



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE**  
**ARQUITECTURA**

**“Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al  
drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Arquitecto

**AUTOR:**

Ballesteros Chunga Alvaro Michel (ORCID: 0000-0002-5948-3997)

**ASESORA:**

Mg. Huacacolque Sánchez, Lucía Georgina (ORCID: 0000-0001-8661-7834)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Urbanismo Sostenible

PIURA – PERÚ

2020

## Dedicatoria

Esta investigación va dedicada principalmente a Dios, por ser el creador e inspirador que me dio las fuerzas para seguir en este largo camino de alcanzar mi más deseado anhelo de obtener mi título profesional de Arquitecto.

También dedicado con todo mi amor a mis queridos padres, que son mi motor y gran ejemplo de superación, Marcos Abel Ballesteros Sancarranco y Raquel Matilde Chunga Baca, quienes con su sacrificio y esfuerzo me brindaron mis estudios superiores para tener un mejor futuro y además me dieron aliento desde el inicio hasta el final de la carrera, siendo mi soporte y respaldo emocional en los momentos más difíciles.

A mi padrino Gregorio Chunga Baca, quien en vida fue una gran persona y me inculcó buenos valores desde pequeño y fue mi gran ejemplo a seguir de cómo llegar al éxito, con mucho esfuerzo y dedicación.

## Agradecimiento

Agradecido con el padre celestial por guiar mi caminar y por haber permitido concluir con éxito el propósito de culminar mis estudios superiores.

A mis padres que me apoyaron incondicionalmente en mi largo caminar como estudiante.

A los arquitectos de la escuela profesional de Arquitectura que con mucho amor y pasión por la carrera transmitieron sus experiencias, vivencias y conocimientos a lo largo de mi formación académica y de manera especial a la Mg Lucía Georgina Hualcacolque, asesora de nuestro proyecto de investigación, quien nos ha guiado con dirección, conocimiento y enseñanza.

A la universidad César Vallejo, que me acogió y enriqueció mis conocimientos.

## Índice de contenidos

Carátula.....	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de abreviaturas.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	22
III.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2 Categorías y subcategorías y matriz de categorización.....	22
3.3 Escenario de estudio.....	23
3.4 Participantes.....	23
3.5 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	23
3.6 Procedimientos.....	24
3.7 Rigor científico.....	25
3.8 Método de análisis de la información.....	25
3.9 Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	57
Anexo 1: Matriz de categorización apriorística.....	
Anexo 2: Instrumento de Recolección de datos, guía de entrevista.....	
Anexo 3: Instrumento de Recolección de datos, guía de entrevista.....	
Anexo 4: Validación del instrumento de investigación mediante juicio de expertos.....	
Anexo 5: Validación del instrumento de investigación mediante juicio de expertos.....	
Anexo 6: Instrumento de Recolección de datos, Ficha de análisis documental.....	
Anexo 7: Guía de análisis documental.....	

Anexo 8: Escenario de estudio.

Anexo 9: Imágenes

Anexo 10: Mapa de Peligros de la ciudad de Piura:

Anexo 10: Aspectos Administrativos

Anexo 11: Correlación de conclusiones y recomendaciones.

Anexo 12: Informe de Originalidad

## Índice de tablas

<b>TABLA 1.</b> TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	24
<b>TABLA 2.</b> ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES DE LA ESCORRENTÍA URBANA SEGÚN EL TIPO DE SUDS EN EL SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA.	41
<b>TABLA 3.</b> CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS SUDS PARA EL SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA.	42
<b>TABLA 4.</b> RECURSOS HUMANOS.	79
<b>TABLA 5.</b> EQUIPOS Y BIENES DURADEROS.	79
<b>TABLA 6.</b> MATERIALES E INSUMOS.	79
<b>TABLA 7.</b> ASESORÍAS ESPECIALIZADAS Y SERVICIOS.	79
<b>TABLA 8.</b> GASTOS OPERATIVOS	80
<b>TABLA 9.</b> PRESUPUESTO GENERAL.	80
<b>TABLA 10.</b> FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.	81
<b>TABLA 11.</b> CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.	82

## Índice de gráficos

<b>GRÁFICO 1.</b> TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DEL SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA.	19
<b>GRÁFICO 2.</b> TIPO DE SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA.	20
<b>GRÁFICO 3.</b> NIVEL DE NAPA FREÁTICA DEL ÁREA DEL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	21
<b>GRÁFICO 4.</b> ZONAS INUNDABLES EN EL ÁREA DE ESTUDIO, MIRAFLORES – CASTILLA.	22
<b>GRÁFICO 5.</b> EXISTENCIA DE CUENCAS CIEGAS EN EL SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA.	23
<b>GRÁFICO 6.</b> MANEJO Y GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	24
<b>GRÁFICO 7.</b> ESTADO ACTUAL DEL DRENAJE PLUVIAL, ESTACIÓN DE BOMBEO Y MOTOBOMBAS DEL ÁREA DE ESTUDIO MIRAFLORES – CASTILLA.	25
<b>GRÁFICO 8.</b> TIPO DE ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	26
<b>GRÁFICO 9.</b> ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN PLUVIAL EN EL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	27
<b>GRÁFICO 10.</b> VÍAS DEL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA, QUE EVACUAN DE FORMA NATURAL LAS AGUAS PLUVIALES HACIA LOS DRENES PRINCIPALES.	28
<b>GRÁFICO 11.</b> PENDIENTES TRANSVERSALES DE LA CALZADA SEGÚN R.N.E, PARA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES.	29
<b>GRÁFICO 12.</b> ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL DREN AV. GUARDIA CIVIL.	30
<b>GRÁFICO 13.</b> OBSTRUCCIONES QUE DIFICULTAN EL RECORRIDO DE LAS ESCORRENTÍAS EN EL DREN AV. GUARDIA CIVIL.	31
<b>GRÁFICO 14.</b> CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA PLUVIAL EN ÁREAS URBANAS Y NATURALES.	32
<b>GRÁFICO 15.</b> CONTAMINANTES QUE RECOGE LA ESCORRENTÍA URBANA DEL ÁREA DE ESTUDIO SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	33
<b>GRÁFICO 16.</b> TIPOS DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE EN EL SECTOR MIRAFLORES – CASTILLA.	36

## Índice de figuras

<b>FIGURA 1.</b> DELIMITACIÓN DEL ESCENARIO DE ESTUDIO DEL SECTOR MIRAFLORES - CASTILLA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	11
<b>FIGURA 2.</b> CALLES DEL CENTRO DE PIURA, COMO CONSECUENCIA DEL FENÓMENO DEL NIÑO DEL AÑO 2017, FUENTE: WALAC NOTICIAS.	47
<b>FIGURA 3.</b> RÍO PIURA EN SU MÁXIMO CAUDAL, DEBIDO AL FENÓMENO DEL NIÑO DEL AÑO 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	47
<b>FIGURA 4.</b> PRINCIPALES CALLES DEL DISTRITO DE CASTILLA, CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN, POR FALTA DE DRENAJE PLUVIAL - 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	48
<b>FIGURA 5.</b> FOCOS INFECCIOSOS EN LAS CALLES DE CASTILLA, COMO CONSECUENCIA DEL ESTANCAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIAS DEL 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	48
<b>FIGURA 6.</b> DAMNIFICADOS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, EN LOS PERIODOS LLUVIOSOS DEL 2017 POR FALTA DE DRENAJE. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	49
<b>FIGURA 7.</b> EL DREN CASTILLA DESBORDADO POR UNA CAPACIDAD MAYOR DE ESCORRENTÍA, DURANTE LOS PERIODOS LLUVIOSOS DEL 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	49
<b>FIGURA 8.</b> PROBLEMAS EN EL ALCANTARILLADO EN LA AV. GUARDIA CIVIL, DEBIDO A LAS CONSTANTES LLUVIAS DEL 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	
<b>FIGURA 9.</b> EL MAL ESTADO DE LA AVENIDA DREN GUARDIA CIVIL, OCASIONA QUE LAS ESCORRENTÍAS NO FLUYAN ADECUADAMENTE - 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	50
<b>FIGURA 10.</b> EXISTENCIA DE CUENCAS CIEGAS EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES - CASTILLA 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	51
<b>FIGURA 11.</b> EL DIFÍCIL DRENAJE DE LAS CUENCAS CIEGAS CAUSA DAÑOS EN LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES - 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	51
<b>FIGURA 12.</b> EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES, MEDIANTE CISTERNAS EN LA CUENCA CIEGA DE LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE - CASTILLA 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	52
<b>FIGURA 13.</b> EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES, MEDIANTE MOTOBOMBAS, POR FALTA DE DRENAJE EN LOS DIFERENTES SECTORES DEL DISTRITO DE CASTILLA 2017. FUENTE: WALAC NOTICIAS.	52

## Índice de abreviaturas

SUDS: Sistemas urbanos de drenaje sostenible.

SWMM: StormWater Management Model.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

CONAMA: Congreso Nacional del Medio Ambiente.

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación tecnológica.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

FEN: Fenómeno del niño

## Resumen

Uno de los grandes problemas urbanos existentes que afronta el Distrito de Castilla en la actualidad es el manejo, control y gestión de la escorrentía urbana, debido a las deficiencias que presenta el sistema de drenaje pluvial. Por tal motivo, el objetivo de la investigación fue determinar el sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla, la investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, de tipo aplicada y diseño no experimental, los participantes fueron los Arquitectos Urbanistas de Piura y el gerente de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Castilla durante el año 2020. Se aplicó las técnicas de la entrevista, el registro fotográfico y el análisis de documentos. Los resultados evidenciaron que el sector Miraflores – Castilla carece de un sistema de drenaje continuo e integral y que la falta de mantenimiento ocasiona deficiencias en su funcionamiento. Por ello se buscó alternativas de drenaje sostenible y se determinó que según las características físicas del sector Miraflores, se pueden implementar diversos sistemas urbanos de drenaje sostenible como pavimentos permeables en las calles de poco flujo vehicular, parques inundables en zonas de recreación pasiva, estanques de retención en el parque Quiñones y franjas filtrantes en las áreas de jardinería.

Palabras claves: Escorrentía Urbana, drenaje pluvial, drenaje sostenible.

## Abstract

One of the great existing urban problems faced by the District of Castilla at present is the handling, control and management of urban runoff, due to the deficiencies of the storm drainage system. For such reason, the objective of the research was to determine the sustainable urban drainage system as an alternative to the urban storm drainage of the Miraflores - Castilla sector, the research was developed from a qualitative approach, applied type and non-experimental design, the participants were the Urban Architects of Piura and the manager of Urban Development of the District Municipality of Castilla during the year 2020. Interview, photographic record and document analysis techniques were applied. The results showed that the Miraflores - Castilla sector lacks a continuous and integral drainage system and that the lack of maintenance causes deficiencies in its operation. Therefore, sustainable drainage alternatives were sought and it was determined that according to the physical characteristics of the Miraflores sector, various sustainable urban drainage systems can be implemented, such as permeable pavements in the streets with little vehicular flow, floodable parks in passive recreation areas, retention ponds in the Quiñones park and filter strips in the landscaped areas.

Keywords: Urban runoff, storm drainage, sustainable drainage

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas urbanos existentes que afronta la ciudad de Piura en la actualidad es el manejo, control y gestión del agua de las lluvias, que se presentan cada vez con más frecuencia en la región debido al fenómeno de origen climático relacionado con el calentamiento del pacífico “el niño costero “ (ver imagen 2 y 3), que causa en efecto daños económicos, sociales y ambientales (ver imagen 4, 5 y 6) y que a su vez nos muestra un sistema de drenaje pluvial que presenta muchas deficiencias (ver imagen 7, 8, 9). Además, el problema se agrava por diversos factores, Piura no tiene una pendiente topográfica significativa, en consecuencia, las aguas de las escorrentías pluviales no pueden ser trasladadas por gravedad de forma natural hasta los principales lugares de desfogue. Por otro lado, el nivel freático llega a la superficie de los terrenos en zonas bajas durante los períodos lluviosos, ocasionando el aumento del caudal de la escorrentía y sobrepasando el límite de capacidad del sistema de drenaje. En ese mismo contexto, el distrito de Castilla presenta diversas depresiones en su territorio urbano, lo que origina en periodos lluviosos la formación de cuencas ciegas sin drenaje natural (ver imagen 10 y 11), imposibilitando el libre discurrir del agua, formando grandes lagunas en zonas urbanas, por lo tanto, ocasionando daños materiales en las viviendas de algunos sectores como Miraflores, la Primavera, Ramón Castilla y el Indio, donde el nivel del agua alcanza hasta 1.50 m de altura y que son evacuadas de manera improvisada mediante cisternas y motobombas (ver imagen 12 y 13). Por otra parte, el desorden en las construcciones de edificios y urbanizaciones sin considerar espacios de evacuación de aguas de lluvias, generan la aparición de más cuencas ciegas por el bloqueo de su desfogue natural. El 2019 las autoridades regionales encargadas de la prevención de desastres, habían contabilizado poco más de 70 cuencas ciegas, la mayoría sin sistema de evacuación, sin embargo, en la última reunión que sostuvieron las autoridades locales con el ministro de Agricultura y Riego, mencionaron que en Piura existían 99 cuencas ciegas. (Chapa, 2020, “Aumentan a 100 las cuencas ciegas”, párr.7).

El sistema de drenaje del distrito de Castilla presentó deficiencias en tres aspectos: cantidad, calidad y servicio. El incremento de las áreas superficiales impermeables en el distrito originó el aumento de la escorrentía, ocasionando problemas en las infraestructuras del drenaje, que son diseñadas sin tener en cuenta los desarrollos futuros. Este problema es uno de los más evidentes al momento que se produce, un claro ejemplo son las inundaciones localizadas que se dan en distintos sectores del distrito, que generan problemas ambientales como la aparición de focos infecciosos por el estancamiento del agua de las lluvias, las mismas que originan criaderos de vectores que causan enfermedades como dengue y zika. Por otro lado, el agua de las lluvias a medida que avanza su camino por las infraestructuras de drenaje va perdiendo calidad, porque recoge de la zona urbana contaminantes que están acumulados en calles y aceras. Estos problemas se manifiestan a medio o largo plazo, afectando la calidad ambiental principalmente a los receptores finales, llegando alterar incluso ecosistemas completos, y finalmente el servicio brindado a la población se ve afectado por los problemas expuestos anteriormente, causando incomodidad y perjudicando a la población. Por lo expuesto surgió la interrogante, ¿Cuál es el efecto del sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla?, por ello esta investigación surgió de la necesidad de mejorar el sistema de drenaje convencional del distrito de Castilla sector Miraflores, buscando alternativas sostenibles y sustentables. De esta manera, este estudio contribuyó con información técnica para mejorar el manejo, gestión y control del agua de las lluvias del sector mencionado a través de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, beneficiando a la población del área de estudio, mejorando la calidad de vida y reduciendo los daños generados por la lluvia. Asimismo, el objetivo general de la investigación fue determinar el sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla y como objetivos específicos identificar las zonas inundables en el sector Miraflores – Castilla, evaluar el existente sistema de drenaje pluvial del sector Miraflores – Castilla e identificar un sistema de drenaje sostenible adecuado para el sector Miraflores, Castilla.

## II. MARCO TEÓRICO

Como trabajos previos para esta investigación, se han tomado modelos internacionales, nacionales y locales con el propósito de conocer la aplicación de los diferentes sistemas urbanos de drenaje sostenible. En ese mismo contexto los autores Fresno, Bayón, Hernández y Muñoz (2005), con su artículo científico denominado “Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)”, describen las medidas preventivas, los tipos de drenajes sustentables, sus características, propiedades y beneficios, además muestran criterios para seleccionar la metodología de planificación y elección de los sistemas. La investigación tiene un enfoque cualitativo y los autores concluyen que las redes de drenaje pluvial muestran deficiencias que pueden ser mejoradas a través de la aplicación de sistemas sostenibles, basándose en la ideología de concentrar lo más rápido posible la escorrentía en cuencas, para ser procesada y tratada desde su origen.

Asimismo, Perales y Doménech (2007), con su artículo científico “Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de las lluvias”, investigan los distintos problemas que poseen los drenajes convencionales y presentan una perspectiva alterna para gestionar el agua de lluvias mediante SUDS, por ello analizan los criterios de diseño y describen los diferentes tipos de sistemas más empleados en el mundo, asimismo los autores llegan a la conclusión que estos sistemas reducen los efectos negativos producidos por las lluvias y aportan múltiples beneficios como el mejoramiento del paisaje urbano y la calidad del agua de las lluvias.

En ese mismo contexto Molina, Torres, Borrero, Fajardo, Solarte y Gonzales (2015), de la Pontificia Universidad Javeriana con su investigación “Hacia un sistema construido-humedal / reservorio-tanque para la captación de agua de lluvia en una cuenca de captación experimental en Colombia”, mostraron una perspectiva universal de la proyección y el planeamiento de toda la experiencia del proceso de construcción del reservorio – tanque y humedal construido en el campus de la Universidad Javiera. Para esto utilizaron una metodología demostrativa y respecto a los resultados obtenidos mostraron la probabilidad de utilizar las aguas pluviales para fines de riego de lavado de áreas duras, áreas verdes y limpieza de fachadas.

Los autores Prieto y Fernando (2016), con su artículo Resiliencia a inundaciones: “Nuevo paradigma para el diseño urbano” estudiaron las tácticas y políticas que formen urbes resilientes para afrontar la fragilidad urbana ante posibles inundaciones ocasionadas por la variación global del clima, la investigación en su metodología incluyó una exploración de bibliografía sistematizada en un periodo de contemplación de veinte años, desde 1996 hasta el 2016, posteriormente expusieron las estrategias más sobresalientes de la colectividad científica que fueron utilizadas en distintas metrópolis, algunas de ellas como superficies urbanas permeables, techos verdes, conducción superficial de escorrentías, tanques para aguas pluviales y además introdujeron una política pública: Las Metrópolis susceptibles al agua.

Por su parte los autores Cubides y Santos (2018), con su investigación “Control de escorrentías urbanas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): Pozos/Zanjas de infiltración”, promovieron el uso de sistemas sostenibles de drenaje. Para ello destacaron su importancia y demostraron que la adecuada aplicación de controladores, como pozos o zanjas de filtración, permiten reducir, moderar y mejorar las condiciones de la red de drenaje incluso con los caudales más altos de una tormenta, mejorando el sistema de drenaje en la ciudad de Fontibón- Bogotá. Es así que los autores utilizaron la metodología experimental realizando un análisis hidráulico de la red principal de recolección, las precipitaciones y zanjas de infiltración.

Asimismo, Quispe y Lima (2018), con su estudio “Evacuación de aguas pluviales aplicando técnicas de drenaje urbano sostenible en la localidad de alto libertad”, exploraron técnicas de drenaje sostenible que sean más eficaces, observado desde una perspectiva hidráulica y ambiental, dándole énfasis a la captación del agua y al uso que se le puede dar. Para este caso los autores utilizaron la técnica denominada “Drenes Filtrantes”, y además realizaron el diseño de una red de drenaje convencional, con la finalidad de comparar ambas alternativas, por ello utilizaron la metodología experimental, obteniendo como resultado que el sistema de drenes filtrantes es más eficiente, logrando captar más agua que el sistema convencional, resaltando su eficiencia y capacidad.

En ese mismo contexto los autores Rojas y Humpiri (2016), de la Universidad Nacional de Juliaca con su investigación “Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca con la aplicación del programa SWMM”, realizaron el análisis del expediente técnico del drenaje pluvial de la metrópolis mencionada, para definir los problemas existentes y formular un diseño hidráulico a través del programa SWMM que sea eficiente y capaz de solucionar los problemas existentes. La metodología utilizada fue experimental y se concluyó que el expediente se desarrolló con deficiencias técnicas encontrando incongruencias en el cálculo hidráulico y las cotas topográficas. Asimismo, el modelado del diseño a través del SWMM facilitó un conjunto de recursos y herramientas para analizar proyectos de drenaje de gran magnitud.

Por su parte, Jiménez (2019), con su investigación “Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla”, su propósito fue descubrir alguna opción sustentable que ayude a controlar el agua de lluvias en el distrito. Por ello el autor realizó muestras a través de testigos que fueron evaluados en laboratorio de acuerdo con dos criterios, el primero la resistencia a compresión en función de la norma técnica CE. 010 y el segundo una permeabilidad capaz de discurrir el agua de lluvias con una intensidad de 247.9 mm/h. Los resultados determinaron que el diseño de mezcla apropiado era el número 7, concluyendo así la factibilidad del concreto permeable como una opción de infiltración de escorrentías. Además, los autores Peña Guzmán, Carlos Andrés y Lara Borrero y Jaime (2012), con su artículo científico “Tratamiento de aguas de escorrentía mediante humedales artificiales: Estado del arte”, describieron la problemática urbana que se manifiesta como consecuencia de periodos lluviosos, la aglomeración de sustancias contaminadas en las escorrentías pluviales que impactan de forma negativa, dañando principalmente a los medios receptores finales, generando que diferentes entidades gubernamentales desarrollen estrategias para tratar las aguas pluviales, una de las más reconocidas por su eficacia al momento de remover las sustancias contaminadas son los humedales artificiales. De este modo la investigación describe el diseño, las características, tendencias y métodos de humedales artificiales, concluyendo la eficacia de este sistema de drenaje sostenible al momento de controlar los contaminantes de las aguas.

En ese mismo contexto los autores Rodríguez, Cuevas, Martínez y Moreno (2014), con su artículo científico *Planning criteria for Water Sensitive Urban Design*, exhibieron una serie de fundamentos dirigidos a urbanistas y arquitectos, con la finalidad de ayudar a desarrollar un diseño urbano sostenible al agua, que reduzca los impactos ambientales, mediante criterios que desarrollen la acción recíproca entre el paisajismo, los ciclos urbanos del agua y la planificación urbana. Asimismo, los autores Sánchez, Sabau, Monter, Coneo (2017), con su artículo científico “*A look to the sustainable draining systems: Criteria of sustainability and successful cases*”, tenían como objetivo desarrollar una perspectiva multidisciplinar, como un instrumento para orientar con precisión el sistema urbano de drenaje sostenible más adecuado, para una ubicación en particular, analizando distintos ejemplos exitosos en el mundo.

Mientras tanto McCormick (2016), concluyó en su estudio de la eutrofización de la bahía de Chesapeake, que se debe aplicar una guía específica con el fin de intervenir en contra de pesticidas, nitratos y otros contaminantes, promoviendo el crecimiento de bandas de vegetación tampón en los márgenes de canaletas y cauces que desaguan los flujos, con la finalidad de detener la polución diluida, asimismo promover la edificación de trampas de sedimentos con el fin de retener particulares contaminantes. Por otro lado, Consorcio inundaciones Piura (2021), concluyó en su estudio de la elaboración del plan maestro de drenaje pluvial de los distritos Castilla, Piura y 26 de octubre, que el manejo y gestión de las aguas pluviales en cuencas ciegas debe ser a través de grandes colectores, estaciones de bombeo, depósitos de laminación y tanques tormenta, pero su coste de construcción, operación y mantenimiento implica una gran inversión.

Con la finalidad de fundamentar este proyecto de investigación se han considerado las siguientes teorías. Jiménez (1999), sostuvo que las medidas preventivas como concientización y educación a los ciudadanos en el ornato y limpieza de las urbes son pilares de los SUDS al momento de reducir la contaminación del agua pluvial. Por ello la sociedad y autoridades locales deben implicarse y comprometerse con un problema que es de todos. Además, Butler y Davies (2000), señalaron respecto a la contaminación difusa que se da en los receptores finales que dañan seriamente el medioambiente, debido a que el drenaje convencional recoge el agua pluvial que

lava las calles sin ningún tipo de tratamiento primario. Mientras tanto CIRIA (2001), indicó que el alto grado de calidad paisajística que brindan los SUDS, donde los habitantes de una ciudad pueden caminar cerca de un arroyo en vez de un canal de concreto, o pueden observar desde sus viviendas un lago rebosante de vida en vez de un solar inundado, debido a que estos sistemas transforman toda la ciudad en un parque que brinda un refugio a la fauna y flora, evitando su desaparición de la zona urbanizada. Por otra parte, Villón (2004), manifestó que los inconvenientes que se presentan en el drenaje se clasifican según la ubicación de los excedentes pluviales; en el drenaje subsuperficial los problemas se originan por un exceso de fluidos en el interior del suelo, ocasionados por la existencia de una napa freática constante de poca profundidad que evita el crecimiento radicular.

Los autores Valls, G y Perales, S. (2008), expresaron la posibilidad de mejorar el paisaje urbano mediante los sistemas urbanos de drenaje sostenible, integrando las aguas pluviales, devolviéndole a las superficies y buscando que convivan con los ciudadanos, para que aprecien y observen diariamente los procesos naturales de depuración que la naturaleza ofrece y así fomentar el uso de este recurso natural. Asimismo, Rodríguez, J (2008) indicó que el desarrollo sostenible tiene como fundamento los aspectos sociales, medioambientales y económicos para su desarrollo, de esta manera, se busca la coexistencia simultánea de estos fundamentos y en función de esta filosofía se propone en el drenaje urbano el triángulo de la sostenibilidad, mediante los principios de calidad, servicio y cantidad.

Por otro lado, los autores Vargas et al. (2019), declararon que la topografía ocasiona problemas en el desagüe pluvial en dos casos característicos; cuando el suelo es demasiado llano imposibilita el libre escurrimiento de los fluidos que constantemente ocasionan acumulaciones superficiales, además este fenómeno empeora por la presencia de micro relieves con depresiones reducidas y, por otra parte, las superficies con lomas onduladas que poseen un elevado escurrimiento superficial y donde los excedentes se aglomeran en las depresiones, además manifestaron que las propiedades características del suelo como textura, estratificación y estructura determinan problemas de un mal drenaje, como las superficies de texturas arcillosas que presentan pequeñas velocidades de infiltración, los territorios estratificados que actúan como impermeables y dificultan

el desplazamiento vertical de los flujos y finalmente que los diversos problemas del drenaje tienen propias características singulares, por lo que es indispensable hacer un análisis y reconocimiento de cada situación de estudio. Mientras tanto La University of Arkansas Community Design Center (2010), argumentó las tres escalas que se deben tomar en cuenta para el diseño del drenaje urbano sostenible, las redes de drenaje, que se componen a través de la unión de sistemas y se plantean aprovechando y analizando las condiciones del lugar, los componentes, que son piezas constructivas que forman la red de drenaje (depósitos, tuberías) y los sistemas que integran varios procesos a partir de la combinación de componentes. En ese mismo contexto, García, (2011), declaró que los drenajes urbanos sostenibles contribuyen a resolver los inconvenientes asociados a las aguas pluviales y su aplicación es adaptable a cualquier sector urbano que requiera este sistema de drenaje, asimismo son completamente compatibles con los sistemas de saneamiento convencional, en efecto pueden integrarse en zonas urbanas consolidadas. Por otra parte, Escuder et al. (2012) argumentó que la doctrina de los SUDS, consiste en repetir el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas, de esta manera, cumpliendo con el propósito de disminuir la cantidad y calidad del agua de las lluvias, maximizando la integración paisajística, el valor social y ambiental de la actuación. Asimismo, Sharma y Kansal (2013), determinaron que las redes de drenaje convencional en regiones masivamente urbanizadas son deficientes para controlar la calidad y la cantidad de agua pluvial, siendo esta una elección insostenible que repercute negativamente en los ambientes acuáticos y terrestres. Además, el autor Q. Zhou (2014), expresó los diferentes papeles que ha tenido el drenaje urbano en las metrópolis a lo largo del tiempo, los propósitos anteriores del drenaje implican el suministro de un mecanismo de limpieza eficaz de desechos, para la sanidad pública y el montaje de un transporte óptimo, para protegerse de inundaciones, pero hoy en día se le da una gran importancia al medioambiente y a los beneficios recreativos del drenaje pluvial.

Por su parte los autores Katsifarakis, Vafeiadis, Theodossiou (2015), manifestaron que el proceso de urbanización es una global tendencia con consecuencias negativas respecto a los recursos hídricos. Debido a que el incremento de la

superficie impermeable ocasiona dificultades de inseguridad al aumentar el escurrimiento de los fluidos, poniendo en riesgo los sectores de menor altitud.

Mientras tanto Perales y Doménech (2016), declararon que existe un cambio de paradigma en la gestión del drenaje urbano, una evolución desde el punto de vista convencional del drenaje pluvial urbano, hacia un nuevo enfoque que integra y engloba un conjunto de problemas polifacéticos, dejando atrás el pensamiento de evacuar lo más rápido posible el agua de las lluvias, si no en manejar, tratar y utilizar el agua de las escorrentías, con la finalidad de disminuir los impactos ambientales. En ese mismo contexto Abellán, A (2016), manifestó que los drenajes sostenibles facilitan la adecuación de las urbes a la variación global del clima, esto se debe a que la mayoría de métodos de drenaje sostenible otorgan áreas verdes que contribuyen con el equilibrio térmico de las metrópolis, causando un impacto positivo en la zona urbana, otro ejemplo es la aplicación de estanques y humedales artificiales que impiden la presencia de altas temperaturas, debido a que estas grandes volúmenes de agua pluvial intervienen a modo de amortiguador térmico, además las áreas de retención captan el fluido de las escorrentías de manera superficial y posteriormente evaporan cumpliendo con la función de control térmico.

Para Doménech, I (2017). La filosofía de los sistemas de drenaje sostenible se basa en cuatro aspectos: cantidad controlando la producción de escorrentía, la calidad gestionando la contaminación de la escorrentía, el entorno urbano creando y manteniendo entornos mejores para el ciudadano y la biodiversidad creando y manteniendo mejores entornos para la naturaleza. Asimismo el autor Puig Caldes (2019), agrupa los SUDS en dos grandes familias: Los sistemas naturales, que se ocupan de evacuar e infiltrar de una forma natural el agua de las escorrentías y donde encontramos métodos como cunetas vegetales, cunetas verdes, cubiertas ajardinadas en edificios y pozos de infiltración mediante gravas y por otro lado tenemos los sistemas artificiales, que son los más usados debido a que brindan un mejor rendimiento en un espacio reducido, posibilitando su ubicación en lugares pequeños, donde encontramos los tanques de tormenta, los bloques de infiltración y depósitos de agua de lluvias.

Ojeda, Chávez, Orona (2020), expresaron que, en las microcuencas urbanas, la escorrentía de los vertidos pluviales debe ser encaminada o dirigida desde una

perspectiva más sustentable, con la finalidad de obtener un mejor aprovechamiento y al mismo tiempo reducir la problemática de las inundaciones y daños materiales. Por ello una manera de lograrlo es aminorando el caudal máximo y escorrentía pluvial a través de estructuras de retención.

Dentro del marco conceptual, se toman en cuenta algunas definiciones; Espino, Hernández, Valeri, Ballester (2014), definieron a los sistemas urbanos de drenaje sostenible, como técnicas que comprometen impactos importantes en los diferentes pilares de la sostenibilidad.

En ese mismo contexto el RNE (2016, p.150), define como drenaje, la eliminación y evacuación del agua que no es utilizada, además determina al drenaje urbano a los desagües de poblados y metrópolis siguiendo criterios urbanísticos, además clasifica a los sistemas de drenaje de acuerdo al tipo de agua que conduzcan, donde se considera el sistema mixto, sistema de alcantarillado sanitario y pluvial; que se define como el sistema que evacua las aguas de escorrentía originada por las aguas pluviales.

Mientras tanto para Bradshaw y Luthy (2017, p. 15), “los sistemas urbanos de drenaje como una nueva forma de pensar sobre las aguas pluviales, no como un problema sino como una oportunidad y un recurso para aumentar nuestro suministro de agua”. Asimismo, CONAMA (2018), definió a los SUDS como métodos que gestionan el planeamiento urbanístico y las escorrentías urbanas, su propósito es repetir y reintegrar los procedimientos hidrológicos previos al desarrollo urbano, integrando en el paisaje urbano componentes de control de aguas pluviales estratégicamente.

### III. METODOLOGÍA

#### III.1 Tipo y diseño de investigación

El estudio titulado Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020, mostró una perspectiva de investigación de enfoque cualitativo y se basó en el análisis de datos no estadísticos y se interesó por la realidad subjetiva.

##### Tipo de investigación

Basándonos en lo establecido por CONCYTEC (2017), el estudio fue de tipo aplicado, debido a que se buscó una alternativa a la problemática del drenaje pluvial que se encontró en el sector Miraflores, utilizando anteriores conocimientos, para determinar nuevos problemas.

Además, basándonos en las teorías de Hernández, Fernández y María (2014), el nivel de la investigación fue exploratorio porque buscó evaluar, comprender y aproximarse al fenómeno de estudio.

Este documento fue de tipo no experimental, porque no se utilizó intencionalmente las variables de la investigación y de carácter transaccional, porque se recopiló información en un solo momento.

##### Diseño de investigación

El presente trabajo se elaboró mediante la teoría fundamentada, la cual se produjo a través del análisis y recolección de datos.

#### 3.2 Categorías y subcategorías y matriz de categorización

Categorías: Riesgos geográficos, estudio de suelos, sistema urbano de drenaje pluvial.

Subcategorías: Zonas inundables, existencia de cuencas ciegas, drenes, tipo de suelo, topografía, nivel de napa freática, tipo de drenaje existente, estado actual del drenaje, sistema de drenaje sostenible. Ver anexo 2.

### 3.3 Escenario de estudio

El área de estudio fue un sector de la urbanización Miraflores, que tiene un área de 364177 m<sup>2</sup> y está delimitada por las avenidas Guillermo Irazola, Guardia Civil, Luis Montero e Independencia (ver anexo 1). Está emplazado en el Distrito de Castilla, Provincia de Piura, Departamento de Piura y limita por el norte con el distrito de Tambogrande, por el oeste con el distrito de Piura, por el este con el distrito de Tambogrande y Chulucanas y por el sur con el distrito de Catacaos. Geográficamente se encuentra ubicado al este del distrito de Piura, situada entre los 5° 11' 5" de latitud y los 80° 57' 27" de longitud del meridiano de Greenwich y a 32 m.s.n.m. Habitando un territorio costero de tierra arenosa, emplazado a lo largo del margen oriental del río Piura. Según el INEI (2017), el distrito tiene una superficie territorial de 662.23 km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 186.7 habitantes / km<sup>2</sup>. Por su ubicación geográfica presenta un clima cálido y seco, pero manifiesta ligeras variantes en el año: en verano la temperatura varía entre los 30° y 34°, lo que produce lluvias de elevada intensidad.

### 3.4 Participantes

Los participantes que intervinieron en el estudio y fueron las fuentes para obtener información fueron los Arquitectos Urbanistas del distrito de Piura y el gerente de Desarrollo Urbano de la Municipalidad del Distrito de Castilla.

### 3.5 Técnicas e instrumento de recolección de datos

La entrevista: Se aplicó a dos urbanistas expertos en el tema de sistemas urbanos de drenaje sostenible y al gerente de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Castilla.

Registro fotográfico: Para tener un registro visual del estado actual del sistema de drenaje urbano.

Análisis de documentos: Se empleó la ficha de análisis documental como instrumento para recolectar información in situ y evaluar el estado actual del drenaje pluvial del sector Miraflores – Castilla.

**Tabla 1.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Entrevista	Guía de entrevista
Registro fotográfico	Fotografías
Análisis de documento	Ficha de análisis documental

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Procedimientos

Con la finalidad de realizar de manera ordenada y secuencial este proceso, en la investigación se desarrolló las siguientes etapas: Etapa 1; en esta primera etapa se recogió información necesaria para la investigación, realizando una visita de campo para proceder con el respectivo estudio y análisis del sector Miraflores, mediante el registro fotográfico se evidenció el actual estado del drenaje pluvial del sector y la realidad exacta del problema. Asimismo, se elaboró una ficha de observación y se complementó la información con el análisis de documentos y recolección de datos técnicos específicos del sector. En la segunda etapa, continuamos con la búsqueda de datos, por ello entrevistamos a dos participantes: Un especialista urbanista en el tema de drenaje sostenible, con la finalidad de conocer su aplicación e importancia y al gerente de Desarrollo Urbano de la Municipalidad del Distrito de Castilla, con el objetivo de saber la situación actual del sistema de drenaje pluvial. En la tercera etapa, después de ejecutar la recolección de datos de las dos etapas anteriores, se procedió a ordenar los datos recogidos mediante una base de información para posteriormente ordenar los resultados acordes a los objetivos establecidos en la investigación, discutiéndolos con teóricos y antecedentes. Finalmente se llegó a una conclusión general y específica para posteriormente realizar algunas recomendaciones.

### 3.7 Rigor científico

Con el propósito de asegurar la calidad de este trabajo, se utilizaron algunos criterios que permitieron evaluar el rigor científico. La credibilidad que permitió reflejar los acontecimientos y vivencias naturales como son observadas, la transferibilidad con la posibilidad de extender los conocimientos de la investigación a otras urbes, la consistencia que hizo referencia a la estabilidad de la información y la confirmabilidad con el propósito de que diversos científicos sigan la pista o ruta del estudio.

### 3.8 Método de análisis de la información

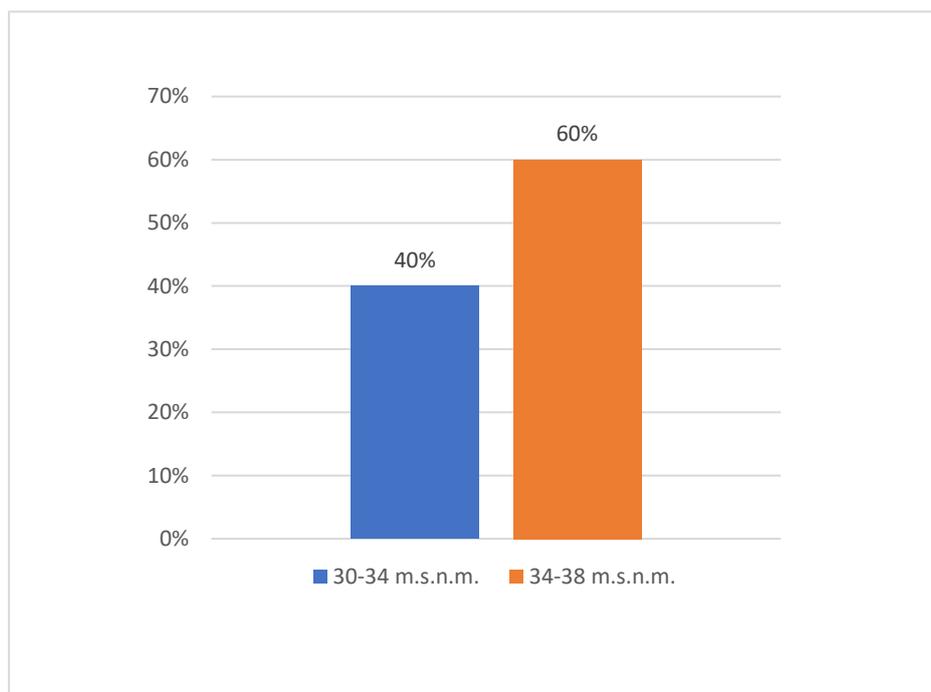
Respecto al estudio de los datos, una vez aplicadas las técnicas de la entrevista a diferentes expertos de la problemática en cuestión, se procedió a transcribir y ordenar los datos en un documento escrito. Posteriormente se identificaron los conceptos preliminares y se realizó una interpretación general para tener una percepción global de todos los datos recogidos y en función a esto se generaron las ideas principales, luego se continuó de manera deductiva con la codificación y categorización de interrogantes, proceso muy importante que contribuyó con disminuir los datos recolectados. Asimismo, los datos recogidos de diversos documentos mediante el instrumento de fichas de análisis documental se examinaron a través de la triangulación de datos.

### 3.9 Aspectos éticos

Debido a la gran importancia de la parte ética, en el presente trabajo se tomó en consideración los siguientes fundamentos. La veracidad en la información que se proyectó en esta investigación, el respeto por los especialistas a quienes se les realizaron las entrevistas y la confiabilidad, asegurando que la información recolectada tiene un carácter científico.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

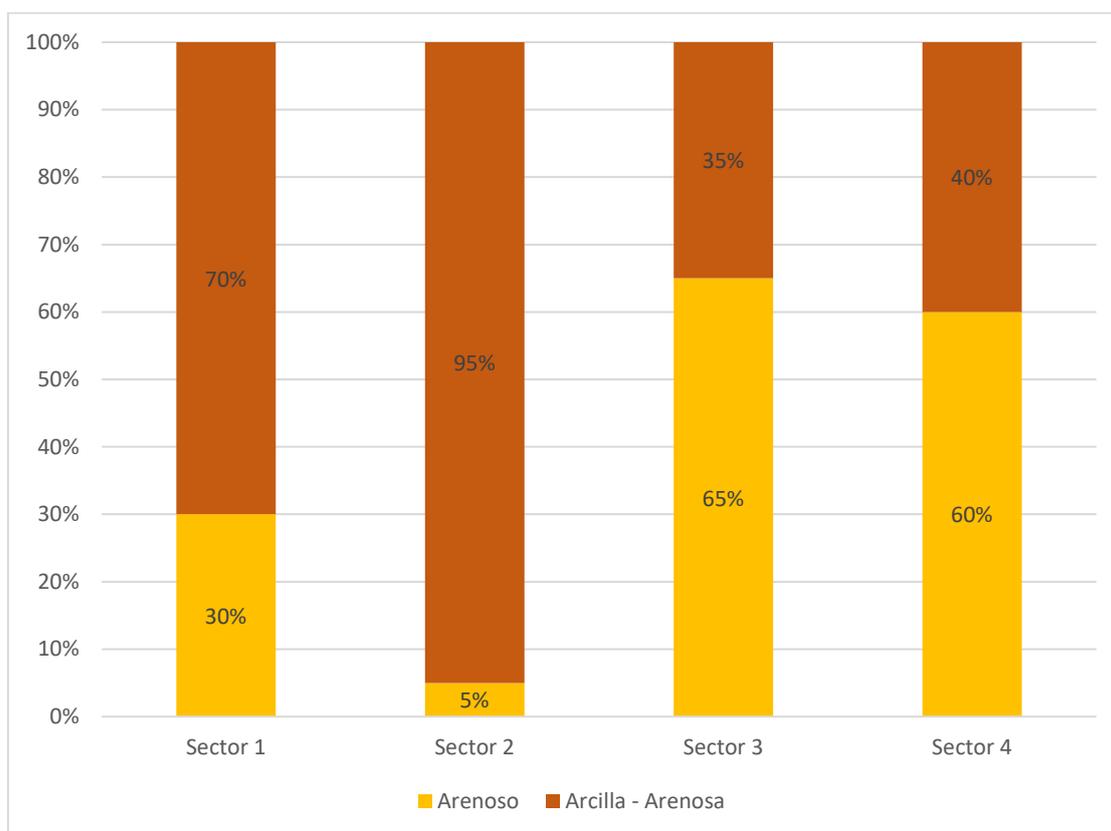
**Gráfico 1.** Topografía del área de estudio, sector Miraflores - Castilla.



Fuente: Elaboración Propia, tomada del plano del mapa de peligros de la ciudad de Piura - INDECI. Anexo N° 10

**Interpretación:** En el gráfico N° 1 según las características geográficas, los resultados mostraron que en el relieve del sector Miraflores – Castilla, el 40% del sector presentó cotas de 30 a 34 m.s.n.m mientras que el 60% presentó cotas de 34 a 38 m.s.n.m. Evidenciando así una topografía plana con pequeñas depresiones no más allá de 3 a metros de desnivel, que durante la ocurrencia del fenómeno del niño constituyen zonas de inundación temporal. Estos datos pueden ser complementados con lo que señalaron Vargas et al. (2019), que la topografía ocasiona problemas en el desagüe pluvial en dos casos característicos; cuando el suelo es demasiado llano, imposibilita el libre escurrimiento de los fluidos que constantemente ocasionan acumulaciones superficiales, además este fenómeno empeora por la presencia de micro relieves con depresiones reducidas y, por otro lado las superficies con lomas onduladas que poseen un elevado escurrimiento superficial y donde los excedentes se aglomeran en las depresiones. Por ello se concuerda con esta teoría debido a que la topografía del sector se asemeja con el primer caso que causa problemas con el drenaje.

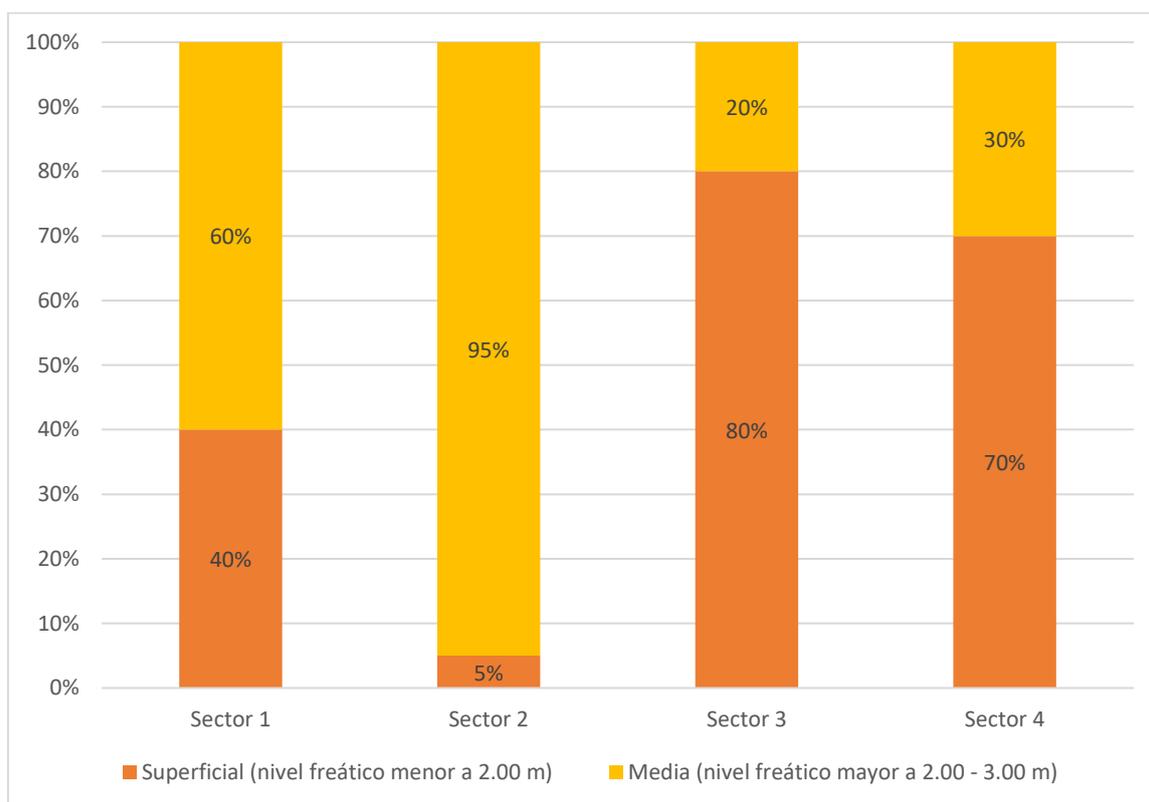
**Gráfico 2.** Tipo de suelo del área de estudio, sector Miraflores - Castilla.



Fuente: Elaboración Propia, tomada del plano del mapa de peligros de la ciudad de Piura - INDECI. Anexo N° 10

**Interpretación:** En el gráfico N° 2, los resultados obtenidos, mostraron que el suelo arcilloso – arenoso predominó en el sector 2 con un 95% y en el sector 1 con 70%, mientras el suelo arenoso predominó en el sector 3 con un 65% y en el sector 4 con un 60%. Estos datos pueden ser complementados con Vargas et al. (2019), quienes manifestaron que las propiedades características del suelo como textura, estratificación y estructura determinan problemáticas de un mal drenaje, como las superficies de texturas arcillosas que presentan pequeñas velocidades de infiltración, los territorios estratificados que actúan como impermeables y dificultan el desplazamiento vertical de los flujos. Asimismo, los resultados obtenidos concuerdan con la teoría expresada anteriormente, debido a que el área de estudio presentó como suelo predominante el arcilloso – arenoso que tiene una baja velocidad de infiltración que causa problemas en el drenaje.

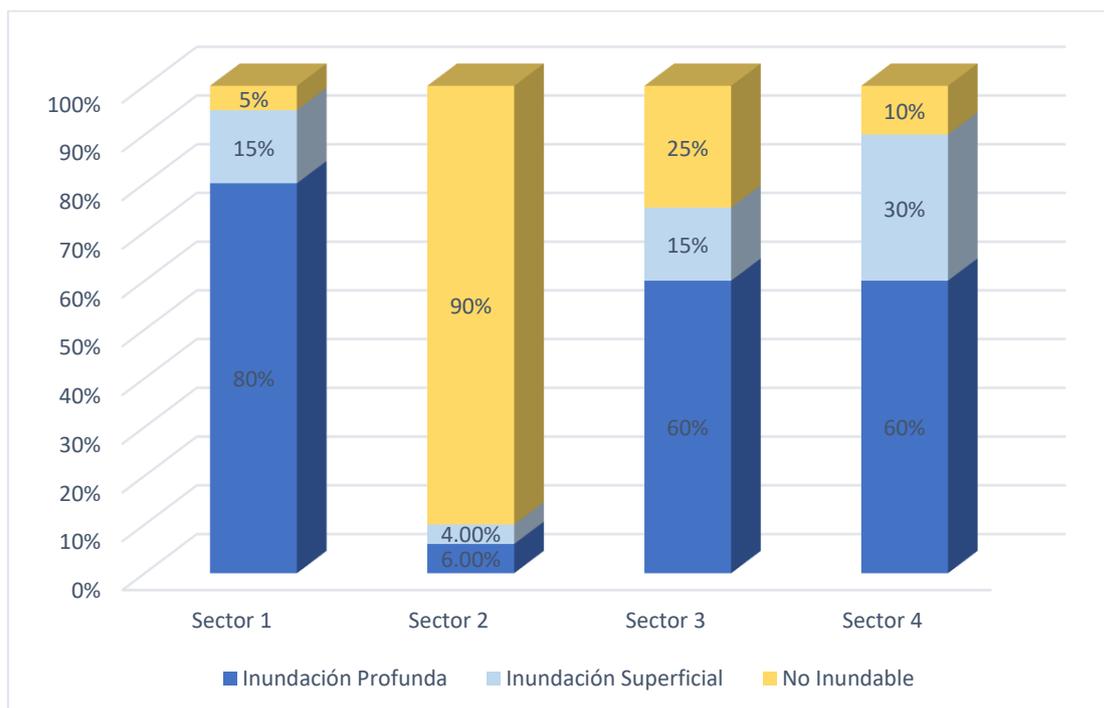
**Gráfico 3.** Nivel de napa freática del área del sector Miraflores – Castilla.



Fuente: Elaboración Propia, tomada del plano del mapa de peligros de la ciudad de Piura – INDECI. Anexo N° 10

**Interpretación:** En el gráfico N° 3, según las características geográficas, los resultados mostraron mayor presencia de napa freática superficial en el sector 3 con un 80% y en el sector 4 con un 70%, a diferencia de la napa freática media, que predominó en el sector 2 con un 95%, el sector 1 con un 60%. Estos hallazgos guardan relación con Villón (2004), quien manifestó que los inconvenientes que se presentan en el drenaje se clasifican según la ubicación de los excedentes pluviales; en el drenaje subsuperficial los problemas se originan por un exceso de fluidos en el interior del suelo, ocasionados por la existencia de una napa freática constante de poca profundidad que evita el crecimiento radicular. Se concuerda con dicha teoría, debido a que los resultados mostraron una predominante presencia de napa freática superficial en el área de estudio, la cual impide el movimiento vertical del agua, produciendo la condición de suelo saturado.

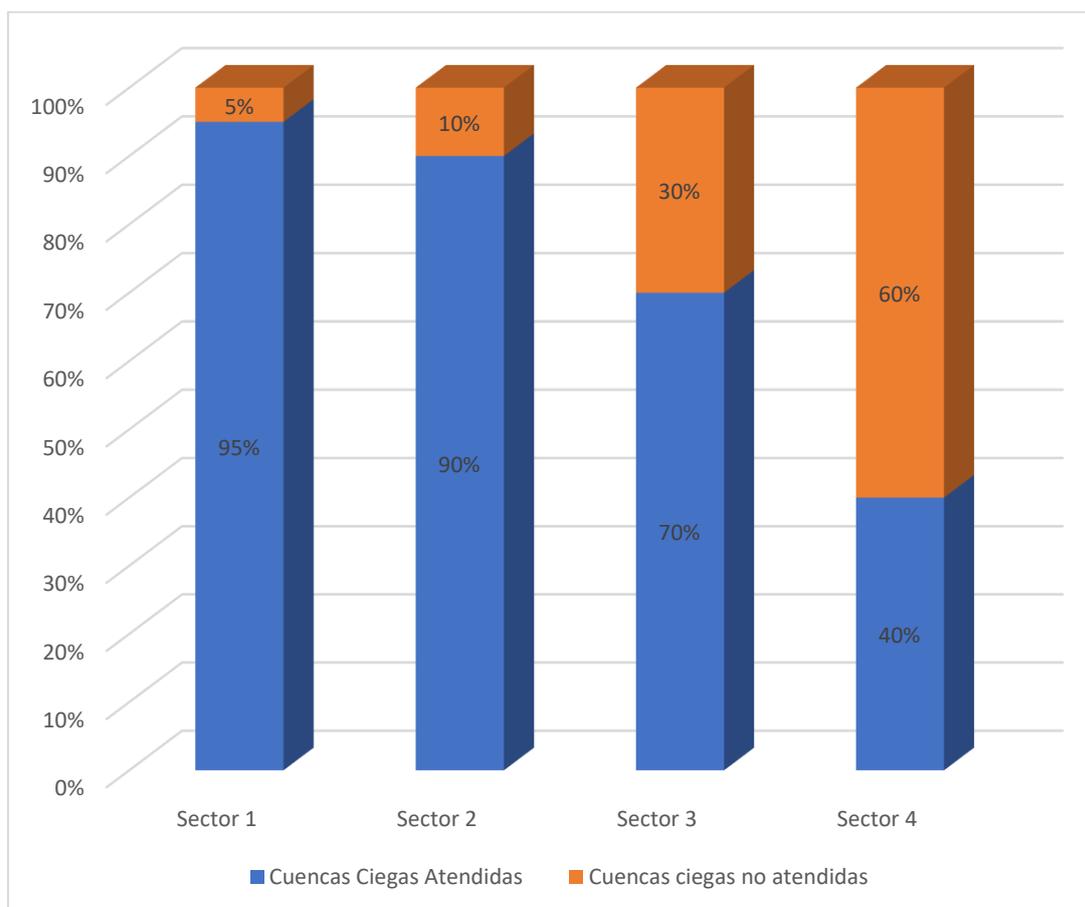
**Gráfico 4.** Zonas inundables en el área de estudio, Miraflores – Castilla.



Fuente: Elaboración Propia, tomada del plano del mapa de peligros de la ciudad de Piura - INDECI. Anexo N° 10

**Interpretación:** En el gráfico N° 4, según las características geográficas, los resultados mostraron que el sector 1 es la zona con más alto riesgo de inundación profunda con un 80%, seguidos de los sectores 3 y 4 con un 60%, a diferencia del sector 2 que presentó un 90% de zona no inundable y solo un 6% de inundación profunda y el sector 4 presentó el más alto porcentaje de inundación superficial con un 30%. En consecuencia, se identificaron zonas de depresión profunda que se inundan con lluvias leves e intensas y su drenaje es difícil y zonas sub horizontales que se inundan levemente, pero su drenaje es fácil y moderado. Estos datos pueden ser complementados con lo que señalaron Vargas et al. (2019), que los diversos problemas del drenaje tienen propias características singulares, por lo que es indispensable hacer un análisis y reconocimiento de cada situación de estudio. Por ello se avala esta teoría debido a que es necesario saber detalladamente las propiedades y características físicas del sector en relación con el medio ambiente, el agua y sus particularidades hidrológicas, debido a que definen las potencialidades y restricciones que se deberán considerar en el posterior desarrollo de propuestas.

**Gráfico 5.** Existencia de cuencas ciegas en el sector Miraflores - Castilla.

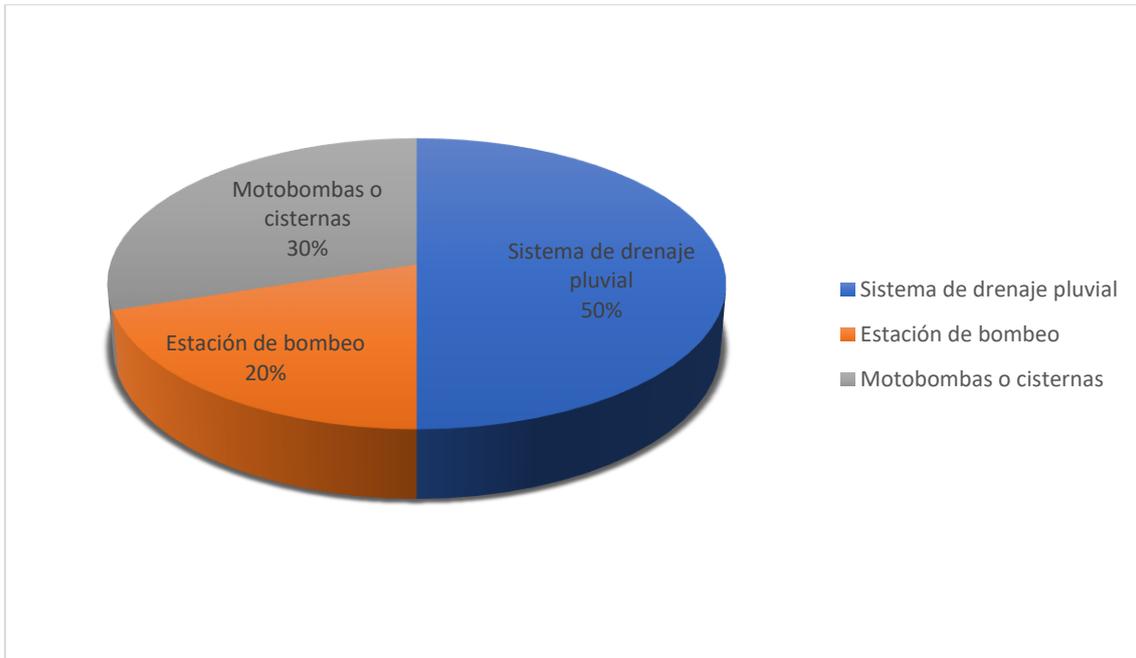


Fuente: Elaboración Propia, tomada del plano del mapa de peligros de la ciudad de Piura - INDECI. Anexo N° 10

**Interpretación:** En el gráfico N° 5, según las características geográficas, los resultados evidenciaron que el sector 4 es la zona con más cuencas ciegas no atendidas con un 60%, seguida del sector 3 con un 30%, a diferencia del sector 1 y 2 donde el 95% y 90% de las cuencas son atendidas. En consecuencia, se evidenció la falta de drenaje que pueda evacuar las aguas pluviales estancadas en estas cuencas ciegas y que de manera improvisada solo en algunos sectores del área de estudio son atendidas por los municipios y gobiernos regionales mediante motobombas y cisternas. Estos datos pueden ser complementados con el Consorcio inundaciones Piura (2021), quien concluyó en su estudio de la elaboración del plan maestro de drenaje pluvial de los distritos Castilla, Piura y 26 de octubre, que el manejo y gestión de las aguas pluviales en cuencas ciegas debe ser a través de grandes colectores, estaciones de bombeo, depósitos de laminación

y tanques tormenta, pero su coste de construcción, operación y mantenimiento implica una gran inversión. A diferencia de lo que manifestaron Otaño y Gesto (2018), que la aplicación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible a través de depósitos de detención, reducen el costo total en un 30% y además otorga beneficios adicionales como la reutilización, eliminación de contaminantes y beneficios en servicio al ciudadano.

**Gráfico 6.** Manejo y gestión de las aguas pluviales en el sector Miraflores – Castilla.

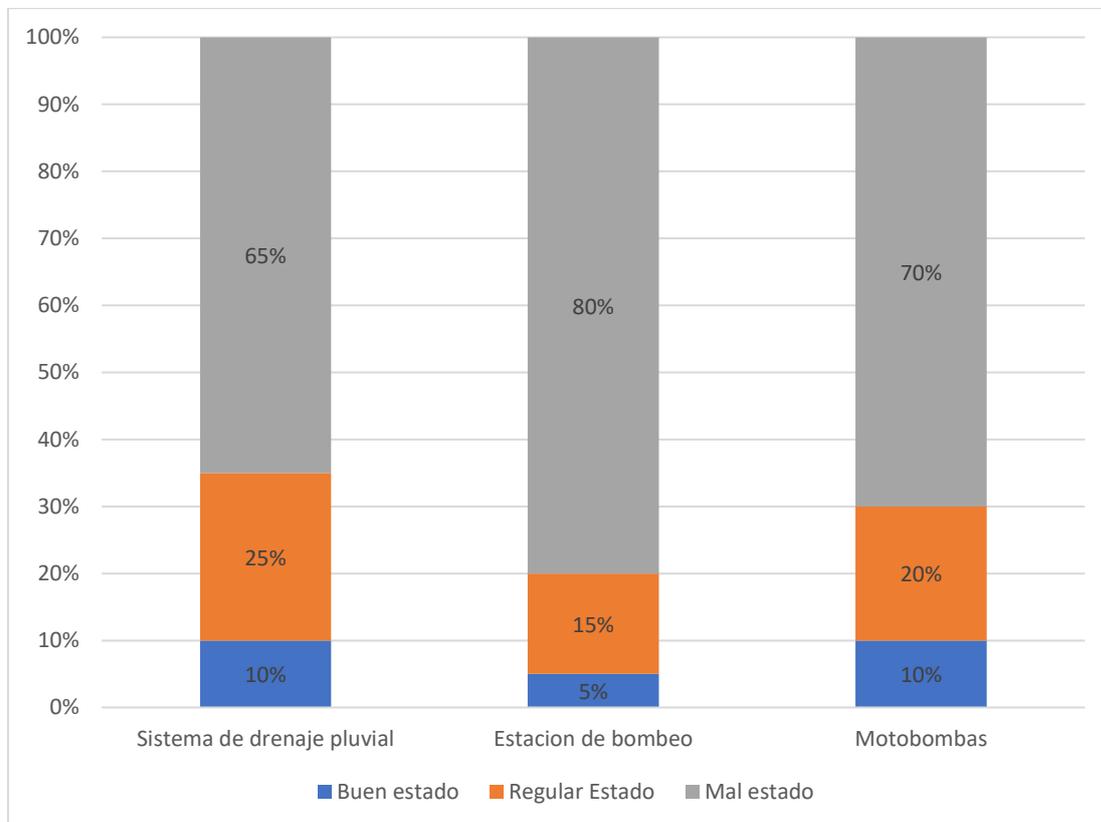


Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 6, los resultados identificaron en el sector Miraflores distintos métodos de drenaje, siendo el convencional el que abarca mayor cobertura con un 50%, pero que no es eficiente debido a que los caudales superan la capacidad hidráulica de la red, por otra parte un 30% del área evacua las aguas pluviales de manera improvisada mediante motobombas y cisternas debido a la falta de un sistema de desagüe pluvial y un 20% evacua los vertidos de las precipitaciones mediante estaciones de bombeo. En consecuencia, se evidenció la falta de un drenaje integral y continuo. Estos hallazgos guardan relación con Sharma y Kansal (2013), quienes manifestaron que las redes de drenaje convencional en regiones masivamente urbanizadas son deficientes para

controlar la calidad y la cantidad de agua pluvial, siendo esta una elección insostenible que repercute negativamente en los ambientes acuáticos y terrestres.

**Gráfico 7.** Estado actual del drenaje pluvial, estación de bombeo y motobombas del área de estudio Miraflores – Castilla.

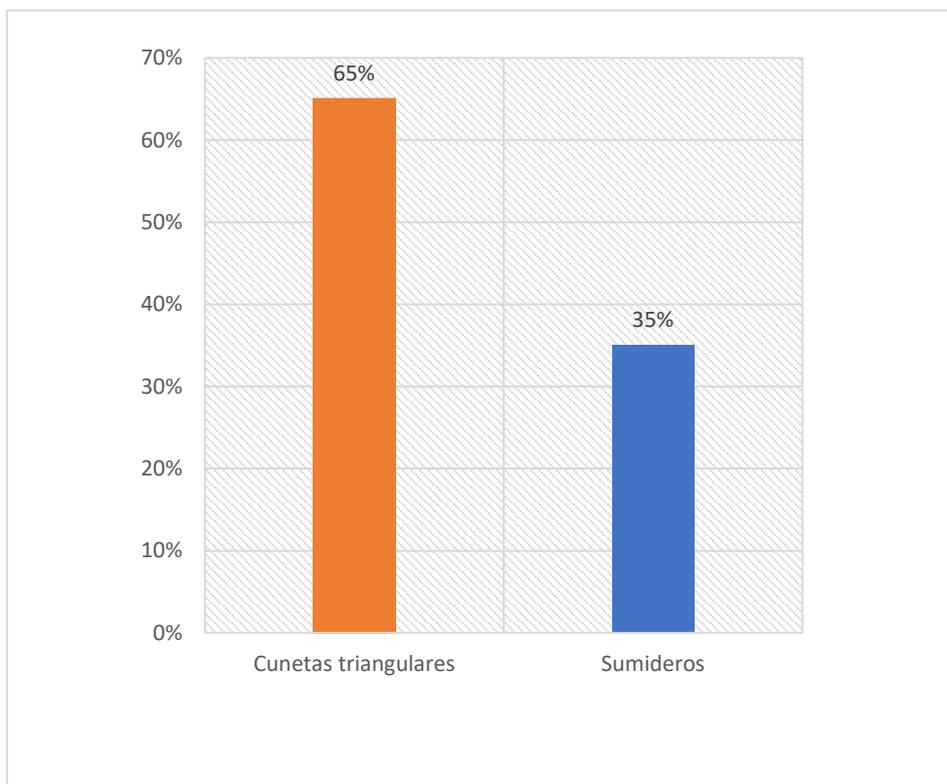


Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 7, los resultados evidenciaron el mal estado de las estaciones de bombeo con un 80%, las motobombas con un 70% y el sistema de drenaje pluvial con un 65%. En consecuencia, los métodos de drenaje y elementos de apoyo no están en óptimas condiciones y muestran deficiencias en su funcionamiento. Estos hallazgos guardan relación con Perales y Doménech (2007), con su artículo científico “Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de las lluvias”, donde investigaron los distintos problemas que poseen los drenajes convencionales, como la falta de mantenimiento, debido al alto costo que esto implica para los gobiernos locales y municipalidades, que causa el deterioro y mal funcionamiento del sistema de drenaje. Por ello presentan una perspectiva alterna para gestionar el agua de lluvias

mediante SUDS, por ello analizan los criterios de diseño y describen los diferentes tipos de sistemas más empleados en el mundo.

**Gráfico 8.** Tipo de estructura de captación de las aguas pluviales en el sector Miraflores – Castilla.

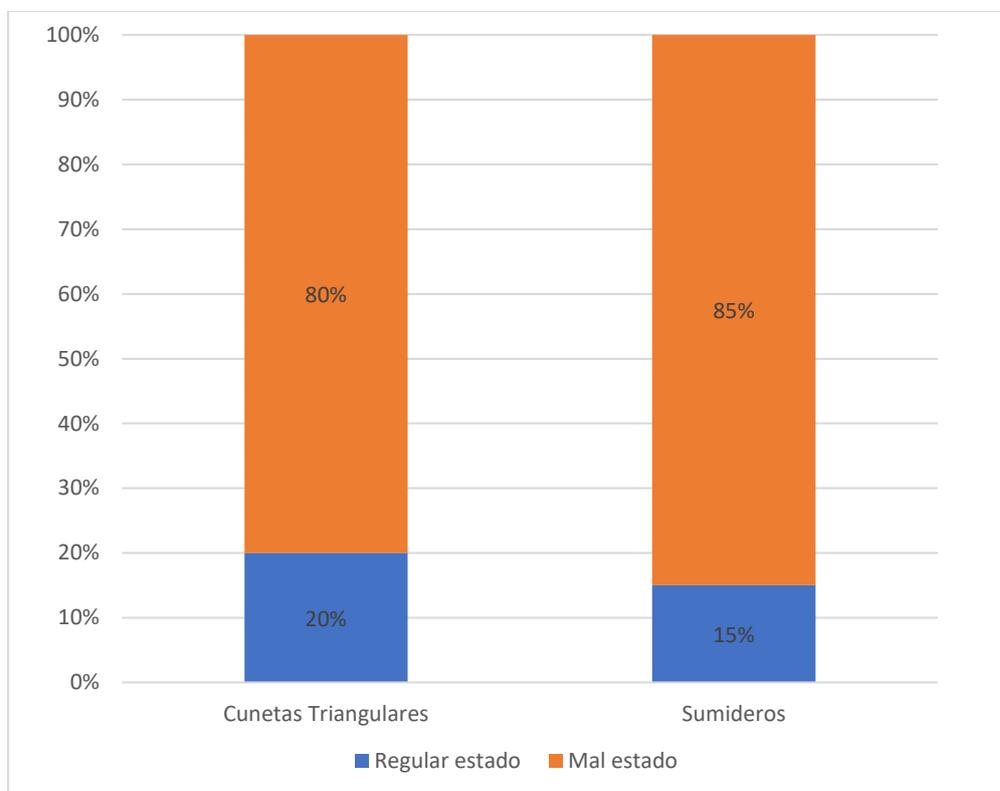


Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 8, los resultados obtenidos evidenciaron que el sistema de drenaje convencional del sector Miraflores – Castilla tiene dos tipos de estructura de captación pluvial, donde el 65 % de la estructura de captación del drenaje pluvial del área de estudio perteneció a cunetas triangulares y el 35 % a sumideros tipo rejilla. Estos resultados pueden ser contrastados con Puig Caldes (2019), quien sostuvo que los sistemas urbanos de drenaje sostenible ofrecen dos tipos de captación, las que evacuan e infiltran de forma natural el agua de las escorrentías y donde encontramos métodos como cunetas vegetales, cunetas verdes, cubiertas ajardinadas en edificios y pozos de infiltración mediante gravas y por otro lado tenemos los sistemas artificiales, que son los más usados debido a que brindan un mejor rendimiento en un espacio reducido, posibilitando su

ubicación en lugares pequeños, donde encontramos los tanques de tormenta, los bloques de infiltración y depósitos de agua de lluvias.

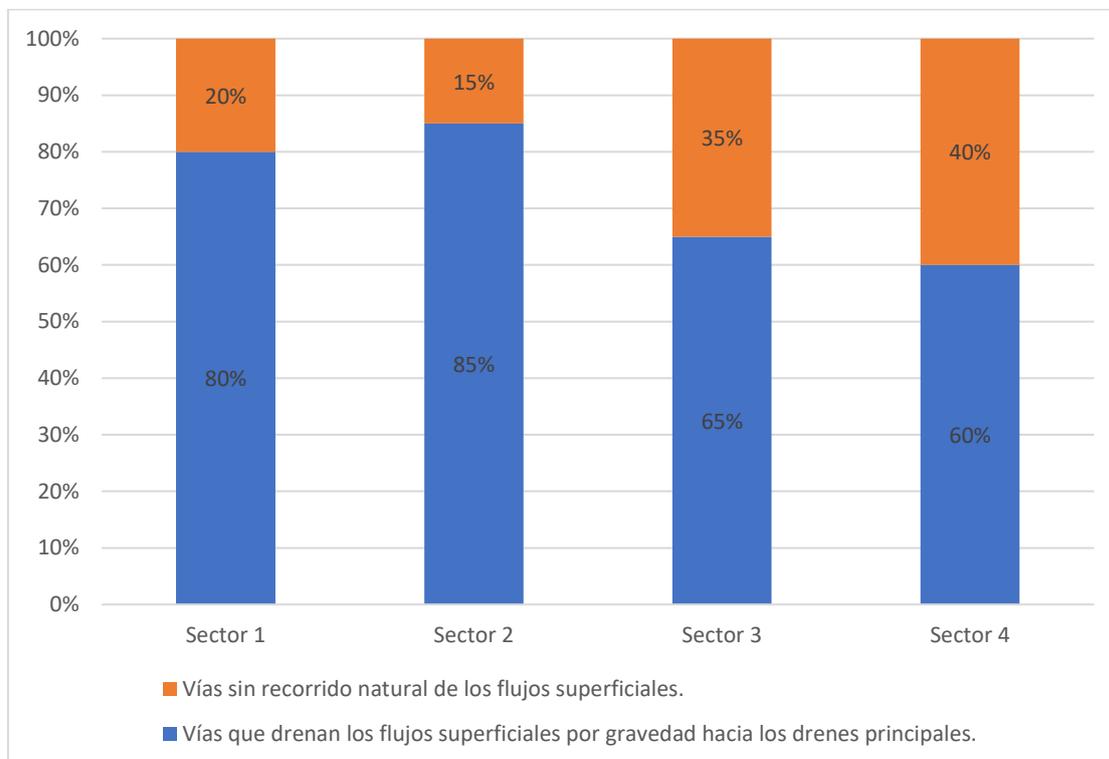
**Gráfico 9.** Estado de conservación de las estructuras de captación pluvial en el sector Miraflores – Castilla.



Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 9, los resultados mostraron que el 80% de las cuentas triangulares se encontraron en mal estado de conservación y solo presentaron un 20% en regular estado, asimismo los sumideros presentaron un 85% en mal estado y 15% en buen estado. En consecuencia, la falta de mantenimiento de las estructuras de captación por parte de la Municipalidad del Distrito de Castilla genera que el drenaje presente deficiencias en su funcionamiento. Estos hallazgos guardan relación con Jiménez (1999), quien manifestó que uno de los pilares en los SUDS son las medidas preventivas, desde las autoridades locales con un adecuado plan de gestión de limpieza y mantenimiento del sistema de drenaje, hasta los pobladores con la concienciación y educación de cuidar el drenaje, por ello la sociedad completa debe implicarse en la solución de un problema que es de todos.

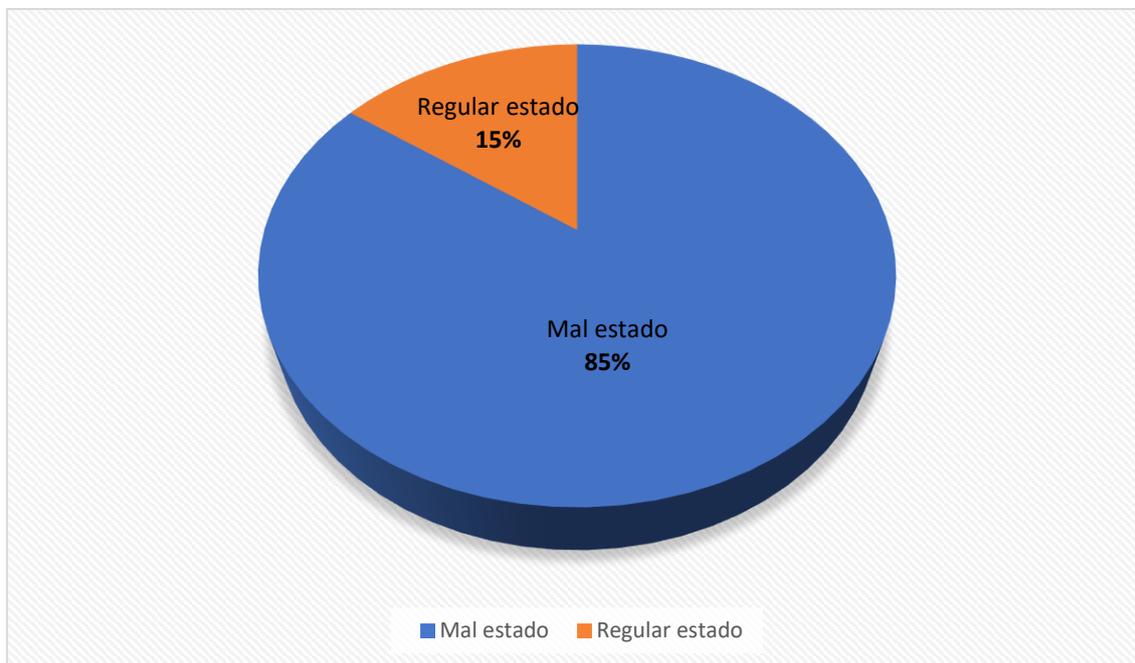
**Gráfico 10.** Vías del sector Miraflores – Castilla, que evacuan de forma natural las aguas pluviales hacia los drenes principales.



Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 10, los resultados obtenidos evidenciaron que el sector 2 presentó el mayor porcentaje de vías que drenan los flujos superficiales por gravedad hacia los drenes principales con un 85% a diferencia del sector 4, que presentó el mayor porcentaje de vías que no tienen recorrido natural de los flujos superficiales con un 40%, como consecuencia de la topografía plana y la existencia de cuencas ciegas en el sector de estudio. Estos datos guardan relación con Vargas et al. (2019), quienes manifestaron que la topografía ocasiona problemas en el desagüe pluvial cuando el suelo es demasiado llano, imposibilita el libre escurrimiento de los fluidos que constantemente ocasionan acumulaciones superficiales, además este fenómeno empeora por la presencia de micro relieves con depresiones reducidas. Por ello se concuerda con esta teoría debido a que la topografía del sector impide que un porcentaje de las vías que drenan por gravedad el agua pluvial.

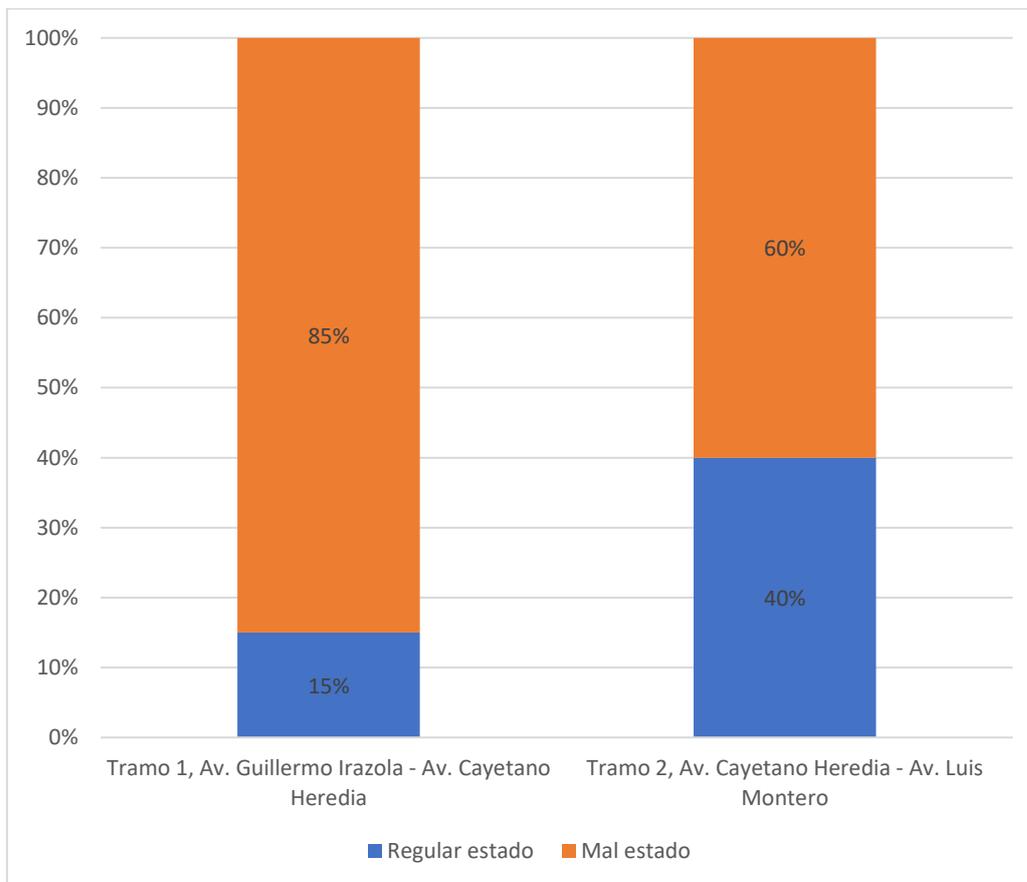
**Gráfico 11.** Estado de conservación de las vías que evacuan las aguas pluviales durante los periodos lluviosos en el sector Miraflores – Castilla.



Fuente: Elaboración Propia tomada del INEI.

**Interpretación:** En el gráfico N° 11, los resultados mostraron que solo el 15% de las calzadas se encontraron en regular estado de conservación y el 85% en mal estado durante los periodos lluviosos del 2017, evidenciando así la vulnerabilidad del material de las calzadas frente a periodos lluviosos. Estos hallazgos guardan relación con la investigación de Jiménez (2019), “Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla”, quien diseñó un concreto permeable sustentable capaz de resistir los periodos lluviosos con una intensidad de 247.9 mm/h y que además sea un elemento de apoyo al drenaje convencional que infiltre las escorrentías pluviales hacia el subsuelo, siendo una alternativa factible y viable que reduciría el impacto de los periodos lluviosos en el sector.

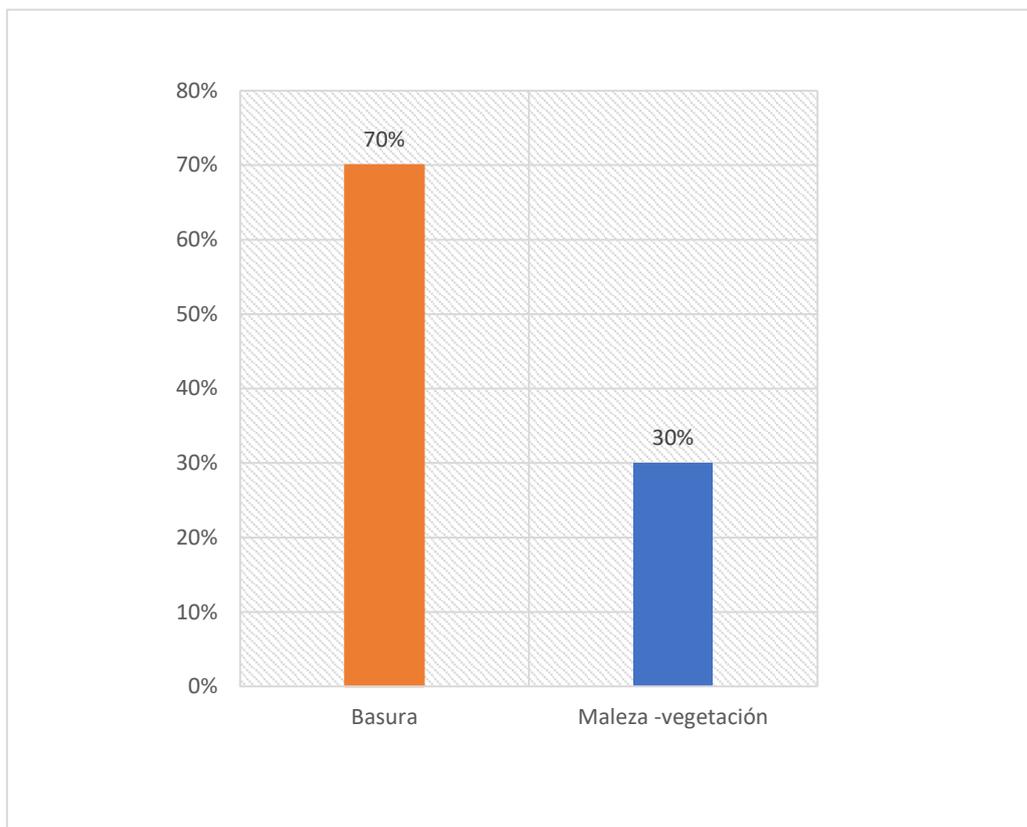
**Gráfico 12.** Estado de conservación del dren Av. Guardia Civil del sector Miraflores - Castilla.



Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N°12, los resultados evidenciaron que el tramo 1 presentó un mal estado de conservación con un 85% y solo un 15 % en regular estado, mientras que en el tramo 2 presentó el 60% en mal estado de conservación y solo el 40% en regular estado. En consecuencia, se evidencia el deterioro del perfil urbano en la av. Guardia civil – Miraflores. Estos datos pueden ser contrastados con CIRIA (2001), quien señaló el alto grado de calidad paisajística que brindan los SUDS, donde los habitantes de una ciudad pueden caminar cerca de un arroyo en vez de un canal de concreto, o pueden observar desde sus viviendas un lago rebosante de vida en vez de un solar inundado, debido a que estos sistemas transforman toda la ciudad en un parque que brinda un refugio a la fauna y flora, evitando su desaparición de la zona urbanizada. Por ello se concuerda con esta teoría debido a que la aplicación de estos sistemas mejoraría el entorno urbano del dren av. Guardia civil de una manera sostenible y natural.

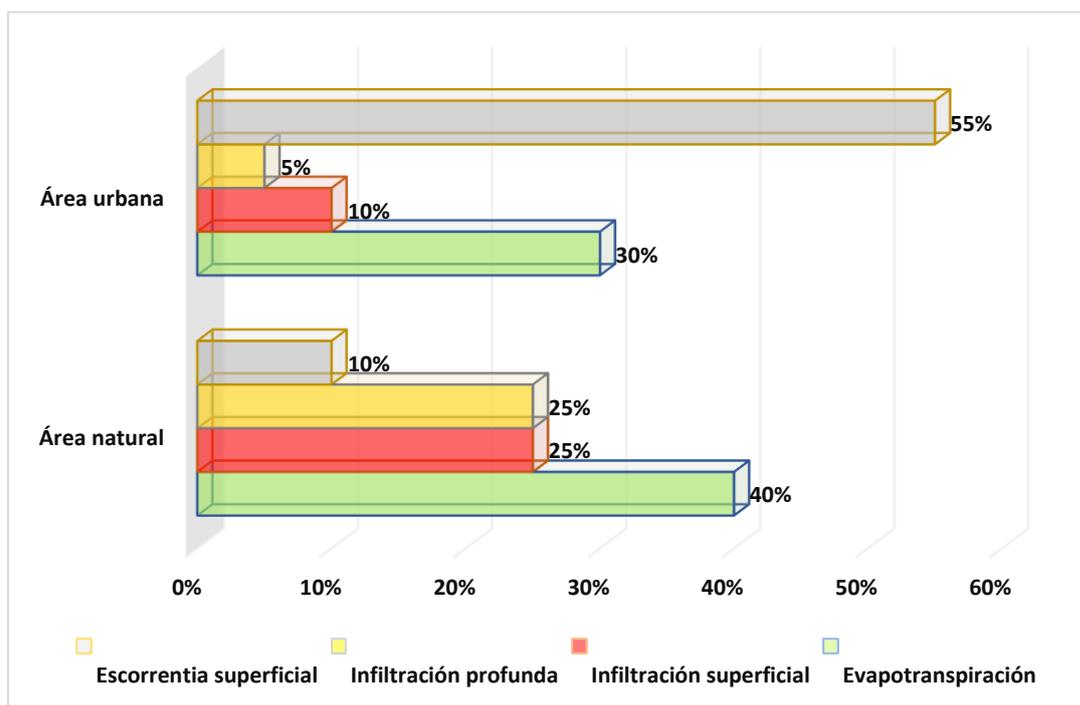
**Gráfico 13.** Obstrucciones que dificultan el recorrido de las escorrentías en el dren AV. Guardia Civil del sector Miraflores - Castilla.



Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En el gráfico N° 13, los resultados evidenciaron que el 70% de las obstrucciones que dificultaron el recorrido de las escorrentías en el dren Av. La Guardia Civil correspondió a basura y el 30% a maleza de vegetación. De estos hallazgos guardan relación con Jiménez (1999), quien manifestó que uno de los pilares en los SUDS al momento de reducir la carga de contaminantes de la escorrentía, son las medidas preventivas como la concienciación y educación de los habitantes en el tema de la limpieza de la metrópolis, desde las autoridades locales con un adecuado plan de limpieza de las calles hasta los colegios y las familias, con campañas sobre el manejo de los residuos y el uso de papeleras y contenedores, por ello la sociedad completa debe implicarse en la solución de un problema que es de todos.

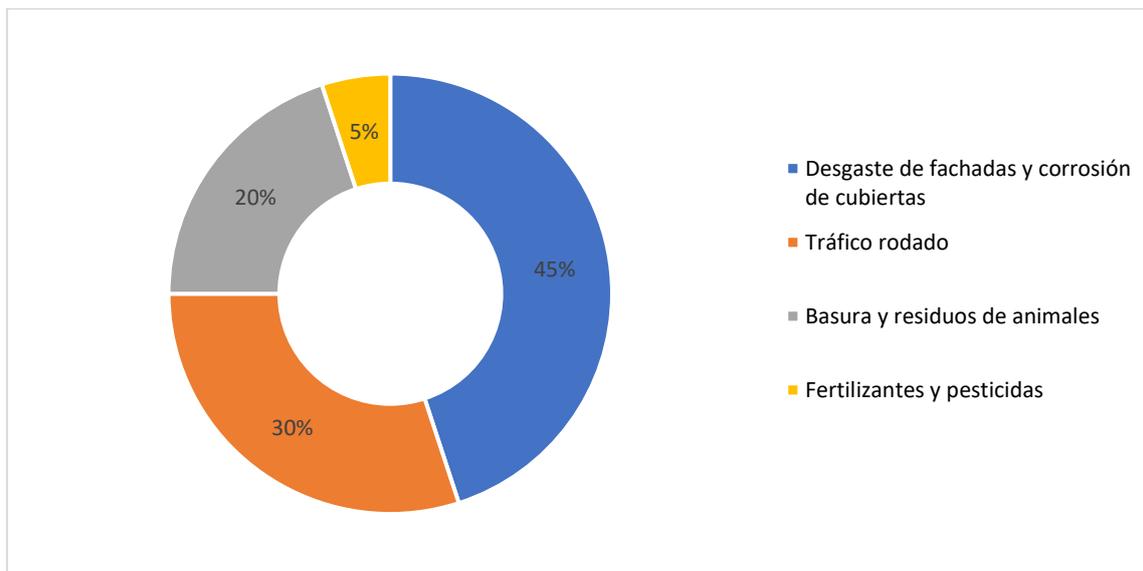
**Gráfico 14.** Ciclo Hidrológico del agua pluvial en áreas urbanas y naturales.



Fuente: Elaboración propia a partir del manual CIRIA.

**Interpretación:** En el gráfico N°14, los resultados mostraron la diferencia del ciclo hidrológico del agua pluvial en un área natural donde la escorrentía superficial perteneció al 10% y el 55% correspondió a la escorrentía en el área urbana, obteniendo un aumento considerable de la escorrentía superficial debido a la impermeabilización del suelo, además se muestran diferencias en la evapotranspiración y en las infiltraciones superficiales y profundas. Estos datos pueden ser complementados con Katsifarakis, Vafeiadis, Theodossiou (2015), quienes manifestaron que el proceso de urbanización es una tendencia global con consecuencias negativas respecto a los recursos hídricos. Debido a que el incremento de la superficie impermeable ocasiona dificultades de inseguridad al aumentar el escurrimiento de los fluidos, poniendo en riesgo los sectores de menor altitud. Así mismo Escuder (2012), contrariamente expuso que la doctrina de los SUDS, consiste en repetir el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas, de esta manera cumpliendo con el propósito de disminuir la cantidad y calidad del agua de las lluvias, maximizando la integración paisajística, el valor social y ambiental de la actuación.

**Gráfico 15.** Contaminantes que recoge la escorrentía urbana del área de estudio sector Miraflores – Castilla.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En el gráfico N°15, los resultados mostraron los diferentes contaminantes que recogen las aguas pluviales durante su recorrido hacia los receptores finales, donde el 45% de contaminantes perteneció a los desgastes de fachadas, corrosión de cubiertas y techos, el 30% correspondió al tráfico rodado como hidrocarburos, hierro, el zinc de los neumáticos, goteos, fugas de aceites y lubricantes, el 20% a basura y residuos de animales y el 5% a fertilizantes y pesticidas. Estos datos pueden ser complementados con lo que señaló Butler y Davies (2000), respecto a la contaminación difusa que se da en los receptores finales que dañan seriamente el medioambiente, debido a que el drenaje convencional recoge el agua pluvial que lava las calles sin ningún tipo de tratamiento primario. Debido a la problemática se buscan soluciones mediante los SUDS, por ello McCormick (2016), concluyó en su estudio de la eutrofización de la bahía de Chesapeake, que se debe aplicar una guía específica con el fin de intervenir en contra de pesticidas, nitratos y otros contaminantes, promoviendo el crecimiento de bandas de vegetación tampón en los márgenes de canaletas y cauces que desaguan los flujos, con la finalidad de detener la polución diluida, asimismo promover la edificación de trampas de sedimentos con el fin de retener particulares contaminantes, mejorando así la bahía de Chesapeake.

**Tabla 2.** Eliminación de contaminantes de la escorrentía urbana según el tipo de SUDS en el sector Miraflores - Castilla.

Técnica	Hidrocarburos	Fósforo	Nitrógeno	Metales pesados
Pavimento permeable	70% – 90%	50% - 80%	65% - 80%	60% - 95%
Bioretención	50% – 80%	50% – 60%	40% – 50%	50% – 90%
Franja filtrante con césped	70% – 90%	10% – 20%	10% – 20%	25% - 40%
Pozo y zanjas de infiltración	-----	60% – 80%	25% – 60%	60% – 90%
Dren filtrante	30% – 70%	-----	-----	50% - 80%
Depósito de infiltración	-----	60% – 70%	55% – 60%	85% – 90%
Estanque de detención	30% - 60%	20% – 25%	20% – 30%	40% - 90%

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla 10, los resultados mostraron los porcentajes de eliminación de contaminantes que tienen los diferentes sistemas urbanos de drenaje sostenible, donde los pavimentos permeables eliminan el 70% a 90% de los hidrocarburos, el 60% a 95% de metales pesados, mientras que los estanques de detención eliminan el 20% a 25% de fósforo y 20% a 30% de nitrógeno, las franjas filtrantes con césped eliminan el 70% a 90% de hidrocarburos y el 25% a 40% de metales pesados. Estos datos pueden ser complementados con Valls y Perales (2008), quienes sostuvieron que estos SUDS además de eliminar contaminantes, pueden mejorar el paisaje urbano, integrando las aguas pluviales, devolviéndolas a las superficies y buscando que convivan con los ciudadanos, para que aprecien y observen diariamente los procesos naturales de depuración que la naturaleza ofrece y así fomentar el uso de este recurso natural. Asimismo, Abellán (2016), manifestó que los drenajes sostenibles facilitan la adecuación de las urbes a la variación global del clima, esto se debe a que la mayoría de métodos de drenaje sostenible otorgan áreas verdes que contribuyen con el equilibrio térmico de las metrópolis, causando un impacto positivo en la zona urbana.

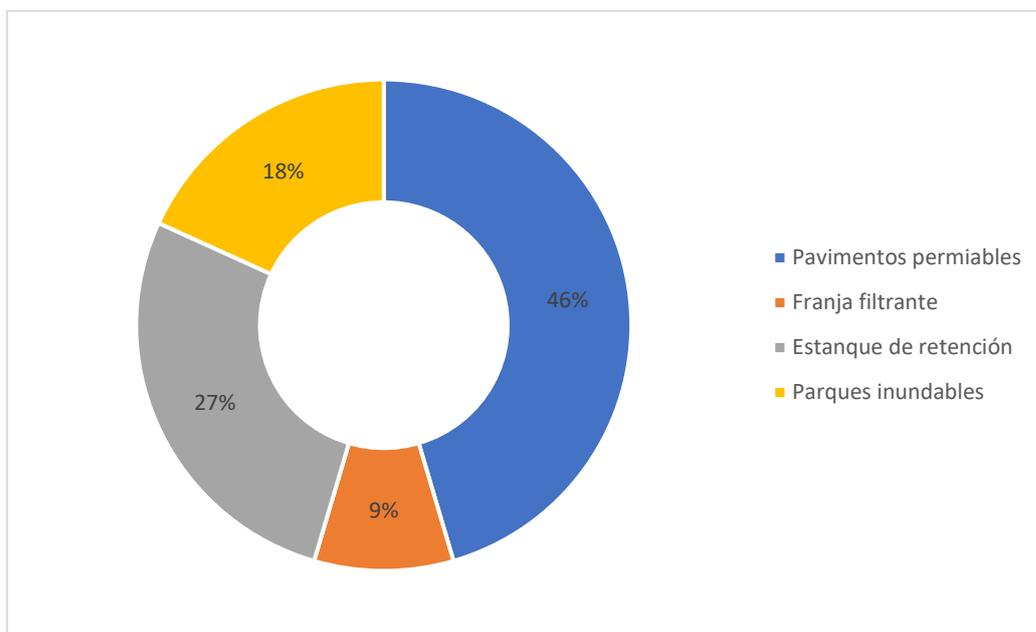
**Tabla 3. Criterios de diseño de los SUDS para el sector Miraflores - Castilla.**

Criterios	Medidas	Fa	%
Diseño Hidráulico	Evitar Daños a personas ni bienes.	2	15.3%
	No producir efectos no deseados aguas abajo.		
Calidad del agua y tratamiento	Infiltración.	4	30.8%
	Filtración.		
	Almacenes de detención.		
	Volumen de estanque permanente.		
Servicio público	La seguridad y salud de las personas.	3	23.1%
	El impacto paisajístico.		
	Los beneficios sociales.		
Diseño ambiental	Uso de plantas autóctonas.	4	30.8%
	Conservar y realizar sistemas de drenaje naturales.		
	Mantenimiento y plan de gestión apropiado.		
	Estanque de forma permanente.		
Total:		13	100%

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla 11, los resultados mostraron los criterios de diseño para definir los SUDS, siendo el diseño ambiental al igual que la calidad del agua y tratamiento el mayor criterio con un 30.8%, el servicio público brindado con un 23.1% y el diseño hidráulico con un 15.3%. Estos datos se complementan con Rodríguez (2008), propuso en el drenaje urbano el triángulo de la sostenibilidad, mediante los principios de calidad, servicio y cantidad. Así mismo Doménech (2017), declaró que la filosofía de los SUDS se fundamenta en la calidad, controlando la contaminación del agua, en la cantidad gestionando la producción de escorrentía, en la biodiversidad manteniendo y creando mejores ambientes para la naturaleza y en el entorno urbano óptimo y adecuado para el ciudadano. Por ello Perales y Doménech (2016). Declararon que existe un cambio de paradigma en la gestión del drenaje urbano, dejando atrás el pensamiento de evacuar lo más rápido posible, si no en manejar, tratar y utilizar el agua de las escorrentías, con la finalidad de disminuir el impacto ambiental.

**Gráfico 16.** *Tipos de sistemas urbanos de drenaje sostenible que se pueden aplicar según las características en el sector Miraflores – Castilla.*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En el gráfico N°16, los resultados mostraron que según las características del sector Miraflores – Castilla, el 46% del área fue compatible para la aplicación de pavimentos drenantes, el 27% para estanques de retención, el 18% para parques inundables y el 9% para franjas filtrantes. En consecuencia, el sector Miraflores – Castilla es factible para la aplicación de diversos sistemas urbanos de drenaje sostenible que mejorarían y complementarían el sistema de drenaje convencional. Estos resultados guardan relación con García (2011), quien declaró que los drenajes urbanos sostenibles contribuyen a resolver los inconvenientes asociados a las aguas pluviales y su aplicación es adaptable a cualquier sector urbano que requiera este sistema de drenaje, asimismo son completamente compatibles con los sistemas de saneamiento convencional, en efecto pueden integrarse en zonas urbanas consolidadas.

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo con la investigación, Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020, se analizaron los resultados obtenidos y se llegó a la conclusión general que el sector Miraflores carece de un sistema de drenaje continuo e integral y que, según las características físicas del área de estudio, la aplicación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible es viable y factible. Además, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El sector Miraflores, presenta una topografía plana con pequeñas depresiones, que causan problemas de drenaje pluvial, pues impide el libre escurrimiento de las aguas que con frecuencia generan acumulación superficial, además la situación empeora por la existencia de micro relieves con pequeñas o medianas depresiones que constituyen zonas de inundación temporal durante los periodos lluviosos.
2. El suelo predominante del sector Miraflores es arcilloso – arenoso, que según sus características de estructura tiene una baja velocidad de infiltración que causa problemas en el drenaje pluvial.
3. El nivel freático del sector Miraflores se encuentra en algunas zonas críticas a una distancia menor a los 2 metros de la superficie y en otros sectores hay un nivel freático medio de 2.00 hasta 3.00 metros de profundidad y que es originado por flujos superficiales procedentes de aguas pluviales o propia del río Piura y no de la propia napa de agua subterránea, la cual se encuentra por debajo de los 30 metros de profundidad.
4. Las zonas con más alto riesgo de inundación en el sector Miraflores, son las áreas que se ubican por debajo de los 34 m.s.n.m, donde existen lugares con depresión profunda que se inundan con lluvias leves e intensas y donde su drenaje es difícil de evacuar, además inundaciones superficiales leves en zonas sub – horizontales con lluvias intensas donde su drenaje es fácil de evacuar; y las áreas que se ubican por encima de una cota de 34 m.s.n.m, solo presentan inundaciones en zonas específicas que comprenden depresiones aisladas.

5. Existe la presencia de cuencas ciegas en el sector Miraflores - Castilla, donde las aguas pluviales quedan estancadas debido a la falta de drenaje, pero que son gestionadas de manera improvisada por los gobiernos locales y municipalidades mediante cisternas y motobombas.
6. El plan maestro de drenaje pluvial de los distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre contempla que el manejo de las aguas pluviales en cuencas ciegas será a través de grandes colectores, estaciones de bombeo, tanques tormenta y depósitos de laminación.
7. Solo un sector del área de estudio maneja y gestiona las aguas pluviales mediante un sistema de drenaje convencional, debido a la falta de una red de desagüe continua e integral, sin embargo, el resto de la superficie evacua las aguas de las precipitaciones mediante estaciones de bombeo, motobombas y cisternas.
8. El sistema de drenaje y los elementos de apoyo se encuentran en mal estado de conservación y como consecuencia muestran deficiencias en su funcionamiento.
9. La estructura de captación del desagüe pluvial del área de estudio está conformada por cunetas triangulares y sumideros tipo rejilla que presentan un mal estado de conservación.
10. En el sector Miraflores un gran número de vías, drenan los flujos superficiales por gravedad hacia los drenes principales, pero debido a la topografía algunas calzadas no generan un recorrido natural de estas aguas, ocasionando daños y deterioro en su infraestructura vial y en algunos casos erosiones pluviales menores.
11. Durante el último periodo lluvioso del 2017, las vías del sector Miraflores que drenan las escorrentías pluviales sufrieron grandes daños, en algunos casos desapareciendo casi todo el asfalto y en otros provocando erosiones pluviales menores, evidenciando así la vulnerabilidad del material de las vías ante estos fenómenos.
12. El dren av. Guardia Civil del sector Miraflores – Castilla presenta un mal estado de conservación que se ve reflejado en el deterioro de su infraestructura.

13. La constante presencia de basura en el dren av. Guardia Civil y la formación de maleza de vegetación por falta de mantenimiento, son obstrucciones que dificultan el recorrido de la escorrentía hacia los vertidos finales.
14. El ciclo hidrológico del agua pluvial sufre un cambio brusco propio de la transformación del suelo rural a urbano y como consecuencia hay un aumento considerable de la escorrentía superficial en el área urbana debido a la impermeabilización del suelo.
15. Las aguas pluviales del sector Miraflores recogen contaminantes como los desgastes de fachadas, corrosión de cubiertas, tráfico rodado, basura, residuos de animales, fertilizantes y pesticidas durante su recorrido hacia el receptor final el río Piura, causando así severos problemas en el medio ambiente, flora y fauna.
16. La aplicación de los SUDS como pavimentos permeables, estanques de detención, depósitos de infiltración, pozos y zanjas de infiltración eliminan contaminantes de la escorrentía urbana como hidrocarburos, metales pesados, nitrógenos y fósforos, mejorando así la calidad del agua pluvial y disminuyendo la contaminación en los receptores finales.
17. A diferencia del drenaje convencional, los sistemas urbanos de drenaje sostenible engloban amplios criterios de diseño, dándole gran importancia a la parte ambiental, mediante un mantenimiento y plan de gestión apropiada, promoviendo el uso de plantas autóctonas, conservando y realizando sistemas de drenajes naturales, además se considera la calidad y tratamiento del agua, el diseño hidráulico y el servicio público, dejando atrás el pensamiento de evacuar lo más rápido posible las aguas pluviales, para manejarlas, tratarlas y utilizarlas.
18. Según las características físicas del sector Miraflores – Castilla, se pueden implementar diversos sistemas urbanos de drenaje sostenible como pavimentos permeables en las calles de poco flujo vehicular, parques inundables en zonas de recreación pasiva, estanques de retención en el parque quiñones y franjas filtrantes en las áreas de jardinería.

## VI. RECOMENDACIONES.

1. Realización del levantamiento topográfico a nivel de detalle (planta, perfil y secciones) del sector Miraflores, por parte de la Municipalidad de Castilla, para identificar niveles, cotas, depresiones y establecer la dirección de las aguas pluviales, con la finalidad de diseñar un sistema de drenaje articulado que mejore las condiciones de habitabilidad de la población del sector Miraflores.
2. INDECI debe realizar el estudio de la capacidad y velocidad de infiltración del suelo del sector Miraflores, para que los proyectistas urbanos cuenten con la información técnica necesaria para determinar la factibilidad y viabilidad de la implementación de un sistema urbano de drenaje sostenible por infiltración, mediante zonas de bioretención ajardinadas que reducirían la escorrentía y los contaminantes y además mejoraría la calidad paisajística y urbana del sector Miraflores.
3. La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben implementar depósitos de detención enterrados en el sector Miraflores, debido a que el nivel de napa freática se encuentra a una profundidad tal, que se hace factible la aplicación de este sistema urbano de drenaje sostenible que se ubica por debajo del suelo, beneficiando a los habitantes de Miraflores, otorgándoles áreas de recreación pasiva sobre estos depósitos.
4. El Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad del Distrito de Castilla deben hacer frente a la escorrentía del sector Miraflores – Castilla, en pequeñas cuencas que reduzcan el caudal y permitan el tratamiento completo desde su origen, mediante pozos de infiltración y drenes filtrantes que aminoren rápidamente el caudal y volumen del agua pluvial, para disminuir los riesgos de inundación, beneficiar a los habitantes del sector Miraflores, mejorar las condiciones del drenaje y la calidad paisajística urbana del sector.

5. El Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad del Distrito de Castilla deben gestionar y evacuar las aguas pluviales de las cuencas ciegas en el sector Miraflores – Castilla, mediante depósitos de detención enterrados en el subsuelo, debido a la falta de áreas desocupadas en las zonas donde se ubican las cuencas ciegas.
6. Consorcio inundaciones Piura debe considerar la aplicación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, en el plan maestro de drenaje de los distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre, debido a que estos sistemas logran realizar una gestión sostenible de las aguas pluviales, además engloban criterios ambientales y paisajísticos, para beneficiar a la población, otorgando una mejor calidad ambiental en el manejo de sus aguas y enriqueciendo el paisaje urbano de las ciudades de Piura, Castilla y 26 de Octubre.
7. El colegio de Arquitectos de Piura debe realizar charlas, conferencias y capacitaciones sobre los sistemas urbanos de drenaje sostenible a los Arquitectos Urbanistas del distrito de Castilla, para que tengan conocimiento del uso, aplicación y características de estos sistemas, y así puedan proponerlos en sus diferentes proyectos urbanos, beneficiando a la ciudad con sistemas de drenaje sostenibles.
8. La Municipalidad del Distrito de Castilla debe diseñar un sistema de drenaje pluvial continuo en todo el sector Miraflores, para integrar los sistemas urbanos de drenaje sostenible como elementos de apoyo que ayuden a reducir los caudales, para evitar inundaciones y mejorar la calidad del agua y de los receptores finales, además reducir los contaminantes y enriquecer el paisaje urbano de la zona, con la finalidad de beneficiar a los pobladores del sector, mejorando la calidad, cantidad y servicio del drenaje pluvial.
9. La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben realizar la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, la estación de bombeo y los elementos de apoyo como motobombas del sector Miraflores – Castilla, por lo menos una vez al año en los meses de noviembre y diciembre, antes de los períodos lluviosos, para que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento y beneficien a la población reduciendo las posibilidades de inundaciones.

10. El área de infraestructura urbana de la Municipalidad del Distrito de Castilla, debe realizar el constante monitoreo y mantenimiento de las estructuras de captación del sector Miraflores – Castilla, debido a que los sumideros tipo rejilla se ubican en avenidas principales y por su mal estado de conservación, ocasionan accidentes de tránsito, por ello esta acción beneficiará a los habitantes de la zona, reduciendo los daños materiales y físicos.
11. Utilizar pavimentos permeables en las calles residenciales de bajo o regular tránsito en el sector Miraflores – Castilla, debido a que son resistentes a las fuertes precipitaciones que se presentan constantemente en los meses de febrero, marzo y abril, además sirven como drenantes, permitiendo la infiltración de las aguas pluviales hacia el subsuelo o para que sea captada para su posterior reutilización, asimismo esta superficie permeable actúa como un filtro eliminando aceites y grasas, para mejorar la calidad de la escorrentía y beneficiar a la población con la utilización de este recurso para diversos usos.
12. La Municipalidad del Distrito de Castilla debe realizar un plan específico para la implementación de cunetas verdes que son de fácil construcción y bajo costo a lo largo del dren avenida guardia civil en el sector Miraflores, para que el agua pluvial además de ser evacuada, pueda ser filtrada y depurada por este sistema mediante la vegetación, a fin de reducir la cantidad de escorrentía, facilitar la evaporación del agua, reducir los contaminantes e integrarse en el paisaje urbano, dando así un gran valor estético a esta zona.
13. La Municipalidad del Distrito de Castilla debe gestionar el presupuesto para la operación y mantenimiento del dren av. Guardia Civil, por lo menos una vez al año, para evitar su deterioro y para que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento para drenar las aguas pluviales del sector Miraflores en los periodos lluviosos.

14. El área de Limpieza Pública de la Municipalidad del Distrito de Castilla y el Ministerio del Ambiente, deben realizar campañas de sensibilización a la población del sector Miraflores - Castilla, para inculcarles una política ambiental del manejo de la basura y evitar el arrojo de estas hacia el dren, además deben incentivar y comprometer a la población a realizar campañas de limpieza del dren Guardia Civil, para que evacue de una manera eficiente las aguas pluviales y reduzca los riesgos de inundación en el sector Miraflores.
15. La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben gestionar a través de proyectos específicos, la implementación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el sector Miraflores, como elementos de apoyo al drenaje principal, debido a que su doctrina consiste en repetir el ciclo hidrológico natural, maximizando la integración paisajística, el valor social y ambiental en la zona, mejorando la calidad de vida de los habitantes del sector Miraflores.
16. El Ministerio del Ambiente debe promover la aplicación de sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Distrito de Castilla, mediante reconocimientos e incentivos a las empresas constructoras que realicen estos proyectos, que además de ayudar a solucionar problemas de drenaje, reducirían los contaminantes que recoge la escorrentía, mejorando las condiciones ambientales del receptor final, el río Piura.
17. El Ministerio del Ambiente debe realizar un estudio del nivel de contaminación del agua pluvial del sector Miraflores, después de ser tratada mediante los sistemas urbanos de drenaje sostenible, para determinar los usos específicos en los que se puede reutilizar este recurso según el grado de contaminación, beneficiando así a la población de Miraflores.
18. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento debe implementar una normativa sobre los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con la finalidad de que los proyectistas cuenten con una herramienta técnica vigente para desarrollar proyectos de drenaje sostenible.

19. La Municipalidad del Distrito de Castilla debe realizar un estudio detallado basándose en esta investigación, de la aplicación específica de sistemas urbanos de drenaje sostenible en el sector Miraflores – Castilla según los resultados obtenidos, los pavimentos permeables, parques inundables, estanques de retención y franjas filtrantes, con la finalidad de determinar el presupuesto requerido para la aplicación de estos sistemas.

## REFERENCIAS

- Abellán, A. (18 julio de 2016). Sistemas urbanos de drenaje sostenible versus cambio climático. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/ana-abellan/cambio-climatico-y-suds>
- Andrés-Doménech, I., Perales-Momparler S. (2016). Un cambio de paradigma en la gestión del drenaje urbano. *iAgua Magazine* 11, 107.
- Andrés-Doménech I. (2017). Una apuesta decidida por el drenaje urbano sostenible. *Agua y medio ambiente. El Economista* (46), 20-21.
- Bradshaw, J., Luthy, R. (2017). Modeling and Optimization of Recycled Water Systems to Augment Urban Groundwater Recharge through Underutilized Stormwater Spreading Basins. *Environmental science and technology* (11809-11819). Recovered from <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02671>.
- Butler D, Davies JW. (2000). *Urban Drainage*. (2.<sup>a</sup> ed.). Londres, Inglaterra: E & FN Spon. 489 pp.
- CIRIA C523. (2001). Sustainable urban drainage systems, best practice manual for England, Scotland, Wales and Northern Ireland. Londres, Reino Unido: Construction Industry Research and Information Association. RU. 131 pp.
- CONCYTEC (2017). Reglamento de calificación y registro de investigadores en ciencia y tecnología del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica. *El peruano*, 135.
- Consortio Inundaciones Piura. (2 de enero del 2021). Exponen avances de la elaboración del plan integral del río Piura y plan maestro de drenaje pluvial. Proyecto Especial De Irrigación e Hidroenergético del Alto Piura. Recuperado de <https://peihap.gob.pe/2019/07/25/exponen-avances-de-la-elaboracion-del-plan-integral-del-rio-piura-y-plan-maestro-de-drenaje-pluvial/>

- Cubides, E. D., & Santos, G. E. (2018). Control de escorrentías urbanas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): Pozos/Zanjas de infiltración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 32-42.
- Chapa, J. (2 de enero del 2020). Aumentan a 100 las cuencas ciegas. Diario correo, Párr.7.
- Escuder, I. (2012). A quantitative flood risk analysis methodology for urban areas with integration of social research data. *Natural Hazards and Earth System Sciences* (2843-2863). Recovered from <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2843-2012>, 2012.
- Espino, D., Hernández, J., Valeri, A., Ballester, F. (2014). A fuzzy stochastic multi-criteria model for the selection of urban previous pavements, *Expert Systems with Applications*, 41(15), 2014, pp. 6807–6817. Elsevier.
- Fresno, Bayón, Hernández y Muñoz (2005). Sistemas Urbanos de drenaje sostenible (SUDS). *Interciencia*, 30(5), 255-260. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000500004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000500004&lng=es&tlng=es).
- Fundación CONAMA (noviembre 2018). CONAMA. *Agua y ciudad sistemas urbanos de drenaje sostenible*. Madrid. Recuperado de [http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/STs%202018/1\\_0\\_preliminar.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/STs%202018/1_0_preliminar.pdf).
- Galarza-Molina, Sandra, Torres, Andrés, Lara-Borrero, Jaime, Méndez-Fajardo, Sandra, Solarte, Laura, González, Leonardo. (2015). Hacia un sistema construido-humedal / reservorio-tanque para la captación de agua de lluvia en una cuenca de captación experimental en Colombia. *Ingeniería y Universidad*, 19(2), 415-421.
- García, A. (2011). *La calle a escena: el sistema del espacio público de Sevilla y su entorno metropolitano, retos y posibilidades*. España: Ayuntamiento de Sevilla.

- Hernández, R., Fernández, C., & María, B. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
- INDECI. (2007). *Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Piura*. (2ªed.). Piura, Perú: OEA Proyecto.
- INEI (2017). *Perú: Perfil Sociodemográfico, Informe Nacional*. Perú: INEI. Recuperado de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/)
- Jiménez, R. (1999). *Contaminación por escorrentía urbana*. Madrid, España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Colección SEINOR No. 22. 495 pp.
- Jiménez (2019), "Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia de Piura y departamento de Piura". (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil). Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1904>.
- Katsifarakis, K., Vafeiadis, M., Theodossiou, N. (2015). "Sustainable Drainage and Urban Landscape Upgrading Using Rain gardens. Site Selection in Thessaloniki, Greece". *Agriculture and agricultural Science Procedia*, (4), pp 338-347.
- Macro EIRL. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. (8ª edición). Perú: Empresa editora Macro EIRL.
- McCormick, K. (octubre,2016). CONSERVATION PRECISION Identifying contamination in the Chesapeake Bay with Gis one meter resolution. *Magazine LandLines*, 9-19.
- M. I. Rodríguez, M. M. Cuevas, G. Martínez & B. Moreno. (2014). Planning criteria for Water Sensitive Urban Design, *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, vol. 191: 1579-1591.

- Namuche Vargas, José Rodolfo, & Olvera Salgado, María Dolores, & Saucedo Rojas, Heber Eleazar, & Fuentes Ruiz, Carlos, & Arellano Monterrosas, José Luis (2019). Desarrollo y evolución del drenaje agrícola en México. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9 (4), 18-26.
- Ojeda de la Cruz, A., Álvarez Chávez, C. & Orona Llano, D.C. (abril, 2020). Sustainable StormWater Drainage. A rain Water management alternative at the University Sonora. *Context. Magazine of the Faculty of Architecture of the Autonomous University of Nuevo León*, 14(20).
- Peña Guzmán, Carlos Andrés y Lara Borrero y Jaime (2012). Tratamiento de aguas de escorrentía mediante humedales artificiales: Estado del arte. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(2), 39-61.
- Perales, S. y Doménech, I. (2007). Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia. *Equipamiento y servicios municipales*, 66-67.
- Prieto, M. y Luis Fernández, L. (2016). Resiliencia a inundaciones: nuevo paradigma para el diseño urbano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 18(2), 82-94.
- Puig, J. (12 de diciembre de 2019). Sistemas urbanos de drenaje sostenible. Recuperado de <http://blogdeagua.es/suds-sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible/>
- Quispe y Lima (2018), "Evacuación de aguas pluviales aplicando técnicas de drenaje urbano sostenible en la localidad de Alto Libertad". (Tesis para optar el título profesional). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5784>.
- Q. Zhou. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts, *Water*, 6(4): 976–92. Recovered from <http://dx.doi.org/10.3390/w6040976>.

- Rodríguez Hernández, Jorge. (2008). Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráficos ligeros (Tesis de doctorado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10803/10711>.
- Rojas y Humpiri (2016), "Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM". (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2975>.
- Sandra Marcela Sánchez de Sabau, Mirian Sabau, Linda Monter, Jorge Gonzáles Coneo. (September del 2017). A look at the sustainable draining systems: Criteria of sustainability and successful cases. *International journal of conservation Sciences*, 8 (3): 453-464
- Sharma, D., Kansal, A. (2013). "Sustainable City: A Case Study of Stormwater Management in Economically Developed Urban Catchments". In: Luo Z. (eds). *Design of Mechanism for Sustainability*. Springer, Dordrecht. Recovered from [https://doi.org/10.1007/978-94-007-5995-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5995-4_12).
- University of Arkansas Community Design Center. (2010). *LID, Low Impact Development. A design manual for urban areas*. EEUU: Fay Jones School of Architecture. University of Arkansas Press.
- Valls, G y Perales, S. (2008). *Integración de las Aguas Pluviales en el Paisaje Urbano: un Valor Social a Fomentar*. I Congreso Nacional de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Bilbao. Mayo 2008.
- Villon, M. (2004). *Drenaje*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Agrícola. 544 pp.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de categorización apriorística.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
drenaje pluvial urbano del sector Miraflores.	Según el RNE (2016) el drenaje pluvial urbano es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.	Analizar las características físicas del sector Miraflores – Castilla y del drenaje pluvial existente, teniendo en cuenta 3 dimensiones: El estudio de suelo, Riesgos geográficos y drenaje pluvial urbano.	Estudio de suelo	Topografía.	Llano
					Ondulado
					Colinado
				Tipo de suelo.	Arenoso
					Arcilla-Arenosa
					Limoso
				Nivel de napa freática.	Superficial
					Media
					Profunda
			Riesgos geográficos	Zonas inundables.	Superficiales
					Profundas
					No inundable
				Existencia de cuencas ciegas.	Atendidas
			No atendidas		
			Drenaje pluvial urbano.	Tipo de drenaje pluvial.	Drenaje convencional
					Drenaje Mixto
					Estación de bombeo
					Cisternas
					Motobombas
				estado actual del drenaje.	Buen estado
					Regular estado
Mal estado					
Tipo de estructura de captación pluvial.	Cunetas triangulares				
	Sumideros				
Estado de conservación de estructuras de captación pluvial.	Buen estado				
	Regular estado				
	Mal estado				
Vías que drenan flujos superficiales por gravedad.	Vías sin recorrido natural				
	Vías drenan por gravedad				

			Drenaje pluvial urbano.	Estado de conservación de vías.	Buen estado
					Regular estado
					Mal estado
				Estado conservación Dren av. Guardia Civil.	Buen estado
					Regular estado
					Mal estado
				Obstrucciones en dren av. Guardia Civil.	Basura
					Maleza de vegetación
				Sistema urbano de drenaje sostenible.	Ciclo Hidrológico del agua pluvial en áreas urbanas y naturales.
			Inundación profunda		
			Inundación superficial		
			Evapotranspiración.		
			Contaminantes que recoge la escorrentía urbana.		Desgastes de fachadas y corrosión de cubiertas.
					Tráfico rodado
					Basura y residuo animales
					Pesticidas
			Eliminación de contaminantes según el tipo de SUDS.		Hidrocarburos
					Fósforos
					Nitrógenos
					Metales pesados
Criterios de diseño de los SUDS.	Diseño Hidráulico				
	Calidad del agua y tratamiento				
	Servicio público				
	Diseño ambiental				
Tipos de SUDS que se pueden aplicar en el sector.	Pavimentos permeables				
	Franjas filtrantes				
	Estanques de retención				
	Parques inundables				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Instrumento de Recolección de datos, guía de entrevista.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>Guía de entrevista para la investigación</b> <b>“Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020”</b>	
Realizado: Ballesteros Chunga Alvaro Michel	Entrevistado:	Fecha: 27/11/2020
<b>PROFESIONAL</b>	<b>PREGUNTAS</b>	
<p><b>Gerente de desarrollo urbano, rural y servicios técnicos de la municipalidad del distrito de Castilla.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es el tipo de sistema de drenaje urbano que presenta el distrito de Castilla?</li> <li>2. ¿Cuál es el estado actual del sistema de drenaje del distrito de Castilla?</li> <li>3. ¿Cómo maneja y gestiona las aguas pluviales actualmente la municipalidad de Castilla?</li> <li>4. ¿Cuáles son los principales problemas para evacuar el agua de lluvias en el distrito de Castilla?</li> <li>5. ¿Algún consorcio está elaborando algún expediente técnico o plan integral para el drenaje pluvial del distrito de Castilla?</li> <li>6. ¿Por qué en las obras de reconstrucción por el fenómeno del niño en el distrito de Castilla, no se está tomando en cuenta el drenaje pluvial urbano?</li> <li>7. ¿Actualmente tienen proyectos específicos para mejorar el drenaje pluvial en los diferentes sectores del distrito?</li> <li>8. ¿Qué medidas se han tomado para afrontar un posible periodo lluvioso?</li> <li>9. A lo largo de los años, uno de los sectores más afectados como consecuencia de los periodos lluviosos en el distrito de Castilla, es la urbanización Miraflores. ¿Actualmente cuentan con proyectos específicos para reducir los daños que se originan en esa zona?</li> <li>10. ¿Cuentan con un plan estratégico para evacuar las aguas de las cuencas ciegas del sector Miraflores para evitar inundaciones?</li> <li>11. ¿Se ha evaluado la posibilidad de implementar sistemas urbanos de drenaje sostenible al distrito de Castilla?</li> <li>12. ¿Por qué no se plantean sistemas de captación de aguas pluviales en cuencas ciegas donde es muy difícil drenar estas aguas?</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Instrumento de Recolección de datos, guía de entrevista.

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p align="center"><b>Guía de entrevista para la investigación “Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020”</b></p>	
<p>Realizado: Ballesteros Chunga Alvaro Michel</p>	<p>Entrevistado:</p>	<p>Fecha:</p>
<p align="center"><b>PROFESIONAL</b></p>	<p align="center"><b>PREGUNTAS</b></p>	
<p align="center"><b>Arquitecto Urbanista</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo definiría los sistemas urbanos de drenaje sostenible?</li> <li>2. ¿Cuáles son los principales objetivos de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?</li> <li>3. ¿Cuándo hablamos del uso de un sistema urbano de drenaje sostenible, hablamos de un cambio de paradigma?</li> <li>4. ¿Cuáles son los beneficios de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?</li> <li>5. ¿Estos sistemas ayudarían a la ciudad a adaptarse al cambio climático?</li> <li>6. ¿Cuáles cree que son las principales barreras para el uso de estos sistemas?</li> <li>7. ¿Cuál es el panorama actual de los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Perú y sus departamentos?</li> <li>8. ¿Cuáles son los tipos de sistemas urbanos de drenaje sostenible más utilizados?</li> <li>9. Según las características del sector Miraflores – Castilla, ¿qué tipo de sistema urbano de drenaje sostenible es el más adecuado?</li> <li>10. ¿Cuáles serían los principales retos que se presentan al momento de aplicar estos sistemas?</li> <li>11. ¿Actualmente se cuenta con una normativa específica que de soporte técnico al uso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?</li> <li>12. ¿Qué medidas deberían tomar las autoridades locales para generalizar el uso de los sistemas urbanos de drenaje en la ciudad?</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Validación del instrumento de investigación mediante juicio de expertos  
**Datos generales:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instituto	Autor del instrumento
Jorge Luis Gutiérrez Castro	Docente de Arquitectura y urbanismo	Universidad Cesar Vallejo- Piura.	Ballesteros Chunga Alvaro Michel
Título del estudio: <b>Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores</b>			

**Aspectos de validación:**

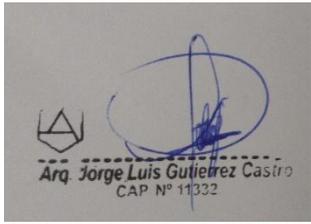
Coloque un ASPA (X) de acuerdo con la siguiente calificación: 1 (No cumple con el criterio), 2 (Bajo Nivel), 3 (Moderado nivel), 4 (Alto nivel) criterios de validez propuesto por W de Kendall (Escobar & Cuervo, 2008).

D r e n a j e p l u v i a l u r b a n o d e l s e c t o r M i r a f l o r e s	ÍTEMS	SUFICIENCIA				CLARIDAD				COHERENCIA				RELEVANCIA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		<b>Tipo de drenaje existente</b>	¿Cuál es el tipo de sistema de drenaje urbano que presenta el distrito de Castilla?				X				X				X		
<b>Estado actual</b>	¿Cuál es el estado actual del sistema de drenaje del distrito de Castilla?				X				X				X				X
	¿Cómo maneja y gestiona las aguas pluviales actualmente la municipalidad de Castilla?				X				X				X				X
	¿Cuáles son los principales problemas para evacuar el agua de lluvias en el distrito de Castilla?				X				X				X				X
	¿Algún consorcio está elaborando algún expediente técnico o plan integral para el drenaje pluvial del distrito de Castilla?				X				X				X				X
<b>Medidas preventivas</b>	¿Qué medidas se han tomado para afrontar un posible periodo lluvioso?				X				X				X				X
	El sector más afectado en los periodos lluviosos en el distrito de Castilla, es la urbanización Miraflores. ¿Actualmente cuentan con proyectos específicos para reducir los daños que se originan en esa zona?				X				X				X				X
	¿Cuentan con un plan estratégico para evacuar las aguas de las cuencas ciegas del sector Miraflores para evitar inundaciones?				X				X				X				X
	¿Se ha evaluado la posibilidad de implementar sistemas urbanos de drenaje sostenible al distrito de Castilla?				X				X				X				X
	¿Por qué no se plantean sistemas de captación de aguas pluviales en cuencas ciegas donde es muy difícil drenar estas aguas?				X				X				X				X

Fuente: Elaboración Propia.

Opinión de aplicabilidad:

<b>X</b>	Procede su aplicación
	Procede su aplicación previo levantamiento de observaciones que se adjuntan
	No procede su aplicación

Piura 27 de noviembre del 2020.	40667711		952 690 716
Lugar y fecha	DNI. N <sup>a</sup>	Firma y sello del experto	Teléfono

## Anexo 5: Validación del instrumento de investigación mediante juicio de expertos

### Datos generales:

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instituto	Autor del instrumento
Jorge Luis Gutiérrez	Docente de Arquitectura y urbanismo	Universidad Cesar Vallejo- Piura.	Ballesteros Chunga Alvaro Michel
Título del estudio: <b>Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores</b>			

### Aspectos de validación:

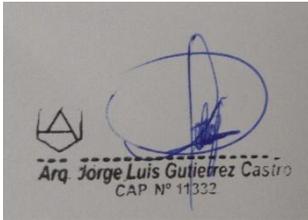
Coloque un ASPA (X) de acuerdo con la siguiente calificación: 1 (No cumple con el criterio), 2 (Bajo Nivel), 3 (Moderado nivel), 4 (Alto nivel) criterios de validez propuesto por W de Kendall (Escobar & Cuervo, 2008).

Sistema urbano de drenaje sostenible	ÍTEMS	SUFICIENCIA				CLARIDAD				COHERENCIA				RELEVANCIA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	¿Cómo definiría los sistemas urbanos de drenaje sostenible?				X				X				X				X
	¿Cuáles son los principales objetivos de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?				X				X				X				X
	¿Cuándo hablamos del uso de un sistema urbano de drenaje sostenible, hablamos de un cambio de paradigma?				X				X				X				X
	¿Cuáles son los beneficios de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?				X				X				X				X
	¿Estos sistemas ayudarían a la ciudad a adaptarse al cambio climático?				X				X				X				X
	¿Cuáles cree que son las principales barreras para el uso de estos sistemas?				X				X				X				X
	¿Cuál es el panorama actual de los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Perú y sus departamentos?				X				X				X				X
	¿Cuáles son los tipos de sistemas urbanos de drenaje sostenible más utilizados?				X				X				X				X
	Según las características del sector Miraflores – Castilla, ¿qué tipo de sistema urbano de drenaje sostenible es el más adecuado?				X				X				X				X
	¿Cuáles serían los principales retos que se presentan al momento de aplicar estos sistemas?				X				X				X				X
	¿Actualmente se cuenta con una normativa específica que de soporte técnico al uso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible?				X				X				X				X
	¿Qué medidas deberían tomar las autoridades locales para generalizar el uso de los sistemas urbanos de drenaje en la ciudad?				X				X				X				X

Fuente: Elaboración Propia.

Opinión de aplicabilidad:

<b>x</b>	Procede su aplicación
	Procede su aplicación previo levantamiento de observaciones que se adjuntan
	No procede su aplicación

Piura 27 de noviembre del 2020.	40667711		952 690 716
Lugar y fecha	DNI. N <sup>a</sup>	Firma y sello del experto	Teléfono

Anexo 6: Instrumento de Recolección de datos, Ficha de análisis documental.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
<b>Escuela profesional de Arquitectura</b>	
<b>“Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020”</b>	
<b>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>Nombre del documento:</b>	
<b>Autor:</b>	
<b>Referencia bibliográfica según norma APA:</b>	
<b>Palabras claves:</b>	
<b>Descripción del aporte al tema seleccionado:</b>	
<b>Conceptos abordados:</b>	
<b>Conclusiones:</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Guía de análisis documental



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

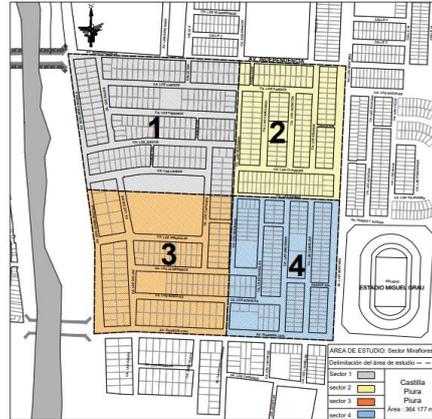
**ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA**

**“Sistema urbano de drenaje sostenible como alternativa al drenaje pluvial urbano del sector Miraflores – Castilla 2020”**

**Elaborado:**  
**Ballesteros Chunga Alvaro Michel**

**Guía de análisis documental**

**Diagnóstico del área de estudio**



Área de estudio: Sector Miraflores – Castilla 2020

	Categorías	Subcategorías	Clasificación			Observación
			Arenoso	Rocoso	Arcilloso	
<b>Drenaje pluvial urbano del sector Miraflores</b>	Estudio de suelo	Tipo de suelo				
		Topografía	Plana	Ondulada	Accidentada	
		Nivel Napa freática	Superficial	Intermedia	Profunda	
	Riesgos geográficos	Zonas inundables		Si	No	
		Existencia cuenca ciegas		Si	No	
	Existencia de drenes		Si	No		
			Si	No		
	Sistema urbano de drenaje pluvial	Tipo de drenaje existente		Mixta	Pluvial	
		Estado actual		Buen estado	Mal estado	

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo 8: Escenario de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 9: Imágenes



**Figura 2.** Calles del centro de Piura, como consecuencia del fenómeno del niño del año 2017, Fuente: Walac noticias.



**Figura 3.** Río Piura en su máximo caudal, debido al fenómeno del niño del año 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 4.** Principales calles del distrito de Castilla, con problemas de inundación, por falta de drenaje pluvial - 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 5.** Focos infecciosos en las calles de Castilla, como consecuencia del estancamiento del agua de lluvias del 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 6.** Damnificados en el distrito de Castilla, en los periodos lluviosos del 2017 por falta de drenaje. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 7.** El dren Castilla desbordado por una capacidad mayor de escorrentía, durante los periodos lluviosos del 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 8.** Problemas en el alcantarillado en la avenida Guardia Civil, debido a las constantes lluvias del 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 9.** El mal estado de la avenida dren Guardia Civil, ocasiona que las escorrentías no fluyan adecuadamente - 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 10.** Existencia de cuencas ciegas en la urbanización Miraflores - Castilla 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 11.** El difícil drenaje de las cuencas ciegas causa daños en las viviendas de la urbanización Miraflores - 2017. Fuente: Walac Noticias.



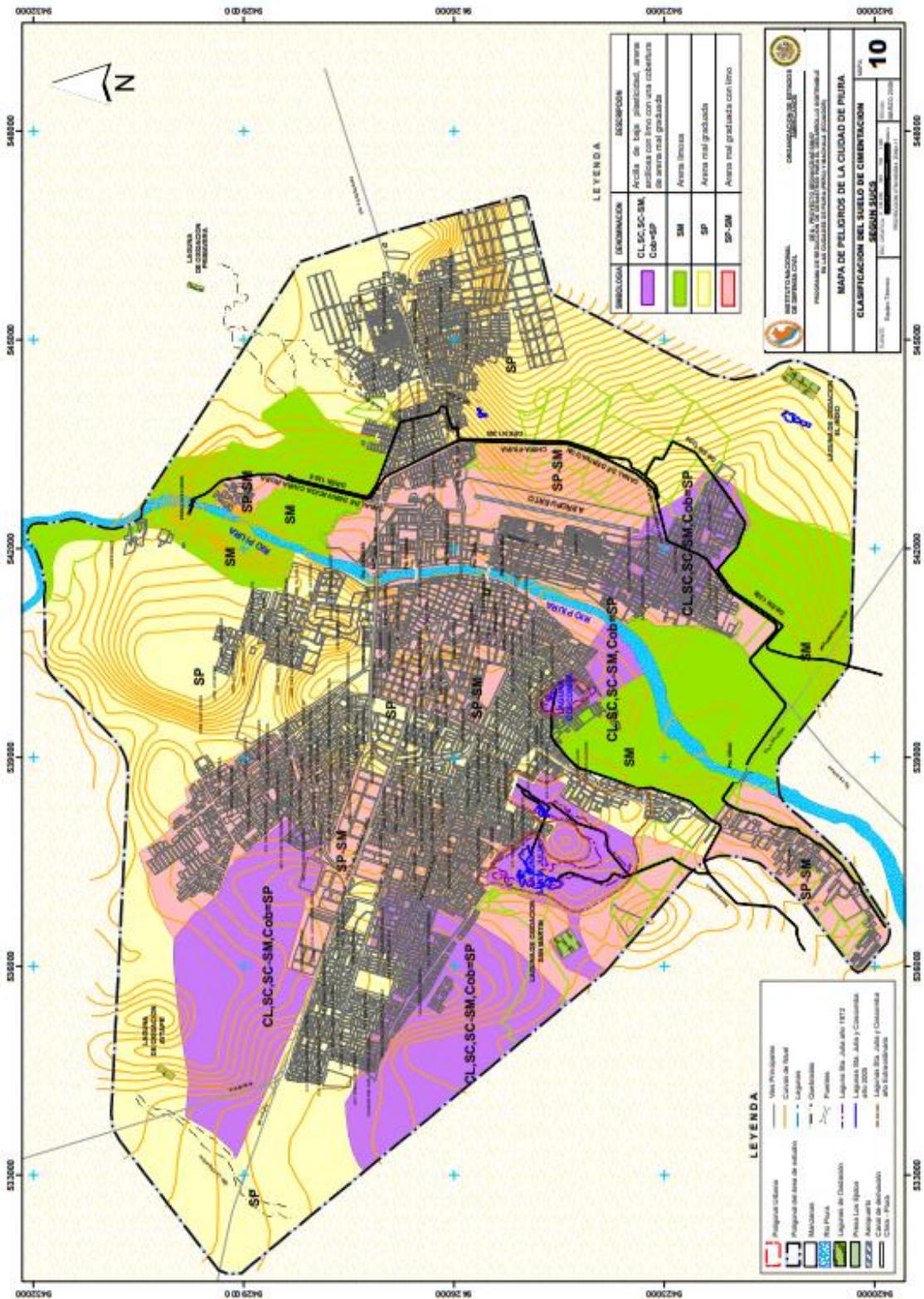
**Figura 12.** Evacuación de aguas pluviales, mediante cisternas en la cuenca ciega de la urbanización el Bosque - Castilla 2017. Fuente: Walac Noticias.



**Figura 13.** Evacuación de aguas pluviales, mediante motobombas, por falta de drenaje en los diferentes sectores del distrito de Castilla 2017. Fuente: Walac Noticias.



Tipo de suelo de Piura – Castilla y 26 de octubre.

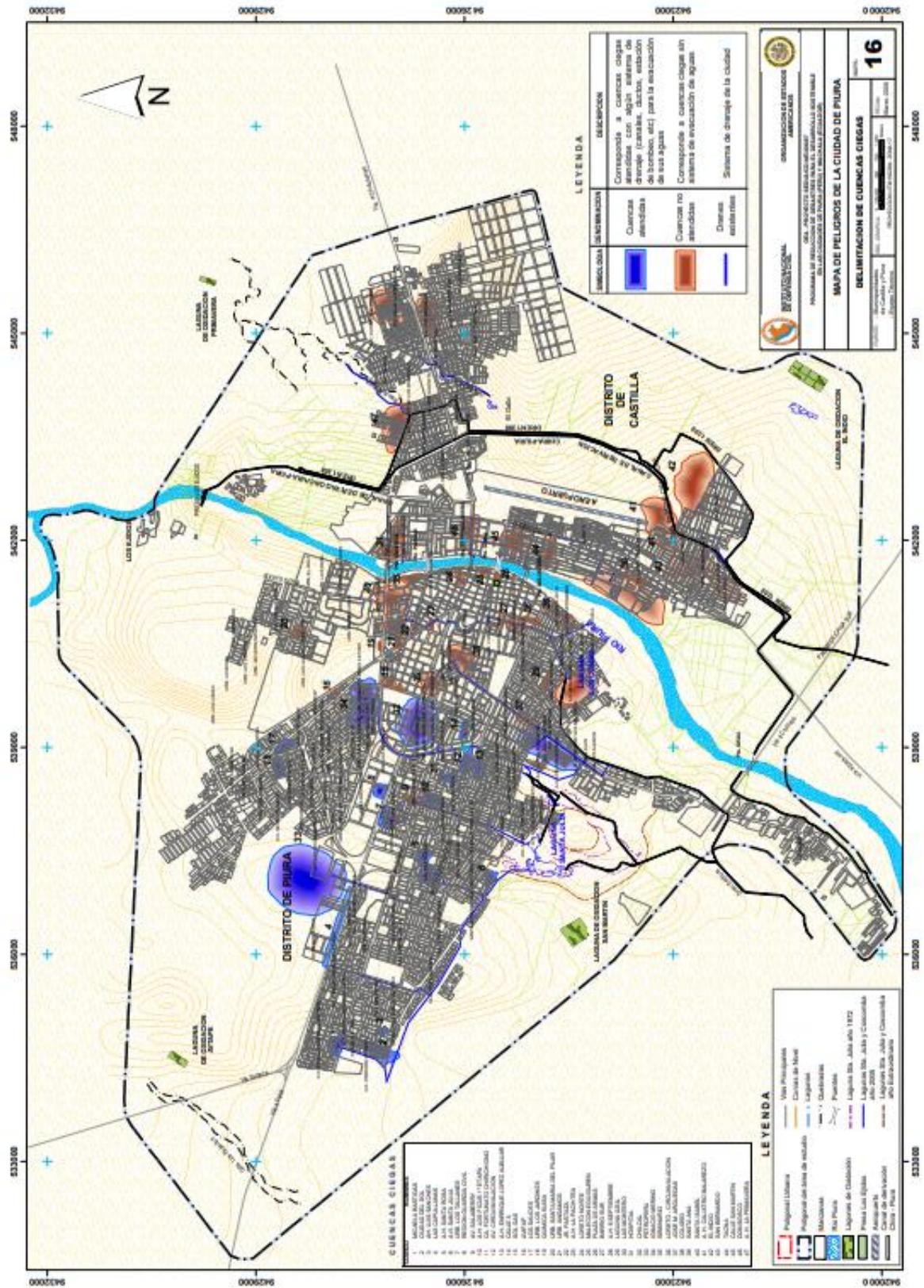


Fuente: INDECI





Cuencas ciegas en Piura – Castilla y 26 de octubre.



Fuente: INDECI

Anexo 10: Aspectos Administrativos

Recursos y presupuesto

**Tabla 4.** *Recursos Humanos.*

<b>Recurso humano</b>	<b>Apellidos y nombre</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Tesista</b>	Ballesteros Chunga Alvaro Michel	01

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** *Equipos y bienes duraderos.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Laptop</b>	01	Unidad
<b>Memoria USB 8gb</b>	02	Unidad
<b>Impresora</b>	01	Unidad

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6.** *Materiales e insumos.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Libros</b>	02	Unidad
<b>Revistas Arquitectónicas</b>	03	Unidad

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7.** *Asesorías especializadas y servicios.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Internet</b>	05	Meses
<b>Movilidad</b>	05	días
<b>Fotocopiado</b>	30	hojas
<b>Impresiones</b>	15	hojas
<b>Servicio de luz</b>	04	Meses

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8. Gastos operativos**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>
Lapiceros	03	Unidad
Lápiz	02	Unidad
Borrador	01	Unidad
Corrector	01	Unidad
Folder Manila	08	Unidad
Mascarillas	05	Unidad
Protector Facial	01	Unidad
Papel Bond	01	Millar
Tinta Color	01	Unidad

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9. Presupuesto General.**

<b>Presupuesto</b>				
<b>Gastos operativos</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S/.)</b>	<b>Costo total</b>
2.3.1.5.1.2	Lapiceros	03	2.00	6.00
2.3.1.5.1.2	Lápiz	02	1.00	2.00
2.3.1.5.1.2	Borrador	01	2.50	2.50
2.3.1.5.1.2	Corrector	01	2.50	2.50
2.3.1.5.1.2	Folder Manila	08	1.50	12.00
2.3.1.5.1.2	Mascarillas	05	30.00	150.00
2.3.1.5.1.2	Protector Facial	01	15.00	15.00
2.3.1.5.1.2	Papel bond	01	12.00	12.00
2.3.1.5.1.2	Tinta color	01	70.00	70.00
<b>Sub total</b>				<b>272.00</b>

Equipos y bienes duraderos				
Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo total
2.6.32.3.1	Laptop	01	3500.00	3500.00
2.3.16.1.2	Memoria USB 8gb	02	32.00	64.00
2.6.32.3.1	Impresora	01	400.00	400.00
<b>Sub total</b>				<b>3964.00</b>
Asesorías especializadas y servicios				
Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo total
2.3.2.22.3	Internet	4	100.00	400.00
2.3.2.2.2.2	Movilidad	5	5.00	25.00
2.3.2.2.4.4	Fotocopiado	30	0.10	3.00
2.3.2.2.4.4	Impresiones	15	0.50	7.50
2.3.2.2.1.1	Servicio de luz	4	130.00	520.00
<b>Sub total</b>				<b>960.00</b>
<b>Total</b>				<b>5196.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento

**Tabla 10.** *Financiamiento de la investigación.*

Entidad Financiadora	Monto	Porcentaje
Investigador	S./ 5196.00	100%

Fuente: Elaboración propia.

Cronograma de Ejecución.

**Tabla 11.** Cronograma de ejecución.

N.º	ACTIVIDADES	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<b>Lineamientos del proyecto de investigación</b>	■															
	<b>Título del proyecto de investigación</b>	■	■														
<b>01</b>	<b>Introducción</b>																
1.1	Realidad Problemática		■	■													
1.2	Pregunta de Investigación			■	■												
1.3	justificación				■	■											
1.4	Objetivos				■	■	■										
1.5	Hipótesis							■									
<b>02</b>	<b>Marco teórico</b>																
2.1	Antecedentes			■													
2.2	Teorías			■	■	■	■										
2.3	Enfoque conceptual				■												
	<b>1ª Jornada</b>						■										
	<b>1ª Jornada turnitin</b>						■										
<b>03</b>	<b>Metodología</b>																
3.1	Tipo y diseño de investigación							■	■								
3.2	Variables y operacionalización					■	■										
3.3	Población, muestra y muestreo							■	■								
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección							■	■								
3.5	Procedimiento								■	■							
3.6	Método de análisis								■	■							
3.7	Aspectos éticos								■	■							
<b>04</b>	<b>Aspectos administrativos</b>																
4.1	Recursos y presupuesto								■	■							
4.2	Financiamiento								■	■							
4.3	Cronograma de ejecución								■	■							
<b>05</b>	<b>Referencias</b>			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
<b>06</b>	<b>Anexos</b>								■	■	■	■	■				
	<b>Presentación del proyecto y levantamiento de observaciones.</b>													■	■		
	<b>Sustentación del proyecto</b>															■	■

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Correlación de conclusiones y recomendaciones.

	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
	<p>El sector Miraflores, presenta una topografía plana con pequeñas depresiones, que causan problemas de drenaje pluvial, pues impide el libre escurrimiento de las aguas que con frecuencia generan acumulación superficial, además la situación empeora por la existencia de micro relieves con pequeñas o medianas depresiones que constituyen zonas de inundación temporal durante los periodos lluviosos.</p>	<p>Realización del levantamiento topográfico a nivel de detalle (planta, perfil y secciones) del sector Miraflores, por parte de la Municipalidad de Castilla, para identificar niveles, cotas, depresiones y establecer la dirección de las aguas pluviales, con la finalidad de diseñar un sistema de drenaje articulado que mejore las condiciones de habitabilidad de la población del sector Miraflores.</p>
	<p>El suelo predominante del sector Miraflores es arcilloso – arenoso, que según sus características de estructura tiene una baja velocidad de infiltración que causa problemas en el drenaje pluvial.</p>	<p>INDECI debe realizar el estudio de la capacidad y velocidad de infiltración del suelo del sector Miraflores, para que los proyectistas urbanos cuenten con la información técnica necesaria para determinar la factibilidad y viabilidad de la implementación de un sistema urbano de drenaje sostenible por infiltración, mediante zonas de bioretención ajardinadas que reducirían la escorrentía y los contaminantes y además mejoraría la calidad paisajística y urbana del sector Miraflores.</p>
	<p>El nivel freático del sector Miraflores se encuentra en algunas zonas críticas a una distancia menor a los 2 metros de la superficie y en otros sectores hay un nivel freático medio de 2.00 hasta 3.00 metros de profundidad y que es originado por flujos superficiales procedentes de aguas pluviales o propia del río Piura y no de la propia napa de agua subterránea, la cual se encuentra por debajo de los 30 metros de profundidad.</p>	<p>La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben implementar depósitos de detención enterrados en el sector Miraflores, debido a que el nivel de napa freática se encuentra a una profundidad tal, que se hace factible la aplicación de este sistema urbano de drenaje sostenible que se ubica por debajo del suelo, beneficiando a los habitantes de Miraflores, otorgándoles áreas de recreación pasiva sobre estos depósitos.</p>

<p>Las zonas con más alto riesgo de inundación en el sector Miraflores, son las áreas que se ubican por debajo de los 34 m.s.n.m, donde existen lugares con depresión profunda que se inundan con lluvias leves e intensas y donde su drenaje es difícil de evacuar, además inundaciones superficiales leves en zonas sub – horizontales con lluvias intensas donde su drenaje es fácil de evacuar; y las áreas que se ubican por encima de una cota de 34 m.s.n.m, solo presentan inundaciones en zonas específicas que comprenden depresiones aisladas.</p>	<p>El Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad del Distrito de Castilla deben hacer frente a la escorrentía del sector Miraflores – Castilla, en pequeñas cuencas que reduzcan el caudal y permitan el tratamiento completo desde su origen, mediante pozos de infiltración y drenes filtrantes que aminoren rápidamente el caudal y volumen del agua pluvial, para disminuir los riesgos de inundación, beneficiar a los habitantes del sector Miraflores, mejorar las condiciones del drenaje y la calidad paisajística urbana del sector.</p>
<p>Existe la presencia de cuencas ciegas en el sector Miraflores - Castilla, donde las aguas pluviales quedan estancadas debido a la falta de drenaje, pero que son gestionadas de manera improvisada por los gobiernos locales y municipalidades mediante cisternas y motobombas.</p>	<p>El Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad del Distrito de Castilla deben gestionar y evacuar las aguas pluviales de las cuencas ciegas en el sector Miraflores – Castilla, mediante depósitos de detención enterrados en el subsuelo, debido a la falta de áreas desocupadas en las zonas donde se ubican las cuencas ciegas.</p>
<p>El plan maestro de drenaje pluvial de los distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre contempla que el manejo de las aguas pluviales en cuencas ciegas será a través de grandes colectores, estaciones de bombeo, tanques tormenta y depósitos de laminación.</p>	<p>Consortio inundaciones Piura debe considerar la aplicación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, en el plan maestro de drenaje de los distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre, debido a que estos sistemas logran realizar una gestión sostenible de las aguas pluviales, además engloban criterios ambientales y paisajísticos, para beneficiar a la población, otorgando una mejor calidad ambiental en el manejo de sus aguas y enriqueciendo el paisaje urbano de las ciudades de Piura, Castilla y 26 de Octubre.</p> <p>El colegio de Arquitectos de Piura debe realizar charlas, conferencias y capacitaciones sobre los sistemas urbanos de drenaje sostenible a los Arquitectos Urbanistas del distrito de Castilla, para que tengan conocimiento del uso, aplicación y características de estos sistemas, y así puedan</p>

		proponerlos en sus diferentes proyectos urbanos, beneficiando a la ciudad con sistemas de drenaje sostenibles.
	Solo un sector del área de estudio maneja y gestiona las aguas pluviales mediante un sistema de drenaje convencional, debido a la falta de una red de desagüe continua e integral, sin embargo, el resto de la superficie evacua las aguas de las precipitaciones mediante estaciones de bombeo, motobombas y cisternas.	La Municipalidad del Distrito de Castilla debe diseñar un sistema de drenaje pluvial continuo en todo el sector Miraflores, para integrar los sistemas urbanos de drenaje sostenible como elementos de apoyo que ayuden a reducir los caudales, para evitar inundaciones y mejorar la calidad del agua y de los receptores finales, además reducir los contaminantes y enriquecer el paisaje urbano de la zona, con la finalidad de beneficiar a los pobladores del sector, mejorando la calidad, cantidad y servicio del drenaje pluvial.
	El sistema de drenaje y los elementos de apoyo se encuentran en mal estado de conservación y como consecuencia muestran deficiencias en su funcionamiento.	La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben realizar la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, la estación de bombeo y los elementos de apoyo como motobombas del sector Miraflores – Castilla, por lo menos una vez al año en los meses de noviembre y diciembre, antes de los períodos lluviosos, para que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento y beneficien a la población reduciendo las posibilidades de inundaciones.
	La estructura de captación del desagüe pluvial del área de estudio está conformada por cunetas triangulares y sumideros tipo rejilla que presentan un mal estado de conservación.	El área de infraestructura urbana de la Municipalidad del Distrito de Castilla, debe realizar el constante monitoreo y mantenimiento de las estructuras de captación del sector Miraflores – Castilla, debido a que los sumideros tipo rejilla se ubican en avenidas principales y por su mal estado de conservación, ocasionan accidentes de tránsito, por ello esta acción beneficiará a los habitantes de la zona, reduciendo los daños materiales y físicos.

	<p>En el sector Miraflores un gran número de vías, drenan los flujos superficiales por gravedad hacia los drenes principales, pero debido a la topografía algunas calzadas no generan un recorrido natural de estas aguas, ocasionando daños y deterioro en su infraestructura vial y en algunos casos erosiones pluviales menores.</p>	
	<p>Durante el último periodo lluvioso del 2017, las vías del sector Miraflores que drenan las escorrentías pluviales sufrieron grandes daños, en algunos casos desapareciendo casi todo el asfalto y en otros provocando erosiones pluviales menores, evidenciando así la vulnerabilidad del material de las vías ante estos fenómenos.</p>	<p>Utilizar pavimentos permeables en las calles residenciales de bajo o regular tránsito en el sector Miraflores – Castilla, debido a que son resistentes a las fuertes precipitaciones que se presentan constantemente en los meses de febrero, marzo y abril, además sirven como drenantes, permitiendo la infiltración de las aguas pluviales hacia el subsuelo o para que sea captada para su posterior reutilización, asimismo esta superficie permeable actúa como un filtro eliminando aceites y grasas, para mejorar la calidad de la escorrentía y beneficiar a la población con la utilización de este recurso para diversos usos.</p>
	<p>El dren av. Guardia Civil del sector Miraflores – Castilla presenta un mal estado de conservación que se ve reflejado en el deterioro de su infraestructura.</p>	<p>La Municipalidad del Distrito de Castilla debe realizar un plan específico para la implementación de cunetas verdes que son de fácil construcción y bajo costo a lo largo del dren avenida guardia civil en el sector Miraflores, para que el agua pluvial además de ser evacuada, pueda ser filtrada y depurada por este sistema mediante la vegetación, a fin de reducir la cantidad de escorrentía, facilitar la evaporación del agua, reducir los contaminantes e integrarse en el paisaje urbano, dando así un gran valor estético a esta zona.</p> <p>La Municipalidad del Distrito de Castilla debe gestionar el presupuesto para la operación y mantenimiento del dren av. Guardia Civil, por lo menos una vez al año, para evitar su deterioro y</p>

		para que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento para drenar las aguas pluviales del sector Miraflores en los periodos lluviosos.
	La constante presencia de basura en el dren av. Guardia Civil y la formación de maleza de vegetación por falta de mantenimiento, son obstrucciones que dificultan el recorrido de la escorrentía hacia los vertidos finales.	El área de Limpieza Pública de la Municipalidad del Distrito de Castilla y el Ministerio del Ambiente, deben realizar campañas de sensibilización a la población del sector Miraflores - Castilla, para inculcarles una política ambiental del manejo de la basura y evitar el arrojo de estas hacia el dren, además deben incentivar y comprometer a la población a realizar campañas de limpieza del dren Guardia Civil, para que evacue de una manera eficiente las aguas pluviales y reduzca los riesgos de inundación en el sector Miraflores.
	El ciclo hidrológico del agua pluvial sufre un cambio brusco propio de la transformación del suelo rural a urbano y como consecuencia hay un aumento considerable de la escorrentía superficial en el área urbana debido a la impermeabilización del suelo.	La Municipalidad del Distrito de Castilla y el Gobierno Regional de Piura deben gestionar a través de proyectos específicos, la implementación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el sector Miraflores, como elementos de apoyo al drenaje principal, debido a que su doctrina consiste en repetir el ciclo hidrológico natural, maximizando la integración paisajística, el valor social y ambiental en la zona, mejorando la calidad de vida de los habitantes del sector Miraflores.
	Las aguas pluviales del sector Miraflores recogen contaminantes como los desgastes de fachadas, corrosión de cubiertas, tráfico rodado, basura, residuos de animales, fertilizantes y pesticidas durante su recorrido hacia el receptor final el río Piura, causando así severos problemas en el medio ambiente, flora y fauna.	El Ministerio del Ambiente debe promover la aplicación de sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Distrito de Castilla, mediante reconocimientos e incentivos a las empresas constructoras que realicen estos proyectos, que además de ayudar a solucionar problemas de drenaje, reducirían los contaminantes que recoge la escorrentía, mejorando las condiciones ambientales del receptor final, el río Piura.

<p>La aplicación de los SUDS como pavimentos permeables, estanques de detención, depósitos de infiltración, pozos y zanjas de infiltración eliminan contaminantes de la escorrentía urbana como hidrocarburos, metales pesados, nitrógenos y fósforos, mejorando así la calidad del agua pluvial y disminuyendo la contaminación en los receptores finales.</p>	<p>El Ministerio del Ambiente debe realizar un estudio del nivel de contaminación del agua pluvial del sector Miraflores, después de ser tratada mediante los sistemas urbanos de drenaje sostenible, para determinar los usos específicos en los que se puede reutilizar este recurso según el grado de contaminación, beneficiando así a la población de Miraflores.</p>
<p>A diferencia del drenaje convencional, los sistemas urbanos de drenaje sostenible engloban amplios criterios de diseño, dándole gran importancia a la parte ambiental, mediante un mantenimiento y plan de gestión apropiada, promoviendo el uso de plantas autóctonas, conservando y realizando sistemas de drenajes naturales, además se considera la calidad y tratamiento del agua, el diseño hidráulico y el servicio público, dejando atrás el pensamiento de evacuar lo más rápido posible las aguas pluviales, para manejarlas, tratarlas y utilizarlas.</p>	<p>El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento debe implementar una normativa sobre los sistemas urbanos de drenaje sostenible en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con la finalidad de que los proyectistas cuenten con una herramienta técnica vigente para desarrollar proyectos de drenaje sostenible.</p>
<p>Según las características físicas del sector Miraflores – Castilla, se pueden implementar diversos sistemas urbanos de drenaje sostenible como pavimentos permeables en las calles de poco flujo vehicular, parques inundables en zonas de recreación pasiva, estanques de retención en el parque quiñones y franjas filtrantes en las áreas de jardinería.</p>	<p>La Municipalidad del Distrito de Castilla debe realizar un estudio detallado basándose en esta investigación, de la aplicación específica de sistemas urbanos de drenaje sostenible en el sector Miraflores – Castilla según los resultados obtenidos, los pavimentos permeables, parques inundables, estanques de retención y franjas filtrantes, con la finalidad de determinar el presupuesto requerido para la aplicación de estos sistemas.</p>