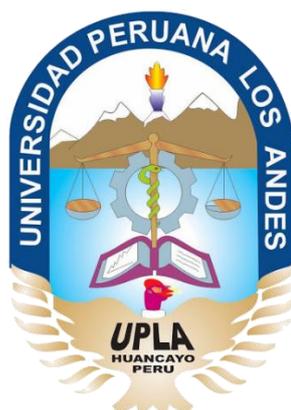


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

CIVIL



TESIS

**REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE
PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.**

Línea de investigación:

SALUD Y GESTIÓN DE SALUD

PRESENTADO POR:

Bach. DOOGIE CARHUAMACA GONZÁLEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2018

Asesor temático: Ing. Vladimir Ordóñez Camposano

Asesor metodológico: Mg. Jacqueline Santos Julca

Dedicatoria

A mi familia, por ser mi fortaleza, mi escuela y mi apoyo incondicional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Casio Aurelio Torres López
Presidente

Ing. Rando Porras Olarte
Jurado revisor

Ing. María Luisa Mueras Gutiérrez
Jurado revisor

Ing. Carlos Alberto Jesús Sedano
Jurado revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario docente

Índice

Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Formulación y sistematización del problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos	15
1.3 Justificación	15
1.3.1 Práctica o social	16
1.3.2 Metodológica	16
1.4 Delimitaciones	16
1.4.1 Espacial	16
1.4.2 Temporal	16
1.4.3 Económica	16
1.5 Limitaciones	17
1.6 Objetivos	17
1.6.1 Objetivo general	17
1.6.2 Objetivos específicos	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes	18
2.1.1 A nivel internacional	18
2.1.2 A nivel nacional	20
2.2 Marco conceptual	23
2.2.1 Rediseño de la red	23
2.2.1.1 Red de drenaje pluvial	23
2.2.1.2 Diseño hidráulico	23
2.2.1.3 Factores que inciden en el diseño hidráulico	23

2.2.1.4	Sistemas de alcantarillado	24
2.2.1.5	Sistemas de drenaje	24
2.2.1.6	Sistema de drenaje pluvial	24
2.2.1.7	Obligatoriedad del sistema de alcantarillado pluvial	25
2.2.1.8	Estudios básicos	26
2.2.1.9	Estimación de caudal	26
2.2.1.10	Caudal de diseño	26
2.2.1.11	Método racional	27
2.2.1.12	Coeficiente de escorrentía	27
2.2.1.13	Intensidad de lluvia	28
2.2.1.14	Intensidad – duración – frecuencia	28
2.2.1.15	Captación de escorrentía	28
2.2.1.16	Captación en zona vehicular – pista	28
2.2.1.17	Transporte de aguas pluviales	29
2.2.1.18	Cunetas	29
2.2.1.19	Sumideros	29
2.2.1.20	Tuberías	32
2.2.2	Control de drenaje pluvial urbano	35
2.2.2.1	Evacuación de las aguas recolectadas	35
2.2.2.2	Sistemas de evacuación	35
2.2.2.3	Modelo de simulación SWMM	35
2.2.2.4	EPA SWMM 5.0	37
2.2.2.5	Limitaciones de SWMM 5.0	37
2.2.2.6	Impacto ambiental	38
2.3	Definición de términos	38
2.4	Hipótesis	40
2.4.1	Hipótesis general	40
2.4.2	Hipótesis específicas	40
2.5	Variables	40
2.5.1	Definición conceptual de la variable	40
2.5.2	Definición operacional de la variable	41
2.5.3	Operacionalización de la variable	42

CAPITULO III: METODOLOGÍA	43
3.1 Método de investigación	43
3.2 Tipo de investigación	43
3.3 Nivel de investigación	43
3.4 Diseño de investigación	44
3.5 Población y muestra	44
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.7 Procesamiento de la información	45
3.8 Técnicas y análisis de datos	45
CAPITULO IV: RESULTADOS	46
4.1 Rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano	46
4.1.1 Disposiciones generales	46
4.1.2 Normativa	46
4.1.3 Topografía	46
4.1.4 Método racional	47
4.1.5 Coeficiente de escorrentía	47
4.1.6 Periodo de retorno	47
4.1.7 Configuración del proyecto en SWMM	47
4.1.8 Estudios hidrológicos	48
4.1.8.1 Datos pluviométricos	48
4.1.8.2 Distribución Gumbel	49
4.1.8.3 Características de la cuenca de diseño	57
4.1.8.4 Características de los buzones	58
4.1.8.5 Características de las tuberías	59
4.1.8.6 Modelo de simulación	60
4.1.8.7 Resultados de modelamiento, tiempo de retorno 2 años	63
4.1.8.8 Resultados de modelamiento, tiempo de retorno 10 años	68
4.1.9 Costo de la red de drenaje pluvial de la Av. Ferrocarril	73
4.1.9.1 Metrado de tuberías	73
4.1.9.2 Movimiento de tierra	75
4.1.9.3 Metrado total	77
4.1.9.4 Presupuesto	80

4.2 Condiciones de diseño aplicadas a nuestro entorno	82
4.3 Calidad del agua pluvial en la Av. Ferrocarril	83
4.4 Contrastación de hipótesis	84
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
5.1 Diseño de la red de drenaje pluvial de la Av. Ferrocarril	88
5.2 Condiciones de diseño aplicadas a nuestro entorno	92
5.3 Calidad del agua pluvial en la Av. Ferrocarril	93
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	99
- Matriz de consistencia	100
- Perfiles longitudinales	101
- Planos	110
- Análisis químico	117
- Panel fotográfico	120

Índice de tablas

Tabla 1. Características de los sistemas de drenaje pluvial.	25
Tabla 2. Coeficientes de escorrentía para el método racional.	27
Tabla 3. Tipos de sumideros.	29
Tabla 4. Diámetros mínimos de tubería en colectores.	33
Tabla 5. Coeficientes de rugosidad de Manning.	33
Tabla 6. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s).	34
Tabla 7. Operacionalización de la variable.	42
Tabla 8. Precipitación mensual estación Shullcas (primer bimestre).	48
Tabla 9. Precipitación mensual de la estación Shullcas (segundo bimestre).	49
Tabla 10. Distribución probabilística Gumbel.	50
Tabla 11. Cálculo de precipitaciones diarias máximas probables para diferentes frecuencias.	50
Tabla 12. Coeficientes para la relación de lluvia duración 24 horas.	51
Tabla 13. Precipitaciones máximas para distintos tiempos de duración de lluvia.	51
Tabla 14. Intensidades de lluvia a partir de P_d , según duración y frecuencia de precipitación.	52
Tabla 15. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 2 años.	52
Tabla 16. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 5 años.	53
Tabla 17. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 10 años.	54
Tabla 18. Regresión potencial.	55
Tabla 19. Regresión potencial de curva de distribución de frecuencia Gumbel.	56
Tabla 20. Intensidad – duración – frecuencia final requerida.	57
Tabla 21. Sub cuencas de análisis.	58
Tabla 22. Características de los buzones.	58
Tabla 23. Características de las tuberías	59

Tabla 24. Opciones de análisis del modelamiento, tiempo de retorno 2 años.	63
Tabla 25. Escorrentía en las sub cuencas de estudio.	64
Tabla 26. Nivel en buzones.	65
Tabla 27. Aportes en buzones.	66
Tabla 28. Vertido.	67
Tabla 29. Caudal en las redes.	67
Tabla 30. Opciones de análisis del modelamiento, tiempo de retorno 10 años.	68
Tabla 31. Escorrentía en las sub cuencas de estudio.	69
Tabla 32. Nivel en buzones.	70
Tabla 33. Aportes en buzones.	71
Tabla 34. Vertido.	72
Tabla 35. Caudal en las redes.	72
Tabla 36. Metrado de tuberías.	73
Tabla 37. Síntesis de longitud de tuberías.	74
Tabla 38. Movimiento de tierra.	75
Tabla 39. Metrado total.	77
Tabla 40. Presupuesto de la red de drenaje.	80
Tabla 41. Resultado del análisis fisicoquímico.	82
Tabla 42. Resultado del análisis microbiológico.	83

Índice de figuras

Figura 1. Sumidero de acera sin depresión.	30
Figura 2. Sumidero de acera con depresión.	30
Figura 3. Sumidero de acera con deflector.	30
Figura 4. Sumidero de cuneta sin depresión.	31
Figura 5. Sumidero de cuneta con depresión.	31
Figura 6. Sumidero combinado de acera y cuneta con depresión.	31
Figura 7. Sumidero múltiple de cuneta y acera sin depresión.	32
Figura 8. Ubicación y zonificación.	44
Figura 9. Área de estudio ubicada en el distrito de El Tambo.	46
Figura 10. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.	53
Figura 11. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 5 años.	54
Figura 12. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 10 años.	55
Figura 13. Constante de regresión y el periodo de retorno en años.	56
Figura 14. Intensidad vs. Duración en periodos de 2, 5 y 10 años.	57
Figura 15. Modelo de simulación en el programa SWMM.	60
Figura 16. Editor de series temporales tiempo de retorno de 2 años.	61
Figura 17. Curva IDF, tiempo de retorno 2 años.	61
Figura 18. Editor de series temporales tiempo de retorno de 10 años.	62
Figura 19. Curva IDF, tiempo de retorno 10 años.	62
Figura 20. Perfil longitudinal del buzón B1 al B8.	101
Figura 21. Perfil longitudinal del buzón B8 al B14.	102
Figura 22. Perfil longitudinal del buzón B19 al B7.	103
Figura 23. Perfil longitudinal del buzón B9 al B17.	104
Figura 24. Perfil longitudinal del buzón B7 al B8.	105
Figura 25. Perfil longitudinal del buzón B17 al B14.	106
Figura 26. Perfil longitudinal del buzón B18 al B15.	107
Figura 27. Perfil longitudinal del buzón B14 al V1.	108

Resumen

La presente investigación titulada: Rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano en el distrito de El Tambo, plantea como problema general ¿De qué manera influye el rediseño de la red para mejorar el control de drenaje pluvial urbano?, teniendo como objetivo principal: Determinar la influencia de la red en el control de drenaje pluvial urbano, para lo cual se presenta la siguiente hipótesis: El rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano para evitar el colapso.

La metodología empleada es el método científico, el tipo de investigación es aplicada, en nivel es descriptivo – explicativo, y el diseño es no experimental. Así también la población corresponde a la Av. Ferrocarril y la muestra de acuerdo al método no probabilístico está conformada por el tramo de la Av. Ferrocarril entre el puente Los Andes y el Jr. Sebastián Lorente.

Los resultados, plantean el uso de tuberías PVC-U de diámetros desde 500 mm hasta 1000 mm, los buzones de una profundidad promedio de 3.00 m para el área de investigación, así también el caudal vertido en una tormenta con un periodo de retorno de 10 años es de 9188 m³, las condiciones de diseño aplicadas a nuestro entorno refieren a los meses de octubre hasta abril como la época de lluvias; y la calidad del agua pluvial tomada en el lugar de estudio sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos por el ministerio del ambiente.

Palabras clave: Drenaje pluvial, escorrentía superficial, rediseño de la red, modelamiento, evacuación del agua.

Abstract

The present investigation entitled: Redesign of the network for the control of urban storm drainage in the district of El Tambo, poses as a general problem. How does the redesign of the network influence to improve the control of urban stormwater drainage? Main: Determine the influence of the network in the control of urban stormwater drainage, for which the following hypothesis is presented: The redesign of the network will improve the control of urban stormwater drainage to avoid collapse.

The methodology used is the scientific method, the type of research is applied, at the level it is descriptive – explanatory, and the design is non experimental. Likewise, the population corresponds to the Av. Ferrocarril and the sample according to the non-probabilistic method is formed by the section of the Av. Ferrocarril between the Los Andes brigde and the Jr. Sebastián Lorente.

The results, propose the use of PVC-U pipes with diameters from 500 mm to 1000 mm, the mailboxes with an average depth of 3.00 m for the research area, as well as the flow discharged in a storm with a return period of 10 years is 9188 m³, the design conditions applied to our environment refer to the months of October to april as the rainy season; and the quality of the rainwater taken at the study site exceeds the maximum permissible limits established by the ministry of the ambient.

Keywords: Pluvial drainage, surface runoff, sub basins, direct cost, maximum permissible limits and quality of rainwater.

Introducción

La sierra central del Perú presenta lluvias de alta intensidad en épocas puntuales del año, ante estas precipitaciones la ciudad de Huancayo presenta un deficiente sistema de drenaje pluvial urbano, que al no brindar solución afecta directamente las dimensiones ambiental, social y económica.

El lugar de investigación del presente estudio es el Distrito de El Tambo, específicamente la Avenida Ferrocarril, tramo del puente Los Andes hasta el Jirón Sebastián Lorente; donde cada época de lluvias presenta el inconveniente público y la pérdida de la propiedad. Ante esta problemática la propuesta de solución es el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano, con lo cual se busca mitigar en lo posible los daños ocasionados por la escorrentía superficial.

Analizando y procesando la información pluviométrica recopilada del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano y con la aplicación del software SWMM para el diseño, se obtendrá información con el propósito de mejorar el sistema de drenaje. Para esto se ha considerado los siguientes capítulos:

El capítulo I, menciona el problema de investigación, planteamiento y formulación, así también las justificaciones, delimitaciones, limitaciones y los objetivos.

El capítulo II, menciona el marco teórico, los antecedentes, el marco conceptual, definición de términos, las hipótesis y variables.

El capítulo III, se refiere a la metodología, el método, tipo, nivel, diseño, así también la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El capítulo IV, menciona los resultados, de acuerdo al rediseño, el entorno de trabajo y la calidad del agua pluvial.

El capítulo V, se refiere a la discusión de resultados.

Finalizando la presente investigación están las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

El autor

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema:

Cada año en la ciudad de Huancayo se presentan lluvias de moderada, mediana y fuerte intensidad, es en esta época cuando el sistema de drenaje pluvial urbano con el que contamos colapsa, generando el inconveniente público y la pérdida de la propiedad. A pesar de la problemática el sistema no ha recibido un rediseño para un mejor funcionamiento, presentándose a la fecha los daños antes mencionados.

1.2. Formulación del problema:

1.2.1. Problema general:

¿De qué manera influye el rediseño de la red para mejorar el control de drenaje pluvial urbano?

1.2.2. Problemas específicos:

- a) ¿Cuál es la importancia del estudio hidráulico en el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano?
- b) ¿Cómo aplicar las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno para el rediseño de drenaje pluvial urbano?
- c) ¿Cuál es la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas?

1.3. Justificación:

1.3.1. Práctica o social:

Esta investigación presenta una posible solución al inconveniente público y la pérdida de la propiedad, en zonas donde se presentan fuertes lluvias.

1.3.2. Metodológica:

Las herramientas que se elaborarán para la investigación servirán para recopilar la información, asimismo para analizar los datos, los mismos que han sido orientados por el método científico. La metodología utilizada servirá para investigaciones similares y con aplicación hacia otros temas.

1.4. Delimitación del problema:

1.4.1. Delimitación espacial:

El tramo muestral son las cuadras 1 a la 5 de la Avenida Ferrocarril en el Distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, puesto que este tramo presenta cada época de lluvias, el malestar público y afecta las propiedades vecinas en estas cuadras.

1.4.2. Delimitación temporal:

El año 2018 permite realizar la investigación sobre el sistema de drenaje pluvial, el cual presenta defectos de diseño, y sin que la entidad encargada brinde el mantenimiento o presente solución, ocasionando inconvenientes de transitabilidad y pérdidas materiales.

1.4.3. Delimitación económica:

La solvencia de gastos para equipos, pruebas, ensayos, análisis, adquisición de libros, artículos y demás información requerida para la elaboración del presente trabajo de investigación, no presentó inconvenientes económicos. Estos gastos antes mencionados fueron asumidos en su totalidad por el investigador de la presente tesis.

1.5. Limitaciones:

La época de lluvia hace que la recolección de datos pluviométricos se realice en dicho periodo. Así también el escaso registro de información sobre las precipitaciones de las entidades responsables.

1.6. Objetivos:

1.6.1. Objetivo general:

Determinar la influencia del rediseño de la red en el control de drenaje pluvial urbano.

1.6.2. Objetivo específicos:

- a) Definir la importancia del estudio hidráulico en el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano.
- b) Precisar la aplicación de las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno para el rediseño de drenaje pluvial urbano.
- c) Establecer la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

2.1.1 A nivel internacional:

- A) García y Cardoza (2016), en la investigación titulada: “*Rediseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial para los barrios Villa Libertad y Estelí Municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa*”; para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Autónoma de Nicaragua. Plantearon lo siguiente: su problema de investigación fue: a causa de las pendientes pronunciadas de las laderas y en comparación con la planicie actual en las calles del lugar, el agua discurre a gran velocidad, pero después se produce un cambio significativo en la velocidad de la escorrentía, lo cual ocasiona un represamiento en mencionado lugar; siendo el objetivo planteado: rediseñar el sistema de drenaje pluvial de los barrios Villa Libertad y Estelí del municipio San Isidro, departamento de Matagalpa, Nicaragua; llegando a las siguientes conclusiones: i) Se ubicaron y establecieron límites a las cuencas hidrográficas y se eligieron aquellas que proporcionan una mejor escorrentía hacia el lugar afectado; ii) Se calculó el caudal de diseño para las posibles obras a ejecutar por medio de los métodos racional y del sistema de conservación de suelos (SCS), realizando un análisis comparativo de ambos para fijar la mejor opción de trabajo; iii) Se proyectó el sistema de drenaje más idóneo para poder drenar la escorrentía a través del modelado pluvial con el software EPA SWMM, previa estimación de un periodo de retorno de 15 años.

- B) Romero y Parra (2016), en la investigación titulada: “*Rediseño de la red de alcantarillado sanitario en el barrio Uribe Vélez localizado en el casco urbano del Municipio de Bosconia Departamento Del Cesar*”; para obtener el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario en la Universidad Popular del Cesar, Colombia. Plantearon lo siguiente: su problema de investigación fue: en el sector urbano una de las problemáticas más grandes es el déficit de un buen sistema de recolección, traslado, procesamiento y disposición de aguas negras; lo que ha generado que varios habitantes realicen sus arrojados directamente a las captaciones de aguas más próximas, en otras situaciones también a puntos de conexión de sistemas pluviales (canales) que son inadecuados para evacuar las aguas servidas; siendo el objetivo planteado: rediseñar la red de alcantarillado sanitario en el barrio Uribe Vélez del municipio de Bosconia; y los objetivos específicos tales como: hacer el estudio técnico experimental de las construcciones efectivas en el sistema de alcantarillado sanitario con el propósito de hallar las soluciones más acertadas a rediseñar, y diseñar los colectores y demás obras necesarias; llegando a las siguientes conclusiones: i) El diseño del sistema de alcantarillado se hizo empleando el método convencional a gravedad, el mismo que nos permite visualizar las necesidades y principios establecidos en la norma actual; ii) Con respecto a lo mencionado antes, la realización de este estudio brinda respuesta al problema que aqueja a los ciudadanos del barrio Uribe Vélez del municipio de Bosconia, brindando un mejorado servicio de saneamiento básico, una presencia mejorada del barrio y una gran colaboración con el ambiente.
- C) García (2012), en la investigación titulada: “*Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un eco barrio en la CD. de México*”; para obtener el título de Maestro en Ingeniero Ambiental en la Universidad Nacional Autónoma de México. Planteó lo siguiente: siendo el objetivo planteado: diseñar un sistema de captación y

aprovechamiento de precipitaciones en un plano doméstico para un eco barrio; llegando a las siguientes conclusiones: i) El agua concentrada cumple con los parámetros ambientales establecidos aunque requieren de más análisis para maximizar el panorama sobre la calidad del agua de lluvia; ii) El sistema de tratamiento se basa en tres puntos, el primer tratamiento enfocado en el control de la contaminación física, el segundo enfocado en la contaminación fisicoquímica y el tercero solo será empleado en caso que análisis posteriores demuestren la seguridad para el consumo humano; iii) Este sistema se presenta fácil para usarse e instalarse con conocimientos técnicos básicos.

2.1.2 A nivel nacional:

- A) Chávez (2006) en la investigación titulada: “*Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano*”; para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Planteó lo siguiente: su problema de investigación fue: uno de los mayores retos que presenta el campo del saneamiento básico es compensar la elevada demanda de sistemas para la evacuación de aguas de escorrentía y el procesamiento de estas, en la actualidad se presentan variados programas matemáticos que pueden recrear fenómenos físicos. Estos programas sirven para diseñar, simular, y tomar decisiones; es por lo que se hace necesario adicionar las antes mencionadas herramientas al tratado de forma idónea, quiere decir saber de los conceptos que tienen estas metodologías de cálculo, las fórmulas que se usan, los factores necesarios para los cálculos alternos, todo esto para no cometer errores en el proceso y así también poder analizar los resultados; siendo el objetivo planteado: diseñar una red pluvial para la ciudad de Tumbes, la mencionada red como principios deberá fijarse como la más económica ,también garantizar la inexistencia de desastres; llegando a las siguientes conclusiones: i) La adecuación permitirá recibir partiendo de una línea de sistema de evacuación pluvial o sanitario,

los distintos estándares hidráulicos que generan un bajo costo, para garantizar evitar desbordes y sobrecargas; ii) El procesamiento de la etapa de concentración mediará en la intensidad de lluvia por utilizar, a menos lapso de concentración más es la intensidad de lluvia por utilizar, lo que influencia en el dimensionamiento de tuberías en dicha red.

- B) Rojas (2018) en la investigación titulada: “*Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho*”; para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Planteó lo siguiente: su problema de investigación fue: actualmente podemos apreciar que distintas ciudades del Perú por lo general situadas en la sierra y selva son frecuentadas por pronunciadas lluvias, a razón de esto se presentan inundaciones debido a que estos lugares no presentan un buen sistema de alcantarillado pluvial, y si en caso contaran no abastece la demanda, entonces las precipitaciones generan malestar, por ejemplo: avenidas inundadas, viviendas afectadas, daños al sector agro por el deslizamiento de suelos, y así más perjuicios; siendo el objetivo planteado: aplicar los modelos de cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano indicado en la normativa OS. 060 2014 con aplicación en la sierra central, la que abarca las regiones de Junín, Ayacucho y Huancavelica, además redactar y analizar la metodología señalada en mencionada normatividad; llegando a las siguientes conclusiones: i) El número de información de las precipitaciones máximas anuales dadas por SENAMHI no aplican con la cantidad mínima (20 años) para ejecutar un estudio hidrológico, para el presente proyecto se está considerando un tiempo de entre 10 y 15 años, por lo que no fue objetivo de la presente investigación dar valores (precipitaciones y caudales de diseño) característicos del nuestro entorno, el propósito es generar un formulario para el cálculo de precipitación y caudales de diseño

en sistemas de drenaje pluvial, los que son mencionados en la normativa OS. 060; ii) Para obtener la precipitación de diseño en distintos periodos de retorno se realizó un replanteo de intervalo fijo con el propósito de brindar precipitaciones más próximas a los valores reales, de acuerdo al análisis de muchas estaciones con información de precipitaciones anuales máximos (Weis), por lo que las lluvias presentan un incremento del 13%. Así también para obtener las precipitaciones máximas se empleó los factores para las relaciones a la lluvia con lapso de 24 horas (Cifras recomendadas por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014).

- C) Granda (2013) en la investigación titulada: “*Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la Urb. Angamos*”; para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Piura. Planteó lo siguiente: siendo su objetivo: Señalar porque para el modelamiento se necesita de un procedimiento y fijar cual es el modelo mejor para su elaboración; llegando a las siguientes conclusiones: i) El crecimiento descontrolado de la urbe resulta perjudicial a los factores civiles y se muestra como un daño grave para la comunidad en su desarrollo; ii) La población paga más por la canalización, en vez de una alternativa de tratamiento y con todo esto el inconveniente publico sigue en aumento sobre todo para las persona que habitan aguas abajo; iii) La ejecución de zanjas para infiltración en puntos específicos del terreno con alturas menores (descarga al dren) no es factible porque se depositaran sedimentos en el área que traslada el agua, así también cabe mencionar que las zanjas no satisfacen su propósito si los caudales que pasan por ellas son altamente elevados teniendo en cuenta sus dimensiones, es por esto que la ejecución de estas zanjas son recomendadas en zonas con cotas más elevadas.

2.2 Marco conceptual:

2.2.1 Rediseño de la red:

2.2.1.1 Red de drenaje pluvial:

Es el sistema de tuberías y construcciones empleado para captar, transportar y disponer de las aguas de lluvias resultantes de las precipitaciones, estas aguas pueden caer en forma líquida, granizo o nieve, como menciona Pérez (2015). Además este sistema está conformado por el conjunto de elementos tales como cunetas, sumideros, rejillas, etc.

2.2.1.2 Diseño hidráulico:

La elección del método idóneo para diseñar obras de drenaje pluvial depende del tipo de problema a resolver (magnitud de la obra, características de la cuenca, precisión requerida, etc.)

2.2.1.3 Factores que inciden en el diseño hidráulico:

Para obtener buenos resultados, antes se debe considerar los factores que inciden en el diseño hidráulico de las obras de drenaje y así asegurar el correcto funcionamiento de acuerdo a las necesidades hidrológicas de la zona.

El primer factor a considerar es el análisis de la cuenca hidrográfica, donde el caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, topográficas y capacidad de almacenamiento; según el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2014). El segundo factor es el estudio de campo, que se efectúa con el fin de identificar, recepcionar y evaluar la información referida al estado actual de las obras de drenaje, así también identificar los sectores críticos. Como tercer factor se tiene la evaluación de la información hidrológica, de acuerdo a esta información disponible se procede a elegir el método más conveniente para el diseño, asimismo la consistencia de los datos es importante para iniciar el estudio hidrológico es por esto que se recomienda contar con un mínimo de 25 años de registro con el

propósito de pronosticar futuras precipitaciones y así los resultados sean confiables.

2.2.1.4 Sistemas de alcantarillado:

Son conductos y estructuras usadas para recibir, evacuar, transportar y disponer de las aguas servidas, a causa de las actividades humanas o las que provienen de las lluvias; según Pérez (2015) y se clasifican de la siguiente manera:

- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Alcantarillado combinado

2.2.1.5 Sistemas de drenaje:

El término drenaje se emplea al proceso de remoción de exceso de agua para evitar el inconveniente público y la pérdida de la propiedad y la vida. Para las zonas rurales el drenaje ocurre de manera natural, pero para las zonas urbanas geográficamente ubicadas con índice de lluvias el desarrollo del sistema de drenaje es necesario.

De acuerdo a la norma O.S. 060 (2014), un sistema de drenaje se puede clasificar como:

- Sistema de Drenaje Urbano
- Sistema de Drenaje de Terrenos Agrícolas
- Sistema de Drenaje de Carreteras y
- Sistema de Drenaje de Aeropuertos

El drenaje urbano, tiene como propósito el manejo racional del agua de lluvia, para evitar daños en edificaciones y obras públicas, así como en la acumulación del agua que pueda generar focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades (MVCS 2014).

2.2.1.6 Sistema de drenaje pluvial:

Es un sistema diseñado para la evacuación de la escorrentía superficial producida por las precipitaciones, según Rojas (2018). De acuerdo a su envergadura: Mayor o principal (Macro drenaje) y

Menor o secundario (Microdrenaje) se presentan los siguientes sistemas con sus respectivas características:

Tabla 1. Características de los sistemas de drenaje pluvial

Sistema	Características
Mayor o principal (Macro drenaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuencas regionales, grandes - Aportes externos a las ciudades - Formado por cauces naturales importantes - Cuenca aportante exterior a la zona urbana - Grandes aportes en crecidas - Diseños para Tr grandes (100, 1000, ... años) - Problemas mayores, ejemplos: crecidas e inundaciones de ríos, aluviones y deslizamientos - Consecuencias de inundaciones: pérdidas de vidas y bienes, relativamente pocos afectados
Menor o secundario (Micro drenaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuencas urbanas, pequeñas - Aportes internos en las ciudades - Formado por cauces naturales menores y artificiales - Cuenca aportante interior a la zona urbana - Aportes moderados en crecidas - Diseño para Tr menores (2,5,10 ... años) - Problemas menores, ejemplos: Inundaciones frecuentes en calles y avenidas - Consecuencias de inundaciones: pérdidas de bienes, tiempo, incomodidad, muchos afectados

Fuente: Adaptación con base en Granda (2013).

2.2.1.7 Obligatoriedad del sistema de alcantarillado pluvial:

Según indica la norma O.S. 060, toda habilitación urbana nueva situada en localidades donde se generen frecuentes lluvias iguales o mayores a 10mm en 24 horas, deberá tener de manera obligatoria un sistema de alcantarillado pluvial.

La entidad encargada de servicios podrá exigir el drenaje pluvial en localidades que no cumplan los requerimientos de lluvia citadas en el párrafo anterior, por consideraciones técnicas definidas y según las condiciones existentes.

2.2.1.8 Estudios básicos:

Según especifica la norma O.S. 060, todo proyecto de drenaje urbano deberá ejecutar, sin carácter limitativo los siguientes estudios:

- Topografía
- Hidrología
- Suelos
- Hidráulica
- Impacto ambiental
- Compatibilidad de uso
- Evaluación económica de operación y mantenimiento

Asimismo, estos proyectos deberán contar la información básica indicada a continuación:

- Información meteorológica
- Planos catastrales
- Planos de usos de suelo

2.2.1.9 Estimación de caudal:

En el caso que existan datos de aforo en suficiente cantidad, se hace un análisis estadístico de los caudales instantáneos anuales de la estación más próxima a nuestro punto de interés.

2.2.1.10 Caudal de diseño:

Para el sistema de drenaje pluvial menor, el caudal de diseño será calculado:

- Por el método racional, si la cuenca tiene un área igual o menor a 13 km².
- Por el método de Hidrograma unitario o modelos de simulación en el caso de que las cuencas presenten áreas mayores a 13 km².

Y el periodo de retorno tendrá que ser considerado entre 2 a 10 años; con referencia a la Norma OS.060 (2014).

2.2.1.11 Método racional:

Estima el caudal a partir de la precipitación, de acuerdo con el MTC (2011) y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q = KCIA$$

Donde:

Q = Caudal en l/s

K = 2.78

C = Coeficiente de escorrentía expresada en %

I = Intensidad de lluvia, en litros por segundo por hectárea

A = Área de drenaje en hectáreas

2.2.1.12 Coeficiente de escorrentía:

Para elegir el valor del coeficiente de escorrentía se tendrá en consideración los siguientes puntos:

- Características de la superficie
- Tipo de área urbana
- Intensidad de precipitación (considerar el tiempo de retorno)
- Pendiente del terreno
- Condicionante a futuro en el horizonte de vida del proyecto.

Tabla 2. Coeficientes de escorrentía para el Método racional

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)			
	2	5	10	25
<i>Áreas urbanas</i>				
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86
Concreto/Techos	0.75	0.80	0.83	0.88

Fuente: Adaptación con base en la Norma OS.060 (2014)

2.2.1.13 Intensidad de lluvia:

La intensidad es definida como el caudal de precipitación en una superficie por unidad de tiempo, según la Norma O.S.060 (2014).

Se mide en milímetros por hora (mm/h), y en una precipitación su valor es variable.

2.2.1.14 Intensidad – duración – frecuencia:

Intensidad – duración – frecuencia tiene la siguiente ecuación:

$$I = C_1 (\text{Duración} + X_0)^{C_2}$$

Donde:

I = Intensidad de la lluvia en mm/h

C₁, X₀, C₂, son variables entregadas en los datos técnicos por la entidad de los servicios local.

Duración, es el intervalo de tiempo desde el inicio hasta el final de la precipitación y es expresada en minutos.

Frecuencia, es el número de veces que se repite una lluvia.

2.2.1.15 Captación de escorrentía:

Resulta indispensable y de consideración la captación, conducción, evacuación y disposición de la escorrentía superficial.

2.2.1.16 Captación en zona vehicular - pista

Para evacuar las aguas se debe tomar en cuenta la orientación de flujo, puesto que para diseñar pistas se tendrá que prever las pendientes:

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

Con el propósito de facilitar la concentración de agua que afecta el pavimento, de acuerdo con la Norma O.S.060 (2014).

2.2.1.17 Transporte de aguas pluviales:

El transporte de las aguas que se discurren sobre la calzada y aceras se efectuará por medio un conjunto de estructuras.

2.2.1.18 Cunetas:

Tienen la función de transportar el agua hacia los sumideros. Estas construcciones pueden tener las siguientes secciones transversales:

- Triangular
- Trapezoidal
- Circular
- En V
- Compuesta

La capacidad de las cunetas como lo especifica la Norma O.S.060 (2014) depende de la pendiente, sección transversal y rugosidad.

2.2.1.19 Sumideros:

Captan el flujo de las cunetas para conducirla hacia la alcantarilla pluvial. Los sumideros se pueden dividir de la siguiente manera:

Tabla 3. Tipos de sumideros

Tipos	Definición	Características
Lateral de sardinel o solera	Se presenta como una entrada vertical del sardinel.	Se limita a tramos con pendientes longitudinales menores a 3%.
De fondo	Se presenta como una entrada en la cuneta por uno o más sumideros.	Usado cuando las pendientes longitudinales de las cunetas son mayores a 3%. Además pueden tener una depresión para incrementar su capacidad de captación.
Mixto	Se presenta como la combinación de los antes mencionados, actuando como uno.	Los tubos de descarga al buzón de reunión deberán tener un diámetro mínimo de 10”.

Fuente: Adaptación con base en la Norma O.S.060 (2014).

Sumidero lateral de sardinel o solera

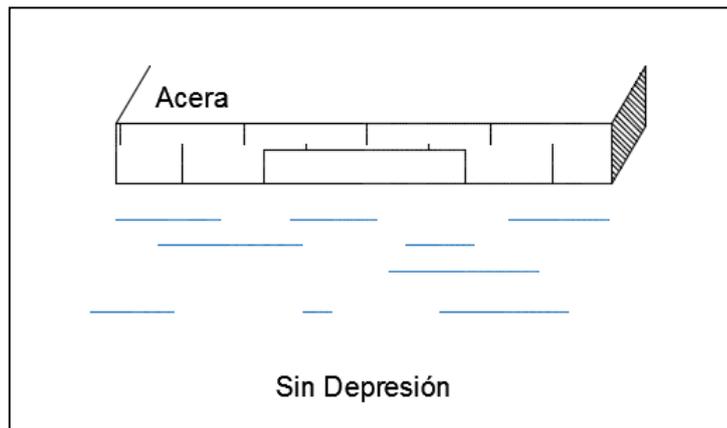


Figura 1. Sumidero de acera sin depresión.
Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

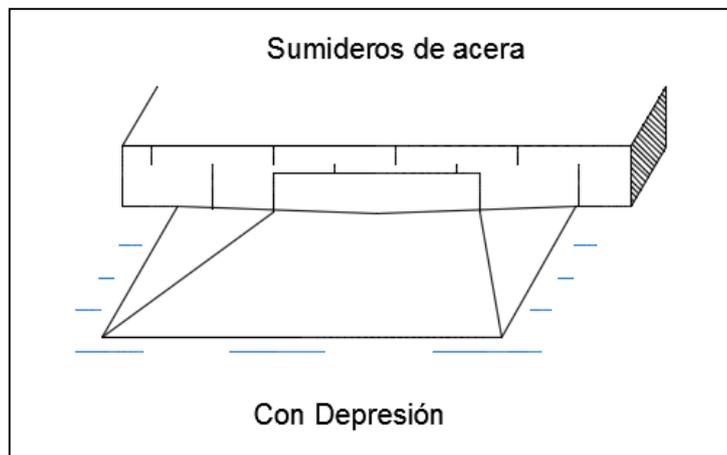


Figura 2. Sumidero de acera con depresión.
Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

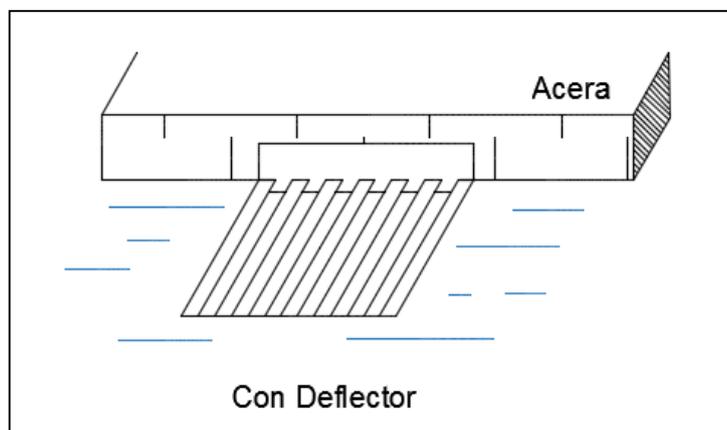


Figura 3. Sumidero de acera con deflector.
Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

Sumidero de fondo

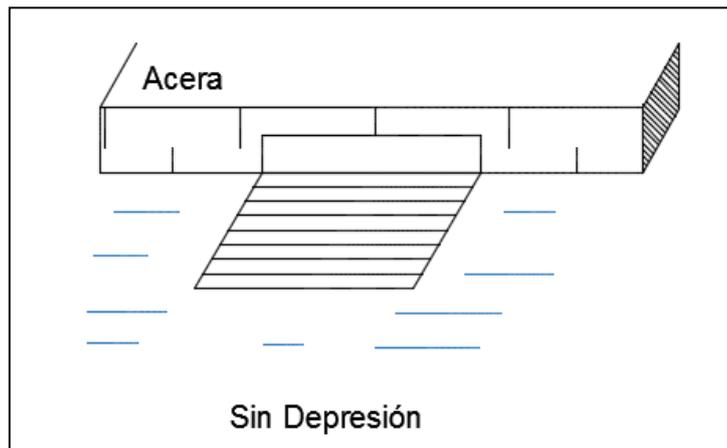


Figura 4. Sumidero de cuneta sin depresión.
Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

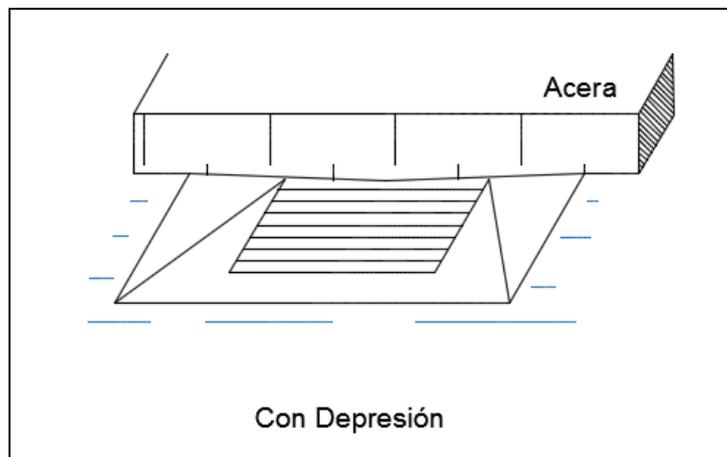


Figura 5. Sumidero de cuneta con depresión.
Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

Sumidero mixto o combinado

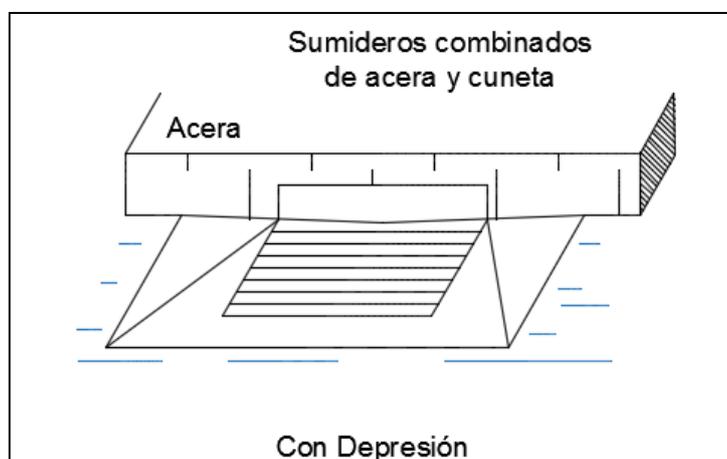


Figura 6. Sumidero combinado de acera y cuneta con depresión.

Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

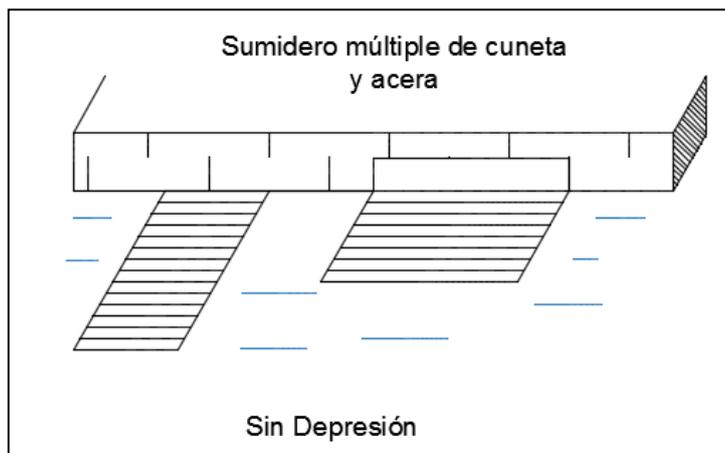


Figura 7. Sumidero múltiple de cuneta y acera sin depresión.

Fuente Adaptación de la norma O.S.060 (2014).

2.2.1.20 Tuberías:

La escorrentía es captada a través de los sumideros y llevada a una red de conductos subterráneos. Para diseñar las tuberías a utilizar se tomará en cuenta los siguientes puntos:

A. Tipo de tubería:

Para seleccionar el tipo de tubería se deberá tomar en cuenta las consideraciones específicas de la Norma Técnica Peruana en vigencia.

Los materiales de uso común para el drenaje pluvial son:

- Asbesto cemento.
- Concreto armado centrifugado.
- Concreto pretensado centrifugado.
- Concreto armado vibrado.
- Hierro fundido dúctil.
- Poly (cloruro de vinilo) PVC.
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP.
- Arcilla vitrificada.

B. Diámetro de los tubos:

Los diámetros de los tubos de acuerdo a su función son:

Tabla 4. Diámetros mínimos de tuberías en colectores

Tipo de colector	Diámetro mínimo (m)
Colector troncal	0.50
Lateral troncal	0.40*
Conductor lateral	0.40*

Fuente. Adaptación con base en la Norma O.S.060.

En instalaciones bajo la calzada se aumentara el diámetro a 0.50 *m* como mínimo. Para diámetros máximos dependerá del material de las tuberías.

C. Resistencia:

Las tuberías utilizadas tendrán que cumplir con las especificaciones de resistencia dadas por las Normas técnicas peruanas en vigencia o a las normas ASTM, AWWA o DIN, esto según al lugar de procedencia de estas tuberías.

D. Diseño hidráulico:

Los caudales serán calculados empleando la fórmula de Manning dependiendo del tipo de material, que se presentan a continuación:

Tabla 5. Coeficientes de rugosidad de Manning

Tubería	Coeficiente de rugosidad 'n' de Manning
Asbesto cemento	0.010
Hierro fundido dúctil	0.010
Cloruro de polivinilo (PVC)	0.010
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto armado liso	0.013
Concreto armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla vitrificada	0.010

Fuente. Adaptación con base en la Norma O.S.060.

E. Velocidad de diseño:

- **Velocidad mínima:** Será de 0.90 m/s, puesto que se requiere evitar la sedimentación de partículas que trae la esorrentía por ejemplo arenas y gravas.
- **Velocidad máxima:** con cantidades insignificantes de sedimentos, depende del material de la tubería y no debe superar los valores con el fin de evitar que las paredes erosionen.

Tabla 6. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s).

Material de la tubería	Agua con fragmentos de arena y grava
Asbesto cemento	3.0 m/s
Hierro fundido dúctil	3.0 m/s
Cloruro de polivinilo	6.0 m/s
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.0 m/s
Arcilla vitrificada	3.5 m/s
Concreto armado de: 140 kg/cm ²	2.0 m/s
210 kg/cm ²	3.3 m/s
250 kg/cm ²	4.0 m/s
280 kg/cm ²	4.3 m/s
315 kg/cm ²	5.0 m/s
Concreto armado de curado al vapor > 280 kg/cm ²	6.6 m/s

Fuente. Adaptación con base en la Norma O.S.060.

F. Pendiente:

La pendiente mínima de acuerdo a los diámetros serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.90 m/s a tubo lleno. Es por esto que en ocasiones la pendiente de la tubería es mayor a la pendiente de superficie del terreno, según la norma O.S. 060 (2014).

2.2.2 Control de drenaje pluvial urbano:

2.2.2.1 Evacuación de las aguas recolectadas:

El agua recolectada por el sistema de drenaje pluvial deberá ser evacuada hacia depósitos naturales (ríos, lagos, mar, etc.) o depósitos artificiales, teniendo en consideración los aspectos técnicos, económicos y de seguridad de acuerdo con la Norma OS.060 (2014).

2.2.2.2 Sistemas de evacuación:

Sistema de evacuación por gravedad:

En la Norma O.S.060 del Reglamento nacional de edificaciones señala que en el caso de descarga a un río, el nivel del agua en la descarga (tubería) debe estar como mínimo a 1.00 m sobre el máximo nivel de agua proyectado, para un periodo de retorno de 50 años. En general la descarga debe ser libre (> de 1.00 m sobre los máximos niveles proyectados), para no tener obstrucción y destrucción pasado el tiempo.

Sistema de evacuación por bombeo:

Si el sistema anterior no es efectivo, se deberá aplicar la evacuación por bombeo, con equipamiento fijo o móvil.

2.2.2.3 Modelo de simulación SWMM:

Respecto al diseño de drenaje pluvial uno de los modelos más solicitados y empleados es el SWMM, desarrollado por la Universidad de California bajo el auspicio de EPA en 1971. La primera versión del modelo fue el SWMM 1.0 y la última versión es el SWMM 5.0. Tanto, problemas cuantitativos y cualitativos pueden ser analizados por este modelo.

El Storm Water Management Model (SWMM) o Modelo de gestión de agua de lluvia, es capaz de simular precipitaciones, que puede emplearse para un evento único o para un caso continuo de tiempo extendido.

A. Procesos hidrológicos:

El modelo SWMM evalúa los procesos hidrológicos producidos en la evacuación de las aguas, por ejemplo:

- Precipitaciones que varían.
- Intercepción de lluvias por depósito en depresiones.
- Infiltración de escorrentía.
- La diversidad en el contexto espacial se obtiene dividiendo un área mayor en áreas pequeñas denominadas subcuencas. Cada una de estas a su vez contienen sub áreas donde puede producirse el flujo superficial.

B. Transporte hidráulico:

El programa SWMM cuenta con un grupo de herramientas diseñadas para analizar la escorrentía y los aportes de caudal a través de la red de drenaje pluvial. Estas herramientas pueden:

- Conducir redes de gran tamaño.
- Proponer modelos de elementos especiales como unidades de almacenamiento y tratamiento.
- Hacer el análisis hidráulico por métodos como el de flujo uniforme, la onda cinemática o la modelación por onda dinámica.
- Plantear tratados de flujo variables, por ejemplo la entrada en carga, flujo inverso y acumulación en la superficie.

C. Calidad del agua:

El modelo SWMM puede estimar el grado de contaminación de la escorrentía superficial. Se puede estimar los siguientes procesos de acuerdo a la calidad del agua y sus contaminantes:

- Acumulación del contaminante en tiempo o periodo seco para distintos usos de suelo.
- Arrastre del contaminante durante una precipitación.

- Reducción de la acumulación por causa de limpieza en tiempo o periodo seco.
- Monitoreo de la calidad del agua en la red de drenaje.

El Modelo SWMM presenta procesos de cálculos que son desarrollados bajo nociones de preservar la masa y preservar la cantidad de movimiento para el cálculo de caudales, tirantes, velocidades, concentraciones, etc. considerando lapsos de tiempo adecuados. La escorrentía que se produce en una subcuenca es calculada por el modelo asumiendo que cada subcuenca actúa como un depósito no lineal. Este término de depósito no lineal es un modelo agregado que aplica la ecuación de la conservación de la masa y una ecuación de tipo onda cinemática para calcular el caudal de escorrentía a la salida de una subcuenca. Según Granda (2013). La infiltración de lluvia puede calcularse por tres métodos del programa: M. Horton, Green Ampt y Número de curvas del SCS.

2.2.2.4 EPA SWMM 5.0:

El modelo presenta tres alternativas para calcular el flujo en la red de drenaje:

- Flujo permanente (Steady flow) fundamenta que las condiciones de flujo no cambian a pesar de los intervalos de tiempo.
- Onda cinemática (Kinematic wave) este método sustenta que debe considerarse la variabilidad temporal del flujo, se aplica la ecuación de la conservación de la masa.
- Onda dinámica (Dynamic wave) resuelve las ecuaciones de St. Venant (Conservación de la masa y la ecuación de cantidad de movimiento) con resultados más precisos teóricamente.

2.2.2.5 Limitaciones de SWMM:

SWMM trabaja con una metodología numérica que conlleva errores de continuidad, esto a causa de las suposiciones que se brindan

para las ecuaciones de conservación de la masa y conservación de cantidad de movimiento.

Así también, no son tomadas en cuenta las pérdidas de carga en buzones, contracciones, expansiones y curvas porque se puede asignar un valor numérico mayor del coeficiente de rugosidad de Manning.

2.2.2.6 Impacto ambiental:

Para el drenaje pluvial urbano se deberá considerar lo siguiente:

- Los problemas ambientales del área.
- Impedir que la escorrentía se acumule, evitando la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
- Evitar el uso de sistemas de evacuación combinados, por la posible saturación de aguas servidas y la afloración de estas en la superficie. Según la Norma O.S.060 (2014).

2.3 Definición de términos:

- A. Drenaje:** De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones significa retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.
- B. Coeficiente de escorrentía:** Es el coeficiente que señala la precipitación que escurre en la superficie.
- C. Carga hidráulica:** Resulta de la sumatoria de las cargas de velocidad, presión y posición.
- D. Frecuencia de lluvias:** Según el reglamento nacional de edificaciones es el número de veces que una lluvia se repite de cualquier intensidad en un periodo de tiempo.
- E. Intensidad de la lluvia:** Viene a ser el caudal de lluvia en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) así como en litros por segundo por hectárea (l/s/Ha).
- F. Cuenca:** De acuerdo a la normatividad es el área de terreno sobre la que se presentan lluvias y en las que las aguas encausan hacia una corriente en algún lugar.

- G. Precipitación:** Es el fenómeno natural atmosférico que radica en la precipitación de agua a la superficie en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.
- H. Escorrentía superficial:** Referenciando al reglamento es el agua proveniente de lluvias que discurre sobre la superficie.
- I. Dren:** Es la zanja o tubería que cumple el propósito de drenar.
- J. Alcantarillado pluvial:** En concordancia con el reglamento es la red de alcantarillas que transportan la escorrentía.
- K. Cuneta:** Estructura hidráulica descubierta, de sentido longitudinal establecida para transportar la escorrentía, por lo general está ubicada al borde de la calzada.
- L. Pendiente longitudinal:** De acuerdo al reglamento es la inclinación del conducto con respecto a su eje longitudinal.
- M. Pendiente transversal:** De acuerdo al reglamento es la inclinación del conducto en un plano perpendicular a su eje longitudinal.
- N. Sistema de evacuación por gravedad:** Es el sistema que descarga directamente al depósito de drenaje, puede ser natural o artificial.
- O. Sumidero:** Es la estructura que cumple la función de captar la escorrentía, se localiza usualmente antes de las esquinas con el fin de interceptar el flujo antes de la zona de tránsito peatonal. Por lo general están concentrados a los buzones de supervisión.
- P. Entrada:** Viene a ser la estructura que aglomera el agua de las precipitaciones de las cuencas.
- Q. Registro:** En concordancia con el reglamento es la construcción subterránea que cumple la función de ingreso al nudo de la red de drenaje para darle mantenimiento.
- R. Flujo uniforme:** Viene a ser aquel que la altura del fluido es pareja durante su recorrido, y por lo tanto las pendientes tanto del agua como la del fondo del conducto son las mismas.
- S. Captación:** Referenciando al reglamento es la construcción que cumple la función de entrada del flujo hacia la red.
- T. Rasante:** De acuerdo al reglamento es el nivel del fondo terminado de un conducto de la red de drenaje.

- U. Montante:** Es la tubería vertical por la que se evacua la escorrentía de los niveles elevados a los bajos.
- V. Berma:** Es el lado lateral pavimentado o no de las pistas, empleadas para efectuar paradas de emergencia y no causar dificultad de tránsito vehicular.
- W. Calzada:** según la normatividad es la sección de pavimento destinado a servir como superficie de rodadura vehicular.

2.4 Hipótesis:

2.4.1 Hipótesis general:

El rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano para evitar el colapso.

2.4.2 Hipótesis específicas:

- a) El estudio hidráulico permite realizar un correcto rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano.
- b) La aplicación de las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno son determinantes para el rediseño de drenaje pluvial urbano.
- c) La calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas, no cumple con los parámetros estipulados por el ministerio del ambiente.

2.5 Variables:

2.5.1 Definición conceptual de la variable:

- A. Rediseño de la red,** es el estudio y diseño para mejorar la red de drenaje pluvial urbano y cuenta con las siguientes dimensiones: Precipitación anual y el Sistema de captación de agua.
- B. Control de drenaje pluvial,** consiste en operar adecuadamente la red de drenaje pluvial urbano y cuenta con las siguientes dimensiones: Colapso del sistema de drenaje y Coeficiente de escorrentía.

2.5.2 Definición operacional de la variable:

- Precipitación anual:
Para determinar la escorrentía superficial es necesario realizar un análisis de la magnitud de la precipitación pluvial, ya que ambos están relacionados directamente. Es por esto que los estudios de drenaje parten del análisis de la precipitación para determinar los factores de diseño con el propósito de tener sostenibilidad en el proyecto.
- Sistema de captación de agua:
El sistema de drenaje incluye estructuras de captación de las aguas, con una ubicación previamente analizada, en estos puntos de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo al diseño y una pendiente longitudinal no menor de 0.5% para facilitar el escurrimiento del agua hacia las cunetas.
- Colapso del sistema de drenaje:
Es una deficiencia del sistema que ocasiona de inmediato y posteriormente el inconveniente público y la pérdida de la propiedad.
- Coeficiente de escorrentía:
Se obtiene considerando que el sistema de drenaje cuenta con un sistema de captación superficial de las aguas, constituido por calles pavimentadas, cunetas laterales y sumideros que llevan las aguas hacia los colectores, por lo que se empleará el coeficiente promedio del área a tratar.

2.5.3 Operacionalización de la variable:

Tabla 7. Operacionalización de la variable.

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNID	ITEMS	INST.
Rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano	"El rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano, busca mitigar en lo posible los daños ocasionados por las lluvias que se presentan en el año. Analizando y procesando la información pluviométrica recopilada del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI), con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano y con la aplicación del software SWMM para el cálculo y diseño hidráulico, se obtendrá información con el propósito de mejorar el sistema de drenaje.	Precipitación anual	Para determinar la escorrentía superficial es necesario realizar un análisis de la magnitud de la precipitación pluvial, ya que ambos están relacionados directamente. Es por esto que los estudios de drenaje parten del análisis de la precipitación para determinar los factores de diseño con el propósito de tener sostenibilidad en el proyecto.	Magnitud de la precipitación pluvial	mm	¿Cómo se obtiene la magnitud de la precipitación pluvial?	Pluviómetro
		Sistema de captación de agua	El sistema de drenaje incluye estructuras de captación de las aguas, con una ubicación previamente analizada, en estos puntos de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo al diseño y una pendiente longitudinal no menor de 0.5% para facilitar el escurrimiento del agua hacia las cunetas.	Sistema de captación agua	Gbl	¿Cómo es el sistema de captación de agua?	Supervisión (visual)
		Colapso del sistema de drenaje	Es una deficiencia del sistema que ocasiona de inmediato y posteriormente el inconveniente público y la pérdida de la propiedad.	Sistema de drenaje pluvial	Gbl	¿Cómo es el sistema de drenaje pluvial?	Supervisión (visual)
		Coefficiente de escorrentía	Se obtiene considerando que el sistema de drenaje cuenta con un sistema de captación superficial de las aguas, constituido por calles pavimentadas, cunetas laterales y sumideros que llevan las aguas hacia los colectores, por lo que se empleará el coeficiente promedio del área a tratar.	Coefficiente	mm	¿Cómo se obtiene el coeficiente de escorrentía?	Cálculos hidráulicos

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación:

En el presente trabajo de investigación se hará uso del método científico como método general. “El método científico combina importantes características de inducción y deducción orientado a la obtención confiable de conocimientos”, según Carrasco (2005).

El método científico establece como línea de trabajo el planteamiento del problema, la elaboración conceptual, los alcances y justificaciones de pruebas, los resultados y conclusiones.

3.2 Tipo de investigación:

Para la presente tesis el tipo de investigación es aplicada. De acuerdo con Carrasco (2005) refiere que: “el tipo de investigación aplicada tiene propósitos prácticos bien definidos, es decir se investiga para actuar, transformar, modificar, o producir cambios en un determinado sector de la realidad”.

Es de tipo aplicada porque se propone como resultado el rediseño de la red de drenaje, empleando los conocimientos en la práctica, para beneficio de la sociedad.

3.3 Nivel de investigación:

El nivel de investigación es descriptivo – explicativo, porque se toma en consideración el fenómeno estudiado y sus componentes, analizar y definir variables, así también se fijará las causas del fenómeno y se formará un sentido de entendimiento.

3.4 Diseño de investigación:

Es el diseño no experimental, como Carrasco (2005) manifiesta: “analiza y estudia los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia”.

En la presente investigación se emplea el diseño no experimental, de corte transversal, debido a que la información fue recolectada en un único momento y no se efectuó la manipulación deliberada de las variables de investigación.

3.5 Población y muestra:

3.5.1 Población:

La población del presente trabajo de investigación corresponde a la Avenida Ferrocarril en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Junín.



Figura 8. Ubicación y zonificación, esta última corresponde a la zona CM (Comercio Metropolitano, 8 pisos) tramo de la Av. Ferrocarril.

Fuente: Plan de desarrollo urbano (2011).

3.5.2 Muestra:

La muestra con relación al método no probabilístico del tipo intencional, pertenece al tramo de la Av. Ferrocarril entre el puente Los Andes y el Jr. Sebastián Lorente del distrito de El Tambo.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Para la recolección de datos se tiene en cuenta el análisis documental, donde se considerará las fichas bibliográficas y de resumen; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual. Asimismo, será de mucha importancia la no documentada como es: la observación propiamente dicha, la cual se elabora considerando los criterios de confiabilidad y veracidad.

3.7 Procesamiento de la información:

Para procesar la información, los datos fueron recolectados directamente y de observación, el procesamiento de los mencionados fue de manera sistemática y experimental manteniendo una línea de trabajo:

- Se hizo el levantamiento topográfico del área de investigación, resaltando las características del tramo como pendientes, depresión y estado de las obras hidráulicas.
- El diseño de la red de drenaje se hizo de acuerdo a las especificaciones técnicas de la Norma O.S.060 Drenaje pluvial urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones (2014).
- Se tomó muestras de agua pluvial para su respectivo análisis químico, esto para obtener los parámetros fisicoquímicos y parámetros microbiológicos.
- Se obtuvo la calidad del agua con la finalidad de saber si resulta apta para ser evacuada al cuerpo receptor que es el río Shullcas.

3.8 Técnicas y análisis de datos:

La visualización de datos es una de las técnicas de análisis de datos más demandada y apreciada a día de hoy por lo fácil que resulta a través de un gráfico o imagen detectar patrones en los datos. Es especialmente útil cuando buscamos entender grandes volúmenes de datos de forma rápida y simplificada. En el aspecto aplicativo se emplearon los programas SWMM 5.0, Ms Excel 2016 y Autocad 2016.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano

4.1.1 Disposiciones generales:

El proceso de remover el exceso de agua para prevenir el inconveniente público y la pérdida de la vida y de la propiedad se denomina drenaje.

4.1.2 Normativa:

Para el presente trabajo de investigación se empleó la Norma O.S.060 Drenaje pluvial urbano.

4.1.3 Topografía:

El tramo de estudio Av. Ferrocarril tiene como vías de comunicación al Jr. Sebastián Lorente, el Psje. Santa Teresa, el Jr. Julio C. Tello, el Jr. Parra del Riego, la Prlg. Trujillo, la Calle Manchego Muñoz y el Psje. Melgar.

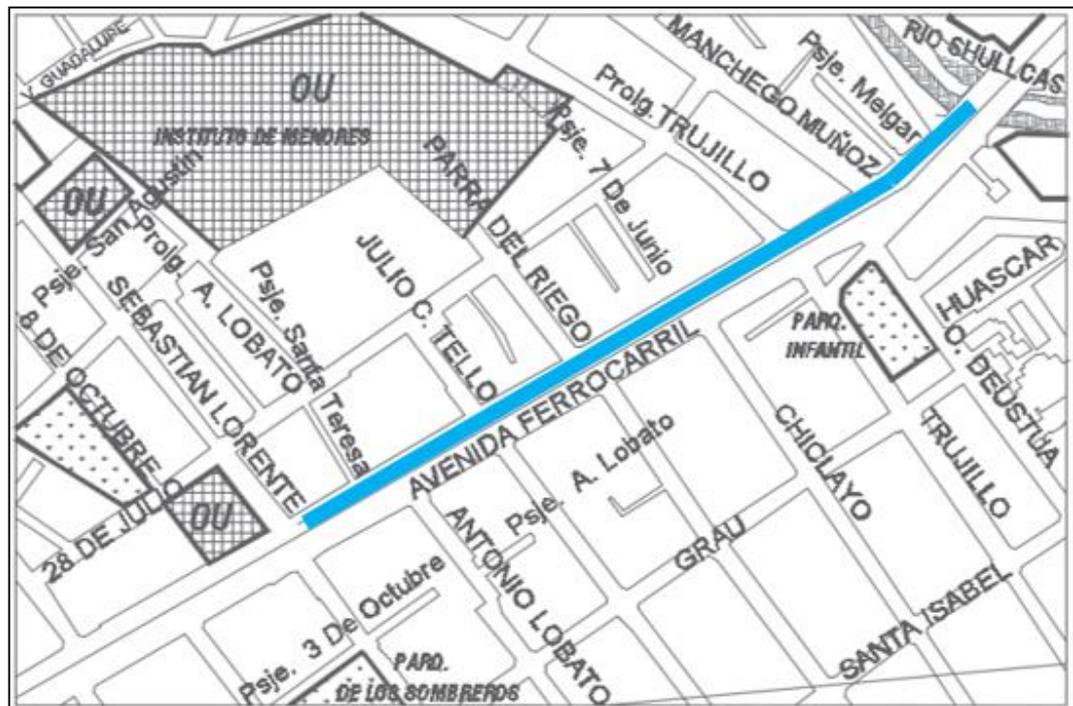


Figura 9. Área de estudio ubicada en el distrito de El Tambo.

Fuente: Plan de desarrollo urbano (2011).

4.1.4 Método racional:

De acuerdo a la norma O.S.060 la metodología para estimación de caudales de un área menor a 13 km² (Sistema de drenaje urbano menor) es el método racional.

4.1.5 Coeficiente de escorrentía:

El coeficiente de escorrentía para el método racional está de acuerdo con la norma O.S.060 (2014).

4.1.6 Periodo de retorno:

La norma O.S.060 en su ítem 3.23 señala que el drenaje urbano menor evacua la escorrentía que se presenta con una frecuencia de 2 a 10 años.

4.1.7 Configuración del proyecto en SWMM:

A. Área impermeable:

Considerando que el área de trabajo es una zona urbanizada al 95% y la cuenca que integra al parque San Agustín tiene una impermeabilidad de 10%.

B. Coeficiente 'n' impermeable:

Según lo indica el programa SWMM el coeficiente impermeable es de 0.02 para la cuenca.

C. Coeficiente 'n' permeable:

Según lo indica el programa SWMM el coeficiente permeable es de 0.01 para la cuenca.

D. Almacenamiento en depresión del área impermeable:

Para el caso de almacenamiento del área impermeable el valor asignado es 0.05.

E. Almacenamiento en depresión del área permeable:

Para el caso de almacenamiento del área permeable el valor asignado es 0.05.

F. Área impermeable sin almacenamiento:

Según lo indica el programa SWMM el valor para este caso es de 5%.

G. Modelo de infiltración:

Empleando el modelo de Green Ampt. Al no tener todo el tiempo la escorrentía sobre la superficie de las sub cuencas no se aplicó la ecuación de Horton.

4.1.8 Estudios hidrológicos:

4.1.8.1 Datos pluviométricos:

Para nuestra área de trabajo empleamos los datos pluviométricos de la estación de control Shullcas.

Tabla 8. Precipitación mensual de la estación pluviométrica Shullcas (primer bimestre).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
2003	162.40	172.80	209.60	66.20	28.60	13.20
2004	42.50	157.32	113.80	26.20	23.80	1.10
2005	76.70	116.88	114.30	13.40	15.08	0.00
2006	215.60	101.20	125.30	34.20	5.70	11.70
2007	85.40	100.65	115.20	49.80	17.30	0.00
2008	206.00	112.20	45.50	36.80	16.60	12.10
2009	85.40	155.16	31.28	49.60	23.30	23.30
2010	327.90	278.72	46.88	51.82	2.80	12.30
2011	148.38	208.42	44.74	78.49	16.17	11.67
2012	112.57	125.09	47.54	105.85	15.46	11.29
2013	142.53	126.80	45.32	48.43	7.89	9.46
2014	155.02	68.33	45.05	44.80	56.80	8.21
2015	121.16	87.92	44.80	46.79	52.80	8.55
2016	285.40	116.40	42.85	44.76	54.79	14.22
2017	103.85	151.14	118.80	39.40	37.20	12.48
Máx.	327.90	278.72	209.60	105.85	56.80	23.30

Fuente: Senamhi (2017).

Tabla 9. Precipitación mensual de la estación pluviométrica Shullcas (segundo bimestre).

Año	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2003	33.60	21.50	42.20	50.06	64.72	174.70
2004	16.80	53.60	41.60	84.00	116.60	204.10
2005	0.00	9.40	40.74	127.80	54.40	182.64
2006	0.00	26.80	19.00	83.55	99.62	143.79
2007	21.40	16.30	16.58	82.61	84.70	152.54
2008	0.00	7.55	26.30	105.30	59.90	133.46
2009	8.20	28.42	22.41	58.66	88.25	127.79
2010	12.49	11.85	38.90	59.69	61.74	153.64
2011	11.60	10.50	26.60	59.04	75.56	138.40
2012	9.65	9.45	80.76	47.65	75.59	122.28
2013	9.20	11.29	39.09	46.19	54.37	117.62
2014	16.22	19.30	57.16	48.28	79.64	136.55
2015	14.60	9.28	62.11	59.48	68.02	130.40
2016	12.68	17.58	69.79	49.60	58.20	124.36
2017	10.90	14.62	43.52	65.30	73.00	116.60
Máx.	33.60	53.60	80.76	127.80	116.60	204.10

Fuente: Senamhi (2017).

En las tablas 8 y 9 se muestran las precipitaciones mensuales de los años 2003 a 2017, así también se especifican los valores máximos, teniendo más incidencia los meses de octubre hasta abril.

4.1.8.2 Distribución Gumbel:

Cuando se utilizan variables hidrológicas, la distribución Gumbel es una de las más empleadas, junto con las distribuciones Log normal y Log Pearson tipo III.

Para este trabajo de investigación y de acuerdo con la Norma O.S.060 (2014), se empleará la distribución Gumbel con la finalidad de hallar la distribución de frecuencias probabilísticas, con base en las precipitaciones mensuales antes mencionadas.

Tabla 10. Distribución probabilística Gumbel.

Año	Mes	Precipitación (mm)	
	PMáx.	xi	(xi - x) ²
2003	209.60	209.60	310.57
2004	204.10	204.10	146.97
2005	182.64	182.64	87.18
2006	215.60	215.60	558.05
2007	152.54	152.54	1555.28
2008	206.00	206.00	196.64
2009	127.79	127.79	4119.97
2010	327.90	327.90	18475.0
2011	208.42	208.42	270.37
2012	125.09	125.09	4473.87
2013	142.53	142.53	2445.00
2014	155.02	155.02	1365.82
2015	130.40	130.40	3791.73
2016	285.40	285.40	8727.86
2017	118.80	118.80	5354.87
Sumatoria		2791.83	51879.2

En la tabla 10 se aprecia las precipitaciones máximas del año 2003 hasta el 2017 con los cálculos requeridos para la distribución probabilística Gumbel.

Tabla 11. Cálculo de precipitaciones diarias máximas probables para diferentes frecuencias.

Periodo de retorno	Variable reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	Yt	Xt'(mm)	F(xt)	Xt(mm)
2	0.3665	183.814	0.50	207.710
5	1.499	227.726	0.80	257.331
10	2.2504	256.800	0.90	290.184

En la tabla 11 se especifica las precipitaciones diarias máximas probables para diferentes frecuencias tomando en cuenta el periodo de retorno de 2, 5 y 10 años.

Tabla 12. Coeficientes para la relación de lluvia de duración 24 horas.

Duración en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: Campos (1978).

La tabla 12 presenta los coeficientes por hora de duración de precipitación con la finalidad de hallar la precipitación máxima de lluvia horaria.

Tabla 13. Precipitaciones máximas para distintos tiempos de duración de lluvia.

Tiempo de duración	Coe f.	Precipitación máx. Pd (mm) por tiempo de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1.00	207.7	257.3	290.1	331.6	362.4	393.0	463.6
18 hr	0.91	189.0	234.2	264.1	265.4	329.9	357.7	421.9
12 hr	0.80	166.2	205.9	232.2	245.5	289.9	314.5	370.9
8 hr	0.68	141.2	174.9	197.3	225.6	246.5	267.3	315.3
6 hr	0.61	126.7	156.9	177.0	202.3	221.1	239.8	282.9
5 hr	0.57	118.4	146.7	165.4	189.1	206.6	224.0	264.3
4 hr	0.52	108.0	133.8	150.9	172.5	189.1	204.4	241.1
3 hr	0.46	95.6	118.3	133.5	152.6	172.5	180.8	213.1
2 hr	0.39	81.0	100.4	113.5	129.4	129.4	153.3	180.8
1 hr	0.30	62.3	77.2	87.1	99.5	108.8	117.9	139.1

En la tabla 13 se definió la precipitación máxima horaria en un lapso de 24 horas para cada periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años respectivamente; tomando en consideración los valores de duración de lluvia mencionados en la tabla 12.

Tabla 14. Intensidades de lluvia a partir de Pd, según duración y frecuencia de precipitación.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno						
Hr	Min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	8.654	10.72	13.82	13.82	15.10	16.38	19.32
18 hr	1080	10.50	13.01	14.74	14.74	18.32	18.87	23.44
12 hr	720	13.85	17.16	19.35	22.11	24.17	26.20	30.91
8 hr	480	17.66	21.87	24.67	28.19	30.81	33.41	39.41
6 hr	360	21.12	26.16	29.50	33.72	36.85	39.96	47.14
5 hr	300	23.68	29.33	33.08	37.81	41.32	44.81	52.86
4 hr	240	27.00	33.45	37.72	43.12	47.12	51.09	60.28
3 hr	180	31.85	39.46	44.49	50.86	55.58	60.27	71.09
2 hr	120	40.50	50.18	56.59	64.68	70.69	76.65	90.42
1 hr	60	62.31	77.20	87.06	99.51	108.75	117.92	139.11

En la tabla 14 se detalla la intensidad a partir de Pd hallado en la tabla 13, es decir, la intensidad en mm/hr.

Tabla 15. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 2 años.

Periodo de retorno para T=2 años						
N°	X	Y	Ln X	Ln Y	Ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	8.654	7.27	2.16	15.69	52.89
2	1080	10.50	6.98	2.35	16.42	48.79
3	720	13.85	6.58	2.63	17.29	43.29
4	480	17.66	6.17	2.87	17.73	38.12
5	360	21.12	5.89	3.05	17.95	34.65
6	300	23.68	5.70	3.16	18.05	32.53
7	240	27.00	5.48	3.30	18.06	30.04
8	180	31.85	5.19	3.46	17.97	26.97
9	120	40.50	4.79	3.70	17.72	22.92
10	60	62.31	4.09	4.13	16.92	16.67
Suma	4980	257.12	58.16	30.81	173.81	346.94
Ln(d)=	6.66	D =	785.25	N =	-0.6164	

En la tabla 15 se detalla la síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de 2 años, según lo determinado por la distribución Gumbel.

De igual manera en la figura 10 se aprecia dicha síntesis numérica.

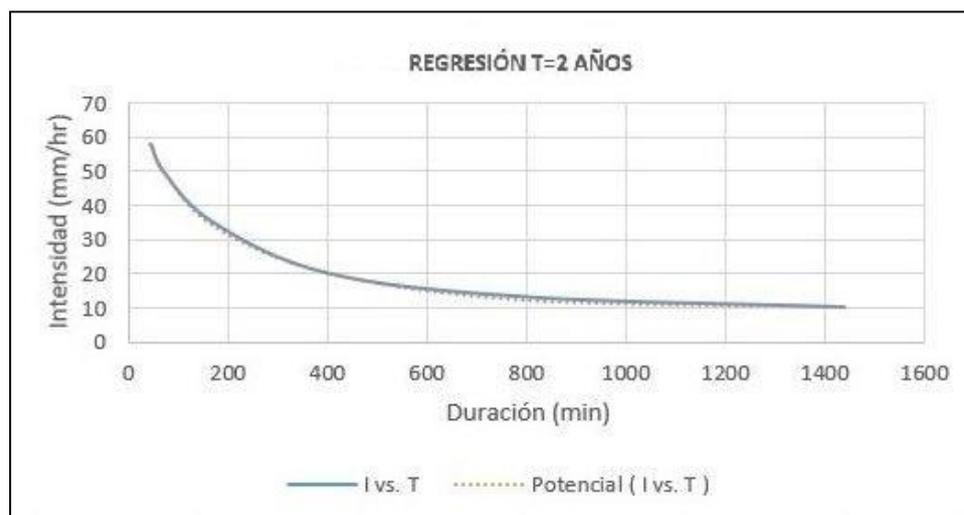


Figura 10. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.

Tabla 16. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 5 años.

Periodo de retorno para T=5 años						
N°	X	Y	Ln X	Ln Y	Ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	10.72	7.27	2.37	17.25	52.89
2	1080	13.01	6.98	2.57	17.92	48.79
3	720	17.16	6.58	2.84	18.70	43.29
4	480	21.87	6.17	3.09	19.05	38.12
5	360	26.16	5.89	3.26	19.21	34.65
6	300	29.43	5.70	3.38	19.27	32.53
7	240	33.45	5.48	3.51	19.24	30.04
8	180	39.46	5.19	3.68	19.09	26.97
9	120	50.18	4.79	3.92	18.75	22.92
10	60	77.20	4.09	4.35	17.80	16.67
Suma	4980	318.55	58.16	32.96	186.27	346.94
Ln(d)=	6.880	D =	972.84	N =	-0.6164	

En la tabla 16 se detalla la síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de 5 años, según lo determinado por la distribución Gumbel.

Así también en la figura 11 se aprecia dicha síntesis numérica.

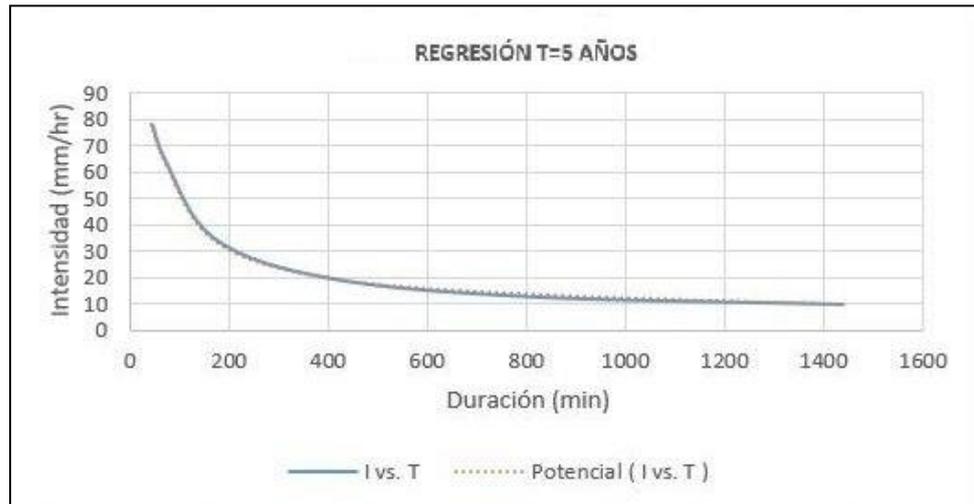


Figura 11. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 5 años.

Tabla 17. Síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de retorno de 10 años.

Periodo de retorno para T=10 años						
N°	X	Y	Ln X	Ln Y	Ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	12.09	7.27	2.37	18.13	52.89
2	1080	14.67	6.98	2.57	18.76	48.79
3	720	19.35	6.58	2.84	19.49	43.29
4	480	24.67	6.17	3.09	19.79	38.12
5	360	29.50	5.89	3.26	19.92	34.65
6	300	33.08	5.70	3.38	19.96	32.53
7	240	37.72	5.48	3.51	19.90	30.04
8	180	44.49	5.19	3.68	19.71	26.97
9	120	56.59	4.79	3.92	19.32	22.92
10	60	87.06	4.09	4.35	18.29	16.67
Suma	4980	359.22	58.16	32.96	193.26	346.94
Ln(d)=	7.0004	D =	1097.0503	N =	-0.6164	

En la tabla 17 se detalla la síntesis numérica de la curva IDF en un periodo de 10 años, según lo determinado por la distribución Gumbel.

De igual manera en la figura 12 se aprecia dicha síntesis matemática.

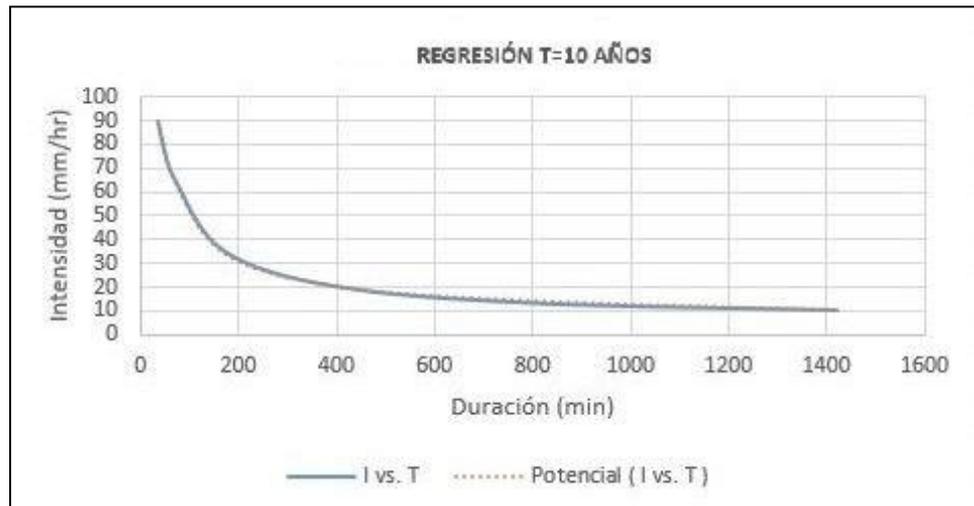


Figura 12. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 10 años.

La tabla 18 muestra la aplicación potencial según la constante de regresión (d), el coeficiente de regresión (n) y el periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Tabla 18. Regresión potencial.

Periodo de retorno (años)	Término de regresión (d)	Coficiente de regresión (n)
2	785.2543997	-0.6163860
5	972.8474257	-0.6163860
10	1097.0503320	-0.6163860
25	1368.4705924	-0.6336250
50	1370.4011922	-0.6163860
100	1485.9617230	-0.6163860
500	1753.0044685	-0.6163860
Promedio =	1261.8557334	-0.6188487

La tabla 18 muestra la regresión potencial de la distribución de frecuencia Gumbel.

Tabla 19. Regresión potencial de la curva de distribución de frecuencia Gumbel.

Regresión potencial						
N°	X	Y	Ln X	Ln Y	Ln x*Ln y	(lnx) ²
1	2	785.25	0.69	6.66	4.62	0.48
2	5	972.84	1.60	6.88	11.07	2.59
3	10	1097.05	2.30	7.00	16.11	5.30
4	25	1368.47	3.21	7.22	23.24	10.36
5	50	1370.40	3.91	7.22	28.25	15.30
6	100	1485.96	4.60	7.30	33.63	21.20
7	500	1753.00	6.21	7.46	46.41	38.62
8	692	8832.99	22.55	49.76	163.36	93.86
Ln(k)=	6.650	K =	773.28	M =	0.1423	

Así también en la figura 13 se aprecia dicha regresión potencial teniendo en cuenta los periodos de retorno.

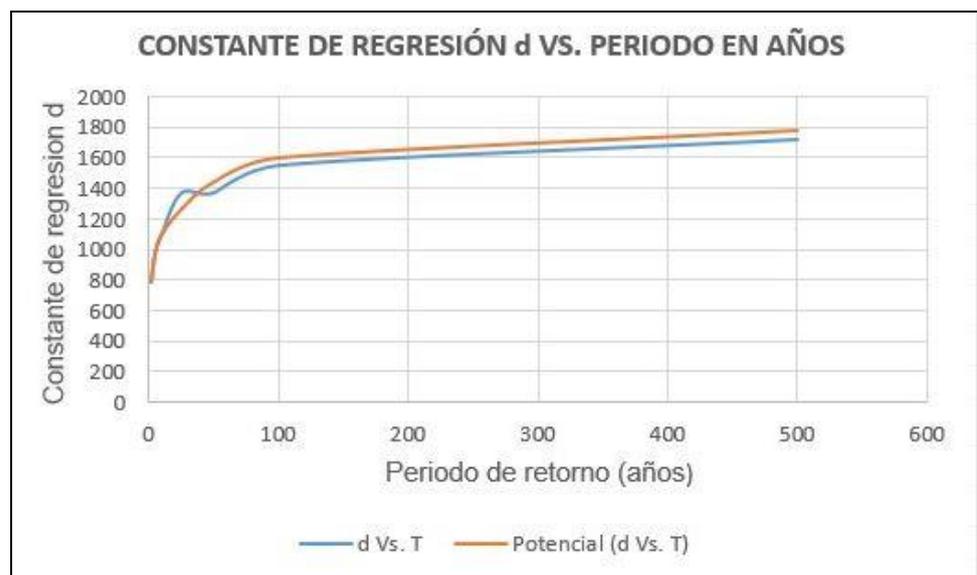


Figura 13. Constante de regresión y el periodo de retorno en años.

Finalizando, en la tabla 20 se determina los valores de intensidad – duración para los periodos de retorno de 2, 5, y 10 años con intervalos de tiempo cada 5 minutos.

Tabla 20. Intensidad – duración – frecuencia final requerida.

Intensidades – tiempo de duración												
Fre. años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	315	205	159	136	116	104	94.	87.	80.	75.	71.	67.
	.22	.27	.72	.67	.43	.01	54	04	93	82	58	84
5	359	233	181	152	132	118	107	99.	92.	56.	81.	77.
	.12	.85	.96	.28	.64	.43	.71	17	19	37	54	27
10	396	258	200	168	146	118	130	109	101	95.	89.	85.
	.34	.09	.82	.07	.39	.87	.77	.44	.75	44	98	27

Asimismo en la figura 14 se plasma la distribución de IDF para los periodos requeridos de 2, 5 y 10 años.

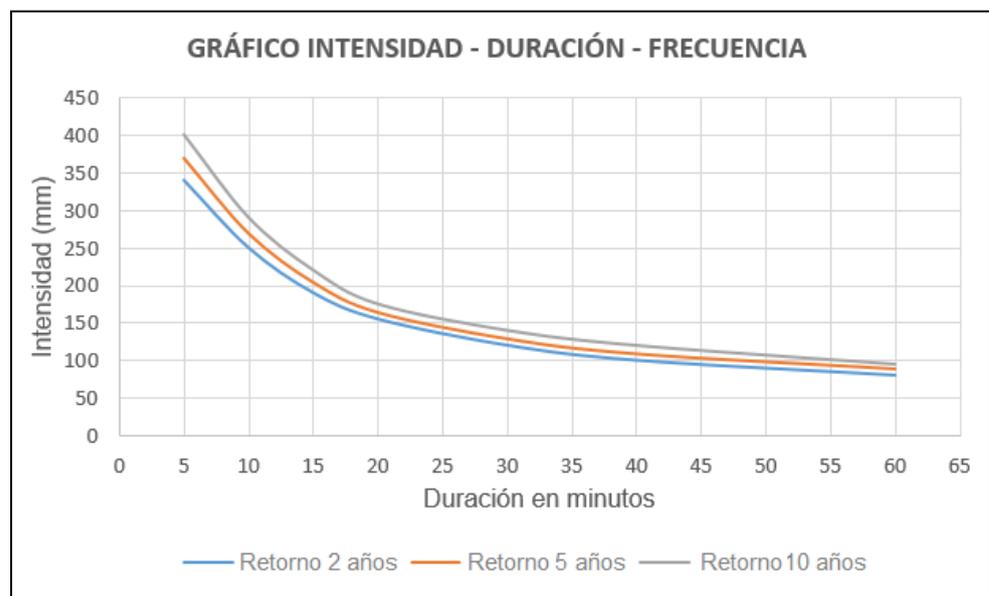


Figura 14. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2, 5 y 10 años.

4.1.8.3 Características de la cuenca de diseño

Al realizar el levantamiento topográfico del área de interés se obtuvo 20 sub cuencas de análisis, las cuales se muestran a continuación en la tabla 21.

Tabla 21. Sub cuencas de análisis.

Nombre	Área (Ha)	Ancho (m)	Nombre	Área (Ha)	Ancho (m)
C1	0.944	73.52	C11	0.684	72.13
C2	0.631	136.42	C12	0.518	54.24
C3	0.084	23.80	C13	0.359	59.81
C4	0.188	39.32	C14	0.457	60.16
C5	0.294	21.16	C15	0.506	75.33
C6	0.364	40.00	C16	0.413	111.66
C7	0.262	29.53	C17	0.454	38.31
C8	0.313	35.71	C18	0.459	48.04
C9	0.273	45.60	C19	0.484	44.53
C10	0.488	81.83	C20	0.244	90.92

En la tabla 21, se muestra los detalles de las sub cuencas requeridas en el desarrollo del modelamiento, el área está en hectáreas como el programa SWMM v5 lo requiere.

4.1.8.4 Características de los buzones

Continuando con los resultados del levantamiento topográfico, se obtuvo 22 buzones, los cuales se detallan en la tabla 22.

Tabla 22. Características de los buzones.

Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad	Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3289.48	3.00	B12	3283.88	3.80
B2	3288.53	3.00	B13	3283.28	3.60
B3	3286.83	3.80	B14	3282.62	3.00
B4	3288.48	1.80	B15	3281.03	3.00
B5	3285.93	3.60	B16	3286.06	1.90
B6	3287.57	2.20	B17	3286.02	1.80
B7	3287.45	1.80	B18	3281.27	1.80
B8	3284.85	3.00	B19	3290.96	2.00
B9	3286.72	2.80	B20	3290.26	1.80
B10	3284.10	4.00	B21	3289.07	2.10
B11	3286.31	1.80	B22	3287.35	2.00

En la tabla 22, se muestra los detalles de los buzones para el desarrollo del modelamiento, como el programa SWMM v5 lo requiere.

4.1.8.5 Características de las tuberías

Al realizar el levantamiento topográfico del área de interés, se obtuvo 28 tramos de tuberías, los mismos que se detallan en la tabla 23.

Tabla 23. Características de las tuberías.

Tubería	Buzón de ingreso	Buzón de salida	Longitud (m)	Sección	Diámetro (m)
T1	B1	B2	87.00	Circular	0.60
T2	B2	B3	83.40	Circular	0.60
T3	B3	B5	67.00	Circular	0.60
T4	B5	B8	52.20	Circular	0.60
T5	B8	B10	87.80	Circular	1.00
T6	B10	B12	72.30	Circular	1.00
T7	B12	B13	66.60	Circular	1.00
T8	B13	B14	78.50	Circular	1.00
T9	B14	B15	59.65	Circular	1.00
T10	B19	B20	34.00	Circular	0.50
T11	B20	B21	63.80	Circular	0.50
T12	B21	B4	47.40	Circular	0.50
T13	B4	B6	31.70	Circular	0.50
T14	B6	B7	24.00	Circular	0.50
T15	B7	B8	65.20	Circular	0.50
T16	B22	B9	64.70	Circular	0.50
T17	B9	B11	67.20	Circular	0.50
T18	B11	B16	74.80	Circular	0.50
T19	B16	B17	52.90	Circular	0.50
T20	B17	B14	98.20	Circular	0.50
T21	B18	B15	120.70	Circular	0.50
T22	B15	V1	95.30	Circular	1.00

En la tabla 23, se muestra los detalles de las tuberías para el desarrollo del modelamiento como el programa SWMM v5 lo requiere.

4.1.8.6 Modelo de simulación

Área de trabajo

El modelo de simulación del programa SWMM, está conformado por lluvias, sub cuencas, buzones y tuberías, tal como se detalla en la figura a continuación.



Figura 15. Modelo de simulación en el programa SWMM.

Datos de tormenta

De los resultados obtenidos en el numeral 4.1.8 se ingresan los valores, como se aprecia a continuación en las figuras 16 y 17, los valores de tormenta para un tiempo de retorno de 2 años.

Editor de Series Temporales ✕

Nombre de la Serie Temporal:

Descripción:

Usar archivo externo (especifique el nombre abajo)

Introducir datos de la serie temporal en la tabla inferior
 Sin fecha implica tiempos desde el comienzo de la simulación

Fecha (M/D/Y)	Hora (H:M)	Valor
	0:10	205.27
	0:20	136.27
	0:30	104.01
	0:40	87.04
	0:50	75.82
	1	67.84

Ver

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Figura 16. Editor de series temporales para un tiempo de retorno 2 años.

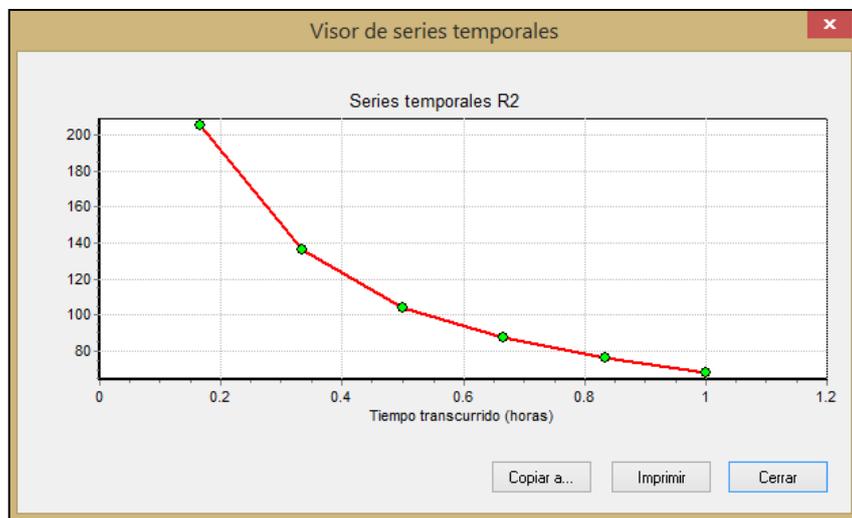


Figura 17. Curva IDF, tiempo de retorno 2 años.

A continuación en las figuras 18 y 19 se muestran los valores de tormenta para un tiempo de retorno de 10 años.

Editor de Series Temporales ✕

Nombre de la Serie Temporal:

Descripción:

Usar archivo externo (especifique el nombre abajo)

Introducir datos de la serie temporal en la tabla inferior
 Sin fecha implica tiempos desde el comienzo de la simulación

Fecha (M/D/Y)	Hora (H:M)	Valor
	0:10	258.09
	0:20	168.07
	0:30	118.87
	0:40	109.44
	0:50	95.44
	1	85.27

Ver

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Figura 18. Editor de series temporales para un tiempo de retorno 10 años.

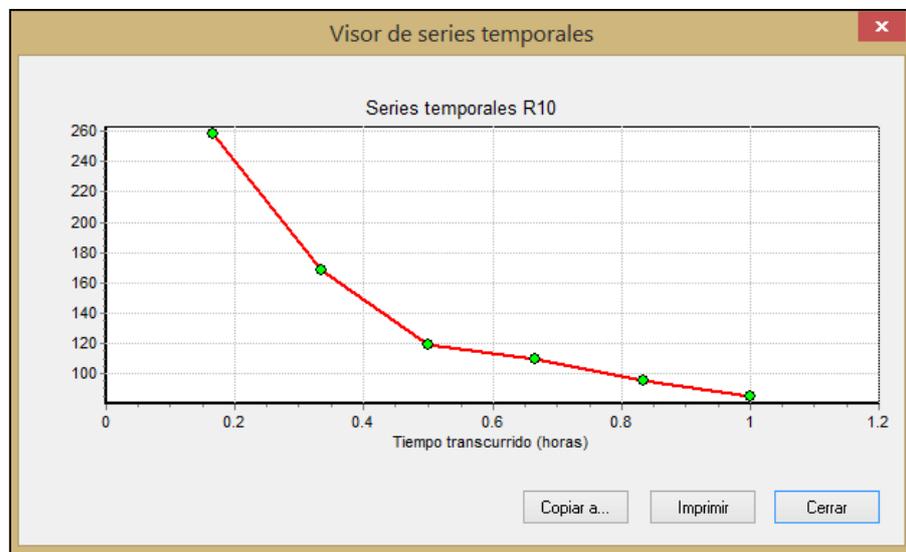


Figura 19. Curva IDF, tiempo de retorno 10 años.

4.1.8.7 Resultados de modelamiento, tiempo de retorno 2 años

Opciones de análisis

Tabla 24. Opciones de análisis del modelamiento.

Opciones de análisis	
Unidades de caudal	LPS
Modelos utilizados:	
Lluvia/Esorrentía	Si
Deshielo de nieve	No
Flujo subterráneo	No
Calculo hidráulico	Si
Permitir estancamiento	No
Calidad del agua	No
Método de infiltración	Green_Ampt
Método de cálculo hidráulico	Kinwave
Fecha de comienzo	Septiembre 20-2018 00:00:00
Fecha de finalización	Septiembre 20-2018 02:00:00
Días previos sin lluvia	0.0
Tiempo de reporte	00:10:00
Intervalo para tiempo de lluvia	00:10:00
Intervalo para tiempo seco	01:00:00
Intervalo de cálculo hidráulico	30.00 segundos

En la tabla 24 se especifican las opciones de análisis del modelamiento hidráulico en concordancia con el informe de estado del programa.

Escorrentía en sub cuencas

Tabla 25. Escorrentía en las sub cuencas de estudio.

Sub cuenca	Precip. total (mm)	Infil. total (mm)	Escor. total (mm)	Escor. total (m ³)	Escor. punta (LPS)	Coef. Escor.
C1	112.708	4.337	109.475	1033	405.521	0.971
C2	112.708	4.246	110.112	695	336.197	0.977
C3	112.708	4.229	110.181	93	45.548	0.978
C4	112.708	4.284	110.099	207	99.872	0.977
C5	112.708	4.346	109.420	322	122.600	0.971
C6	112.708	4.300	109.722	399	173.829	0.974
C7	112.708	4.298	109.739	288	125.910	0.974
C8	112.708	4.296	109.748	344	150.865	0.974
C9	112.708	4.264	109.990	300	141.349	0.976
C10	112.708	4.264	109.992	537	252.803	0.976
C11	112.708	4.304	109.693	750	323.177	0.973
C12	112.708	4.305	109.688	568	244.284	0.973
C13	112.708	4.264	109.988	395	185.810	0.976
C14	112.708	4.283	109.844	502	227.326	0.975
C15	112.708	4.273	109.923	556	257.431	0.975
C16	112.708	4.232	110.174	455	223.427	0.978
C17	112.708	4.328	109.535	497	200.591	0.972
C18	112.708	4.305	109.687	503	216.434	0.973
C19	112.708	4.318	109.596	530	219.900	0.972
C20	112.708	4.215	110.168	269	133.516	0.977
Sistema	112.708	4.290	109.793	9244	4086.390	0.974

En la tabla 25 se expresan los datos de escorrentía para cada sub cuenca de estudio.

Nivel en buzones

Tabla 26. Nivel en buzones.

Buzón (Nudo)	Nivel medio (m)	Nivel máximo (m)	Altura máxima (m)	Instante nivel máx. (hr:min)
B1	0.01	3.00	3292.48	00:18
B2	0.01	3.00	3291.53	00:15
B3	0.02	3.80	3290.63	00:15
B4	0.01	1.80	3290.28	00:16
B5	0.01	3.60	3289.53	00:15
B6	0.01	3.00	3290.57	00:16
B7	0.00	0.60	3288.05	00:17
B8	0.01	0.64	3285.49	00:20
B9	0.02	0.40	3287.12	00:20
B10	0.02	4.00	3288.10	00:15
B11	0.01	1.80	3288.11	00:15
B12	0.01	0.90	3284.78	00:16
B13	0.01	0.69	3283.97	00:20
B14	0.01	3.00	3285.62	00:17
B15	0.02	3.00	3284.03	00:15
B16	0.01	1.90	3287.96	00:14
B17	0.01	0.80	3286.82	00:15
B18	0.00	0.38	3281.65	00:20
B19	0.00	0.11	3291.07	00:20
B20	0.00	0.22	3290.48	00:20
B21	0.01	2.10	3291.17	00:17
B22	0.00	0.60	3287.35	00:15
V1	0.01	0.80	3280.51	00:16

En la tabla 26 se expresa el nivel en los buzones de estudio.

Aportes en buzones

Tabla 27. Aportes en buzones.

Buzón (Nudo)	Aporte lateral máximo (LPS)	Aporte total máximo (LPS)	Instante de aporte máximo (hr:min)	Volumen aporte lateral (m ³)	Volumen aporte total (m ³)
B1	405.52	405.52	00:20	1034	1034
B2	336.20	694.96	00:20	695	1710
B3	0.00	497.98	00:35	0.00	1571
B4	173.83	375.22	00:20	399	998
B5	141.35	520.67	00:20	300	1721
B6	125.91	431.80	00:20	288	1244
B7	150.86	527.17	00:20	344	1554
B8	252.80	1247.83	00:20	537	3797
B9	323.18	323.18	00:20	750	750
B10	185.81	1426.19	00:20	395	4910
B11	244.28	559.63	00:20	568	1318
B12	227.33	1092.84	00:20	502	3916
B13	257.43	1344.60	00:20	556	4472
B14	216.43	2069.02	00:20	504	6730
B15	219.90	2311.85	00:23	530	7482
B16	223.43	531.09	00:20	455	1573
B17	200.59	515.75	00:20	497	1757
B18	133.52	133.52	00:20	269	269
B19	45.55	45.55	00:20	93	93
B20	99.87	144.73	00:20	207	299
B21	122.60	265.49	00:20	322	621
B22	0.00	0.00	00:00	0.00	0.00
V1	0.00	1436.61	00:15	0.00	5591

En la tabla 27 se expresan los aportes lateral y totales de los buzones respectivamente.

Vertidos

Tabla 28. Vertido

Nudo de vertido	Frec. vertido (%)	Caudal medio (LPS)	Caudal máximo (LPS)	Volumen total (m³)
V1	10.79	84.66	1436.61	5591
Sistema	10.79	84.66	1436.61	5591

En la tabla 28 figura la frecuencia de vertido, el caudal medio y máximo y el volumen total.

Caudal en las redes

Tabla 29. Caudal en las redes.

Tubería	Caudal máximo (LPS)	Instante del caudal máx. (hr:min)	Veloc. máxima (m/s)	Caudal máx/lleno	Nivel máx/lleno
T1	364.63	00:29	2.03	1.07	1.00
T2	497.98	00:35	2.77	1.07	1.00
T3	403.17	00:46	2.25	1.06	1.00
T4	506.73	00:23	2.78	1.08	1.00
T5	1244.92	00:20	2.57	0.86	0.71
T6	927.16	00:15	1.58	1.07	1.00
T7	1091.23	00:20	2.57	0.73	0.64
T8	1342.05	00:20	2.58	0.93	0.77
T9	1993.69	00:23	4.30	1.07	1.00
T10	45.05	00:20	1.56	0.17	0.28
T11	143.88	00:20	2.05	0.58	0.55
T12	216.35	00:28	1.86	1.07	1.00
T13	322.46	00:32	2.82	1.05	1.00
T14	404.87	00:31	1.54	1.08	1.00
T15	526.27	00:20	3.71	0.80	0.68
T16	315.50	00:20	1.60	0.74	0.65
T17	319.40	00:20	1.63	0.77	0.66
T18	327.95	00:44	1.28	1.07	1.00
T19	340.60	01:05	0.74	1.08	1.00
T20	514.12	00:20	3.48	0.84	0.70

T21	131.06	00:21	0.88	0.90	0.73
T22	1436.61	00:15	3.24	1.07	1.00

En la tabla 29 se expresa el caudal en la red de drenaje pluvial y el instante del caudal máximo.

4.1.8.8 Resultados de modelamiento, tiempo de retorno 10 años

Opciones de análisis

Tabla 30. Opciones de análisis del modelamiento.

Opciones de análisis	
Unidades de caudal	LPS
Modelos utilizados:	
Lluvia/Esorrentía	Si
Deshielo de nieve	No
Flujo subterráneo	No
Calculo hidráulico	Si
Permitir estancamiento	No
Calidad del agua	No
Método de infiltración	Green_Ampt
Método de cálculo hidráulico	Kinwave
Fecha de comienzo	Septiembre 20-2018 00:00:00
Fecha de finalización	Septiembre 20-2018 02:00:00
Días previos sin lluvia	0.0
Tiempo de reporte	00:10:00
Intervalo para tiempo de lluvia	00:10:00
Intervalo para tiempo seco	01:00:00
Intervalo de cálculo hidráulico	30.00 segundos

En la tabla 30 se especifican las opciones de análisis del modelamiento hidráulico en concordancia con el informe de estado del programa.

Escorrentía en sub cuencas

Tabla 31. Escorrentía en las sub cuencas de estudio.

Sub cuenca	Precip. total (mm)	Infil. total (mm)	Escor. total (mm)	Escor. total (m ³)	Escor. punta (LPS)	Coef. Escor.
C1	139.197	4.464	136.275	1286	543.461	0.979
C2	139.197	4.330	137.015	865	431.725	0.984
C3	139.197	4.306	137.048	115	58.160	0.985
C4	139.197	4.333	137.003	258	128.362	0.984
C5	139.197	4.467	136.202	400	164.987	0.978
C6	139.197	4.410	136.585	497	228.931	0.981
C7	139.197	4.406	136.606	358	165.624	0.981
C8	139.197	4.405	136.617	428	198.337	0.981
C9	139.197	4.357	136.895	374	182.936	0.983
C10	139.197	4.356	136.897	668	327.139	0.983
C11	139.197	4.416	136.550	934	426.463	0.981
C12	139.197	4.417	136.543	707	322.467	0.981
C13	139.197	4.357	136.894	491	240.500	0.983
C14	139.197	4.386	136.732	625	296.951	0.982
C15	139.197	4.370	136.821	692	334.590	0.983
C16	139.197	4.309	137.050	566	285.522	0.985
C17	139.197	4.451	136.349	619	267.687	0.980
C18	139.197	4.417	136.543	627	285.709	0.981
C19	139.197	4.437	136.428	660	292.153	0.980
C20	139.197	4.284	136.974	334	169.900	0.984
Sistema	139.197	4.395	136.653	11505	5351.605	0.982

En la tabla 31 se expresan los datos de escorrentía para cada sub cuenca de estudio.

Nivel en buzones

Tabla 32. Nivel en buzones.

Buzón (Nudo)	Nivel medio (m)	Nivel máximo (m)	Altura máxima (m)	Instante nivel máx. (hr:min)
B1	0.00	0.48	3289.96	00:20
B2	0.01	3.00	3291.53	00:17
B3	0.01	3.80	3290.63	00:16
B4	0.00	0.40	3288.88	00:15
B5	0.01	3.60	3289.53	00:16
B6	0.01	3.00	3290.57	00:14
B7	0.00	0.60	3288.05	00:15
B8	0.01	0.73	3285.58	00:20
B9	0.00	0.39	3287.11	00:20
B10	0.02	4.00	3288.10	00:14
B11	0.00	1.80	3288.11	00:19
B12	0.01	1.00	3284.88	00:15
B13	0.01	0.76	3284.04	00:20
B14	0.01	0.76	3283.38	00:20
B15	0.01	3.00	3284.03	00:16
B16	0.01	1.90	3287.96	00:15
B17	0.01	1.80	3286.82	00:15
B18	0.00	1.80	3283.07	00:15
B19	0.00	0.13	3291.09	00:20
B20	0.00	0.26	3290.52	00:20
B21	0.01	2.10	3291.17	00:15
B22	0.00	0.60	3287.35	00:14
V1	0.01	1.00	3280.71	00:17

En la tabla 32 se expresa el nivel en los buzones de estudio.

Aportes en buzones

Tabla 33. Aportes en buzones.

Buzón (Nudo)	Aporte lateral máximo (LPS)	Aporte total máximo (LPS)	Instante de aporte máximo (hr:min)	Volumen aporte lateral (m ³)	Volumen aporte total (m ³)
B1	543.46	543.46	00:20	1287	1287
B2	431.73	954.69	00:20	865	2151
B3	0.00	806.14	00:24	0.00	2104
B4	228.93	430.32	00:20	497	1179
B5	182.94	799.76	00:20	374	2347
B6	165.62	594.14	00:20	358	1537
B7	198.34	574.64	00:20	428	1792
B8	327.14	1684.33	00:20	668	4803
B9	426.46	426.46	00:20	934	934
B10	240.50	1913.51	00:20	491	5292
B11	322.47	737.11	00:20	707	1641
B12	296.95	1443.24	00:20	625	5037
B13	334.59	1771.52	00:20	692	5727
B14	285.71	2655.37	00:20	627	8639
B15	292.15	3097.74	00:20	660	9630
B16	285.52	973.77	00:20	566	2202
B17	267.69	839.10	00:20	619	2558
B18	169.90	169.90	00:20	334	334
B19	58.16	58.16	00:20	115	115
B20	128.36	186.10	00:20	258	373
B21	164.99	348.06	00:20	400	773
B22	0.00	0.00	00:00	0.00	0.00
V1	0.00	2610.55	00:34	0.00	9188

En la tabla 33 se expresan los aportes lateral y totales de los buzones respectivamente.

Vertidos

Tabla 34. Vertido

Nudo de vertido	Frec. vertido (%)	Caudal medio (LPS)	Caudal máximo (LPS)	Volumen total (m³)
V1	10.82	138.77	2610.55	9188
Sistema	10.82	138.77	2610.55	9188

En la tabla 34 figura la frecuencia de vertido, el caudal medio y máximo y el volumen total.

Caudal en las redes

Tabla 35. Caudal en las redes.

Tubería	Caudal máximo (LPS)	Instante del caudal máx. (hr:min)	Veloc. máxima (m/s)	Caudal máx/lleno	Nivel máx/lleno
T1	535.99	00:20	2.25	0.96	0.79
T2	806.14	00:24	3.12	1.06	1.00
T3	649.78	00:16	2.56	1.05	1.00
T4	790.12	00:23	3.13	1.03	0.92
T5	1679.65	00:20	2.76	0.87	0.72
T6	1214.27	00:54	1.70	1.06	1.00
T7	1440.79	00:20	2.74	0.73	0.63
T8	1766.48	00:20	2.76	0.93	0.76
T9	2655.47	00:20	4.78	0.78	0.67
T10	57.74	00:20	1.66	0.22	0.32
T11	184.74	00:20	2.17	0.75	0.65
T12	213.72	00:34	1.86	1.06	1.00
T13	428.52	00:20	3.15	0.48	0.73
T14	403.32	00:39	1.54	1.07	1.00
T15	573.07	00:20	3.76	0.88	0.73
T16	420.00	00:20	1.76	0.45	0.46
T17	421.37	00:20	1.76	0.47	0.48
T18	700.03	00:23	1.55	1.06	0.94
T19	618.06	00:37	0.86	1.08	1.00
T20	647.75	00:46	3.61	1.06	1.00

T21	157.21	00:23	0.93	1.08	0.95
T22	2610.55	00:34	3.62	1.07	1.00

En la tabla 35 se expresa el caudal en la red de drenaje pluvial y el instante del caudal máximo.

4.1.9 Costo de la red de drenaje pluvial de la Av. Ferrocarril

4.1.9.1 Metrado de tuberías:

Tabla 36. Metrado de tuberías.

Tubería	Tramo		Long. Horizontal (m)	Pendiente	Long. Inclina da (m)	Ø Interno (m)	Ø Comercial (mm)	Clase de tubería
	BZ Inicio	BZ Final						
T1	B1	B2	87.00	0.10	87.20	0.60	600.00	PVC-U
T2	B2	B3	83.40	0.10	83.60	0.60	600.00	PVC-U
T3	B3	B5	67.00	0.10	67.20	0.60	600.00	PVC-U
T4	B5	B8	52.20	0.10	52.40	0.60	600.00	PVC-U
T5	B8	B10	87.80	0.07	87.95	1.00	1000.00	PVC-U
T6	B10	B12	72.30	0.07	72.45	1.00	1000.00	PVC-U
T7	B12	B13	66.60	0.07	66.75	1.00	1000.00	PVC-U
T8	B13	B14	78.50	0.07	78.65	1.00	1000.00	PVC-U
T9	B14	B15	59.65	0.20	59.95	1.00	1000.00	PVC-U
T10	B19	B20	34.00	0.10	34.20	0.50	500.00	PVC-U
T11	B20	B21	63.80	0.10	64.00	0.50	500.00	PVC-U
T12	B21	B4	47.40	0.10	47.60	0.50	500.00	PVC-U
T13	B4	B6	31.70	0.10	31.90	0.50	500.00	PVC-U
T14	B6	B7	24.00	0.10	24.20	0.50	500.00	PVC-U
T15	B7	B8	65.20	0.20	65.45	0.50	500.00	PVC-U
T16	B22	B9	64.70	0.04	64.75	0.50	500.00	PVC-U
T17	B9	B11	67.20	0.04	67.25	0.50	500.00	PVC-U
T18	B11	B16	74.80	0.04	74.85	0.50	500.00	PVC-U
T19	B16	B17	52.90	0.04	52.95	0.50	500.00	PVC-U
T20	B17	B14	98.20	0.20	98.45	0.50	500.00	PVC-U
T21	B18	B15	120.70	0.07	120.85	0.50	500.00	PVC-U
T22	B15	V1	95.30	0.10	95.50	1.00	1000.00	PVC-U
TOTAL			1494.35		1498.10			

Tabla 37. Síntesis de longitud de tuberías.

Detalle de tuberías	Longitud	Unidad
TUBO PVC-U ISO 21138 SN4 DN 500mm	746.45	m
TUBO PVC-U ISO 21138 SN4 DN 600mm	290.40	m
TUBO PVC-U ISO 21138 SN4 DN 1000mm	461.25	m
TUBERÍA TOTAL	1498.10	m

En las tablas 36 y 37 se expresa el metrado de las tuberías que se emplean en el diseño del proyecto, estas tuberías son de diferentes diámetros para los tramos propuestos.

4.1.9.2 Movimiento de tierra:

Tabla 38. Movimiento de tierra.

Sustento de excavación, reposición y eliminación de material excedente.											
Tramo	Elevac. tapa bz. (inicio) msnm	Elevac. fondo (inicio) msnm	Buzón (inicio)	Altura (excav. inicio)	Elevac. tapa bz. (final) msnm	Elevac. fondo (final) Msnm	Buzón (final)	Altura (excav. final)	Longitud (m)	Altura (excavac ión promedio)	Diámetro (mm)
T1	3292.48	3289.48	B1	3.00	3291.53	3288.53	B2	3.00	87.00	3.10	600.00
T2	3291.53	3288.53	B2	3.00	3290.63	3286.63	B3	3.80	83.40	3.90	600.00
T3	3290.63	3286.53	B3	3.80	3289.53	3285.93	B5	3.60	67.00	3.70	600.00
T4	3289.53	3285.93	B5	3.60	3287.85	3284.85	B8	3.00	52.20	3.10	600.00
T5	3287.85	3284.85	B8	3.00	3288.10	3284.10	B10	4.00	87.80	4.00	1000.00
T6	3288.10	3284.10	B10	4.00	3287.68	3283.88	B12	3.80	72.30	3.90	1000.00
T7	3287.68	3283.88	B12	3.80	3286.88	3283.28	B13	3.60	66.60	3.70	1000.00
T8	3286.88	3283.28	B13	3.60	3285.62	3282.62	B14	3.00	78.50	3.10	1000.00
T9	3285.62	3282.62	B14	3.00	3284.03	3281.03	B15	3.00	59.65	3.10	1000.00
T10	3292.96	3290.96	B19	2.00	3292.06	3290.26	B20	1.80	34.00	1.90	500.00

T11	3292.06	3290.26	B20	1.80	3291.17	3289.07	B21	2.10	63.80	2.20	500.00
T12	3291.17	3289.07	B21	2.10	3290.28	3288.48	B4	1.80	47.40	1.90	500.00
T13	3290.28	3288.48	B4	1.80	3289.77	3287.57	B6	2.20	31.70	2.30	500.00
T14	3289.77	3287.57	B6	2.20	3289.25	3287.45	B7	1.80	24.00	1.90	500.00
T15	3289.25	3287.45	B7	1.80	3287.85	3284.85	B8	3.00	65.20	3.10	500.00
T16	3289.35	3287.35	B22	2.00	3289.52	3286.72	B9	2.80	64.70	2.90	500.00
T17	3289.52	3286.72	B9	2.80	3288.11	3286.31	B11	1.80	67.20	1.90	500.00
T18	3288.11	3286.31	B11	1.80	3287.96	3286.06	B16	1.90	74.80	2.00	500.00
T19	3287.96	3286.06	B16	1.90	3287.82	3286.02	B17	1.80	52.90	1.90	500.00
T20	3287.82	3286.02	B17	1.80	3285.62	3282.62	B14	3.00	98.20	3.10	500.00
T21	3283.07	3281.27	B18	1.80	3284.03	3281.03	B15	3.00	120.70	3.10	500.00
T22	3284.03	3281.03	B15	3.00	3282.71	3279.71	V1	3.00	95.30	3.10	1000.00

En la tabla 38 figura el movimiento de tierra por efectuar en caso de construirse la red de drenaje pluvial, teniendo en consideración los buzones y tuberías de diseño. El tipo de terreno es normal.

4.1.9.3 Metrado total:

Tabla 39. Metrado total.

Hoja de metrado drenaje pluvial								
Item	Descripción	Und	N° veces	Largo	Dimensiones		Parcial	Total
					Ancho	Altura		
01	SISTEMA DE DRENAJE							
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	Demolición de pavimento para zanjales de drenaje	M ²						1876.38
	Av. Ferrocarril margen izquierda		1.00	749.75	1.20		899.70	
			1.00	200.90	1.20		241.08	
			1.00	65.20	1.20		78.24	
			1.00	259.60	1.20		311.52	
			1.00	98.20	1.20		117.84	
			1.00	120.70	1.20		144.84	
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo	ML						1494.35
	Trazo y replanteo durante la construcción		1.00	1494.35			1494.35	
01.01.03	Cintas plásticas señalización p/seguridad	ML						2988.70
			2.00	1494.35			2988.70	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	Excavación de zanja (máquina) para terreno normal h=3.00 m	ML	1.00	1494.35			1494.35	1494.35
01.02.02	Refine de nivelación de zanjales para terreno normal toda profundidad	ML	1.00	1494.35			1494.35	1494.35
01.02.03	Cama de apoyo c/mat. zarandeado (h=10cm)	M ³	1.00	1494.35	0.10		149.43	149.43
01.02.04	Primer relleno y compactado c/mat. Zarandeado	M ³	1.00	1494.35	0.20		298.87	298.87
01.02.05	Segundo relleno y compactado c/mat. Zarandeado	M ³	1.00	1494.35	0.30		448.30	448.30
01.02.06	Eliminación de desmonte	M ³	1.00	2241.52			2801.90	2801.90
01.03	SUMINISTRO Y TENDIDO DE TUBERÍAS PVC-U							

01.03.01	Sum. E inst. Tub. PVC-U ISO 21138 SN4 DN 500 mm incluido anillo	ML	1.00	746.45		746.45	746.45
01.03.02	Sum. E inst. Tub. PVC-U ISO 21138 SN4 DN 600 mm incluido anillo	ML	1.00	290.40		290.40	290.40
01.03.03	Sum. E inst. Tub. PVC-U ISO 21138 SN4 DN 1000 mm incluido anillo	ML	1.00	461.25		461.25	461.25
01.03.04	Prueba hidráulica tub. p/drenaje pluvial a zanja tapada	ML	1.00	1498.10		1498.10	1498.10
01.04	BUZONES						
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
01.04.01.01	Trazo y replanteo Buzones de h=3.00 m	M ²		Área			17.60
			22.00	0.80		17.60	
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
01.04.02.01	Excavación de buzones en t/ normal Buzones de h=3.00 m	M ³		Área			52.80
			22.00	0.80	3.00	52.80	
01.04.02.02	Refine y perfilado de excavaciones Buzones de h=3.00 m	M ²					237.60
			22.00	3.60	3.00	237.60	
01.04.02.03	Eliminación de desmonte	M ³	22.00		3.00	66.00	66.00
01.04.03	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES						
01.04.03.01	Buzón tipo I t/normal a máq. Hasta 2.70 m prof. (encofrado interior y exterior)	UND	22.00			22.00	22.00
01.05	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO						
01.05.01	OBRAS PRELIMINARES						
01.05.01.01	Limpieza de terreno manual para sistema de drenaje	M ²					1793.22
			1.00	1494.35	1.20	1793.22	
01.05.01.02	Trazo y replanteo preliminar para sistema de drenaje	M ²					1793.22
			1.00	1494.35	1.20	1793.22	
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
01.05.02.01	Relleno y compactado para sistema de drenaje	M ³					560.38
			1.00	1494.35	2.50	0.15	560.38

01.05.03	OBRAS DE CONCRETO		M ³						560.38
01.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2			1.00	1494.35	2.50	0.15	560.38	
01.06	EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE DESCARGA								
01.06.01	OBRAS PRELIMINARES								
01.06.01.01	Limpieza de terreno manual para estructura de descarga		M ²	1.00	3.00	3.30		9.90	9.90
01.06.01.02	Trazo y replanteo preliminar para estructura de descarga		M ²	1.00	3.00	3.30		9.90	9.90
01.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.06.02.01	Excavación de cimentación para estructura de descarga		M ³	1.00	3.00	3.60	3.50	34.65	34.65
01.06.03	OBRAS DE CONCRETO CICLÓPEO				Área				
01.06.03.01	Concreto ciclópeo + 30% P.G.		M ³	1.00	9.90	3.00		29.70	29.70
01.06.03.02	Encofrado y desencofrado		M ²		Área				38.80
		Lateral		2.00	9.90			19.80	
		Frontal		2.00	9.50			19.00	
01.06.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
01.06.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm2		M ³						0.76
		Murete de descarga		1.00	2.40	0.20	1.60	0.76	
01.06.04.02	Encofrado y desencofrado		M ²						8.24
		Murete de desc. frontal		2.00	2.40	1.60		7.60	
		Murete de desc. laterales		2.00	1.60	0.20		0.64	
01.06.04.03	Acero fy=4200 kg/cm2		Kg				Kg/m		6.52
		Para murete (varilla ½)		4.00	1.60	1.02		6.52	

Finalizando, en la tabla 39 se expresa el metrado total en concordancia con el modelamiento hidráulico planteado, para la red de drenaje pluvial.

4.1.9.4 Presupuesto:

Tabla 40. Presupuesto de la red de drenaje pluvial.

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	Red de drenaje pluvial				706,176.19
01.01	Trabajos preliminares				34,034.09
01.01.01	Demolición de pavimento	M ²	1876.38	6.67	12,515.45
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo	M	1494.35	12.20	18,231.07
01.01.03	Cintas plásticas señalización p/ seguridad en obra	M	2988.70	1.10	3,287.57
01.02	Movimiento de tierra				142,173.75
01.02.01	Excavación zanja (máq.) para tubo t/normal h= 1.91 a 3.00m	M	1494.35	9.12	13,628.47
01.02.02	Refine de nivelación de zanjas t/normal para toda profundidad	M	1494.35	2.01	3,003.64
01.02.03	Cama de apoyo c/mat. zarandeado h=0.1m	M ³	149.43	23.53	3,505.97
01.02.04	Primer relleno y compactado c/material zarandeado	M ³	298.87	62.53	18,688.34
01.02.05	Segundo relleno y compactado c/material zarandeado	M ³	448.30	45.53	20,411.09
01.02.06	Eliminación de material excedente	M ³	2801.90	29.60	82,936.24
01.03	Suministro y tendido de tubería PVC-U				177,863.45
01.03.01	PVC-U ISO 21138 SN 4 DN 500mm incluido anillo	M	746.45	109.90	82,034.85
01.03.02	PVC-U ISO 21138 SN 4 DN 600mm incluido anillo	M	290.40	116.94	33,959.37
01.03.03	PVC-U ISO 21138 SN 4 DN 1000mm incluido anillo	M	461.25	128.45	59,247.56
01.03.04	Prueba hidráulica tubería p/drenaje a zanja tapada	M	1498.10	1.75	2,621.67

01.04	Buzones				35,381.46
01.04.01	Trabajos preliminares				28.16
01.04.01.01	Trazo y replanteo	M ²	17.60	1.60	28.16
01.04.02	Movimiento de tierra				3101.20
01.04.02.01	Excavación de buzones en t/normal	M ³	52.80	35.51	1874.92
01.04.02.02	Refine y perfilado de excavaciones	M ²	237.60	1.05	249.48
01.04.02.03	Eliminación de material excedente	M ³	66.00	14.80	976.80
01.04.03	Construcción de buzones				32,252.10
01.04.03.01	Buzón tipo I t/normal a (máq.) 2.70 a 3.00 m prof. (encofr. Interior y exterior)	Und	22.00	1470.55	32,352.10
01.05	Reposición del pavimento rígido				309,598.51
01.05.01	Obras preliminares				6,365.93
01.05.01.01	Limpieza de terreno manual	M ²	1793.22	1.95	3,496.78
01.05.01.02	Trazo y replanteo	M ²	1793.22	1.60	2,869.15
01.05.02	Movimiento de tierra				50,770.42
01.05.02.01	Relleno y compactación	M ³	560.38	90.60	50,770.42
01.05.03	Obras de concreto				252,462.16
01.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	M ³	560.38	450.60	252,462.16
01.06	Construcción estructura de descarga				7,124.93
01.06.01	Obras preliminares				35.14
01.06.01.01	Limpieza de terreno manual	M ²	9.90	1.95	19.30
01.06.01.02	Trazo y replanteo	M ²	9.90	1.60	15.84
01.06.02	Movimiento de tierra				417.18
01.06.02.01	Excavación para cimentación	M ³	34.65	12.04	417.18
01.06.03	Concreto ciclópeo				5,724.71
01.06.03.01	Concreto ciclópeo 1:10 + 30% P.G.	M ³	14.85	199.08	2,956.33
01.06.03.02	Encofrado y desencofrado	M ²	38.80	71.35	2,768.38

01.06.04	Concreto armado				947.90
01.06.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	M ³	0.76	455.20	345.95
01.06.04.02	Encofrado y desencofrado	M ²	8.24	67.95	559.90
01.06.04.03	Acero fy=4200 kg/cm ²	Kg	6.52	6.45	42.05
	Costo directo				706,176.19
	I.G.V (18%)				127,111.71
	Costo total				833,287.90

En la tabla 40 se detalla el presupuesto del proyecto, para lo cual se considera el costo directo y pago de impuestos (IGV), de realizarse la construcción de la red de drenaje pluvial para la Av. Ferrocarril.

4.2 Condiciones de diseño aplicadas a nuestro entorno

El lugar de investigación del presente estudio es el Distrito de El Tambo, específicamente la Avenida Ferrocarril, tramo del puente Los Andes hasta el Jirón Sebastián Lorente; donde cada época de lluvias presenta el inconveniente público y la pérdida de la propiedad. Ante esta problemática la propuesta de solución es el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano, con lo cual se busca mitigar en lo posible los daños ocasionados por la escorrentía superficial.

Analizando y procesando la información pluviométrica recopilada del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano y con la aplicación del software SWMM para el diseño, se obtendrá información con el propósito de mejorar el sistema de drenaje.

La topografía del terreno de investigación presenta un relieve variado ya que por sectores se puede observar pendientes pronunciadas y en otros terrenos de baja relevancia. El tipo de suelo al igual que la topografía es variado, analizándose para el diseño y ejecución de toda clase de obras.

Las lluvias ocurren a partir del mes de octubre y se mantienen hasta el mes de abril, teniéndose un intervalo de casi medio año con la presencia de

estas precipitaciones, las cuales se presentan en diversas intensidades a lo largo de este periodo de tiempo.

La necesidad de un adecuado sistema de drenaje pluvial urbano es fundamental para esta localidad, puesto que como se mencionó antes, la presencia de lluvias es inevitable, y ante esta situación la solución es realizar un diseño correcto acorde con el entorno. Cabe mencionar que para elaborar un correcto estudio de drenaje pluvial se debe iniciar de los datos pluviométricos respectivos, con la finalidad de establecer el costo de diseño y así dimensionar correctamente el sistema.

4.3 Calidad del agua pluvial en la Av. Ferrocarril

Tabla 41. Resultados del análisis fisicoquímico.

Parámetros	Expresado como	Resultados
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	85
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	70
Alcalinidad total	CaCO ₃ (mg/L)	65
Cloruros	Cl-1 (mg/L)	22.52
Sulfatos	SO ₄ -2 (mg/L)	53.9
Potencial de hidrógeno	pH	7.01
Conductividad	μS/cm	140.2
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	159
Sólidos en suspensión	Unidades (mg/L)	88.9
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	70.1
Turbidez	NTU	5.5

Fuente: Laboratorio de investigación de aguas - Facultad de química (UNCP).

En la tabla 41 figura el análisis fisicoquímico de la muestra de agua pluvial tomada en la Av. Ferrocarril, resultando que los parámetros mencionados sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la calidad de agua fijado por el Ministerio del ambiente aplicados a la evacuación de efluentes líquidos; a esta determinante se obtiene considerando acatar los siguientes parámetros: el límite máximo permisible

para cloruros es de 500 mg/L y el valor resultante del análisis es menor, el límite máximo para sulfatos es de 1000 mg/L y el valor resultante del análisis es menor, el rango permisible para el potencial de hidrógeno es de 6.5 a 8.5 y el valor resultante del análisis se encuentra dentro de dicho rango, el límite máximo para los sólidos en suspensión es de 150 mg/l y el valor obtenido del análisis resulta estar por debajo de este valor, el límite máximo permisible del contenido de sólidos totales disueltos es de 100 mg/l y el valor resultante del análisis es menor que dicho límite, y el límite establecido de turbidez es de 5 NTU y el valor resultante del análisis supera aquel límite.

Tabla 42. Resultado del análisis microbiológico.

Método	Coliformes totales NMP/100 ml	Escherichia coli NMP/100 ml
Colilert	55500	12000

Fuente: Laboratorio de investigación de aguas - Facultad de química (UNCP).

En la tabla 42 figuran los valores del análisis microbiológico de la muestra tomada de agua pluvial, resultando que los parámetros mencionados superan los límites máximos permisibles estipulados por el ministerio del ambiente, puesto que esta entidad indica que el contenido de estos debe ser de 1000 NMP/100 ml.

4.4 Contrastación de hipótesis

Hipótesis específicas:

- a) El estudio hidráulico permite realizar un correcto rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano.

Según las tablas 24, 25, 26, 27, 28, 29 y los perfiles longitudinales, se demuestra que es estudio hidráulico permite realizar un correcto rediseño de la red de drenaje pluvial para un tiempo de retorno de 2 años. Así mismo según las tablas 30, 31, 32, 33, 34, 35 y los perfiles longitudinales, se demuestra que es estudio hidráulico permite realizar un correcto rediseño de la red de drenaje pluvial para un tiempo de retorno de 10 años.

b) La aplicación de las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno son determinantes para el rediseño de drenaje pluvial urbano.

Referenciando la tabla 20. Intensidad – duración – frecuencia final requerida y la figura 14. Intensidad vs. Duración en un periodo de 2, 5 y 10 años, se aprecia que en esta localidad los índices de precipitación son únicos, y que para el desarrollo del correcto diseño son datos fundamentales.

Tabla 20. Intensidad – duración – frecuencia final requerida.

Intensidades – tiempo de duración												
Fre. años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	315	205	159	136	116	104	94.	87.	80.	75.	71.	67.
	.22	.27	.72	.67	.43	.01	54	04	93	82	58	84
5	359	233	181	152	132	118	107	99.	92.	56.	81.	77.
	.12	.85	.96	.28	.64	.43	.71	17	19	37	54	27
10	396	258	200	168	146	118	130	109	101	95.	89.	85.
	.34	.09	.82	.07	.39	.87	.77	.44	.75	44	98	27

Datos del entorno de trabajo.

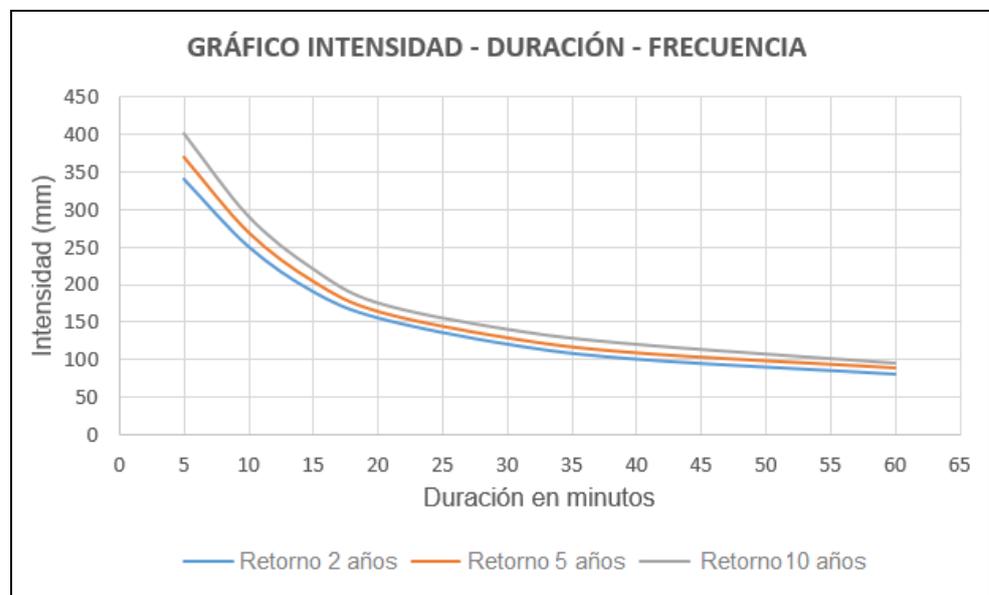


Figura 14. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2, 5 y 10 años.

Es así que los valores mencionados se ingresan al programa SWMM para su posterior análisis, como se aprecia en las figuras 16 y 18 que muestran

el editor de series temporales, y las figuras 17 y 19 que muestran las series temporales, ambos para un tiempo de retorno de 2 y 10 años respectivamente; demostrándose así que la aplicación de las condiciones de diseño establecidas por el reglamento para las características únicas de nuestro entorno son determinantes al momento de diseñar.

- c) La calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas, no cumple con los parámetros estipulados por el ministerio del ambiente.

Según la tabla 41 y la tabla 42:

Tabla 41. Resultados del análisis fisicoquímico.

Parámetros	Expresado como	Resultados
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	85
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	70
Alcalinidad total	CaCO ₃ (mg/L)	65
Cloruros	Cl-1 (mg/L)	22.52
Sulfatos	SO ₄ -2 (mg/L)	53.9
Potencial de hidrógeno	pH	7.01
Conductividad	μS/cm	140.2
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	159
Sólidos en suspensión	Unidades (mg/L)	88.9
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	70.1
Turbidez	NTU	5.5

Tabla 42. Resultado del análisis microbiológico.

Método	Coliformes totales NMP/100 ml	Escherichia coli NMP/100 ml
Colilert	55500	12000

Fuente: Laboratorio de investigación de aguas - Facultad de química (UNCP).

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de investigación de aguas de la facultad de química, de la Universidad Nacional del Centro del Perú; se demuestra que la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas no cumple con los parámetros estipulados por el ministerio del ambiente.

Finalmente la hipótesis general: El rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano para evitar el colapso. A través de los resultados obtenidos en las tablas 24, 25, 26, 27, 28, 29 para un tiempo de retorno de 2 años, y a través de las tablas 30, 31, 32, 33, 34, 35 para un tiempo de retorno de 10 años, complementando con los resultados de los perfiles longitudinales.

Conclusión: se demuestra que el rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano para evitar el colapso.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Diseño de la red de drenaje pluvial de la Av. Ferrocarril

El desarrollo del presente trabajo de investigación está de acuerdo a las consideraciones técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma O.S.060; por lo cual el área correspondiente al rediseño de la red al ser menor a 13 km² se considera como un sistema de drenaje urbano menor, para el periodo de retorno de tormenta se tomó como referencia un intervalo de 2 años y 10 años según menciona el numeral 6.1 de la norma O.S.060 y con lo mencionado por Pérez (2015), para el tipo de suelo y el coeficiente de escorrentía se tomó en consideración lo mostrado en el anexo N° 01 de la norma O.S.060 y lo expuesto en la Tabla 2, el área impermeable está formada por asfalto, concreto y techos de las viviendas para lo cual se consideró el 95%, sin embargo la sub cuenca C5 que pertenece al parque San Agustín está determinada con una permeabilidad de 10%, para el coeficiente n de impermeabilidad, permeabilidad, el modelo de infiltración y el área impermeable sin almacenamiento se tomaron en consideración de acuerdo a lo mostrado por el manual del programa SWMM v5 y la investigación elaborada por Chávez (2006).

El tramo de estudio que corresponde a la Av. Ferrocarril es una de las vías más importantes de la ciudad alcanzando a vincular para el presente proyecto 8 calles delimitadas para describir los sitios de recolección, transporte y evacuación, con la finalidad de hacer efectivo lo estipulado en la norma O.S.060; al ser ineludible su cumplimiento y en concordancia con lo elaborado por Rojas (2018) en su tesis de investigación.

Respecto al estudio hidrológico, este ha sido elaborado considerando la información de precipitación mensual de la estación del Shullcas, pero para el modelamiento hidráulico resulta obligatorio datos de tormenta es por esto que se empleó el método de distribución probabilística Gumbel como lo refiere el reglamento vigente: “Si para la zona de estudio solo se cuenta con información pluviométrica, se hallará la distribución de frecuencias de la precipitación máxima en 24 horas de dicha estación”, la distribución Gumbel al igual que en este estudio ha sido empleada en investigaciones similares tales como las expuestas por Chávez (2006), Granda (2013) y Rojas (2018); en las Tablas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se muestra el proceso matemático de dicha distribución pasando de la interpretación mensual, diaria, horaria a minutos y para finalizar, en la Tabla 20 y en la Figura 14 se aprecian los valores de IDF para un tiempo de retorno de 2 y 10 años.

Para realizar el modelamiento hidráulico de la red de drenaje pluvial previamente se establece las características de las sub cuencas, para lo cual se determina según el programa de modelamiento el área en hectáreas y el ancho de las mismas tal como se aprecia en la Tabla 21, es así que se logra tratar con 20 sub cuencas.

De igual manera se ha tratado los detalles de los buzones, fijando una profundidad promedio de 2.50 m y sus respectivas cotas obtenidas al realizar el levantamiento topográfico, en la Tabla 22 se aprecian estas características antes mencionadas.

En el caso de la longitud de tuberías, junto con el tipo de sección y el diámetro de los 22 tramos se detalla en la Tabla 23.

El entorno de simulación como se aprecia en la Figura 15 detalla los detalles de las sub cuencas, buzones y tramos, se introdujo los datos de las series temporales (datos obtenidos de la distribución Gumbel) para un tiempo de retorno de 2 y 10 años como se aprecia en las Figuras 16, 17, 18 y 19.

Para un tiempo de retorno de 2 años se consideró las opciones de análisis como se aprecia de la tabla 24 donde se detalla las unidades LPS, el

método de infiltración: Green. Ampt, el método de cálculo Kinwave y el intervalo de análisis de 30 segundos como figura en el manual del SWMM v5 y en la investigación elaborada por Chávez (2006).

Respecto a la escorrentía generada en cada sub cuenca, el coeficiente de escorrentía y la infiltración se aprecia en la Tabla 25, donde la precipitación total (mm) es 112.708 para cada sub cuenca, el rango de infiltración va de 4.215 a 4.346 mm, de igual manera la escorrentía total tiene un rango que va de 109.4 a 110.1, el coeficiente de escorrentía tienen un promedio de 0.97.

En el caso de los niveles máximos de buzones se detallan en la Tabla 26 apreciándose que no supera los 3.00 m por lo que se mantiene este valor promedio a lo largo de la red, para el instante de nivel máximo puede ser fijado entre 14 hasta los 20 minutos iniciada la tormenta, lo que puede ser contrastado con lo citado que mayor intensidad de lluvia menor duración esto según lo mencionado por la investigación de Granda (2013).

Los mayores aportes de buzones se presenta en promedio al inicio de la tormenta, como se aprecia en la Tabla 27, así también el aporte lateral máximo es 1034 m³.

Los caudales en los tramos se aprecian en la Tabla 29 donde el máximo caudal en LPS es de 1993.69 en el tramo T9 en un lapso de concentración de 23 minutos; asimismo en dicha tabla se aprecia las máximas velocidades en metros por segundo que logra el flujo de agua en el que ningún tramo supera los 6.00 m/s, velocidad máxima estipulada en la norma O.S.060; finalizando, el nivel máximo de llenado de tuberías no está sobre los diámetros fijados en la Tabla 4 concluyéndose como correcto el modelamiento.

Finalizando, el volumen de vertido (que será evacuado al río Shullcas) es de 5591 m³ con un caudal medio de 84.66 LPS, el caudal máximo de 1436.61 LPS y con una frecuencia de vertido de 10.79%. Así también, según lo mencionado por García (2012) en su trabajo sobre el aprovechamiento de aguas de lluvia, dicho volumen vertido puede

emplearse como agua para riego considerando el análisis químico del agua (numeral 4.3).

De igual manera se ha efectuado los cálculos para un periodo de retorno de 10 años, mostrándose a continuación:

Las opciones de análisis como se aprecia de la tabla 30 donde se muestra las unidades LPS, el método de infiltración: Green. Ampt, el método de cálculo Kinwave y el intervalo de análisis de 30 segundos como figura en el manual del SWMM v5 y en la investigación elaborada por Chávez (2006).

Respecto a la escorrentía generada en cada sub cuenca, el coeficiente de escorrentía y la infiltración se aprecia en la Tabla 31, donde la precipitación total (mm) es 139.197 para cada sub cuenca, el rango de infiltración va de 4.284 a 4.467 mm, de igual manera la escorrentía total tiene un rango que va de 136.2 a 137.0, el coeficiente de escorrentía tienen un promedio de 0.98.

En el caso de los niveles máximos de buzones se detallan en la Tabla 32 apreciándose que no supera los 3.00 m por lo que se considera este valor promedio a lo largo de la red, para el instante de nivel máximo puede ser fijado entre 14 hasta los 20 minutos iniciada la tormenta, lo que puede ser contrastado con lo citado que mayor intensidad de lluvia menor duración esto según lo mencionado por la investigación de Granda (2013).

Los mayores aportes de buzones se presenta en promedio al inicio de la tormenta, como se aprecia en la Tabla 33, así también el aporte lateral máximo es 1287 m³.

Los caudales en los tramos se aprecian en la Tabla 35 donde el máximo caudal en LPS es de 2655.47 en el tramo T9 en un lapso de concentración de 20 minutos; asimismo en dicha tabla se aprecia las máximas velocidades en metros por segundo que logra el flujo de agua en el que ningún tramo supera los 6.00 m/s, velocidad máxima estipulada en la norma O.S.060; finalizando, el nivel máximo de llenado de tuberías no está sobre los diámetros fijados en la Tabla 4 concluyéndose como correcto el modelamiento.

Finalizando, el volumen de vertido (que será evacuado al río Shullcas) es de 9188 m³ con un caudal medio de 138.77 LPS, el caudal máximo de 2610.55 LPS y con una frecuencia de vertido de 10.82%. Así también, según lo mencionado por García (2012) en su trabajo sobre el aprovechamiento de aguas de lluvia, dicho volumen vertido puede emplearse como agua para riego considerando el análisis químico del agua (numeral 4.3).

Según todo lo detallado resulta importante mencionar que, el diseño planteado bajo las características físicas expuestas cumple para un periodo de retorno de 2 años así como para un periodo de 10 años tal y como refiere la norma O.S.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2014).

5.2 Condiciones de diseño aplicadas a nuestro entorno

En el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, en las últimas décadas se han presentado precipitaciones prolongadas y es notoria la falta de capacidad para soportar lluvias de altas proporciones, esto a causa del deficiente sistema de drenaje pluvial con el que se cuenta actualmente.

La topografía del terreno de investigación presenta un relieve variado ya que por sectores se puede observar pendientes pronunciadas y en otros terrenos de baja relevancia. El tipo de suelo al igual que la topografía es variado, analizándose para el diseño y ejecución de toda clase de obras.

Las lluvias ocurren a partir del mes de octubre y se mantienen hasta el mes de abril, teniéndose un intervalo de casi medio año con la presencia de estas precipitaciones, las cuales se presentan en diversas intensidades a lo largo de este periodo de tiempo.

La necesidad de un adecuado sistema de drenaje pluvial urbano es fundamental para esta localidad, puesto que como se mencionó antes, la presencia de lluvias es inevitable, y ante esta situación la solución es realizar un diseño correcto acorde con el entorno. Cabe mencionar que para elaborar un correcto estudio de drenaje pluvial se debe iniciar de los datos pluviométricos respectivos, con la finalidad de establecer el costo de diseño y así dimensionar correctamente el sistema.

5.3 Calidad del agua pluvial en la Av. Ferrocarril

La muestra fue tomada directamente de la zona de estudio, y como resultado se tiene: los cloruros es 22.52 mg/L, sulfatos es de 53.9 mg/L, potencial de hidrógeno es 7.01 pH, sólidos en suspensión es 88.9 mg/L, sólidos disueltos es 70.1 mg/L, la turbidez es 5.5 NTU, los coliformes totales es 55500 NMP/100 ml y el escherichia coli es 12000 NPM/100 ml, de lo cual se fija que los parámetros fisicoquímico y los indicadores microbiológicos se encuentran por encima de los límites máximos permisibles de acuerdo al decreto supremo N°004-2017 MINAM; cabe mencionar que se tiene la presencia de coliformes totales y escherichia coli con incidencia alta, descartando la reutilización de estas agua pluviales en el riego de áreas verdes.

Analizando estos resultados se puede fijar que estas aguas provenientes de las precipitaciones que discurren por la calzada no cumplen con los estándares de calidad y no puede ser evacuada directamente al río.

CONCLUSIONES

- 1) El estudio hidráulico permite realizar un rediseño adecuado de la red, el cual logró el control de drenaje pluvial urbano, considerando una tormenta capaz de acumular en promedio 9188 m³ de agua, por lo que se emplearán tuberías de 500 mm, 600 mm y 1000 mm de diámetro, ubicadas entre buzones de 3.00 m de altura, siendo este conjunto de elementos la solución a la problemática del colapso, el inconveniente público y la pérdida de la propiedad del tramo de estudio.
- 2) Nuestro entorno de diseño presenta características únicas, por lo que la topografía del terreno, el tipo de suelo, la intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones son el punto de partida para el diseño de la red, aplicando estos datos antes mencionados a las condiciones de diseño establecidas por el reglamento nacional de edificaciones en la norma O.S.060 Drenaje pluvial urbano.
- 3) La calidad del agua proveniente de las precipitaciones que discurre por la calzada no cumple con los límites máximos permisibles, esto es debido a que el flujo discurre mezclándose con todo tipo de residuos antes de ser captado, presentando un elevado grado de contaminación por lo que no puede ser evacuada directamente al río.
- 4) El rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano de la Av. Ferrocarril en el distrito de El Tambo, mediante los estudios mencionados en el presente trabajo de investigación, para satisfacer las necesidades de la población.

RECOMENDACIONES

- 1) Los diseños de drenaje pluvial a futuro deben prever los índices de precipitaciones máximos, en las épocas puntuales de lluvia con el propósito de no repetir proyecciones como las actuales con deficiencias.
- 2) Los datos recolectados para el diseño hidráulico deben pertenecer al entorno de diseño para obtener resultados de acuerdo a la realidad y así evitar errores a futuro.
- 3) El agua evacuada directamente al río, antes de su reutilización debe ser tratada con la finalidad de reducir en lo posible sus altos índices de contaminación, puesto que esta agua se emplea en el riego de vegetales, para la crianza de animales, etc.
- 4) La entidad encargada de la red de drenaje pluvial debe solucionar en lo posible el problema del colapso del sistema, al presentarse lluvias cada año y con ellas los inconvenientes civiles, convirtiéndose en una situación repetitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación para ingenieros*. Chiclayo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- 2) Carrasco, S. (2005). *Metodología de investigación científica*. Editorial San Marcos. Lima.
- 3) Chávez, F. (2006). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 4) Chereque, W. (2005). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. (Pontificia Universidad Católica del Perú Ed.) (Segunda). Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 5) García, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un eco barrio en la CD. de México*. Universidad Autónoma de México.
- 6) García, L., Cardoza, S. (2016). *Rediseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial para los barrios Villa Libertad y Estelí Municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa*. Universidad Autónoma de Nicaragua.
- 7) Granda, R. (2013). *Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la Urb. Angamos*. Universidad de Piura.
- 8) MINAM. (2017). Límites máximos permisibles para riego de vegetales y bebida de animales. Lima – Perú: Ministerio del Ambiente. Revisado el 20 de setiembre del 2018. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM>
- 9) MTC. (2014). Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Lima –Perú. Ministerio de trasportes y comunicaciones.
- 10) MVCS. (2014). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima – Perú. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- 11) Pérez, R. (2015). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. (M. EIRL, Ed.) (Primera). Lima – Perú: Editorial Macro.

- 12) Rojas, S. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 13) Romero, J., Parra, C. (2016). *Rediseño de la red de alcantarillado sanitario en el barrio Uribe Vélez localizado en el casco urbano del Municipio de Bosconia Departamento Del Cesar*. Universidad Popular del Cesar, Colombia.
- 14) SENAMHI. (2017). Datos históricos. Revisado el 13 de agosto del 2018. Retrieved from <http://www.senamhi.gob.pe/?=data-historica>.

ANEXOS

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.

EGRESADO: Bach. Doogie CARHUAMACA GONZÁLEZ

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿De qué manera influye el rediseño de la red para mejorar el control de drenaje pluvial urbano?</p> <p>2. INTERROGANTES ESPECÍFICAS</p> <p>a) ¿Cuál es la importancia del estudio hidráulico en el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano?</p> <p>b) ¿Cómo aplicar las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno para el rediseño de drenaje pluvial urbano?</p> <p>c) ¿Cuál es la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia del rediseño de la red en el control de drenaje pluvial urbano.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Definir la importancia del estudio hidráulico en el rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano.</p> <p>b) Precisar la aplicación de las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno para el rediseño de drenaje pluvial urbano.</p> <p>c) Establecer la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas.</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El rediseño de la red mejorará el control de drenaje pluvial urbano para evitar el colapso.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El estudio hidráulico permite realizar un correcto rediseño de la red para el control de drenaje pluvial urbano.</p> <p>b) La aplicación de las condiciones de diseño establecidas por reglamento en nuestro entorno son determinantes para el rediseño de drenaje pluvial urbano.</p> <p>c) La calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas, no cumple con los parámetros estipulados por el ministerio del ambiente.</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Variable Independiente (X)</p> <p>X1. Rediseño de la red</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudio - Diseño <p>Variable Dependiente (Y)</p> <p>Y1. Control de drenaje pluvial</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operación - Mantenimiento <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>X1. Precipitación anual</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Magnitud - Factores <p>X2. Sistema de captación de agua</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estructura - Ubicación <p>X3. Colapso del sistema de drenaje</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inconveniente público - Pérdida de la propiedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Investigación Aplicada - Nivel de la Investigación - Descriptivo - explicativo - Diseño de la Investigación - No experimental - Ámbito de Estudio Distrito de El Tambo, ciudad de Huancayo. - Población Corresponde a la Avenida Ferrocarril en el distrito de El Tambo, Huancayo. - Muestra No probabilística, pertenece al tramo de la Avenida Ferrocarril entre el puente Los Andes y el Jr. Sebastián Lorente en el distrito de El Tambo. - Técnicas de Recolección de datos Las documentales, (fichas bibliográficas, de resumen). La no documentada, (la observación propiamente dicha). - Instrumentos El software Microsoft Excel 2016 para el procesamiento de datos. 	<p>1. CONCLUSIÓN GENERAL</p> <p>El rediseño de la red mejora el control de drenaje pluvial urbano de la Av. Ferrocarril en el distrito de El Tambo, mediante los estudios mencionados en el presente trabajo de investigación, para satisfacer las necesidades de la población.</p> <p>2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS</p> <p>El estudio hidráulico permite realizar un rediseño adecuado de la red, el cual logró el control de drenaje pluvial urbano, considerando una tormenta capaz de acumular en promedio 9188 m³ de agua, por lo que se emplearán tuberías de 500 mm, 600 mm y 1000 mm de diámetro, ubicadas entre buzones de 2.50 m de altura.</p>	<p>1. Los diseños de drenaje pluvial a futuro deben prever los índices de precipitaciones máximos, en las épocas puntuales de lluvia con el propósito de no repetir proyecciones como las actuales con deficiencias.</p> <p>2. El agua evacuada directamente al río, antes de su reutilización debe ser tratada con la finalidad de reducir en lo posible sus altos índices de contaminación, puesto que esta agua se emplea en el riego de vegetales, para la crianza de animales, etc.</p> <p>3. La entidad encargada de la red de drenaje pluvial debe solucionar en lo posible el problema del colapso del sistema, al presentarse lluvias cada año y con ellas los inconvenientes civiles, convirtiéndose en una situación repetitiva.</p>

Perfiles longitudinales

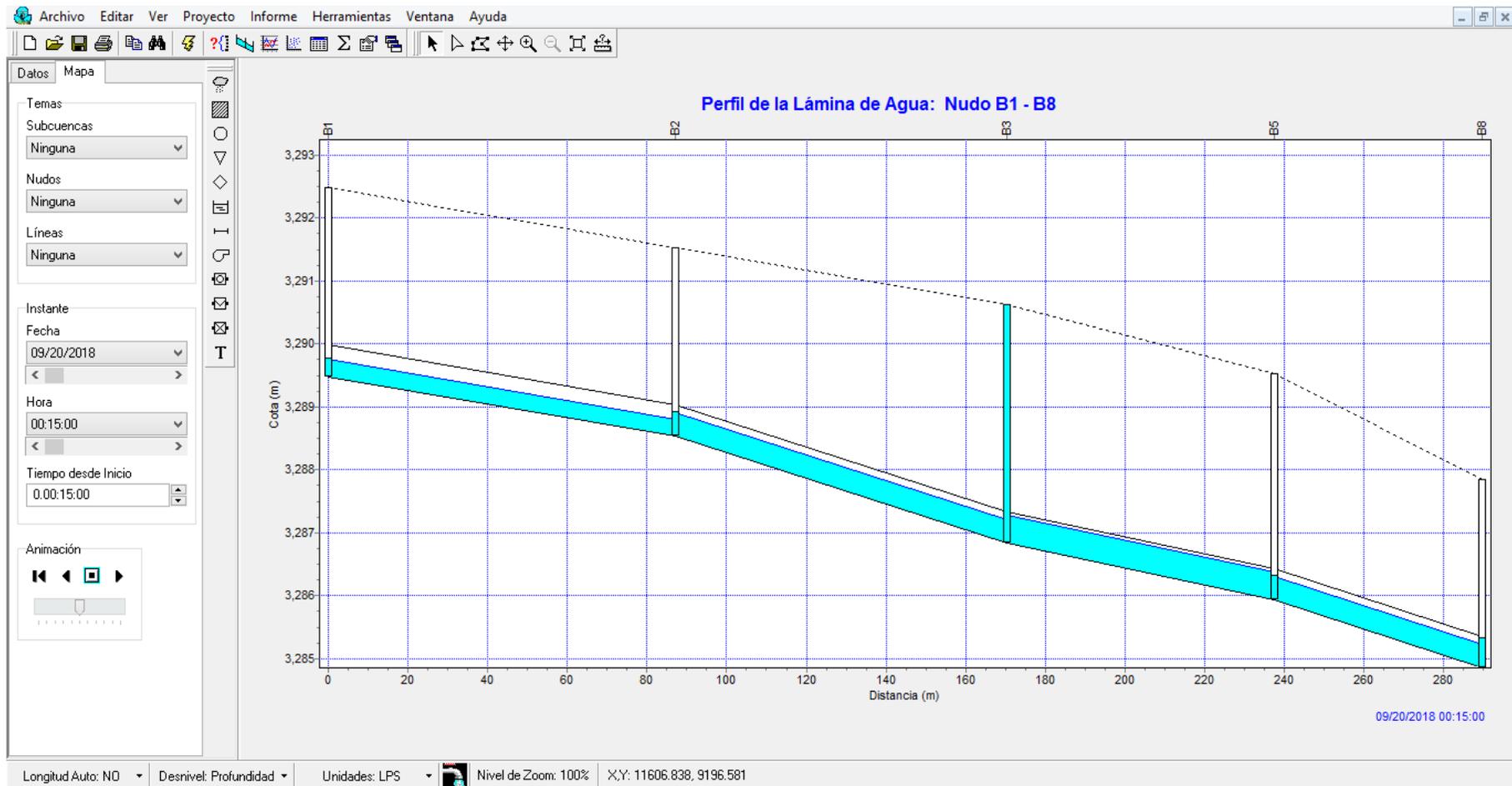


Figura 20. Perfil longitudinal del buzón B1 al B8

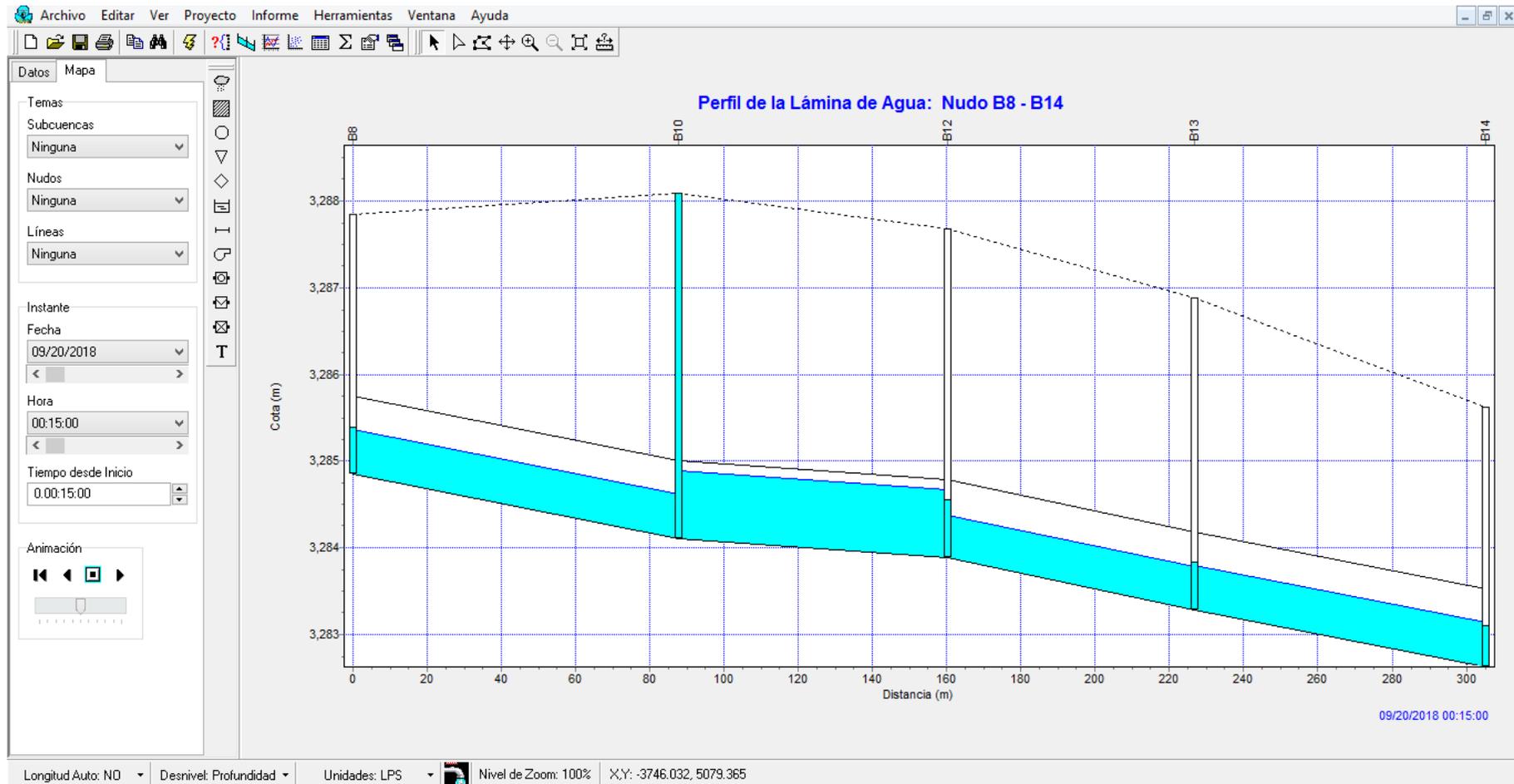


Figura 21. Perfil longitudinal del buzón B8 al B14

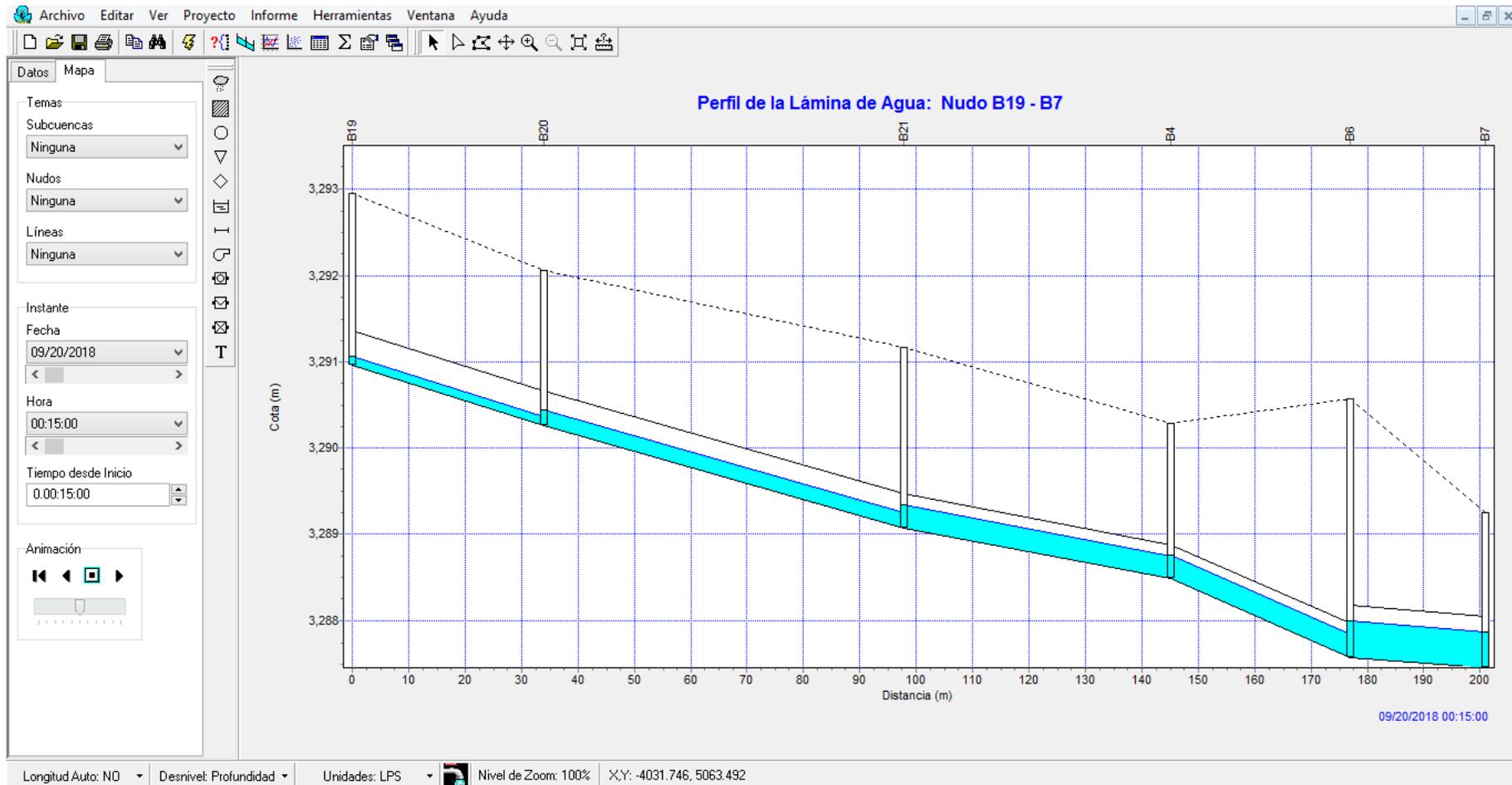


Figura 22. Perfil longitudinal del buzón B19 al B7

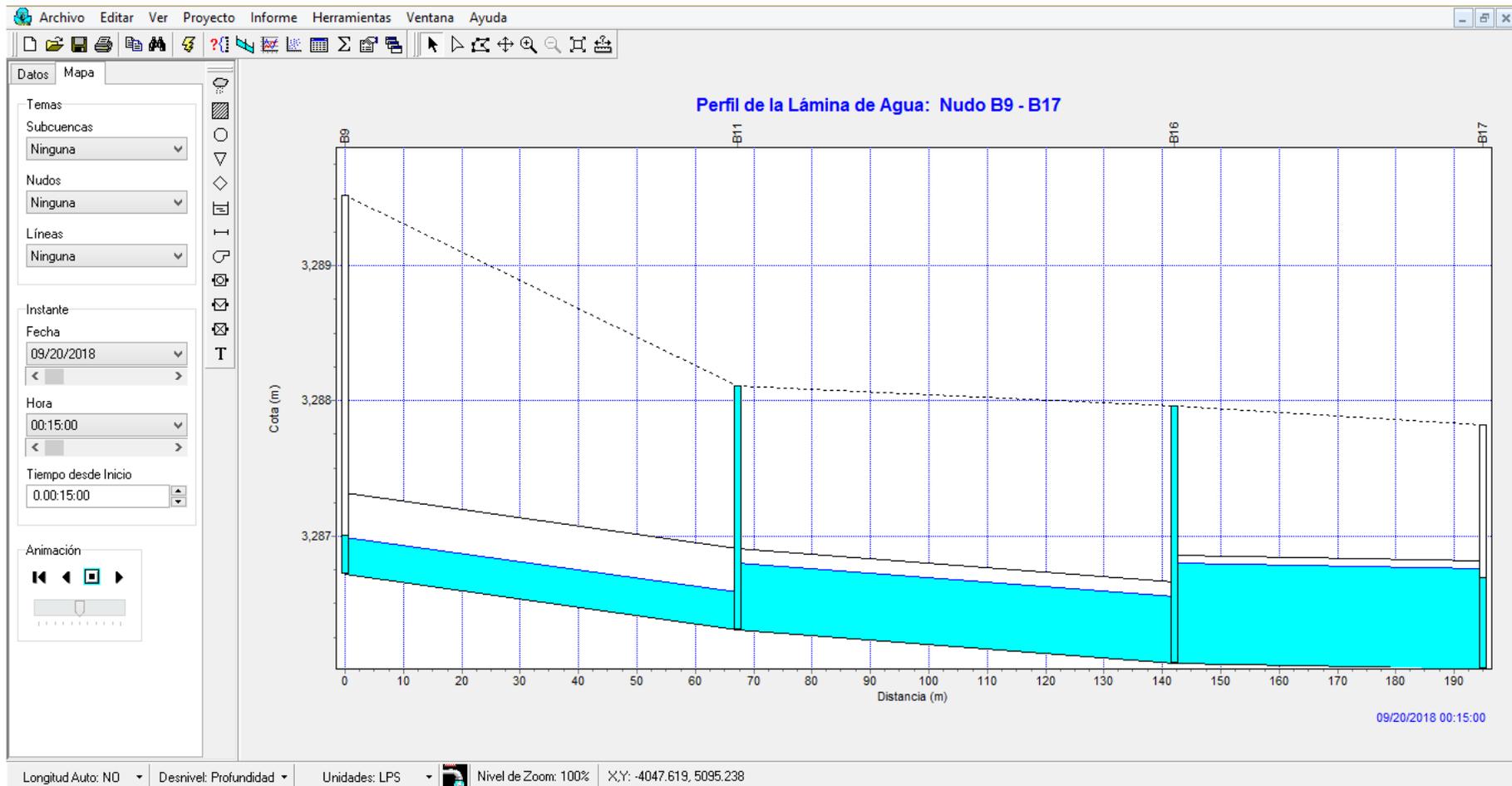


Figura 23. Perfil longitudinal del buzón B9 al B17

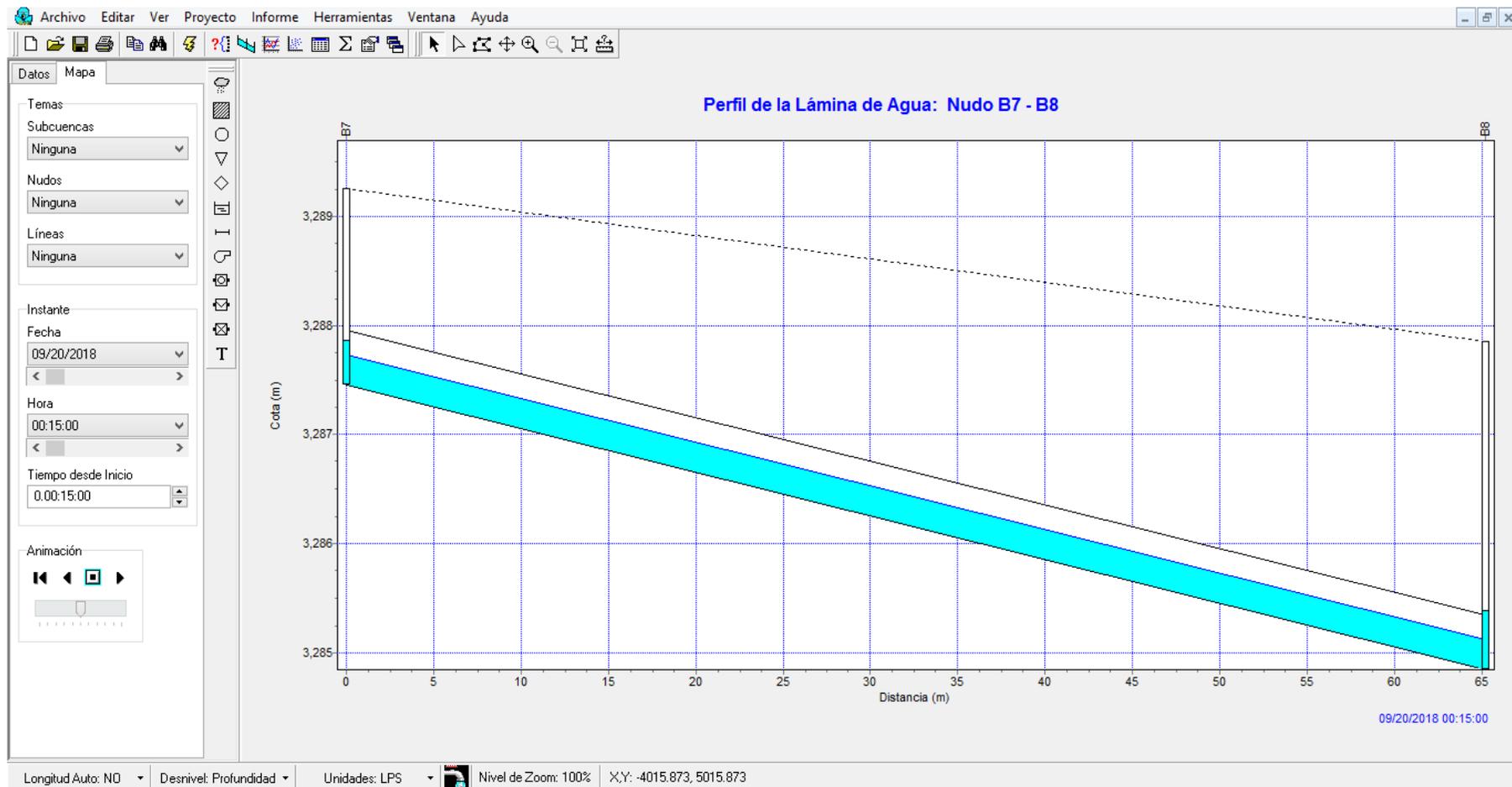


Figura 24. Perfil longitudinal del buzón B7 al B8

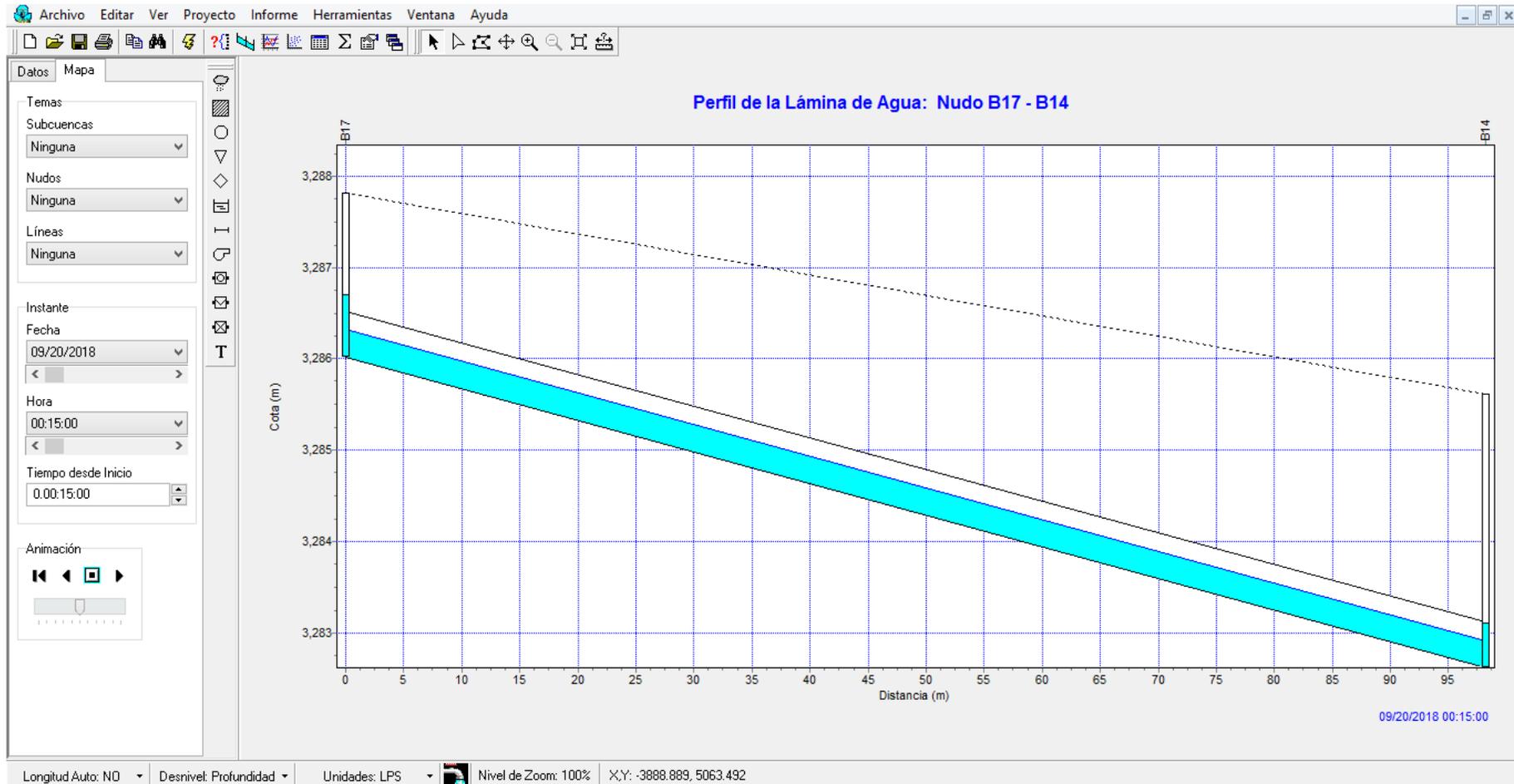


Figura 25. Perfil longitudinal del buzón B17 al B14

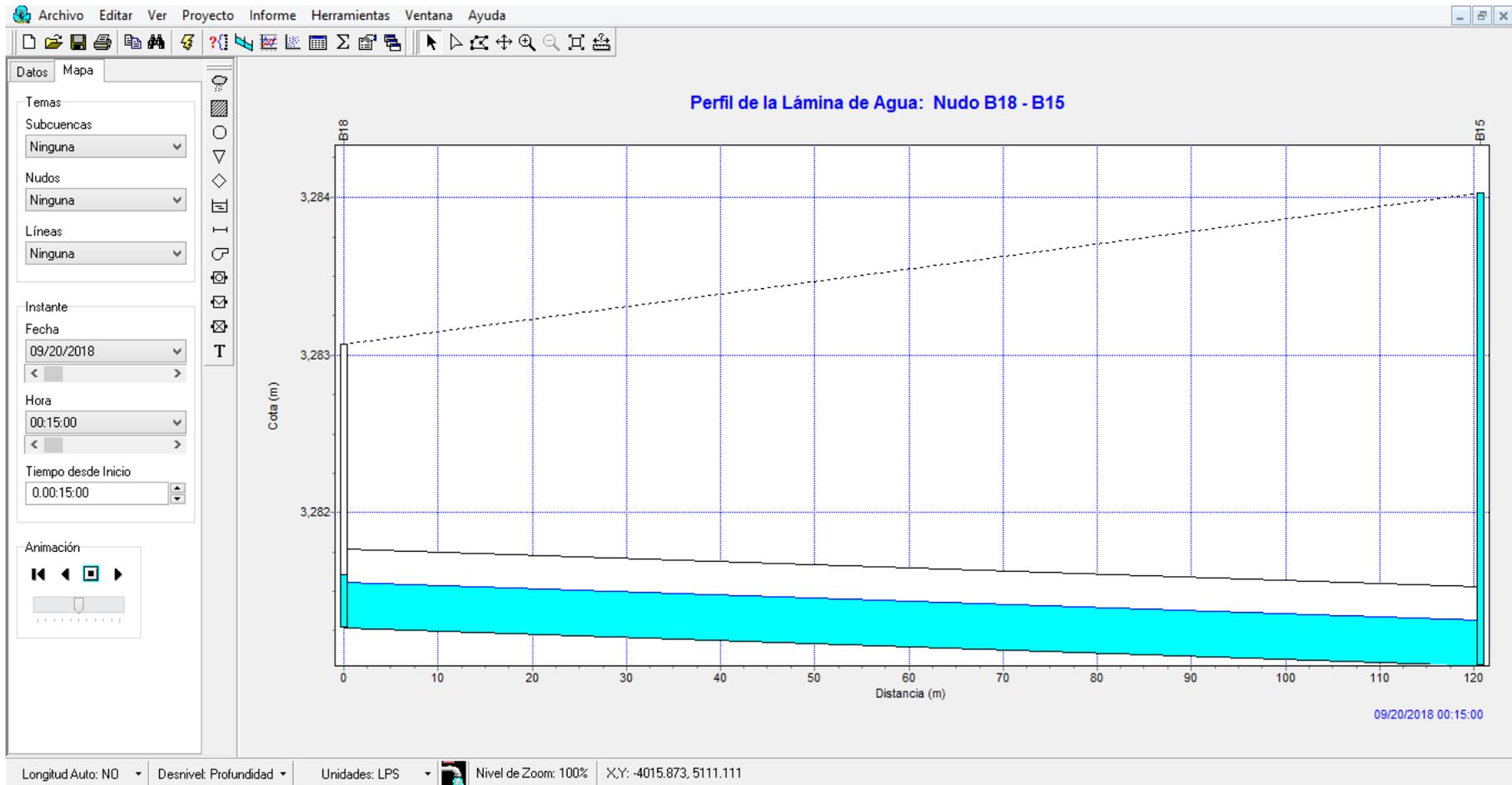


Figura 26. Perfil longitudinal del buzón B18 al B15

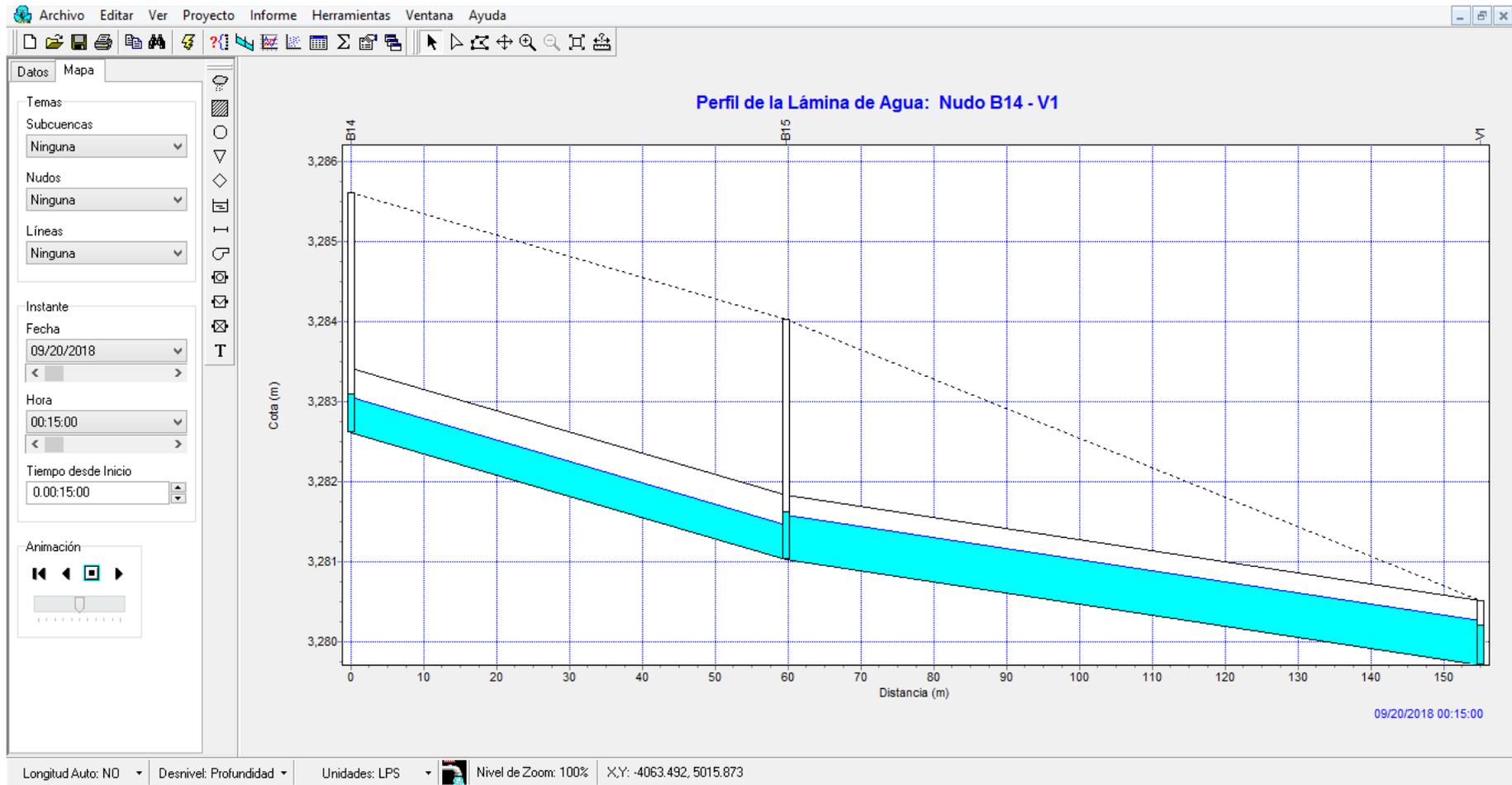
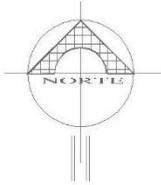
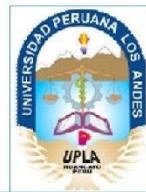


Figura 27. Perfil longitudinal del buzón B14 al V1

Planos



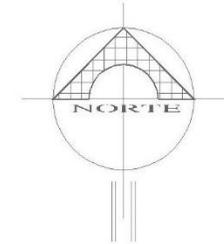
LEYENDA	
	Red pluvial
	Buzón de recolección
	Áreas de influencia



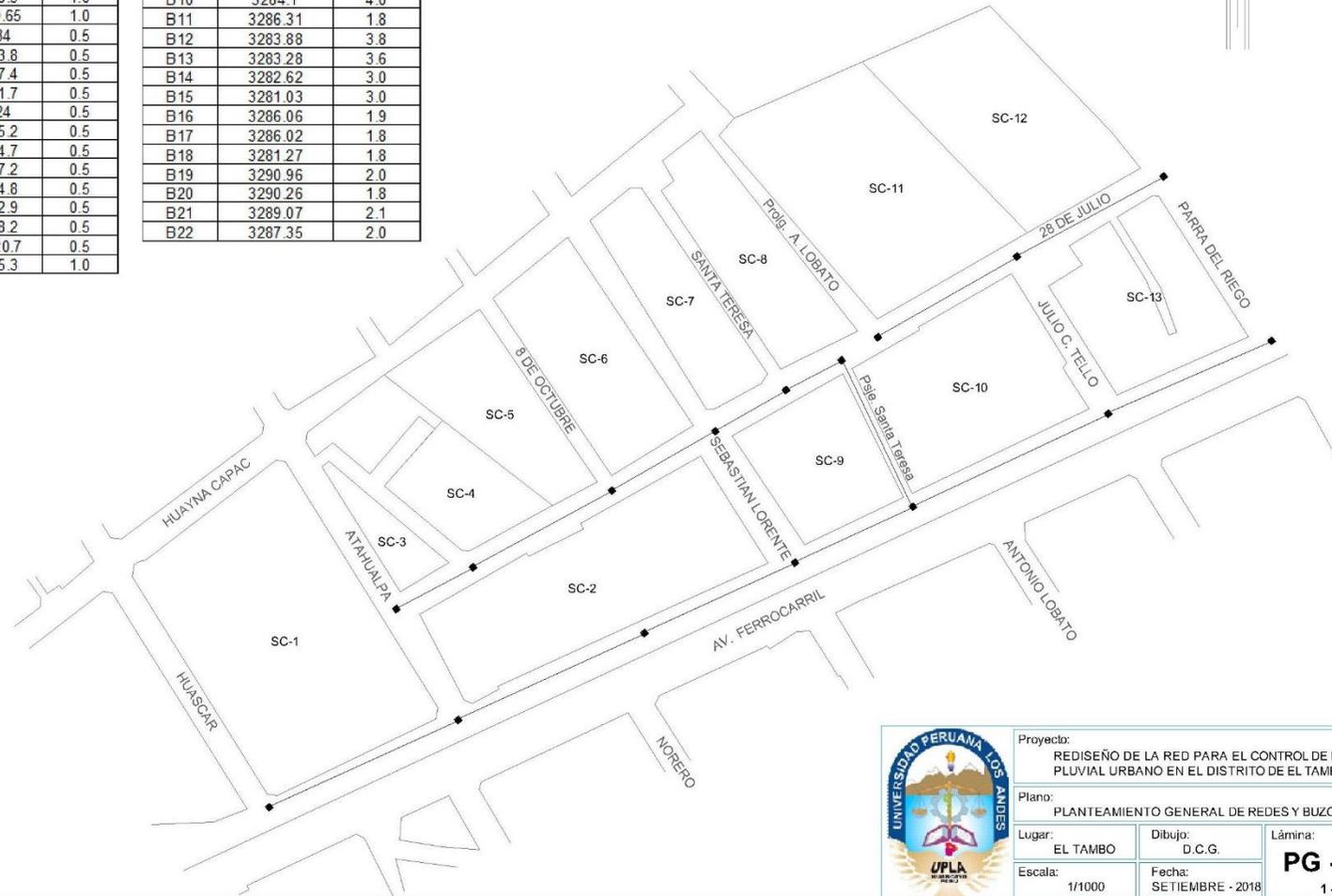
Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
Plano: PLANTEAMIENTO GENERAL DE COLECTORES PLUVIALES Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA		
Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina:
Escala: 1/2000	Fecha: SEPTIEMBRE - 2018	PG - 01

CUADRO DE TUBERÍAS				
Tubería	Buzones		Longitud (m)	Diámetro (m)
T1	B1	B2	87	0.6
T2	B2	B3	83.4	0.6
T3	B3	B5	67	0.6
T4	B5	B8	52.2	0.6
T5	B8	B10	87.8	1.0
T6	B10	B12	72.3	1.0
T7	B12	B13	66.6	1.0
T8	B13	B14	78.5	1.0
T9	B14	B15	59.65	1.0
T10	B19	B20	34	0.5
T11	B20	B21	63.8	0.5
T12	B21	B4	47.4	0.5
T13	B4	B6	31.7	0.5
T14	B6	B7	24	0.5
T15	B7	B8	65.2	0.5
T16	B22	B9	64.7	0.5
T17	B9	B11	67.2	0.5
T18	B11	B16	74.8	0.5
T19	B16	B17	52.9	0.5
T20	B17	B14	98.2	0.5
T21	B18	B15	120.7	0.5
T22	B15	V1	95.3	1.0

Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3289.48	3.0
B2	3288.53	3.0
B3	3286.83	3.8
B4	3288.48	1.8
B5	3285.93	3.6
B6	3287.57	2.2
B7	3287.45	1.8
B8	3284.85	3.0
B9	3286.72	2.8
B10	3284.1	4.0
B11	3286.31	1.8
B12	3283.88	3.8
B13	3283.28	3.6
B14	3282.62	3.0
B15	3281.03	3.0
B16	3286.06	1.9
B17	3286.02	1.8
B18	3281.27	1.8
B19	3290.96	2.0
B20	3290.26	1.8
B21	3289.07	2.1
B22	3287.35	2.0



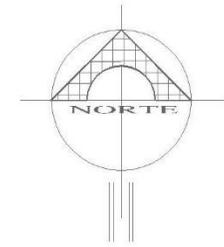
LEYENDA	
	Red pluvial
	Buzón de recolección
	Sub cuenca



	Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
	Plano: PLANTEAMIENTO GENERAL DE REDES Y BUZONES		
	Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina: PG - 02
	Escala: 1/1000	Fecha: SEPTIEMBRE - 2018	1 - 2

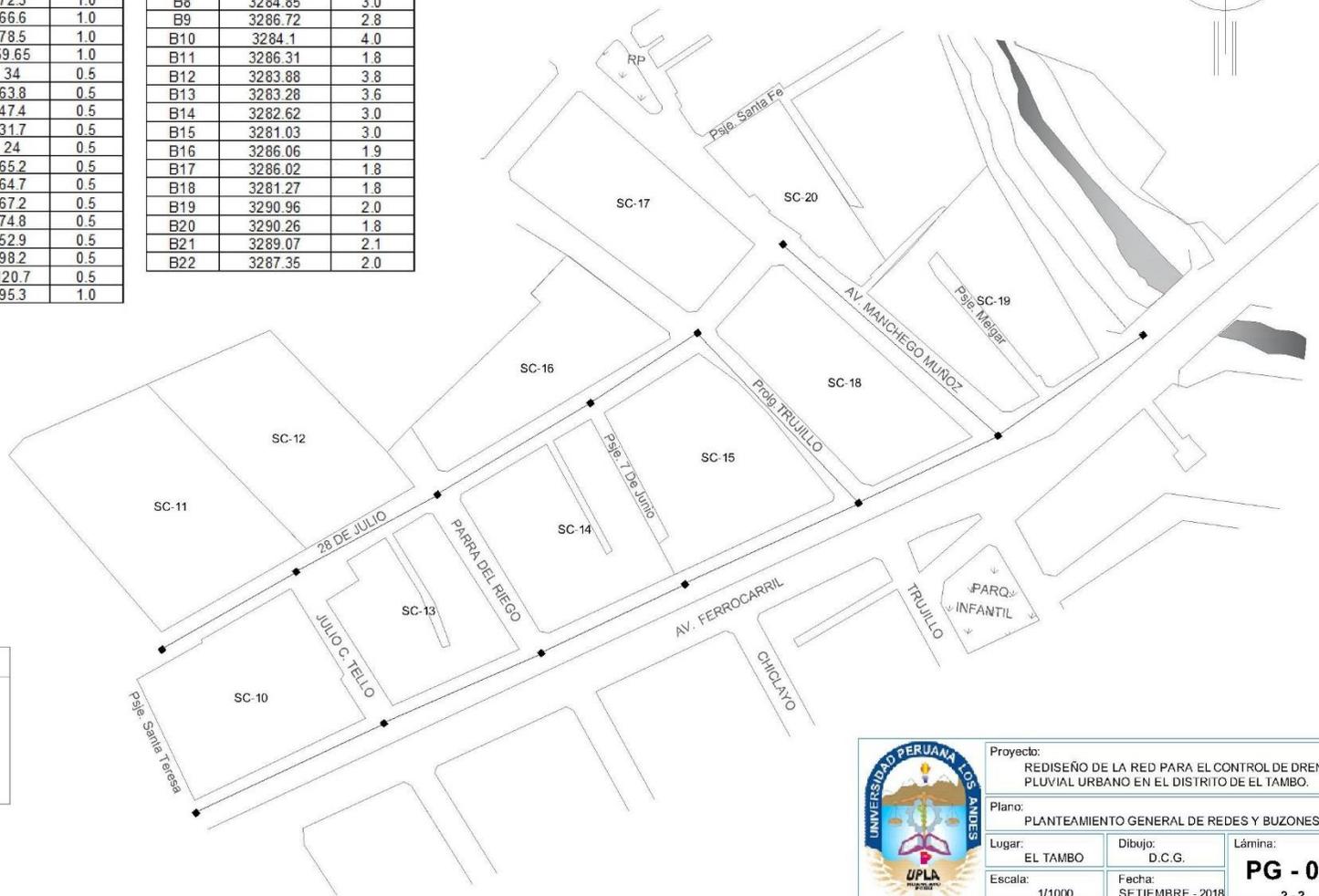
CUADRO DE TUBERÍAS				
Tubería	Buzones		Longitud (m)	Diámetro (m)
T1	B1	B2	87	0.6
T2	B2	B3	83.4	0.6
T3	B3	B5	67	0.6
T4	B5	B8	52.2	0.6
T5	B8	B10	87.8	1.0
T6	B10	B12	72.3	1.0
T7	B12	B13	66.6	1.0
T8	B13	B14	78.5	1.0
T9	B14	B15	59.65	1.0
T10	B19	B20	34	0.5
T11	B20	B21	63.8	0.5
T12	B21	B4	47.4	0.5
T13	B4	B6	31.7	0.5
T14	B6	B7	24	0.5
T15	B7	B8	65.2	0.5
T16	B22	B9	64.7	0.5
T17	B9	B11	67.2	0.5
T18	B11	B16	74.8	0.5
T19	B16	B17	52.9	0.5
T20	B17	B14	98.2	0.5
T21	B18	B15	120.7	0.5
T22	B15	V1	95.3	1.0

Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3289.48	3.0
B2	3288.53	3.0
B3	3286.83	3.8
B4	3288.48	1.8
B5	3285.93	3.6
B6	3287.57	2.2
B7	3287.45	1.8
B8	3284.85	3.0
B9	3286.72	2.8
B10	3284.1	4.0
B11	3286.31	1.8
B12	3283.88	3.8
B13	3283.28	3.6
B14	3282.62	3.0
B15	3281.03	3.0
B16	3286.06	1.9
B17	3286.02	1.8
B18	3281.27	1.8
B19	3290.96	2.0
B20	3290.26	1.8
B21	3289.07	2.1
B22	3287.35	2.0

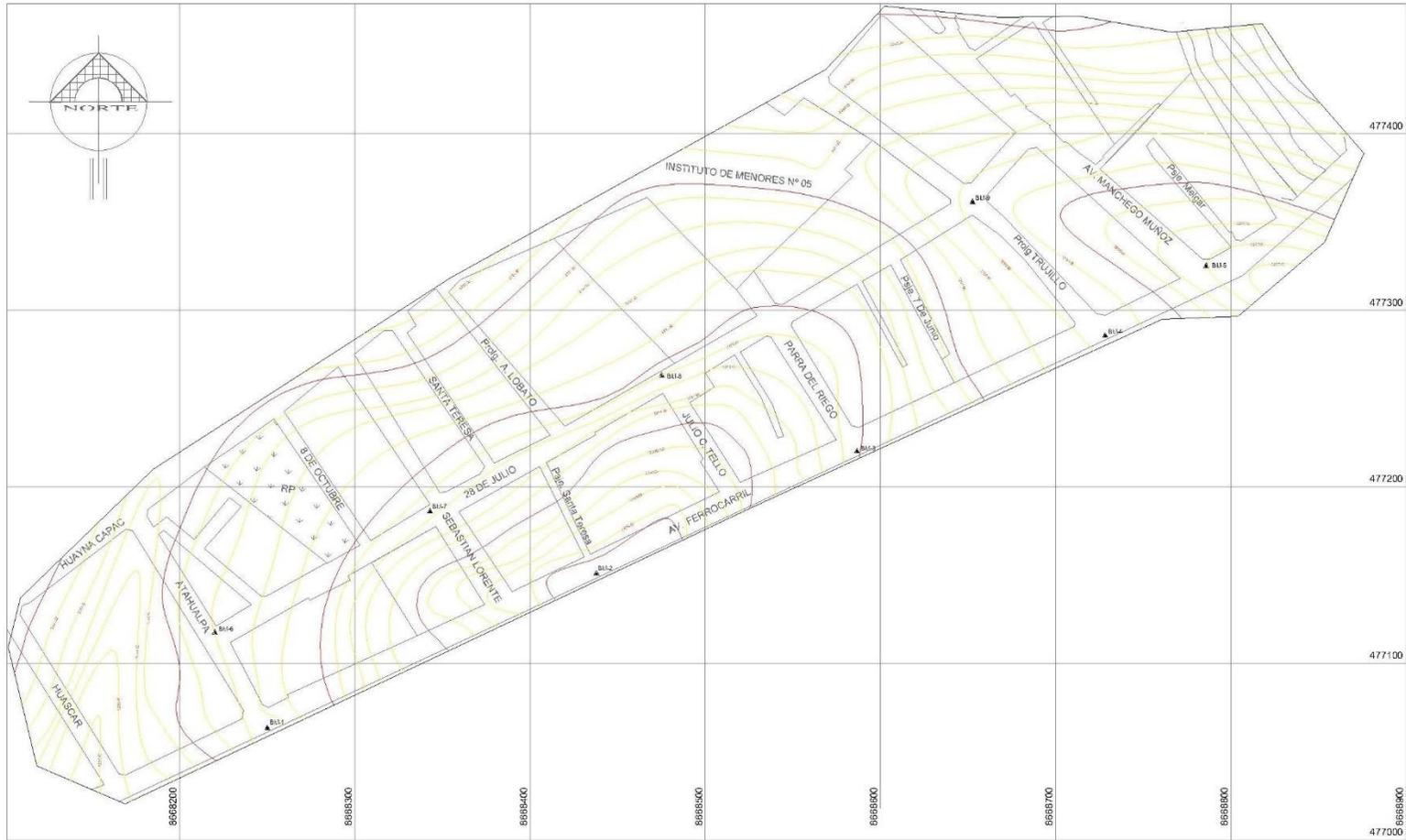


LEYENDA

- Red pluvial
- Buzón de recolección
- Sub cuenca



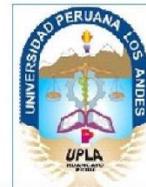
Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
Plano: PLANTEAMIENTO GENERAL DE REDES Y BUZONES		
Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina: PG - 02
Escala: 1/1000	Fecha: SEPTIEMBRE - 2018	2 - 2



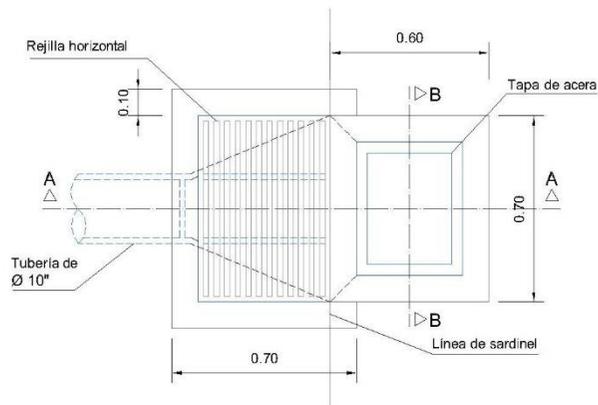
CUADRO DE BMs											
BM	ESTE	NORTE	COTA	BM	ESTE	NORTE	COTA	BM	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	476820	8667379	3290	BM-4	477045	8666901	3288	BM-7	476976	8667225	3289
BM-2	476886	8667255	3289	BM-5	477065	8666854	3287	BM-8	476968	8667348	3289
BM-3	476914	8667198	3288	BM-6	476873	8667409	3291	BM-9	477111	8666976	3290

DATUM WGS84, zona 18 S

LEYENDA	
	BM
	Curvas mayores
	Curvas menores

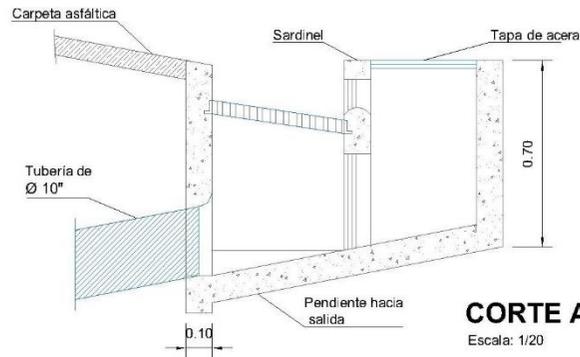


Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
Plano: PLANO TOPOGRÁFICO		
Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina: PT - 01
Escala: 1/2500	Fecha: SEPTIEMBRE - 2018	



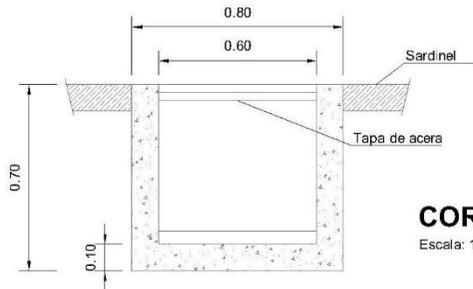
SUMIDERO TIPO GRANDE

Escala: 1/20



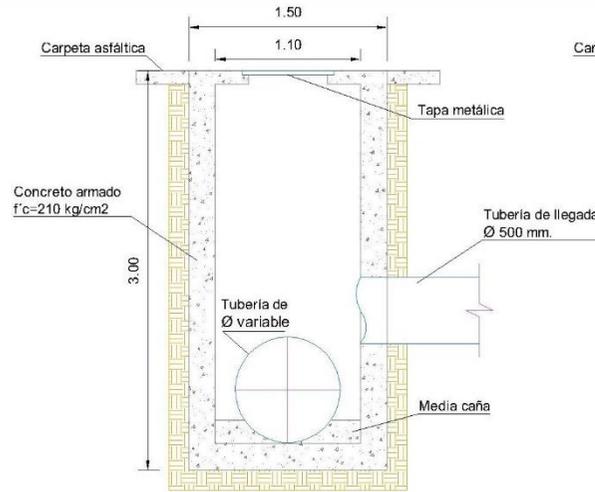
CORTE A - A

Escala: 1/20



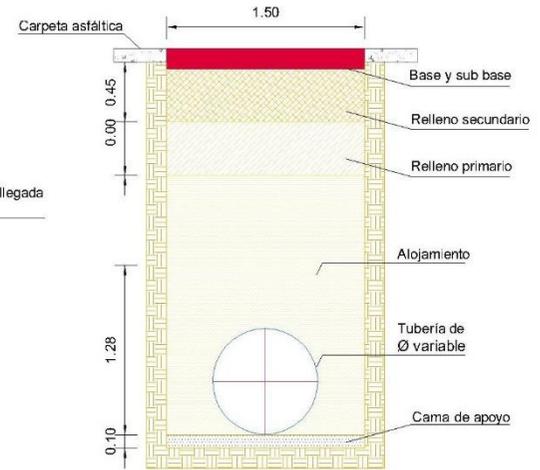
CORTE B - B

Escala: 1/20



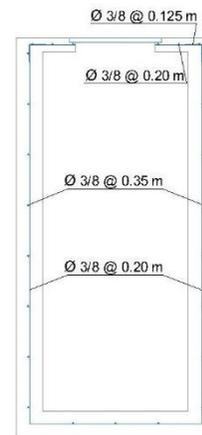
SECCIÓN TRAMO PRINCIPAL

Escala: 1/10



RELLENO EN TUBERÍA

Escala: 1/10

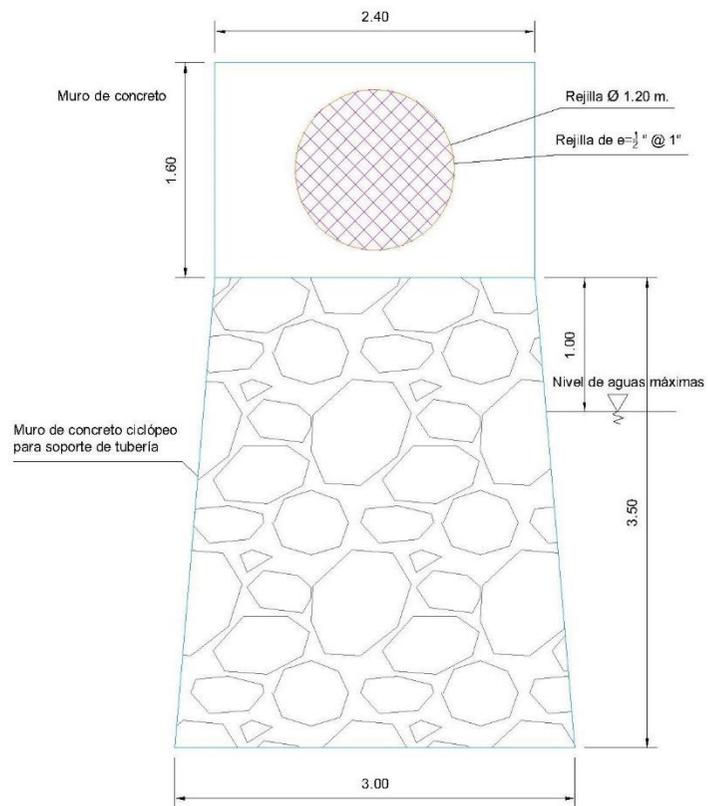


DIST ACERO TRAMO PRINCIPAL

Escala: 1/10

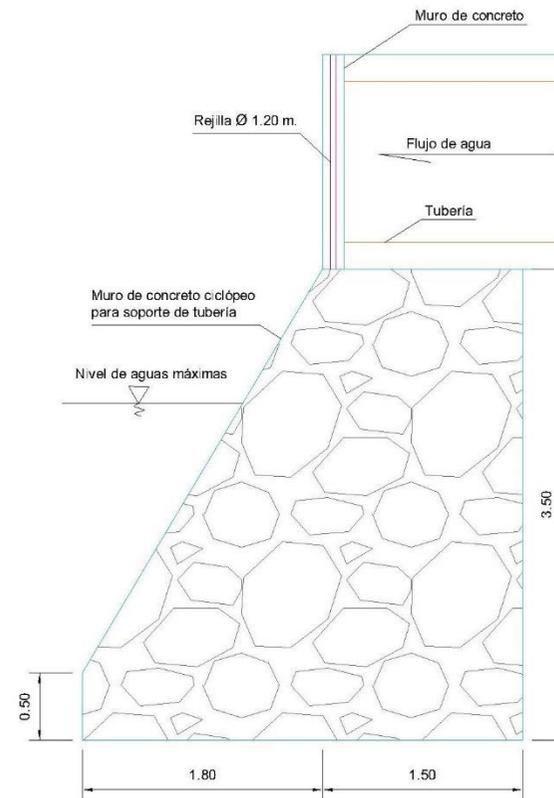


Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
Plano: DETALLE DE ESTRUCTURAS		
Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina:
Escala: INDICADA	Fecha: SEPTIEMBRE - 2018	DE - 01



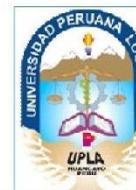
**VISTA FRONTAL
ESTRUCTURA DE DESCARGA**

Escala: 1/20



**VISTA LATERAL
ESTRUCTURA DE DESCARGA**

Escala: 1/20



Proyecto: REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO.		
Plano: ESTRUCTURA DE DESCARGA DE FLUJO		
Lugar: EL TAMBO	Dibujo: D.C.G.	Lámina: E - 01
Escala: INDICADA	Fecha: SETIEMBRE - 2018	

Análisis químico



REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: DOOGIE CARHUAMACA GONZALES

ANÁLISIS N°: 046-2018 M	
PROYECTO: "REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO"	
FUENTE: ESCORRENTIA SUPERFICIAL	FECHA DE ANÁLISIS : 11/10/18
LOCALIDAD: URB. SIGLO XXI	FECHA DE MUESTREO: 11/10/18
DISTRITO: EL TAMBO	PUNTO DE MUESTREO
	<i>ESTE</i> : 476914
	<i>NORTE</i> : 8667198
<i>COTA</i> : 3288 msnm	
PROVINCIA: HUANCAYO	MUESTREADOR:
REGIÓN: JUNIN	<ul style="list-style-type: none"> • DOOGIE CARHUAMACA GONZALES

OBSERVACIÓN: Las muestras fueron proporcionadas por el(la) interesado(a)

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	85
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	70
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	65
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	22.52
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	53.9
Potencial de Hidrogeno	pH	7.01
Conductividad	µS/cm.	140.2
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	159
Sólidos en suspensión	Unidades (mg/L)	88.9
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	70.1
Turbidez	NTU	550.50



DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
 COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
 LABORATORISTA

c.c. Archivo Laboratorio de Investigación de Aguas

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUÍMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA



REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: DOOGIE CARHUAMACA GONZALES

ANÁLISIS N°: 046-2018 M	
PROYECTO: "REDISEÑO DE LA RED PARA EL CONTROL DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL DISTRITO DE EL TAMBO"	
FUENTE: ESCORRENTIA SUPERFICIAL	FECHA DE ANÁLISIS : 11/10/18
LOCALIDAD: URB. SIGLO XXI	FECHA DE MUESTREO: 11/10/18
DISTRITO: EL TAMBO	PUNTO DE MUESTREO
	ESTE : 476914
	NORTE : 8667198
PROVINCIA: HUANCAYO	COTA : 3288 msnm
	MUESTREADOR:
	• DOOGIE CARHUAMACA GONZALES

OBSERVACIÓN: Las muestras fueron proporcionadas por el (la) interesado(a)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

RESULTADOS

CÓDIGO	PUNTO DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	ESCHERICHIA COLI NMP/100mL
1	ESTE : 476914 NORTE : 8667198 COTA : 3288 msnm	55500	12000

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =<1,8/100ml

Método de ensayo	Método COLILERT/ IDEXX Quanti - Tray/2000 Tabla, Numero más probable (NMP) para Coliformes Totales y E. coli:
Documento de referencia	9221 B Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 18th edition, 1992 (APHA, AWWA, WPCF) 9308-2: 1990 Organización Internacional de Normalización (ISO)



DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
LABORATORISTA

c.c. Laboratorio de Análisis de Agua
Archivo

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUIMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

Panel fotográfico



Fotografía 01. En la imagen se observa el sistema de drenaje pluvial colapsado, fotografía tomada el mes de setiembre del presente año.



Fotografía 02. En la imagen se observa el inconveniente público que genera el colapso del drenaje pluvial, generándose pérdida de la propiedad.



Fotografía 03. En la imagen se observa el malestar civil, generado varios años atrás y sin recibir solución por parte de las autoridades ante esta problemática.



Fotografía 04. En la imagen se aprecia parte del levantamiento topográfico, realizado con los equipos necesarios para el presente trabajo de investigación.



Fotografía 05. En la imagen se observa las muestras tomadas del área de investigación, previas a realizarse sus análisis fisicoquímico y microbiológico.