

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA – 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Diego Sebastian Lazo Alayo

Asesor:

Ms. Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena

Trujillo - Perú

2021

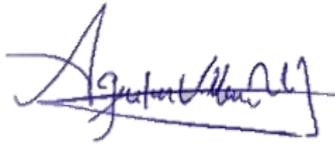


## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Lazo Alayo, Diego Sebastián

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA – 2021” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.



---

Ms. Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena  
Asesor

## DEDICATORIA

*A Dios y a mi familia,  
por su apoyo incondicional,  
y por creer en mí y guiarme.*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, darle gracias a Dios  
por forjar mi camino y  
permitirme tener y  
disfrutar a mi familia.

A mis padres y hermano por  
su apoyo y amor incondicional.

A mis amigos y futuros colegas,  
quienes formaron parte importante de mi  
vida universitaria, y con quienes seguiremos  
compartiendo experiencias en el campo laboral.

Y a mi asesora, la Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena,  
por ser mi guía y mi apoyo en el desarrollo  
de esta investigación

## INDICE

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
AGRADECIMIENTO .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
ÍNDICE DE ANEXOS .....	11
RESUMEN .....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema .....	18
1.3. Objetivos .....	18
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	18
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	18
1.4 Justificación.....	19
1.5 Hipótesis de la investigación.....	20
1.6 Antecedentes del Estudio .....	20
1.7 Características Generales de la Zona de Estudio .....	23
1.8 Bases Teóricas.....	25
1.8.1 <i>Generalidades</i> .....	25
1.8.2 <i>Conceptos Hidrológicos</i> .....	28
1.8.3 <i>Sistemas de Evacuación de Aguas de Lluvia</i> .....	30
1.8.4 <i>Diseño Hidráulico (cunetas, sumideros, tuberías</i> .....	33
1.8.5 <i>Análisis de Vulnerabilidad</i> .....	35
1.9 Marco Normativo .....	41

1.9.1	<i>Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje</i> .....	41
1.9.2	<i>Norma Técnica OS.060</i> .....	42
1.9.3	<i>Permisos para la ejecución del proyecto.</i> .....	42
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....		44
2.1	Variables de la Investigación. ....	44
2.1.1	<i>Vulnerabilidad</i> .....	44
2.1.2	<i>Precipitaciones</i> .....	44
2.1.3	<i>Drenaje Pluvial</i> .....	45
2.3	Tipo de Investigación .....	48
2.4	Población y muestra .....	48
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	49
2.5.1	<i>Técnicas y Materiales</i> .....	49
2.5.2	<i>Recolección de Datos</i> .....	51
2.5.3	<i>Análisis de Datos</i> .....	53
2.6	Procedimientos .....	56
2.6.1	<i>Análisis de Vulnerabilidad</i> .....	56
2.6.2	<i>Estudio Topográfico</i> .....	58
2.6.3	<i>Estudio Hidrológico</i> .....	58
2.6.4	<i>Diseño de Estructuras de Captación de Aguas Pluviales</i> .....	63
2.7	Aspectos Éticos .....	66
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....		67
3.1	Análisis de Vulnerabilidad .....	68
3.2	Estudio Topográfico .....	69
3.3	Estudio de la Cuenca Hidrográfica.....	73
3.3.1	<i>Selección del Periodo de Retorno</i> .....	75
3.3.2	<i>Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos</i> .....	75
3.3.3	<i>Tiempo de Concentración</i> .....	76
3.3.4	<i>Cálculo de Intensidades Máximas</i> .....	77
3.3.5	<i>Coeficiente de Escorrentía</i> .....	77

3.3.6	<i>Cálculo de Áreas para Método Racional</i> .....	78
3.3.7	<i>Método Racional</i> .....	79
3.4	Diseño de Estructuras de Captación de Aguas Pluviales .....	80
3.4.1	<i>Diseño de Cunetas</i> .....	80
3.4.2	<i>Desemboque y diseño de cajas de almacenamiento de agua</i> .....	81
3.5	Actividades para el Mantenimiento del Drenaje .....	85
3.5.1	<i>Actividades de Conservación Rutinaria</i> .....	85
3.5.2	<i>Actividades de Conservación Periódica</i> .....	86
3.6	Otras Documentaciones.....	88
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....		89
4.1	Discusión.....	89
4.2	Conclusiones .....	92
REFERENCIAS .....		94
ANEXOS .....		99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vulnerabilidad, Dimensión Ambiental.....	38
Tabla 2: Vulnerabilidad, Dimensión Económica .....	38
Tabla 3: Vulnerabilidad, Dimensión Social .....	39
Tabla 4: Tabla de Operacionalización de las Variables .....	46
Tabla 5: Matriz de Vulnerabilidad.....	57
Tabla 6: Información Topográfica por Subcuencas, Propuesta 1 .....	73
Tabla 7: Información Topográfica por Subcuencas, Propuesta 2.....	73
Tabla 8: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1961-1988 .....	74
Tabla 9: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1988-1996 .....	74
Tabla 10: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1996-2004 .....	74
Tabla 11: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 2004-2012 .....	74
Tabla 12: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 2012-2017 .....	74
Tabla 13: Parámetros Estadísticos a partir de las lluvias máximas .....	75
Tabla 14: Lluvias máximas diarias estimadas .....	75
Tabla 15: Tiempo de Concentración Propuesta 1.....	76
Tabla 16: Tiempo de Concentración Propuesta 2.....	76
Tabla 17: Cálculo de Intensidades Máximas para la Propuesta 1 .....	77
Tabla 18: Cálculo de Intensidades Máximas para la Propuesta 2 .....	77
Tabla 19: Áreas por Subcuenca para la Propuesta 1 .....	78
Tabla 20: Áreas por Subcuenca para la Propuesta 2 .....	78
Tabla 21: Caudales Máximos para la Propuesta 1.....	79
Tabla 22: Caudales Máximos para la Propuesta 2.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuenca Natural de la Quebrada San Idelfonso .....	21
Figura 2: Plaza de Armas de Trujillo inundada debido a las fuertes lluvias .....	23
Figura 3: Toma Satelital del Centro Histórico de Trujillo.....	24
Figura 4: Plaza de Armas de Trujillo.....	25
Figura 5: Casa de la Emancipación .....	26
Figura 6: Impacto del Fenómeno del Niño en ciudades .....	27
Figura 7: Sistema de Drenaje Pluvial en Huamanga, Ayacucho .....	32
Figura 8: Tipos de Sumideros.....	34
Figura 9: Distribución de la población en términos de vulnerabilidad.....	37
Figura 10: Orientación de flujo en la Subcuenca 1 .....	69
Figura 11: Subcuencas para la Primera Propuesta.....	70
Figura 12: Subcuencas para la Segunda Propuesta .....	71
Figura 13: Curvas de Nivel Topográficas en el Centro Histórico de Trujillo .....	72
Figura 14: Curva Identidad - Duración - Frecuencia para la Estación Huanchaco .....	76
Figura 15: Secciones Rectangulares de Cunetas Transversales .....	80
Figura 16: Secciones Triangulares de Cunetas Longitudinales.....	81
Figura 17: Cajas de Almacenamiento de Agua - Arquitectura.....	82
Figura 18: Cajas de Almacenamiento de Agua - Arquitectura.....	83
Figura 19: Diseño de red de drenaje para la Subcuenca 5 de la Primera Propuesta.....	84
Figura 20: Sección Transversal de La Cuadra 8 del Jr. San Martín, Subcuenca 1 Primera Propuesta .....	84

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Valores de Parámetros de Evaluación de Vulnerabilidad .....	58
Ecuación 2: Valor Final de la Vulnerabilidad .....	58
Ecuación 3: Altura de Lluvia Máxima Diaria .....	60
Ecuación 4: Altura de lluvia máxima horaria.....	60
Ecuación 5: Método de Alcantarillas.....	61
Ecuación 6: Método de la Fórmula de California.....	61
Ecuación 7: Método de Ventura y Heras .....	61
Ecuación 8: Fórmula de Método Racional: .....	62
Ecuación 9: Ecuación de Manning para Cunetas Rectangulares.....	64
Ecuación 10: Ecuación de Manning para Cunetas Triangulares - Rectangulares .....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Valores de los parámetros de la Dimensión Social .....	99
Anexo 2: Valores de los parámetros de la Dimensión Económica .....	100
Anexo 3: Valores de los parámetros de la Dimensión Ambiental.....	101
Anexo 4: Resultados del Estudio de Vulnerabilidad.....	102
Anexo 5: Valores asignados a subparámetros del Estudio de Vulnerabilidad .....	103
Anexo 6: Tabla de Precipitaciones 1961-2017 Estación Ex CORPAC.....	113
Anexo 7: Valores de Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas .....	115
Anexo 8: Valores de Coeficientes de Rugosidad de Manning (n) para Canales Revestidos .....	116
Anexo 9: Cálculo de Intensidades Máximas .....	117
Anexo 10: Cálculo de Coeficiente de Escorrentía para la primera propuesta de diseño...	118
Anexo 11: Cálculo de Coeficiente de Escorrentía para la segunda propuesta de diseño ..	123
Anexo 12: Longitudes y Pendientes de Tramos para la primera propuesta de diseño .....	125
Anexo 13: Longitudes y Pendientes de Tramos para la segunda propuesta de diseño .....	130
Anexo 14: Cálculo de dimensiones de cunetas triangulares para la primera propuesta....	132
Anexo 15: Cálculo de dimensiones de cunetas triangulares para la segunda propuesta ...	138
Anexo 16: Cálculo de dimensiones de cunetas rectangulares para la primera propuesta .	141
Anexo 17: Cálculo de dimensiones de cunetas rectangulares para la segunda propuesta.	147
Anexo 18: Plano de Orientación de Flujo del Centro Histórico de Trujillo.....	150
Anexo 19: Plano de Subcuencas para Diseño de Drenaje, Propuesta 1 .....	152
Anexo 20: Plano de Subcuencas para Diseño de Drenaje, Propuesta 2 .....	154
Anexo 21: Plano Lotizado del Centro Histórico de Trujillo .....	156
Anexo 22: Plano de Curvas de Nivel del Centro Histórico de Trujillo.....	158

Anexo 23: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Incumplimiento de Norma.....	160
Anexo 24: Análisis de Vulnerabilidad: Plano de Estado de Edificaciones .....	162
Anexo 25: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Número de Pisos por Edificación .....	164
Anexo 26: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Antigüedad de Edificaciones .....	166
Anexo 27: Análisis de Vulnerabilidad - Material de Construcción .....	168
Anexo 28: Plano de Secciones Transversales de Diseño .....	170
Anexo 29: Plano de Distribución de Drenaje, Primera Propuesta.....	172
Anexo 30: Plano de Distribución de Drenaje, Segunda Propuesta .....	174

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar el impacto de la implementación de un diseño de red de drenaje pluvial para el Centro Histórico de Trujillo bajo los lineamientos de la Norma Técnica OS.060, mediante la propuesta de dos alternativas de solución para la evacuación de las precipitaciones originadas en la zona.

Para ello, se identificaron las zonas propensas a ser afectadas negativamente por las lluvias en el Centro Histórico de Trujillo, por medio del desarrollo de un análisis de vulnerabilidad frente a riesgos naturales. Se realizaron de la mano del estudio topográfico, que determinaría las cotas más altas y más bajas, la orientación del flujo, las pendientes de las calles y las longitudes de los tramos.

Una vez determinados los puntos críticos y analizada la información topográfica, se realizó el estudio hidrológico, con caudales de diseño por subcuenca mayores para la primera propuesta, cuyo promedio es de 0.0479 m<sup>3</sup>/s, abarcando el diseño en todas las calles del Centro Histórico de Trujillo. Para la segunda propuesta, los caudales de diseño por subcuenca son menores que en la primera, promediando los 0.0439 m<sup>3</sup>/s, abarcando principalmente los Jirones San Martín, Orbegoso, Zepita e Independencia. Para el desemboque de las aguas pluviales se propuso la instalación de cajas de almacenamiento de agua en áreas verdes cercanos al área de estudio, para su posterior uso en riego.

Finalmente, se diseñaron las secciones de las cunetas y las estructuras de almacenamiento, se realizó un presupuestado preliminar para ambas propuestas y se propusieron planes de mantenimiento, para definir la propuesta del sistema que más favorece económicamente a las entidades ejecutoras.

**Palabras clave:** drenaje pluvial, vulnerabilidad, precipitaciones, flujo, caudales, coeficiente de rugosidad de Manning

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La presencia de fuertes lluvias no ha sido ajena al ser humano a lo largo del tiempo, ocasionando impactos distintos dependiendo de la zona en la que se ubicasen. Esto llevó a la humanidad a ingeniar métodos de evacuación, remontándose a los drenajes superficiales del Valle del Indo como la primera red de desalajo de líquidos construida. No es hasta el siglo XIX que, en París, se construye la primera red de drenaje subterráneo. Esta red, en sus inicios, se diseñó para la recolección y desviación tanto de aguas pluviales como residuales, y este modelo fue propagado a otras ciudades de Europa. En estas se construyeron grandes obras de drenaje subterráneo, hasta el punto de considerarlas como obras de primera necesidad. Fernández (2004), indica que, durante la segunda mitad del siglo XX, muchas ciudades de gran desarrollo reconocieron la necesidad de cambiar el paradigma del drenaje urbano y propusieron un nuevo enfoque. En este punto de vista se reconoce que es necesario controlar el volumen, los caudales máximos y la contaminación en la fuente, minimizando el cambio hidrológico y las externalidades negativas del proceso de urbanización.

Con la llegada de los europeos a América, el modelo europeo de red de aguas pluviales se consolidó. Los variados climas que caracterizan a América dieron a entender que, a diferencia de Europa, ciudades como Trujillo, Chiclayo, Tumbes, entre otros, no requerirían de la construcción de una de estas redes para evacuación de aguas pluviales, debido a que todos estos puntos se localizan en la costa del Perú, caracterizada por ser un área desértica, a diferencia de otras zonas del país.

De acuerdo con Hernández (2018), un sistema de evacuación de aguas de lluvia se define como el conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas producidas por precipitación de aguas lluvia. Además, según Pérez

(2015), el conjunto de redes de drenaje debe considerar los cauces naturales para ser incorporados a una urbanización.

Según Rojas (2018): “Debido a la ubicación geográfica del Perú le corresponde un clima eminentemente tropical con abundantes precipitaciones, de temperaturas altas y vegetación exuberante. Sin embargo, este se ve afectada por la presencia del sistema montañoso de los Andes, al cual se le suma la Corriente Peruana y el Anticiclón del Pacífico Sur, dando lugar a un clima diversificado. La Costa (riberas del Océano Pacífico y estribaciones occidentales de los Andes) presenta una escasa precipitación, aproximadamente 50 mm al año, a excepción de la zona norte del país”.

Además, Genzel (2013) aclara que, actualmente, en la costa norte del Perú se debe tener en cuenta la ahora permanente amenaza del Fenómeno “El Niño”, que incrementa notablemente las precipitaciones en el clima semi-árido que presenta la costa norte, llegando a alcanzar magnitudes extraordinarias.

De acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), durante la hora y veinticinco minutos de duración de la precipitación del 15 de marzo del 2017, fecha de inicio del evento anómalo denominado como “Niño Costero”, se acumularon 17 litro de agua por metro cuadrado, siendo según el portal RPP (2017), la peor lluvia en la ciudad en los últimos 50 años.

El término “Niño Costero” fue tomado por los medios de comunicación para referirse al Fenómeno El Niño que se dio el año 2017. El Instituto Geofísico del Perú (2017) sostiene que es un evento climático anómalo de meses de duración con altas temperaturas del mar en la costa norte del Perú, y que puede coincidir, pero no necesariamente, con el Fenómeno El Niño (FEN).

La presencia del fenómeno “El Niño Costero” en el año 2017 provocó la activación de tres quebradas: San Idelfonso, León y San Carlos. Específicamente, la cuenca de la quebrada

San Idelfonso recorre el distrito de El Porvenir, para atravesar el distrito de Trujillo y

desembocar en la playa de Buenos Aires, en Víctor Larco Herrera. Una de las áreas más afectadas es el Centro Histórico de Trujillo, que se encuentra en el recorrido de la cuenca. Debido al valor histórico y cultural que posee, fue uno de los principales focos de acción durante este evento anómalo, y una de las zonas donde debería plantearse estrategias de mitigación frente a estas precipitaciones extraordinarias.

El Centro Histórico de Trujillo, de acuerdo al Plan de Manejo y Desarrollo del Centro Histórico de Trujillo (2010), posee valor como el núcleo urbano más importante y característico de la ciudad; desde el valioso patrimonio cultural, arquitectónico y urbanístico que conserva por las actividades rectoras y de carácter comunitario que se desarrollan en su ámbito, desde la fundación de la ciudad: sede de gobierno y de las actividades cívicas, socioculturales, religiosas y económicas de Trujillo, constituyendo una parte vital y representativa de la memoria histórica colectiva, y de identidad local y regional; hasta, por los importantes inmuebles monumentales de arquitectura religiosa y civil, con muebles y tesoros artísticos de gran valor, así como por los espacios y ambientes urbanos monumentales característicos que posee. Fue declarado Ciudad Monumental por decreto municipal del 23 de abril de 1971 y Zona Monumental por resolución suprema N.º 2900-72-ED del 28 de diciembre de 1972. Es por ello, que su conservación e importancia como sitio de significación cultural es indispensable. El Consejo Internacional de Monumentos y Sitios de la Organización de las Naciones Unidas, o ICOMOS, en la Carta de Burra (1999) indica que, los sitios de significación cultural deberán ser salvaguardados y no sometidos a riesgos o expuestos a un estado vulnerable; debiendo considerar las exigencias externas y condiciones físicas para su preservación sin afectar su futuro; y en la Carta de Atenas (1931), realizan un llamado no solo a arquitectos y conservadores; sino a diversos profesionales a contribuir con la conservación del patrimonio monumental de las naciones, aportando según

sus especialidades; es por ello que como ingeniero civil, es de suma importancia involucrarse

en la conservación del patrimonio nacional e internacional. Por otro lado, en nuestro país, en el año de 1935, se dictó la Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación, determinando que este se encuentra bajo el amparo del Estado y de la Comunidad Nacional, cuyos miembros están en la obligación de cooperar a su conservación. Siendo respaldada por la Ley 28296, dictada en 2007; en la que se declara como interés social y necesidad pública la identificación, registro, inventario, declaración, protección, restauración, investigación, conservación, puesta en valor y difusión del Patrimonio Cultural de la Nación y su restitución en los casos pertinentes.

La costa norte del Perú en general no presenta un sistema de evacuación de aguas pluviales como otras regiones del país o de América, aun teniendo en cuenta la constante presencia del fenómeno “El Niño” en la zona, causando paralizaciones tanto en el ámbito económico como social de las mismas ciudades, y del país. Además, de acuerdo con el contexto a trabajar, se debe de optar por una metodología de diseño del sistema de evacuación.

El presente proyecto de investigación busca brindar información sobre la situación actual del sistema de drenaje pluvial existente en la ciudad de Trujillo, a través del desarrollo de la metodología de Análisis de Vulnerabilidad establecida por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), junto a la determinación de su eficiencia, y en base a ello plantear un nuevo diseño de red de drenaje basado en la aplicación de la Norma Técnica OS.060, y de acuerdo a los estudios realizados en el proyecto, específicamente en el Centro Histórico de Trujillo, con el fin mitigar las deficiencias de la falta de evacuación de aguas pluviales en la zona y de atenuar los daños que pueda producir un evento anómalo pluvial futuro.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál será el impacto de la implementación de un diseño de red de drenaje pluvial para el Centro Histórico de Trujillo en base al análisis de las zonas vulnerables por inundación y bajo los lineamientos de la Norma Técnica OS.060 frente al inexistente sistema de evacuación de aguas pluviales en el año 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar el impacto de la implementación de un diseño de red de drenaje pluvial para el Centro Histórico de Trujillo bajo los lineamientos de la nueva Norma Técnica OS.060 en el año 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar las zonas vulnerables del Centro Histórico de Trujillo.
- Evaluar los daños ocasionados en el Centro Histórico de Trujillo a causa de precipitaciones anómalas.
- Definir el nivel de vulnerabilidad en el área de estudio.
- Realizar un estudio hidrológico basado en precipitaciones recientes en el Centro Histórico de Trujillo.
- Analizar la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, para su aplicación y la ejecución de diseño.
- Proponer distintas alternativas de evacuación de aguas pluviales para diseño de la red de drenaje para la evaluación de su viabilidad.

## 1.4 Justificación

Históricamente, el Centro de Trujillo se ha visto afectado negativamente por fuertes precipitaciones fuera de lo común, principalmente por la ausencia de un sistema de evacuación de aguas pluviales, de manera que se busca realizar propuestas de una red de drenaje que se adecúe a las necesidades de la zona para poder mitigar dichos eventos.

El correcto diseño de un drenaje pluvial busca otorgar significativas mejoras en la calidad de vida de los habitantes del Centro Histórico de Trujillo, permitiendo que no se encuentren expuestos a daños indeseados ocasionados por estos eventos. Además, una adecuada planificación y criterio de diseño del drenaje pluvial ayudará en la preservación de la vida útil de las vías, tanto veredas como calzadas, mejorando el tránsito peatonal y vehicular de la zona, junto a la preservación de los elementos históricos presentes en el Centro Histórico de Trujillo.

Por otra parte, el proyecto busca ser sostenible y aprovechar el agua de las precipitaciones para el riego de áreas verdes en distintos puntos de la ciudad, cercanos al área de estudio.

Se espera también que el presente proyecto sirva como el primer paso a dar para futuros proyectos de diseño y construcción de redes de drenaje pluvial en distintos sectores de la ciudad, y poder de esta manera tener una mejor gestión de riesgos en el ámbito pluvial.

## **1.5 Hipótesis de la investigación**

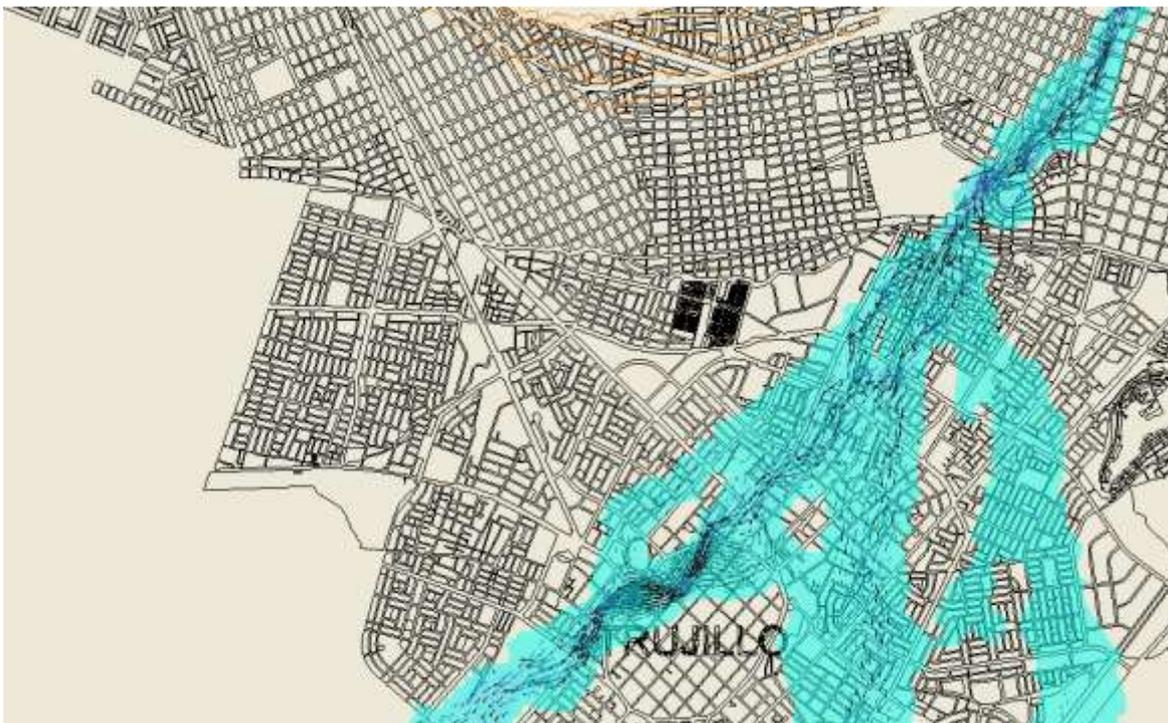
El análisis bajo la metodología del CENEPRED demostrará la alta vulnerabilidad del Centro Histórico de Trujillo frente a las inundaciones y precipitaciones anómalas, por lo que se realizará la propuesta para el diseño de una red de drenaje pluvial para el Centro Histórico de Trujillo bajo los lineamientos de la nueva Norma Técnica OS.060; siendo la propuesta que abarque el foco más vulnerable la más viable, frente a las propuestas que cubren todo el área de estudio; beneficiando en la mitigación de daños provocados por dichos eventos extraordinarios, conservando el valor histórico y cultural del Centro Histórico de Trujillo, y contribuyendo con la mejora de la calidad de vida de la población.

## **1.6 Antecedentes del Estudio**

En base a la información revisada en publicaciones oficiales, trabajos de investigación y noticias; se encontró información relacionada a lo propuesto por el presente proyecto, por ende, ayudó a evaluar la situación problemática al cual el Centro Histórico de Trujillo, y la ciudad de Trujillo de manera más general; se encuentran sometidos.

El Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, en su estudio titulado “Evaluación Probabilística de la Peligrosidad y la Vulnerabilidad frente a Desastres Naturales basados en Proyecciones de Cambio Climático en el Área Metropolitana de Trujillo (Perú)” (2013), nos señala que durante episodios de precipitaciones intensas, se pueden llegar a reactivar antiguos cursos de quebradas donde existen localidades indebidamente asentadas, y originando pérdidas humanas y daños en infraestructuras. Esto se puede observar en la Figura N° 01, que representa la cuenca de la Quebrada San Idelfonso, cuyo recorrido abarca parte del Centro Histórico de Trujillo.

*Figura 1: Cuenca Natural de la Quebrada San Idelfonso*



Fuente: Evaluación Probabilística de la Peligrosidad y la Vulnerabilidad frente a Desastres Naturales basados en Proyecciones de Cambio Climático en el Área Metropolitana de Trujillo (Perú)” (Universidad de Cantabria, 2013)

Dicha investigación menciona también la existencia de otras amenazas, como la elevación de la napa freática, que sumado a las precipitaciones anómalas y al insuficiente sistema de saneamiento urbano, conducen al empantanamiento de zonas urbanas y al anegamiento en zonas vulnerables, entre las que resaltan las casas coloniales del Centro Histórico de Trujillo. Sin embargo, salvo los eventos extremos asociados a El Niño, el nivel de precipitación en Trujillo suele ser bajo. Además, en su estudio para las fases de la gestión de emergencias concluyen en que mientras la población de la ciudad de Trujillo está informada y concientizada con respecto a las amenazas, esta no se encuentra bien preparada para afrontar las fases de alerta y evacuación. Finalmente, se indica en la investigación que el análisis de la vulnerabilidad percibida y la información histórica demuestran que la ciudad de Trujillo requiere una adaptación de su infraestructura al cambio climático y un análisis integrado de riesgo de desastres.

En el año 2001, la Municipalidad Provincial de Trujillo elaboró el llamado “Plan de Manejo y Desarrollo del Centro Histórico de Trujillo”, el cual los autores describen como *“propuesta compartida y representativa de los intereses locales y de los deseos de los trujillanos para conservar la memoria colectiva que guarda su Centro Histórico y para mantener vigentes los valores y la calidad de los monumentos que allí se encuentran”*. En el documento se señala la vulnerabilidad de la zona frente a lluvias intensas con un valor de 87.18%, considerando una “vulnerabilidad alta” cuando más del 40% del elemento expuesto se puede destruir ante la amenaza; por lo que *“se requiere de acciones urbanísticas y normas relacionadas con esa disciplina para la preservación integral del Centro Histórico”* (MPT, 2001). Se menciona también a las lluvias excepcionales como una de las principales amenazas, que históricamente han influido en el crecimiento y dinámica de la ciudad, resaltando la alta vulnerabilidad de la zona debido al estado actual de las edificaciones y los bajos niveles de organización y percepción del riesgo de la población frente dichos fenómenos.

El Comercio (2016), reporta registros de daños por lluvias en la provincia de Trujillo, perjudicando a familias y negocios. Siendo las avenidas las anegadas Jesús de Nazaret y España, esto se debió al deficiente sistema de drenaje que posee la ciudad.

Para el momento de la redacción del presente proyecto de investigación, las autoridades locales se encuentran desarrollando el llamado “Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Trujillo – La Libertad”, que se encuentra aún en etapa de pre inversión.

*Figura 2: Plaza de Armas de Trujillo inundada debido a las fuertes lluvias*



Fuente: “‘Sólo tuvimos tiempo para sacar a los bebés’: los estragos provocados por los deslaves e inundaciones que dejaron sin casa a casi 100.000 personas en Perú” (BBC, 2017).

### **1.7 Características Generales de la Zona de Estudio**

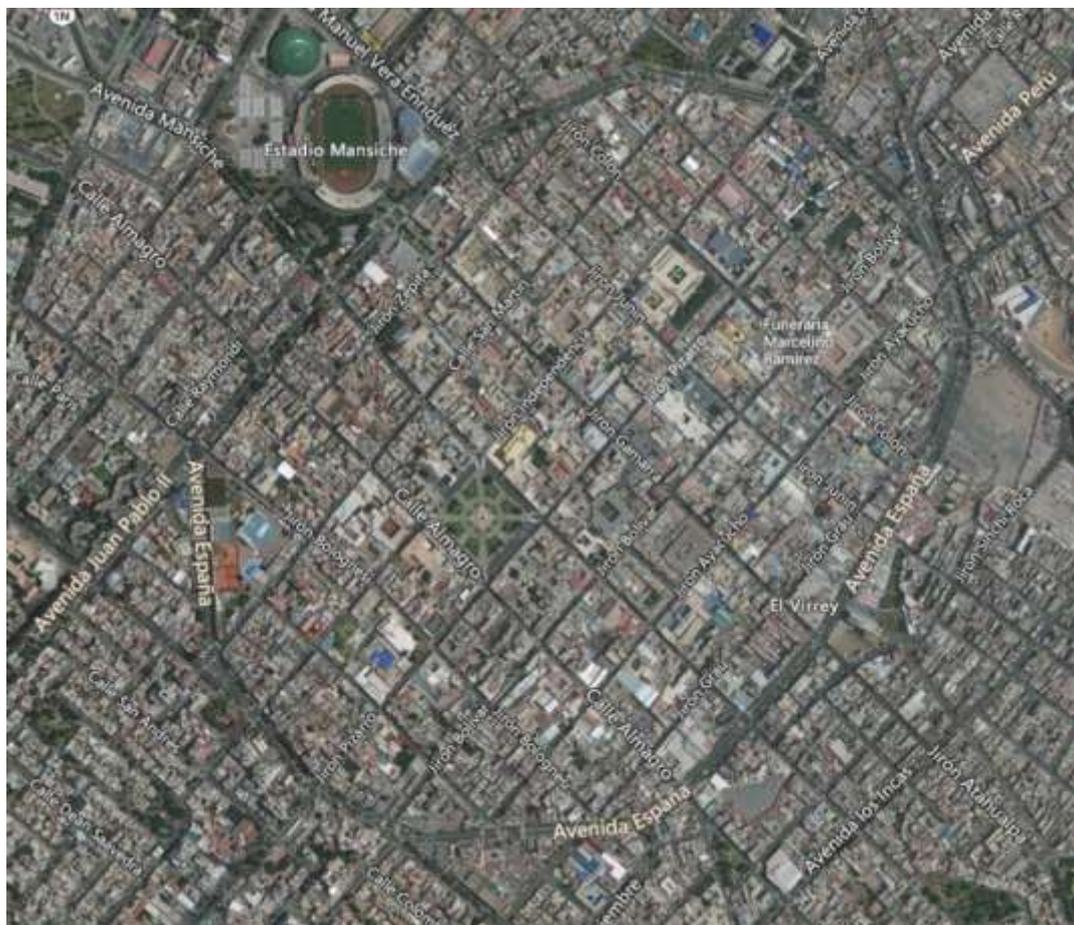
El departamento de La Libertad se encuentra ubicado en el noroeste del Perú, en donde limita por el oeste con el Océano Pacífico, al sur con el departamento de Áncash, por el norte con departamento de Lambayeque, el departamento de Cajamarca y el departamento de Amazonas; y por el este con el departamento de San Martín. Sus playas tienen también una gran riqueza marina gracias a la Corriente de Humboldt o Corriente peruana. Además, La Libertad es el único departamento del Perú que abarca las 3 regiones naturales: Costa, Sierra y Selva; además de tener salida al mar.

El Centro Histórico de Trujillo, sector de estudio del presente trabajo de investigación, se localiza en la ciudad de Trujillo, en donde predomina un relieve plano y una elevación promedio de 34 m.s.n.m. En general, la ciudad de Trujillo mantiene una topografía descendiente hacia el suroeste, dirección en la que se encuentra el mar.

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona 17 L, América del Sur, compartida entre Perú y el Océano Pacífico, siendo la ubicación central de su Plaza de Armas en las coordenadas UTM 717237.83 E, 9102821.33 S.

De acuerdo a la data obtenida, se han presentado años totalmente secos, como los años 1987 a 1989, y otros años con alta precipitación como los sucedidos durante el fenómeno meteorológico “El Niño” de 1983, 1997, 1998; y “El Niño Costero”, del año 2017.

**Figura 3: Toma Satelital del Centro Histórico de Trujillo**



Fuente: Google Earth Pro.

## 1.8 Bases Teóricas

### 1.8.1 Generalidades.

#### 1.8.1.1 Centro Histórico de Trujillo.

El Centro Histórico de Trujillo constituye uno de los centros mejor conservados del país, y cuenta con importantes inmuebles monumentales de arquitectura religiosa y civil, con muebles y tesoros artísticos de gran valor, así como espacios y ambientes urbanos monumentales característicos. Constituye el núcleo urbano más importante y característico de la ciudad, tanto por el valioso patrimonio cultural, arquitectónico y urbanístico que conserva, como por las actividades rectoras y de carácter comunitario que se desarrollan en su ámbito desde la fundación de la ciudad.

*Figura 4: Plaza de Armas de Trujillo*



Fuente: “Trujillo restaurará su centro histórico para postular a Lista de la Unesco” (Andina, 2015).

*a su comunidad. Su conservación no puede aislarse de su contexto físico y social, ni puede separarse de las actividades de desarrollo de la ciudad, de manera que son importantes las acciones colaborativas y la participación de todos los actores sociales involucrados. Su complejidad requiere que se empleen enfoques adecuados de gestión”.*

### **1.8.1.2 Patrimonio Inmueble Monumental**

Patrimonio inmueble es establecido por el Ministerio de Cultura como el patrimonio que corresponde a bienes culturales inmuebles virreinales o republicanos, los cuales comprenden monumentos, ambientes urbanos monumentales y zonas monumentales. Ramos (2016), señala que el patrimonio monumental “*está constituido por los lugares, sitios, edificaciones, obras de ingeniería, centros industriales, conjuntos arquitectónicos, zonas típicas y monumentos de interés o valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados como tales”.*

***Figura 5: Casa de la Emancipación***



Fuente: “Casa de La Emancipación, una joya arquitectónica en Trujillo” (RPP, 2011).

Por otra parte, se puede considerar también la definición de “valor

patrimonial”, como “*la cualidad de algún bien por la cual se les puede estimar*”  
(Hayakawa, 2008).

### 1.8.1.3 Fenómeno El Niño

El Fenómeno El Niño es un evento natural asociado a la variabilidad interanual en el Océano Pacífico tropical. Existen numerosas definiciones que intentan describir el Fenómeno El Niño, y que no siempre son coincidentes. Sin embargo, existe consenso al definirlo como un evento natural no periódico (pero sí cíclico), caracterizado por una relajación de los vientos alisios, acumulación de aguas en el Pacífico Ecuatorial Occidental y un incremento anómalo de la temperatura superficial del mar. (Machuca, 2014).

**Figura 6: Impacto del Fenómeno del Niño en ciudades**



Fuente: Ministerio del Ambiente del Perú (2014).

## 1.8.2 Conceptos Hidrológicos

### 1.8.2.1 Precipitaciones

Chereque (1989) define a las precipitaciones como *“toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre”*. El Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) la define como *“Fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo”*. De acuerdo con Andrades y Muñoz (2012), *“al enfriarse una masa de aire se llevan a cabo procesos de condensación o congelación que darán lugar a la aparición de gotas de agua o de pequeños cristales de hielo; éstos irán creciendo y cuando alcancen el tamaño suficiente caerán dando lugar a la precipitación”*; es decir, que las precipitaciones son el proceso final del ciclo hidrológico, es el resultado final de la condensación. Las lluvias son parte de las precipitaciones líquidas, proceden de nubes bajas y espesas, y caen de manera uniforme durante horas.

La precipitación se mide en términos de altura de lámina de agua (hp), y esta altura se expresa en milímetros. Yáñez (2014), nos señala que *“Esta altura de lámina de agua, indica la altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó”*.

### 1.8.2.2 Cuenca Hidrográfica

De acuerdo con Chereque (1989), una cuenca hidrográfica se define como el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua, siendo que cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido. A partir de las lluvias medidas en los pluviómetros, es posible realizar el cálculo de la precipitación media en la cuenca.

Para esto, los pluviómetros deben ubicarse estratégicamente y en número

suficiente para que de esta manera la información resulte de buena calidad.

### **1.8.2.3 Pendiente**

La pendiente de un tramo, según Villón (2002), se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entre la longitud horizontal de dicho tramo.

La pendiente de una cuenca presenta una significativa y compleja relación con el escurrimiento superficial, la infiltración, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces. De acuerdo a Campos-Aranda (1988), es uno de los factores físicos que controlan el tiempo del flujo sobre el terreno, además de tener influencia directa en la magnitud de las avenidas o crecidas. A diferencia de un cauce, el cálculo de la pendiente de una cuenca debe considerar el área total y la topografía del terreno en cuestión; con esto se estima una pendiente media para la cuenca (CONAGUA México, 2007).

### **1.8.2.4 Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la parte de la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, entendiendo que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento, etc. Para la determinación del coeficiente de escorrentía se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

### **1.8.2.5 Tiempo de Concentración**

El tiempo de concentración de una cuenca es el tiempo necesario para que una gota de agua que cae en el punto hidrológicamente más alejado de aquella llegue a la salida. Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de escorrentía constante se alcance el caudal máximo (Barranco & Álvarez, 2012).

De acuerdo con el CONAGUA de México (2007), el tiempo de concentración para un punto dado, se define como el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más alejado de la cuenca hasta la salida de esta.

### **1.8.2.6 Periodo de Retorno**

El periodo de retorno es el intervalo de recurrencia al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Se considera el inverso de la probabilidad (Martínez, Fernández & Salas, 2006).

## **1.8.3 Sistemas de Evacuación de Aguas de Lluvia**

### **1.8.3.1 Alcantarillado**

El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de México (Comisión Nacional del Agua, 2007) define al alcantarillado:

Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tubería de gran diámetro que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, y mantenimiento inadecuado o nulo. Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren mayor definición y control en los parámetros de

diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la

aceptación y operación del sistema dentro de las limitaciones que la comunidad pueda tener. Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

- **Alcantarillado separado:** es aquel en el que se separa la evacuación de aguas residuales y las producidas por la lluvia
- **Alcantarillado sanitario:** sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
- **Alcantarillado pluvial:** sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación
- **Alcantarillado combinado:** conduce conjuntamente las aguas residuales, domésticas, comerciales e industriales, y pluviales.

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.

Unir las aguas residuales con las aguas de lluvia, mediante alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, por la variación de los caudales, lo que genera perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas. Por tanto, hasta donde sea posible se recomienda la separación del sistema de alcantarillado de aguas residuales del de las pluviales.

### 1.8.3.2 Sistema de Drenaje Pluvial Urbano

Es el conjunto de estructuras que recolectan agua de escorrentía, de zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables, dirigiéndola hacia un cuerpo receptor para su vertido, procurando cumplir con la norma establecida (Hernández, 2018).

El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de México (Comisión Nacional del Agua, 2007) señala que *“El objetivo principal de un sistema de drenaje pluvial es garantizar el desalojo del flujo ocasionado por precipitaciones pluviales en la cuenca o zonas de asentamientos humanos, provocando una mínima molestia, peligro y/o daño a las personas, los bienes, el medio ambiente y la infraestructura existente”*. Tiene como función la captación y desalojo de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, de manera que se reduzcan los daños e inconvenientes a los habitantes donde llegan o cruzan los escurrimientos o que puedan afectar a otras cercanas.

**Figura 7: Sistema de Drenaje Pluvial en Huamanga, Ayacucho**



Fuente: Contraloría General de la República (2012).

## **1.8.4 Diseño Hidráulico (cunetas, sumideros, tuberías)**

### **1.8.4.1 Cunetas**

De acuerdo con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2012), Las cunetas son zanjas longitudinales, ya sean revestidas o sin revestir, abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la calzada. Estas tienen la función de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial. La Norma Técnica OS.060 define a las cunetas como estructuras hidráulicas descubierta, estrecha y de sentido longitudinal, destinadas al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

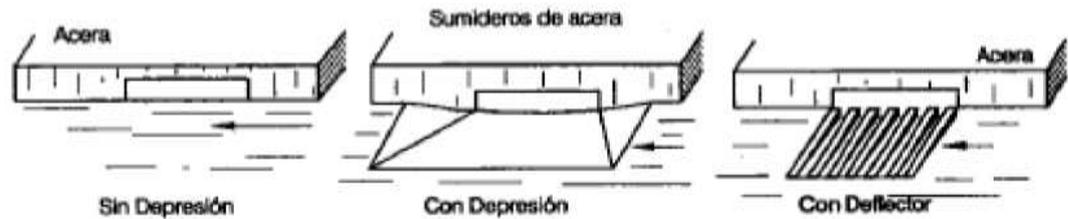
### **1.8.4.2 Sumideros**

El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de México (Comisión Nacional del Agua, 2007) define a los sumideros como estructuras que recolectan el agua que escurre sobre la superficie del terreno y la introducen por las rejillas al sistema de conducción. Los sumideros suelen ubicarse generalmente aguas arriba del cruce de calles y en avenidas de importancia, además de colocarse en puntos bajos del terreno evitando la acumulación de agua. Usualmente estas estructuras de captación están integradas con una rejilla, permitiendo el acceso del agua y bloqueando el paso de residuos de tamaños mayores que podrían obstruir las obras de conducción.

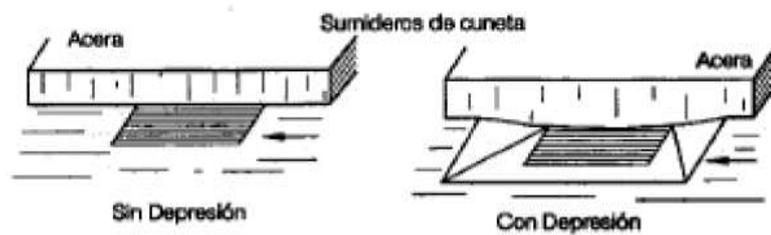
La Norma Técnica OS.060 define a los sumideros como estructuras destinadas a la captación de las aguas de lluvias, localizadas generalmente antes de las esquinas. Todo esto con el objetivo de interceptar las aguas antes de la zona de tránsito de los peatones. Generalmente están concentrados a los buzones de inspección. Los tipos de sumideros se aprecian en la Figura N° 8:

**Figura 8: Tipos de Sumideros**

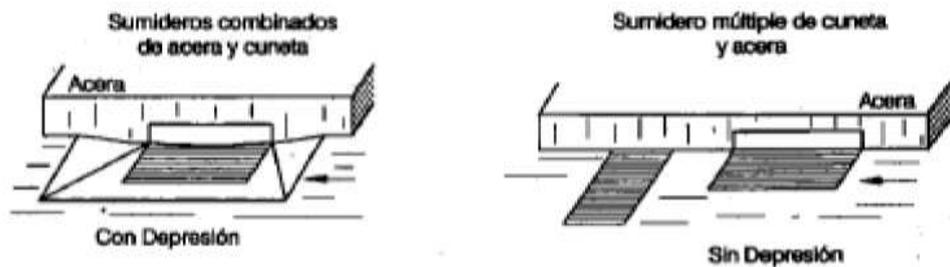
**SUMIDERO LATERAL DE SARDINEL O SOLERA**



**SUMIDERO DE FONDO**



**SUMIDERO DE MIXTO O COMBINADO**



Fuente: Norma Técnica OS.060 (2019).

## 1.8.5 Análisis de Vulnerabilidad

### 1.8.5.1 Peligro

Un peligro se define como *“un factor de riesgo físico externo a un elemento o grupo de elementos sociales expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido”* (Lavell, 2007). Una de las amenazas principales a las que el área de estudio es propensa es a las precipitaciones extraordinarias. Este tipo de peligro está dentro de la categoría socio-natural, que está definidos por Lavell (2007) como un *“Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas”*, tomando como ejemplo visible las inundaciones urbanas por falta de adecuados sistemas de drenaje de aguas pluviales. Por lo tanto, un peligro sería la probabilidad de que un fenómeno, de origen natural y potencialmente dañino, se presente en: *“un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”* (CENEPRED, 2014).

### 1.8.5.2 Riesgo

En términos generales, Echemendía (2010) define al riesgo como *“la posibilidad de perder algo (o alguien) o de tener un resultado no deseado, negativo o peligroso”*. Sin embargo, para el contexto de la investigación, un riesgo puede definirse como *“la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.”* (UNISDR, 2009).

### 1.8.5.3 Vulnerabilidad

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su Manual de Evaluación de Riesgos (2014), define la vulnerabilidad como *“la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”*. Diversos factores, como el crecimiento poblacional, los procesos de urbanización o la presión sobre los recursos naturales han hecho aumentar la vulnerabilidad de la población de forma continua frente a diversos fenómenos naturales. Cuando no es posible actuar directamente sobre el peligro o amenaza, la mejor opción es disminuir la vulnerabilidad de los elementos expuestos. De acuerdo a la UNISDR (2014), la vulnerabilidad es definida como *“las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”*.

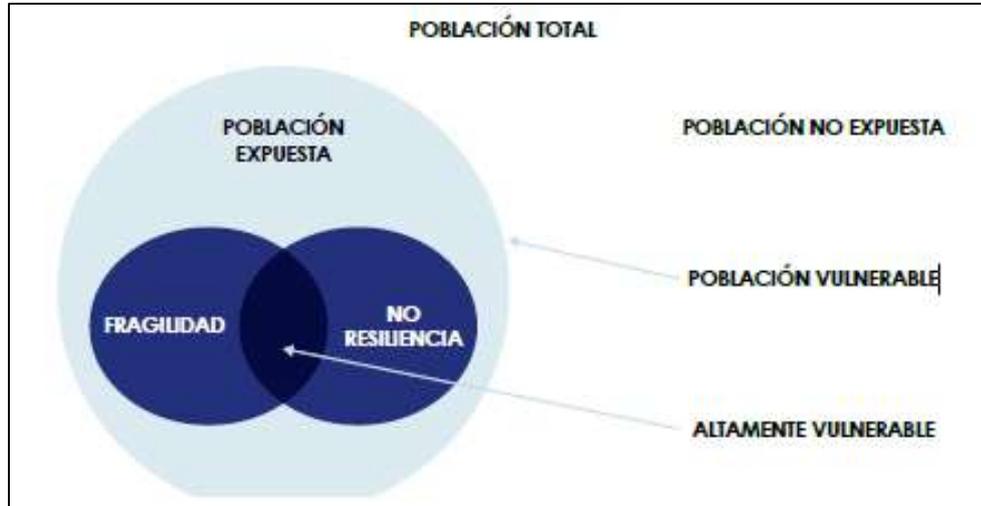
### 1.8.5.4 Análisis de Vulnerabilidad

Para poder analizar la vulnerabilidad, hay que tomar en cuenta tres factores según CENEPRED (2014):

- **Exposición:** Este factor está referido a las diferentes decisiones y prácticas que ubican al ser humano dentro de la zona de impacto del peligro referido. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.
- **Fragilidad:** Este factor está referido a las condiciones físicas de una comunidad, las cuales son de origen interno, como, por ejemplo: el material de construcción, el método constructivo, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.
- **Resiliencia:** Este factor está referido a la capacidad de reacción de la población frente al peligro o amenaza, siendo esto asociado a las

resiliencia, menor vulnerabilidad.

**Figura 9: Distribución de la población en términos de vulnerabilidad**



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

Estos factores están a su vez divididos en tres dimensiones: social, económica y ambiental, y se le asigna un valor a cada parámetro y sub parámetro dentro de cada factor para poder realizar la ponderación respectiva, tal como se puede observar en las Tablas N° 1, 2 y 3.

**Tabla 1: Vulnerabilidad, Dimensión Ambiental**

<b>DIMENSIÓN AMBIENTAL</b>	
	Deforestación
<b>EXPOSICIÓN</b>	Especies de flora y fauna por área geográfica
	Pérdida de suelo
	Pérdida de agua
	Características geológicas del suelo
<b>FRAGILIDAD</b>	Explotación de recursos naturales
	Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).
	Localización de centros poblados

**Tabla 2: Vulnerabilidad, Dimensión Económica**

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>	
	Localización de la edificación
	Servicio básico de agua potable y saneamiento
	Servicio de las empresas eléctricas expuestas
<b>EXPOSICIÓN</b>	Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas
	Servicio de empresas de transporte expuesto
	Área agrícola
	Servicios de telecomunicaciones
	Material de construcción de la edificación
	Estado de conservación de las edificaciones
	Antigüedad de construcción de las edificaciones
<b>FRAGILIDAD</b>	Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente
	Topografía del terreno (p=pendiente)
	Configuración de elevación de las edificaciones
	Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

Población económicamente activa desocupada

Ingreso familiar mensual (nuevos soles)

**RESILIENCIA**

Organización y capacitación institucional

Capacitación en temas de gestión del riesgo

**Tabla 3: Vulnerabilidad, Dimensión Social**

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>	
	Grupo Étareo
<b>EXPOSICIÓN</b>	Servicios Educativos Expuestos
	Servicios de Salud terciarios
<b>FRAGILIDAD</b>	Material de construcción de la edificación
	Estado de conservación de la edificación
	Antigüedad de construcción de las edificaciones
	Configuración de elevación de las edificaciones
	Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente
	Capacitación en temas de gestión del riesgo
	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres
<b>RESILIENCIA</b>	Existencia de normatividad política y local
	Actitud frente al riesgo
	Campaña de difusión

Elaboración Propia. Adaptado de: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

### 1.8.5.5 Evaluación de Riesgos

La Evaluación de Riesgos se define como una metodología empleada para la determinación de las características de un riesgo, como la naturaleza y el grado

zona afectada que podrían dañar potencialmente a los habitantes y a su entorno físico, social o económico. El CENEPRED (2014) señala la importancia de la evaluación de riesgos en nuestro país:

- Identificar actividades y acciones para prevenir la generación de nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes, los cuales son incorporados en los Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública a cargo de los Sectores, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial y Distrital).
- Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno, permitiendo de esta manera que los proyectos de inversión sean sostenibles en el tiempo.
- Sus resultados son el insumo básico y principal para la gestión ambiental, la planificación territorial, el ordenamiento y acondicionamiento territorial (Plan de Desarrollo Urbano, Zonificación Ecológica Económica, entre otros).
- Coadyuvar a la toma de decisiones de las autoridades, para proporcionar condiciones de vida adecuadas a la población en riesgo.
- Permitir racionalizar el potencial humano y los recursos financieros, en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

#### **1.8.5.6 Gestión de Riesgos**

Existen más de una única definición de gestión de riesgos, pero todas las definiciones coinciden en que la gestión de riesgos de desastres es un proceso

social que busca reducir y/o controlar los impactos producidos por los desastres.

De acuerdo al Manual de Evaluación de Riesgos del CENEPRED (2015), la gestión de riesgos de desastres es un proceso social que tiene como finalidad prevenir, reducir y controlar los factores de riesgo dentro de la sociedad, brindando a la población la preparación necesaria para responder frente al desastre rigiéndose bajo el marco legal del país.

Según la UNISDR, la gestión de riesgos *“es una práctica generalizada de diversas organizaciones para minimizar el riesgo en las decisiones de inversión y para abordar riesgos operativos, tales como la interrupción de los negocios, las fallas en la producción, el daño ambiental, los impactos sociales y los daños como consecuencia de los incendios y de las amenazas naturales”*.

## **1.9 Marco Normativo**

### **1.9.1 Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje**

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es un documento que resume lo más sustancial de la materia, que servirá de guía y procedimiento para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial, adecuados al lugar de ubicación de cada proyecto. Para el presente proyecto de investigación, se trabajará con el capítulo de Hidrología, que presenta a las metodologías que permiten estimar los caudales de diseño de las obras que constituyen el sistema de drenaje proyectado de la carretera. Para garantizar el buen funcionamiento del sistema de drenaje proyectado, debe considerarse el tamaño de la cuenca como factor hidrológico, ya que el caudal aportado caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, tipo de cobertura vegetal, tipo de manejo de suelo y capacidad de almacenamiento.

La presente metodología se usará para el desarrollo del estudio hidrológico

necesario para la determinación de caudales, para así poder proyectar y desarrollar el diseño del sistema de drenaje pluvial en función a la norma OS.060.

### **1.9.2 Norma Técnica OS.060**

La norma técnica OS.060, presente en el Reglamento Nacional de Edificaciones y modificada por última vez en el año 2018, tiene como objetivo establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana. Esta norma explica previamente los términos básicos para el entendimiento de la misma, para luego darnos a entender las disposiciones generales para el diseño, la presentación de un proyecto de este rubro, las consideraciones hidráulicas en sistemas de drenaje urbano menores y mayores, el impacto ambiental que implica su construcción, la compatibilidad de usos con servicios públicos y los materiales a emplear.

Para el presente proyecto de investigación, la norma será aplicada para realizar el diseño de la red de drenaje pluvial urbano de acuerdo a sus lineamientos.

### **1.9.3 Permisos para la ejecución del proyecto.**

Según el Texto Único de Procedimientos Administrativos de la Municipalidad Provincial de Trujillo, existe una cantidad de permisos y requerimientos previos y necesarios para poder desarrollar un proyecto.

- Una Solicitud dirigida al alcalde.

- Declaración jurada indicando número de DNI
- Carta de factibilidad de servicio de Empresa, Prestadora de Servicio.
- Dos juegos de planos de ubicación y planta, visado por la Entidad Prestadora de Servicios (E.P.S), detallando las características físicas y técnicas de las instalaciones materia del trámite, suscrito por un ingeniero civil.
- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones Técnicas.
- Declaración Jurada indicando nombre, dirección, teléfono, correo electrónico del responsable de la obra y del representante de la empresa de encontrarse hábiles para el ejercicio de la profesión.
- Fotografía de las calles y/o avenidas donde se realizarán las obras y del trazo de canalización proyectado y de la ubicación de la obra o instalación a ejecutar.
- Metrado y Presupuesto de Obra.
- Cronograma de Obra.
- Declaración jurada de compromiso obligándose a reponer el área pública involucrada de acuerdo al diseño original y a indemnizar los daños y perjuicios, lesiones o muerte de personas derivadas de las 15 omisiones, negligencias propias o incumplimiento de las condiciones de seguridad de la autorización.
- Indicación de fecha de pago y número de comprobante por derecho de trámite.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Variables de la Investigación.

La presente investigación tiene en consideración tres variables: la vulnerabilidad, las precipitaciones y el drenaje pluvial.

#### 2.1.1 Vulnerabilidad

**2.1.1.1 Tipo de Variable:** Independiente

**2.1.1.2 Definición Conceptual:** Según CENEPRED (2014), vulnerabilidad es definida como *“la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”*.

**2.1.1.3 Definición Operacional:** Información estadística solicitada a INEI, llenado de fichas in situ durante el trabajo de campo, consulta a profesionales, investigación y recolección de información restante.

#### 2.1.2 Precipitaciones

**2.1.2.1 Tipo de Variable:** Independiente

**2.1.2.2 Definición Conceptual:** Chereque (1989) define a las precipitaciones como *“toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre”*.

**2.1.2.3 Definición Operacional:** Recolección de datos de la Gerencia Regional de Agricultura de la Libertad y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI); procesamiento según la Norma Técnica OS.060, el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), y documentos de apoyo.

### 2.1.3 Drenaje Pluvial

#### 2.1.3.1 Tipo de Variable: Dependiente

**2.1.3.2 Definición Conceptual:** Es el conjunto de estructuras que recolectan agua de escorrentía, de zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables, dirigiéndola hacia un cuerpo receptor para su vertido, procurando cumplir con la norma establecida (Hernández, 2018).

**2.1.3.3 Definición Operacional:** Análisis y desarrollo del diseño basados en la Norma Técnica OS.060, diseño de propuestas basadas en antecedentes para definir la mejor alternativa de solución.

## 2.2 Operacionalización de las variables

*Tabla 4: Tabla de Operacionalización de las Variables*

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
VULNERABILIDAD INDEPENDIENTE		Según CENEPRED (2014), vulnerabilidad es definida como “la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”.	Información estadística solicitada a INEI, llenado de fichas in situ durante el trabajo de campo, consulta a profesionales, investigación y recolección de información restante	Exposición social	Grupo etéreo, servicios de educación y salud expuestos
				Exposición económica	Localización de edificación, porcentaje de servicios económicos básicos expuestos
				Exposición ambiental	Pérdida de suelo, especies de flora y fauna por área geográfica
				Fragilidad social	Material de construcción, estado de conservación, antigüedad, configuración de las edificaciones, incumplimiento de norma
					Material de construcción, estado de conservación, antigüedad de las edificaciones, incumplimiento de norma, topografía del terreno
				Fragilidad económica	Características del suelo, localización de la edificación
				Fragilidad Ambiental	Conocimiento y capacitación de la población, normatividad política, actitud frente al riesgo
Resiliencia social	Población económicamente activa desocupada, ingreso mensual, organización institucional				
				Resiliencia económica	

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
PRECIPITACIONES	INDEPENDIENTE	Chereque (1989) define a las precipitaciones como “toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre”.	Recolección de datos de MINAGRI, procesamiento según Manual de Hidrología MTC	Intensidad Frecuencia Escorrentía superficial	Medida de precipitación, Periodo de retorno, Precipitación media Masa de precipitación, Intensidad - Duración, Intensidad - Duración - Frecuencia Infiltración, Evaporización, Coeficiente de Escorrentía
DRENAJE PLUVIAL	DEPENDIENTE	Es el conjunto de estructuras que recolectan agua de escorrentía, de zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables, dirigiéndola hacia un cuerpo receptor para su vertido, procurando cumplir con la norma establecida (Hernández, 2018).	Análisis y desarrollo del diseño basados en la norma OS.060	Área Tributaria Características topográficas Condiciones hidráulicas	Delimitación del terreno, sección de vía, red de drenaje Calidad del suelo, Elevación del terreno, Pendiente de terreno Caudal de diseño, Captación en calzada

Fuente: Elaboración Propia

### **2.3 Tipo de Investigación**

El presente proyecto de investigación es de tipo descriptiva cuantitativa, debido a que busca describir el comportamiento de las lluvias en el Centro Histórico de Trujillo específicamente y proponer alternativas de solución, realizando un análisis de vulnerabilidad; y, además, porque se realizan diseños y cálculos centrados en el estudio y análisis de la realidad, teniendo un mayor nivel de control e inferencia.

### **2.4 Población y muestra**

La población del presente proyecto de investigación abarca al distrito de Trujillo. La muestra seleccionada para la tesis es el Centro Histórico de Trujillo, siendo esta la unidad muestral. Para el estudio de la fragilidad social en el análisis de vulnerabilidad, la muestra será el conjunto de los jirones San Martín, Independencia, Orbegoso y cuadras adyacentes, como se indicará más adelante en el procedimiento, junto a sus habitantes.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.5.1 Técnicas y Materiales**

#### **2.5.1.1 Estudio de Vulnerabilidad**

Con el estudio de la vulnerabilidad del Centro Histórico de Trujillo, se busca conocer qué tan propensa es la zona a ser dañada por las lluvias de gran intensidad, y cómo esto afecta a la necesidad de un sistema de evacuación de aguas pluviales. Este estudio abarca tres ámbitos: el social, el económico y el ambiental.

El análisis de vulnerabilidad se desarrollará en base al “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Perú – CENEPRED, de manera que se puedan seguir los lineamientos necesarios para un análisis normado y real.

En este estudio se realizará una evaluación sobre la situación actual del Centro Histórico de Trujillo en diversos aspectos; que van desde el estado físico de la infraestructura zonal, las características geológicas de la misma y de los servicios básicos; hasta sus habitantes, su capacitación y actitud frente a los riesgos, y su situación económica.

Este estudio será realizado enfocándose en una zona específica del Centro de Trujillo: los Jirones San Martín, Independencia, y sus cuadras aledañas. Esto, debido a la tendencia del flujo proveniente de la Quebrada San Idelfonso a discurrir por las mismas, provocando un caudal mayor y, por consiguiente, daños mayores.

### **2.5.1.2 Estudio Hidrológico**

El estudio hidrológico se desarrollará principalmente en base a los lineamientos de la Norma Técnica OS.060, la cual otorga las especificaciones necesarias para un cálculo con precisión, además de complementar el desarrollo de la misma haciendo uso del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC).

### **2.5.1.3 Diseño de Drenaje Pluvial Urbano**

El diseño del drenaje pluvial urbano será desarrollado en base a los lineamientos de la Norma Técnica OS.060, la cual es la normativa base y más implementada al momento de diseñar esta clase de estructuras. Esta normativa indica que en todo proyecto de drenaje urbano se debe ejecutar, sin carácter limitativo los estudios de:

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

Estos estudios permitirán un correcto diseño del sistema de drenaje pluvial urbano de acuerdo a las necesidades del Centro Histórico de Trujillo. Para efectos de la presente investigación, se hará énfasis principalmente en los estudios de topografía, hidrología, hidráulica y evaluación de operación y mantenimiento.

## **2.5.2 Recolección de Datos**

### **2.5.2.1 Estudio de Vulnerabilidad**

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad, se hace empleo de la Matriz de Vulnerabilidad propuesta por el CENEPRED, en la cual las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alto. Para realizar el análisis de vulnerabilidad del Centro Histórico de Trujillo, se realizará una inspección visual del área de estudio, para identificar los puntos más propensos a ser afectados por estos eventos, que se encontrarán sustentadas en guías de observación, junto al análisis respectivo de la infraestructura zonal. Toda esta información abarcará a las dimensiones de fragilidad económica. Dichos registros pueden ser observados en los Anexos 1, 2, 3 y 5.

La información estadística acerca de la población fue solicitada al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), vía correo electrónico.

Además, se realizarán las consultas respectivas a profesionales especialistas para temas más específicos. Finalmente, el autor recurrió a información presente en documentos municipales y noticias.

### **2.5.2.2 Estudio Hidrológico**

De acuerdo con la información especificada por la normativa peruana, en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, es primordial para el inicio del estudio hidrológico la representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos. Para esto, es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) la principal entidad para poder acceder a esta información, obteniendo datos históricos hidrométricos, pluviométricos y meteorológicos de las estaciones más cercanas a los distritos de Trujillo sobre las precipitaciones

pluviales. Junto con la Gerencia de Agricultura de La Libertad, el autor pudo tener acceso a la información requerida a través de una solicitud presencial. Esta información sería proveniente de la Estación CORPAC, en el distrito de Huanchaco, siendo la información más cercana al área de estudio. Con los datos hidrometeorológicos, se realiza el estudio hidrológico.

### **2.5.2.3 Diseño de Drenaje Pluvial**

#### **2.5.2.3.1 Topografía**

Para la obtención de datos de la topografía de la zona a trabajar, se accederá a las bases de datos de la Municipalidad Provincial de Trujillo para las cotas del Centro Histórico de Trujillo y para las secciones transversales de las calzadas de las distintas calles, donde se planteará el diseño de la red, además de las pendientes y los puntos críticos de empozamiento. Esta información se procesará mediante del software AutoCAD Civil 3D.

#### **2.5.2.3.2 Análisis Constructivo de la Zona**

Para lograr un correcto diseño de los sistemas de drenaje, se busca realizar el proyecto priorizando no perjudicar otras áreas y/o proyectos ya ejecutados previamente. Esto se logró teniendo acceso a planos de distribución de agua, planos de alcantarillado, el plano del proyecto de iluminación, todo esto de la mano de la Municipalidad Provincial de Trujillo.

### **2.5.3 Análisis de Datos**

#### **2.5.3.1 Análisis de Vulnerabilidad**

En primer lugar, se aplicará el formato de recolección de datos mediante la técnica de observación directa durante fechas específicas, de tal manera que se recolectará la información requerida como: Estado de construcción de las edificaciones, material de construcción, antigüedad, configuración de las edificaciones, incumplimientos de la norma vigente de construcción. Además, se tomarán fotografías de la zona afectada, como parte de la evidencia de trabajo.

Luego de obtener la información necesaria para el análisis de vulnerabilidad, se analizará la misma para darle un valor a cada dimensión analizada, para finalmente definir el nivel de la vulnerabilidad del área de estudio; todo esto regidos bajo los lineamientos del Manual para la Evaluación de Riesgos del CENEPRED. Toda esta información es analizada haciendo uso de softwares como Microsoft Excel.

#### **2.5.3.2 Estudio Hidrológico**

De acuerdo con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, generalmente son utilizados métodos indirectos para la estimación del caudal de diseño, dado que el país presenta limitaciones en la disponibilidad de datos, tanto hidrométricos como pluviométricos, además que la mayor parte de las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas. Al obtener los datos solicitados respecto a las precipitaciones, se ejecutará el análisis de la información por medio de la selección de periodo de retorno y el procesamiento de la información estadística obtenida a través de hojas de cálculo. Basando el análisis en la Norma

cuales se diseña el sistema de drenaje pluvial.

La norma OS.060 sugiere la ejecución del cálculo de caudales de escurrimiento según el Método Racional, para áreas de drenaje no mayores a 13 km<sup>2</sup>, o las técnicas de hidrogramas unitarios para áreas mayores a 13 km<sup>2</sup>. Estos procedimientos se realizarán de la mano del software de procesamiento estadístico de datos hidrológicos Hydroesta.

El Método Racional abarca el análisis y procesamiento de datos, para la obtención de los valores de:

- Coeficiente de escorrentía
- Intensidad de lluvia
- Área de drenaje
- Periodo de Retorno
- Información Pluviométrica

### **2.5.3.3 Diseño de Drenaje Pluvial**

Se delimitarán las cuencas para drenar el agua pluvial y se establecerá el modelo evaluando los puntos críticos a dar solución, periodo de vida útil de 10 años, según los requerimientos del modelo de drenaje pluvial ante la presencia de eventos extraordinarios, para lograr disminuir el impacto de riesgo a la zona afectada.

A través del software AutoCAD Civil 3D, se conocerán las cotas, longitudes y pendientes en el Centro Histórico de Trujillo, para así determinar el perfil de la red de drenaje pluvial a proponerse, y poder realizar el diseño en base a ello. Con esto, se definirán las secciones transversales del recorrido de la red a plantear.

Con la información obtenida de los estudios, se trabaja el diseño de la red

haciendo uso de las fórmulas indicadas por la Norma Técnica OS.060. Su uso se da para poder determinar, con los estudios previos, criterios como: la capacidad, el tipo de sección, el tamaño de las estructuras. La ubicación, el diseño y el sentido del flujo de estas estructuras se realiza siguiendo la topografía correspondiente a la zona. Junto a ello, se analiza de acuerdo a la orientación de flujo de los recorridos, los lugares más adecuados para el desemboque de cada una de estas micro redes de drenaje, diseñando también las cajas de almacenamiento que recibirán el agua.

Para la determinación de la mejor opción de drenaje, se toman en cuenta aspectos económicos, de mantenimiento, entre otros.

## 2.6 Procedimientos

### 2.6.1 Análisis de Vulnerabilidad

El Análisis de Vulnerabilidad se desarrolló aplicando como base la metodología indicada en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014), la cual está a su vez construida bajo los lineamientos de la Ley N° 29664 “Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)”. La Ley N° 29664 define a la vulnerabilidad como “la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”.

Para el desarrollo del análisis de vulnerabilidad frente a inundaciones del Centro Histórico de Trujillo, se recurrió a la metodología propuesta por el CENEPRED en su título “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” (2014). En esta se plantea un análisis jerárquico en base a tres factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia; y a tres elementos expuestos o dimensiones: sociales, económicos y ambientales. Ambas se mezclan para crear parámetros de evaluación, los cuales están especificados y deconstruidos según sus sub parámetros en el Anexo N° 5. Luego de una ardua investigación para asignar un valor a cada parámetro de evaluación, se realiza el procedimiento matemático, siendo que cada parámetro tiene un porcentaje en peso de acuerdo a su importancia, para hallar el valor de las tres dimensiones previamente mencionadas. Cada dimensión tiene su propio peso: la dimensión total abarca un 63.3%, mientras que la dimensión económica abarca un 10.6%, y la dimensión ambiental un 29.2% del total. Con estos porcentajes y sus valores, finalmente se determina el nivel de vulnerabilidad de la zona según el resultado del procedimiento matemático previo.

**Tabla 5: Matriz de Vulnerabilidad**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Vulnerabilidad Muy Alta	Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.	$0.260 \leq R < 0.503$
Vulnerabilidad Alta	Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Material de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.	$0.134 \leq R < 0.260$
Vulnerabilidad Media	Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quinchá (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$ . Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%.	$0.068 \leq R < 0.134$
Vulnerabilidad Baja	Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$ . Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.	$0.035 \leq R < 0.068$

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

*Ecuación 1: Valores de Parámetros de Evaluación de Vulnerabilidad*

$$\sum \text{Parámetro Evaluador}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

*Ecuación 2: Valor Final de la Vulnerabilidad*

$$D. \text{Social} \times \text{Peso} + D. \text{Económica} \times \text{Peso} + D. \text{Ambiental} \times \text{Peso} = \text{Vulnerabilidad}$$

Obtenido el valor de vulnerabilidad, se ubica dentro de los rangos indicados por el CENEPRED en su manual, para así determinar el nivel de Vulnerabilidad de la zona evaluada, en este caso del Centro Histórico de Trujillo frente a fuertes lluvias.

### **2.6.2 Estudio Topográfico**

El estudio topográfico se ejecutó considerando los ejes y los bordes de las calzadas del Centro Histórico de Trujillo, además puntos estratégicos para representar de manera adecuada la distribución zonal. En el Anexo N° 22, se encuentra representado este estudio en un plano. Con esta información se realizó la determinación de cotas extremas en la topografía del Centro Histórico de Trujillo:

- Cota mayor: Intersección entre Av. España y Jr. Rímac, 42 m.s.n.m.
- Cota menor: Intersección entre Av. España, Av. Larco y Jr. Pizarro, 25.6 m.s.n.m.

Con esta información, se traza la orientación de flujo en las distintas calles del área de estudio, para poder determinar las rutas de cada subred de drenaje, y sus puntos de desemboque. Para el análisis hidrológico, cada una de estas es dividida en tramos.

### **2.6.3 Estudio Hidrológico**

El estudio hidrológico realizado en la presente investigación fue en base a la metodología planteada en la Norma Técnica OS.060, complementada con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC).

### **2.6.3.1 Obtención de Datos Hidrometeorológicos**

Lo primero fue la obtención de los datos sobre las precipitaciones en el Centro Histórico de Trujillo. Se acudió a la Gerencia Regional de Agricultura, donde fue brindado el documento “La Libertad. El Clima y Los Ríos en cifras: Estadísticas de seis décadas” (2010), de donde se obtuvo la información hidrometeorológica de la estación Ex Corpac, en el distrito de Huanchaco. Se consideró hacer uso de esta información debido a que la estación es más cercana al Centro Histórico de Trujillo en presentar la cantidad necesaria de datos para un estudio real. Además, de la web de la Gerencia Regional de Agricultura de La Libertad se pudo conseguir la información de la presente década, la cual no estaba presente en el documento anteriormente mencionado. La tabla de datos se aprecia en el Anexo N° 6.

### **2.6.3.2 Selección del Periodo de Retorno**

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada cierta cantidad de años, se le denomina Período de Retorno. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de  $n$  años. La Norma Técnica OS.060 señala que un sistema menor de drenaje debe de ser diseñado para un periodo de retorno de entre 2 y 10 años, dependiendo de la importancia de la urbanización. Siendo el Centro Histórico de Trujillo unos de los principales focos económicos de la ciudad, además de su importancia histórica y turística, se ha considerado el periodo de retorno en 10 años.

### 2.6.3.3 Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos

Las precipitaciones máximas por año hidrológico son necesarias para determinar los parámetros estadísticos requeridos en la aplicación de los siguientes procedimientos. Para el cálculo de los parámetros estadísticos se hizo uso de la Desviación Estándar ( $\sigma$ ), característica ( $Kd$ ) y moda ( $Ed$ ).

Con los parámetros estadísticos, se calculan las lluvias máximas diarias, a través de un modelo matemático que se ajusta bien a la Ley de Gumbel modificada:

#### *Ecuación 3: Altura de Lluvia Máxima Diaria*

$$h_{at} = Edp * (1 + Kdp * \log T)$$

Donde:

$h_{at}$  = altura de lluvia máxima diaria

$Edp$  = moda ponderada

$Kdp$  = característica ponderada

$T$  = periodo de retorno

Para la determinación de la altura de lluvia máxima horaria para un periodo de retorno  $T$  y tiempo de duración  $t$ , se recurre a la Ley de Gumbel modificada, basada en la siguiente ecuación:

#### *Ecuación 4: Altura de lluvia máxima horaria*

$$h_{tT} = Edp * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * (1 + Kdp * \log T)$$

Donde:

$Edp$  = moda ponderada

$Kdp$  = característica ponderada

$T$  = periodo de retorno

$h_{tT}$  = altura de lluvia maxima horaria

$t$  = tiempo de duración de la lluvia

$\beta =$  constante 0.2

$\alpha =$  Equivalente de lluvia diaria que depende de la magnitud de la cuenca:  
para:  $A_c > 20 \text{ km}^2$ ;  $\alpha = 12$  y para  $A_c < 20 \text{ km}^2$ ;  $\alpha = 2$

Los resultados de esta ecuación, al ser divididos entre su respectivo año de periodo de retorno, resultan en la Intensidad de lluvias horarias.

De esta manera, luego de aplicar la fórmula, se obtiene una tabla con los datos de la duración de lluvias en horas (0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20 y 24) para periodos de retorno determinados. Estos datos, divididos entre sus horas, resultan en las intensidades de lluvia en horas, los cuales son los datos necesarios para realizar la gráfica de curvas I.D.F.

#### 2.6.3.4 Cálculo del Tiempo de Concentración

Para poder hallar las intensidades máximas y por ende el caudal máximo necesario para el diseño, se requiere el tiempo de concentración, para el cual existen tres métodos:

##### *Ecuación 5: Método de Alcantarillas*

$$t_c = \frac{0.243 * L}{A^{0.1} * J^{0.2}}$$

##### *Ecuación 6: Método de la Fórmula de California*

$$t_c = 0.30 * \left( \frac{L}{\sqrt[4]{J}} \right)^{0.76}$$

##### *Ecuación 7: Método de Ventura y Heras*

$$t_c = 0.05 * \sqrt{\frac{A}{J}}$$

Donde:

$L$  = longitud principal de la cuenca, km

$H$  = desnivel del Centro Histórico de Trujillo

$J$  = pendiente principal en el Centro Histórico de Trujillo

$A$  = área del Centro Histórico de Trujillo

Con todos los métodos aplicados, se determina el valor final del tiempo de concentración mediante el promedio de los resultados.

### 2.6.3.5 Cálculo del Coeficiente de Escorrentía

Para hallar el coeficiente de escorrentía, se asignan valores determinados por la Norma Técnica OS.060 de acuerdo a la superficie de la zona. Estos valores son presentados dentro del Anexo N° 6.

Estos valores se asignan a las distintas áreas que abarca cada tramo de cada subcuenca, para de esta manera hallar un valor promedio por tramo, y luego, para cada subcuenca planteada.

### 2.6.3.6 Método Racional para Cálculo de Caudales Máximos

El método racional, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Para áreas urbanas, donde el área de drenaje está compuesta de subáreas o subcuencas de diferentes características, el caudal pico proporcionado por el método racional viene expresado por la siguiente forma:

*Ecuación 8: Fórmula de Método Racional:*

$$Q_{max} = \frac{C * i_{max} * A}{3.6}$$

Donde:

$C$  = Coeficiente de escorrentía

$i_{max}$  = intensidad máxima

$A$  = área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

$Q_{max}$  = caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

Estos caudales hallados para cada subcuenca, finalmente serán utilizados para el diseño de las estructuras de captación de las redes de drenaje a proponer.

## **2.6.4 Diseño de Estructuras de Captación de Aguas Pluviales**

Una vez realizado el estudio hidrológico, se puede dar pie al diseño de las estructuras de captación de aguas pluviales. Para poder realizar el diseño del Sistema de Evacuación de Aguas Pluviales en Zona Vehicular, deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

### **2.6.4.1 Orientación del Flujo**

La topografía se utilizó para conocer la orientación de flujo de las calles del área de estudio, para así poder determinar las subcuencas de cada propuesta, en base a las cuales se determinarán las cunetas. Además, el diseño de las secciones de cunetas se aplicará en base a las pendientes y longitudes de los distintos tramos.

### **2.6.4.2 Diseño de las Cunetas**

Las cunetas, según la definición que presenta el Manual de Hidrología y Drenaje (2016), son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial.

La capacidad de las cunetas depende de diversos aspectos, como la sección transversal, la pendiente y la rugosidad del material con la que se construyan estas cunetas, y se rige por dos límites:

- Caudal que transita con la cuneta llena
- Caudal que produce la velocidad máxima admisible

Por las características de la red a plantear, se considerará una sección rectangular para las cunetas transversales, es decir, para las que atraviesan la calzada; mientras que se considerará una sección triangular para las cunetas longitudinales: las cunetas que van a lo largo de cada tramo, al costado de la vereda.

Para el diseño hidráulico de las cunetas rectangulares utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

***Ecuación 9: Ecuación de Manning para Cunetas Rectangulares***

$$Q = AxV = \frac{(AxR_h^{2/3}xS^{1/2})}{n}$$

Donde:

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$V$  = Velocidad media (m/s)

$A$  = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

$P$  = Perímetro mojado (m)

$R_h$  =  $A/P$  Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado).

$S$  = Pendiente del fondo (m/m)

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning

Para el diseño hidráulico de las cunetas triangulares, utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning modificada brindada en la norma OS.060:

***Ecuación 10: Ecuación de Manning para Cunetas Triangulares - Rectangulares***

$$Q = 315 \frac{z}{n} S^{0.5} y^{8/3} \left[ \frac{z}{1 + \sqrt{1 + z^2}} \right]^{2/3}$$

Donde:

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$z$  = Talud

$y$  = Espejo de agua (m)

$S$  = Pendiente del fondo (m/m)

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning

Los valores de la variable “n” se determinarán según la tabla de valores de Manning según el recubrimiento de la cuneta, presente en el Anexo N° 7. Para el presente proyecto se considera una cuneta de concreto con acabado paleteado, con pendientes pequeñas, siendo el valor un total de 0.014.

#### **2.6.4.3 Desemboque y diseño de cajas de almacenamiento de agua**

El sistema de evacuación propuesto funcionará a gravedad, por lo que, de acuerdo a la orientación de flujo, tendrá que tener un punto de desemboque cercano y acorde a su sentido de flujo. El desemboque se realizará en cajas de agua diseñadas en base a la actual norma de Saneamiento del Ministerio de Vivienda, siendo un diseño único promedio para cada una de las cajas de almacenamiento. Existirá una caja por cada subcuenca.

El presente proyecto, buscando además ser sostenible a futuro, propone conducir las aguas recibidas por las redes de drenaje hasta distintos puntos cercanos al Centro Histórico, donde principalmente predominen áreas verdes. Estas cajas están proyectadas para ser complementadas a futuro con proyectos de riego para estas áreas verdes.

#### **2.6.4.4 Documentación Complementaria**

Para poder plantear un buen desarrollo de proyecto, debe de tenerse en cuenta los requisitos previos necesarios para poder plantearlo. Ya que el área de estudio se encuentra dentro del distrito de Trujillo, estos requisitos son determinados por la Municipalidad Provincial de Trujillo. Además, es necesario conocer cuáles son las actividades de mantenimiento que deben de realizarse para que el sistema de drenaje planteado pueda cumplir con los años de vida proyectados.

### **2.7 Aspectos Éticos**

La presente investigación se desarrollará conforme a los principios éticos correspondientes de un estudiante de la Universidad Privada del Norte, y se registrará a lo indicado en la Guía de la Facultad de Ingeniería, citando como corresponde y siguiendo un estándar de calidad. En general, la investigación será desarrollada conforme a lo especificado en la norma técnica OS.060. El recojo de datos se realizó de acuerdo a lo indicado en las diferentes normativas empleadas para la investigación. En cuanto al análisis de vulnerabilidad, este se desarrollará en base al “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Perú – CENEPRED. Para el desarrollo de la tesis en su totalidad se ha tomado información de diversas tesis de grado en relación a la variable independiente y dependiente, para así obtener los conocimientos necesarios acerca del tema, citados respectivamente según la norma APA.

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

Para el presente proyecto, se propone evaluar dos propuestas distintas de distribución de la red de drenaje:

- Una propuesta con las calles más críticas del proyecto
- Otra propuesta con todas las calles del Centro Histórico de Trujillo

La primera propuesta abarca todas las calles del Centro Histórico de Trujillo, mientras que la segunda propuesta abarca las calles:

- San Martín
- Orbegoso
- Zepita
- Independencia

Estas calles fueron escogidas bajo el estudio histórico del comportamiento de la tormenta desde los años 2015 hasta 2020, de acuerdo con factores como:

- Importancia de la calle
- Tráfico usual
- Impacto negativo de las lluvias
- Tipo de topografía del terreno
- Pendiente de la calle

### 3.1 Análisis de Vulnerabilidad

Los valores de cada uno de los subparámetros que se ha considerado para el presente análisis están señalados en el Anexo N° 5 del presente documento. Por otro lado, los valores resultantes de los parámetros de cada dimensión evaluada están comprendidas entre los Anexos N° 1, 2 y 3. El parámetro exposición tiene un peso de 0.633, mientras que el parámetro fragilidad tiene un peso de 0.106, y el parámetro resiliencia es de 0.332; esto para cada una de las dimensiones.

Como parte del estudio de Fragilidad Social y Fragilidad Económica, se hicieron estudios in situ, considerando las calles de San Martín, Independencia y cuadras aledañas. Los resultados estadísticos de este estudio se pueden observar en los Anexos N° 23, 24, 25, 26 y 27.

Los valores resultantes finales, mostrados en los Anexos N° 1, 2 y 3, se multiplican por el peso de cada parámetro, teniendo como resultado:

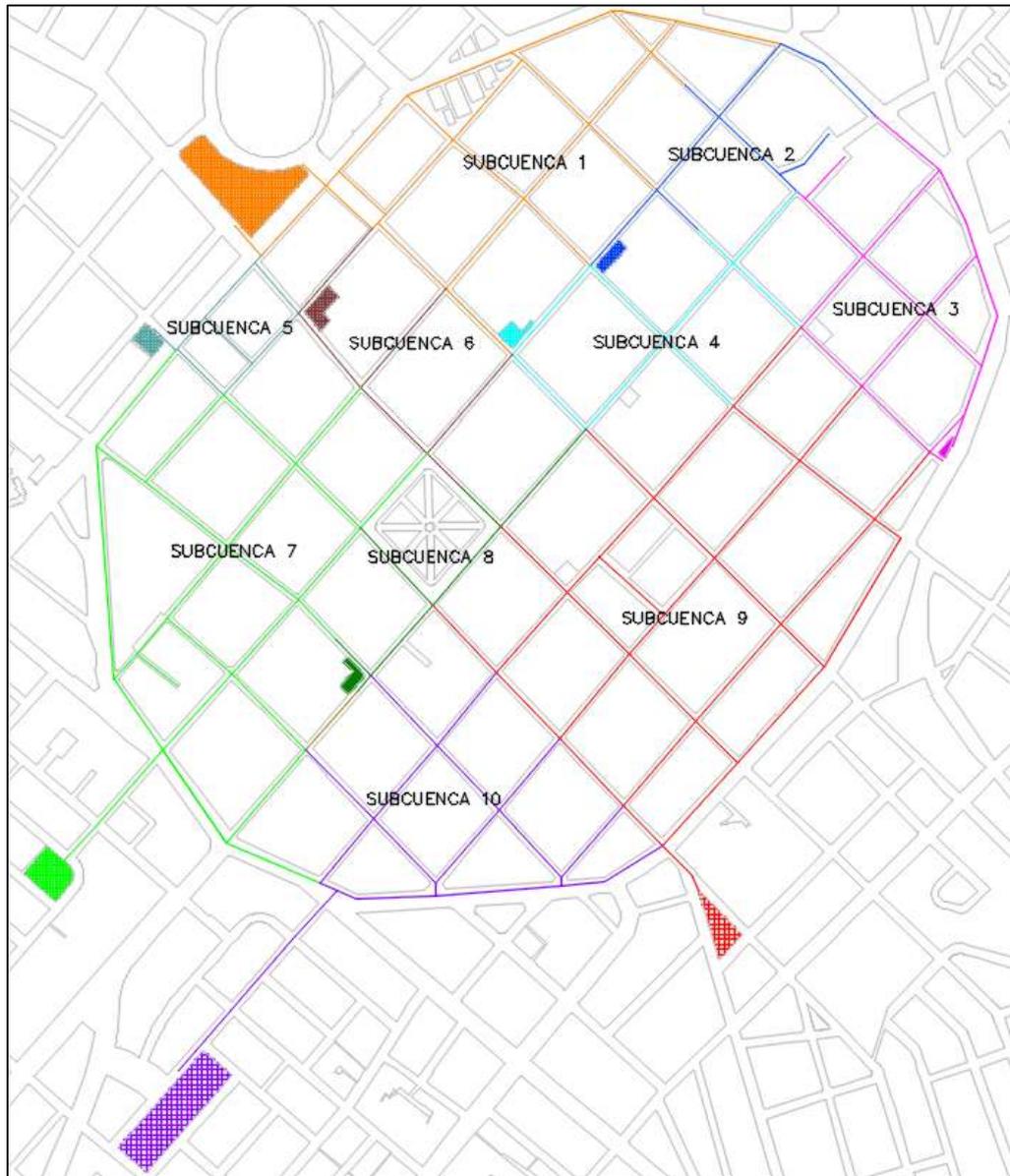
- Dimensión Social: 0.332
- Dimensión Económica: 0.279
- Dimensión Ambiental: 0.292

Para el cálculo final de la vulnerabilidad, la dimensión social tiene un peso de 0.633, la dimensión económica tiene un peso de 0.106, y la dimensión ambiental tiene un peso de 0.260. Multiplicando el valor de cada dimensión con su peso, y haciendo la sumatoria, se tiene que el valor final de la vulnerabilidad es de 0.292.

Haciendo uso de la Tabla N° 5 de Matriz de Vulnerabilidad, se concluye que, de acuerdo al valor de la vulnerabilidad, el Centro Histórico de Trujillo tiene una vulnerabilidad muy alta frente a las lluvias fuertes.

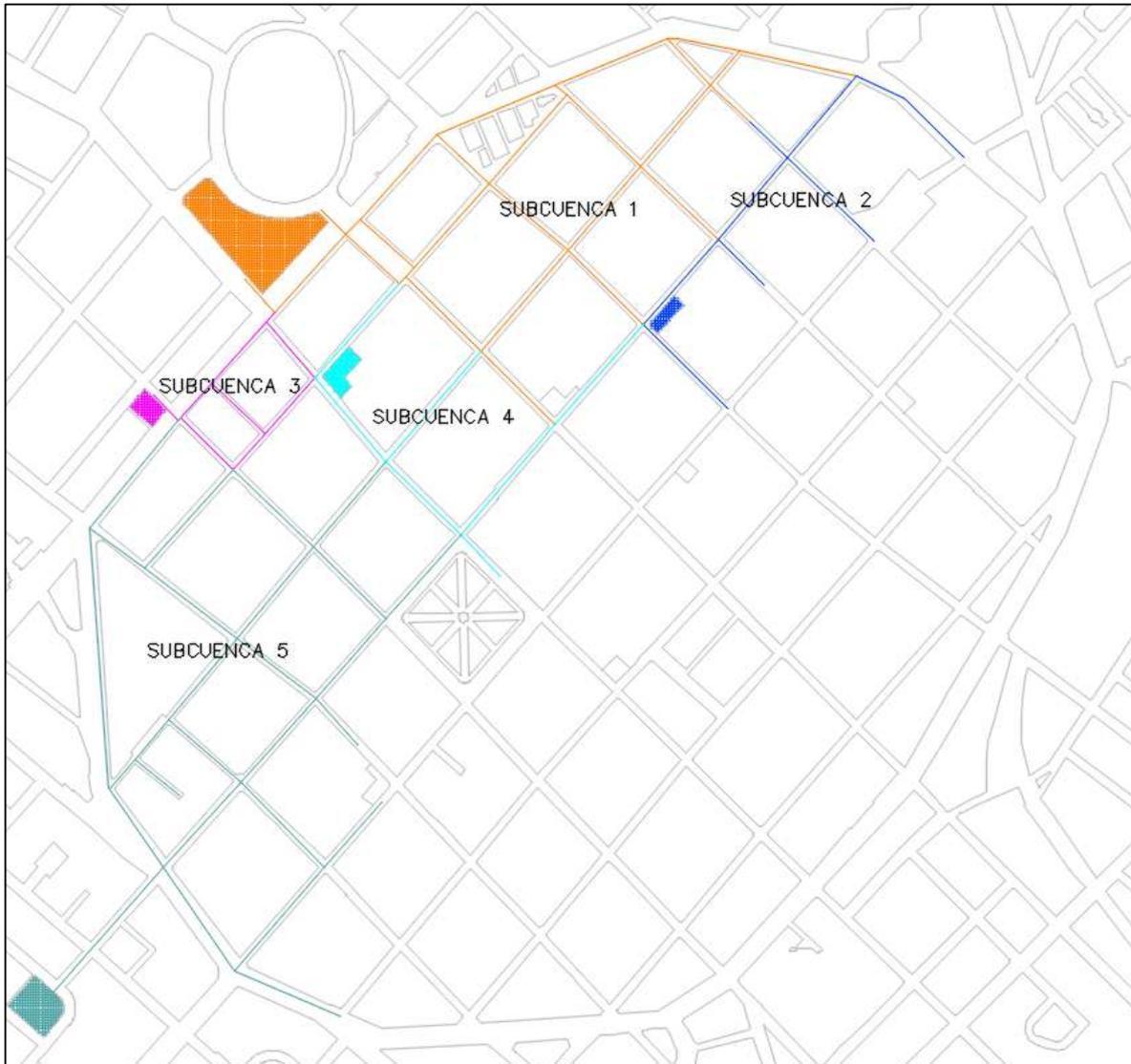


*Figura 11: Subcuencas para la Primera Propuesta*



Fuente: Elaboración Propia

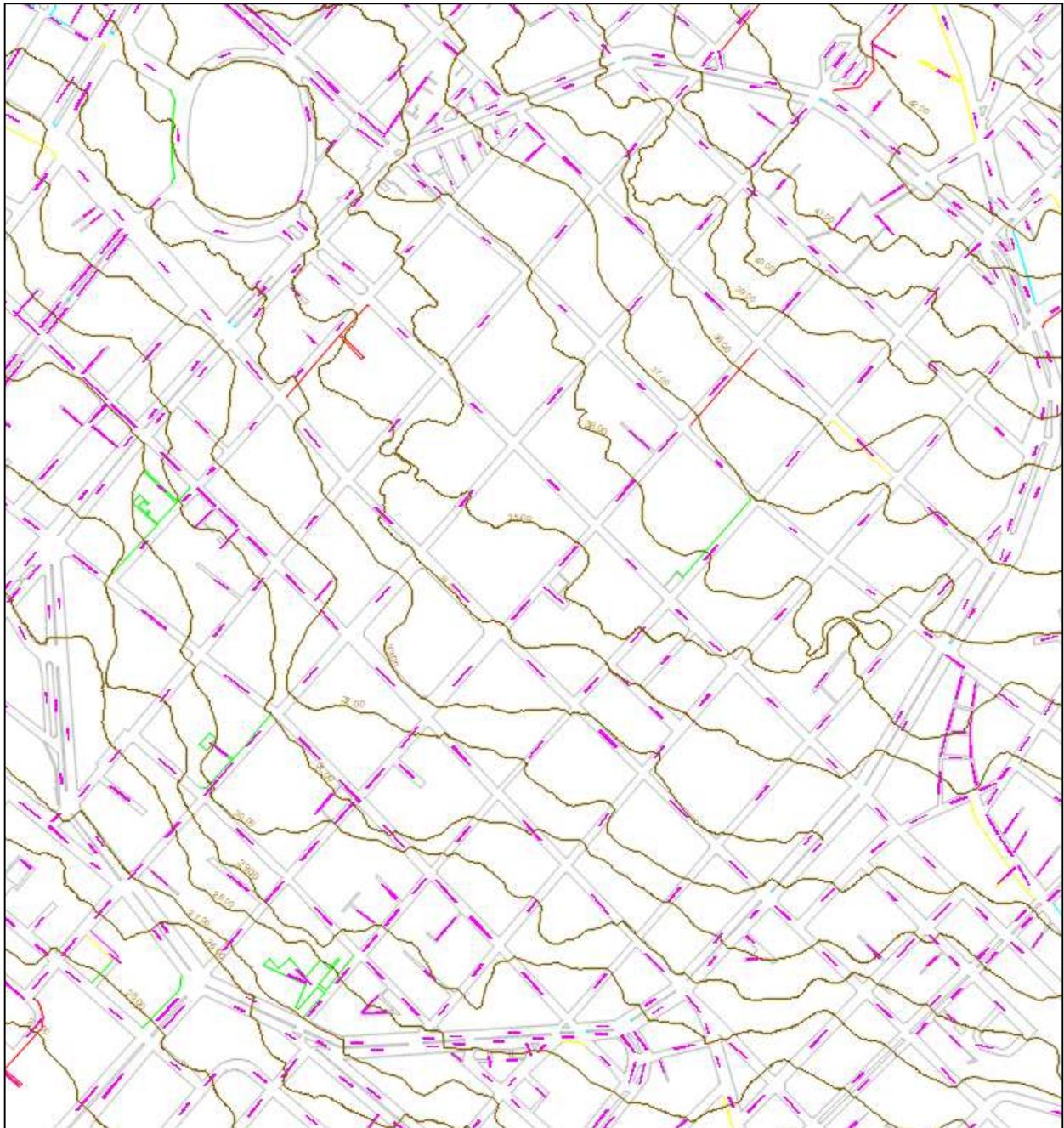
*Figura 12: Subcuencas para la Segunda Propuesta*



Fuente: Elaboración Propia

En base a las curvas de nivel, se pudo encontrar las cotas en los puntos principales e intersecciones, y, por consiguiente, pudieron obtenerse las pendientes necesarias para el diseño. Además, se obtuvieron los valores de las longitudes por tramos. El plano de curvas de nivel se observa a detalle en el Anexo N° 22.

*Figura 13: Curvas de Nivel Topográficas en el Centro Histórico de Trujillo*



Fuente: Elaboración Propia

Por cada subcuena, se consideró para el cálculo del Método Racional, las longitudes de su tramo más largo, sus cotas mayor y menor y su pendiente. Estos valores se observan en las Tablas 6 y 7, para cada subcuena. Los valores totales de longitudes y pendientes por tramo se encuentran en los Anexo N° 12 y 13.

**Tabla 6: Información Topográfica por Subcuencas, Propuesta 1**

DATOS TOPOGRÁFICOS PROPUESTA 1							
SUB CUENCA	Longitud Tramo Principal (km)	Cota más alta	Ubicación cota alta	Cota más baja	Ubicación cota baja	Diferencia de Altura (m)	Pendiente
1	0.862	41.2	Independencia/España	32.18	Orbegoso/España	9.02	1.05%
2	0.503	42.15	España/Unión	36.3	Junín/Independencia	5.85	1.16%
3	0.56	42.15	España/Unión	37.1	España/Colón	5.05	0.90%
4	0.591	40.05	Estete/Pizarro	35.05	Independencia/Gamarra	5	0.85%
5	0.252	32.63	Zepita/Orbegoso	30.77	España/Almagro	1.86	0.74%
6	0.445	35.05	Independencia/Gamarra	32.63	Zepita/Orbegoso	2.42	0.54%
7	0.718	34.05	Independencia/Orbegoso	25.75	España/Pizarro	8.3	1.16%
8	0.474	35.35	Gamarra/Pizarro	30.25	Bolognesi/Pizarro	5.1	1.08%
9	0.841	37.03	Junín/Bolívar	29.7	España/Almagro	7.33	0.87%
10	0.391	31.41	Almagro/Bolívar	26.79	España /Bolívar	4.62	1.18%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7: Información Topográfica por Subcuencas, Propuesta 2**

DATOS TOPOGRÁFICOS PROPUESTA 2							
SUB CUENCA	Longitud Tramo Principal (km)	Cota más alta	Ubicación cota alta	Cota más baja	Ubicación cota baja	Diferencia de Altura (m)	Pendiente
1	0.862	41.2	Independencia/España	32.18	Orbegoso/España	9.02	1.05%
2	0.503	42.15	España/Unión	36.3	Junín/Independencia	5.85	1.16%
3	0.252	32.63	Zepita/Orbegoso	30.77	España/Almagro	1.86	0.74%
4	0.613	36.3	Independencia/Gamarra	32.63	Zepita/Orbegoso	3.67	0.60%
5	0.718	34.05	Independencia/Orbegoso	25.75	España/Pizarro	8.3	1.16%

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Estudio de la Cuenca Hidrográfica

Se realizó el análisis de la tormenta de los registros con los que se cuentan (años), y se han ordenado en años hidrológicos, desde setiembre de un año calendario hasta agosto del año siguiente, y los resultados mínimos, máximos y sus promedios se observan en las siguientes tablas:

**Tabla 8: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1961-1988**

ESTACIÓN		61-80	1981 - 1982	1982 - 1983	1983 - 1984	1984 - 1985	1985 - 1986	1986 - 1987	1987 - 1988
CORPAC - HCO	Mínimo	0.100	0.000	0.600	0.000	0.000	0.000	14.100	0.000
	Promedio	0.600	0.000	1.280	0.000	0.000	0.000	14.100	0.000
	Máximo	1.400	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000	14.100	0.000

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1988-1996**

ESTACIÓN		1988 - 1989	1989 - 1990	1990 - 1991	1991 - 1992	1992 - 1993	1993 - 1994	1994 - 1995	1995 - 1996
CORPAC - HCO	Mínimo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	2.200
	Promedio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.500	1.500	2.800
	Máximo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	2.000	3.200

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 1996-2004**

ESTACIÓN		1996 - 1997	1997 - 1998	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003 - 2004
CORPAC - HCO	Mínimo	2.000	3.180	2.020	0.510	0.250	0.510	2.540	0.760
	Promedio	3.067	10.584	13.710	4.890	9.395	1.525	9.838	8.213
	Máximo	4.000	22.200	25.400	13.460	32.000	2.540	24.130	22.350

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 2004-2012**

ESTACIÓN		2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012
CORPAC - HCO	Mínimo	0.510	1.020	0.760	0.510	0.250	0.250	0.500	0.510
	Promedio	1.187	3.688	7.832	1.326	2.030	1.420	5.330	3.200
	Máximo	2.030	7.630	32.000	2.040	6.860	5.080	18.280	6.860

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12: Datos Pluviométricos, Estación Huanchaco, 2012-2017**

ESTACIÓN		2012 - 2013	2013 - 2014	2014 - 2015	2015 - 2016	2016 - 2017
CORPAC - HCO	Mínimo	0.250	0.250	0.250	0.510	0.250
	Promedio	3.011	1.225	1.450	6.289	11.113
	Máximo	14.730	4.820	5.080	26.471	26.160

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1 Selección del Periodo de Retorno

Siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica OS.060, se considera una vida útil de 10 años por su importancia.

### 3.3.2 Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos

Los resultados del Análisis Estadístico de la información pluviométrica se muestran en la Tabla 13. Las lluvias máximas diarias estimadas para cada periodo de retorno promedio utilizado en este tipo de proyectos se muestran en la Tabla 14.

*Tabla 13: Parámetros Estadísticos a partir de las lluvias máximas*

Parámetros Estadísticos	
Nº Datos (n)	24
Media aritmética	12.97
Desviación (Sd)	10.68
Moda (Ed)	8.1
Ed*n	196.0
CARACT. (Kd)	2.35
Kd*n	56.35

Fuente: Elaboración Propia

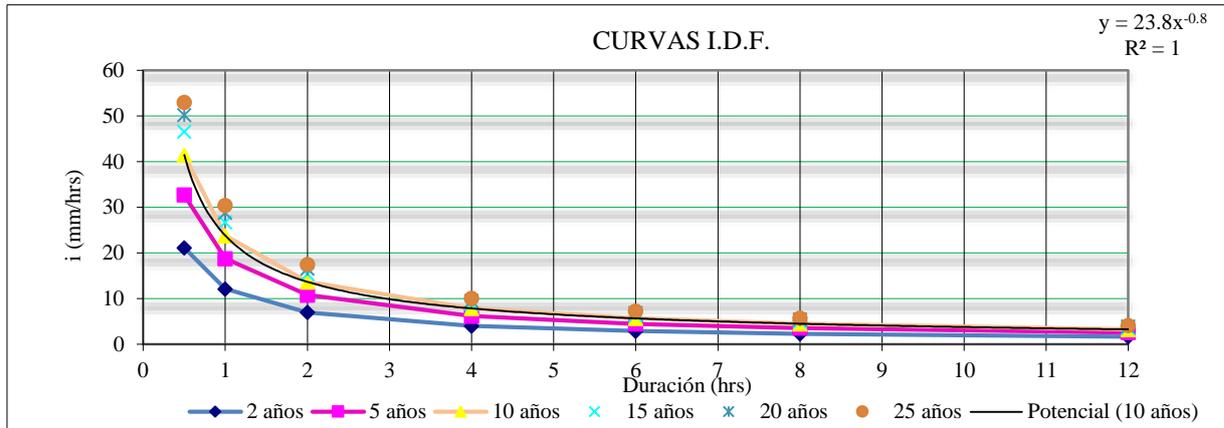
*Tabla 14: Lluvias máximas diarias estimadas*

LLUVIAS MÁXIMAS (estimadas)	
T (años)	Lluvia (mm)
2	13.938
5	21.567
10	27.338
15	30.715
20	33.110
25	34.968

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de Duración e Intensidad de Lluvias en Horas se muestran en el Anexo N° 9. Esta información se utiliza para poder encontrar la Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia, que se puede apreciar en la Figura 14, donde también se observa la ecuación de la curva.

**Figura 14: Curva Identidad - Duración - Frecuencia para la Estación Huanchaco**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.3 Tiempo de Concentración

Una vez aplicadas las fórmulas de tiempo de concentración, se promedian para hallar su valor final. Estos valores se observan en las Tablas 13 y 14, para la primera y segunda propuesta, respectivamente.

**Tabla 15: Tiempo de Concentración Propuesta 1**

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PROPUESTA 1						
SUB CUENCA	TC - Alcantarillas	TC- Fórmula de California	TC- Ventura y Heras	TC (horas)	TC (minutos)	
1	0.63	0.64	0.49	29.11	0.63	
2	0.39	0.41	0.31	18.49	0.39	
3	0.44	0.47	0.36	21.51	0.44	
4	0.48	0.50	0.38	22.68	0.48	
5	0.24	0.27	0.20	11.94	0.24	
6	0.40	0.44	0.34	20.25	0.40	
7	0.50	0.54	0.42	25.13	0.50	
8	0.38	0.40	0.30	17.95	0.38	
9	0.60	0.65	0.51	30.57	0.60	
10	0.29	0.34	0.26	15.57	0.29	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16: Tiempo de Concentración Propuesta 2**

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PROPUESTA 2						
SUB CUENCA	TC - Alcantarillas	TC- Fórmula de California	TC- Ventura y Heras	TC (horas)	TC (minutos)	
1	0.63	0.64	0.49	29.11	0.63	
2	0.39	0.41	0.31	18.54	0.39	
3	0.24	0.27	0.20	11.94	0.24	
4	0.53	0.55	0.42	25.27	0.53	
5	0.50	0.54	0.42	25.13	0.50	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.4 Cálculo de Intensidades Máximas

Los valores finales de Intensidades Máximas serán empleadas para el cálculo de los caudales máximos para cada subcuenca. Estos valores se observan en las Tablas 17 y 18.

**Tabla 17: Cálculo de Intensidades Máximas para la Propuesta 1**

<b>Cálculo de Imáx (Racional)</b>			
SUB CUENCA	T (años)	Altura de Lluvias (mm)	Intensidades máximas (mm/h)
1	10	46.706	1.605
2	10	42.652	2.307
3	10	43.963	2.044
4	10	44.434	1.959
5	10	39.080	3.274
6	10	43.436	2.145
7	10	45.354	1.805
8	10	42.403	2.362
9	10	47.165	1.543
10	10	41.213	2.647

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18: Cálculo de Intensidades Máximas para la Propuesta 2**

<b>Cálculo de Imáx (Racional)</b>			
SUB CUENCA	T (años)	Altura de Lluvias (mm)	Intensidades máximas (mm/h)
1	10	46.706	1.605
2	10	42.677	2.302
3	10	39.080	3.274
4	10	45.402	1.797
5	10	45.354	1.805

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5 Coeficiente de Escorrentía

Los valores de los coeficientes de escorrentía para las distintas subcuencas en ambas propuestas se pueden observar en el Anexo N° 10. Estos valores se utilizarán para el cálculo del Método Racional.

### 3.3.6 Cálculo de Áreas para Método Racional

El cálculo de áreas se realizó en base a la topografía, para poder realizar el cálculo final de los caudales en el método racional. Se hallan las áreas para cada subcuenca en cada una de las dos propuestas. Estos resultados se observan en las Tablas 19 y 20.

**Tabla 19: Áreas por Subcuenca para la Propuesta 1**

SUB CUENCA	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	ÁREAS PROPUESTA 1				Veredas (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Total (km <sup>2</sup> )
		Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, suelo arenoso, bermas, terrenos techos (m <sup>2</sup> )				
1	107426.81	23057.78	0.00	3331.09	8657.10	142472.77	0.142	
2	49059.56	5860.51	3720.26	2464.54	3079.55	64184.41	0.064	
3	64859.04	14880.09	2551.77	4159.35	6557.04	93007.29	0.093	
4	69304.67	6188.79	2886.47	4409.56	3039.45	85828.95	0.086	
5	18449.07	4091.69	0.00	1674.13	1980.48	26195.37	0.026	
6	46144.59	7802.79	0.00	7193.58	3374.93	64515.89	0.065	
7	147137.68	28258.27	0.00	24038.42	13315.78	212750.15	0.213	
8	36543.55	7143.73	1468.73	6659.98	6430.28	58246.27	0.058	
9	217735.81	28833.21	6604.32	3379.65	16770.87	273323.86	0.273	
10	76221.73	16547.13	0.00	3757.50	5845.88	102372.23	0.102	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20: Áreas por Subcuenca para la Propuesta 2**

SUB CUENCA	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	ÁREAS PROPUESTA 2				Veredas (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Total (km <sup>2</sup> )
		Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, suelo arenoso, bermas, terrenos techos (m <sup>2</sup> )				
1	107426.81	23057.78	0.00	3331.09	8657.10	142472.77	0.14	
2	55631.41	6812.37	3720.26	3229.94	3479.83	72873.80	0.07	
3	18449.07	4091.69	0.00	1674.13	1980.48	26195.37	0.03	
4	58624.39	8838.66	0.00	8297.36	3968.21	79728.62	0.08	
5	147137.68	28258.27	0.00	24038.42	13315.78	212750.15	0.21	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.7 Método Racional

Se obtiene un valor de caudal máximo para cada una de las subcuencas, en cada una de las propuestas. En base a estos valores, se diseñarán las cunetas. Los valores resultantes se observan en las Tablas 21 y 22.

**Tabla 21: Caudales Máximos para la Propuesta 1**

<b>Cálculo de Diseño (Método Racional)</b>				
SUB CUENCA	Coefficiente de Escorrentía Promedio C	Intensidades máximas (mm/h)	Área de la cuena (km <sup>2</sup> )	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1	0.80	1.605	0.142	0.0510
2	0.80	2.307	0.064	0.0331
3	0.80	2.044	0.093	0.0422
4	0.80	1.959	0.086	0.0374
5	0.79	3.274	0.026	0.0189
6	0.77	2.145	0.065	0.0295
7	0.77	1.805	0.213	0.0817
8	0.74	2.362	0.058	0.0284
9	0.82	1.543	0.273	0.0958
10	0.80	2.647	0.102	0.0605

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22: Caudales Máximos para la Propuesta 2**

<b>Cálculo de Diseño (Método Racional)</b>				
SUB CUENCA	Coefficiente de Escorrentía Promedio C	Intensidades máximas (mm/h)	Área de la cuena (km <sup>2</sup> )	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1	0.80	1.605	0.142	0.0510
2	0.80	2.302	0.073	0.0373
3	0.79	3.274	0.026	0.0189
4	0.77	1.797	0.080	0.0307
5	0.77	1.805	0.213	0.0817

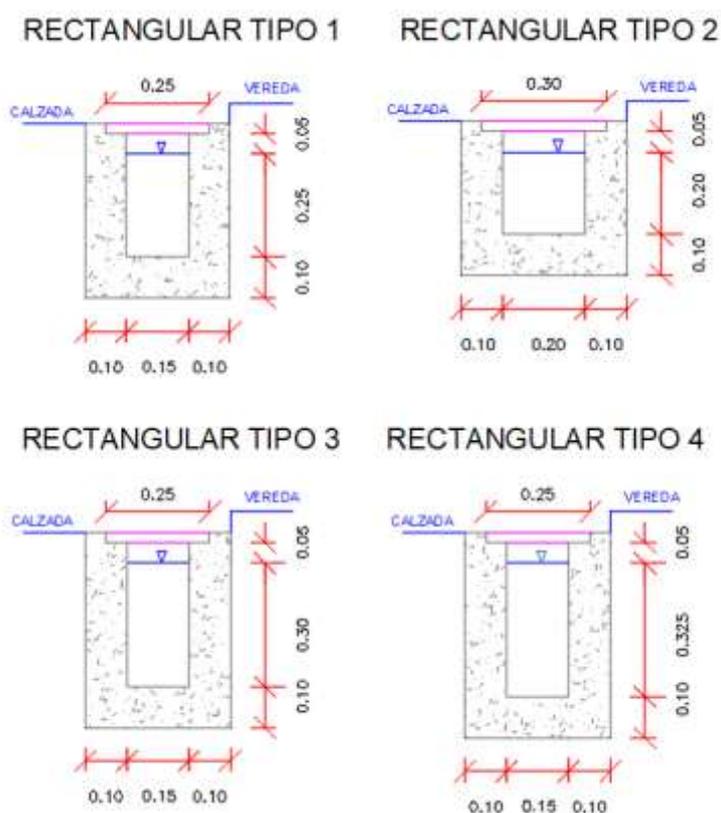
Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 Diseño de Estructuras de Captación de Aguas Pluviales

#### 3.4.1 Diseño de Cunetas

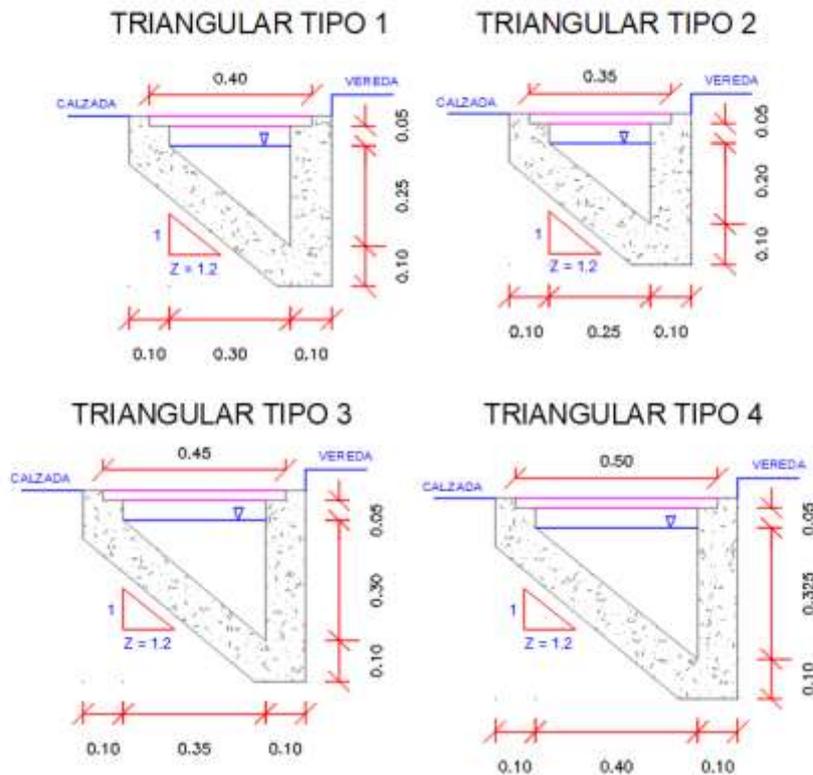
Una vez los estudios previos realizados, se inició con el diseño de las cunetas. Se ha considerado el uso de cunetas de sección triangular-rectangular para las cunetas longitudinales, y cunetas con sección rectangular para las transversales. Los resultados de cada una de las dimensiones de las secciones se muestran en los Anexos. Los resultados para las cunetas triangulares de la propuesta 1 se observan en el Anexo N° 14. Los resultados para las cunetas triangulares de la propuesta 2 se observan en el Anexo N° 15. Los resultados para las cunetas rectangulares de la propuesta 1 se observan en el Anexo N° 16. Los resultados para las cunetas rectangulares de la propuesta 2 se observan en el Anexo N° 17. Las secciones se observan a detalle en el Anexo N° 28.

*Figura 15: Secciones Rectangulares de Cunetas Transversales*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 16: Secciones Triangulares de Cunetas Longitudinales**



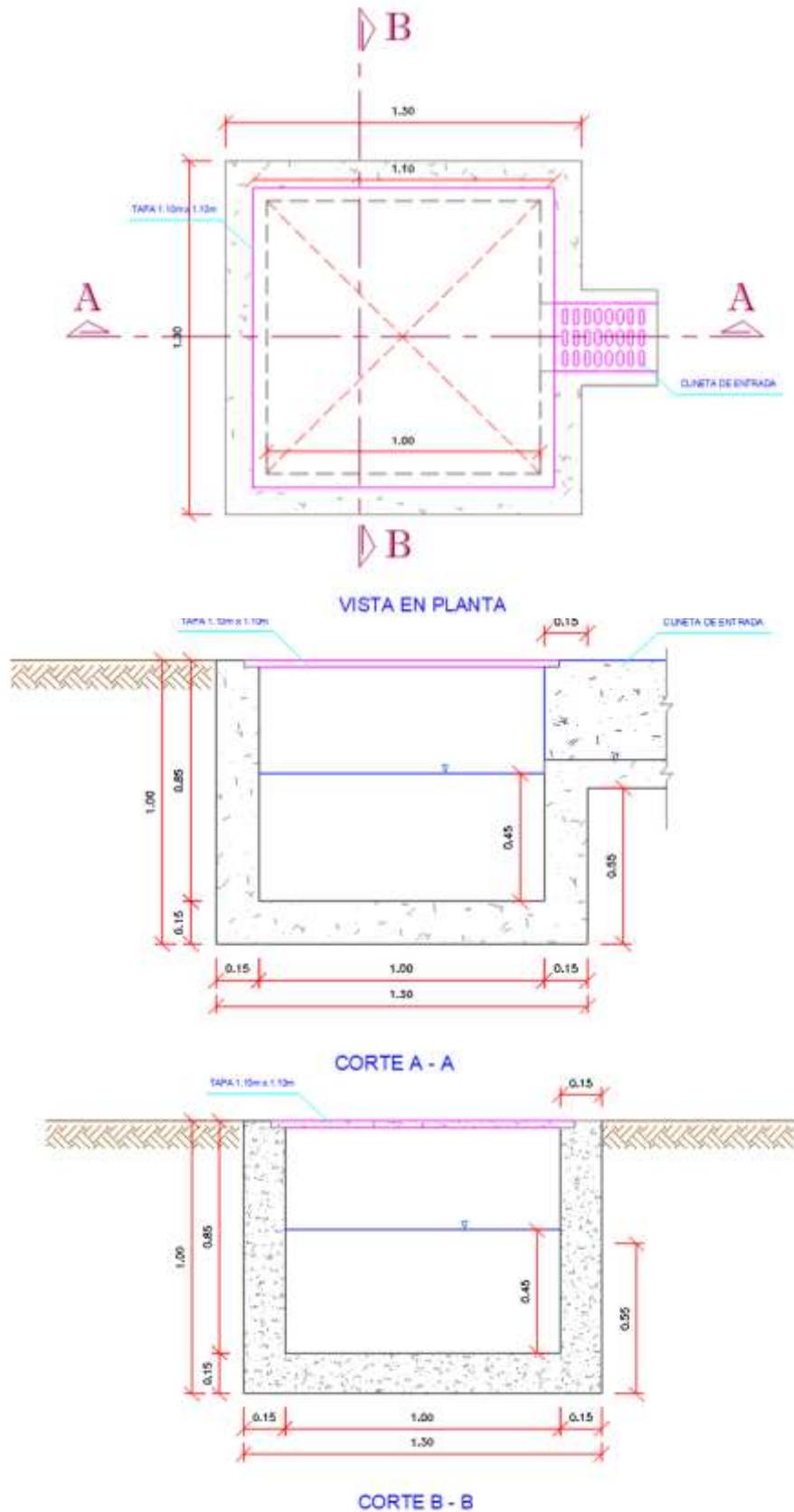
Fuente: Elaboración Propia

La primera propuesta, según los cálculos, emplea en su diseño las cunetas rectangulares y triangulares tipo 1, 2, 3 y 4; mientras que la segunda propuesta hace uso únicamente de las secciones de tipo 1, 2 y 3.

### 3.4.2 Desemboque y diseño de cajas de almacenamiento de agua

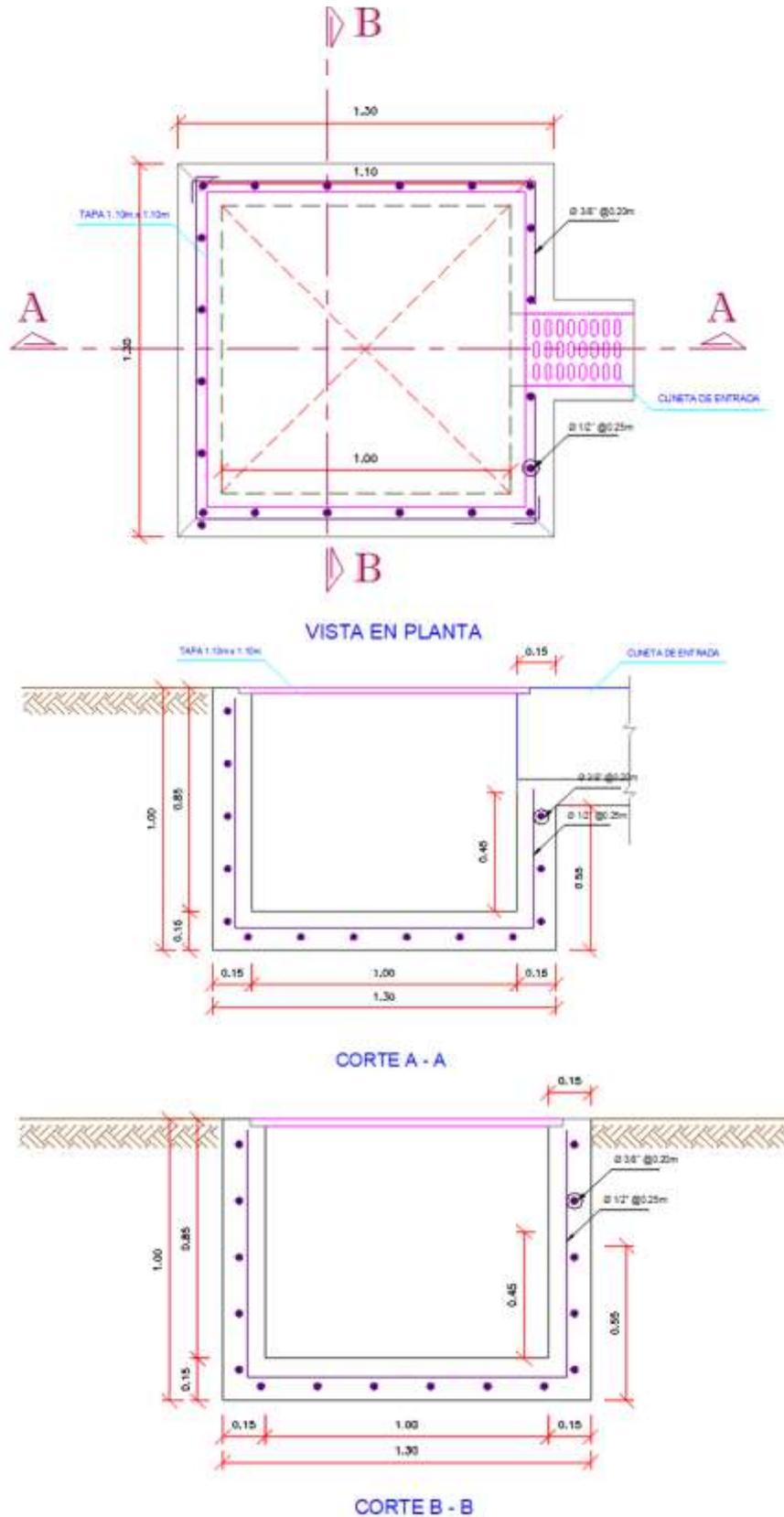
El sistema de evacuación propuesto funcionará a gravedad, por lo que, de acuerdo a la orientación de flujo, debe de tener un punto de desemboque cercano y acorde a su sentido de flujo. El presente proyecto, buscando además ser sostenible a futuro, propone conducir las aguas recibidas por las redes de drenaje hasta distintos puntos cercanos al Centro Histórico, donde principalmente predominen áreas verdes. Estas cajas están proyectadas para ser complementadas a futuro con proyectos de riego para estas áreas verdes. El diseño de estas estructuras se observa a detalle en el Anexo N° 28.

**Figura 17: Cajas de Almacenamiento de Agua - Arquitectura**



Fuente: Elaboración Propia

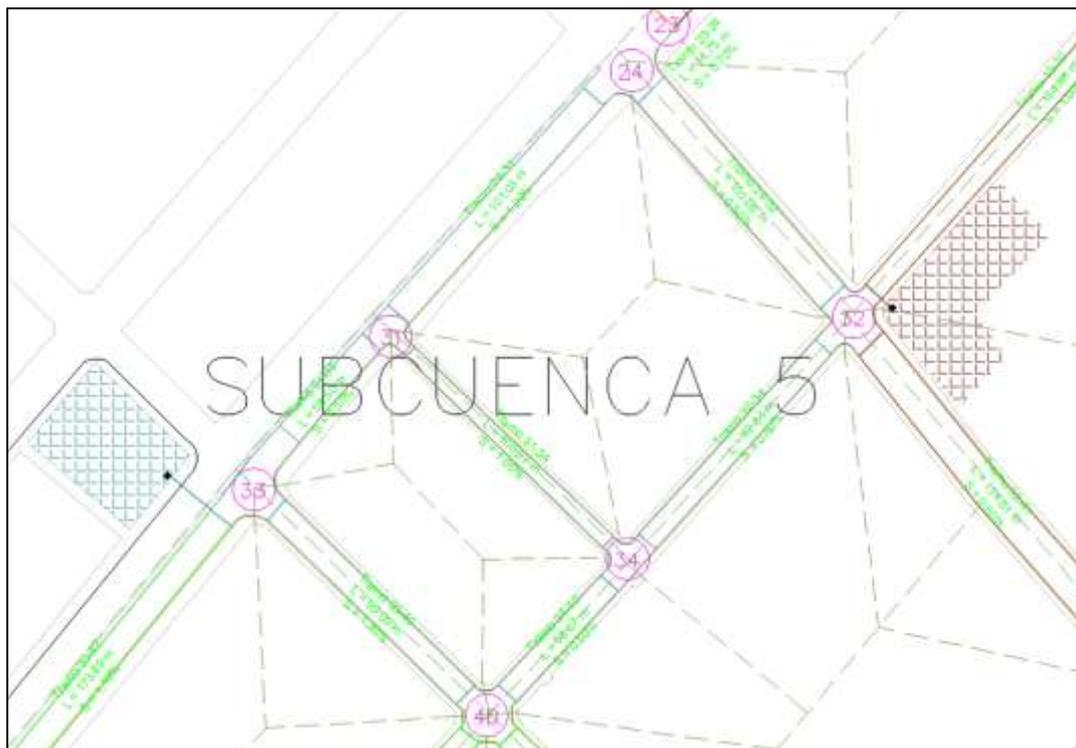
**Figura 18: Cajas de Almacenamiento de Agua - Arquitectura**



Fuente: Elaboración Propia

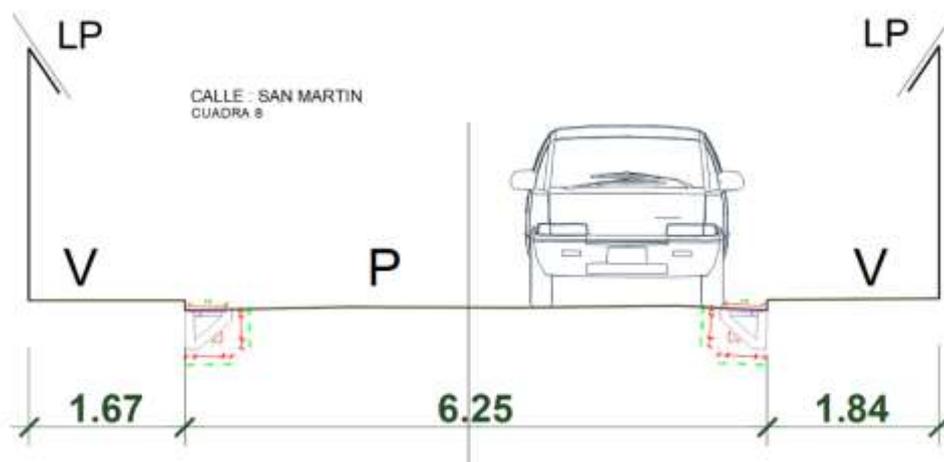
Ambas propuestas planteadas se observan detalladamente en los planos finales, que se encuentran en los Anexos N° 29 y 30. Se muestra una figura donde se puede apreciar el diseño de la red para la subcuenca 5 de la primera propuesta.

**Figura 19: Diseño de red de drenaje para la Subcuenca 5 de la Primera Propuesta**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 20: Sección Transversal de La Cuadra 8 del Jr. San Martín, Subcuenca 1 Primera Propuesta**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.5 Actividades para el Mantenimiento del Drenaje**

Para poder conservar estas estructuras, y poder permitir que estas alcancen el tiempo de vida útil, es necesario que existan actividades de mantenimiento rutinarias y periódicas.

#### **3.5.1 Actividades de Conservación Rutinaria**

De acuerdo al Manual de Carreteras y Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), la limpieza de cunetas revestidas es la principal actividad de conservación rutinaria para este tipo de estructuras, específicamente de drenaje superficial. Esto consiste en retirar con herramientas manuales, toda basura y materiales extraños que puedan haber ingresado en las cunetas revestidas y que obstaculicen el libre flujo del agua.

El objetivo de esta actividad es mantener las cunetas revestidas trabajando eficientemente para que puedan cumplir las funciones para las que fueron construidas, permitiendo que el agua discurra libremente, evitando estancamientos perjudiciales e innecesarios para la vía. Estos trabajos deben de ejecutarse antes del inicio de estaciones lluviosas, y durante esta época. Esto también implica una inspección permanente de las estructuras. Para esto, de acuerdo al Manual de Conservación Vial (2013), existe un listado de actividades a cumplir:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
- El personal debe tener los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad en concordancia con las normas establecidas.
- Distribuir a los trabajadores de acuerdo con la programación de esta actividad de conservación.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.

- Retirar basuras, piedras, sedimentos, vegetación y otros obstáculos similares.
- Depositar los materiales de desecho extraídos en sitios adecuados autorizados de tal forma que conjuguen con el entorno ambiental y donde la lluvia no vuelva a arrastrarlos.
- Inspeccionar visualmente que la cuneta trabaje eficientemente, y que no haya sitios de estancamiento de agua.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

### **3.5.2 Actividades de Conservación Periódica**

Cada cierta cantidad de tiempo, es ideal hacer un revestimiento y reparación de las cunetas, todo esto como consecuencia de una inspección periódica. El Manual de Carreteras y Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), señala que esta actividad consiste en efectuar el revestimiento con piedra y mortero o con concreto de cunetas localizadas en zonas erosionables e inestables o con pendientes fuertes y/o la reparación mayor de cunetas existentes que han sido deterioradas. Esto, con el objetivo de mejorar las condiciones de drenaje de la vía para evitar daños como erosión y/o arrastre de material causados por el escurrimiento inadecuado del agua. Para esto, de acuerdo al Manual de Conservación Vial (2013), existe un listado de actividades a cumplir:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
- Distribuir los trabajadores de acuerdo con la programación de esta actividad.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
- Efectuar las excavaciones hasta alcanzar las dimensiones previstas en las secciones de las cunetas y retirar el material no utilizable depositándolo en sitios de tal forma que no afecte el entorno paisajístico y evitando que sea arrastrado al sistema de drenaje del camino.
- Conformar y compactar la sección transversal de la cuneta.
- Si se trata de cunetas revestidas en concreto, colocar el encofrado teniendo especial cuidado en el soporte del mismo.
- Preparar el concreto de acuerdo con las Especificaciones de construcción y realizar la colocación de la mezcla de concreto en sentido ascendente a partir de la alcantarilla y en forma intercalada.
- Para cunetas revestidas en piedra ligada con mortero, seleccionar la piedra en forma adecuada y disponerla de tal forma que el recubrimiento sea total. Al igual que en las cunetas revestidas en concreto, la rehabilitación o construcción se realizará en forma ascendente a partir de la alcantarilla o punto de salida.
- Realizar la adecuación de las zonas aledañas, rellenando y compactando con material seleccionado.
- Realizar limpieza general de los sitios de trabajo.

- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

### 3.6 Otras Documentaciones

Para el óptimo desarrollo de estas propuestas, existen otros documentos necesarios para poder poner en marcha el proyecto. Según el Plan Maestro y Estudios de Pre-Inversión a Nivel de Perfil del Proyecto “Drenaje Pluvial de la Ciudad de Trujillo – La Libertad”, debe de tenerse en cuenta:

- Sistema de Alerta Temprana SCADA y medición de eficiencia: Sistemas automatizados para la obtención de información del sistema de drenaje pluvial y para el sistema de alerta temprana.
- Plan de Manejo Ambiental: Medidas ambientales para asegurar que el proyecto no genere impactos negativos en el ambiente.
- Plan de Contingencia: Plan de contingencia para la pre-inversión, inversión y post-inversión.
- Plan de Capacitación Institucional: Programa dirigido para personal técnico de la Municipalidad
- Plan Comunitario de Intervención Social: Programas dirigidos a sectores vulnerables de la población, organizaciones sociales, a la sociedad civil y a escolares
- Creación de la unidad de gestión del drenaje pluvial: Planeamiento de la organización que se hará cargo de la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- En la presente investigación, se analizó el estado de las calles del Centro Histórico de Trujillo, para poder estudiar su vulnerabilidad y en base a ello realizar propuestas de diseño de drenaje pluvial para la zona.
- De acuerdo con los antecedentes, la ciudad de Trujillo ha sido perjudicada más de una vez por fuertes precipitaciones. En base a esto, se analizó la vulnerabilidad mediante la metodología del CENEPRED. El nivel de vulnerabilidad del Centro Histórico de Trujillo es de 0.332 en la dimensión social, 0.279 en la dimensión económica y 0.202 en la dimensión ambiental. Con esto, el valor de vulnerabilidad de la zona frente a precipitaciones intensas es de 0.292, que, de acuerdo a los rangos del Manual, señala que su vulnerabilidad está en nivel muy alto.
- Posterior a esto, se inició el diseño de las propuestas de red de drenaje, mediante el estudio topográfico. Se obtuvieron cotas de los puntos críticos a evaluar, además de definir la orientación del flujo de agua. El estudio topográfico nos indica que existe una variación máxima de 16.4 metros en las cotas del Centro Histórico de Trujillo, y considerando la extensión y la longitud de la zona, esto nos lleva a una pendiente muy reducida de entre 0.1 y 2%. Esto refleja que, a menos que las lluvias sean de características anómalas, no se generará un daño significativo en las calzadas y en la infraestructura de las calles del Centro Histórico de Trujillo. Este estudio permite también determinar los puntos de desemboque de los distintos tramos del drenaje pluvial. Con este estudio se llega a conocer la orientación del flujo de la zona, debido a la caída de la topografía y por el tipo de topografía del terreno. Adicionalmente, esta información permitió encontrar las calles críticas más propensas a ser perjudicadas por fuertes lluvias.

- Con esta información, se empezó el desarrollo de estudio hidrológico. Los valores de coeficiente de escorrentía comprenden entre 0.74 y 0.82, estando dentro de los valores de zonas urbanas señaladas por la Norma Técnica OS.060. Los caudales de diseño por subcuenca son mayores para la primera propuesta, cuyo promedio es de 0.0479 m<sup>3</sup>/s, abarcando el diseño en todas las calles del Centro Histórico de Trujillo. La segunda propuesta, los caudales de diseño por subcuenca son menores que en la primera, promediando los 0.0439 m<sup>3</sup>/s, abarcando principalmente los Jirones San Martín, Orbegoso, Zepita e Independencia. Estos caudales nos permiten trabajar el diseño de las secciones de la red de drenaje. Además, el estudio topográfico permite realizar la propuesta de distribución de redes de drenaje de manera precisa.
- Para ambas propuestas, se optaron por hacer uso de cunetas triangulares y rectangulares para el transporte del agua hasta las áreas verdes respectivas. La sección triangular de mayor tamaño para la primera propuesta es de 0.40 m de espejo de agua por 0.30 m de tirante, mientras que, para la segunda propuesta, la sección de mayores dimensiones es 0.35 m de espejo de agua por 0.30 de tirante. La sección rectangular de mayor tamaño para la primera propuesta es de 0.15 m de espejo de agua por 0.325 m de tirante, mientras que, para la segunda propuesta, la sección de mayores dimensiones es 0.15 m de espejo de agua por 0.30 de tirante. Esto hace más viable en el aspecto económico a la segunda propuesta, implicando menor gasto en mano de obra, y materiales, teniendo un desempeño similar a la primera propuesta.
- Se diseñaron cajas de almacenamiento de agua para el desemboque de las redes de drenaje para cada subcuenca, siendo estas ubicadas en puntos estratégicos dentro o en los alrededores del área de estudio. Las dimensiones estándar otorgadas fueron de 1.50 m de largo por 1.00 m de alto por 1.30 m de ancho.

- Las actividades de mantenimiento rutinarias y periódicas se plantean para ambas propuestas, además de conocer los requisitos para poder llevar a cabo este tipo de proyectos y documentación complementaria. Debido a que la primera propuesta abarca una mayor área de estudio, las actividades de mantenimiento serían a la larga más costosas.
- A partir de los resultados de diseño y evaluación, la presente investigación plantea consideraciones y alternativas de solución a tener en cuenta para el diseño adecuado de una red de drenaje pluvial por parte de las entidades competentes con el fin de conseguir un máximo rendimiento de este sistema sin que este sea un proyecto sobredimensionado innecesariamente, y que indirectamente se logre beneficiar algunos aspectos de la ciudad, como el riego de las áreas verdes públicas.

## 4.2 Conclusiones

- La metodología del Manual de Evaluación de Riesgos del CENEPRED demostró la alta vulnerabilidad del Centro Histórico de Trujillo frente a precipitaciones intensas, para así poder diseñar proyectos de contingencia que mitiguen este daño al que la zona está expuesta, principalmente por su importancia y valor histórico, económico y social.
- Gracias al estudio topográfico, se logró determinar e identificar las zonas vulnerables del Centro Histórico de Trujillo. Estos son los puntos críticos considerados para la segunda propuesta de diseño: los Jirones San Martín, Orbegoso, Zepita e Independencia.
- Las intensidades de lluvia y los caudales por subcuenca indican que las lluvias en Trujillo son poco frecuentes y de intensidad media en general. Sin embargo, existe Patrimonio Cultural expuesto y en condiciones poco óptimas que se ven afectadas, y este daño se incrementa en posibles precipitaciones anómalas, por lo que es importante un sistema de drenaje en condiciones para poder preservarlas, además de beneficiar a la población.
- Para poder realizar el diseño de sistemas de drenaje pluvial se analizó los datos pluviométricos a través del tiempo de las estaciones de la zona que se quiere trabajar, en este caso de la estación CORPAC, y examinar su evolución para poder desarrollar estructuras que cumplan con su objetivo y con su tiempo de vida útil.
- La norma OS.060 otorga los adecuados lineamientos para un correcto diseño de redes de drenaje, y su aplicación permitió el desarrollo del presente proyecto.
- En la presente investigación se realizó la propuesta de dos redes de drenaje como alternativas de solución, siendo la segunda propuesta la más viable en el aspecto

vulnerables del Centro Histórico de Trujillo.

- La investigación propone como alternativa de evacuación de las aguas pluviales, el desemboque en cajas de almacenamiento de agua dentro de áreas verdes que se encontrarían ubicadas en distintas zonas cercanas al Centro Histórico de Trujillo, que sean acordes con la topografía del terreno y el modo de funcionamiento por gravedad que presentan las propuestas de diseño, para así aprovechar al máximo las precipitaciones recibidas y poder emplearlas posteriormente para riego. Además, es una vía de economizar en la construcción de colectores subterráneos que transporten el fluido hacia otro lugar, siendo esto último complicado al ser el centro de una zona urbana de regular tamaño.
- La investigación determina la similar eficiencia que presentan ambas alternativas de solución propuestas, por lo que, en términos de viabilidad de proyecto y presupuesto, sugiere la alternativa que trabaja únicamente con los puntos críticos de acumulación de agua del Centro Histórico de Trujillo, la cual representa una menor extensión de trabajo que manifiesta el mismo impacto y eficiencia. Sin embargo, por medio de la primera propuesta, se busca dejar un antecedente de sistema de drenaje pluvial en toda la zona para las autoridades pertinentes, y a partir de ella el diseño vaya evolucionando para que logre abarcar toda la ciudad de Trujillo, y pueda ser aplicado a futuro.

## REFERENCIAS

- "Sólo tuvimos tiempo para sacar a los bebés": los estragos provocados por los deslaves e inundaciones que dejaron sin casa a casi 100.000 personas en Perú* (20 de marzo del 2017). BBC, en línea. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39324366>
- Ávila H. (2012). *Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático - caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia*. Revista de Ingeniería 2012, (36). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121025826010>
- Callalle, C. (2016). *GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN ZONA URBANA PERIFÉRICA: Análisis del riesgo en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima*. Tesis de pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP\\_b12e0cce5e05b8422a1c1b126109b7f4](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP_b12e0cce5e05b8422a1c1b126109b7f4)
- Casa de La Emancipación, una joya arquitectónica en Trujillo*. (27 de noviembre del 2011). RPP, en línea. Recuperado de: <https://rpp.pe/peru/actualidad/casa-de-la-emancipacion-una-joya-arquitectonica-en-trujillo-noticia-426353>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Dirección de Gestión de Procesos. Lima, Perú.
- Chávez F. (2011). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano*. Tesis de pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/184>
- Chereque, W. (1989). *Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú, CONCYTEC. Lima, Perú.

Interamericana.

CONAGUA (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Gobierno de la República de México*. Tlalpan, México, D.F. Recuperado de: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>

Dolz J. & Gómez M. (1994). *Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores*. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/2631>

Echemendía, B. (2010). *Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiol. Cuba. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032011000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014)

Espinoza M. & Mejía W. (2018). *Evaluación y diseño del sistema de drenaje pluvial para el control de la capacidad hidráulica de las cunetas del Jr. del Batán, cuadra dos*. Tesis de pregrado de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15212?show=full>

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009) *Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres*. Organización de las Naciones Unidas. Ginebra, Suiza. Recuperado de: [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

González, S. (2018). *Modelo de Drenaje Pluvial, para eventos extraordinarios, aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, región de Piura en el 2018*. Tesis de pregrado de la Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27240>

Hayakawa, J. (2008). *Centros históricos latinoamericanos: tendiendo puentes entre el*

*patrimonio y la ciudad*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca,

México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/401/40113196007.pdf>

Hernández, M. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en*

*Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura*. Tesis de Pregrado de la Universidad de Piura,

Piura, Perú. Recuperado de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3714>

ICOMOS (1979). *Carta de Burra: Carta del ICOMOS Australia para Sitios de Significación*

*Cultural*. Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. Burra, Australia

Instituto Geofísico del Perú (2017). *Generación de información y monitoreo del Fenómeno*

*El Niño*”. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Cultura & Municipalidad Provincial de Trujillo (2001). *Plan de*

*Manejo y Desarrollo Centro Histórico de Trujillo*. Dirección de Gestión de Procesos.

Lima, Perú.

Lavell, A. (2007). *Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina*

*sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo*. Apoyo a la Prevención de Desastres en la

Comunidad Andina. Recuperado de: [http://www.comunidadandina.org/](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r1/docAllan2.pdf)

[predecan/doc/r1/docAllan2.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r1/docAllan2.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2012) *Manual de Hidrología, Hidráulica y*

*Drenaje*. Gobierno del Perú. Lima, Perú.

Municipalidad Provincial de Trujillo & Instituto de Hidráulica Ambiental (2013) *Evaluación*

*Probabilística de la Peligrosidad y la Vulnerabilidad frente a Desastres Naturales*

*basados en Proyecciones de Cambio Climático en el Área Metropolitana de Trujillo*

*(Perú)*. Gobierno del Perú. Trujillo, Perú.

*Sostenible: Una Alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia*. Universidad Politécnica

de Valencia. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/237213737>

*Registro histórico de El Niño*. (2014). Ministerio del Ambiente, en línea. Recuperado de:

<https://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/el-nino-en-el-peru-y-sus-caracteristicas/registro-historico-de-el-nino/>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018) *Norma OS 060 – Drenaje Pluvial Urbano*

SENCICO. Lima, Perú.

Rojas S. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistema de drenaje*

*pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho*. Tesis de pregrado de

la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/10192>

Sánchez L. & Martínez-González Y. (2014). *Propuesta de un nuevo enfoque para evaluar*

*la peligrosidad por inundaciones pluviales*. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. V,

núm. 6, noviembre-diciembre, 2014, pp. 53-67. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353539530004>

Solórzano, G. & Vásquez, P (2018). *Estudio de la intensidad pluvial y diseño de un sistema*

*de drenaje en el distrito de Víctor Larco Herrera -Trujillo-La Libertad*. Tesis de

pregrado de la Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26887>

*Trujillo restaurará su centro histórico para postular a Lista de la Unesco* (02 de julio del

2015). Andina, en línea. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia-trujillo-restaurara-su-centrohistorico-para-postular-alista-de-unesco-563469.aspx>

Recuperado de: <https://rpp.pe/peru/la-libertad/sorpresiva-lluvia-ocasiona-la-alarma-en-trujillo-noticia-1037053>

Villón, M. (2002). *Hidrología*. Escuela de Ingeniería Agrícola. Cartago, Costa Rica.

Yáñez E. (2014). *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en el Jr. Angamos y Jr. Santa*

*Rosa*. Tesis de pregrado de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de:

<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/4916?show=full>

## ANEXOS

### *Anexo 1: Valores de los parámetros de la Dimensión Social*

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>			
<b>EXPOSICIÓN SOCIAL</b>	Grupo étnico	Parámetro	0.260
		Descriptor	0.068
	Serv. Educativos expuestos	Parámetro	0.160
		Descriptor	0.503
	Serv. Salud terciarios	Parámetro	0.633
		Descriptor	0.503
	Valor		0.417
<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>	Material de construcción de la edificación	Parámetro	0.430
		Descriptor	0.068
	Estado de conservación de la edificación	Parámetro	0.317
		Descriptor	0.134
	Antigüedad de construcción de las edificaciones	Parámetro	0.042
		Descriptor	0.503
	Configuración de elevación de las edificaciones	Parámetro	0.078
		Descriptor	0.035
Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente	Parámetro	0.131	
	Descriptor	0.068	
	Valor		0.104
<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>	Capacitación en temas de gestión del riesgo	Parámetro	0.285
		Descriptor	0.260
	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres	Parámetro	0.152
		Descriptor	0.068
	Existencia de normatividad política y local	Parámetro	0.096
		Descriptor	0.134
	Actitud frente al riesgo	Parámetro	0.421
		Descriptor	0.260
Campaña de difusión	Parámetro	0.046	
	Descriptor	0.260	
	Valor		0.219

Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 2: Valores de los parámetros de la Dimensión Económica*

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>			
<b>EXPOSICIÓN ECONÓMICA</b>	Localización de la edificación	Parámetro	0.318
		Descriptor	0.503
	Servicio básico de agua potable y saneamiento	Parámetro	0.219
		Descriptor	0.503
	Servicio de las empresas eléctricas expuestas	Parámetro	0.140
		Descriptor	0.035
	Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas	Parámetro	0.063
		Descriptor	0.035
	Servicio de empresas de transporte expuesto	Parámetro	0.089
		Descriptor	0.260
	Área agrícola	Parámetro	0.121
		Descriptor	0.035
Servicios de telecomunicaciones	Parámetro	0.318	
	Descriptor	0.035	
	Valor		0.316
<b>FRAGILIDAD ECONÓMICA</b>	Material de construcción de la edificación	Parámetro	0.386
		Descriptor	0.068
	Estado de conservación de las edificaciones	Parámetro	0.386
		Descriptor	0.134
	Antigüedad de construcción de las edificaciones	Parámetro	0.111
		Descriptor	0.503
	Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente	Parámetro	0.156
		Descriptor	0.068
	Topografía del terreno (p=pendiente)	Parámetro	0.044
		Descriptor	0.035
Configuración de elevación de las edificaciones	Parámetro	0.068	
	Descriptor	0.035	
	Valor		0.148
<b>RESILIENCIA ECONÓMICA</b>	Población económicamente activa desocupada	Parámetro	0.159
		Descriptor	0.035
	Ingreso familiar mensual (nuevos soles)	Parámetro	0.501
		Descriptor	0.260
	Organización y capacitación institucional	Parámetro	0.077
		Descriptor	0.503
	Capacitación en temas de gestión del riesgo	Parámetro	0.263
		Descriptor	0.260
	Valor		0.243

Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 3: Valores de los parámetros de la Dimensión Ambiental*

<b>DIMENSIÓN AMBIENTAL</b>				
<b>EXPOSICIÓN AMBIENTAL</b>	Deforestación	Parámetro	0.501	
		Descriptor	0.503	
	Especies de flora y fauna por área geográfica	Parámetro	0.077	
		Descriptor	0.000	
	Pérdida de suelo	Parámetro	0.263	
		Descriptor	0.000	
	Pérdida de agua	Parámetro	0.159	
		Descriptor	0.000	
	Valor			0.252
	<b>FRAGILIDAD AMBIENTAL</b>	Características geológicas del suelo	Parámetro	0.283
Descriptor			0.260	
Explotación de recursos naturales		Parámetro	0.047	
		Descriptor	0.000	
Localización de centros poblados		Parámetro	0.643	
		Descriptor	0.503	
Valor			0.397	

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 4: Resultados del Estudio de Vulnerabilidad**

DIMENSIÓN SOCIAL						
Exposición	Peso	Fragilidad	Peso	Resiliencia	Peso	Valor
0.417	0.633	0.104	0.106	0.219	0.260	0.332
DIMENSIÓN ECONÓMICA						
Exposición	Peso	Fragilidad	Peso	Resiliencia	Peso	Valor
0.316	0.633	0.148	0.106	0.243	0.260	0.279
DIMENSIÓN AMBIENTAL						
Exposición	Peso	Fragilidad	Peso	Resiliencia	Peso	Valor
0.252	0.633	0.397	0.106	0.000	0.260	0.202
VULNERABILIDAD						
Social	Peso	Económica	Peso	Ambiental	Peso	VALOR
0.332	0.633	0.279	0.106	0.202	0.260	0.292

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 5: Valores asignados a subparámetros del Estudio de Vulnerabilidad**

<b>EXPOSICIÓN SOCIAL</b>				
<b>PARÁMETRO</b>		<b>GRUPO ETAREO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.260</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.26
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.160</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.26
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.633</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	ES11	> 60% del servicio expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 60% y > 35% del servicio expuesto	PES12	0.26
	ES13	≤ 35% y > 20% del servicio expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 20% y > 10% del servicio expuesto	PES14	0.068
	ES15	5 ≤ y > 10% del servicio expuesto	PES15	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>				
<b>PARÁMETRO</b>		<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.285</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	RS1	Población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PRS1	0.503
	RS2	Población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRS2	0.26
	RS3	Población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRS3	0.134
	RS4	Población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PRS4	0.068
	RS5	Población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PRS5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.152</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	RS6	Desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6	0.503
	RS7	Escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7	0.26
	RS8	Regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8	0.134
	RS9	Mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS9	0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

**RESILIENCIA SOCIAL**

<b>PARÁMETRO</b>		<b>EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.096</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	RS11	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales)	PRS11	0.503
	RS12	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio	PRS12	0.26
	RS13	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	PRS13	0.134
	RS14	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	PRS14	0.068
	RS15	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	PRS15	0.035

<b>PARÁMETRO</b>		<b>ACTITUD FRENTE AL RIESGO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.421</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS17	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	PRS17	0.26
	RS18	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18	0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PRS19	0.068
	RS20	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	PRS20	0.035

<b>PARÁMETRO</b>		<b>CAMPAÑA DE DIFUSIÓN</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.046</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21	0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.26
	RS23	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS23	0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PRS24	0.068
	RS25	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	PRS25	0.035

Fuente: Elaboración Propia

**FRAGILIDAD SOCIAL**

PARÁMETRO		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.430	
DESCRIPTORES	FS1	Esfera / cartón	PFS1	0.503
	FS2	Madera	PFS2	0.26
	FS3	Quincha (caña de barro)	PFS3	0.134
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.068
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.035

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	FS6	MUY MALO: las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6	0.503
	FS7	MALO: no reciben mantenimiento regular, su estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFS7	0.26
	FS8	REGULAR: reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	PFS8	0.134
	FS9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9	0.068
	FS10	MUY BUENO: reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035

PARÁMETRO		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.042	
DESCRIPTORES	FS11	De 40 a 50 años	PFS11	0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12	0.26
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13	0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14	0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15	0.035

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078	
DESCRIPTORES	FS16	5 pisos	PFS16	0.503
	FS17	4 pisos	PFS17	0.26
	FS18	3 pisos	PFS18	0.134
	FS19	2 pisos	PFS19	0.068
	FS20	1 pisos	PFS20	0.035

PARÁMETRO		INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD VIGENTE	PESO PONDERADO: 0.131	
DESCRIPTORES	FS21	80 - 100%	PFS21	0.503
	FS22	60 - 80%	PFS22	0.26
	FS23	40 - 60%	PFS23	0.134
	FS24	20 - 40%	PFS24	0.068
	FS25	0 - 20%	PFS25	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>EXPOSICIÓN ECONÓMICA</b>				
<b>PARÁMETRO</b>		<b>LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.318</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE1	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PEE1	0.503
	EE2	Cercana 0.2 km – 1 km	PEE2	0.26
	EE3	Medianamente cerca 1 – 3 km	PEE3	0.134
	EE4	Alejada 3 – 5 km	PEE4	0.068
	EE5	Muy alejada > 5 km	PEE5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.219</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6	0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7	0.26
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9	0.068
	EE10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.140</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE11	> 75% del servicio expuesto	PEE11	0.503
	EE12	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12	0.26
	EE13	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE13	0.134
	EE14	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE14	0.068
	EE15	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.063</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE16	> 75% del servicio expuesto	PEE16	0.503
	EE17	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE17	0.26
	EE18	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18	0.134
	EE19	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE19	0.068
	EE20	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.089</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE21	> 75% del servicio expuesto	PEE21	0.503
	EE22	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE22	0.26
	EE23	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE23	0.134
	EE24	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE24	0.068
	EE25	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE25	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>ÁREA AGRÍCOLA</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.121</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE26	> 75% del servicio expuesto	PEE26	0.503
	EE27	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE27	0.26
	EE28	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE28	0.134
	EE29	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE29	0.068
	EE30	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE30	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.318</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EE31	> 75% del servicio expuesto	PEE31	0.503
	EE32	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE32	0.26
	EE33	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33	0.134
	EE34	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE34	0.068
	EE35	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE35	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>FRAGILIDAD ECONÓMICA</b>				
<b>PARÁMETRO</b>		<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.386</b>	
<b>DESCRIP- RES</b>	FE1	Esfera / cartón	PFE1	0.503
	FE2	Madera	PFE2	0.26
	FE3	Quincha (caña de barro)	PFE3	0.134
	FE4	Adobe o tapia	PFE4	0.068
	FE5	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.386</b>	
<b>DESCRIP- TORES</b>	FE6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFE6	0.503
	FE7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE7	0.26
	FE8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	PFE8	0.134
	FE9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE9	0.068
	FE10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFE10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.111</b>	
<b>DESCRIP- TORES</b>	FE11	De 40 a 50 años	PFE11	0.503
	FE12	De 30 a 40 años	PFE12	0.26
	FE13	De 20 a 30 años	PFE13	0.134
	FE14	De 10 a 20 años	PFE14	0.068
	FE15	De 5 a 10 años	PFE15	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD VIGENTE</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.156</b>	
<b>DESCRIP- TORES</b>	FE16	80 - 100%	PFE16	0.503
	FE17	60 - 80%	PFE17	0.26
	FE18	40 - 60%	PFE18	0.134
	FE19	20 - 40%	PFE19	0.068
	FE20	0 - 20%	PFE20	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.044</b>	
<b>DESCRIP- TORES</b>	FE21	50% < P ≤ 80%	PFE21	0.503
	FE22	30% < P ≤ 50%	PFE22	0.26
	FE23	20% < P ≤ 30%	PFE23	0.134
	FE24	10% < P ≤ 20%	PFE24	0.068
	FE25	P ≤ 10%	PFE25	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.068</b>	
<b>DESCRIP- TORES</b>	FE26	5 pisos	PFE26	0.503
	FE27	4 pisos	PFE27	0.26
	FE28	3 pisos	PFE28	0.134
	FE29	2 pisos	PFE29	0.068
	FE30	1 pisos	PFE30	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>RESILIENCIA ECONÓMICA</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA</b>			<b>PESO PONDERADO: 0.159</b>
<b>DESCRIPTORES</b>	RE1	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.		PRE1 0.503
	RE2	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.		PRE2 0.26
	RE3	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.		PRE3 0.134
	RE4	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.		PRE4 0.068
	RE5	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.		PRE5 0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>INGRESO FAMILIAR MENSUAL (nuevos soles)</b>			<b>PESO PONDERADO: 0.501</b>
<b>DESCRIPTORES</b>	RE6	> 3000		PRE6 0.503
	RE7	> 1200 - <= 3000		PRE7 0.26
	RE8	> 264 <= 1200		PRE8 0.134
	RE9	> 149 - <= 264		PRE9 0.068
	RE10	<= 149		PRE10 0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>			<b>PESO PONDERADO: 0.263</b>
<b>DESCRIPTORES</b>	RE16	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.		PRE16 0.503
	RE17	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.		PRE17 0.26
	RE18	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.		PRE18 0.134
	RE19	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total.		PRE19 0.068
	RE20	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.		PRE20 0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>RESILIENCIA ECONÓMICA</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.077</b>		
<b>DESCRIPTORES</b>	RE11	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente, pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE11	0.503
	RE12	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia, pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE12	0.26
	RE13	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE13	0.134
	RE14	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE14	0.068
	RE15	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales tienen un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia. Existe un proceso de madurez política. Tienen apoyo total de la población y empresas privadas	PRE15	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>EXPOSICIÓN AMBIENTAL</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>DEFORESTACIÓN</b>		<b>PESO PONDERADO: 0.501</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EA1	Áreas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura.	PEA1	0.503
	EA2	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar.	PEA2	0.26
	EA3	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	PEA3	0.134
	EA4	Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como “otras tierras” que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	PEA4	0.068
	EA5	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	PEA5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>ESPECIES DE FLORA Y FAUNA POR ÁREA GEOGRÁFICA</b>		<b>PESO PONDERADO: 0.077</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EA6	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	PEA6	0.503
	EA7	50 – 75 % del total del ámbito de estudio	PEA7	0.26
	EA8	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134
	EA9	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	PEA9	0.068
	EA10	Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	PEA10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>PÉRDIDA DE SUELO</b>		<b>PESO PONDERADO: 0.263</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EA11	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	PEA11	0.503
	EA12	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	PEA12	0.26
	EA13	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA13	0.134
	EA14	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PEA14	0.068
	EA15	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	PEA15	0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>PÉRDIDA DE AGUA</b>		<b>PESO PONDERADO: 0.159</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	EA16	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PEA16	0.503
	EA17	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	PEA17	0.26
	EA18	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PEA18	0.134
	EA19	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	PEA19	0.068
	EA20	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PEA20	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>FRAGILIDAD AMBIENTAL</b>				
<b>PARÁMETRO</b>		<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.283</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	FA1	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico, etc.).	PFA1	0.503
	FA2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	PFA2	0.26
	FA3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	PFA3	0.134
	FA4	Zonal ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	PFA4	0.068
	FA5	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	PFA5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.047</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	FA6	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	PFA6	0.503
	FA7	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	PFA7	0.26
	FA8	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA8	0.134
	FA9	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	PFA9	0.068
	FA10	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PFA10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>		<b>LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.643</b>	
<b>DESCRIPTORES</b>	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.26
	FA13	Medianamente cerca 1 – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3 – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

Fuente: Elaboración Propia

<b>RESILIENCIA AMBIENTAL</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.633</b>		
<b>DESCRIPTORES</b>	RA1	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental	PRA1	0.503
	RA2	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2	0.26
	RA3	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	PRA3	0.134
	RA4	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	PRA4	0.068
	RA5	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	PRA5	0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.106</b>		
<b>DESCRIPTORES</b>	RA6	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA6	0.503
	RA7	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7	0.26
	RA8	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA8	0.134
	RA9	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA9	0.068
	RA10	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA10	0.035
<b>PARÁMETRO</b>	<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>PESO PONDERADO: 0.260</b>		
<b>DESCRIPTORES</b>	RA11	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503
	RA12	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRA12	0.26
	RA13	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PRA13	0.134
	RA14	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRA14	0.068
	RA15	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PRA15	0.035

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 6: Tabla de Precipitaciones 1961-2017 Estación Ex CORPAC**

AÑO	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Promedio	Mínimo	Máximo
61-80		1.40	1.20	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.60	0.10	1.40
1981 - 1982	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982 - 1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.60	3.00	1.30	0.80	0.00	0.00	1.28	0.60	3.00
1983 - 1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986 - 1987	0.00	0.00	0.00	0.00	14.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.10	14.10	14.10
1987 - 1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988 - 1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989 - 1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990 - 1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991 - 1992	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1992 - 1993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993 - 1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.00	2.00
1994 - 1995	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.00	2.00
1995 - 1996	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	2.20	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.20	3.20
1996 - 1997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	3.07	2.00	4.00
1997 - 1998	2.00	0.00	6.00	16.10	5.44	22.20	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.58	3.18	22.20
1998 - 1999	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.71	2.02	25.40
1999 - 2000	0.00	0.00	0.00	4.57	0.00	0.00	1.02	0.00	13.46	0.51	0.00	0.00	4.89	0.51	13.46
2000 - 2001	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27	4.06	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.40	0.25	32.00
2001 - 2002	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	0.51	2.54
2002 - 2003	0.00	0.00	24.13	4.06	0.00	8.62	0.00	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	9.84	2.54	24.13
2003 - 2004	0.00	0.00	0.76	1.53	0.00	22.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.21	0.76	22.35
2004 - 2005	0.00	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	1.02	1.19	0.51	2.03
2005 - 2006	0.00	3.05	0.00	0.00	3.05	0.00	7.63	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	3.69	1.02	7.63
2006 - 2007	0.00	0.00	3.05	7.11	2.04	32.00	2.03	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	7.83	0.76	32.00
2007 - 2008	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	2.04	1.53	0.00	0.00	0.51	0.00	0.51	1.33	0.51	2.04
2008 - 2009	0.00	0.00	0.00	0.00	6.86	1.52	0.51	0.00	0.51	2.53	0.00	0.25	2.03	0.25	6.86
2009 - 2010	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	5.08	0.25	0.51	0.76	0.00	0.00	0.00	1.42	0.25	5.08
2010 - 2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	18.28	1.78	0.00	0.00	0.76	0.00	5.33	0.50	18.28
2011 - 2012	0.00	0.00	0.00	4.57	0.51	6.86	3.55	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.51	6.86
2012 - 2013	0.00	1.27	0.25	0.25	0.51	3.56	14.73	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	0.25	14.73
2013 - 2014	0.00	0.25	0.00	0.00	1.27	0.00	0.25	4.82	0.00	0.25	0.00	0.00	1.23	0.25	4.82
2014 - 2015	0.51	0.51	0.00	1.02	0.25	5.08	2.03	0.76	0.50	0.00	0.00	0.00	1.45	0.25	5.08
2015 - 2016	0.00	0.00	0.51	0.76	0.51	26.47	0.00	2.28	7.20	0.00	0.00	0.00	6.29	0.51	26.47
2016 - 2017	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04	16.00	26.16	0.25	0.00				11.11	0.25	26.16

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 7: Valores de Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas**

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1
Concreto / Techos	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.26	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58

Fuente: Norma Técnica OS.060 (2019).

**Anexo 8: Valores de Coeficientes de Rugosidad de Manning (n) para Canales Revestidos**

Cunetas	Coeficiente de Rugosidad
	N
a. Cuneta de Concreto con acabado paletado	0.012
b. Pavimento	
1) Textura Lisa	0.013
2) Textura Rugosa	0.016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0.013
2) Rugoso	0.015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de madera	0.014
2) Acabado escobillado	0.016
e. Ladrillo	0.016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba	0.02

Fuente: *Indicador de Calidad*, OS.060 (2019).

**Anexo 9: Cálculo de Intensidades Máximas**

<b>T</b> <b>(años)</b>	<b>Duración de lluvias en Horas</b>									
	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>
2	10.563	12.133	13.938	16.010	17.363	18.391	19.944	21.125	22.090	22.910
5	16.345	18.775	21.567	24.774	26.867	28.458	30.862	32.690	34.181	35.451
10	20.719	23.800	27.338	31.404	34.056	36.073	39.121	41.437	43.329	44.938
15	23.277	26.739	30.715	35.282	38.262	40.528	43.952	46.555	48.679	50.487
20	25.093	28.824	33.110	38.033	41.246	43.689	47.379	50.185	52.476	54.424
25	26.501	30.441	34.968	40.168	43.561	46.140	50.038	53.001	55.420	57.479

Fuente: Elaboración Propia

<b>T</b> <b>(años)</b>	<b>Intensidad de lluvias en Horas</b>									
	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>
2	21.125	12.133	6.969	4.003	2.894	2.299	1.662	1.320	1.104	0.955
5	32.690	18.775	10.784	6.194	4.478	3.557	2.572	2.043	1.709	1.477
10	41.437	23.800	13.669	7.851	5.676	4.509	3.260	2.590	2.166	1.872
15	46.555	26.739	15.357	8.820	6.377	5.066	3.663	2.910	2.434	2.104
20	50.185	28.824	16.555	9.508	6.874	5.461	3.948	3.137	2.624	2.268
25	53.001	30.441	17.484	10.042	7.260	5.768	4.170	3.313	2.771	2.395

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 10: Cálculo de Coeficiente de Escorrentía para la primera propuesta de diseño**

<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 1)</b>									
SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m <sup>2</sup> )	Veredas (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	C	
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83			
1	1-2	4000.913	1588.869			163.630	5753.41	0.82	
	2-4	190.289	141.972		67.300	137.747	537.31	0.76	
	4-10	5914.461	859.537			306.435	7080.43	0.83	
	10-5	8660.884	859.531			412.199	9932.61	0.83	
	1-5	1651.257	591.882			250.179	2493.32	0.83	
	1-3	259.514	643.814			278.849	1182.18	0.82	
	3-5	1301.213	432.568			180.147	1913.93	0.83	
	3-6	3777.441	1460.471			458.459	5696.37	0.82	
	5-8	2725.152	452.070			217.595	3394.82	0.83	
	10-19	5407.032	856.836			444.999	6708.87	0.83	
	2-7	1697.288	1524.967			583.624	263.248	4069.13	0.75
	7-9	1893.028	1225.809			515.520	366.601	4000.96	0.76
	4-9	6203.676	1125.717			778.286	356.309	8463.99	0.78
	9-18	5420.317	796.827				374.983	6592.13	0.83
	10-18	9680.481	944.148				425.410	11050.04	0.83
	18-26	4988.340	833.729				402.619	6224.69	0.83
	7-13	3816.801	1343.470				489.359	5649.63	0.83
	13-17	1243.178	544.912				131.588	1919.68	0.82
	9-17	9653.020	1094.597				482.520	11230.14	0.83
	17-16	38.236	50.360				5.000	93.60	0.82
	16-25	4954.422	1086.430			332.216	495.122	6868.19	0.80
	18-25	12959.759	1159.006				604.198	14722.96	0.83
	25-35	5502.862	1010.332			308.486	425.875	7247.55	0.80
14-15	1455.115	755.215				235.683	2446.01	0.82	
15-16	31.958	52.058				6.352	90.37	0.82	
14-23	4000.174	999.363				659.139	5658.68	0.83	
	13-14-16-17		623.288			745.660	82.851	1451.80	0.55
2	8-11	3163.200	459.881			217.440	3840.52	0.83	
	6-11	5499.069	891.276			369.859	6760.20	0.83	
	11-19	7396.976	893.982			386.440	8677.40	0.83	
	6-12	7422.036	2047.149	1155.895	98.513	808.878	11532.47	0.82	
	11-20	10442.446	803.909			492.147	11738.50	0.83	
	20-21	814.980	223.730	1607.422	410.548	42.210	3098.89	0.75	
	19-27	4920.844	540.582		465.246	265.004	6191.68	0.79	
19-26	9400.008		956.940	1490.230	497.568	12344.75	0.76		

<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 1)</b>									
SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m <sup>2</sup> )	Veredas (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	C	
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83			
3	12-22	4953.703	1254.511	383.803		510.610	7102.63	0.83	
	21-97	54.970	115.880	900.685		31.459	1102.99	0.81	
	97-29	4887.917	778.710	622.250		410.772	6699.65	0.83	
	22-29	8962.876	1189.057		244.028	595.309	10991.27	0.82	
	29-37	8819.198	976.347		1.590	773.627	10570.76	0.83	
	22-30	1189.847	2019.988		562.825	213.193	3985.85	0.75	
	29-38	3443.827	755.096		396.166	398.705	4993.79	0.78	
	30-38	7092.511	739.119			311.594	8143.22	0.83	
	37-48	3221.727	827.666		511.724	732.748	5293.86	0.78	
	38-48	7033.066	1000.647		2061.216	458.878	10553.81	0.72	
	30-39	868.512	1124.680			222.669	2215.86	0.82	
	39-49	1177.049	817.518		135.646	390.186	2520.40	0.79	
	38-49	2660.132	783.285			377.608	3821.03	0.83	
	49-96	3070.929	787.413			336.897	4195.24	0.83	
	96-53	2332.081			645.032	143.581	265.130	3385.82	0.80
	48-53	5010.342	903.892			315.981	6230.21	0.83	
	53-54	80.358	157.545			52.872	72.441	363.22	0.74
96-54		648.739			49.708	139.229	837.68	0.78	
4	27-28	3396.388	473.291		555.215	221.466	4646.36	0.76	
	21-28	7129.307		1347.714			8477.02	0.83	
	28-37	5232.017	858.681	29.250		427.795	6547.74	0.83	
	26-36	6571.847	951.861		765.402	400.289	8689.40	0.78	
	28-36	8896.267	938.159		1985.166	530.580	12350.17	0.74	
	36-47	5678.014	850.846			393.900	6922.76	0.83	
	26-35	12479.799	1035.871		1103.779	593.279	15212.73	0.79	
	35-46	6737.904	1080.083			472.139	8290.13	0.83	
36-46	13183.126			1509.510		14692.64	0.83		
5	23-24	40.027	131.772			28.683	200.48	0.82	
	24-32	2683.175	918.551			237.528	3839.25	0.83	
	24-31	2451.731	860.765			249.199	3561.69	0.83	
	31-34	2617.185	389.000			240.490	3246.67	0.83	
	32-34	5960.045	594.091			299.443	6853.58	0.83	
	31-33	562.168	101.312			496.763	1160.24	0.83	
	33-40	3138.182	687.979			263.832	4089.99	0.83	
34-40	996.561	408.218			1674.128	164.545	3243.45	0.55	

**COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 1)**

SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m <sup>2</sup> )	Veredas (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	C
					0.3			
6	15-32	10123.147	1074.387		905.043	488.249	12590.83	0.79
	32-41	4934.637	1832.498		419.261	492.765	7679.16	0.80
	25-41	10671.283	1311.573		3638.843	713.752	16335.45	0.71
	41-45	5167.784	1258.581			140.029	6566.39	0.83
	35-45	13826.152	1234.276		925.025	607.645	16593.10	0.80
	45-50	1421.589	1091.475		1305.405	932.489	4750.96	0.68
7	40-44	5853.904	1017.028			428.938	7299.87	0.83
	41-44	10342.917	955.464			501.463	11799.84	0.83
	44-56	4949.592	552.302			397.046	5898.94	0.83
	45-56	5199.745	1882.135		1624.809	2143.857	10850.55	0.75
	33-42	4742.248	1611.967			469.690	6823.90	0.83
	42-43	1882.790	666.872		1320.775	295.319	4165.76	0.66
	40-43	10566.201	1180.673			549.380	12296.25	0.83
	43-55	3047.682	1122.674		4926.135	504.081	9600.57	0.56
	44-55	11471.782	1060.264			458.600	12990.65	0.83
	55-63	4465.977	802.382		202.165	427.303	5897.83	0.81
	56-63	9064.460	889.844		1039.771	436.611	11430.69	0.78
	63-67	2978.632	568.812		21.460	205.663	3774.57	0.82
	42-70	3561.714	3154.967		5687.166	647.687	13051.53	0.59
	55-62	5093.532	973.362		5356.727	328.834	11752.45	0.59
	62-71	4631.675	883.428		181.194	123.117	5819.41	0.81
	63-71	8378.293	950.785		2009.597	435.354	11774.03	0.74
	62-66	2281.881	606.776		931.668	428.131	4248.46	0.71
	66-95	3783.032	290.720			409.489	4483.24	0.83
	66-70	699.677	216.452			220.771	1136.90	0.83
	70-77	2161.618	911.493			677.791	3750.90	0.83
71-77	7795.722	961.034			761.030	9517.79	0.83	
71-78	5241.400	1096.320		568.179	448.158	7354.06	0.79	
72-78	9533.332	638.076		168.778	564.097	10904.28	0.82	
77-82	3441.503	2199.796			456.913	6098.21	0.82	
78-82	12474.248	919.596			776.488	14170.33	0.83	
82-87	3494.123	2145.052			219.972	5859.15	0.82	
8	50-57	1414.482	1075.963		1366.720	961.999	4819.16	0.68
	46-57	14757.843		1056.238	160.894	668.822	16643.80	0.82
	56-64	2817.336	2201.050		1681.889	1891.608	8591.88	0.72
	57-64	5171.609	2456.830		1706.655	1782.619	11117.71	0.74
	67-73	2882.777	551.054		738.135	227.670	4399.63	0.74
	64-73	8840.880	709.372	412.495	687.253	731.718	11381.72	0.80
	73-72	658.622	149.466		318.430	165.847	1292.36	0.70

**COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 1)**

SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m2)	Pavimento Asfaltado (m2)	Pavimentos de adoquines (m2)	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m2)	Veredas (m2)	Área total (m2)	C
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83		
	37-47	9734.810	1021.164			507.896	11263.87	0.83
	47-52	5566.155	860.097			344.531	6770.78	0.83
	48-52	8857.407	1011.599			857.376	10726.38	0.83
	52-60	5660.321	981.097			414.609	7056.03	0.83
	53-60	5291.410		1174.624		448.593	6914.63	0.83
	60-61	732.632	401.492			134.299	1268.42	0.82
	54-61	1068.945	1027.058			659.517	2755.52	0.82
	46-51	6253.277	986.100			467.701	7707.08	0.83
	47-51	11924.221	1102.740		233.427	589.117	13849.50	0.82
	51-59	5851.240	1120.056	272.524		459.121	7702.94	0.83
	52-59	13065.362	1298.383			585.067	14948.81	0.83
	59-69	6915.876	952.172			372.150	8240.20	0.83
	60-69	12564.625		1678.868		333.090	14576.58	0.83
	69-76	2462.414	680.773			193.710	3336.90	0.83
	61-76	4111.564	1971.360			1219.633	7302.56	0.82
	57-65	5030.639	884.267		19.692	601.753	6536.35	0.83
9	51-58	5937.035	771.101		442.128	501.091	7651.35	0.80
	58-65	2670.921	494.623		36.321	574.095	3775.96	0.82
	58-68	5595.103	1722.729	257.838		542.726	8118.40	0.83
	59-68	5753.193	989.640			176.383	6919.22	0.83
	65-75	4557.210	844.256		396.479	364.591	6162.54	0.79
	68-75	1927.015	501.837		1357.145	226.760	4012.76	0.65
	75-81	7044.990	900.809			415.105	8360.90	0.83
	69-81	21105.155	1228.499			660.350	22994.00	0.83
	81-86	3264.140	575.248			274.016	4113.40	0.83
	76-86	4445.625	1692.167			886.887	7024.68	0.83
	64-74	5365.954		893.883	73.342	504.930	6838.11	0.82
	65-74	9914.998	934.506			494.569	11344.07	0.83
	74-80	5768.333		855.210	127.614	603.133	7354.29	0.82
	75-80	9072.639	968.204		693.498	482.912	11217.25	0.80
	80-85	5702.157		885.951		507.714	7095.82	0.83
	81-85	8659.378	1047.128			540.923	10247.43	0.83
	85-94	2527.330		585.418		292.250	3405.00	0.83
	86-94	3333.743	1864.106			534.276	5732.13	0.82

---

**COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 1)**

SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m <sup>2</sup> )	Veredas (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	C
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83		
10	73-79	4873.740	991.153			362.619	6227.51	0.83
	74-79	9030.699	831.387			352.632	10214.72	0.83
	79-84	4976.078	962.859			332.220	6271.16	0.83
	80-84	8609.942	837.788		382.125	448.653	10278.51	0.81
	84-91	3701.282	1003.266		510.158	377.094	5591.80	0.78
	85-91	5971.473	954.322		334.465	379.939	7640.20	0.80
	91-93	36.231	39.393			17.739	93.36	0.82
	94-93	2261.851	1874.183			500.930	4636.96	0.82
	78-83	4243.833	1073.561		820.347	440.412	6578.15	0.76
	79-83	8499.667	869.914		1032.833	434.142	10836.56	0.78
	83-88	4054.607	941.653		414.583	375.719	5786.56	0.79
	84-88	6460.838	885.717			516.977	7863.53	0.83
	88-90	49.155	89.581		2.699	36.534	177.97	0.81
	90-92	3988.653	1704.519		188.687	548.936	6430.80	0.81
	91-92	31.726	48.438			16.656	96.82	0.82
	92-93		269.897		11.521		281.42	0.79
	83-87	5708.408	835.227			309.371	6853.01	0.83
	87-89	3634.523	1928.676			317.059	5880.26	0.82
88-89	89.028	67.660		28.863	78.245	263.79	0.77	
89-90		337.934		31.217		369.15	0.77	

---

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 11: Cálculo de Coeficiente de Escorrentía para la segunda propuesta de diseño**

<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 2)</b>								
SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m <sup>2</sup> )	Pavimento Asfaltado (m <sup>2</sup> )	Pavimentos de adoquines (m <sup>2</sup> )	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m <sup>2</sup> )	Veredas (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	C
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83		
1	1-2	4000.913	1588.869			163.630	5753.41	0.82
	2-4	190.289	141.972		67.300	137.747	537.31	0.76
	4-10	5914.461	859.537			306.435	7080.43	0.83
	10-5	8660.884	859.531			412.199	9932.61	0.83
	1-5	1651.257	591.882			250.179	2493.32	0.83
	1-3	259.514	643.814			278.849	1182.18	0.82
	3-5	1301.213	432.568			180.147	1913.93	0.83
	3-6	3777.441	1460.471			458.459	5696.37	0.82
	5-8	2725.152	452.070			217.595	3394.82	0.83
	10-19	5407.032	856.836			444.999	6708.87	0.83
	2-7	1697.288	1524.967		583.624	263.248	4069.13	0.75
	7-9	1893.028	1225.809		515.520	366.601	4000.96	0.76
	4-9	6203.676	1125.717		778.286	356.309	8463.99	0.78
	9-18	5420.317	796.827			374.983	6592.13	0.83
	10-18	9680.481	944.148			425.410	11050.04	0.83
	18-26	4988.340	833.729			402.619	6224.69	0.83
	7-13	3816.801	1343.470			489.359	5649.63	0.83
	13-17	1243.178	544.912			131.588	1919.68	0.82
	9-17	9653.020	1094.597			482.520	11230.14	0.83
	17-16	38.236	50.360			5.000	93.60	0.82
	16-25	4954.422	1086.430		332.216	495.122	6868.19	0.80
	18-25	12959.759	1159.006			604.198	14722.96	0.83
	25-35	5502.862	1010.332		308.486	425.875	7247.55	0.80
14-15	1455.115	755.215			235.683	2446.01	0.82	
14-23	4000.174	999.363			659.139	5658.68	0.83	
15-16	31.958	52.058			6.352	90.37	0.82	
	13-14-16-17		623.288		745.660	82.851	1451.80	0.55
2	8-11	3163.200	459.881			217.440	3840.52	0.83
	6-11	5499.069	891.276			369.859	6760.20	0.83
	11-19	7396.976	893.982			386.440	8677.40	0.83
	6-12	7422.036	2047.149	1155.895	98.513	808.878	11532.47	0.82
	11-20	10442.446	803.909			492.147	11738.50	0.83
	20-21	814.980	223.730	1607.422	410.548	42.210	3098.89	0.75
	19-27	4920.844	540.582		465.246	265.004	6191.68	0.79
	19-26	9400.008		956.940	1490.230	497.568	12344.75	0.76
	26-36	6571.847	951.861		765.402	400.289	8689.40	0.78

**COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Prop. 2)**

SUB CUENCA	Tramo	Superficie techada (m2)	Pavimento Asfaltado (m2)	Pavimentos de adoquines (m2)	Césped, bermas, terrenos sin cobertura (m2)	Veredas (m2)	Área total (m2)	C
	C	0.83	0.81	0.81	0.3	0.83		
3	23-24	40.027	131.772			28.683	200.48	0.82
	24-32	2683.175	918.551			237.528	3839.25	0.83
	24-31	2451.731	860.765			249.199	3561.69	0.83
	31-34	2617.185	389.000			240.490	3246.67	0.83
	32-34	5960.045	594.091			299.443	6853.58	0.83
	31-33	562.168	101.312			496.763	1160.24	0.83
	33-40	3138.182	687.979			263.832	4089.99	0.83
	34-40	996.561	408.218		1674.128	164.545	3243.45	0.55
4	26-35	12479.799	1035.871		1103.779	593.279	15212.73	0.79
	15-32	10123.147	1074.387		905.043	488.249	12590.83	0.79
	32-41	4934.637	1832.498		419.261	492.765	7679.16	0.80
	25-41	10671.283	1311.573		3638.843	713.752	16335.45	0.71
	41-45	5167.784	1258.581			140.029	6566.39	0.83
	35-45	13826.152	1234.276		925.025	607.645	16593.10	0.80
	45-50	1421.589	1091.475		1305.405	932.489	4750.96	0.68
5	40-44	5853.904	1017.028			428.938	7299.87	0.83
	41-44	10342.917	955.464			501.463	11799.84	0.83
	44-56	4949.592	552.302			397.046	5898.94	0.83
	45-56	5199.745	1882.135		1624.809	2143.857	10850.55	0.75
	33-42	4742.248	1611.967			469.690	6823.90	0.83
	42-43	1882.790	666.872		1320.775	295.319	4165.76	0.66
	40-43	10566.201	1180.673			549.380	12296.25	0.83
	43-55	3047.682	1122.674		4926.135	504.081	9600.57	0.56
	44-55	11471.782	1060.264			458.600	12990.65	0.83
	55-63	4465.977	802.382		202.165	427.303	5897.83	0.81
	56-63	9064.460	889.844		1039.771	436.611	11430.69	0.78
	63-67	2978.632	568.812		21.460	205.663	3774.57	0.82
	42-70	3561.714	3154.967		5687.166	647.687	13051.53	0.59
	55-62	5093.532	973.362		5356.727	328.834	11752.45	0.59
	62-71	4631.675	883.428		181.194	123.117	5819.41	0.81
	63-71	8378.293	950.785		2009.597	435.354	11774.03	0.74
	62-66	2281.881	606.776		931.668	428.131	4248.46	0.71
	66-95	3783.032	290.720			409.489	4483.24	0.83
	66-70	699.677	216.452			220.771	1136.90	0.83
	70-77	2161.618	911.493			677.791	3750.90	0.83
71-77	7795.722	961.034			761.030	9517.79	0.83	
71-78	5241.400	1096.320		568.179	448.158	7354.06	0.79	
72-78	9533.332	638.076		168.778	564.097	10904.28	0.82	
77-82	3441.503	2199.796			456.913	6098.21	0.82	
78-82	12474.248	919.596			776.488	14170.33	0.83	
82-87	3494.123	2145.052			219.972	5859.15	0.82	

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 12: Longitudes y Pendientes de Tramos para la primera propuesta de diseño**

P1 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
	1-2	148.42	39.23	37.60	1.098%
	2-4	25.16	37.60	37.62	0.079%
	4-10	127.12	37.62	37.35	0.212%
	10-5	132.09	37.35	38.98	1.234%
	1-5	135.03	39.23	38.98	0.185%
	1-3	189.33	39.23	39.88	0.343%
	3-5	65.43	39.88	38.98	1.375%
	3-6	155.20	39.88	41.20	0.851%
	5-8	65.91	38.98	39.72	1.123%
	10-19	131.01	37.35	38.08	0.557%
	2-7	159.81	37.60	35.97	1.020%
	7-9	97.19	35.97	35.90	0.072%
	4-9	147.12	37.62	35.90	1.169%
1	9-18	127.68	35.90	36.03	0.102%
	10-18	136.91	37.35	36.03	0.964%
	18-26	159.39	36.03	36.30	0.169%
	7-13	156.08	35.97	33.88	1.339%
	13-17	100.33	33.88	34.41	0.528%
	9-17	142.46	35.90	34.41	1.046%
	17-16	10.18	34.41	34.30	1.081%
	16-25	132.09	34.30	34.75	0.341%
	18-25	165.65	36.03	34.75	0.773%
	25-35	128.37	34.75	35.05	0.234%
	14-15	100.83	33.98	34.22	0.238%
	15-16	13.91	34.22	34.30	0.575%
	14-23	145.02	33.98	32.12	1.283%
	13-14	16.97	33.88	33.98	0.589%
	8-11	65.08	39.72	39.60	0.184%
	6-11	142.17	41.20	39.60	1.125%
	11-19	133.61	39.60	38.08	1.138%
2	6-12	166.58	41.20	42.15	0.570%
	11-20	115.51	39.60	40.13	0.459%
	20-21	32.54	40.13	40.05	0.246%
	19-27	78.84	38.08	38.72	0.812%
	19-26	138.95	38.08	36.30	1.281%

P1 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
	12-22	117.20	42.15	41.38	0.657%
	21-97	16.91	40.05	40.09	0.236%
	97-29	113.26	40.09	39.13	0.848%
	22-29	168.17	41.38	39.13	1.338%
	29-37	132.85	39.13	38.15	0.738%
	22-30	137.54	41.38	40.15	0.894%
	29-38	116.32	39.13	38.55	0.499%
	30-38	115.35	40.15	38.55	1.387%
3	37-48	117.53	38.15	37.10	0.893%
	38-48	133.75	38.55	37.10	1.084%
	30-39	91.37	40.15	38.85	1.423%
	39-49	72.34	38.85	38.54	0.429%
	38-49	115.34	38.55	38.54	0.009%
	49-96	70.43	38.54	37.45	1.548%
	96-53	78.13	37.45	36.80	0.832%
	48-53	131.58	37.10	36.80	0.228%
	53-54	31.44	36.80	37.10	0.954%
	96-54	75.67	37.45	37.10	0.463%
	27-28	68.06	38.72	38.50	0.323%
	21-28	133.09	40.05	38.50	1.165%
	28-37	130.14	38.50	38.15	0.269%
	26-36	146.65	36.30	36.80	0.341%
4	28-36	143.53	38.50	36.80	1.184%
	36-47	132.40	36.80	37.03	0.174%
	26-35	165.63	36.30	35.05	0.755%
	35-46	146.19	35.05	35.35	0.205%
	36-46	164.13	36.80	35.35	0.883%
	23-24	14.75	32.12	32.23	0.746%
	24-32	100.06	32.23	32.63	0.400%
	24-31	101.03	32.23	31.03	1.188%
5	31-34	100.27	31.03	32.04	1.007%
	32-34	92.84	32.63	32.04	0.636%
	31-33	58.50	31.03	30.77	0.444%
	33-40	99.09	30.77	32.08	1.322%
	34-40	58.67	32.04	32.08	0.068%

P1 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
6	15-32	154.66	34.22	32.63	1.028%
	32-41	134.51	32.63	33.18	0.409%
	25-41	180.65	34.75	33.18	0.869%
	41-45	130.16	33.18	34.05	0.668%
	35-45	179.63	35.05	34.05	0.557%
	45-50	71.34	34.05	34.27	0.308%
7	40-44	136.73	32.08	31.22	0.629%
	41-44	138.53	33.18	31.22	1.415%
	44-56	129.15	31.22	32.59	1.061%
	45-56	139.89	34.05	32.59	1.044%
	33-42	173.69	30.77	28.93	1.059%
	42-43	90.58	28.93	29.49	0.618%
	40-43	163.65	32.08	29.49	1.583%
	43-55	144.04	29.49	30.09	0.417%
	44-55	148.65	31.22	30.09	0.760%
	55-63	122.76	30.09	31.43	1.092%
	56-63	131.87	32.59	31.43	0.880%
	63-67	73.33	31.43	31.86	0.586%
	42-70	342.83	28.93	27.17	0.513%
	55-62	130.17	30.09	28.52	1.206%
	62-71	120.18	28.52	29.30	0.649%
	63-71	139.08	31.43	29.30	1.532%
	62-66	66.03	28.52	27.62	1.363%
	66-95	70.72	27.62	27.47	0.212%
	66-70	54.86	27.62	27.17	0.820%
	70-77	118.75	27.17	26.72	0.379%
71-77	148.98	29.30	26.72	1.732%	
71-78	146.45	29.30	29.25	0.034%	
72-78	105.90	30.25	29.25	0.944%	
77-82	153.33	26.72	25.75	0.633%	
78-82	179.26	29.25	25.75	1.952%	
82-87	142.70	25.75	26.79	0.729%	
8	50-57	72.71	34.27	33.68	0.811%
	46-57	180.31	35.35	33.68	0.926%
	56-64	143.34	32.59	32.66	0.049%
	57-64	143.12	33.68	32.66	0.713%
	67-73	73.33	31.86	31.06	1.091%
	64-73	130.81	32.66	31.06	1.223%
	73-72	30.01	31.06	30.25	2.699%

P1 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
	37-47	142.93	38.15	37.03	0.784%
	47-52	117.81	37.03	36.35	0.577%
	48-52	135.93	37.10	36.35	0.552%
	52-60	131.01	36.35	35.45	0.687%
	53-60	121.78	36.80	35.45	1.109%
	60-61	54.73	35.45	35.98	0.968%
	54-61	121.72	37.10	35.98	0.920%
	46-51	132.99	35.35	35.25	0.075%
	47-51	168.81	37.03	35.25	1.054%
	51-59	117.79	35.25	34.70	0.467%
	52-59	176.70	36.35	34.70	0.934%
	59-69	131.05	34.70	34.35	0.267%
	60-69	194.28	35.45	34.35	0.566%
	69-76	92.64	34.35	33.80	0.594%
	61-76	207.07	35.98	33.80	1.053%
	57-65	129.06	33.68	33.05	0.488%
9	51-58	112.04	35.25	34.08	1.044%
	58-65	65.76	34.08	33.05	1.566%
	58-68	120.57	34.08	33.43	0.539%
	59-68	105.60	34.70	33.43	1.203%
	65-75	122.88	33.05	32.40	0.529%
	68-75	72.83	33.43	32.40	1.414%
	75-81	129.38	32.40	32.80	0.309%
	69-81	179.18	34.35	32.80	0.865%
	81-86	91.61	32.80	31.83	1.059%
	76-86	178.54	33.80	31.83	1.103%
	64-74	130.08	32.66	31.41	0.961%
	65-74	148.91	33.05	31.41	1.101%
	74-80	125.26	31.41	30.67	0.591%
	75-80	151.20	32.40	30.67	1.144%
	80-85	130.63	30.67	30.04	0.482%
	81-85	155.01	32.80	30.04	1.780%
	85-94	85.39	30.04	29.70	0.398%
	86-94	155.45	31.83	29.70	1.370%

P1 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
10	73-79	131.75	31.06	29.62	1.093%
	74-79	130.99	31.41	29.62	1.366%
	79-84	125.48	29.62	29.09	0.422%
	80-84	132.05	30.67	29.09	1.196%
	84-91	126.70	29.09	28.24	0.671%
	85-91	131.79	30.04	28.24	1.366%
	91-93	12.98	28.24	28.36	0.925%
	94-93	155.54	29.70	28.36	0.862%
	78-83	133.56	29.25	28.19	0.794%
	79-83	135.21	29.62	28.19	1.058%
	83-88	124.14	28.19	28.07	0.097%
	84-88	133.10	29.09	28.07	0.766%
	88-90	27.56	28.07	27.71	1.306%
	90-92	154.02	27.71	28.17	0.299%
	91-92	13.35	28.24	28.17	0.524%
	92-93	34.15	28.17	28.36	0.556%
	83-87	122.11	28.19	26.79	1.147%
	87-89	153.21	26.79	27.53	0.483%
	88-89	29.50	28.07	27.53	1.831%
	89-90	30.24	27.53	27.71	0.595%

Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 13: Longitudes y Pendientes de Tramos para la segunda propuesta de diseño*

P2 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%	
1	1-2	148.42	39.23	37.60	0.011	
	2-4	25.16	37.60	37.62	0.001	
	4-10	127.12	37.62	37.35	0.002	
	10-5	132.09	37.35	38.98	0.012	
	1-5	135.03	39.23	38.98	0.002	
	1-3	189.33	39.23	39.88	0.003	
	3-5	65.43	39.88	38.98	0.014	
	3-6	155.20	39.88	41.20	0.009	
	5-8	65.91	38.98	39.72	0.011	
	10-19	131.01	37.35	38.08	0.006	
	2-7	159.81	37.60	35.97	0.010	
	7-9	97.19	35.97	35.90	0.001	
	4-9	147.12	37.62	35.90	0.012	
	9-18	127.68	35.90	36.03	0.001	
	10-18	136.91	37.35	36.03	0.010	
	18-26	159.39	36.03	36.30	0.002	
	7-13	156.08	35.97	33.88	0.013	
	13-17	100.33	33.88	34.41	0.005	
	9-17	142.46	35.90	34.41	0.010	
	17-16	10.18	34.41	34.30	0.011	
	16-25	132.09	34.30	34.75	0.003	
	18-25	165.65	36.03	34.75	0.008	
	25-35	128.37	34.75	35.05	0.002	
	14-15	100.83	33.98	34.22	0.002	
	15-16	13.91	34.22	34.30	0.006	
	14-23	145.02	33.98	32.12	0.013	
	13-14	16.97	33.88	33.98	0.006	
	2	8-11	65.08	39.72	39.60	0.002
		6-11	142.17	41.20	39.60	0.011
		11-19	133.61	39.60	38.08	0.011
6-12		166.58	41.20	42.15	0.006	
11-20		115.51	39.60	40.13	0.005	
20-21		32.54	40.13	40.05	0.002	
19-27		78.84	38.08	38.72	0.008	
19-26		138.95	38.08	36.30	0.013	
26-36		146.65	36.30	36.80	0.003	

P2 - SUB CUENCA	Tramo	L	H1	H2	S%
3	23-24	14.75	32.12	32.23	0.007
	24-32	100.06	32.23	32.63	0.004
	24-31	101.03	32.23	31.03	0.012
	31-34	100.27	31.03	32.04	0.010
	32-34	92.84	32.63	32.04	0.006
	31-33	58.50	31.03	30.77	0.004
	33-40	99.09	30.77	32.08	0.013
	34-40	58.67	32.04	32.08	0.001
4	26-35	165.63	36.30	35.05	0.008
	15-32	154.66	34.22	32.63	0.010
	32-41	134.51	32.63	33.18	0.004
	25-41	180.65	34.75	33.18	0.009
	41-45	130.16	33.18	34.05	0.007
	35-45	179.63	35.05	34.05	0.006
	45-50	71.34	34.05	34.27	0.003
5	40-44	136.73	32.08	31.22	0.006
	41-44	138.53	33.18	31.22	0.014
	44-56	129.15	31.22	32.59	0.011
	45-56	139.89	34.05	32.59	0.010
	33-42	173.69	30.77	28.93	0.011
	42-43	90.58	28.93	29.49	0.006
	40-43	163.65	32.08	29.49	0.016
	43-55	144.04	29.49	30.09	0.004
	44-55	148.65	31.22	30.09	0.008
	55-63	122.76	30.09	31.43	0.011
	56-63	131.87	32.59	31.43	0.009
	63-67	73.33	31.43	31.86	0.006
	42-70	342.83	28.93	27.17	0.005
	55-62	130.17	30.09	28.52	0.012
	62-71	120.18	28.52	29.30	0.006
	63-71	139.08	31.43	29.30	0.015
	62-66	66.03	28.52	27.62	0.014
	66-95	70.72	27.62	27.47	0.002
	66-70	54.86	27.62	27.17	0.008
	70-77	118.75	27.17	26.72	0.004
71-77	148.98	29.30	26.72	0.017	
71-78	146.45	29.30	29.25	0.034%	
72-78	105.90	30.25	29.25	0.944%	
77-82	153.33	26.72	25.75	0.633%	
78-82	179.26	29.25	25.75	1.952%	
82-87	142.70	25.75	26.79	0.729%	

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 14: Cálculo de dimensiones de cunetas triangulares para la primera propuesta**

<b>DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC1/P1</b>									
Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T) máx. 0.4 m	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q racional (m <sup>3</sup> /s)	Manning (m <sup>3</sup> /s)
1-2	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.098%	1.098%		0.0847
2-4	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.079%	0.500%		0.0571
4-10	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.212%	0.500%		0.0571
10-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.234%	1.234%		0.0897
1-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.185%	0.500%		0.0571
1-3	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.343%	0.500%		0.0571
3-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.375%	1.375%		0.0947
3-6	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.851%	0.851%		0.0745
5-8	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.123%	1.123%		0.0856
10-19	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.557%	0.557%		0.0603
2-7	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.020%	1.020%		0.0816
7-9	4	0.25	0.014	1.2	0.3	0.072%	0.500%		0.1142
4-9	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.169%	1.169%		0.0873
9-18	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.102%	0.500%	0.05104	0.0571
10-18	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.964%	0.964%		0.0793
18-26	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.169%	0.500%		0.0571
7-13	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.339%	1.339%		0.0935
13-17	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.528%	0.528%		0.0587
9-17	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.046%	1.046%		0.0826
17-16	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.081%	1.081%		0.0840
16-25	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.341%	0.500%		0.0571
18-25	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.773%	0.773%		0.0710
25-35	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.234%	0.500%		0.0571
14-15	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.238%	0.500%		0.0571
15-16	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.575%	0.575%		0.0613
14-23	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.283%	1.283%		0.0915
13-14	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.589%	0.589%		0.0620

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC2/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Qmáx (m3/s)	Qmanning (m3/s)
8-11	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.184%	0.500%	0.03307	0.0571
6-11	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.125%	1.125%		0.0857
11-19	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.138%	1.138%		0.0862
6-12	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.570%	0.570%		0.0610
11-20	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.459%	0.500%		0.0571
20-21	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.246%	0.500%		0.0571
19-27	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.812%	0.812%		0.0728
19-26	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.281%	1.281%		0.0914

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC3/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Qmáx (m3/s)	Qmanning (m3/s)
12-22	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.657%	0.657%	0.04222	0.0655
21-97	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.236%	0.500%		0.0571
97-29	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.848%	0.848%		0.0744
22-29	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.338%	1.338%		0.0934
29-37	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.738%	0.738%		0.0694
22-30	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.894%	0.894%		0.0764
29-38	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.499%	0.500%		0.0571
30-38	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.387%	1.387%		0.0951
37-48	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.893%	0.893%		0.0764
38-48	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.084%	1.084%		0.0841
30-39	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.423%	1.423%		0.0964
39-49	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.429%	0.500%		0.0571
38-49	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.009%	0.500%		0.0571
49-96	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.548%	1.548%		0.1005
96-53	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.832%	0.832%		0.0737
48-53	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.228%	0.500%		0.0571
53-54	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.954%	0.954%		0.0789
96-54	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.463%	0.500%		0.0571

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC4/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub> Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
27-28	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.323%	0.500%		0.0571
21-28	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.165%	1.165%		0.0872
28-37	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.269%	0.500%		0.0571
26-36	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.341%	0.500%		0.0571
28-36	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.184%	1.184%	0.03745	0.0879
36-47	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.174%	0.500%		0.0571
26-35	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.755%	0.755%		0.0702
35-46	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.205%	0.500%		0.0571
36-46	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.883%	0.883%		0.0759

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC5/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub> Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
23-24	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.746%	0.746%		0.0385
24-32	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.400%	0.500%		0.0315
24-31	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.188%	1.188%		0.0486
31-34	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.007%	1.007%	0.01885	0.0447
32-34	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.636%	0.636%		0.0355
31-33	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.444%	0.500%		0.0315
33-40	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.322%	1.322%		0.0512
34-40	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.068%	0.500%		0.0315

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC6/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub> Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
15-32	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.028%	1.028%		0.0452
32-41	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.409%	0.500%		0.0315
25-41	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.869%	0.869%	0.02948	0.0415
41-45	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.668%	0.668%		0.0364
35-45	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.557%	0.557%		0.0332
45-50	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.308%	0.500%		0.0315

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC7/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
40-44	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.629%	0.629%		0.1042
41-44	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.415%	1.415%		0.1562
44-56	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.061%	1.061%		0.1353
45-56	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.044%	1.044%		0.1342
33-42	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.059%	1.059%		0.1352
42-43	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.618%	0.618%		0.1033
40-43	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.583%	1.583%		0.1652
43-55	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.417%	0.500%		0.0929
44-55	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.760%	0.760%		0.1145
55-63	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.092%	1.092%		0.1372
56-63	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.880%	0.880%		0.1232
63-67	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.586%	0.586%		0.1006
42-70	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.513%	0.513%	0.08171	0.0941
55-62	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.206%	1.206%		0.1443
62-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.649%	0.649%		0.1058
63-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.532%	1.532%		0.1626
62-66	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.363%	1.363%		0.1534
66-95	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.212%	0.500%		0.0929
66-70	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.820%	0.820%		0.1190
70-77	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.379%	0.500%		0.0929
71-77	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.732%	1.732%		0.1729
71-78	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.034%	0.500%		0.0929
72-78	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.944%	0.944%		0.1276
77-82	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.633%	0.633%		0.1045
78-82	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.952%	1.952%		0.1835
82-87	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.729%	0.729%		0.1121

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC8/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
50-57	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.811%	0.811%		0.0401
46-57	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.926%	0.926%		0.0429
56-64	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.049%	0.500%		0.0315
57-64	2	0.2	0.014	1.2	0.24	0.713%	0.713%	0.02837	0.0376
67-73	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.091%	1.091%		0.0465
64-73	2	0.2	0.014	1.2	0.24	1.223%	1.223%		0.0493
73-72	2	0.2	0.014	1.2	0.24	2.699%	2.699%		0.0732

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC9/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub> Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
37-47	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.784%	0.784%		0.1439
47-52	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.577%	0.577%		0.1235
48-52	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.552%	0.552%		0.1208
52-60	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.687%	0.687%		0.1348
53-60	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.109%	1.109%		0.1712
60-61	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.968%	0.968%		0.1600
54-61	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.920%	0.920%		0.1560
46-51	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.075%	0.500%		0.1150
47-51	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.054%	1.054%		0.1670
51-59	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.467%	0.500%		0.1150
52-59	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.934%	0.934%		0.1571
59-69	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.267%	0.500%		0.1150
60-69	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.566%	0.566%		0.1224
69-76	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.594%	0.594%		0.1253
61-76	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.053%	1.053%		0.1668
57-65	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.488%	0.500%		0.1150
51-58	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.044%	1.044%	0.09582	0.1662
58-65	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.566%	1.566%		0.2035
58-68	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.539%	0.539%		0.1194
59-68	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.203%	1.203%		0.1783
65-75	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.529%	0.529%		0.1183
68-75	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.414%	1.414%		0.1934
75-81	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.309%	0.500%		0.1150
69-81	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.865%	0.865%		0.1512
81-86	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.059%	1.059%		0.1673
76-86	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.103%	1.103%		0.1708
64-74	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.961%	0.961%		0.1594
65-74	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.101%	1.101%		0.1706
74-80	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.591%	0.591%		0.1250
75-80	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.144%	1.144%		0.1739
80-85	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.482%	0.500%		0.1150
81-85	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.780%	1.780%		0.2170
85-94	2	0.325	0.014	1.2	0.39	0.398%	0.500%		0.1150
86-94	2	0.325	0.014	1.2	0.39	1.370%	1.370%		0.1903

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC10/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub> Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
73-79	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.093%	1.093%		0.1373
74-79	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.366%	1.366%		0.1535
79-84	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.422%	0.500%		0.0929
80-84	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.196%	1.196%		0.1437
84-91	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.671%	0.671%		0.1076
85-91	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.366%	1.366%		0.1535
91-93	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.925%	0.925%		0.1263
94-93	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.862%	0.862%		0.1219
78-83	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.794%	0.794%		0.1170
79-83	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.058%	1.058%	0.06053	0.1351
83-88	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.097%	0.500%		0.0929
84-88	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.766%	0.766%		0.1150
88-90	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.306%	1.306%		0.1501
90-92	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.299%	0.500%		0.0929
91-92	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.524%	0.524%		0.0951
92-93	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.556%	0.556%		0.0980
83-87	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.147%	1.147%		0.1407
87-89	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.483%	0.500%		0.0929
88-89	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.831%	1.831%		0.1777
89-90	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.595%	0.595%		0.1013

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 15: Cálculo de dimensiones de cunetas triangulares para la segunda propuesta**

<b>DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC1/P2</b>									
Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T) máx. 0.55 m	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q racional (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1-2	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.098%	1.098%		0.0847
2-4	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.079%	0.500%		0.0571
4-10	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.212%	0.500%		0.0571
10-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.234%	1.234%		0.0897
1-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.185%	0.500%		0.0571
1-3	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.343%	0.500%		0.0571
3-5	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.375%	1.375%		0.0947
3-6	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.851%	0.851%		0.0745
5-8	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.123%	1.123%		0.0856
10-19	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.557%	0.557%		0.0603
2-7	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.020%	1.020%		0.0816
7-9	4	0.25	0.014	1.2	0.3	0.072%	0.500%		0.1142
4-9	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.169%	1.169%		0.0873
9-18	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.102%	0.500%	0.05104	0.0571
10-18	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.964%	0.964%		0.0793
18-26	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.169%	0.500%		0.0571
7-13	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.339%	1.339%		0.0935
13-17	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.528%	0.528%		0.0587
9-17	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.046%	1.046%		0.0826
17-16	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.081%	1.081%		0.0840
16-25	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.341%	0.500%		0.0571
18-25	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.773%	0.773%		0.0710
25-35	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.234%	0.500%		0.0571
14-15	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.238%	0.500%		0.0571
15-16	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.575%	0.575%		0.0613
14-23	2	0.25	0.014	1.2	0.3	1.283%	1.283%		0.0915
13-14	2	0.25	0.014	1.2	0.3	0.589%	0.589%		0.0620

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC2/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coeficiente de		Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
			Rugosidad de Manning (n)							
8-11	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.184%	0.500%		0.0571
6-11	2	0.25	0.014		1.2	0.3	1.125%	1.125%		0.0857
11-19	2	0.25	0.014		1.2	0.3	1.138%	1.138%		0.0862
6-12	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.570%	0.570%		0.0610
11-20	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.459%	0.500%	0.03734	0.0571
20-21	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.246%	0.500%		0.0571
19-27	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.812%	0.812%		0.0728
19-26	2	0.25	0.014		1.2	0.3	1.281%	1.281%		0.0914
26-36	2	0.25	0.014		1.2	0.3	0.341%	0.500%		0.0571

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC3/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coeficiente de		Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
			Rugosidad de Manning (n)							
23-24	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.746%	0.746%		0.0385
24-32	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.400%	0.500%		0.0315
24-31	2	0.2	0.014		1.2	0.24	1.188%	1.188%		0.0486
31-34	2	0.2	0.014		1.2	0.24	1.007%	1.007%	0.01885	0.0447
32-34	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.636%	0.636%		0.0355
31-33	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.444%	0.500%		0.0315
33-40	2	0.2	0.014		1.2	0.24	1.322%	1.322%		0.0512
34-40	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.068%	0.500%		0.0315

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC4/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coeficiente de		Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
			Rugosidad de Manning (n)							
26-35	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.755%	0.755%		0.0387
15-32	2	0.2	0.014		1.2	0.24	1.028%	1.028%		0.0452
32-41	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.409%	0.500%		0.0315
25-41	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.869%	0.869%	0.03065	0.0415
41-45	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.668%	0.668%		0.0364
35-45	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.557%	0.557%		0.0332
45-50	2	0.2	0.014		1.2	0.24	0.308%	0.500%		0.0315

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS TRIANGULARES OS060 - SC5/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Tirante Total (Y)	Coefficiente de Rugosidad de Manning (n)	Talud (Z)	Ancho de cuneta (T)	Pendiente Real (S)	Pendiente Constructiva	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>Manning</sub> (m <sup>3</sup> /s)
40-44	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.629%	0.629%		0.1042
41-44	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.415%	1.415%		0.1562
44-56	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.061%	1.061%		0.1353
45-56	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.044%	1.044%		0.1342
33-42	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.059%	1.059%		0.1352
42-43	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.618%	0.618%		0.1033
40-43	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.583%	1.583%		0.1652
43-55	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.417%	0.500%		0.0929
44-55	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.760%	0.760%		0.1145
55-63	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.092%	1.092%		0.1372
56-63	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.880%	0.880%		0.1232
63-67	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.586%	0.586%		0.1006
42-70	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.513%	0.513%		0.0941
55-62	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.206%	1.206%		0.1443
62-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.649%	0.649%		0.1058
63-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.532%	1.532%	0.08171	0.1626
63-67	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.586%	0.586%		0.1006
42-70	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.513%	0.513%		0.0941
55-62	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.206%	1.206%		0.1443
62-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.649%	0.649%		0.1058
63-71	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.532%	1.532%		0.1626
62-66	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.363%	1.363%		0.1534
66-95	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.212%	0.500%		0.0929
66-70	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.820%	0.820%		0.1190
70-77	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.379%	0.500%		0.0929
71-77	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.732%	1.732%		0.1729
71-78	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.034%	0.500%		0.0929
72-78	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.944%	0.944%		0.1276
77-82	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.633%	0.633%		0.1045
78-82	2	0.3	0.014	1.2	0.36	1.952%	1.952%		0.1835
82-87	2	0.3	0.014	1.2	0.36	0.729%	0.729%		0.1121

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 16: Cálculo de dimensiones de cunetas rectangulares para la primera propuesta**

<b>DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC1/P1</b>									
Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
1-2	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
2-4	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
4-10	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
10-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826		0.0876
1-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
1-3	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
3-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.26187		0.0946
3-6	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.01175		0.0759
5-8	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
10-19	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
2-7	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
7-9	4	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.1131
4-9	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826		0.0876
9-18	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411	0.05104	0.0566
10-18	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
18-26	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
7-13	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
13-17	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
9-17	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
17-16	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
16-25	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
18-25	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
25-35	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
14-15	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
15-16	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
14-23	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
13-14	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC2/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
8-11	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411	0.03307	0.0566
6-11	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
11-19	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
6-12	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
11-20	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
20-21	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
19-27	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
19-26	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC3/P1**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
12-22	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.89228	0.04222	0.0669
21-97	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
97-29	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
22-29	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
29-37	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.89228		0.0669
22-30	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.01175		0.0759
29-38	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
30-38	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.26187		0.0946
37-48	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.01175		0.0759
38-48	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
30-39	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.26187		0.0946
39-49	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
38-49	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
49-96	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.30616		0.0980
96-53	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
48-53	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
53-54	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
96-54	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC4/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
27-28	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
21-28	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826		0.0876
28-37	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
26-36	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
28-36	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826	0.03745	0.0876
36-47	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
26-35	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
35-46	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
36-46	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.01175		0.0759

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC5/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
23-24	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.98256		0.0786
24-32	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
24-31	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.28648		0.1029
31-34	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.17439	0.01885	0.0940
32-34	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.90968		0.0728
31-33	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
33-40	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.33901		0.1071
34-40	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC6/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
15-32	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.17439		0.0940
32-41	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
25-41	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.11412	0.02948	0.0891
41-45	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.98256		0.0786
35-45	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.90968		0.0728
45-50	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC7/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
40-44	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
41-44	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
44-56	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
45-56	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.09473		0.0985
33-42	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
42-43	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
40-43	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.38473		0.1246
43-55	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
44-55	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
55-63	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
56-63	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
63-67	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
42-70	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
55-62	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.19921	0.08171	0.1079
62-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
63-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.34076		0.1207
62-66	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
66-95	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
66-70	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
70-77	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
71-77	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.42735		0.1285
71-78	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
72-78	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
77-82	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
78-82	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.54818		0.1393
82-87	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.91591		0.0824

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC8/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
50-57	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.05040		0.0840
46-57	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.11412		0.0891
56-64	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
57-64	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.98256	0.02837	0.0786
67-73	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.23171		0.0985
64-73	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.28648		0.1029
73-72	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.92971		0.1544

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC9/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
37-47	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.98933		0.0965
47-52	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.85678		0.0835
48-52	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.85678		0.0835
52-60	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.92543		0.0902
53-60	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
60-61	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.10610		0.1078
54-61	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.04934		0.1023
46-51	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
47-51	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
51-59	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
52-59	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.04934		0.1023
59-69	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
60-69	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.85678		0.0835
69-76	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.85678		0.0835
61-76	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
57-65	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
51-58	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.10610	0.09582	0.1078
58-65	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.39912		0.1364
58-68	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
59-68	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.21167		0.1181
65-75	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
68-75	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.30876		0.1276
75-81	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
69-81	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.04934		0.1023
81-86	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
76-86	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
64-74	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.10610		0.1078
65-74	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
74-80	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.85678		0.0835
75-80	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.16009		0.1131
80-85	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
81-85	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.48399		0.1447
85-94	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	0.78213		0.0763
86-94	2	0.15	0.325	0.04875	0.8	0.0609	1.30876		0.1276

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC10/P1**

Tramo	Nº Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
73-79	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
74-79	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
79-84	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
80-84	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.19921		0.1079
84-91	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.91591		0.0824
85-91	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
91-93	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
94-93	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
78-83	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
79-83	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816	0.06053	0.1033
83-88	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
84-88	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
88-90	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.24818		0.1123
90-92	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
91-92	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
92-93	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
83-87	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
87-89	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
88-89	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.46873		0.1322
89-90	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763

Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 17: Cálculo de dimensiones de cunetas rectangulares para la segunda propuesta*

<b>DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC1/P2</b>									
Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m <sup>3</sup> /s)	Qmanning (m <sup>3</sup> /s)
1-2	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
2-4	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
4-10	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
10-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826		0.0876
1-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
1-3	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
3-5	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.26187		0.0946
3-6	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.01175		0.0759
5-8	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
10-19	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
2-7	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
7-9	4	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.1131
4-9	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.16826		0.0876
9-18	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411	0.05104	0.0566
10-18	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
18-26	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
7-13	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
13-17	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
9-17	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.06647		0.0800
17-16	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
16-25	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
18-25	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
25-35	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
14-15	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
15-16	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
14-23	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
13-14	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC2/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
8-11	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
6-11	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
11-19	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.11853		0.0839
6-12	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.82609		0.0620
11-20	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411	0.03734	0.0566
20-21	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566
19-27	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.95388		0.0715
19-26	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	1.21597		0.0912
26-36	2	0.15	0.25	0.0375	0.65	0.0577	0.75411		0.0566

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC3/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
23-24	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.98256		0.0786
24-32	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
24-31	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.28648		0.1029
31-34	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.17439		0.0940
32-34	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.90968	0.01885	0.0728
31-33	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
33-40	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.33901		0.1071
34-40	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC4/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m3/s)	Qmanning (m3/s)
26-35	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.05040		0.0840
15-32	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.17439		0.0940
32-41	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664
25-41	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	1.11412	0.03065	0.0891
41-45	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.98256		0.0786
35-45	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.90968		0.0728
45-50	2	0.2	0.2	0.04	0.6	0.0667	0.83042		0.0664

Fuente: Elaboración Propia

**DISEÑO DE CUNETAS RECTANGULARES OS060 - SC5/P2**

Tramo	N° Cunetas x Tramo	Espejo de agua (T) máx. 0.4 m	Tirante Total (Y)	Área de la sección (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (Rh)	Velocidad media (V)	Q racional (m <sup>3</sup> /s)	Qmanning (m <sup>3</sup> /s)
40-44	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
41-44	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
44-56	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
45-56	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.09473		0.0985
33-42	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
42-43	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
40-43	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.38473		0.1246
43-55	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
44-55	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
55-63	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.14816		0.1033
56-63	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
63-67	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
42-70	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
55-62	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.19921		0.1079
62-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
63-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.34076	0.08171	0.1207
63-67	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
42-70	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
55-62	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.19921		0.1079
62-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
63-71	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.34076		0.1207
62-66	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.29530		0.1166
66-95	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
66-70	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.97915		0.0881
70-77	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
71-77	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.42735		0.1285
71-78	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.77409		0.0697
72-78	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.03855		0.0935
77-82	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.84797		0.0763
78-82	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	1.54818		0.1393
82-87	2	0.15	0.3	0.045	0.75	0.0600	0.91591		0.0824

Fuente: Elaboración Propia

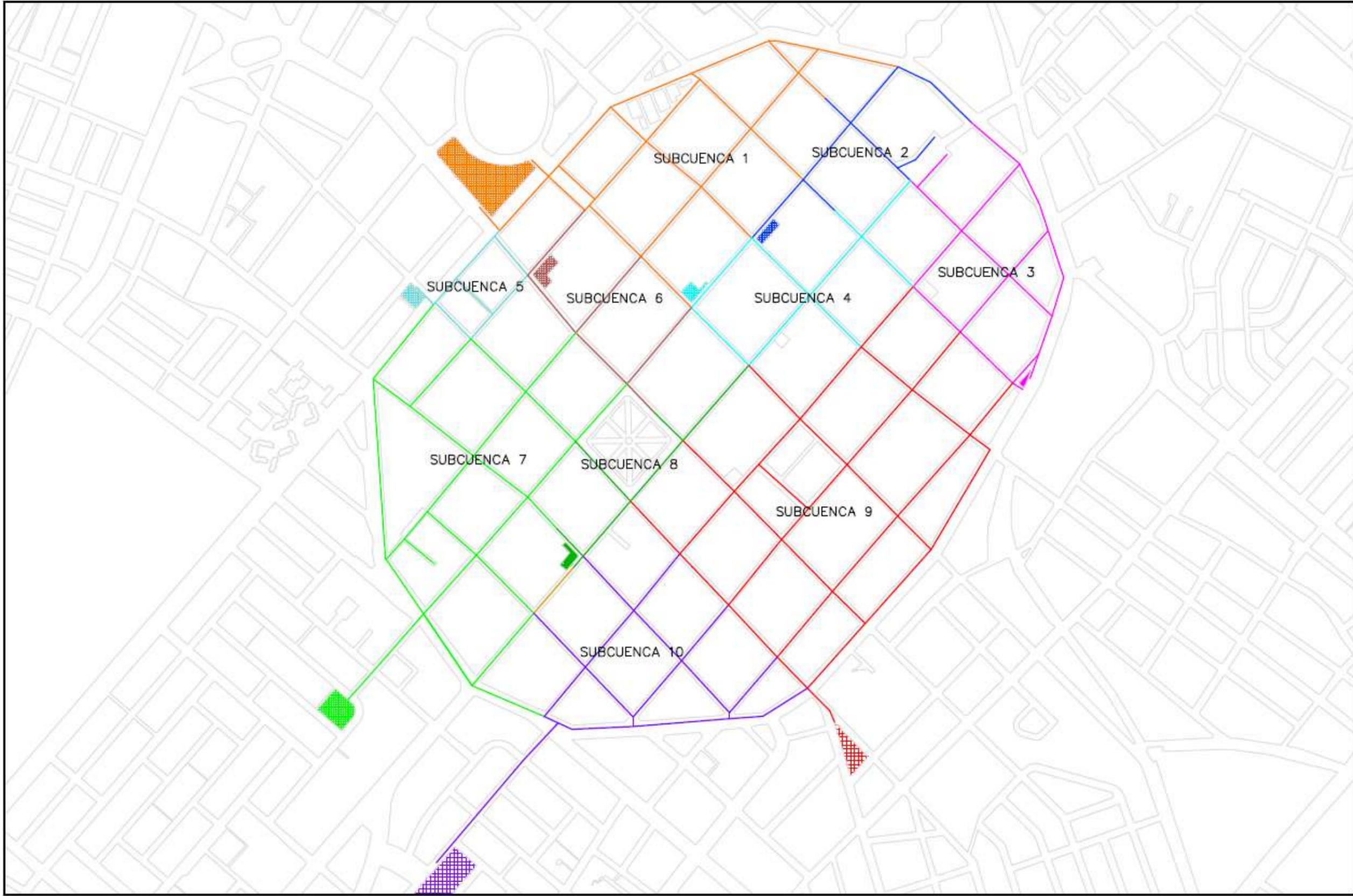
*Anexo 18: Plano de Orientación de Flujo del Centro Histórico de Trujillo*



NOTA:

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"
AUTOR: Br. Diego Lazo Alayo
PLANO: UBICACIÓN
NOMBRE DEL PLANO: ORIENTACIÓN DEL FLUJO
ESCALA: 1/5000
FECHA: JUNIO 2021
PLANO: <b>U-01</b> <small>PLANO 1/12</small>

*Anexo 19: Plano de Subcuencas para Diseño de Drenaje, Propuesta 1*



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO:  
UBICACIÓN

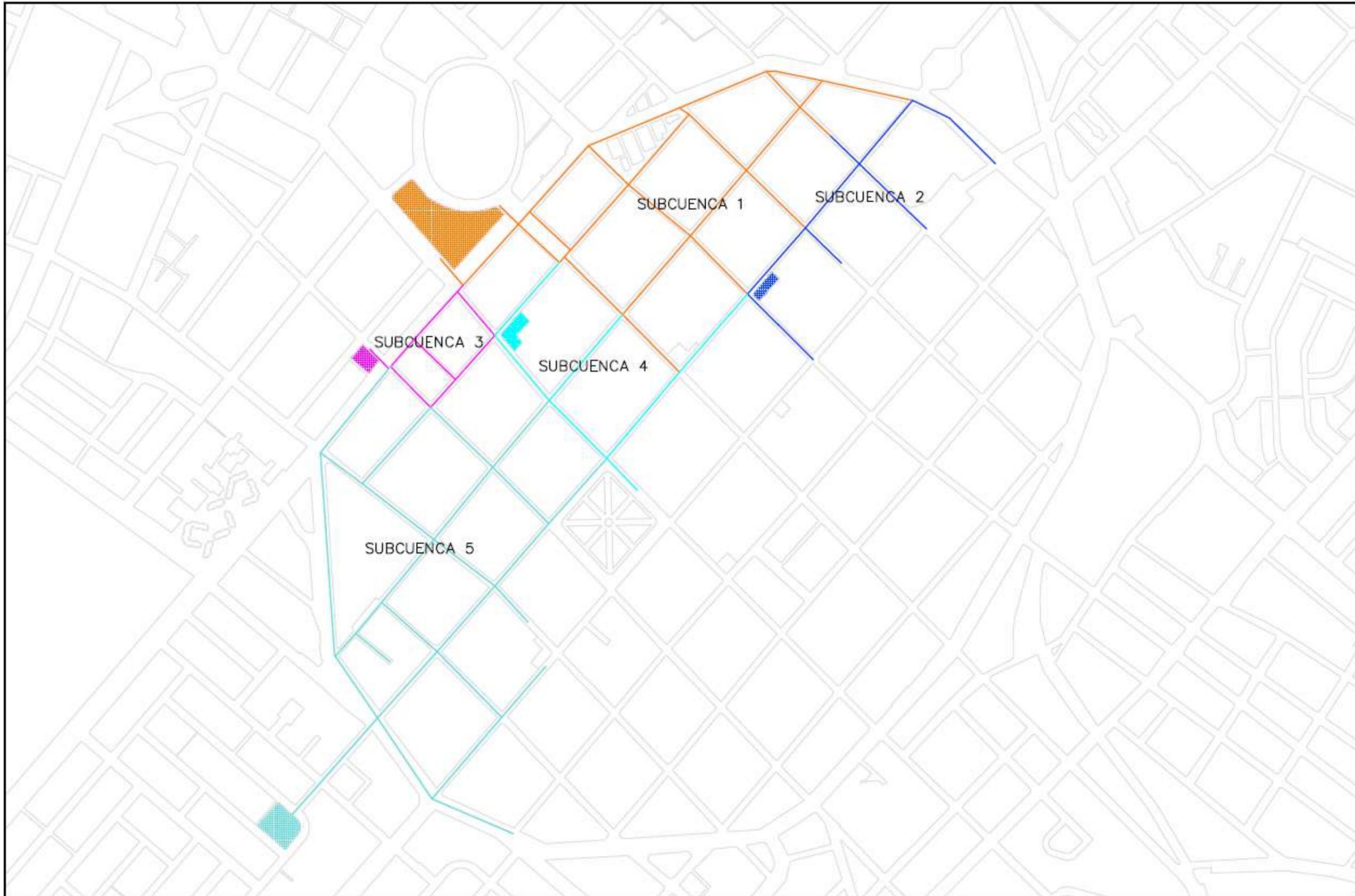
NOMBRE DEL PLANO:  
UBICACIÓN SUBCUENCAS PROPUESTA 1

ESCALA:  
1/5000

FECHA:  
JUNIO 2021

PLANO:  
**U-02**  
PLANO 2/12

*Anexo 20: Plano de Subcuencas para Diseño de Drenaje, Propuesta 2*



NOTAS



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:

"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:

Br. Diego Lazo Alayo

PLANO

UBICACIÓN

NOMBRE DEL PLANO  
UBICACIÓN  
SUBCUENCAS  
PROPUESTA 2

ESCALA

1/5000

FECHA

JUNIO 2021

PLANO

**U-03**

PLANO 3/12

*Anexo 21: Plano Lotizado del Centro Histórico de Trujillo*



NOTAS



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA 2021"

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO  
UBICACIÓN

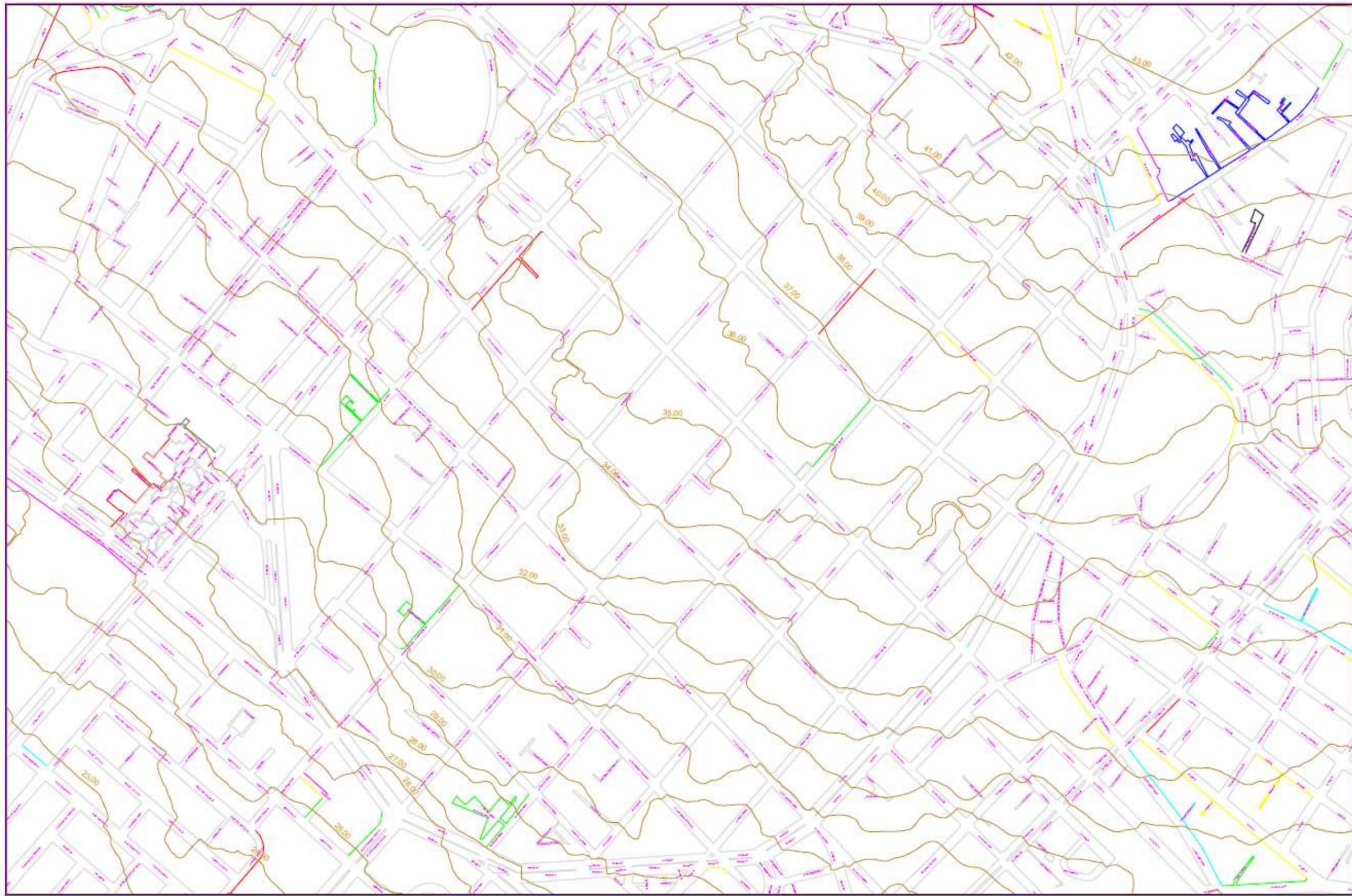
NOMBRE DEL PLANO  
LOTIZACIÓN

ESCALA  
1/5000

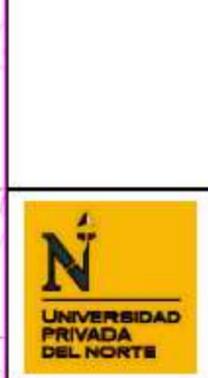
FECHA  
JUNIO 2021

PLANO  
**U-04**  
PLANO 4/12

*Anexo 22: Plano de Curvas de Nivel del Centro Histórico de Trujillo*



NOTAS



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:  
"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO  
TOPOGRAFIA

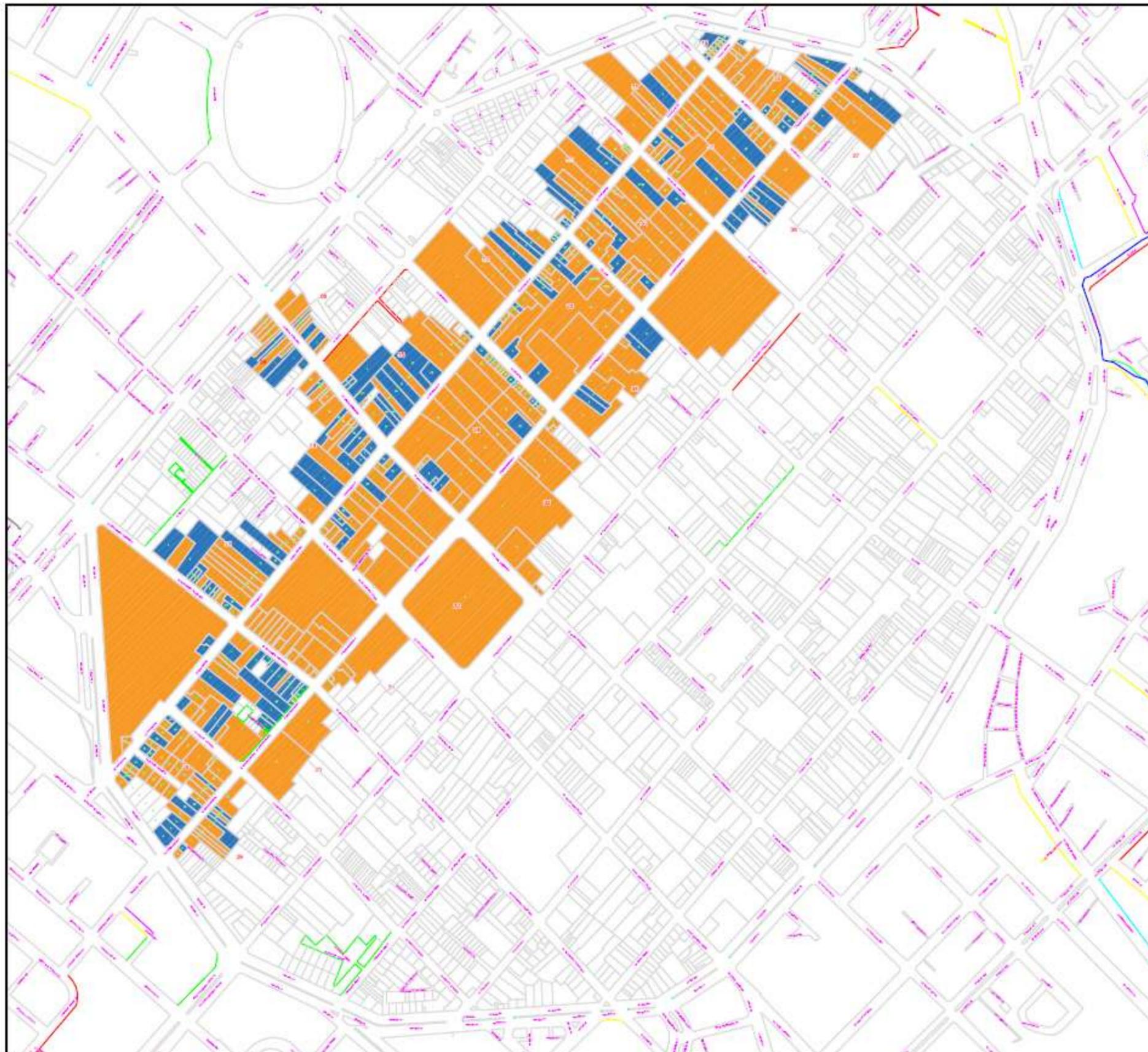
NOMBRE DEL PLANO  
CURVAS DE NIVEL

ESCALA:  
1/5000

FECHA  
JUNIO 2021

PLANO  
**U-05**  
PLANO 5/13

*Anexo 23: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Incumplimiento de Norma*



NOTAS



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO  
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

NOMBRE DEL PLANO  
INCUMPLIMIENTO DE NORMA

ESCALA  
1/5000

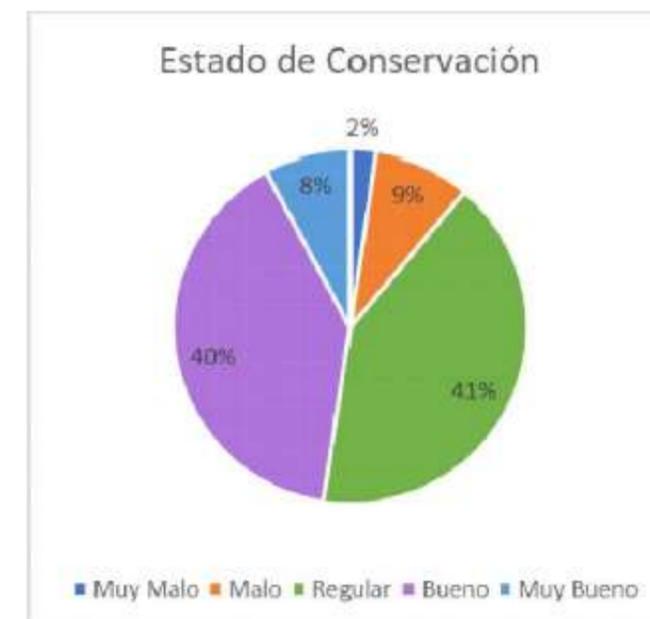
FECHA  
JUNIO 2021

PLANO  
**U-06**  
PLANO 8/12

*Anexo 24: Análisis de Vulnerabilidad: Plano de Estado de Edificaciones*



LEYENDA	
	MUY MALO
	MALO
	REGULAR
	BUENO
	MUY BUENO



NOTAS

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021\*

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO:  
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

NOMBRE DEL PLANO:  
ESTADO DE CONSERVACIÓN

ESCALA:  
1/5000

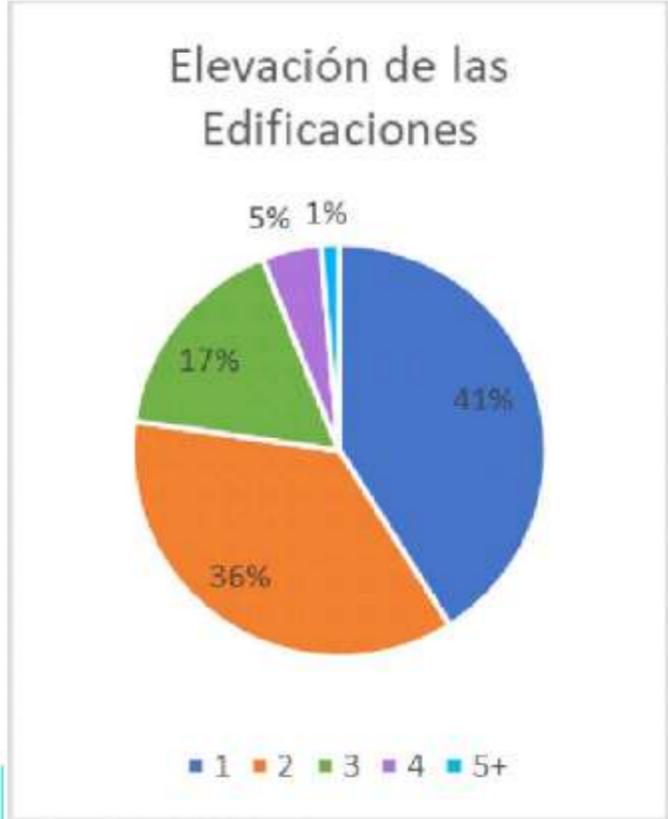
FECHA:  
JUNIO 2021

PLANO:  
**U-07**  
PLANO 7/12

*Anexo 25: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Número de Pisos por Edificación*



LEYENDA	
	1 PISO
	2 PISOS
	3 PISOS
	4 PISOS
	5 PISOS +



NOTAS



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:  
Br. Diego Lazo Alayo

PLANO:  
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

NOMBRE DEL PLANO:  
ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES

ESCALA:  
1/5000

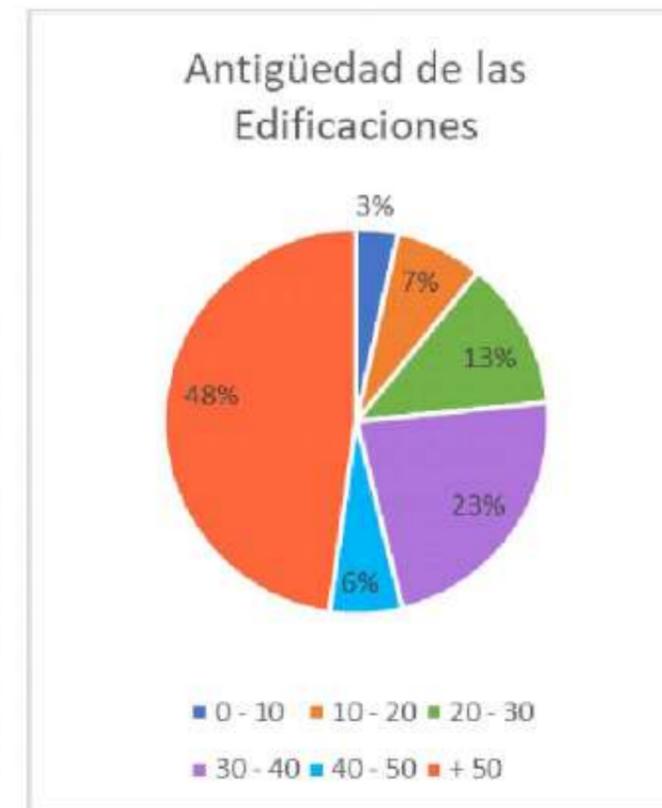
FECHA:  
JUNIO 2021

PLANO:  
**U-08**  
PLANO 8/12

*Anexo 26: Análisis de Vulnerabilidad - Plano de Antigüedad de Edificaciones*



LEYENDA	
	0 - 10
	10 - 20
	20 - 30
	30 - 40
	40 - 50
	50 +



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
 "ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"

AUTOR:  
 Br. Diego Lazo Alayo

PLANO:  
 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

NOMBRE DEL PLANO:  
 ANTIGÜEDAD DE EDIFICACION

ESCALA:  
 1/5000

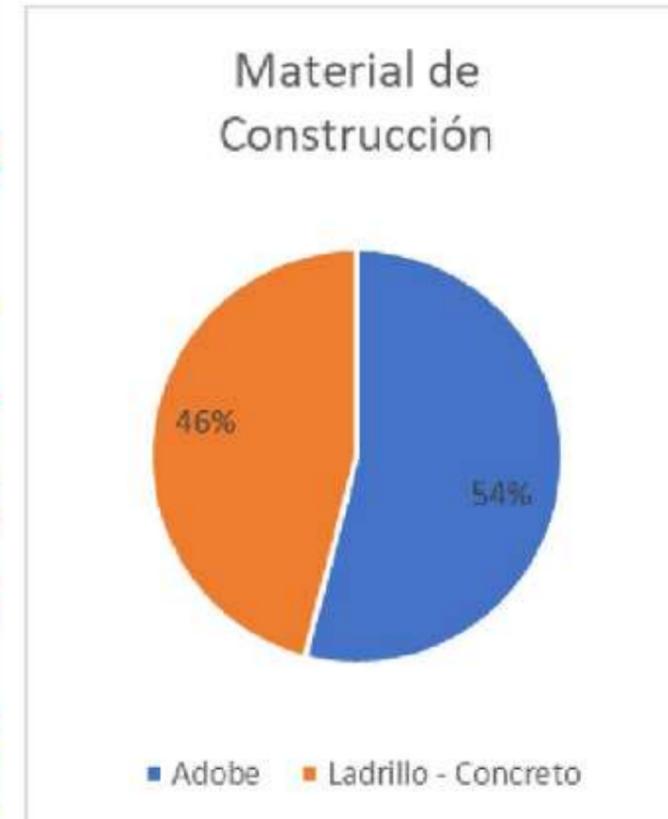
FECHA:  
 JUNIO 2021

PLANO:  
**U-09**  
PLANO 8/12

*Anexo 27: Análisis de Vulnerabilidad - Material de Construcción*



LEYENDA	
	ADOBE
	LADRILLO CONCRETO

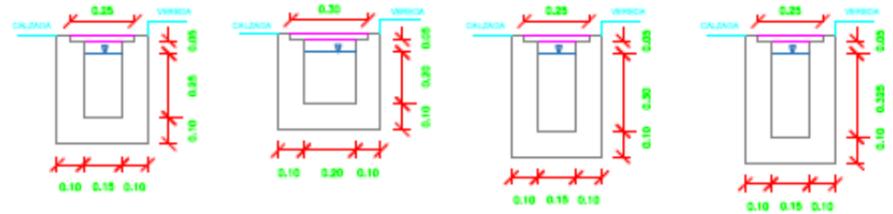


NOTAS
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.080 Y SU EFICIENCIA - 2021"
AUTOR: Br. Diego Lazo Alayo
PLANO ESTUDIO DE VULNERABILIDAD
NOMBRE DEL PLANO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
ESCALA 1/5000
FECHA JUNIO 2021
PLANO <b>U-10</b> PLANO 10/12

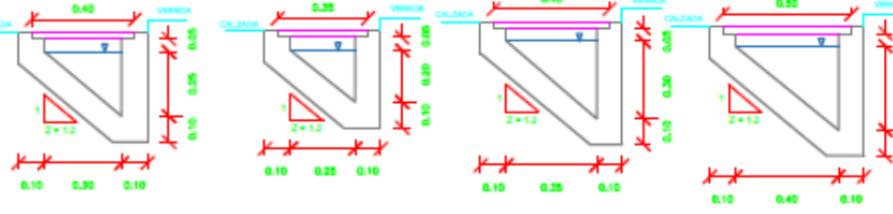
*Anexo 28: Plano de Secciones Transversales de Diseño*

SECCIONES DE CUNETAS

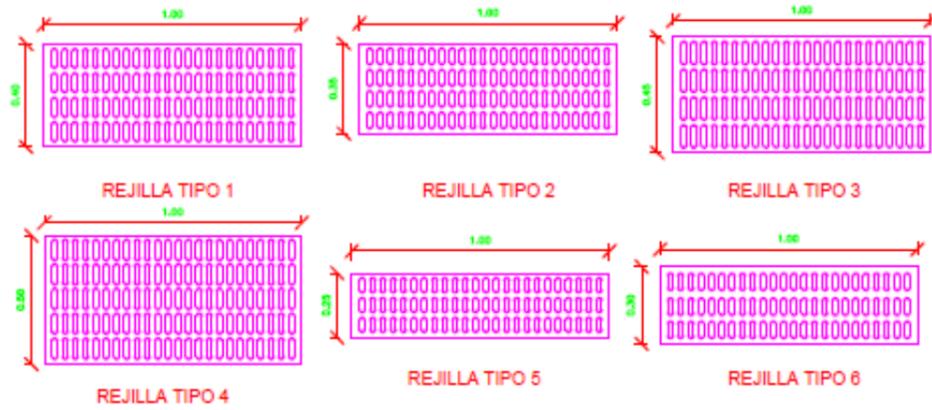
RECTANGULAR TIPO 1 RECTANGULAR TIPO 2 RECTANGULAR TIPO 3 RECTANGULAR TIPO 4



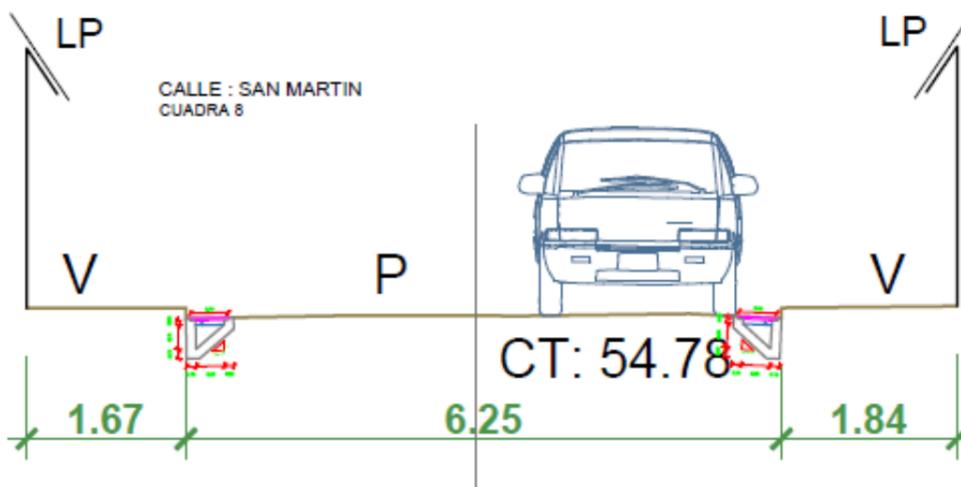
TRIANGULAR TIPO 1 TRIANGULAR TIPO 2 TRIANGULAR TIPO 3 TRIANGULAR TIPO 4



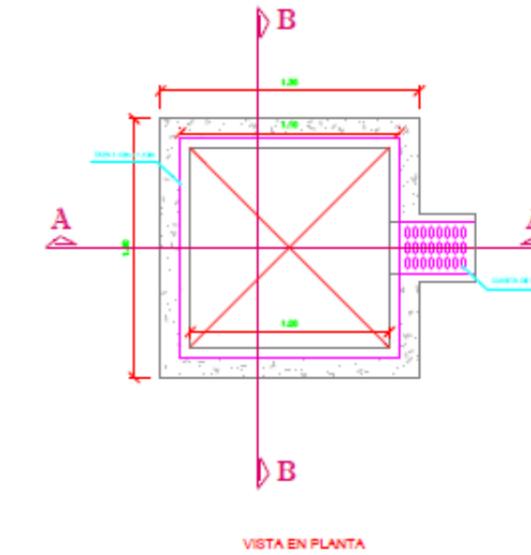
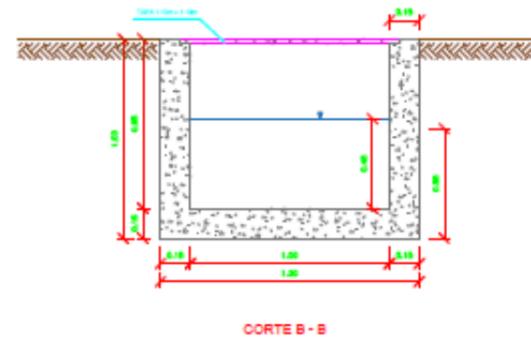
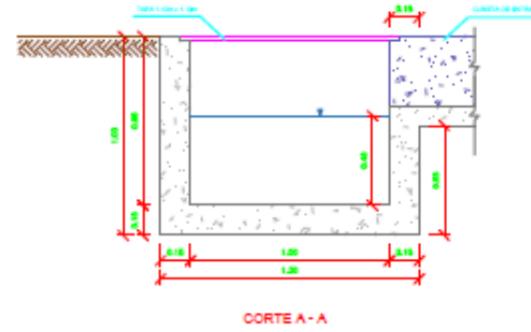
REJILLAS



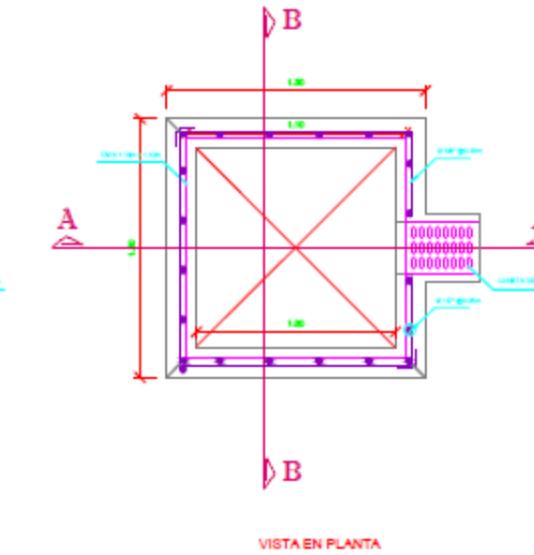
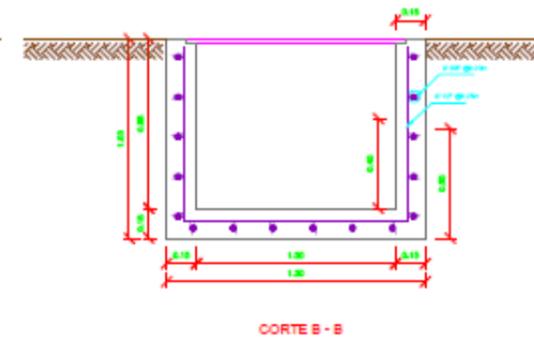
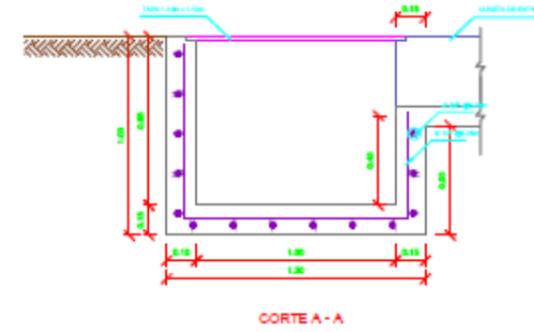
SECCIÓN TRANSVERSAL DE CALLES



CAJAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ESTRUCTURA

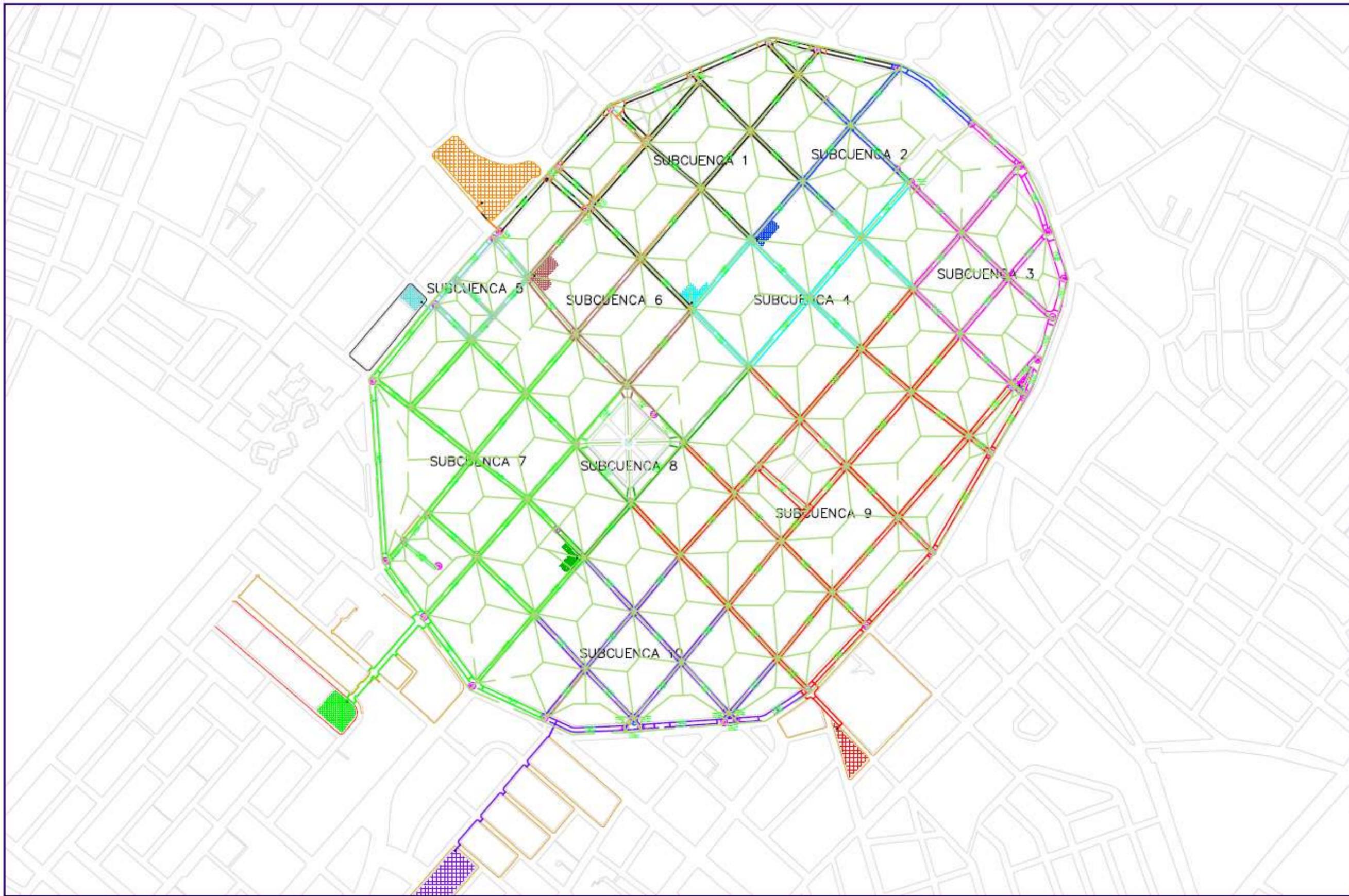


CAJAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ARQUITECTURA



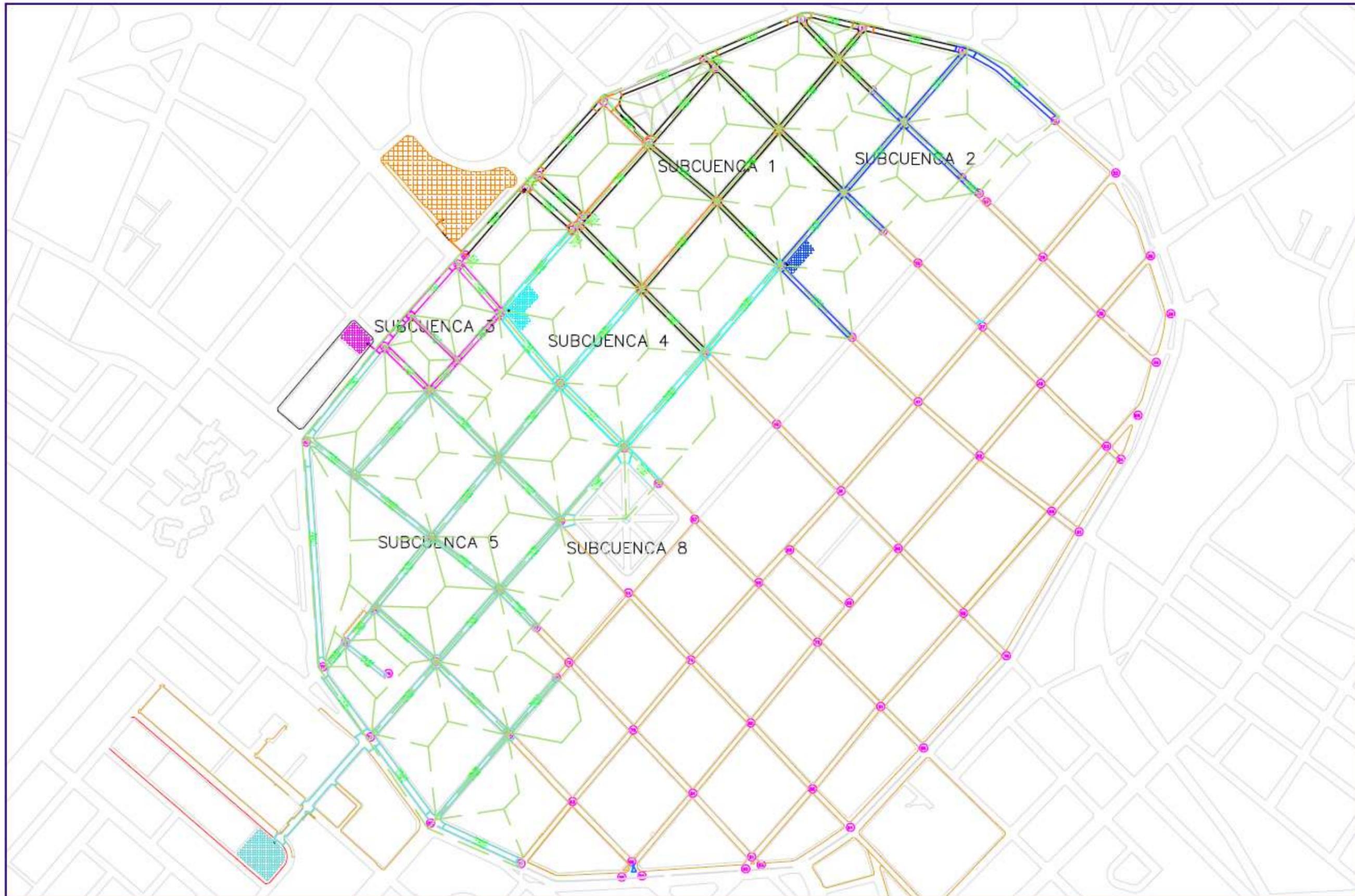
<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021*</p>
<p>AUTOR: Br. Diego Lazo Alayo</p>
<p>PLANO ESTRUCTURA</p>
<p>NOMBRE DEL PLANO SECCIONES DE CUNETA</p>
<p>ESCALA 1/25</p>
<p>FECHA JUNIO 2021</p>
<p>PLANO <b>U-11</b> PLANO 11/12</p>

*Anexo 29: Plano de Distribución de Drenaje, Primera Propuesta*



MITAS
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>PROYECTO:</p> <p>"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"</p>
<p>AUTOR:</p> <p>Br. Diego Lazo Alayo</p>
<p>PLANO</p> <p>DISEÑO DE RED</p>
<p>NOMBRE DEL PLANO</p> <p>PROPUESTA 1</p>
<p>ESCALA</p> <p>1/5000</p>
<p>FECHA</p> <p>JUNIO 2021</p>
<p>PLANO</p> <p><b>U-12</b></p> <p>PLANO 2/4</p>

*Anexo 30: Plano de Distribución de Drenaje, Segunda Propuesta*



NOTAS
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA</p>
<p>PROYECTO:</p> <p>"ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA NUEVA NORMA TÉCNICA OS.060 Y SU EFICIENCIA - 2021"</p>
<p>AUTOR:</p> <p>Br. Diego Lazo Alayo</p>
<p>PLANO:</p> <p>DISEÑO DE RED</p>
<p>NOMBRE DEL PLANO:</p> <p>PROPUESTA 2</p>
<p>ESCALA:</p> <p>1/5000</p>
<p>FECHA:</p> <p>JUNIO 2021</p>
<p>PLANO:</p> <p><b>U-13</b></p> <p>PLANO 13/13</p>