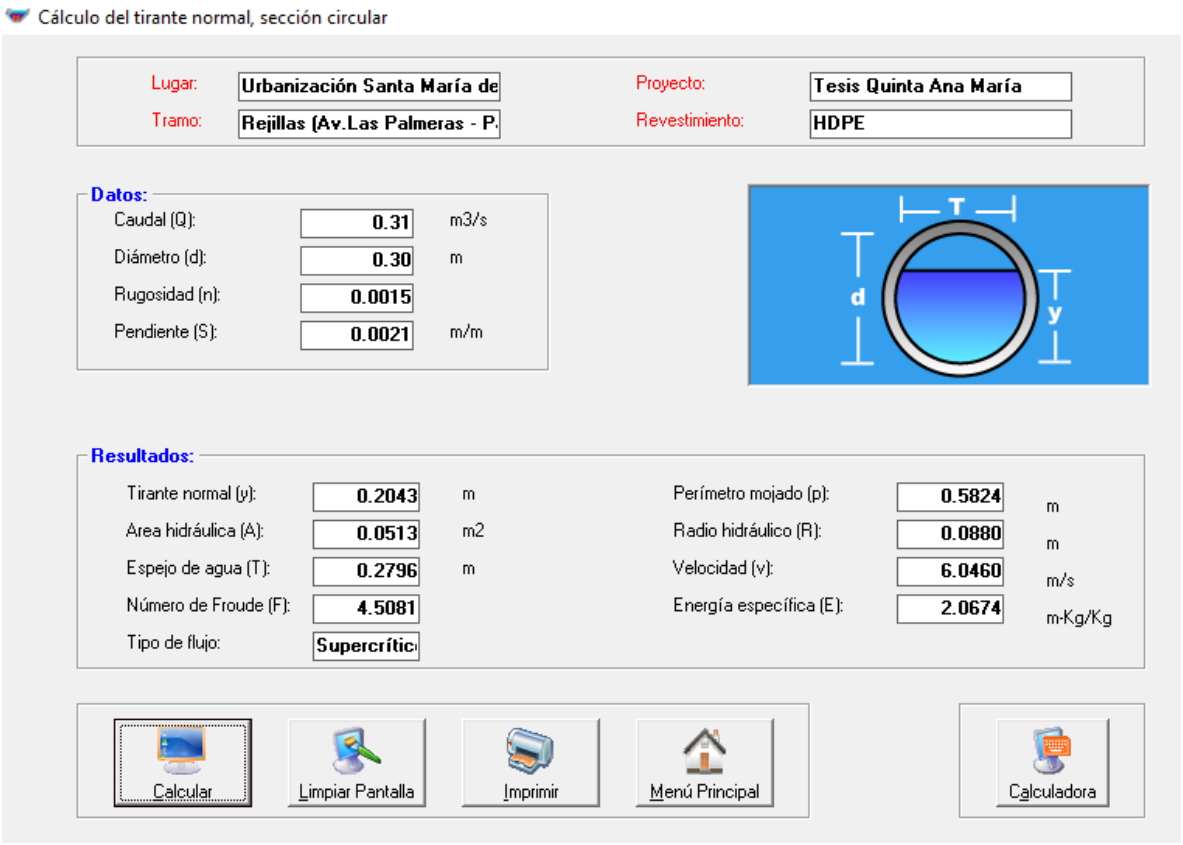
Ingresando el caudal, diámetro, rugosidad y pendiente al programa H CANALES, como podemos apreciar en la Figura *52*, comprobamos que el tirante es menor al 0.75 del diámetro de la tubería por lo que cumple para dicho diámetro.

$$D = 0.30\ metros$$

$$Tcritico = 0.75 \times 0.30 = 0.225 metros$$

$$T\ h\ canales = 0.2043\ metros$$

Figura 52. Cálculo de tirante desde las rejillas (Av. Las Palmeras) al Parque Juan Pablo II



4.2 Planteamiento del proyecto

Actualmente, la cuenca Quinta Ana María presenta severos problemas de inundación en las zonas más bajas, por lo cual, la población que se ve profundamente afectada solicita una inmediata solución a estos problemas.

A lo largo de la tesis se han propuesto diversas alternativas para erradicar estos problemas de inundación. De esta manera, para hacer este proyecto viable se propone estructurar este proyecto en 3 etapas de construcción (Tabla 27).

En la etapa 1, se propone iniciar con la construcción de los parques hídricos, donde se encuentra el parque Los Geranios, Juan Pablo II, Quinta Ana María I y Quinta Ana María II, los cuales son capaces de almacenar el agua de lluvia y reducir el caudal máximo en las zonas más bajas. Así como también, las franjas de pasto en las avenidas Los Tallanes, Av. Los Casuarinas y Av. Las Palmeras, las cuales tiene como función infiltrar el agua de lluvia.

En la etapa 2, se propone la construcción del estanque de retención ubicado en la Ribera, justo donde colinda con la Quinta Ana María, esto reduciría la escorrentía que va a la Quinta Ana María.

Tabla 27. Planteamiento del proyecto.

		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
SISTEMA	Construcción de obras de almacenamiento: Parques hídricos y franjas de pasto.			
	Construcción de estanque de retención en la Ribera			
	Construcción de estructuras de captación y conducción de las obras de almacenamiento hacia la cámara de bombeo 1 de la Quinta Ana María.			

.

Finalmente, el agua capturada por los parques se retendrá hasta que el nivel de agua producido por la precipitación baje y esta se pueda bombear hacia la primera cámara de Bombeo de la Quinta Ana María, conectando los parques hídricos y estanques de retención a la cisterna ubicada en la Quinta Ana María.

UNIVERSITAS • STUDIORUM •
• PIURENSIS

Conclusiones

- Del análisis de la topografía brindada por Google Earth Pro y de la evaluación in situ se identificó que existen tres cotas críticas donde llega a acumularse la escorrentía en la cuenca Quinta Ana María. La primera es el cuarto de bombas uno de la urbanización Quinta Ana María, la segunda es el canal existente entre las urbanizaciones la Ribera y Quinta Ana María, y por último, la intersección entre la calle Las Casuarinas y la Av. Los Tallanes frente a la urbanización El Golf.

- Se comprobó con el método racional y SCS, que el caudal proveniente de las urbanizaciones La Ribera y Los Geranios sumada a la que cae dentro de la urbanización Quinta Ana María no se ve abastecido por el drenaje pluvial ya existente en la urbanización Quinta Ana María, obteniendo caudales de 2.45 m^3/s proveniente de la subcuenca Los Geranios, 2.14 m^3/s proveniente de la subcuenca La Ribera y 1.35 m^3/s proveniente de la subcuenca QAM1.

- El mejoramiento del diseño propuesto cumple para un periodo de retorno de 25 años, debido a que, con este, se cubren intensidades de lluvia en eventos como el fenómeno del niño de 1982-1983 y 2017.

- Las Franjas de pasto propuestas son estructuras que almacenan y llegan a infiltrar 11562 m^3 de agua; y los parques además de ser usados como áreas de recreación, también retienen 23221 m^3 de agua. Esto evitaría las inundaciones en las edificaciones y un correcto funcionamiento del sistema de bombeo existente en la urbanización Quinta Ana María.

- Todas las estructuras se han diseñado para una tormenta de 500 minutos de duración. Después de alcanzar su límite permitido, se abrirán las compuertas hacia el cuarto de bombas uno de la urbanización Quinta Ana María.

- Dividir la cuenca en cuatro subcuencas, nos permite una mejor distribución del volumen total de la precipitación y la ación de estructuras que retengan e infiltren de acuerdo con esta distribución.

Recomendaciones

- Se debe buscar mantener las áreas verdes en parques y zanja, para ello es necesario respetar los estratos definidos en la tesis, ya que cada estrato aporta un porcentaje de infiltración de agua. Asimismo, evitar la erosión y el transporte de sedimentos a las estructuras aguas abajo.

- Este estudio propone una solución por medio de un drenaje pluvial de la Quinta Ana María hacia el río Piura por tal motivo para que este sea factible, es necesario ejecutar los proyectos que permitan regular el caudal que pasa por el río en la ciudad, así como defensas ribereñas desde la presa Los Ejidos hasta el puente Independencia.

- Es necesario concientizar a la población para que les dé el cuidado necesario a las estructuras de almacenamiento como parques hídricos y franjas de pasto.

- Para excluir las interrupciones del proyecto, se debe trabajar ligado a la entidad delegada de agua potable y alcantarillado, EPS GRAU, para la reubicación de tuberías y buzones; asimismo, con la entidad proveedora de energía eléctrica, ENOSA, para la reubicación de postes; y las distintas operadoras telefónicas, para la reubicación de las líneas.

- Se recomienda aplicar este estudio para un periodo de retorno de 25 años, ya que cumple para eventos como el FEN 1982-1983 y FEN Costero del 2017 que son 2 de nuestros eventos más significativos en los últimos 50 años. Asimismo, se deben tomar los valores de la data actualizada de las estaciones meteorológicas, para su correcto diseño.

- Se recomienda que en cada proyecto de drenaje pluvial se manejen los parques como alternativa de apoyo en zonas que se vean afectadas por las inundaciones.

- Designar una entidad que se encargue de la limpieza y el mantenimiento de los parques hídricos y las franjas de pasto.

Referencias bibliográficas

Ambiente, M. d. (2019). Nueva ley y reglamento de residuos sólidos. Obtenido de Nueva ley y reglamento de residuos sólidos: http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/

Autoridad Para la Reconstrucción con Cambios. (26 de Febrero de 2018). Autoridad Para la Reconstrucción con Cambios. Obtenido de https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2019/02/event-Tema-3-Intervenciones-de-Construccion-considerados-en-el-PIRCC.pdf

Ávila, N., Cardenas, J., & Gonzales, D. (2015). Universidad Católica de Colombia. Bogotá: Programa de especialización en recursos hídricos.

Banco Central de Reserva del Perú. (2017). Fen´meno El Niño. Obtenido de Reporte de Inflación. Marzo 2017: http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2017/marzo/ri-marzo-2017-recuadro-1.pdf

Cárdenas, E., Albiter, A., & Jaimes, J. (14 de Diciembre de 2016). Universidad Autónoma del estado de México. Obtenido de https://www.redalyc.org/jatsRepo/104/10450491009/10450491009.pdf

Castro, M. (2011). Pavimentos permeables como alternativa de drenaje urbano. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.

Castro, M., Barreto, C., & Talledo, J. (2013). Instalación del Servicio de Evacuación de Aguas Pluviales de la Micro cuenca de la Zona Industrial Antigua de Piura en la Av. Vice-Distrito y Provincia de Piura. Obtenido de Gerencia Regional de Infraestructura Piura: file:///C:/Users/Juan%20Jos%C3%A9/Downloads/Download%20(3).pdf

Cateriano, F., & Mechado, L. (2019). Diseño del drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWMM. Piura: Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura.

Cateriano, F., & Menacho, L. (2019). Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura. Piura: Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura.

Diario El Comercio. (08 de Octubre de 2019). Construcción de defensas ribereñas en Piura y Castilla inició sin supervisión de obra. Diario El Comercio, págs. 1-2.

efe verde. (13 de marzo de 2015). Obtenido de https://www.efeverde.com/noticias/alicante-parque-anti-inundaciones/

Farfán, S. R. (13 de Noviembre de 2019). Administrador de la Quinta Ana María. (M. Jacinto, & J. Bocanegra, Entrevistadores)

Farías, M. (2017). Área de hidrología Udep. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2183?locale-attribute=en

Farías, M. (2017). Caudal máximo. Piura: Universidad de Piura.

Farías, M., & Ruiz, M. (2018). Determinación de ecuación Intensidad-Duración-Frecuencia en presencia de ENSO y Niño Costero. Caso: ciudad de Piura. IEEE Conference, 1-2.

Galarza, E., & Kámiche, J. (2012). Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad. Obtenido de Cooperación Alemana al Desarrollo – Agencia de la GIZ en el Perú: https://www.apeseg.org.pe/wp-content/uploads/2019/02/2012_Impactos-del-FEN-en-la-econom%C3%ADa-regional-de-Piura-Lambayeque-y-La-Libertad.pdf

Gobierno Regional de Piura. (2018). Plan integral para el control de inundaciones y movimiento de masas y plan maestro de drenaje pluvial del área de los distritos de Piura, Castilla y Veintiséis de Octubre. Obtenido de Servicio de consultoría: https://www.regionpiura.gob.pe/documentos/consultoria2018.pdf

Google Earth. (2021). Mapa de ubicación. Google.

Hatheway, B. (22 de OCTUBRE de 2008). VENTANAS AL UNIVERSO. Obtenido de https://www.windows2universe.org/earth/climate/enso.html&edu=high&lang=sp

Hernández, M. (2018). Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Obtenido de Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3714/ICI_264.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hill, M. (1991). Operaciones unitarias en Ingeniería Química. 4° Edición.

Ingemecánica. (2006). Cálculo de instalaciones de bombeo de agua. Obtenido de https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html

Ingemecánica. (2018). Cálculo de instalaciones de bombeo de agua. Obtenido de https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html

Ingemecánica. (2018). Cálculo y diseño de instalaciones de fontanería. Obtenido de https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn208.html

Instituto del mar del Perú. (s.f.). Obtenido de http://imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I01750402000000000000

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). Instituto Nacional de Defensa Civil. Obtenido de http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00088601&expande=1

Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2016). Piura: Camino al desarrollo. Piura.

Ministerio del Ambiente. (2017). Desarrollo de sistemas de gestión de residuos sólidos en zonas priorizadas. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/desarrollo-de-sistemas-de-gestion-de-residuos-solidos-en-zonas-priorizadas/

Ministerio del Ambiente. (20 de Febrero de 2017). Residuos y áreas verdes. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-2.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-2.pdf

Ministerio del Ambiente. (s.f.). Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño. Obtenido de Boletín Técnico: http://met.igp.gob.pe/publicaciones/Divulgacion_PPR_El_Nino_IGP_201704.pdf

MINVU. (1996). Guía de diseño y especificaciones de elemenos urbanos de infraestructura de aguas de lluvia. Chile.

Norma OS. 060. (08 de Junio de 2006). Drenaje pluvial urbano. El Peruano.

Ochoa, J. (2013). El drenaje y su importancia para una ciudad sustentable. Obtenido de Trabajo presentado ante la Ilustre Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat: http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS_INCORPORACION/TI_JOSE_OCHOA.pdf

Organización Panamericana de Salud. (2005). Organización Panamericana de Salud. Obtenido de www.organizacionpanamericanadesalud.com

Rodríguez, J. (2013). Nuevas tendencias en la gestión del drenaje pluvial en una cuencia urbana (Trabajo de fin de máster). Obtenido de Universidad de la Rioja, servicio de publicaciones: https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000523.pdf

Rojas, P., & Humpiri, V. (2016). Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software SWMM (Tesis de ingeniero civil). Obtenido de Universidad Nacional el Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura: file:///C:/Users/Juan%20Jos%C3%A9/Downloads/Rojas_Naira_Paolo_Cesar_Humpiri_Pari_Vladimir_Humberto%20(1).pdf

rpp. (27 de marzo de 2017). Obtenido de https://rpp.pe/peru/piura/facebook-un-joven-y-su-unicornio-salvaron-a-una-nina-de-la-inundacion-en-piura-noticia-1039806?ref=rpp

SFPUC. (2010). SFPUC. Obtenido de https:/ /sfpuc.org/es/construction-contracts/design-guidelines-standards/stormwater-requirements

SIAPA. (2014). Alcantarillado Pluvial. Obtenido de http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_pluvial.pdf

Trapote, A., & Fernández, H. (2016). Técnicas de drenaje urbana. Alicante: Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales.

Universidad El Salvador. (Agosto de 2016). Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados. Obtenido de https://www.academia.edu/36877 e_25_Componentes_del_Alcantarillado_ Pluvial

Venkateswaran, K., MacClune, K., & Enríquez, M. (2017). El Niño Costero: Las inundaciones del 2017 en el Perú. Piura: Zurich.

Apéndices

Apéndice A - Porcentaje de áreas para cada subcuenca

Apéndice A1 - *Subcuenca QAM 1*

Área de la cuenca =	63102	m2
	0.0631	km2

Área de viviendas	m2
R7	14047
R8	4132
R9	3136
R10	3430
R11	4537
R14	9222
R31	1637
Total	38504

Área de jardines	m2
J6	1285
J7	966
J8	490
J9	476
J10	943
J18	191
J19	178
J20	214
J21	217
J22	959
J24	169
J25	28
J26	436
J27	873
J28	196
J29	72.8
J43	143
J44	262
J45	40.6
J46	18.8
J54	262
J55	1343
Total	9763.2

Área de calles	m2
Total	14834.8

A viviendas =	61.02	%
A jardines =	15.47	%
A calles =	23.51	%
A total =	100	%

Apéndice A2 – *Subcuenca QAM 2*

Área de la cuenca =	26120	m2
	0.0261	km2

Área de viviendas	m2
R12	1481
R13	3563
R30	7750
Total	12794

Área de jardines	m2
J3	1277
J4	2271
J5	1250
J47	1834
J48	403
Total	7035

Área de calles	m2
Total	6291

A viviendas =	48.98	%
A jardines =	26.93	%
A calles =	24.08	%
A total =	100	%

Apéndice A3 – *Subcuenca Los Geranios*

Área de la cuenca =	120994	m2
	0.121	km2

Área de viviendas	m2
R1	5018
R2	2782
R3	14347
R4	1558
R5	1419
R6	3864
R17	5684
R18	11765
R19	2697
R20	5152
R21	3614
R22	8276
R23	8494
Total	74670

Área de calles	m2
Total	29693.2

A viviendas =	61.71	%
A jardines =	13.75	%
A calles =	24.54	%
A total =	100	%

Área de jardines	m2
J2	7293
J11	1942
J12	155
J13	493
J14	79
J15	334
J16	1013
J17	529
J34	1452
J35	103
J36	318
J37	64.6
J38	2047
J39	57
J40	46.2
J41	468
J42	101
J49	26
J50	36.8
J51	46.9
J52	26.3
Total	16630.8

Apéndice A4 – *Subcuenca La Ribera*

Área de la cuenca =	121725	m2
	0.121725	km2

Área de viviendas	m2
R24	2612
R25	7152
R26	10144
R27	8509
R28	10062
R32	14399
Total	52878

Área de calles	m2
Total	48981.5

A viviendas =	43.44	%
A jardines =	16.32	%
A calles =	40.24	%
A total =	100	%

Área de jardines	m2
J1	4684
J11	1942
J21	217
J22	959
J23	810
J24	169
J25	28
J26	436
J27	873
J28	196
J32	118
J33	198
J43	143
J44	262
J45	40.6
J46	18.8
J53	587
J54	348
J55	155
J56	717
J57	4612
J58	1105
J59	946
Total	19865.5

Apéndice B – CN. Hietogramas de diseño y efectivos, Hidrograma resultante

Apéndice B1 – *Cálculo del número de curva (CN)*

- Cálculo del CN para la cuenca Los Geranios

	Incidencia (%)	**Tipo hidrológico**	**Uso de suelo**	**CN (II)**
Suelo 1	61.71	B	Residencia con 65% de porcentaje promedio impermeable	85
Suelo 2	13.75	B	Áreas verdes con condiciones aceptables cubierta de pasto	69
Suelo 3	24.54	B	Calles y carreteras pavimentados con alcantarillado	98
			CN (II)	**85.99**

- Cálculo del CN para la cuenca La Ribera

	Incidencia (%)	**Tipo hidrológico**	**Uso de Suelo**	**CN (II)**
Suelo 1	43.44	B	Residencia con 65% de porcentaje promedio impermeable	85
Suelo 2	16.32	B	Áreas verdes con condiciones aceptables cubierta de pasto	69
Suelo 3	40.24	B	Calles y carreteras pavimentados con alcantarillado	98
			CN (II)	**87.62**

- Cálculo del CN para la cuenca QAM1

	Incidencia (%)	**Tipo hidrológico**	**Uso de Suelo**	**CN (II)**
Suelo 1	61.02	B	Residencia con 65% de porcentaje promedio impermeable	85
Suelo 2	15.47	B	Áreas verdes con condiciones aceptables cubierta de pasto	69
Suelo 3	23.51	B	Calles y carreteras pavimentados con alcantarillado	98
			CN (II)	**85.58**

- Cálculo del CN para la cuenca QAM2

	Incidencia (%)	**Tipo hidrológico**	**Uso de Suelo**	**CN (II)**
Suelo 1	19.31	B	Residencia con 65% de porcentaje promedio impermeable	85
Suelo 2	26.93	B	Áreas verdes con condiciones aceptables cubierta de pasto	69
Suelo 3	53.76	B	Calles y carreteras pavimentados con alcantarillado	98
			CN (II)	**87.68**

Apéndice B2 – *Hietograma Tr = 10 años, subcuenca Los Geranios.*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)
0	10	0.3480	2.0878	0.3480	0.3480	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
10	20	0.3670	2.2022	0.7150	0.7150	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
20	30	0.3880	2.3282	1.1030	1.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
30	40	0.4113	2.4676	1.5143	1.5143	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
40	50	0.4371	2.6223	1.9514	1.9514	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
50	60	0.4658	2.7950	2.4172	2.4172	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
60	70	0.4981	2.9887	2.9153	2.9153	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
70	80	0.5345	3.2070	3.4498	3.4498	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
80	90	0.5758	3.4546	4.0256	3.5982	0.4174	0.0099	0.0099	0.059
90	100	0.6229	3.7372	4.6484	3.5982	0.9923	0.0579	0.0480	0.288
100	110	0.6770	4.0622	5.3255	3.5982	1.5760	0.1513	0.0934	0.560
110	120	0.7398	4.4389	6.0653	3.5982	2.1696	0.2975	0.1462	0.877
120	130	0.8132	4.8795	6.8786	3.5982	2.7745	0.5059	0.2084	1.250
130	140	0.9000	5.3999	7.7785	3.5982	3.3921	0.7882	0.2823	1.694
140	150	1.0036	6.0216	8.7821	3.5982	4.0244	1.1596	0.3714	2.228
150	160	1.1290	6.7741	9.9111	3.5982	4.6732	1.6398	0.4802	2.881
160	170	1.2831	7.6984	11.1942	3.5982	5.3410	2.2550	0.6152	3.691
170	180	1.4756	8.8538	12.6698	3.5982	6.0307	3.0409	0.7859	4.715
180	190	1.7212	10.3274	14.3911	3.5982	6.7460	4.0469	1.0060	6.036
190	200	2.0422	12.2534	16.4333	3.5982	7.4909	5.3442	1.2973	7.784
200	210	2.4743	14.8459	18.9076	3.5982	8.2711	7.0383	1.6941	10.165
210	220	3.0776	18.4656	21.9852	3.5982	9.0934	9.2936	2.2553	13.532
220	230	3.9601	23.7607	25.9454	3.5982	9.9669	12.3802	3.0866	18.520
230	240	5.3330	31.9979	31.2783	3.5982	10.9039	16.7762	4.3960	26.376
240	250	7.6576	45.9457	38.9360	3.5982	11.9216	23.4162	6.6400	39.840
250	260	9.4881	56.9287	48.4241	3.5982	12.8383	31.9876	8.5714	51.428
260	270	6.3293	37.9759	54.7534	3.5982	13.3100	37.8452	5.8577	35.146
270	280	4.5652	27.3911	59.3186	3.5982	13.5999	42.1205	4.2753	25.652
280	290	3.4742	20.8452	62.7928	3.5982	13.7975	45.3970	3.2766	19.659
290	300	2.7493	16.4961	65.5421	3.5982	13.9418	48.0022	2.6051	15.631
300	310	2.2414	13.4484	67.7835	3.5982	14.0522	50.1331	2.1309	12.786
310	320	1.8705	11.2229	69.6540	3.5982	14.1399	51.9159	1.7828	10.697
320	330	1.5906	9.5438	71.2447	3.5982	14.2114	53.4350	1.5191	9.115
330	340	1.3738	8.2426	72.6184	3.5982	14.2711	54.7491	1.3141	7.885
340	350	1.2019	7.2116	73.8204	3.5982	14.3218	55.9004	1.1512	6.907

350	360	1.0632	6.3793	74.8836	3.5982	14.3655	56.9199	1.0195	6.117
360	370	0.9494	5.6965	75.8330	3.5982	14.4036	57.8312	0.9113	5.468
370	380	0.8548	5.1285	76.6877	3.5982	14.4373	58.6522	0.8211	4.927
380	390	0.7751	4.6503	77.4628	3.5982	14.4673	59.3973	0.7451	4.470
390	400	0.7072	4.2435	78.1700	3.5982	14.4942	60.0776	0.6803	4.082
400	410	0.6490	3.8939	78.8190	3.5982	14.5185	60.7023	0.6246	3.748
410	420	0.5985	3.5911	79.4175	3.5982	14.5407	61.2786	0.5764	3.458
420	430	0.5545	3.3268	79.9720	3.5982	14.5610	61.8128	0.5342	3.205
430	440	0.5157	3.0945	80.4877	3.5982	14.5796	62.3099	0.4971	2.983
440	450	0.4815	2.8890	80.9693	3.5982	14.5968	62.7742	0.4643	2.786
450	460	0.4510	2.7063	81.4203	3.5982	14.6128	63.2093	0.4351	2.610
460	470	0.4238	2.5429	81.8441	3.5982	14.6277	63.6182	0.4089	2.454
470	480	0.3993	2.3961	82.2435	3.5982	14.6416	64.0037	0.3855	2.313
480	490	0.3773	2.2636	82.6207	3.5982	14.6546	64.3679	0.3642	2.185
490	500	0.3573	2.1436	82.9780	3.5982	14.6669	64.7129	0.3450	2.070

Apéndice B3 – *Hietograma Tr = 25 años, subcuenca Los Geranios.*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.5746	3.4479	0.5746	0.5746	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.448
10	20	0.6061	3.6368	1.1808	1.1808	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.637
20	30	0.6408	3.8449	1.8216	1.8216	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.845
30	40	0.6792	4.0750	2.5007	2.5007	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.075
40	50	0.7218	4.3306	3.2225	3.2225	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.331
50	60	0.7693	4.6158	3.9918	3.5982	0.3852	0.0084	0.0084	0.051	4.565
60	70	0.8226	4.9356	4.8144	3.5982	1.1392	0.0770	0.0686	0.412	4.524
70	80	0.8827	5.2961	5.6971	3.5982	1.8796	0.2193	0.1423	0.854	4.443
80	90	0.9508	5.7050	6.6480	3.5982	2.6077	0.4420	0.2228	1.337	4.368
90	100	1.0286	6.1718	7.6766	3.5982	3.3247	0.7537	0.3116	1.870	4.302
100	110	1.1181	6.7085	8.7947	3.5982	4.0319	1.1646	0.4109	2.465	4.243
110	120	1.2218	7.3306	10.0164	3.5982	4.7306	1.6876	0.5231	3.138	4.192
120	130	1.3430	8.0581	11.3595	3.5982	5.4222	2.3391	0.6515	3.909	4.149
130	140	1.4863	8.9175	12.8457	3.5982	6.1080	3.1395	0.8004	4.803	4.115
140	150	1.6574	9.9443	14.5031	3.5982	6.7895	4.1153	0.9758	5.855	4.089
150	160	1.8645	11.1869	16.3676	3.5982	7.4685	5.3009	1.1855	7.113	4.074
160	170	2.1189	12.7134	18.4865	3.5982	8.1466	6.7417	1.4408	8.645	4.069
170	180	2.4369	14.6214	20.9234	3.5982	8.8259	8.4993	1.7576	10.546	4.076
180	190	2.8425	17.0551	23.7659	3.5982	9.5086	10.6590	2.1598	12.959	4.096
190	200	3.3726	20.2357	27.1385	3.5982	10.1975	13.3428	2.6838	16.103	4.133
200	210	4.0862	24.5170	31.2247	3.5982	10.8956	16.7309	3.3881	20.328	4.189
210	220	5.0824	30.4947	36.3071	3.5982	11.6069	21.1020	4.3712	26.227	4.268
220	230	6.5399	39.2392	42.8470	3.5982	12.3363	26.9125	5.8105	34.863	4.376
230	240	8.8070	52.8423	51.6540	3.5982	13.0903	34.9655	8.0530	48.318	4.524

240	250	12.6460	75.8762	64.3001	3.5982	13.8779	46.8240	11.8585	71.151	4.725
250	260	15.6690	94.0138	79.9690	3.5982	14.5609	61.8100	14.9860	89.916	4.098
260	270	10.4524	62.7146	90.4215	3.5982	14.9029	71.9203	10.1104	60.662	2.052
270	280	7.5391	45.2346	97.9606	3.5982	15.1101	79.2522	7.3319	43.991	1.243
280	290	5.7374	34.4244	103.6980	3.5982	15.2501	84.8496	5.5974	33.585	0.840
290	300	4.5403	27.2421	108.2383	3.5982	15.3516	89.2885	4.4389	26.633	0.609
300	310	3.7015	22.2090	111.9398	3.5982	15.4289	92.9127	3.6242	21.745	0.464
310	320	3.0890	18.5339	115.0288	3.5982	15.4901	95.9405	3.0278	18.167	0.367
320	330	2.6268	15.7610	117.6556	3.5982	15.5398	98.5176	2.5771	15.462	0.299
330	340	2.2687	13.6121	119.9243	3.5982	15.5812	100.7449	2.2273	13.364	0.248
340	350	1.9849	11.9095	121.9092	3.5982	15.6163	102.6947	1.9498	11.699	0.211
350	360	1.7558	10.5349	123.6650	3.5982	15.6465	104.4203	1.7256	10.354	0.181
360	370	1.5679	9.4073	125.2329	3.5982	15.6728	105.9619	1.5416	9.249	0.158
370	380	1.4116	8.4694	126.6445	3.5982	15.6961	107.3502	1.3884	8.330	0.139
380	390	1.2800	7.6797	127.9244	3.5982	15.7167	108.6095	1.2593	7.556	0.124
390	400	1.1680	7.0078	129.0924	3.5982	15.7352	109.7590	1.1494	6.897	0.111
400	410	1.0718	6.4305	130.1641	3.5982	15.7519	110.8140	1.0550	6.330	0.100
410	420	0.9884	5.9305	131.1526	3.5982	15.7671	111.7872	0.9732	5.839	0.091
420	430	0.9157	5.4940	132.0682	3.5982	15.7810	112.6890	0.9018	5.411	0.083
430	440	0.8517	5.1103	132.9200	3.5982	15.7938	113.5279	0.8389	5.034	0.077
440	450	0.7952	4.7710	133.7151	3.5982	15.8056	114.3113	0.7834	4.700	0.071
450	460	0.7449	4.4692	134.4600	3.5982	15.8165	115.0452	0.7339	4.404	0.066
460	470	0.6999	4.1994	135.1599	3.5982	15.8267	115.7350	0.6897	4.138	0.061
470	480	0.6595	3.9570	135.8194	3.5982	15.8362	116.3850	0.6500	3.900	0.057
480	490	0.6230	3.7382	136.4424	3.5982	15.8451	116.9991	0.6141	3.685	0.053
490	500	0.5900	3.5401	137.0324	3.5982	15.8535	117.5808	0.5817	3.490	0.050

Apéndice B4 – *Hietograma Tr = 50 años, subcuenca Los Geranios.*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.7461	4.4767	0.7461	0.7461	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.477
10	20	0.7870	4.7220	1.5331	1.5331	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.722
20	30	0.8320	4.9922	2.3651	2.3651	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.992
30	40	0.8818	5.2910	3.2470	3.2470	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	5.291
40	50	0.9371	5.6229	4.1841	3.5982	0.5674	0.0185	0.0185	0.111	5.512
50	60	0.9989	5.9932	5.1830	3.5982	1.4565	0.1283	0.1098	0.659	5.334
60	70	1.0681	6.4084	6.2511	3.5982	2.3119	0.3409	0.2126	1.276	5.133
70	80	1.1461	6.8765	7.3971	3.5982	3.1366	0.6623	0.3214	1.928	4.948
80	90	1.2346	7.4074	8.6317	3.5982	3.9331	1.1004	0.4381	2.628	4.779
90	100	1.3356	8.0135	9.9673	3.5982	4.7039	1.6652	0.5648	3.389	4.624
100	110	1.4517	8.7103	11.4190	3.5982	5.4512	2.3696	0.7044	4.227	4.484
110	120	1.5863	9.5181	13.0054	3.5982	6.1772	3.2299	0.8603	5.162	4.356
120	130	1.7438	10.4627	14.7491	3.5982	6.8841	4.2668	1.0369	6.221	4.241
130	140	1.9298	11.5785	16.6789	3.5982	7.5739	5.5068	1.2399	7.440	4.139
140	150	2.1519	12.9116	18.8308	3.5982	8.2487	6.9840	1.4772	8.863	4.048
150	160	2.4209	14.5251	21.2517	3.5982	8.9103	8.7431	1.7592	10.555	3.970
160	170	2.7512	16.5071	24.0029	3.5982	9.5610	10.8437	2.1005	12.603	3.904
170	180	3.1641	18.9844	27.1669	3.5982	10.2028	13.3659	2.5223	15.134	3.851
180	190	3.6907	22.1443	30.8577	3.5982	10.8380	16.4214	3.0555	18.333	3.811
190	200	4.3790	26.2740	35.2367	3.5982	11.4692	20.1693	3.7479	22.487	3.787
200	210	5.3055	31.8329	40.5421	3.5982	12.0990	24.8449	4.6756	28.054	3.779
210	220	6.5990	39.5943	47.1412	3.5982	12.7309	30.8121	5.9672	35.803	3.791
220	230	8.4914	50.9483	55.6326	3.5982	13.3687	38.6656	7.8535	47.121	3.827
230	240	11.4351	68.6104	67.0676	3.5982	14.0176	49.4518	10.7862	64.717	3.893

240	250	16.4196	98.5177	83.4872	3.5982	14.6842	65.2049	15.7531	94.518	3.999
250	260	20.3446	122.0676	103.8318	3.5982	15.2532	84.9804	19.7755	118.653	3.414
260	270	13.5715	81.4287	117.4033	3.5982	15.5351	98.2700	13.2895	79.737	1.692
270	280	9.7888	58.7326	127.1921	3.5982	15.7049	107.8889	9.6190	57.714	1.019
280	290	7.4494	44.6967	134.6415	3.5982	15.8192	115.2241	7.3352	44.011	0.686
290	300	5.8952	35.3712	140.5367	3.5982	15.9018	121.0367	5.8126	34.875	0.496
300	310	4.8060	28.8362	145.3428	3.5982	15.9647	125.7799	4.7432	28.459	0.377
310	320	4.0107	24.0645	149.3535	3.5982	16.0143	129.7410	3.9611	23.767	0.298
320	330	3.4107	20.4641	152.7642	3.5982	16.0547	133.1113	3.3703	20.222	0.242
330	340	2.9457	17.6739	155.7098	3.5982	16.0882	136.0234	2.9121	17.473	0.201
340	350	2.5772	15.4632	158.2870	3.5982	16.1166	138.5722	2.5488	15.293	0.170
350	360	2.2798	13.6785	160.5668	3.5982	16.1410	140.8276	2.2553	13.532	0.147
360	370	2.0357	12.2144	162.6025	3.5982	16.1623	142.8420	2.0145	12.087	0.128
370	380	1.8328	10.9966	164.4353	3.5982	16.1810	144.6561	1.8140	10.884	0.112
380	390	1.6619	9.9713	166.0972	3.5982	16.1977	146.3013	1.6452	9.871	0.100
390	400	1.5165	9.0989	167.6137	3.5982	16.2126	147.8028	1.5015	9.009	0.090
400	410	1.3916	8.3494	169.0052	3.5982	16.2261	149.1809	1.3781	8.268	0.081
410	420	1.2834	7.7002	170.2886	3.5982	16.2384	150.4520	1.2711	7.627	0.074
420	430	1.1889	7.1334	171.4775	3.5982	16.2496	151.6297	1.1777	7.066	0.067
430	440	1.1059	6.6353	172.5834	3.5982	16.2599	152.7253	1.0956	6.573	0.062
440	450	1.0325	6.1947	173.6158	3.5982	16.2694	153.7482	1.0229	6.138	0.057
450	460	0.9671	5.8029	174.5830	3.5982	16.2782	154.7065	0.9583	5.750	0.053
460	470	0.9087	5.4525	175.4917	3.5982	16.2864	155.6071	0.9006	5.403	0.049
470	480	0.8563	5.1378	176.3480	3.5982	16.2941	156.4557	0.8486	5.092	0.046
480	490	0.8090	4.8537	177.1570	3.5982	16.3012	157.2575	0.8018	4.811	0.043
490	500	0.7661	4.5964	177.9231	3.5982	16.3080	158.0169	0.7593	4.556	0.040

Apéndice B5 – *Hietograma Tr = 10 años, subcuenca La Ribera*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.3480	2.0878	0.3480	0.3480	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.088
10	20	0.3670	2.2022	0.7150	0.7150	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.202
20	30	0.3880	2.3282	1.1030	1.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.328
30	40	0.4113	2.4676	1.5143	1.5143	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.468
40	50	0.4371	2.6223	1.9514	1.9514	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.622
50	60	0.4658	2.7950	2.4172	2.4172	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.795
60	70	0.4981	2.9887	2.9153	2.9153	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.989
70	80	0.5345	3.2070	3.4498	3.1207	0.3223	0.0068	0.0068	0.041	3.166
80	90	0.5758	3.4546	4.0256	3.1207	0.8553	0.0496	0.0428	0.257	3.198
90	100	0.6229	3.7372	4.6484	3.1207	1.3915	0.1362	0.0866	0.520	3.217
100	110	0.6770	4.0622	5.3255	3.1207	1.9318	0.2730	0.1367	0.820	3.242
110	120	0.7398	4.4389	6.0653	3.1207	2.4771	0.4675	0.1945	1.167	3.272
120	130	0.8132	4.8795	6.8786	3.1207	3.0285	0.7294	0.2619	1.571	3.308
130	140	0.9000	5.3999	7.7785	3.1207	3.5871	1.0708	0.3414	2.048	3.351
140	150	1.0036	6.0216	8.7821	3.1207	4.1542	1.5073	0.4365	2.619	3.403
150	160	1.1290	6.7741	9.9111	3.1207	4.7314	2.0590	0.5518	3.311	3.463
160	170	1.2831	7.6984	11.1942	3.1207	5.3206	2.7529	0.6939	4.163	3.535
170	180	1.4756	8.8538	12.6698	3.1207	5.9238	3.6253	0.8724	5.234	3.620
180	190	1.7212	10.3274	14.3911	3.1207	6.5438	4.7266	1.1013	6.608	3.720
190	200	2.0422	12.2534	16.4333	3.1207	7.1837	6.1290	1.4024	8.414	3.839
200	210	2.4743	14.8459	18.9076	3.1207	7.8474	7.9396	1.8106	10.864	3.982
210	220	3.0776	18.4656	21.9852	3.1207	8.5399	10.3246	2.3851	14.310	4.155
220	230	3.9601	23.7607	25.9454	3.1207	9.2678	13.5568	3.2322	19.393	4.368
230	240	5.3330	31.9979	31.2783	3.1207	10.0399	18.1177	4.5609	27.365	4.633

240	250	7.6576	45.9457	38.9360	3.1207	10.8685	24.9468	6.8290	40.974	4.971
250	260	9.4881	56.9287	48.4241	3.1207	11.6061	33.6972	8.7505	52.503	4.426
260	270	6.3293	37.9759	54.7534	3.1207	11.9824	39.6503	5.9530	35.718	2.258
270	280	4.5652	27.3911	59.3186	3.1207	12.2127	43.9852	4.3350	26.010	1.381
280	290	3.4742	20.8452	62.7928	3.1207	12.3692	47.3029	3.3177	19.906	0.939
290	300	2.7493	16.4961	65.5421	3.1207	12.4831	49.9383	2.6354	15.812	0.684
300	310	2.2414	13.4484	67.7835	3.1207	12.5703	52.0926	2.1543	12.926	0.523
310	320	1.8705	11.2229	69.6540	3.1207	12.6393	53.8940	1.8014	10.808	0.414
320	330	1.5906	9.5438	71.2447	3.1207	12.6957	55.4283	1.5343	9.206	0.338
330	340	1.3738	8.2426	72.6184	3.1207	12.7426	56.7551	1.3268	7.961	0.282
340	350	1.2019	7.2116	73.8204	3.1207	12.7824	57.9172	1.1621	6.973	0.239
350	360	1.0632	6.3793	74.8836	3.1207	12.8168	58.9461	1.0289	6.173	0.206
360	370	0.9494	5.6965	75.8330	3.1207	12.8467	59.8655	0.9195	5.517	0.180
370	380	0.8548	5.1285	76.6877	3.1207	12.8732	60.6939	0.8283	4.970	0.159
380	390	0.7751	4.6503	77.4628	3.1207	12.8967	61.4454	0.7515	4.509	0.141
390	400	0.7072	4.2435	78.1700	3.1207	12.9178	62.1315	0.6861	4.117	0.127
400	410	0.6490	3.8939	78.8190	3.1207	12.9369	62.7614	0.6299	3.779	0.115
410	420	0.5985	3.5911	79.4175	3.1207	12.9543	63.3426	0.5812	3.487	0.104
420	430	0.5545	3.3268	79.9720	3.1207	12.9701	63.8811	0.5386	3.231	0.095
430	440	0.5157	3.0945	80.4877	3.1207	12.9848	64.3823	0.5011	3.007	0.088
440	450	0.4815	2.8890	80.9693	3.1207	12.9982	64.8503	0.4680	2.808	0.081
450	460	0.4510	2.7063	81.4203	3.1207	13.0108	65.2888	0.4385	2.631	0.075
460	470	0.4238	2.5429	81.8441	3.1207	13.0224	65.7010	0.4122	2.473	0.070
470	480	0.3993	2.3961	82.2435	3.1207	13.0333	66.0895	0.3885	2.331	0.065
480	490	0.3773	2.2636	82.6207	3.1207	13.0435	66.4565	0.3671	2.202	0.061
490	500	0.3573	2.1436	82.9780	3.1207	13.0531	66.8042	0.3477	2.086	0.057

Apéndice B6 – *Hietograma Tr = 25 años, subcuenca La Ribera*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.5746	3.4479	0.5746	0.5746	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.448
10	20	0.6061	3.6368	1.1808	1.1808	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.637
20	30	0.6408	3.8449	1.8216	1.8216	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.845
30	40	0.6792	4.0750	2.5007	2.5007	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.075
40	50	0.7218	4.3306	3.2225	3.1207	0.1012	0.0007	0.0007	0.004	4.327
50	60	0.7693	4.6158	3.9918	3.1207	0.8251	0.0461	0.0454	0.272	4.343
60	70	0.8226	4.9356	4.8144	3.1207	1.5279	0.1658	0.1198	0.719	4.217
70	80	0.8827	5.2961	5.6971	3.1207	2.2113	0.3651	0.1993	1.196	4.100
80	90	0.9508	5.7050	6.6480	3.1207	2.8769	0.6503	0.2852	1.711	3.994
90	100	1.0286	6.1718	7.6766	3.1207	3.5263	1.0296	0.3793	2.276	3.896
100	110	1.1181	6.7085	8.7947	3.1207	4.1609	1.5130	0.4835	2.901	3.808
110	120	1.2218	7.3306	10.0164	3.1207	4.7823	2.1135	0.6004	3.602	3.728
120	130	1.3430	8.0581	11.3595	3.1207	5.3918	2.8469	0.7335	4.401	3.657
130	140	1.4863	8.9175	12.8457	3.1207	5.9910	3.7340	0.8870	5.322	3.595
140	150	1.6574	9.9443	14.5031	3.1207	6.5814	4.8010	1.0670	6.402	3.542
150	160	1.8645	11.1869	16.3676	3.1207	7.1645	6.0824	1.2814	7.689	3.498
160	170	2.1189	12.7134	18.4865	3.1207	7.7419	7.6239	1.5415	9.249	3.464
170	180	2.4369	14.6214	20.9234	3.1207	8.3154	9.4873	1.8634	11.180	3.441
180	190	2.8425	17.0551	23.7659	3.1207	8.8869	11.7583	2.2710	13.626	3.429
190	200	3.3726	20.2357	27.1385	3.1207	9.4586	14.5592	2.8009	16.805	3.430
200	210	4.0862	24.5170	31.2247	3.1207	10.0331	18.0709	3.5117	21.070	3.447
210	220	5.0824	30.4947	36.3071	3.1207	10.6134	22.5730	4.5022	27.013	3.482
220	230	6.5399	39.2392	42.8470	3.1207	11.2032	28.5231	5.9500	35.700	3.539
230	240	8.8070	52.8423	51.6540	3.1207	11.8074	36.7259	8.2028	49.217	3.625
240	250	12.6460	75.8762	64.3001	3.1207	12.4326	48.7467	12.0208	72.125	3.751
250	260	15.6690	94.0138	79.9690	3.1207	12.9701	63.8783	15.1316	90.789	3.224
260	270	10.4524	62.7146	90.4215	3.1207	13.2376	74.0632	10.1849	61.110	1.605
270	280	7.5391	45.2346	97.9606	3.1207	13.3991	81.4408	7.3776	44.266	0.969

280	290	5.7374	34.4244	103.6980	3.1207	13.5079	87.0693	5.6285	33.771	0.653
290	300	4.5403	27.2421	108.2383	3.1207	13.5867	91.5309	4.4615	26.769	0.473
300	310	3.7015	22.2090	111.9398	3.1207	13.6467	95.1724	3.6415	21.849	0.360
310	320	3.0890	18.5339	115.0288	3.1207	13.6941	98.2139	3.0416	18.250	0.284
320	330	2.6268	15.7610	117.6556	3.1207	13.7327	100.8022	2.5883	15.530	0.231
330	340	2.2687	13.6121	119.9243	3.1207	13.7647	103.0389	2.2366	13.420	0.192
340	350	1.9849	11.9095	121.9092	3.1207	13.7919	104.9966	1.9578	11.747	0.163
350	360	1.7558	10.5349	123.6650	3.1207	13.8153	106.7291	1.7325	10.395	0.140
360	370	1.5679	9.4073	125.2329	3.1207	13.8356	108.2766	1.5475	9.285	0.122
370	380	1.4116	8.4694	126.6445	3.1207	13.8536	109.6702	1.3936	8.362	0.108
380	390	1.2800	7.6797	127.9244	3.1207	13.8695	110.9342	1.2640	7.584	0.096
390	400	1.1680	7.0078	129.0924	3.1207	13.8838	112.0879	1.1537	6.922	0.086
400	410	1.0718	6.4305	130.1641	3.1207	13.8967	113.1467	1.0588	6.353	0.078
410	420	0.9884	5.9305	131.1526	3.1207	13.9085	114.1234	0.9767	5.860	0.070
420	430	0.9157	5.4940	132.0682	3.1207	13.9192	115.0283	0.9049	5.430	0.064
430	440	0.8517	5.1103	132.9200	3.1207	13.9291	115.8702	0.8419	5.051	0.059
440	450	0.7952	4.7710	133.7151	3.1207	13.9382	116.6562	0.7861	4.716	0.055
450	460	0.7449	4.4692	134.4600	3.1207	13.9466	117.3927	0.7364	4.419	0.051
460	470	0.6999	4.1994	135.1599	3.1207	13.9545	118.0847	0.6920	4.152	0.047
470	480	0.6595	3.9570	135.8194	3.1207	13.9618	118.7369	0.6522	3.913	0.044
480	490	0.6230	3.7382	136.4424	3.1207	13.9687	119.3530	0.6162	3.697	0.041
490	500	0.5900	3.5401	137.0324	3.1207	13.9751	119.9366	0.5836	3.501	0.039

Apéndice B7 – *Hietograma Tr = 50 años, subcuenca La Ribera*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.7461	4.4767	0.7461	0.7461	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.477
10	20	0.7870	4.7220	1.5331	1.5331	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.722
20	30	0.8320	4.9922	2.3651	2.3651	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.992
30	40	0.8818	5.2910	3.2470	3.1207	0.1253	0.0010	0.0010	0.006	5.285
40	50	0.9371	5.6229	4.1841	3.1207	0.9956	0.0678	0.0668	0.401	5.222
50	60	0.9989	5.9932	5.1830	3.1207	1.8215	0.2407	0.1729	1.037	4.956
60	70	1.0681	6.4084	6.2511	3.1207	2.6073	0.5231	0.2823	1.694	4.714
70	80	1.1461	6.8765	7.3971	3.1207	3.3565	0.9199	0.3968	2.381	4.495
80	90	1.2346	7.4074	8.6317	3.1207	4.0726	1.4384	0.5185	3.111	4.297
90	100	1.3356	8.0135	9.9673	3.1207	4.7586	2.0880	0.6496	3.898	4.116
100	110	1.4517	8.7103	11.4190	3.1207	5.4173	2.8810	0.7930	4.758	3.952
110	120	1.5863	9.5181	13.0054	3.1207	6.0513	3.8334	0.9524	5.714	3.804
120	130	1.7438	10.4627	14.7491	3.1207	6.6629	4.9655	1.1321	6.793	3.670
130	140	1.9298	11.5785	16.6789	3.1207	7.2546	6.3036	1.3381	8.029	3.550
140	150	2.1519	12.9116	18.8308	3.1207	7.8283	7.8818	1.5782	9.469	3.443
150	160	2.4209	14.5251	21.2517	3.1207	8.3863	9.7447	1.8629	11.177	3.348
160	170	2.7512	16.5071	24.0029	3.1207	8.9305	11.9517	2.2070	13.242	3.265
170	180	3.1641	18.9844	27.1669	3.1207	9.4630	14.5832	2.6316	15.789	3.195
180	190	3.6907	22.1443	30.8577	3.1207	9.9859	17.7510	3.1678	19.007	3.137
190	200	4.3790	26.2740	35.2367	3.1207	10.5014	21.6145	3.8635	23.181	3.093
200	210	5.3055	31.8329	40.5421	3.1207	11.0119	26.4095	4.7950	28.770	3.063
210	220	6.5990	39.5943	47.1412	3.1207	11.5201	32.5004	6.0909	36.545	3.049
220	230	8.4914	50.9483	55.6326	3.1207	12.0292	40.4827	7.9823	47.894	3.054
230	240	11.4351	68.6104	67.0676	3.1207	12.5430	51.4040	10.9213	65.528	3.083

240	250	16.4196	98.5177	83.4872	3.1207	13.0666	67.2999	15.8960	95.376	3.142
250	260	20.3446	122.0676	103.8318	3.1207	13.5103	87.2008	19.9009	119.405	2.662
260	270	13.5715	81.4287	117.4033	3.1207	13.7291	100.5535	13.3527	80.116	1.312
270	280	9.7888	58.7326	127.1921	3.1207	13.8604	110.2109	9.6574	57.944	0.788
280	290	7.4494	44.6967	134.6415	3.1207	13.9487	117.5721	7.3612	44.167	0.530
290	300	5.8952	35.3712	140.5367	3.1207	14.0124	123.4036	5.8314	34.989	0.383
300	310	4.8060	28.8362	145.3428	3.1207	14.0609	128.1612	4.7576	28.546	0.291
310	320	4.0107	24.0645	149.3535	3.1207	14.0991	132.1337	3.9725	23.835	0.229
320	330	3.4107	20.4641	152.7642	3.1207	14.1302	135.5133	3.3796	20.278	0.186
330	340	2.9457	17.6739	155.7098	3.1207	14.1560	138.4331	2.9199	17.519	0.155
340	350	2.5772	15.4632	158.2870	3.1207	14.1778	140.9885	2.5554	15.332	0.131
350	360	2.2798	13.6785	160.5668	3.1207	14.1966	143.2495	2.2610	13.566	0.113
360	370	2.0357	12.2144	162.6025	3.1207	14.2130	145.2689	2.0194	12.116	0.098
370	380	1.8328	10.9966	164.4353	3.1207	14.2274	147.0872	1.8184	10.910	0.086
380	390	1.6619	9.9713	166.0972	3.1207	14.2402	148.7363	1.6491	9.895	0.077
390	400	1.5165	9.0989	167.6137	3.1207	14.2517	150.2413	1.5050	9.030	0.069
400	410	1.3916	8.3494	169.0052	3.1207	14.2620	151.6225	1.3812	8.287	0.062
410	420	1.2834	7.7002	170.2886	3.1207	14.2714	152.8965	1.2739	7.644	0.057
420	430	1.1889	7.1334	171.4775	3.1207	14.2800	154.0767	1.1803	7.082	0.052
430	440	1.1059	6.6353	172.5834	3.1207	14.2880	155.1747	1.0980	6.588	0.047
440	450	1.0325	6.1947	173.6158	3.1207	14.2953	156.1999	1.0252	6.151	0.044
450	460	0.9671	5.8029	174.5830	3.1207	14.3020	157.1603	0.9604	5.762	0.041
460	470	0.9087	5.4525	175.4917	3.1207	14.3083	158.0627	0.9025	5.415	0.038
470	480	0.8563	5.1378	176.3480	3.1207	14.3142	158.9131	0.8504	5.103	0.035
480	490	0.8090	4.8537	177.1570	3.1207	14.3197	159.7166	0.8035	4.821	0.033
490	500	0.7661	4.5964	177.9231	3.1207	14.3249	160.4775	0.7609	4.565	0.031

Apéndice B8 – *Hietograma Tr = 10 años, subcuenca QAM1.*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	P acumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.3480	2.0878	0.3480	0.3480	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.088
10	20	0.3670	2.2022	0.7150	0.7150	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.202
20	30	0.3880	2.3282	1.1030	1.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.328
30	40	0.4113	2.4676	1.5143	1.5143	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.468
40	50	0.4371	2.6223	1.9514	1.9514	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.622
50	60	0.4658	2.7950	2.4172	2.4172	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.795
60	70	0.4981	2.9887	2.9153	2.9153	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.989
70	80	0.5345	3.2070	3.4498	3.4498	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.207
80	90	0.5758	3.4546	4.0256	3.7214	0.2993	0.0049	0.0049	0.029	3.425
90	100	0.6229	3.7372	4.6484	3.7214	0.8831	0.0440	0.0391	0.235	3.503
100	110	0.6770	4.0622	5.3255	3.7214	1.4768	0.1273	0.0833	0.500	3.562
110	120	0.7398	4.4389	6.0653	3.7214	2.0817	0.2622	0.1349	0.810	3.629
120	130	0.8132	4.8795	6.8786	3.7214	2.6992	0.4580	0.1958	1.175	3.705
130	140	0.9000	5.3999	7.7785	3.7214	3.3309	0.7263	0.2683	1.610	3.790
140	150	1.0036	6.0216	8.7821	3.7214	3.9786	1.0821	0.3558	2.135	3.887
150	160	1.1290	6.7741	9.9111	3.7214	4.6447	1.5451	0.4630	2.778	3.996
160	170	1.2831	7.6984	11.1942	3.7214	5.3316	2.1412	0.5962	3.577	4.122
170	180	1.4756	8.8538	12.6698	3.7214	6.0425	2.9060	0.7647	4.588	4.265
180	190	1.7212	10.3274	14.3911	3.7214	6.7812	3.8885	0.9825	5.895	4.432
190	200	2.0422	12.2534	16.4333	3.7214	7.5523	5.1596	1.2711	7.627	4.627
200	210	2.4743	14.8459	18.9076	3.7214	8.3617	6.8245	1.6649	9.989	4.856
210	220	3.0776	18.4656	21.9852	3.7214	9.2169	9.0469	2.2224	13.335	5.131
220	230	3.9601	23.7607	25.9454	3.7214	10.1276	12.0963	3.0494	18.296	5.464
230	240	5.3330	31.9979	31.2783	3.7214	11.1072	16.4498	4.3534	26.121	5.877

240	250	7.6576	45.9457	38.9360	3.7214	12.1742	23.0403	6.5906	39.543	6.402
250	260	9.4881	56.9287	48.4241	3.7214	13.1383	31.5644	8.5241	51.144	5.784
260	270	6.3293	37.9759	54.7534	3.7214	13.6353	37.3967	5.8323	34.994	2.982
270	280	4.5652	27.3911	59.3186	3.7214	13.9412	41.6560	4.2593	25.556	1.835
280	290	3.4742	20.8452	62.7928	3.7214	14.1499	44.9215	3.2655	19.593	1.252
290	300	2.7493	16.4961	65.5421	3.7214	14.3022	47.5185	2.5970	15.582	0.914
300	310	2.2414	13.4484	67.7835	3.7214	14.4190	49.6432	2.1247	12.748	0.700
310	320	1.8705	11.2229	69.6540	3.7214	14.5116	51.4210	1.7778	10.667	0.556
320	330	1.5906	9.5438	71.2447	3.7214	14.5872	52.9360	1.5150	9.090	0.454
330	340	1.3738	8.2426	72.6184	3.7214	14.6504	54.2467	1.3107	7.864	0.379
340	350	1.2019	7.2116	73.8204	3.7214	14.7040	55.3950	1.1483	6.890	0.322
350	360	1.0632	6.3793	74.8836	3.7214	14.7502	56.4120	1.0170	6.102	0.277
360	370	0.9494	5.6965	75.8330	3.7214	14.7906	57.3210	0.9090	5.454	0.242
370	380	0.8548	5.1285	76.6877	3.7214	14.8262	58.1402	0.8191	4.915	0.214
380	390	0.7751	4.6503	77.4628	3.7214	14.8579	58.8835	0.7433	4.460	0.190
390	400	0.7072	4.2435	78.1700	3.7214	14.8864	59.5622	0.6787	4.072	0.171
400	410	0.6490	3.8939	78.8190	3.7214	14.9122	60.1855	0.6232	3.739	0.155
410	420	0.5985	3.5911	79.4175	3.7214	14.9356	60.7605	0.5751	3.450	0.141
420	430	0.5545	3.3268	79.9720	3.7214	14.9571	61.2935	0.5330	3.198	0.129
430	440	0.5157	3.0945	80.4877	3.7214	14.9768	61.7895	0.4960	2.976	0.118
440	450	0.4815	2.8890	80.9693	3.7214	14.9950	62.2528	0.4633	2.780	0.109
450	460	0.4510	2.7063	81.4203	3.7214	15.0120	62.6869	0.4341	2.605	0.101
460	470	0.4238	2.5429	81.8441	3.7214	15.0277	63.0950	0.4081	2.448	0.095
470	480	0.3993	2.3961	82.2435	3.7214	15.0424	63.4796	0.3846	2.308	0.088
480	490	0.3773	2.2636	82.6207	3.7214	15.0562	63.8431	0.3635	2.181	0.083
490	500	0.3573	2.1436	82.9780	3.7214	15.0692	64.1874	0.3443	2.066	0.078

Apéndice B9 – *Hietograma Tr = 25 años, subcuenca QAM1.*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	P acumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.5746	3.4479	0.5746	0.5746	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.448
10	20	0.6061	3.6368	1.1808	1.1808	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.637
20	30	0.6408	3.8449	1.8216	1.8216	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.845
30	40	0.6792	4.0750	2.5007	2.5007	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.075
40	50	0.7218	4.3306	3.2225	3.2225	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.331
50	60	0.7693	4.6158	3.9918	3.7214	0.2666	0.0039	0.0039	0.023	4.593
60	70	0.8226	4.9356	4.8144	3.7214	1.0324	0.0606	0.0568	0.341	4.595
70	80	0.8827	5.2961	5.6971	3.7214	1.7861	0.1896	0.1290	0.774	4.522
80	90	0.9508	5.7050	6.6480	3.7214	2.5288	0.3977	0.2081	1.249	4.456
90	100	1.0286	6.1718	7.6766	3.7214	3.2618	0.6934	0.2956	1.774	4.398
100	110	1.1181	6.7085	8.7947	3.7214	3.9864	1.0869	0.3936	2.361	4.347
110	120	1.2218	7.3306	10.0164	3.7214	4.7037	1.5913	0.5044	3.027	4.304
120	130	1.3430	8.0581	11.3595	3.7214	5.4152	2.2229	0.6316	3.789	4.269
130	140	1.4863	8.9175	12.8457	3.7214	6.1222	3.0021	0.7792	4.675	4.242
140	150	1.6574	9.9443	14.5031	3.7214	6.8263	3.9554	0.9533	5.720	4.224
150	160	1.8645	11.1869	16.3676	3.7214	7.5291	5.1171	1.1617	6.970	4.217
160	170	2.1189	12.7134	18.4865	3.7214	8.2324	6.5326	1.4155	8.493	4.220
170	180	2.4369	14.6214	20.9234	3.7214	8.9385	8.2635	1.7309	10.385	4.236
180	190	2.8425	17.0551	23.7659	3.7214	9.6495	10.3950	2.1315	12.789	4.266
190	200	3.3726	20.2357	27.1385	3.7214	10.3684	13.0487	2.6537	15.922	4.313
200	210	4.0862	24.5170	31.2247	3.7214	11.0985	16.4048	3.3561	20.136	4.380
210	220	5.0824	30.4947	36.3071	3.7214	11.8439	20.7418	4.3370	26.022	4.473
220	230	6.5399	39.2392	42.8470	3.7214	12.6100	26.5156	5.7738	34.643	4.597
230	240	8.8070	52.8423	51.6540	3.7214	13.4038	34.5289	8.0133	48.080	4.762

240	250	12.6460	75.8762	64.3001	3.7214	14.2347	46.3439	11.8151	70.890	4. 986
250	260	15.6690	94.0138	79.9690	3.7214	14.9570	61.2907	14.9467	89.680	4.333
260	270	10.4524	62.7146	90.4215	3.7214	15.3192	71.3808	10.0902	60.541	2.174
270	280	7.5391	45.2346	97.9606	3.7214	15.5389	78.7003	7.3194	43.917	1.318
280	290	5.7374	34.4244	103.6980	3.7214	15.6873	84.2892	5.5890	33.534	0.891
290	300	4.5403	27.2421	108.2383	3.7214	15.7950	88.7219	4.4327	26.596	0.646
300	310	3.7015	22.2090	111.9398	3.7214	15.8771	92.3413	3.6194	21.717	0.492
310	320	3.0890	18.5339	115.0288	3.7214	15.9420	95.3654	3.0241	18.144	0.389
320	330	2.6268	15.7610	117.6556	3.7214	15.9948	97.9394	2.5740	15.444	0.317
330	340	2.2687	13.6121	119.9243	3.7214	16.0388	100.1642	2.2247	13.348	0.264
340	350	1.9849	11.9095	121.9092	3.7214	16.0760	102.1118	1.9476	11.686	0.224
350	360	1.7558	10.5349	123.6650	3.7214	16.1081	103.8355	1.7237	10.342	0.192
360	370	1.5679	9.4073	125.2329	3.7214	16.1361	105.3755	1.5399	9.240	0.168
370	380	1.4116	8.4694	126.6445	3.7214	16.1607	106.7624	1.3869	8.322	0.148
380	390	1.2800	7.6797	127.9244	3.7214	16.1826	108.0204	1.2580	7.548	0.132
390	400	1.1680	7.0078	129.0924	3.7214	16.2023	109.1687	1.1483	6.890	0.118
400	410	1.0718	6.4305	130.1641	3.7214	16.2201	110.2227	1.0540	6.324	0.107
410	420	0.9884	5.9305	131.1526	3.7214	16.2362	111.1950	0.9723	5.834	0.097
420	430	0.9157	5.4940	132.0682	3.7214	16.2510	112.0959	0.9009	5.405	0.089
430	440	0.8517	5.1103	132.9200	3.7214	16.2646	112.9340	0.8381	5.029	0.081
440	450	0.7952	4.7710	133.7151	3.7214	16.2771	113.7166	0.7826	4.696	0.075
450	460	0.7449	4.4692	134.4600	3.7214	16.2887	114.4499	0.7333	4.400	0.070
460	470	0.6999	4.1994	135.1599	3.7214	16.2995	115.1390	0.6891	4.135	0.065
470	480	0.6595	3.9570	135.8194	3.7214	16.3096	115.7884	0.6494	3.896	0.061
480	490	0.6230	3.7382	136.4424	3.7214	16.3191	116.4020	0.6136	3.681	0.057
490	500	0.5900	3.5401	137.0324	3.7214	16.3280	116.9831	0.5811	3.487	0.053

Apéndice B10 – *Hietograma Tr = 50 años, subcuenca QAM1*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.7461	4.4767	0.7461	0.7461	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.477
10	20	0.7870	4.7220	1.5331	1.5331	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.722
20	30	0.8320	4.9922	2.3651	2.3651	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.992
30	40	0.8818	5.2910	3.2470	3.2470	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	5.291
40	50	0.9371	5.6229	4.1841	3.7214	0.4515	0.0112	0.0112	0.067	5.556
50	60	0.9989	5.9932	5.1830	3.7214	1.3551	0.1064	0.0952	0.571	5.422
60	70	1.0681	6.4084	6.2511	3.7214	2.2269	0.3028	0.1963	1.178	5.231
70	80	1.1461	6.8765	7.3971	3.7214	3.0694	0.6063	0.3036	1.822	5.055
80	90	1.2346	7.4074	8.6317	3.7214	3.8851	1.0253	0.4189	2.513	4.894
90	100	1.3356	8.0135	9.9673	3.7214	4.6762	1.5697	0.5444	3.267	4.747
100	110	1.4517	8.7103	11.4190	3.7214	5.4450	2.2526	0.6829	4.097	4.613
110	120	1.5863	9.5181	13.0054	3.7214	6.1936	3.0903	0.8377	5.026	4.492
120	130	1.7438	10.4627	14.7491	3.7214	6.9241	4.1037	1.0133	6.080	4.383
130	140	1.9298	11.5785	16.6789	3.7214	7.6383	5.3192	1.2155	7.293	4.286
140	150	2.1519	12.9116	18.8308	3.7214	8.3384	6.7710	1.4519	8.711	4.200
150	160	2.4209	14.5251	21.2517	3.7214	9.0263	8.5040	1.7330	10.398	4.127
160	170	2.7512	16.5071	24.0029	3.7214	9.7041	10.5774	2.0734	12.440	4.067
170	180	3.1641	18.9844	27.1669	3.7214	10.3739	13.0716	2.4942	14.965	4.019
180	190	3.6907	22.1443	30.8577	3.7214	11.0382	16.0981	3.0265	18.159	3.986
190	200	4.3790	26.2740	35.2367	3.7214	11.6995	19.8158	3.7178	22.307	3.968
200	210	5.3055	31.8329	40.5421	3.7214	12.3606	24.4601	4.6443	27.866	3.967
210	220	6.5990	39.5943	47.1412	3.7214	13.0252	30.3946	5.9345	35.607	3.987
220	230	8.4914	50.9483	55.6326	3.7214	13.6973	38.2139	7.8193	46.916	4.033
230	240	11.4351	68.6104	67.0676	3.7214	14.3824	48.9639	10.7500	64.500	4.110

240	250	16.4196	98.5177	83.4872	3.7214	15.0875	64. 6784	15.7145	94.287	4.231
250	260	20.3446	122.0676	103.8318	3.7214	15.6906	84.4198	19.7415	118.449	3.619
260	270	13.5715	81.4287	117.4033	3.7214	15.9898	97.6921	13.2723	79.634	1.795
270	280	9.7888	58.7326	127.1921	3.7214	16.1701	107.3005	9.6084	57.651	1.082
280	290	7.4494	44.6967	134.6415	3.7214	16.2915	114.6286	7.3280	43.968	0.728
290	300	5.8952	35.3712	140.5367	3.7214	16.3794	120.4360	5.8074	34.844	0.527
300	310	4.8060	28.8362	145.3428	3.7214	16.4462	125.1752	4.7392	28.435	0.401
310	320	4.0107	24.0645	149.3535	3.7214	16.4989	129.1332	3.9580	23.748	0.317
320	330	3.4107	20.4641	152.7642	3.7214	16.5418	132.5010	3.3678	20.207	0.257
330	340	2.9457	17.6739	155.7098	3.7214	16.5775	135.4110	2.9100	17.460	0.214
340	350	2.5772	15.4632	158.2870	3.7214	16.6077	137.9580	2.5470	15.282	0.181
350	360	2.2798	13.6785	160.5668	3.7214	16.6337	140.2117	2.2538	13.523	0.156
360	370	2.0357	12.2144	162.6025	3.7214	16.6563	142.2248	2.0131	12.079	0.136
370	380	1.8328	10.9966	164.4353	3.7214	16.6762	144.0377	1.8128	10.877	0.120
380	390	1.6619	9.9713	166.0972	3.7214	16.6940	145.6818	1.6442	9.865	0.106
390	400	1.5165	9.0989	167.6137	3.7214	16.7099	147.1824	1.5006	9.004	0.095
400	410	1.3916	8.3494	169.0052	3.7214	16.7242	148.5596	1.3772	8.263	0.086
410	420	1.2834	7.7002	170.2886	3.7214	16.7373	149.8299	1.2703	7.622	0.078
420	430	1.1889	7.1334	171.4775	3.7214	16.7492	151.0069	1.1770	7.062	0.072
430	440	1.1059	6.6353	172.5834	3.7214	16.7602	152.1018	1.0949	6.570	0.066
440	450	1.0325	6.1947	173.6158	3.7214	16.7703	153.1242	1.0223	6.134	0.061
450	460	0.9671	5.8029	174.5830	3.7214	16.7796	154.0819	0.9578	5.747	0.056
460	470	0.9087	5.4525	175.4917	3.7214	16.7884	154.9820	0.9000	5.400	0.052
470	480	0.8563	5.1378	176.3480	3.7214	16.7965	155.8301	0.8481	5.089	0.049
480	490	0.8090	4.8537	177.1570	3.7214	16.8041	156.6315	0.8013	4.808	0.046
490	500	0.7661	4.5964	177.9231	3.7214	16.8113	157.3904	0.7589	4.553	0.043

Apéndice B11 – *Hietograma Tr = 10 años, subcuenca QAM2*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.3480	2.0878	0.3480	0.3480	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.088
10	20	0.3670	2.2022	0.7150	0.7150	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.202
20	30	0.3880	2.3282	1.1030	1.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.328
30	40	0.4113	2.4676	1.5143	1.5143	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.468
40	50	0.4371	2.6223	1.9514	1.9514	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.622
50	60	0.4658	2.7950	2.4172	2.4172	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.795
60	70	0.4981	2.9887	2.9153	2.9153	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	2.989
70	80	0.5345	3.2070	3.4498	3.1038	0.3385	0.0075	0.0075	0.045	3.162
80	90	0.5758	3.4546	4.0256	3.1038	0.8701	0.0517	0.0441	0.265	3.190
90	100	0.6229	3.7372	4.6484	3.1038	1.4048	0.1398	0.0881	0.529	3.208
100	110	0.6770	4.0622	5.3255	3.1038	1.9435	0.2782	0.1384	0.830	3.232
110	120	0.7398	4.4389	6.0653	3.1038	2.4869	0.4746	0.1964	1.178	3.261
120	130	0.8132	4.8795	6.8786	3.1038	3.0363	0.7385	0.2639	1.584	3.296
130	140	0.9000	5.3999	7.7785	3.1038	3.5926	1.0822	0.3437	2.062	3.338
140	150	1.0036	6.0216	8.7821	3.1038	4.1572	1.5211	0.4389	2.634	3.388
150	160	1.1290	6.7741	9.9111	3.1038	4.7318	2.0756	0.5545	3.327	3.447
160	170	1.2831	7.6984	11.1942	3.1038	5.3180	2.7724	0.6968	4.181	3.517
170	180	1.4756	8.8538	12.6698	3.1038	5.9181	3.6480	0.8756	5.253	3.600
180	190	1.7212	10.3274	14.3911	3.1038	6.5346	4.7528	1.1048	6.629	3.699
190	200	2.0422	12.2534	16.4333	3.1038	7.1706	6.1590	1.4062	8.437	3.816
200	210	2.4743	14.8459	18.9076	3.1038	7.8300	7.9738	1.8148	10.889	3.957
210	220	3.0776	18.4656	21.9852	3.1038	8.5179	10.3636	2.3897	14.338	4.127
220	230	3.9601	23.7607	25.9454	3.1038	9.2407	13.6009	3.2374	19.424	4.336
230	240	5.3330	31.9979	31.2783	3.1038	10.0069	18.1676	4.5667	27.400	4.598

240	250	7.6576	45.9457	38.9360	3.1038	10.8289	25.0033	6.8357	41.014	4.932
250	260	9.4881	56.9287	48.4241	3.1038	11.5603	33.7600	8.7567	52.540	4.389
260	270	6.3293	37.9759	54.7534	3.1038	11.9333	39.7163	5.9563	35.738	2.238
270	280	4.5652	27.3911	59.3186	3.1038	12.1615	44.0533	4.3370	26.022	1.369
280	290	3.4742	20.8452	62.7928	3.1038	12.3166	47.3724	3.3191	19.915	0.931
290	300	2.7493	16.4961	65.5421	3.1038	12.4295	50.0088	2.6364	15.818	0.678
300	310	2.2414	13.4484	67.7835	3.1038	12.5159	52.1639	2.1551	12.930	0.518
310	320	1.8705	11.2229	69.6540	3.1038	12.5843	53.9659	1.8020	10.812	0.411
320	330	1.5906	9.5438	71.2447	3.1038	12.6401	55.5008	1.5348	9.209	0.335
330	340	1.3738	8.2426	72.6184	3.1038	12.6866	56.8280	1.3273	7.964	0.279
340	350	1.2019	7.2116	73.8204	3.1038	12.7261	57.9905	1.1625	6.975	0.237
350	360	1.0632	6.3793	74.8836	3.1038	12.7601	59.0197	1.0292	6.175	0.204
360	370	0.9494	5.6965	75.8330	3.1038	12.7898	59.9394	0.9197	5.518	0.178
370	380	0.8548	5.1285	76.6877	3.1038	12.8160	60.7680	0.8286	4.971	0.157
380	390	0.7751	4.6503	77.4628	3.1038	12.8393	61.5197	0.7517	4.510	0.140
390	400	0.7072	4.2435	78.1700	3.1038	12.8602	62.2060	0.6863	4.118	0.126
400	410	0.6490	3.8939	78.8190	3.1038	12.8791	62.8361	0.6301	3.780	0.113
410	420	0.5985	3.5911	79.4175	3.1038	12.8963	63.4174	0.5813	3.488	0.103
420	430	0.5545	3.3268	79.9720	3.1038	12.9121	63.9562	0.5387	3.232	0.094
430	440	0.5157	3.0945	80.4877	3.1038	12.9265	64.4574	0.5013	3.008	0.087
440	450	0.4815	2.8890	80.9693	3.1038	12.9399	64.9256	0.4681	2.809	0.080
450	460	0.4510	2.7063	81.4203	3.1038	12.9523	65.3642	0.4386	2.632	0.074
460	470	0.4238	2.5429	81.8441	3.1038	12.9638	65.7765	0.4123	2.474	0.069
470	480	0.3993	2.3961	82.2435	3.1038	12.9746	66.1651	0.3886	2.331	0.065
480	490	0.3773	2.2636	82.6207	3.1038	12.9847	66.5322	0.3672	2.203	0.061
490	500	0.3573	2.1436	82.9780	3.1038	12.9942	66.8800	0.3478	2.087	0.057

Apéndice B12 – *Hietograma Tr = 25 años, subcuenca QAM2*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.5746	3.4479	0.5746	0.5746	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.448
10	20	0.6061	3.6368	1.1808	1.1808	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.637
20	30	0.6408	3.8449	1.8216	1.8216	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	3.845
30	40	0.6792	4.0750	2.5007	2.5007	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.075
40	50	0.7218	4.3306	3.2225	3.1038	0.1178	0.0009	0.0009	0.005	4.325
50	60	0.7693	4.6158	3.9918	3.1038	0.8400	0.0481	0.0472	0.283	4.333
60	70	0.8226	4.9356	4.8144	3.1038	1.5408	0.1698	0.1218	0.731	4.205
70	80	0.8827	5.2961	5.6971	3.1038	2.2220	0.3713	0.2015	1.209	4.087
80	90	0.9508	5.7050	6.6480	3.1038	2.8852	0.6589	0.2876	1.726	3.979
90	100	1.0286	6.1718	7.6766	3.1038	3.5321	1.0408	0.3818	2.291	3.881
100	110	1.1181	6.7085	8.7947	3.1038	4.1639	1.5270	0.4862	2.917	3.791
110	120	1.2218	7.3306	10.0164	3.1038	4.7824	2.1303	0.6033	3.620	3.711
120	130	1.3430	8.0581	11.3595	3.1038	5.3889	2.8668	0.7365	4.419	3.639
130	140	1.4863	8.9175	12.8457	3.1038	5.9849	3.7570	0.8902	5.341	3.576
140	150	1.6574	9.9443	14.5031	3.1038	6.5719	4.8274	1.0704	6.422	3.522
150	160	1.8645	11.1869	16.3676	3.1038	7.1515	6.1123	1.2849	7.710	3.477
160	170	2.1189	12.7134	18.4865	3.1038	7.7252	7.6575	1.5452	9.271	3.442
170	180	2.4369	14.6214	20.9234	3.1038	8.2949	9.5247	1.8672	11.203	3.418
180	190	2.8425	17.0551	23.7659	3.1038	8.8625	11.7997	2.2750	13.650	3.405
190	200	3.3726	20.2357	27.1385	3.1038	9.4300	14.6047	2.8050	16.830	3.405
200	210	4.0862	24.5170	31.2247	3.1038	10.0002	18.1207	3.5160	21.096	3.421
210	220	5.0824	30.4947	36.3071	3.1038	10.5758	22.6275	4.5068	27.041	3.454
220	230	6.5399	39.2392	42.8470	3.1038	11.1608	28.5824	5.9549	35.729	3.510
230	240	8.8070	52.8423	51.6540	3.1038	11.7599	36.7904	8.2080	49.248	3.594

240	250	12.6460	75.8762	64.3001	3.1038	12.3795	48.8168	12.0264	72.158	3.718
250	260	15.6690	94.0138	79.9690	3.1038	12.9120	63.9533	15.1365	90.819	3.195
260	270	10.4524	62.7146	90.4215	3.1038	13.1769	74.1407	10.1875	61.125	1.590
270	280	7.5391	45.2346	97.9606	3.1038	13.3369	81.5199	7.3791	44.275	0.960
280	290	5.7374	34.4244	103.6980	3.1038	13.4447	87.1495	5.6296	33.778	0.647
290	300	4.5403	27.2421	108.2383	3.1038	13.5228	91.6118	4.4623	26.774	0.468
300	310	3.7015	22.2090	111.9398	3.1038	13.5822	95.2538	3.6421	21.853	0.356
310	320	3.0890	18.5339	115.0288	3.1038	13.6291	98.2959	3.0420	18.252	0.282
320	330	2.6268	15.7610	117.6556	3.1038	13.6673	100.8846	2.5887	15.532	0.229
330	340	2.2687	13.6121	119.9243	3.1038	13.6990	103.1215	2.2369	13.422	0.190
340	350	1.9849	11.9095	121.9092	3.1038	13.7259	105.0795	1.9580	11.748	0.161
350	360	1.7558	10.5349	123.6650	3.1038	13.7491	106.8122	1.7327	10.396	0.139
360	370	1.5679	9.4073	125.2329	3.1038	13.7692	108.3599	1.5477	9.286	0.121
370	380	1.4116	8.4694	126.6445	3.1038	13.7870	109.7537	1.3938	8.363	0.107
380	390	1.2800	7.6797	127.9244	3.1038	13.8028	111.0179	1.2642	7.585	0.095
390	400	1.1680	7.0078	129.0924	3.1038	13.8169	112.1717	1.1538	6.923	0.085
400	410	1.0718	6.4305	130.1641	3.1038	13.8297	113.2306	1.0590	6.354	0.077
410	420	0.9884	5.9305	131.1526	3.1038	13.8414	114.2074	0.9768	5.861	0.070
420	430	0.9157	5.4940	132.0682	3.1038	13.8520	115.1125	0.9050	5.430	0.064
430	440	0.8517	5.1103	132.9200	3.1038	13.8618	115.9544	0.8420	5.052	0.059
440	450	0.7952	4.7710	133.7151	3.1038	13.8708	116.7406	0.7862	4.717	0.054
450	460	0.7449	4.4692	134.4600	3.1038	13.8791	117.4771	0.7365	4.419	0.050
460	470	0.6999	4.1994	135.1599	3.1038	13.8869	118.1692	0.6921	4.153	0.047
470	480	0.6595	3.9570	135.8194	3.1038	13.8942	118.8214	0.6522	3.913	0.044
480	490	0.6230	3.7382	136.4424	3.1038	13.9010	119.4377	0.6162	3.697	0.041
490	500	0.5900	3.5401	137.0324	3.1038	13.9074	120.0213	0.5836	3.502	0.038

Apéndice B13 – *Hietograma Tr = 50 años, subcuenca QAM2*

Desde	Hasta	P (mm)	I (mm/h)	Pacumulada	Ia (mm)	Fa (mm)	Pe acum (mm)	Pe (mm)	Ie (mm/h)	I - Ie (mm/h)
0	10	0.7461	4.4767	0.7461	0.7461	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.477
10	20	0.7870	4.7220	1.5331	1.5331	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.722
20	30	0.8320	4.9922	2.3651	2.3651	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	4.992
30	40	0.8818	5.2910	3.2470	3.1038	0.1419	0.0013	0.0013	0.008	5.283
40	50	0.9371	5.6229	4.1841	3.1038	1.0100	0.0703	0.0690	0.414	5.209
50	60	0.9989	5.9932	5.1830	3.1038	1.8336	0.2457	0.1753	1.052	4.941
60	70	1.0681	6.4084	6.2511	3.1038	2.6166	0.5307	0.2850	1.710	4.698
70	80	1.1461	6.8765	7.3971	3.1038	3.3630	0.9304	0.3997	2.398	4.478
80	90	1.2346	7.4074	8.6317	3.1038	4.0760	1.4519	0.5215	3.129	4.278
90	100	1.3356	8.0135	9.9673	3.1038	4.7588	2.1047	0.6528	3.917	4.097
100	110	1.4517	8.7103	11.4190	3.1038	5.4142	2.9010	0.7963	4.778	3.932
110	120	1.5863	9.5181	13.0054	3.1038	6.0448	3.8568	0.9558	5.735	3.783
120	130	1.7438	10.4627	14.7491	3.1038	6.6530	4.9924	1.1356	6.814	3.649
130	140	1.9298	11.5785	16.6789	3.1038	7.2410	6.3341	1.3417	8.050	3.528
140	150	2.1519	12.9116	18.8308	3.1038	7.8111	7.9159	1.5818	9.491	3.421
150	160	2.4209	14.5251	21.2517	3.1038	8.3654	9.7825	1.8666	11.200	3.325
160	170	2.7512	16.5071	24.0029	3.1038	8.9058	11.9933	2.2108	13.265	3.242
170	180	3.1641	18.9844	27.1669	3.1038	9.4344	14.6288	2.6354	15.813	3.172
180	190	3.6907	22.1443	30.8577	3.1038	9.9534	17.8005	3.1718	19.031	3.114
190	200	4.3790	26.2740	35.2367	3.1038	10.4648	21.6681	3.8676	23.205	3.069
200	210	5.3055	31.8329	40.5421	3.1038	10.9711	26.4672	4.7991	28.795	3.038
210	220	6.5990	39.5943	47.1412	3.1038	11.4750	32.5624	6.0951	36.571	3.023
220	230	8.4914	50.9483	55.6326	3.1038	11.9797	40.5491	7.9868	47.921	3.028
230	240	11.4351	68.6104	67.0676	3.1038	12.4888	51.4750	10.9259	65.555	3.055

240	250	16.4196	98.5177	83.4872	3.1038	13.0076	67.3759	15.9008	95.405	3.113
250	260	20.3446	122.0676	103.8318	3.1038	13.4471	87.2810	19.9051	119.431	2.637
260	270	13.5715	81.4287	117.4033	3.1038	13.6637	100.6358	13.3549	80.129	1.300
270	280	9.7888	58.7326	127.1921	3.1038	13.7938	110.2945	9.6587	57.952	0.780
280	290	7.4494	44.6967	134.6415	3.1038	13.8812	117.6566	7.3621	44.172	0.524
290	300	5.8952	35.3712	140.5367	3.1038	13.9443	123.4887	5.8321	34.992	0.379
300	310	4.8060	28.8362	145.3428	3.1038	13.9923	128.2467	4.7581	28.548	0.288
310	320	4.0107	24.0645	149.3535	3.1038	14.0301	132.2196	3.9729	23.837	0.227
320	330	3.4107	20.4641	152.7642	3.1038	14.0608	135.5996	3.3799	20.280	0.184
330	340	2.9457	17.6739	155.7098	3.1038	14.0864	138.5197	2.9201	17.521	0.153
340	350	2.5772	15.4632	158.2870	3.1038	14.1080	141.0752	2.5556	15.333	0.130
350	360	2.2798	13.6785	160.5668	3.1038	14.1266	143.3364	2.2612	13.567	0.112
360	370	2.0357	12.2144	162.6025	3.1038	14.1428	145.3560	2.0195	12.117	0.097
370	380	1.8328	10.9966	164.4353	3.1038	14.1571	147.1745	1.8185	10.911	0.086
380	390	1.6619	9.9713	166.0972	3.1038	14.1697	148.8237	1.6492	9.895	0.076
390	400	1.5165	9.0989	167.6137	3.1038	14.1811	150.3288	1.5051	9.031	0.068
400	410	1.3916	8.3494	169.0052	3.1038	14.1914	151.7101	1.3813	8.288	0.062
410	420	1.2834	7.7002	170.2886	3.1038	14.2007	152.9841	1.2740	7.644	0.056
420	430	1.1889	7.1334	171.4775	3.1038	14.2092	154.1645	1.1804	7.082	0.051
430	440	1.1059	6.6353	172.5834	3.1038	14.2170	155.2626	1.0980	6.588	0.047
440	450	1.0325	6.1947	173.6158	3.1038	14.2243	156.2878	1.0252	6.151	0.043
450	460	0.9671	5.8029	174.5830	3.1038	14.2310	157.2482	0.9604	5.763	0.040
460	470	0.9087	5.4525	175.4917	3.1038	14.2372	158.1508	0.9025	5.415	0.037
470	480	0.8563	5.1378	176.3480	3.1038	14.2430	159.0012	0.8505	5.103	0.035
480	490	0.8090	4.8537	177.1570	3.1038	14.2485	159.8048	0.8035	4.821	0.033
490	500	0.7661	4.5964	177.9231	3.1038	14.2536	160.5657	0.7610	4.566	0.031

Apéndice C – Funcionamiento del sistema de bombeo, parques inundables y estanques de retención

Apéndice C1 – *Funcionamiento del parque inundable Juan Pablo II en Los Geranios Tr = 10 años*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Parcial zanja	acumulado zanja	sobrante de zanja	Parcial al parque	acumulado al parque	Vol que llega al parque	sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	10	0.00	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
100	10	0.00	1.6	0.6	0.7	0.0	1.1	1.2	1.2	0.0
110	10	0.01	4.9	1.7	2.4	0.0	3.2	4.4	4.4	0.0
120	10	0.02	9.7	3.4	5.7	0.0	6.3	10.7	10.7	0.0
130	10	0.03	15.8	5.5	11.3	0.0	10.3	20.9	20.9	0.0
140	10	0.04	22.9	8.0	19.3	0.0	14.9	35.8	35.8	0.0
150	10	0.05	31.5	11.0	30.3	0.0	20.4	56.3	56.3	0.0
160	10	0.07	41.7	14.6	44.9	0.0	27.1	83.4	83.4	0.0
170	10	0.09	54.2	19.0	63.9	0.0	35.2	118.6	118.6	0.0
180	10	0.12	69.7	24.4	88.2	0.0	45.3	163.9	163.9	0.0
190	10	0.15	89.2	31.2	119.5	0.0	58.0	221.8	221.8	0.0
200	10	0.19	114.3	40.0	159.5	0.0	74.3	296.2	296.2	0.0
210	10	0.25	147.6	51.7	211.1	0.0	95.9	392.1	392.1	0.0
220	10	0.32	192.9	67.5	278.7	0.0	125.4	517.5	517.5	0.0

230	10	0.43	257.2	90.0	368.7	0.0	167.2	684.7	684.7	0.0
240	10	0.59	352.7	123.5	492.1	0.0	229.3		914.0	0.0
250	10	0.84	505.0	176.7	668.9	0.0	328.2	1242.2	1242.2	0.0
260	10	1.19	714.1	249.9	918.8	0.0	464.2	1706.4	1706.4	0.0
270	10	1.39	834.3	292.0	1210.8	0.0	542.3	2248.7	2248.7	0.0
280	10	1.27	763.6	267.3	1478.1	0.0	496.3	2745.0	2745.0	0.0
290	10	1.01	607.6	212.7	1690.8	0.0	394.9	3140.0	3140.0	0.0
300	10	0.75	449.5	157.3	1848.1	0.0	292.2	3432.1	3432.1	0.0
310	10	0.58	348.9	122.1	1970.2	0.0	226.8	3658.9	3658.9	0.0
320	10	0.47	280.4	98.1	2068.3	0.0	182.3	3841.2	3841.2	0.0
330	10	0.39	231.6	81.0	2149.4	0.0	150.5	3991.7	3991.7	0.0
340	10	0.33	195.3	68.4	2217.7	0.0	127.0	4118.6	4118.6	0.0
350	10	0.28	167.6	58.7	2276.4	0.0	108.9	4227.6	4227.6	0.0
360	10	0.24	145.9	51.1	2327.5	0.0	94.8	4322.4	4322.4	0.0
370	10	0.21	128.5	45.0	2372.4	0.0	83.5	4406.0	4406.0	0.0
380	10	0.19	114.3	40.0	2412.5	0.0	74.3	4480.3	4480.3	0.0
390	10	0.17	102.6	35.9	2448.4	0.0	66.7	4547.0	4547.0	0.0
400	10	0.15	92.8	32.5	2480.9	0.0	60.3	4607.3	4607.3	0.0
410	10	0.14	84.5	29.6	2510.5	0.0	54.9	4662.3	4662.3	0.0
420	10	0.13	77.4	27.1	2537.5	0.0	50.3	4712.6	4712.6	0.0
430	10	0.12	71.3	24.9	2562.5	0.0	46.3	4758.9	4758.9	0.0
440	10	0.11	65.9	23.1	2585.6	0.0	42.9	4801.8	4801.8	0.0
450	10	0.10	61.2	21.4	2607.0	0.0	39.8	4841.6	4841.6	0.0
460	10	0.10	57.1	20.0	2627.0	0.0	37.1	4878.7	4878.7	0.0
470	10	0.09	53.4	18.7	2645.7	0.0	34.7	4913.5	4913.5	0.0
480	10	0.08	50.2	17.6	2663.3	0.0	32.6	4946.1	4946.1	0.0

490	10	0.08	47.2	16.5	2679.8		30.7	4976.8	4976.8	0.0
500	10	0.07	44.6	15.6	2695.4	0.0	29.0	5005.8	5005.8	0.0

Apéndice C2 – Funcionamiento del parque inundable Juan Pablo II en Los Geranios Tr = 25 años

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Parcial zanja	acumulado zanja	sobrante de zanja	Parcial al parque	acumulado al parque	Vol que llega al parque	sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	10	0.00	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
70	10	0.00	2.1	0.7	0.8	0.0	1.3	1.5	1.5	0.0
80	10	0.01	7.0	2.4	3.2	0.0	4.5	6.0	6.0	0.0
90	10	0.02	14.5	5.1	8.3	0.0	9.4	15.4	15.4	0.0
100	10	0.04	23.8	8.3	16.6	0.0	15.5	30.9	30.9	0.0
110	10	0.06	34.2	12.0	28.6	0.0	22.2	53.1	53.1	0.0
120	10	0.08	45.8	16.0	44.6	0.0	29.8	82.9	82.9	0.0
130	10	0.10	58.8	20.6	65.2	0.0	38.2	121.2	121.2	0.0
140	10	0.12	73.7	25.8	91.0	0.0	47.9	169.1	169.1	0.0
150	10	0.15	91.0	31.8	122.9	0.0	59.1	228.2	228.2	0.0
160	10	0.19	111.3	38.9	161.8	0.0	72.3	300.6	300.6	0.0
170	10	0.23	135.4	47.4	209.2	0.0	88.0	388.6	388.6	0.0
180	10	0.27	164.8	57.7	266.9	0.0	107.1	495.7	495.7	0.0
190	10	0.34	201.1	70.4	337.3	0.0	130.7	626.4	626.4	0.0
200	10	0.41	247.2	86.5	423.8	0.0	160.7	787.1	787.1	0.0

210	10	0.51	307.2	107.5	531.3	0.0	199.7	986.8	986.8	0.0
220	10	0.65	387.7	135.7	667.0	0.0	252.0	1238.8	1238.8	0.0
230	10	0.83	500.3	175.1	842.2	0.0	325.2	1564.0	1564.0	0.0
240	10	1.11	665.9	233.1	1075.2	0.0	432.8	1996.8	1996.8	0.0
250	10	1.54	926.5	324.3	1399.5	0.0	602.2	2599.1	2599.1	0.0
260	10	2.13	1278.9	447.6	1847.1	0.0	831.3	3430.3	3430.3	0.0
270	10	2.45	1469.4	514.3	2361.4	0.0	955.1	4385.4	4385.4	0.0
280	10	2.22	1329.3	465.3	2826.6	56.6	864.0	5249.5	5306.1	0.0
290	10	1.75	1048.1	366.8	3193.5	423.5	681.2	5930.7	6354.2	0.0
300	10	1.28	770.1	269.6	3463.0	693.0	500.6	6431.3	7124.3	0.0
310	10	0.99	595.5	208.4	3671.4	901.4	387.1	6818.4	7719.8	0.0
320	10	0.80	477.5	167.1	3838.5	1068.5	310.4	7128.7	8197.3	0.0
330	10	0.66	393.6	137.8	3976.3	1206.3	255.8	7384.6	8590.9	0.0
340	10	0.55	331.6	116.0	4092.4	1322.4	215.5	7600.1	8922.4	0.0
350	10	0.47	284.2	99.5	4191.8	1421.8	184.7	7784.8	9206.7	0.0
360	10	0.41	247.2	86.5	4278.3	1508.3	160.7	7945.5	9453.8	0.0
370	10	0.36	217.6	76.2	4354.5	1584.5	141.4	8086.9	9671.4	0.0
380	10	0.32	193.5	67.7	4422.2	1652.2	125.8	8212.7	9864.9	0.0
390	10	0.29	173.6	60.8	4483.0	1713.0	112.8	8325.5	10038.5	0.0
400	10	0.26	156.9	54.9	4537.9	1767.9	102.0	8427.5	10195.4	0.0
410	10	0.24	142.8	50.0	4587.9	1817.9	92.8	8520.4	10338.3	0.0
420	10	0.22	130.8	45.8	4633.7	1863.7	85.0	8605.4	10469.0	0.0
430	10	0.20	120.4	42.1	4675.8	1905.8	78.2	8683.6	10589.4	0.0
440	10	0.19	111.3	39.0	4714.7	1944.7	72.4	8756.0	10700.7	0.0
450	10	0.17	103.4	36.2	4750.9	1980.9	67.2	8823.2	10804.1	0.0
460	10	0.16	96.4	33.7	4784.7	2014.7	62.6	8885.8	10900.5	0.0

470	10	0.15	90.2	31.6	4816.2	2046.2	58.6	8944.4	10990.6	0.0
480	10	0.14	84.6	29.6	4845.8	2075.8	55.0	8999.4	11075.3	0.0
490	10	0.13	79.7	27.9	4873.7	2103.7	51.8	9051.2	11154.9	0.0
500	10	0.13	75.2	26.3	4900.0	2130.0	48.9	9100.1	11230.1	0.0

Apéndice C3 – Funcionamiento del parque inundable Juan Pablo II en Los Geranios Tr = 50 años

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Parcial zanja	acumulado zanja	sobrante de zanja	Parcial al parque	acumulado al parque	Vol que llega al parque	sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	0.4	0.2	0.2	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0
60	10	0.01	3.5	1.2	1.4	0.0	2.3	2.6	2.6	0.0
70	10	0.02	11.0	3.8	5.2	0.0	7.1	9.7	9.7	0.0
80	10	0.04	21.7	7.6	12.8	0.0	14.1	23.8	23.8	0.0
90	10	0.06	34.5	12.1	24.9	0.0	22.4	46.2	46.2	0.0
100	10	0.08	48.2	16.9	41.8	0.0	31.4	77.6	77.6	0.0
110	10	0.11	63.1	22.1	63.9	0.0	41.0	118.7	118.7	0.0
120	10	0.13	79.5	27.8	91.7	0.0	51.7	170.3	170.3	0.0
130	10	0.16	97.7	34.2	125.9	0.0	63.5	233.8	233.8	0.0
140	10	0.20	118.2	41.4	167.3	0.0	76.9	310.7	310.7	0.0
150	10	0.24	141.8	49.6	216.9	0.0	92.2	402.9	402.9	0.0
160	10	0.28	169.3	59.2	276.2	0.0	110.0	512.9	512.9	0.0
170	10	0.34	201.8	70.6	346.8	0.0	131.2	644.1	644.1	0.0
180	10	0.40	241.1	84.4	431.2	0.0	156.7	800.8	800.8	0.0

190	10	0.48	289.6	101.3	532.6	0.0	188.2	989.0	989.0	0.0
200	10	0.58	350.7	122.7	655.3	0.0	228.0	1217.0	1217.0	0.0
210	10	0.72	430.0	150.5	805.8	0.0	279.5	1496.5	1496.5	0.0
220	10	0.89	536.1	187.6	993.4	0.0	348.5	1844.9	1844.9	0.0
230	10	1.14	684.1	239.4	1232.8	0.0	444.6	2289.6	2289.6	0.0
240	10	1.50	901.1	315.4	1548.2	0.0	585.7	2875.3	2875.3	0.0
250	10	2.07	1241.9	434.7	1982.9	0.0	807.3	3682.5	3682.5	0.0
260	10	2.83	1700.7	595.2	2578.1	0.0	1105.4	4788.0	4788.0	0.0
270	10	3.24	1943.6	680.3	3258.4	488.4	1263.4	6051.3	6539.7	0.0
280	10	2.92	1751.9	613.2	3871.6	1101.6	1138.8	7190.1	8291.7	0.0
290	10	2.30	1377.4	482.1	4353.7	1583.7	895.3	8085.4	9669.1	0.0
300	10	1.68	1010.1	353.5	4707.2	1937.2	656.6	8742.0	10679.2	0.0
310	10	1.30	780.1	273.0	4980.3	2210.3	507.1	9249.1	11459.4	0.0
320	10	1.04	625.1	218.8	5199.1	2429.1	406.3	9655.4	12084.5	0.0
330	10	0.86	515.0	180.3	5379.3	2609.3	334.8	9990.2	12599.5	299.5
340	10	0.72	433.7	151.8	5531.1	2761.1	281.9	10272.1	13033.2	733.2
350	10	0.62	371.7	130.1	5661.2	2891.2	241.6	10513.7	13404.9	1104.9
360	10	0.54	323.2	113.1	5774.3	3004.3	210.0	10723.7	13728.0	1428.0
370	10	0.47	284.4	99.5	5873.8	3103.8	184.9	10908.6	14012.4	1712.4
380	10	0.42	252.9	88.5	5962.3	3192.3	164.4	11072.9	14265.3	1965.3
390	10	0.38	226.8	79.4	6041.7	3271.7	147.4	11220.4	14492.1	2192.1
400	10	0.34	205.0	71.8	6113.5	3343.5	133.3	11353.6	14697.1	2397.1
410	10	0.31	186.6	65.3	6178.8	3408.8	121.3	11474.9	14883.7	2583.7
420	10	0.28	170.8	59.8	6238.6	3468.6	111.0	11586.0	15054.6	2754.6
430	10	0.26	157.2	55.0	6293.6	3523.6	102.2	11688.1	15211.8	2911.8
440	10	0.24	145.4	50.9	6344.5	3574.5	94.5	11782.6	15357.1	3057.1

450	10	0.23	135.0	47.3	6391.8	3621.8	87.8	11870.4	15492.2	3192.2
460	10	0.21	125.9	44.1	6435.8	3665.8	81.8	11952.2	15618.0	3318.0
470	10	0.20	117.7	41.2	6477.0	3707.0	76.5	12028.7	15735.7	3435.7
480	10	0.18	110.5	38.7	6515.7	3745.7	71.8	12100.6	15846.3	3546.3
490	10	0.17	104.0	36.4	6552.1	3782.1	67.6	12168.2	15950.3	3650.3
500	10	0.16	98.2	34.4	6586.4	3816.4	63.8	12232.0	16048.4	3748.4

Apéndice C4 – Funcionamiento del estanque de retención la Ribera Tr = 10 años

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque Los Geranios	Vol acumulado al parque Los Geranios	Vol sobrante del parque	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol que llega al parque	Vol sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	10	0.00	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
90	10	0.00	1.2	0.5	0.6	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.5	0.5	0.0
100	10	0.01	3.8	1.8	2.4	0.0	0.7	0.9	0.0	1.4	1.9	1.9	0.0
110	10	0.01	8.0	3.7	6.1	0.0	1.4	2.4	0.0	2.9	4.7	4.7	0.0
120	10	0.02	13.5	6.2	12.3	0.0	2.4	4.8	0.0	4.9	9.6	9.6	0.0
130	10	0.03	20.2	9.3	21.6	0.0	3.6	8.4	0.0	7.3	16.9	16.9	0.0

140	10	0.05	28.1	12.9	34.5	0.0	5.1	13.5	0.0	10.1	27.0	27.0	0.0
150	10	0.06	37.2	17.1	51.6	0.0	6.7	20.2	0.0	13.4	40.4	40.4	0.0
160	10	0.08	48.2	22.2	73.8	0.0	8.7	28.9	0.0	17.3	57.7	57.7	0.0
170	10	0.10	61.4	28.2	102.0	0.0	11.0	39.9	0.0	22.1	79.8	79.8	0.0
180	10	0.13	77.5	35.7	137.7	0.0	14.0	53.9	0.0	27.9	107.7	107.7	0.0
190	10	0.16	97.7	44.9	182.6	0.0	17.6	71.5	0.0	35.2	142.9	142.9	0.0
200	10	0.21	123.4	56.8	239.4	0.0	22.2	93.7	0.0	44.4	187.4	187.4	0.0
210	10	0.26	157.1	72.3	311.7	0.0	28.3	122.0	0.0	56.6	243.9	243.9	0.0
220	10	0.34	202.4	93.1	404.8	0.0	36.4	158.4	0.0	72.9	316.8	316.8	0.0
230	10	0.44	265.9	122.3	527.1	0.0	47.9	206.3	0.0	95.7	412.5	412.5	0.0
240	10	0.60	359.1	165.2	692.3	0.0	64.6	270.9	0.0	129.3	541.8	541.8	0.0
250	10	0.84	505.5	232.5	924.8	0.0	91.0	361.9	0.0	182.0	723.8	723.8	0.0
260	10	1.18	706.7	325.1	1249.9	0.0	127.2	489.1	0.0	254.4	978.2	978.2	27.2
270	10	1.39	836.7	384.9	1634.8	0.0	150.6	639.7	0.0	301.2	1279.4	1279.4	328.4
280	10	1.35	807.0	371.2	2006.0	0.0	145.3	785.0	0.0	290.5	1569.9	1569.9	618.9
290	10	1.16	693.7	319.1	2325.1	0.0	124.9	909.8	0.0	249.7	1819.7	1819.7	868.7
300	10	0.91	547.2	251.7	2576.8	0.0	98.5	1008.3	0.0	197.0	2016.7	2016.7	1065.7
310	10	0.69	413.3	190.1	2767.0	0.0	74.4	1082.7	0.0	148.8	2165.4	2165.4	1214.4
320	10	0.54	326.0	150.0	2916.9	0.0	58.7	1141.4	0.0	117.4	2282.8	2282.8	1331.8
330	10	0.44	265.5	122.1	3039.1	0.0	47.8	1189.2	0.0	95.6	2378.4	2378.4	1427.4
340	10	0.37	221.6	102.0	3141.0	0.0	39.9	1229.1	0.0	79.8	2458.2	2458.2	1507.2
350	10	0.31	188.6	86.8	3227.8	0.0	34.0	1263.1	0.0	67.9	2526.1	2526.1	1575.1
360	10	0.27	163.1	75.0	3302.8	0.0	29.4	1292.4	0.0	58.7	2584.8	2584.8	1633.8
370	10	0.24	142.9	65.7	3368.6	0.0	25.7	1318.1	0.0	51.4	2636.3	2636.3	1685.3
380	10	0.21	126.6	58.2	3426.8	0.0	22.8	1340.9	0.0	45.6	2681.8	2681.8	1730.8
390	10	0.19	113.2	52.1	3478.9	0.0	20.4	1361.3	0.0	40.7	2722.6	2722.6	1771.6
400	10	0.17	102.0	46.9	3525.8	0.0	18.4	1379.7	0.0	36.7	2759.3	2759.3	1808.3
410	10	0.15	92.6	42.6	3568.4	0.0	16.7	1396.3	0.0	33.4	2792.7	2792.7	1841.7

420	10	0.14	84.6	38.9	3607.4	0.0	15.2	1411.6	0.0	30.5	2823.2	2823.2	1872.2
430	10	0.13	77.8	35.8	3643.1	0.0	14.0	1425.6	0.0	28.0	2851.2	2851.2	1900.2
440	10	0.12	71.8	33.0	3676.2	0.0	12.9	1438.5	0.0	25.8	2877.0	2877.0	1926.0
450	10	0.11	66.6	30.6	3706.8	0.0	12.0	1450.5	0.0	24.0	2901.0	2901.0	1950.0
460	10	0.10	62.0	28.5	3735.3	0.0	11.2	1461.6	0.0	22.3	2923.3	2923.3	1972.3
470	10	0.10	57.9	26.6	3761.9	0.0	10.4	1472.1	0.0	20.9	2944.1	2944.1	1993.1
480	10	0.09	54.3	25.0	3786.9	0.0	9.8	1481.8	0.0	19.5	2963.7	2963.7	2012.7
490	10	0.09	51.1	23.5	3810.4	0.0	9.2	1491.0	0.0	18.4	2982.1	2982.1	2031.1
500	10	0.08	48.2	22.2	3832.6	0.0	8.7	1499.7	0.0	17.3	2999.4	2999.4	2048.4

Apéndice C5 – Funcionamiento del estanque de retención La Ribera Tr = 25 años

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque Los Geranios	Vol acumulado al parque Los Geranios	Vol sobrante del parque	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol que llega al parque	Vol sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	10	0.00	1.0	0.5	0.5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.4	0.4	0.0
70	10	0.01	4.4	2.0	2.5	0.0	0.8	1.0	0.0	1.6	2.0	2.0	0.0
80	10	0.02	10.7	4.9	7.4	0.0	1.9	2.9	0.0	3.8	5.8	5.8	0.0
90	10	0.03	19.1	8.8	16.2	0.0	3.4	6.3	0.0	6.9	12.7	12.7	0.0
100	10	0.05	29.2	13.4	29.6	0.0	5.3	11.6	0.0	10.5	23.2	23.2	0.0
110	10	0.07	40.5	18.6	48.2	0.0	7.3	18.9	0.0	14.6	37.7	37.7	0.0
120	10	0.09	52.9	24.3	72.6	0.0	9.5	28.4	0.0	19.0	56.8	56.8	0.0

130	10	0.11	66.8	30.7	103.3	0.0	12.0	40.4	0.0	24.0	80.8	80.8	0.0
140	10	0.14	82.4	37.9	141.2	0.0	14.8	55.2	0.0	29.7	110.5	110.5	0.0
150	10	0.17	100.4	46.2	187.4	0.0	18.1	73.3	0.0	36.1	146.6	146.6	0.0
160	10	0.20	121.3	55.8	243.1	0.0	21.8	95.1	0.0	43.7	190.3	190.3	0.0
170	10	0.24	146.0	67.2	310.3	0.0	26.3	121.4	0.0	52.6	242.8	242.8	0.0
180	10	0.29	175.8	80.9	391.2	0.0	31.6	153.1	0.0	63.3	306.1	306.1	0.0
190	10	0.35	212.4	97.7	488.9	0.0	38.2	191.3	0.0	76.5	382.6	382.6	0.0
200	10	0.43	258.5	118.9	607.8	0.0	46.5	237.8	0.0	93.1	475.7	475.7	0.0
210	10	0.53	318.0	146.3	754.1	0.0	57.2	295.1	0.0	114.5	590.1	590.1	0.0
220	10	0.66	397.2	182.7	936.8	0.0	71.5	366.6	0.0	143.0	733.1	733.1	0.0
230	10	0.84	506.9	233.2	1169.9	0.0	91.2	457.8	0.0	182.5	915.6	915.6	0.0
240	10	1.11	666.6	306.6	1476.6	0.0	120.0	577.8	0.0	240.0	1155.6	1155.6	204.6
250	10	1.53	915.1	421.0	1897.5	0.0	164.7	742.5	0.0	329.4	1485.0	1485.0	534.0
260	10	2.09	1252.4	576.1	2473.6	0.0	225.4	967.9	0.0	450.8	1935.9	1935.9	984.9
270	10	2.44	1461.5	672.3	3145.9	0.0	263.1	1231.0	0.0	526.2	2462.0	2462.0	1511.0
280	10	2.33	1396.2	642.3	3788.2	0.0	251.3	1482.3	0.0	502.6	2964.7	2964.7	2013.7
290	10	1.99	1191.1	547.9	4336.1	0.0	214.4	1696.7	0.0	428.8	3393.5	3393.5	2442.5
300	10	1.56	933.7	429.5	4765.6	0.0	168.1	1864.8	0.0	336.1	3729.6	3729.6	2778.6
310	10	1.17	701.9	322.9	5088.5	0.0	126.3	1991.1	0.0	252.7	3982.3	3982.3	3031.3
320	10	0.92	552.2	254.0	5342.5	0.0	99.4	2090.5	0.0	198.8	4181.1	4181.1	3230.1
330	10	0.75	448.6	206.3	5548.8	0.0	80.7	2171.3	0.0	161.5	4342.6	4342.6	3391.6
340	10	0.62	374.0	172.0	5720.9	0.0	67.3	2238.6	0.0	134.6	4477.2	4477.2	3526.2
350	10	0.53	318.0	146.3	5867.2	0.0	57.2	2295.8	0.0	114.5	4591.7	4591.7	3640.7
360	10	0.46	274.8	126.4	5993.6	0.0	49.5	2345.3	0.0	98.9	4690.6	4690.6	3739.6
370	10	0.40	240.6	110.7	6104.2	0.0	43.3	2388.6	0.0	86.6	4777.2	4777.2	3826.2
380	10	0.36	213.0	98.0	6202.2	0.0	38.3	2427.0	0.0	76.7	4853.9	4853.9	3902.9
390	10	0.32	190.4	87.6	6289.8	0.0	34.3	2461.2	0.0	68.5	4922.5	4922.5	3971.5

400	10	0.29	171.6	78.9	6368.7	0.0	30.9	2492.1	0.0	61.8	4984.2	4984.2	4033.2
410	10	0.26	155.7	71.6	6440.4	0.0	28.0	2520.1	0.0	56.1	5040.3	5040.3	4089.3
420	10	0.24	142.2	65.4	6505.8	0.0	25.6	2545.8	0.0	51.2	5091.5	5091.5	4140.5
430	10	0.22	130.6	60.1	6565.9	0.0	23.5	2569.3	0.0	47.0	5138.5	5138.5	4187.5
440	10	0.20	120.6	55.5	6621.4	0.0	21.7	2591.0	0.0	43.4	5181.9	5181.9	4230.9
450	10	0.19	111.8	51.4	6672.8	0.0	20.1	2611.1	0.0	40.2	5222.2	5222.2	4271.2
460	10	0.17	104.1	47.9	6720.7	0.0	18.7	2629.8	0.0	37.5	5259.7	5259.7	4308.7
470	10	0.16	97.2	44.7	6765.4	0.0	17.5	2647.3	0.0	35.0	5294.7	5294.7	4343.7
480	10	0.15	91.1	41.9	6807.3	0.0	16.4	2663.7	0.0	32.8	5327.5	5327.5	4376.5
490	10	0.14	85.7	39.4	6846.8	0.0	15.4	2679.2	0.0	30.9	5358.3	5358.3	4407.3
500	10	0.13	80.8	37.2	6883.9	0.0	14.5	2693.7	0.0	29.1	5387.4	5387.4	4436.4

Apéndice C6 – Funcionamiento del estanque de retención La Ribera Tr = 50 años

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque Los Geranios	Vol acumulado al parque Los Geranios	Vol sobrante del parque	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol que llega al parque	Vol sobrante del parque
10	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	10	0.00	1.4	0.7	0.7	0.0	0.3	0.3	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0
60	10	0.01	6.5	3.0	3.7	0.0	1.2	1.4	0.0	2.3	2.9	2.9	0.0
70	10	0.03	15.3	7.0	10.7	0.0	2.8	4.2	0.0	5.5	8.4	8.4	0.0
80	10	0.05	27.0	12.4	23.1	0.0	4.9	9.1	0.0	9.7	18.1	18.1	0.0

90	10	0.07	40.8	18.7	41.9	0.0	7.3	16.4	0.0	14.7	32.8	32.8	0.0
100	10	0.09	55.6	25.6	67.5	0.0	10.0	26.4	0.0	20.0	52.8	52.8	0.0
110	10	0.12	71.5	32.9	100.4	0.0	12.9	39.3	0.0	25.7	78.5	78.5	0.0
120	10	0.15	88.7	40.8	141.2	0.0	16.0	55.2	0.0	31.9	110.5	110.5	0.0
130	10	0.18	107.7	49.6	190.7	0.0	19.4	74.6	0.0	38.8	149.3	149.3	0.0
140	10	0.21	129.0	59.3	250.1	0.0	23.2	97.9	0.0	46.4	195.7	195.7	0.0
150	10	0.26	153.2	70.5	320.5	0.0	27.6	125.4	0.0	55.1	250.8	250.8	0.0
160	10	0.30	181.1	83.3	403.8	0.0	32.6	158.0	0.0	65.2	316.0	316.0	0.0
170	10	0.36	214.0	98.5	502.3	0.0	38.5	196.6	0.0	77.1	393.1	393.1	0.0
180	10	0.42	253.5	116.6	618.9	0.0	45.6	242.2	0.0	91.3	484.4	484.4	0.0
190	10	0.50	301.9	138.9	757.8	0.0	54.3	296.5	0.0	108.7	593.1	593.1	0.0
200	10	0.60	362.6	166.8	924.6	0.0	65.3	361.8	0.0	130.5	723.6	723.6	0.0
210	10	0.73	440.7	202.7	1127.3	0.0	79.3	441.1	0.0	158.7	882.3	882.3	0.0
220	10	0.91	544.6	250.5	1377.8	0.0	98.0	539.2	0.0	196.0	1078.3	1078.3	127.3
230	10	1.15	688.2	316.6	1694.4	0.0	123.9	663.0	0.0	247.7	1326.1	1326.1	375.1
240	10	1.49	896.9	412.6	2107.0	0.0	161.4	824.5	0.0	322.9	1648.9	1648.9	697.9
250	10	2.04	1221.1	561.7	2668.7	0.0	219.8	1044.3	0.0	439.6	2088.5	2088.5	1137.5
260	10	2.77	1659.7	763.5	3432.1	0.0	298.7	1343.0	0.0	597.5	2686.0	2686.0	1735.0
270	10	3.21	1928.2	887.0	4319.1	0.0	347.1	1690.1	0.0	694.1	3380.2	3380.2	2429.2
280	10	3.06	1836.4	844.7	5163.8	0.0	330.5	2020.6	0.0	661.1	4041.3	4041.3	3090.3
290	10	2.60	1562.7	718.9	5882.7	0.0	281.3	2301.9	0.0	562.6	4603.8	4603.8	3652.8
300	10	2.04	1222.4	562.3	6445.0	0.0	220.0	2522.0	0.0	440.1	5043.9	5043.9	4092.9
310	10	1.53	917.3	422.0	6866.9	0.0	165.1	2687.1	0.0	330.2	5374.1	5374.1	4423.1
320	10	1.20	721.2	331.7	7198.7	8.7	129.8	2816.9	0.0	259.6	5633.8	5642.5	4691.5

330	10	0.98	586.1	269.6	7468.3	278.3	105.5	2922.4	0.0	211.0	5844.8	6123.1	5172.1
340	10	0.81	488.5	224.7	7693.0	503.0	87.9	3010.3	0.0	175.9	6020.6	6523.6	5572.6
350	10	0.69	415.3	191.0	7884.0	694.0	74.7	3085.1	0.0	149.5	6170.1	6864.1	5913.1
360	10	0.60	358.7	165.0	8049.1	859.1	64.6	3149.6	0.0	129.1	6299.3	7158.3	6207.3
370	10	0.52	314.0	144.5	8193.5	1003.5	56.5	3206.2	0.0	113.1	6412.3	7415.8	6464.8
380	10	0.46	278.0	127.9	8321.4	1131.4	50.0	3256.2	0.0	100.1	6512.4	7643.8	6692.8
390	10	0.41	248.5	114.3	8435.7	1245.7	44.7	3300.9	0.0	89.4	6601.8	7847.5	6896.5
400	10	0.37	223.9	103.0	8538.7	1348.7	40.3	3341.2	0.0	80.6	6682.4	8031.1	7080.1
410	10	0.34	203.2	93.5	8632.1	1442.1	36.6	3377.8	0.0	73.1	6755.6	8197.7	7246.7
420	10	0.31	185.6	85.4	8717.5	1527.5	33.4	3411.2	0.0	66.8	6822.4	8349.9	7398.9
430	10	0.28	170.4	78.4	8795.9	1605.9	30.7	3441.9	0.0	61.3	6883.7	8489.6	7538.6
440	10	0.26	157.3	72.4	8868.2	1678.2	28.3	3470.2	0.0	56.6	6940.4	8618.6	7667.6
450	10	0.24	145.8	67.1	8935.3	1745.3	26.2	3496.4	0.0	52.5	6992.9	8738.2	7787.2
460	10	0.23	135.7	62.4	8997.8	1807.8	24.4	3520.9	0.0	48.9	7041.7	8849.5	7898.5
470	10	0.21	126.8	58.3	9056.1	1866.1	22.8	3543.7	0.0	45.7	7087.4	8953.5	8002.5
480	10	0.20	118.9	54.7	9110.8	1920.8	21.4	3565.1	0.0	42.8	7130.2	9050.9	8099.9
490	10	0.19	111.8	51.4	9162.2	1972.2	20.1	3585.2	0.0	40.2	7170.4	9142.6	8191.6
500	10	0.18	105.4	48.5	9210.6	2020.6	19.0	3604.2	0.0	37.9	7208.3	9229.0	8278.0

Apéndice C7 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 10 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol sobrante de la ribera	Vol que llega al parque	q1	q2	q3	q4	Q bombeado	Vol bombeado parcial	Vol bombeado acumulado	Vol Sobrante del parque
10	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
20	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
30	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
40	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
50	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
60	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
70	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
80	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
90	10	0.00	0.19	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.05
100	10	0.00	1.61	1.2	1.4	0.0	0.4	0.4	0.4	0.78	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.78
110	10	0.01	3.99	3.0	4.4	0.0	1.0	1.4	1.3	2.70	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	2.70
120	10	0.01	6.85	5.2	9.6	0.0	1.6	3.0	3.0	5.99	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	5.99
130	10	0.02	10.21	7.8	17.4	0.0	2.4	5.5	5.4	10.89	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	10.89
140	10	0.02	14.20	10.8	28.2	0.0	3.4	8.9	8.8	17.70	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	17.70
150	10	0.03	19.00	14.4	42.6	0.0	4.6	13.5	13.4	26.82	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	26.82
160	10	0.04	24.85	18.9	61.5	0.0	6.0	19.4	19.3	38.75	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	38.75

170	10	0.05	32.09	24.4	85.9	0.0	7.7	27.1	27.0	54.15	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	54.15
180	10	0.07	41.21	31.3	117.2	0.0	9.9	37.0	36.9	73.93	0.081	0	0	0	0.08	48.6	48.6	25.33
190	10	0.09	52.92	40.2	157.4	0.0	12.7	49.7	49.6	99.33	0.081	0	0	0	0.08	48.6	97.2	2.13
200	10	0.11	68.33	51.9	209.3	0.0	16.4	66.1	66.0	132.13	0.081	0.081	0	0	0.16	97.2	194.4	0.00
210	10	0.15	89.19	67.8	277.1	0.0	21.4	87.5	87.4	174.94	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	388.8	0.00
220	10	0.20	118.45	90.0	367.1	0.0	28.4	115.9	115.9	231.80	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	583.2	0.00
230	10	0.27	161.33	122.6	489.7	0.0	38.7	154.7	154.6	309.23	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	777.6	0.00
240	10	0.38	227.93	173.2	663.0	0.0	54.7	209.4	209.3	418.64	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	972.0	0.00
250	10	0.57	339.99	258.4	921.4	0.0	81.6	291.0	290.9	581.84	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1166.4	0.00
260	10	0.76	458.30	348.3	1269.7	0.0	110.0	401.0	400.9	801.82	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1360.8	0.00
270	10	0.65	391.12	297.3	1566.9	0.0	93.9	494.8	494.7	989.56	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1555.2	0.00
280	10	0.46	277.78	211.1	1778.0	176.0	66.7	561.5	561.4	1298.93	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1749.6	0.00
290	10	0.35	208.90	158.8	1936.8	334.8	50.1	611.6	611.5	1557.97	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1944.0	0.00
300	10	0.27	163.80	124.5	2061.3	459.3	39.3	650.9	650.9	1761.08	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2138.4	0.00
310	10	0.22	132.58	100.8	2162.1	560.1	31.8	682.8	682.7	1925.48	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2332.8	0.00
320	10	0.18	110.01	83.6	2245.7	643.7	26.4	709.2	709.1	2061.89	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2527.2	0.00

330	10	0.16	93.12	70.8	2316.4	714.4	22.3	731.5	731.4	2177.35	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2721.6	0.00
340	10	0.13	80.11	60.9	2377.3	775.3	19.2	750.7	750.6	2276.69	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2916.0	0.00
350	10	0.12	69.87	53.1	2430.4	828.4	16.8	767.5	767.4	2363.33	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3110.4	0.00
360	10	0.10	61.64	46.8	2477.3	875.3	14.8	782.3	782.2	2439.77	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3304.8	0.00
370	10	0.09	54.92	41.7	2519.0	917.0	13.2	795.5	795.4	2507.86	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3499.2	0.00
380	10	0.08	49.34	37.5	2556.5	954.5	11.8	807.3	807.2	2569.05	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3693.6	0.00
390	10	0.07	44.67	33.9	2590.4	988.4	10.7	818.0	818.0	2624.44	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3888.0	0.00
400	10	0.07	40.70	30.9	2621.4	1019.4	9.8	827.8	827.7	2674.90	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4082.4	0.00
410	10	0.06	37.29	28.3	2649.7	1047.7	9.0	836.8	836.7	2721.14	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4276.8	0.00
420	10	0.06	34.35	26.1	2675.8	1073.8	8.2	845.0	844.9	2763.74	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4471.2	0.00
430	10	0.05	31.79	24.2	2700.0	1098.0	7.6	852.6	852.5	2803.16	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4665.6	0.00
440	10	0.05	29.54	22.5	2722.4	1120.4	7.1	859.7	859.6	2839.80	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4860.0	0.00
450	10	0.05	27.56	20.9	2743.4	1141.4	6.6	866.3	866.3	2873.97	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5054.4	0.00
460	10	0.04	25.80	19.6	2763.0	1161.0	6.2	872.5	872.4	2905.96	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5248.8	0.00
470	10	0.04	24.22	18.4	2781.4	1179.4	5.8	878.3	878.3	2935.99	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5443.2	0.00
480	10	0.04	22.81	17.3	2798.7	1196.7	5.5	883.8	883.7	2964.27	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5637.6	0.00

490	10	0.04	21.54	16.4	2815.1	1213.1	5.2	889.0	888.9	2990.98	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5832.0	0.00
500	10	0.03	20.38	15.5	2830.6	1228.6	4.9	893.9	893.8	3016.25	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6026.4	0.00

Apéndice C8 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 25 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol sobrante de la ribera	Vol que llega al parque	q1	q2	q3	q4	Q bombeado	Vol bombeado parcial	Vol bombeado acumulado	Vol sobrante del parque
10	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
20	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
30	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
40	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
50	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
60	10	0.00	0.15	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
70	10	0.00	2.28	1.7	1.8	0.0	0.5	0.6	0.5	1.09	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
80	10	0.01	6.11	4.6	6.5	0.0	1.5	2.0	2.0	4.02	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
90	10	0.02	10.57	8.0	14.5	0.0	2.5	4.6	4.5	9.09	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
100	10	0.03	15.50	11.8	26.3	0.0	3.7	8.3	8.2	16.53	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
110	10	0.03	20.99	16.0	42.3	0.0	5.0	13.3	13.3	26.61	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
120	10	0.05	27.19	20.7	62.9	0.0	6.5	19.9	19.8	39.66	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
130	10	0.06	34.26	26.0	89.0	0.0	8.2	28.1	28.0	56.10	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
140	10	0.07	42.45	32.3	121.2	0.0	10.2	38.3	38.2	76.48	0.081	0	0	0	0.08	48.6	48.6	0.00
150	10	0.09	52.06	39.6	160.8	0.0	12.5	50.8	50.7	101.47	0.081	0	0	0	0.08	48.6	97.2	0.00
160	10	0.11	63.51	48.3	209.1	0.0	15.2	66.0	65.9	131.96	0.081	0.081	0	0	0.16	97.2	194.4	0.00
170	10	0.13	77.39	58.8	267.9	0.0	18.6	84.6	84.5	169.11	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	388.8	0.00
180	10	0.16	94.54	71.9	339.7	0.0	22.7	107.3	107.2	214.49	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	583.2	0.00
190	10	0.19	116.18	88.3	428.0	0.0	27.9	135.2	135.1	270.26	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	777.6	0.00

200	10	0.24	144.20	109.6	537.6	0.0	34.6	169.8	169.7	339.47	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	972.0	0.00
210	10	0.30	181.56	138.0	675.6	0.0	43.6	213.3	213.3	426.62	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1166.4	0.00
220	10	0.39	233.21	177.2	852.8	0.0	56.0	269.3	269.2	538.56	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1360.8	0.00
230	10	0.51	307.94	234.0	1086.9	0.0	73.9	343.2	343.1	686.37	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1555.2	0.00
240	10	0.70	422.65	321.2	1408.1	0.0	101.4	444.7	444.6	889.24	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1749.6	0.00
250	10	1.02	613.53	466.3	1874.4	272.4	147.2	591.9	591.8	1456.11	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1944.0	0.00
260	10	1.35	808.61	614.5	2488.9	886.9	194.1	786.0	785.9	2458.79	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2138.4	320.39
270	10	1.13	680.50	517.2	3006.1	1404.1	163.3	949.3	949.2	3302.60	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2332.8	969.80
280	10	0.80	478.64	363.8	3369.9	1767.9	114.9	1064.2	1064.1	3896.12	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2527.2	1368.92
290	10	0.60	358.10	272.2	3642.0	2040.0	85.9	1150.1	1150.0	4340.17	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2721.6	1618.57
300	10	0.47	279.87	212.7	3854.7	2252.7	67.2	1217.3	1217.2	4687.21	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2916.0	1771.21
310	10	0.38	226.02	171.8	4026.5	2424.5	54.2	1271.5	1271.4	4967.47	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3110.4	1857.07
320	10	0.31	187.23	142.3	4168.8	2566.8	44.9	1316.5	1316.4	5199.63	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3304.8	1894.83
330	10	0.26	158.27	120.3	4289.1	2687.1	38.0	1354.4	1354.4	5395.89	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3499.2	1896.69
340	10	0.23	136.03	103.4	4392.5	2790.5	32.6	1387.1	1387.0	5564.57	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3693.6	1870.97
350	10	0.20	118.54	90.1	4482.6	2880.6	28.4	1415.5	1415.5	5711.56	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3888.0	1823.56
360	10	0.17	104.50	79.4	4562.0	2960.0	25.1	1440.6	1440.5	5841.14	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4082.4	1758.74

370	10	0.16	93.05	70.7	4632.7	3030.7	22.3	1463.0	1462.9	5956.52	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4276.8	1679.72
380	10	0.14	83.56	63.5	4696.2	3094.2	20.1	1483.0	1482.9	6060.14	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4471.2	1588.94
390	10	0.13	75.61	57.5	4753.7	3151.7	18.1	1501.2	1501.1	6153.89	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4665.6	1488.29
400	10	0.11	68.86	52.3	4806.0	3204.0	16.5	1517.7	1517.6	6239.27	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4860.0	1379.27
410	10	0.11	63.08	47.9	4853.9	3251.9	15.1	1532.8	1532.7	6317.49	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5054.4	1263.09
420	10	0.10	58.09	44.1	4898.1	3296.1	13.9	1546.8	1546.7	6389.52	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5248.8	1140.72
430	10	0.09	53.74	40.8	4938.9	3336.9	12.9	1559.7	1559.6	6456.15	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5443.2	1012.95
440	10	0.08	49.93	37.9	4976.9	3374.9	12.0	1571.6	1571.6	6518.06	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5637.6	880.46
450	10	0.08	46.56	35.4	5012.2	3410.2	11.2	1582.8	1582.7	6575.80	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5832.0	743.80
460	10	0.07	43.57	33.1	5045.4	3443.4	10.5	1593.3	1593.2	6629.83	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6026.4	603.43
470	10	0.07	40.90	31.1	5076.5	3474.5	9.8	1603.1	1603.0	6680.55	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6220.8	459.75
480	10	0.06	38.51	29.3	5105.7	3503.7	9.2	1612.3	1612.3	6728.31	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6415.2	313.11
490	10	0.06	36.36	27.6	5133.4	3531.4	8.7	1621.1	1621.0	6773.39	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6609.6	163.79
500	10	0.06	34.40	26.1	5159.5	3557.5	8.3	1629.3	1629.2	6816.05	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6804.0	12.05

Apéndice C9 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM1 Tr = 50 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Vol (m3)	Vol parcial zanja	Vol acumulado zanja	Vol sobrante de zanja	Vol parcial al parque	Vol acumulado al parque	Vol sobrante de la ribera	Vol que llega al parque	q1	q2	q3	q4	Q bombeado	Vol bombeado parcial	Vol bombeado acumulado	Vol sobrante del parque
10	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
20	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
30	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
40	10	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.00
50	10	0.00	0.44	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.13	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.13
60	10	0.01	3.91	3.0	3.3	0.0	0.9	1.0	1.0	2.01	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	2.01
70	10	0.02	9.46	7.2	10.5	0.0	2.3	3.3	3.2	6.55	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	6.55
80	10	0.03	15.58	11.8	22.3	0.0	3.7	7.1	7.0	14.03	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	14.03
90	10	0.04	22.13	16.8	39.2	0.0	5.3	12.4	12.3	24.65	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	24.65
100	10	0.05	29.23	22.2	61.4	0.0	7.0	19.4	19.3	38.68	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	38.68
110	10	0.06	37.03	28.1	89.5	0.0	8.9	28.3	28.2	56.46	0	0	0	0	0.00	0.0	0.0	56.46
120	10	0.08	45.72	34.7	124.3	0.0	11.0	39.2	39.2	78.40	0.081	0	0	0	0.08	48.6	48.6	29.80
130	10	0.09	55.52	42.2	166.5	0.0	13.3	52.6	52.5	105.05	0.081	0.081	0	0	0.16	97.2	145.8	0.00
140	10	0.11	66.76	50.7	217.2	0.0	16.0	68.6	68.5	137.10	0.081	0.081	0.081	0	0.24	145.8	291.6	0.00
150	10	0.13	79.84	60.7	277.9	0.0	19.2	87.8	87.7	175.42	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	486.0	0.00
160	10	0.16	95.32	72.4	350.3	0.0	22.9	110.6	110.5	221.18	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	680.4	0.00
170	10	0.19	113.97	86.6	436.9	0.0	27.4	138.0	137.9	275.88	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	874.8	0.00

180	10	0.23	136.88	104.0	541.0	0.0	32.9	170.8	170.8	341.59	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1069.2	0.00
190	10	0.28	165.67	125.9	666.9	0.0	39.8	210.6	210.5	421.11	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1263.6	0.00
200	10	0.34	202.79	154.1	821.0	0.0	48.7	259.3	259.2	518.45	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1458.0	0.00
210	10	0.42	252.12	191.6	1012.6	0.0	60.5	319.8	319.7	639.47	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1652.4	0.00
220	10	0.53	320.11	243.3	1255.9	0.0	76.8	396.6	396.5	793.12	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	1846.8	0.00
230	10	0.70	418.21	317.8	1573.7	0.0	100.4	497.0	496.9	993.86	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2041.2	0.00
240	10	0.95	568.41	432.0	2005.7	403.7	136.4	633.4	633.3	1670.44	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2235.6	0.00
250	10	1.36	817.79	621.5	2627.3	1025.3	196.3	829.7	829.6	2684.50	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2430.0	254.50
260	10	1.78	1070.11	813.3	3440.5	1838.5	256.8	1086.5	1086.4	4011.43	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2624.4	1387.03
270	10	1.49	896.66	681.5	4122.0	2520.0	215.2	1301.7	1301.6	5123.29	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	2818.8	2304.49
280	10	1.05	628.83	477.9	4599.9	2997.9	150.9	1452.6	1452.5	5903.05	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3013.2	2889.85
290	10	0.78	469.75	357.0	4956.9	3354.9	112.7	1565.3	1565.3	6485.54	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3207.6	3277.94
300	10	0.61	366.78	278.8	5235.7	3633.7	88.0	1653.4	1653.3	6940.35	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3402.0	3538.35
310	10	0.49	296.01	225.0	5460.6	3858.6	71.0	1724.4	1724.3	7307.40	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3596.4	3711.00
320	10	0.41	245.08	186.3	5646.9	4044.9	58.8	1783.2	1783.2	7611.30	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3790.8	3820.50
330	10	0.35	207.11	157.4	5804.3	4202.3	49.7	1832.9	1832.9	7868.11	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	3985.2	3882.91
340	10	0.30	177.95	135.2	5939.6	4337.6	42.7	1875.6	1875.6	8088.77	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4179.6	3909.17

350	10	0.26	155.03	117.8	6057.4	4455.4	37.2	1912.9	1912.8	8281.01	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4374.0	3907.01
360	10	0.23	136.65	103.9	6161.2	4559.2	32.8	1945.7	1945.6	8450.45	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4568.4	3882.05
370	10	0.20	121.65	92.5	6253.7	4651.7	29.2	1974.8	1974.8	8601.29	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4762.8	3838.49
380	10	0.18	109.23	83.0	6336.7	4734.7	26.2	2001.1	2001.0	8736.73	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	4957.2	3779.53
390	10	0.16	98.82	75.1	6411.8	4809.8	23.7	2024.8	2024.7	8859.26	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5151.6	3707.66
400	10	0.15	89.99	68.4	6480.2	4878.2	21.6	2046.4	2046.3	8970.85	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5346.0	3624.85
410	10	0.14	82.43	62.6	6542.8	4940.8	19.8	2066.2	2066.1	9073.06	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5540.4	3532.66
420	10	0.13	75.90	57.7	6600.5	4998.5	18.2	2084.4	2084.3	9167.17	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5734.8	3432.37
430	10	0.12	70.21	53.4	6653.9	5051.9	16.9	2101.2	2101.1	9254.23	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	5929.2	3325.03
440	10	0.11	65.22	49.6	6703.4	5101.4	15.7	2116.9	2116.8	9335.11	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6123.6	3211.51
450	10	0.10	60.82	46.2	6749.7	5147.7	14.6	2131.5	2131.4	9410.53	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6318.0	3092.53
460	10	0.09	56.92	43.3	6792.9	5190.9	13.7	2145.1	2145.1	9481.10	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6512.4	2968.70
470	10	0.09	53.43	40.6	6833.5	5231.5	12.8	2158.0	2157.9	9547.35	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6706.8	2840.55
480	10	0.08	50.30	38.2	6871.8	5269.8	12.1	2170.0	2169.9	9609.72	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	6901.2	2708.52
490	10	0.08	47.48	36.1	6907.8	5305.8	11.4	2181.4	2181.3	9668.60	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	7095.6	2573.00
500	10	0.07	44.93	34.1	6942.0	5340.0	10.8	2192.2	2192.1	9724.31	0.081	0.081	0.081	0.081	0.32	194.4	7290.0	2434.31

Apéndice C10 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 10 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	q1	q2	Q3	Q Parcial	Vol. Parcial	Q acumulado	Vol acumulado (m3)	Vol. Net	Vol. Calles	Altura acumulada(m)
10	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516	0.00	0.00
20	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
30	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
40	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
50	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
60	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
70	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5516.0	0.00	0.00
80	10	0.00	0	0	0	0.00	0.13	0.00	0.1	5515.9	0.00	0.00
90	10	0.00	0	0	0	0.00	0.85	0.00	1.0	5515.0	0.00	0.00
100	10	0.00	0	0	0	0.00	1.96	0.00	2.9	5513.1	0.00	0.00
110	10	0.01	0	0	0	0.01	3.24	0.01	6.2	5509.8	0.00	0.00
120	10	0.01	0	0	0	0.01	4.72	0.02	10.9	5505.1	0.00	0.00
130	10	0.01	0	0	0	0.01	6.44	0.03	17.4	5498.6	0.00	0.00
140	10	0.01	0	0	0	0.01	8.46	0.04	25.8	5490.2	0.00	0.00
150	10	0.02	0	0	0	0.02	10.87	0.06	36.7	5479.3	0.00	0.00
160	10	0.02	0	0	0	0.02	13.77	0.08	50.4	5465.6	0.00	0.00
170	10	0.03	0	0	0	0.03	17.33	0.11	67.8	5448.2	0.00	0.00
180	10	0.04	0.022	0	0	0.01	8.58	0.13	76.4	5439.6	0.00	0.00
190	10	0.05	0.022	0	0	0.02	14.24	0.15	90.6	5425.4	0.00	0.00
200	10	0.06	0.022	0	0	0.04	21.64	0.19	112.2	5403.8	0.00	0.00
210	10	0.07	0.022	0.022	0	0.03	18.39	0.22	130.6	5385.4	0.00	0.00
220	10	0.10	0.022	0.022	0.022	0.03	19.05	0.25	149.7	5366.3	0.00	0.00

230	10	0.13	0.022	0.022	0.022	0.07	39.24	0.31	188.9	5327.1	0.00	0.00
240	10	0.18	0.022	0.022	0.022	0.12	70.42	0.43	259.4	5256.6	0.00	0.00
250	10	0.27	0.022	0.022	0.022	0.20	122.59	0.64	381.9	5134.1	0.00	0.00
260	10	0.36	0.022	0.022	0.022	0.29	176.96	0.93	558.9	4957.1	0.00	0.00
270	10	0.31	0.022	0.022	0.022	0.24	144.41	1.17	703.3	4812.7	0.00	0.00
280	10	0.22	0.022	0.022	0.022	0.15	90.76	1.32	794.1	4721.9	0.00	0.00
290	10	0.16	0.022	0.022	0.022	0.10	58.17	1.42	852.2	4663.8	0.00	0.00
300	10	0.13	0.022	0.022	0.022	0.06	36.93	1.48	889.2	4626.8	0.00	0.00
310	10	0.10	0.022	0.022	0.022	0.04	22.26	1.52	911.4	4604.6	0.00	0.00
320	10	0.09	0.022	0.022	0.022	0.02	11.69	1.54	923.1	4592.9	0.00	0.00
330	10	0.07	0.022	0.022	0.022	0.01	3.78	1.54	926.9	4589.1	0.00	0.00
340	10	0.06	0.022	0.022	0.022	0.00	-2.30	1.54	924.6	4591.4	0.00	0.00
350	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.01	-7.08	1.53	917.5	4598.5	0.00	0.00
360	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.02	-10.92	1.51	906.6	4609.4	0.00	0.00
370	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.02	-14.06	1.49	892.5	4623.5	0.00	0.00
380	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.03	-16.66	1.46	875.9	4640.1	0.00	0.00
390	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.03	-18.84	1.43	857.0	4659.0	0.00	0.00
400	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.03	-20.69	1.39	836.3	4679.7	0.00	0.00
410	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.04	-22.27	1.36	814.1	4701.9	0.00	0.00
420	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.04	-23.64	1.32	790.4	4725.6	0.00	0.00
430	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.04	-24.83	1.28	765.6	4750.4	0.00	0.00
440	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.04	-25.88	1.23	739.7	4776.3	0.00	0.00
450	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.04	-26.80	1.19	712.9	4803.1	0.00	0.00
460	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.05	-27.62	1.14	685.3	4830.7	0.00	0.00
470	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.05	-28.36	1.09	656.9	4859.1	0.00	0.00
480	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.05	-29.01	1.05	627.9	4888.1	0.00	0.00

490	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.05	-29.60	1.00	598.3	4917.7	0.00	0.00
500	10	0.02	0.022	0.022	0.022	-0.05	-30.14	0.95	568.2	4947.8	0.00	0.00

Apéndice C11 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 25 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	q1	q2	Q3	Q parcial	Vol. Parcial	Q acumulado	Vol acumulado (m3)	Capacidad de Parques	Vol. Calles
10	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5116	0.00
20	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5116.0	0.00
30	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5116.0	0.00
40	10	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.0	5116.0	0.00
50	10	0.00	0	0	0	0.00	0.02	0.00	0.0	5116.0	0.00
60	10	0.00	0	0	0	0.00	0.85	0.00	0.9	5115.1	0.00
70	10	0.00	0	0	0	0.00	2.58	0.01	3.4	5112.6	0.00
80	10	0.01	0	0	0	0.01	4.66	0.01	8.1	5107.9	0.00
90	10	0.01	0	0	0	0.01	6.91	0.03	15.0	5101.0	0.00
100	10	0.02	0	0	0	0.02	9.35	0.04	24.4	5091.6	0.00
110	10	0.02	0	0	0	0.02	12.05	0.06	36.4	5079.6	0.00
120	10	0.03	0	0	0	0.03	15.06	0.09	51.5	5064.5	0.00
130	10	0.03	0.022	0	0	0.01	5.27	0.09	56.7	5059.3	0.00
140	10	0.04	0.022	0	0	0.02	9.19	0.11	65.9	5050.1	0.00
150	10	0.04	0.022	0	0	0.02	13.76	0.13	79.7	5036.3	0.00
160	10	0.05	0.022	0	0	0.03	19.18	0.16	98.9	5017.1	0.00
170	10	0.06	0.022	0	0	0.04	25.72	0.21	124.6	4991.4	0.00
180	10	0.08	0.022	0.022	0.022	0.01	7.37	0.22	132.0	4984.0	0.00
190	10	0.10	0.022	0.022	0.022	0.03	17.49	0.25	149.5	4966.5	0.00
200	10	0.12	0.022	0.022	0.022	0.05	30.54	0.30	180.0	4936.0	0.00

210	10	0.15	0.022	0.022	0.022	0.08	47.91	0.38	227.9	4888.1	0.00
220	10	0.19	0.022	0.022	0.022	0.12	71.85	0.50	299.8	4816.2	0.00
230	10	0.24	0.022	0.022	0.022	0.18	106.42	0.68	406.2	4709.8	0.00
240	10	0.33	0.022	0.022	0.022	0.27	159.37	0.94	565.5	4550.5	0.00
250	10	0.48	0.022	0.022	0.022	0.41	247.30	1.35	812.8	4303.2	0.00
260	10	0.63	0.022	0.022	0.022	0.56	336.63	1.92	1149.5	3966.5	0.00
270	10	0.53	0.022	0.022	0.022	0.46	276.56	2.38	1426.0	3690.0	0.00
280	10	0.37	0.022	0.022	0.022	0.30	182.68	2.68	1608.7	3507.3	0.00
290	10	0.28	0.022	0.022	0.022	0.21	126.44	2.89	1735.1	3380.9	0.00
300	10	0.22	0.022	0.022	0.022	0.15	90.03	3.04	1825.2	3290.8	0.00
310	10	0.17	0.022	0.022	0.022	0.11	65.01	3.15	1890.2	3225.8	0.00
320	10	0.14	0.022	0.022	0.022	0.08	47.01	3.23	1937.2	3178.8	0.00
330	10	0.12	0.022	0.022	0.022	0.06	33.59	3.28	1970.8	3145.2	0.00
340	10	0.10	0.022	0.022	0.022	0.04	23.28	3.32	1994.1	3121.9	0.00
350	10	0.09	0.022	0.022	0.022	0.03	15.18	3.35	2009.3	3106.7	0.00
360	10	0.08	0.022	0.022	0.022	0.01	8.69	3.36	2017.9	3098.1	0.00
370	10	0.07	0.022	0.022	0.022	0.01	3.38	3.37	2021.3	3094.7	0.00
380	10	0.06	0.022	0.022	0.022	0.00	-1.00	3.37	2020.3	3095.7	0.00
390	10	0.06	0.022	0.022	0.022	-0.01	-4.68	3.36	2015.6	3100.4	0.00
400	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.01	-7.80	3.35	2007.8	3108.2	0.00
410	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.02	-10.47	3.33	1997.4	3118.6	0.00
420	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.02	-12.78	3.31	1984.6	3131.4	0.00
430	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.02	-14.79	3.28	1969.8	3146.2	0.00
440	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.03	-16.55	3.26	1953.2	3162.8	0.00
450	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.03	-18.11	3.23	1935.1	3180.9	0.00
460	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.03	-19.49	3.19	1915.6	3200.4	0.00

470	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.03	-20.72	3.16	1894.9	3221.1	0.00
480	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.04	-21.83	3.12	1873.1	3242.9	0.00
490	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.04	-22.82	3.08	1850.3	3265.7	0.00
500	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.04	-23.72	3.04	1826.5	3289.5	0.00

Apéndice C12 – *Funcionamiento del sistema de bombeo subcuenca QAM2 Tr = 50 años.*

T (min)	ΔT (min)	Q (m3/s)	Q1	Q2	Q3	Q parcial (m3/s)	Vol Parcial (m3)	Q acumulado	Vol acumulado	Capacidad de Parques
10	10	0.00	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	5116.0
20	10	0.00	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	5116.0
30	10	0.00	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	5116.0
40	10	0.00	0	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	5116.0
50	10	0.00	0	0	0	0.00	1.2	0.0	1.3	5114.7
60	10	0.01	0	0	0	0.01	3.7	0.0	5.0	5111.0
70	10	0.01	0	0	0	0.01	6.6	0.0	11.6	5104.4
80	10	0.02	0	0	0	0.02	9.6	0.0	21.3	5094.7
90	10	0.02	0	0	0	0.02	12.8	0.1	34.1	5081.9
100	10	0.03	0	0	0	0.03	16.3	0.1	50.3	5065.7
110	10	0.03	0	0	0	0.03	20.0	0.1	70.3	5045.7
120	10	0.04	0.022	0	0	0.02	10.9	0.1	81.2	5034.8
130	10	0.05	0.022	0	0	0.03	15.5	0.2	96.7	5019.3
140	10	0.06	0.022	0	0	0.03	20.8	0.2	117.5	4998.5
150	10	0.07	0.022	0.022	0.022	0.00	0.5	0.2	118.0	4998.0
160	10	0.08	0.022	0.022	0.022	0.01	7.7	0.2	125.7	4990.3
170	10	0.09	0.022	0.022	0.022	0.03	16.3	0.2	142.0	4974.0
180	10	0.11	0.022	0.022	0.022	0.04	27.0	0.3	169.0	4947.0
190	10	0.13	0.022	0.022	0.022	0.07	40.3	0.3	209.2	4906.8

200	10	0.16	0.022	0.022	0.022	0.10	57.4	0.4	266.7	4849.3
210	10	0.20	0.022	0.022	0.022	0.13	80.2	0.6	346.9	4769.1
220	10	0.25	0.022	0.022	0.022	0.19	111.5	0.8	458.4	4657.6
230	10	0.33	0.022	0.022	0.022	0.26	156.7	1.0	615.1	4500.9
240	10	0.44	0.022	0.022	0.022	0.38	225.8	1.4	840.9	4275.1
250	10	0.63	0.022	0.022	0.022	0.57	340.4	2.0	1181.3	3934.7
260	10	0.83	0.022	0.022	0.022	0.76	455.9	2.7	1637.2	3478.8
270	10	0.69	0.022	0.022	0.022	0.63	375.4	3.4	2012.6	3103.4
280	10	0.49	0.022	0.022	0.022	0.42	251.5	3.8	2264.1	2851.9
290	10	0.36	0.022	0.022	0.022	0.30	177.6	4.1	2441.7	2674.3
300	10	0.28	0.022	0.022	0.022	0.22	129.9	4.3	2571.6	2544.4
310	10	0.23	0.022	0.022	0.022	0.16	97.1	4.4	2668.7	2447.3
320	10	0.19	0.022	0.022	0.022	0.12	73.5	4.6	2742.2	2373.8
330	10	0.16	0.022	0.022	0.022	0.09	56.0	4.7	2798.2	2317.8
340	10	0.14	0.022	0.022	0.022	0.07	42.5	4.7	2840.7	2275.3
350	10	0.12	0.022	0.022	0.022	0.05	31.9	4.8	2872.6	2243.4
360	10	0.11	0.022	0.022	0.022	0.04	23.4	4.8	2896.0	2220.0
370	10	0.09	0.022	0.022	0.022	0.03	16.5	4.9	2912.5	2203.5
380	10	0.08	0.022	0.022	0.022	0.02	10.8	4.9	2923.2	2192.8
390	10	0.08	0.022	0.022	0.022	0.01	6.0	4.9	2929.2	2186.8
400	10	0.07	0.022	0.022	0.022	0.00	1.9	4.9	2931.1	2184.9
410	10	0.06	0.022	0.022	0.022	0.00	-1.6	4.9	2929.5	2186.5
420	10	0.06	0.022	0.022	0.022	-0.01	-4.6	4.9	2924.8	2191.2
430	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.01	-7.2	4.9	2917.6	2198.4
440	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.02	-9.5	4.8	2908.1	2207.9
450	10	0.05	0.022	0.022	0.022	-0.02	-11.6	4.8	2896.5	2219.5
460	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.02	-13.4	4.8	2883.1	2232.9

470	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.02	-15.0	4.8	2868.1	2247.9
480	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.03	-16.4	4.8	2851.7	2264.3
490	10	0.04	0.022	0.022	0.022	-0.03	-17.7	4.7	2834.0	2282.0
500	10	0.03	0.022	0.022	0.022	-0.03	-18.9	4.7	2815.1	2300.9

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

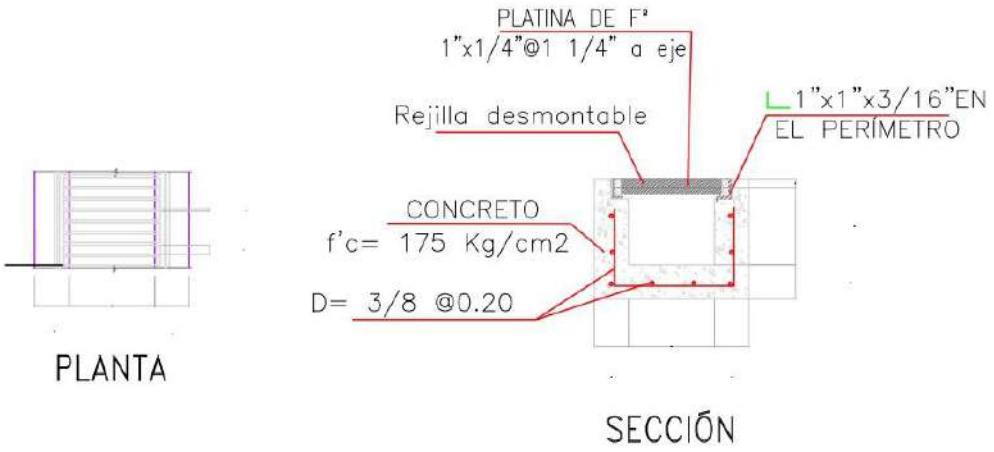
Planos

Plano de planta - Detalle - Diseño del mejoramiento del drenaje pluvial QAM

TESIS: SISTEMA DE MEJORAMIENTO DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CUENCA QUINTA ANA MARIA		DEPARTAMENTO: PIURA	ESCALA: 1/10000
ELABORÓ: J.B Y M.J	REVISÓ: M.F	PROVINCIA: PIURA	DISTRITO: PIURA

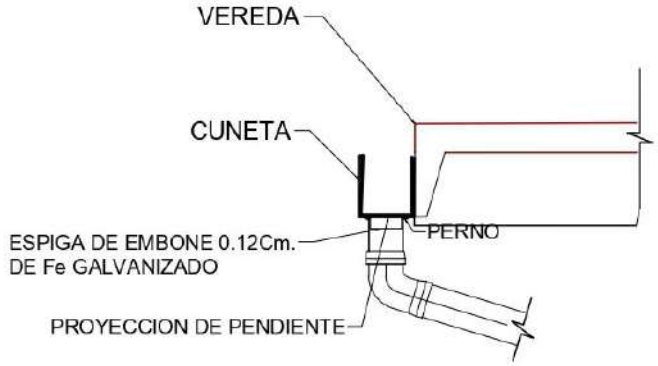
UNIVERSIDAD DE PIURA

TITULO: PLANTA MEJORAMIENTO DE DRENAJE PLUVIAL



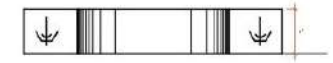
DETALLE DE CUNETA PLUVIAL

ESC: S/E



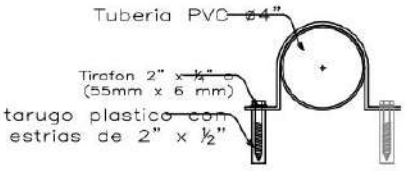
DETALLE 2 : CUNETA A PARQUE HIDRICO

Escala: S/E



ABRAZADERA EN PLANTA

Nota: El diámetro interior de la abrazadera será 1/4" mayor a la medida de la tubería



DETALLE DE ABRAZADERA PARA TUBERIA DE PVC

TESIS: SISTEMA DE MEJORAMIENTO DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CUENCA QUINTA ANA MARIA		DEPARTAMENTO: PIURA	ESCALA: INDICADA	UNIVERSIDAD DE PIURA
ELABORÓ: J.B Y M.J	REVISÓ: M.F	PROVINCIA: PIURA	DISTRITO: PIURA	TITULO: DETALLES CUNETAS