



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

La aplicación de Pavimentos Ecológicos Permeables y los Espacios  
Públicos en el Barrio de Belén - Huaraz, 2021.

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

Arquitecto

**AUTORES:**

De la Cruz Sanchez, Steve Jeanpierre (ORCID: 0000-0002-6945-2043)

Quiñones Castañeda, Claudio César (ORCID: 0000-0001-5620-764X)

**ASESOR:**

MSc. Arq. Montañez Gonzales, Juan Ludovico (ORCID: 0000-0002-9101-3813)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Urbanismo Sostenible

**HUARAZ - PERÚ**

2021

## Dedicatoria

### **Steve J.**

A mi padre celestial, quien está conmigo en todo momento, guiándome y protegiéndome con su espíritu, y por haberme permitido llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional.

A mi querido padre, quien siempre estuvo ahí apoyándome a seguir adelante, inculcándome valores y aconsejándome para lograr mis propósitos.

A mi novia, quien es la fuente de mi inspiración, por haberme brindado su amor y compañía.

Y a la hermosa memoria de mi madre y mis abuelos, que, a pesar de no estar acá, sé que se sienten orgullosos de mis logros.

### **Claudio C.**

Dedicada a mi familia, en especial a mi madre, la persona quien me dio la vida, me apoyo, me acompaño y confió siempre en mi durante el largo camino de los estudios y además que me enseñó a nunca rendirme y superar cada obstáculo que te pone el destino.

A mi padre quien me apoya en cada decisión que tomo y que a pesar de estar lejos me inculca a ser uno de los mejores en la vida, sin defraudar a las personas que confían en mí.

A mi hermano quien me brinda todo su apoyo para yo salir adelante y ser un orgullo más para nuestra madre.

## Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar, a nuestra institución, Universidad César Vallejo, y a la Escuela Profesional de Arquitectura, por habernos dado la oportunidad de ascender en el ámbito profesional y fortalecer nuestros conocimientos. Asimismo, a nuestro asesor de tesis, Arq. Montañez Gonzales Juan Ludovico, por su conocimiento y sus consejos, los cuales han formado una base sólida para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, agradecemos de manera especial a nuestros padres, amigos y familiares que nos brindaron su apoyo durante la elaboración de esta tesis, así también a todos los que colaboraron de forma directa e indirecta en el desarrollo de este trabajo, sin los cuales no hubiera sido posible.

## Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de gráficos .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
3.1.1. Tipo de investigación.....	19
3.1.2. Diseño de investigación .....	19
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística .....	20
3.3. Escenario de estudio .....	21
3.4. Participantes.....	21
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6. Procedimiento .....	29
3.7. Rigor científico .....	29
3.8. Método de análisis de datos.....	32
3.9. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1. Análisis e interpretación.....	36
4.2. Discusión de resultados.....	80
V. CONCLUSIONES .....	94
VI. RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS .....	100
ANEXOS.....	105

## Índice de tablas

Tabla 1.- Número de viviendas y establecimientos por cada sector delimitado. .....	34
Tabla 2.- Número de participantes seleccionados por cada sector delimitado.	34
Tabla 3.- Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 1. .....	35
Tabla 4.- Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 2. .....	35
Tabla 5.- Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 3. .....	36

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Cantidad de precipitaciones tomadas por el pluviómetro desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021.....	44
Gráfico 2. Volumen de agua expresado en metros cúbicos calculados por día desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021.....	45
Gráfico 3. Caudales calculados por día desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021... ..	47
Gráfico 4. Rango de edad de los residentes y trabajadores del barrio de Belén ..	49
Gráfico 5. Género de los residentes y trabajadores del barrio de Belén .....	50
Gráfico 6. Tiempo de estadía de los trabajadores del barrio de Belén .....	50
Gráfico 7. Tiempo de estadía de los residentes del barrio de Belén. ....	51
Gráfico 8. Actividades que realizan los residentes y trabajadores en los espacios públicos del barrio de Belén... ..	52
Gráfico 9. Frecuencia de uso de los espacios públicos por parte de los residentes y trabajadores del barrio de Belén... ..	53
Gráfico 10. Transitabilidad de los residentes y trabajadores en los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia. ....	54
Gráfico 11. Percepción de los residentes y trabajadores sobre el estado de conservación de los pavimentos de los espacios públicos del barrio de Belén.....	55
Gráfico 12: Aspectos analizados por los residentes y trabajadores sobre el tipo de material que se utilizan en los pavimentos de los espacios públicos en tiempos de lluvia del barrio de Belén... ..	56
Gráfico 13. Percepción de los residentes y trabajadores del barrio de Belén sobre superficie absorbente en los espacios públicos .....	57
Gráfico 14: Percepción de los residentes y trabajadores sobre la aplicación de pavimentos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos del barrio de Belén.....	58
Gráfico 15: Aspectos de la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes analizados por los residentes y trabajadores del barrio de Belén .....	59
Gráfico 16: Señalización de las zonas con mayor acumulación de aguas pluviales en tiempos de lluvia percibidos por los residentes y trabajadores del barrio de Belén.....	60

## Índice de figuras

Figura 1. Inundación de la avenida Gamarra en épocas de lluvia. ....	13
Figura 2. Plan de Desarrollo Urbano Huaraz 2012 – 2022. Barrios de Huaraz e Independencia. ....	30
Figura 3. Delimitación de zona más vulnerable ante eventos pluviales dentro del Barrio de Belén. ....	31
Figura 4. Sectorización de la zona delimitada del barrio de Belén. ....	34

## RESUMEN

La ciudad de Huaraz, se caracteriza por ser una zona que presenta altos índices de precipitaciones pluviales en determinados periodos del año, los cuales ocasionan problemas de escorrentía e inundaciones en las zonas urbanas, tal como sucede en el barrio de Belén, debido a que no cuenta con un adecuado sistema de drenaje urbano que pueda evitar la escorrentía y las inundaciones pluviales para así poder garantizar la accesibilidad de los ciudadanos a los espacios públicos. Por ello la presente investigación tiene como objetivo, evaluar de qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén, la metodología que tuvo esta investigación es mixta con preponderancia en el enfoque cualitativo y un diseño de investigación – acción; con una población de 339 entre residentes y trabajadores de la zona de estudio, los instrumentos aplicados fueron las entrevistas a los usuarios y expertos, bitácoras de observación, fichas documentales y técnicas y el pluviómetro. Se obtuvo como resultado que los pavimentos ecológicos permeables reducen los volúmenes de aguas pluviales mediante su infiltración hacia el terreno y/o depósitos de almacenamiento para su posterior reutilización, por otra parte, los espacios públicos del barrio de Belén debido a la presencia de superficies impermeables y a la falta de capacidad de los sistemas de drenaje combinado, ocasionan problemas de escorrentía e inundaciones pluviales con alto riesgo sanitario en periodos de lluvia; por lo cual se concluye que los pavimentos ecológicos permeables son una buena alternativa de sustitución a las superficies impermeables para evitar las inundaciones pluviales y generar espacios públicos sustentables que permitan la accesibilidad a los transeúntes del barrio de Belén.

Palabras claves: Pavimentos Permeables, Precipitaciones Pluviales, Drenaje Urbano, Pluviómetro, Escorrentía.



## ABSTRACT

The city of Huaraz is characterized by being an area that presents high rates of rainfall in certain periods of the year, which cause runoff and flooding problems in urban areas, as happens in the Belén neighborhood, because there is no It has an adequate urban drainage system that can prevent runoff and rain floods in order to guarantee the accessibility of citizens to public spaces. For this reason, the present research aims to evaluate how the application of permeable ecological pavements influences rain floods in public spaces in the Belén neighborhood, the methodology that this research had is mixed with preponderance in the qualitative approach and a design research - action; With a population of 339 among residents and workers in the study area, the instruments applied were interviews with users and experts, observation logs, documentary and technical files, and the rain gauge. As a result, it was obtained that the permeable ecological pavements reduce the volumes of rainwater through its infiltration into the land and / or storage tanks for its subsequent reuse, on the other hand, the public spaces of the Belén neighborhood due to the presence of impervious surfaces and the lack of capacity of the combined drainage systems, cause problems of runoff and rain floods with high sanitary risk in periods of rain; Therefore, it is concluded that permeable ecological pavements are a good alternative to substituting waterproof surfaces to avoid rain floods and generate sustainable public spaces that allow accessibility to passers-by in the Belén neighborhood.

**Keywords:** Permeable Pavements, Rainfall, Urban Drainage, Rain Gauge, Runof

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la concentración poblacional en aglomeraciones de índole urbano, está generando grandes modificaciones en la superficie terrestre, siendo uno de ellos el incremento constante de superficies impermeables, pues este fenómeno contribuye a interrumpir el ciclo natural del agua en las metrópolis, causando una serie de problemas en época de lluvia, que debido a los efectos del cambio climático, estos son más intensos, los cuales producen inundaciones urbanas que suelen traer como consecuencia pérdidas humanas y materiales, incremento de enfermedades, así como importantes daños a la infraestructura de las ciudades que afectan notablemente a las economías nacionales. Durante los años 1900 hasta 2013, se han presentado 4,903 desastres de tipo hidrológico a nivel mundial, los cuales comprenden inundaciones y movimientos de masa, y en relación al continente americano, se presentaron 995 inundaciones y 163 movimientos de masa en el tiempo previamente mencionado, y las pérdidas económicas por estas inundaciones se elevan a 105,853,042 cientos de miles de dólares y de los cuales, 87,671,306 personas resultaron dañadas. (Aragón, 2014). En gran parte de los países de la región de América Latina y el Caribe, están afrontando los efectos del cambio climático, los cuales se manifiestan en forma impredecible de precipitaciones irregulares, intensas lluvias e inundaciones, sequías prolongadas, deslizamientos, aumento de la incidencia de tormentas y temperaturas extremas, entre otros (FAO, 2011). En relación a ello, la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2016), menciona que las inundaciones urbanas se deben a efectos climáticos exacerbados por ocupaciones antrópicas, puesto que esto se prueba una vez que el exceso de agua de lluvia que circula por las calles no puede ser absorbido debido al incremento de las regiones impermeabilizadas por la urbanización, la precariedad de los sistemas de drenaje y la carencia de espacios verdes para la retención del agua; frente a ello la mayor parte de las naciones latinoamericanas han adoptado tácticas respecto a la ocurrencia de eventos catastróficos de inundación, no obstante estas tan solo agravan el problema debido a que solo se construyen conductos y canales para evacuar las aguas rápidamente sin reducir los aumentos de los volúmenes de escorrentía como

resultado de la impermeabilización urbana, lo cual a lo largo del último siglo está ocasionando un incremento en la temperatura de las ciudades, lo que conlleva a generar relevantes impactos al medio ambiente. (Rodríguez, 2019). Así también, la continua expansión del área urbanística, los cambios de usos del suelo, el desorden de los sistemas hidrológicos naturales y la consiguiente impermeabilización, son las razones de las deficiencias actuales del escurrimiento urbano (Jato et al., 2018).

En la ciudad de Bogotá, Colombia, Cubides y Santos (2018), mencionan que la gestión de la esorrentía se transforma en una de las principales problemáticas, puesto que el comportamiento de las lluvias que se generan en dos periodos del año, han ocasionado inundaciones y encharcamientos en los espacios públicos, pues la mitigación de las aguas de lluvia se vuelve cada vez más complicada debido al acelerado crecimiento urbano que ha generado que el humano desarrolle tecnologías impermeabilizantes en los suelos, dejando muy pocas coberturas vegetales que puedan aportar mediante la interceptación del agua de lluvia.

En ese mismo sentido, diferentes estudios de casos como Argentina, Colombia, Costa Rica y México describen que el riesgo de inundaciones está directamente relacionado al aumento de la esorrentía generada por la urbanización de las zonas verdes, la urgente falta de inversión en sistemas de drenaje, la posición de viviendas informales y asentamientos en zonas bajas que están susceptibles a inundaciones, así como el uso del agua en cuencas aledañas (Aragón, 2014).

En el ámbito nacional, la gran mayoría de las ciudades presentan problemas en los sistemas de drenaje urbanístico, ya que se han encontrado colapsados en temporadas de lluvias debido a las grandes cantidades de agua pluvial que transportan, pues estos volúmenes procedentes de zonas urbanas impermeables se suman a medida que avanzan hasta llegar a exceder la capacidad de los sistemas de saneamiento y surgiendo gran acumulación del agua de lluvia en la superficie. De esta manera se empieza a generar la prioridad de evacuar el agua de lluvia de las ciudades para evitar

que se inundan las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas de interés.

En la ciudad de Arequipa, Libélula (2018) señala que desde hace décadas es considerada muy vulnerable ante la ocurrencia de peligros hidrológicos, así como los flujos, avenidas e inundaciones, debido a su ubicación en la cuenca hidrográfica del río Chili, la cual presenta alto escurrimiento superficial ya que las zonas de amortiguamiento de los ríos han sido asfaltadas, ocasionado que en tiempos de intensas precipitaciones, las bajadas de agua corran más rápido y no haya infiltración, motivo por el cual es importante analizar el drenaje pluvial; también refiere que solo el centro posee puntos de drenaje, pero no es un sistema, pues no hay un estudio integral del mismo. Además, en esta ciudad se pone en realce visible los impactos de la variación climática (fenómeno del niño) y del cambio climático, mediante el retroceso glaciar y, por otro, con el cambio de patrones de precipitaciones y temperaturas. Así también en la ciudad de Trujillo, Rubio y Guerrero (2017) indican que los riesgos de inundación en la zona urbana de Trujillo se generan a causa de la lluvia local y el caudal generado por la quebrada San Ildefonso.

Estas situaciones se deben al elevado nivel impermeable y al sistema de drenaje habitual de las metrópolis, los cuales generan alto índice de riesgo probable de inundación, puesto que los pavimentos impermeables provocan una rápida concentración del agua precipitada, generando encharcamientos y estancamientos del agua en la superficie urbana, y produciendo avenidas de agua que desembocan rápidamente en la red general. Además, con precipitaciones intensas, el incremento de la escorrentía urbana satura las redes de alcantarillado, provocando inundaciones. (Nuñez et al., 2019).

Respecto a ello, la ciudad de Huaraz no es ajeno a esta situación, ya que presenta una secuencia de problemas de servicio de carácter social vinculados a los sistemas de drenaje urbano, los cuales están caracterizados por tener carencias funcionales y estéticas que se expresan con la falta de comodidad y de seguridad en tiempos de lluvia. En la siguiente figura se hace realce en el barrio de San Francisco acerca de una región impermeable con

un defectuoso diseño de drenaje urbano que motiva el depósito superficial del agua de lluvia, impidiendo la utilización del área afectada y afectando a la estética del conjunto.



Figura 1. Inundación de la avenida Gamarra en épocas de lluvia.

Además, en cualquier parte de la ciudad los acopios superficiales de agua en aceras y calles ocasionan incomodidad e inseguridad para el tránsito de los peatones y vehículos, sin embargo, el principal problema de servicio asociado al agua de lluvia en la ciudad de Huaraz es la rápida pérdida de valor que sufre sin haber sido utilizada. De manera que entre los determinantes que afectan de forma negativa al agua de lluvia, están principalmente vinculados al diseño urbanístico de las pistas, aceras y demás componentes del espacio público, los cuales están dotados de pavimentos impermeables, pues estos no solamente generan el impedimento de la capa freática, sino también que el agua de lluvia al no encontrar manera de filtrarse al terreno, discurre por las áreas de la ciudad buscando trayectorias por donde conducirse y terminan combinándose con las aguas negras de los sistemas habituales de saneamiento, trayendo como consecuencia un mal manejo de las aguas pluviales.

Uno de los sectores con mayor relevancia en la ciudad, donde se observó esta problemática es en el barrio de Belén, ya que en temporadas de lluvia se presenta una alta concentración del volumen de agua, debido a las superficies de pavimento impermeables que constituyen los espacios públicos, el cual altera el ciclo hidrológico natural del territorio, causando una serie de problemas entre los que se puede destacar la alteración de los

niveles freáticos existentes, esto debido a la reducción del aporte natural de agua al subsuelo; así también el aumento de volúmenes de escorrentía y caudales punta, que siguen su recorrido finalizando en la red de colectores ocasionando que estos sobrepasen sus capacidades y generen inundaciones.

A partir de esta situación problemática se deslindó seguidamente la siguiente interrogante de estudio: ¿De qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén?

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar de qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén - Huaraz, 2021. Y como objetivos específicos se tienen: 1.- Identificar la importancia de la pluviometría local en el sistema de drenaje urbano, 2.- Analizar las causas de las inundaciones pluviales en el barrio Belén, 3.- Conocer los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos, 4.- Identificar las normativas existentes que intervienen en el sistema de drenaje urbano.

El presente estudio se justificó de la siguiente manera: La ciudad de Huaraz, al ser una zona que presenta altos índices de precipitaciones pluviales intensas en determinados periodos del año, y tener un déficit en sus sistemas de drenaje urbano, se encuentra vulnerable a inundaciones. Por ello la presente investigación comprende la aplicación de un sistema de drenaje urbano sostenible como una alternativa para dar solución al problema de gestión de aguas pluviales en el barrio de Belén, para este caso se utilizarán los pavimentos ecológicos permeables.

Como hipótesis de trabajo se planteó que la sustitución de superficies impermeables por pavimentos ecológicos permeables influye positivamente en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén mediante la infiltración del agua de lluvia hacia el terreno.

## II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los trabajos previos desarrollados se tuvo en cuenta la categoría dependiente pavimentos ecológicos permeables y la categoría independiente espacios públicos, de tal forma que se tomó como primer antecedente a nivel internacional al autor Sañudo (2014), en su investigación denominada “estudio de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en el surgimiento de inundaciones”, donde tuvo como objetivo principal, plantear el análisis preciso de la penetración de agua de escorrentía por medio de los firmes permeables establecidos en la estructura diseñada para captar el agua con el propósito de controlar el surgimiento de la escorrentía urbanística, con el objeto de impedir el riesgo de inundaciones en el contexto de manera que sea sustentable. El autor realizó un diseño mixto, y como muestra tomó a los adoquines con ranuras, hormigón poroso, ensayo hidráulico, infiltrómetro de cántabro fijo (ICF) asfalto poroso, geotextil y el geotextil OASIS. Los instrumentos que utilizó para reunir los datos fueron: metodologías de laboratorios, análisis de campo con los parámetros LCS, ensayos de laboratorios, gráficos, cuestionarios y encuestas técnicas. Como resultado obtuvo que la capa de OASIS tiene una gran eficacia en la mitigación de grandes volúmenes de aguas pluviales, de modo que retardan y reducen los picos de éstas que se producen debido a lluvias extremas. Se concluyó que los pavimentos permeables evaluados en campo y laboratorio, tienen una capacidad alta de captación e infiltración del agua de lluvia, de manera que se pueden emplear como elementos para atenuar los caudales punta de escorrentía superficial y para reducir los problemas generados por las inundaciones. Así mismo, Jato (2016) en su tesis “modelamiento hidrológico de cuencas del ámbito urbano bajo cambio climático para diseñar un sistema espacial de apoyo a la decisión que reduzca inundaciones sobre pavimentos permeables respetando los requisitos de los principios de sostenibles”, menciona que como fin principal tuvo desarrollar un sistema espacial de apoyo a la decisión que permita mitigar inundaciones mediante la implementación de pavimentos permeables (PPS) cumpliendo los principios de la sostenibilidad. El autor realizó un diseño de investigación con

enfoque mixto y un método descriptivo, y tomó como muestra al modelado de las cuencas urbanas de la localidad. Los instrumentos que utilizó para el recojo de información fueron: técnicas estadísticas de diseño de experimentos (DOE), estadísticas descriptivas, cuestionario para expertos, Sistemas de Información Geográfica (GIS), fichas documentales y análisis Multicriterio (MCDM). Como resultado se obtuvo que el peligro de inundación en la cuenca de estudio aumento más de cinco veces a causa de los efectos del cambio climático en relación a una ocurrencia estacionaria en que la precipitación sea constante durante un periodo prolongado. Se concluyó que hay la necesidad de adaptar los diseños de drenaje urbano al Cambio Climático (CC), para lo cual, la ejecución de la estructura de drenaje alternativo como los pavimentos permeables (PPS) puede constituir una solución sostenible a largo plazo. En base a ello, Mullaney y Lucke (2014), en su artículo de investigación “Revisión practica de diseños de pavimentos permeables”, teniendo como objetivo principal determinar el diseño más adecuado para un sistema de pavimentación permeable. Se realizó una investigación cualitativa de diseño etnográfico, donde se tomó como población los sistemas de pavimentos permeables, es así que los instrumentos utilizados fueron: fichas documentales y bibliográficas. Como resultado se llegó a identificar cuatro superficies de pavimentación permeables típicas como el asfalto poroso (PA), adoquines de rejilla de hormigón y plástico (CGP y PGP), concreto poroso (PC) y adoquines de hormigón entrelazados permeables (PICP), en la que se halló que las cuatro superficies del pavimento tenían un elevado rendimiento de eliminación de contaminantes de aguas pluviales en una variedad de condiciones, con una extensa gama de diseños. Como conclusión se determinó que las tasas de infiltración de las cuatro superficies permeables fueron suficientemente altas, en especial cuando estas se instalan nuevamente, asimismo esta tasa decrece luego de algunos años de uso, sin embargo, la tasa de infiltración resulta ser satisfactoria. Por otro lado, con Calama, et al. (2018), en su artículo científico “Mejora hidrológica de barrios mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible” tuvo como objetivo general diseñar un modelo de análisis lo cual permita la comprobación entre la viabilidad técnica y



socioeconómica en los proyectos de rehabilitación hidrológica de los sectores urbanos, por medio de la edificación de infraestructuras de drenaje. Dicha investigación fue mixta de enfoque holístico, como población se tomó un barrio el cual presentó las condiciones físicas e hidrológicas adecuadas, en donde se aplicaron los instrumentos como: mapas geográficos, planos de uso de suelo, modelos de simulación numérica de caudales y contaminación SWMM e Infoworks, fichas documentales y pluviómetros. Como resultado de los análisis no indicó cantidades de nutrientes ni de metales pesados, de manera que se consideró un leve grado de polución del agua de escorrentía superficial, por lo cual los sistemas propuestos no demandan técnicas de tratamientos complejos. Se concluyó que es importante efectuar estudios preliminares en donde se puedan conocer las características físicas, hidrológicas y medioambientales del barrio para poder establecer los sistemas urbanos de drenaje más adecuados al lugar. Asimismo, Soriano (2015) en su tesis “Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: Aplicación a la ciudad de Zaragoza” menciona que como objetivo principal tuvo colaborar al logro de ciudades sostenibles mediante la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos. El autor realizó una investigación de enfoque mixto, y como muestra se tomó al caso de estudio la ciudad de Zaragoza. Los Instrumentos utilizados fueron las fichas documentales, bibliográficas y estudios de campo. Como resultado se obtuvo que los riesgos de inundación en el entorno urbano de la ciudad de Zaragoza se dan debido a la falta de capacidad del sistema de saneamiento en episodios de lluvia. Se concluyó que es importante ahondar en el estudio de los riesgos de inundación, en cuanto a sus impactos a los sistemas de saneamiento urbanos y la inclusión de los sistemas de saneamiento como componente de la causa de riesgo de inundación, incluyendo de manera clara la gestión de las aguas pluviales en los planes de gestión de inundaciones de las urbes. De manera similar, López y Melgarejo (2020) en su artículo científico “Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para el surgimiento de territorios resilientes”, menciona que tuvo como objetivo principal reconocer los puntos donde se generó problemas en el foco urbanístico evaluando la actividad de la lluvia

durante los recientes años que se han generado en el casco urbano; para esta investigación el autor tuvo un diseño con enfoque cuantitativo y cualitativo, donde se tomó como muestra a la población urbana de ciudad de Aspe. Los instrumentos utilizados fueron: el análisis documental, observación participante, entrevista, referencias y cuestionario. Como resultado se obtuvo que el crecimiento urbanístico y la latente necesidad de procesos planificados que asociado a las consecuencias que trae el cambio climático, con el aumento de la intensidad horaria de las precipitaciones, generan aspectos negativos en el entorno urbanístico respecto a la escorrentía urbana. Se concluyó que el aumento de superficies impermeables empeora los problemas de escorrentía urbana y que la existencia de una red unitaria hace imposible que estas se gestionen cuando se generan precipitaciones abundantes. Al respecto, Morote y Hernández (2017) en su artículo científico “El empleo de aguas pluviales en la ciudad de Alicante”, indican como objetivo general analizar la potencialidad y el valor que tienen las aguas pluviales dentro del ciclo hidro – social, para incrementar el uso del agua en determinadas actividades como el baldeo de las calles o el riego de los jardines, etc., en la ciudad de Alicante (España). La investigación realizada tuvo un método cuantitativo y cualitativo, como población se tomó a la ciudad de Alicante, los instrumentos empleados fueron: fichas técnicas y cartográficas bitácoras de observación y las entrevistas. Como resultado se obtuvo que la empresa prestadora de servicio de agua potable en Alicante (AMAEM), en los últimos años ha apostado por la inclusión de nuevas actuaciones dirigidas a la integración de recursos hídricos habitualmente dejados de lado como son las pluviales, en donde los procesos realizados por AMAEM han sido dos en cuanto al tema de almacenamiento de pluviales, en primer lugar el Tanque Anticontaminación de nombre Ingeniero José Manuel Obrero Díez, el cual tiene como objetivo principal disminuir la contaminación de las primeras escorrentías que circulan por las zonas permeables de la ciudad y de este modo evitar su traslado al mar; en segundo lugar el Parque Inundable de nombre La Marjal, edificado con el propósito de solucionar los problemas de inundación en el sector urbano denominado “Alicante Golf”. Se concluyó que en la ciudad de

Alicante la empresa encargada del suministro de agua (Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta –AMAEM-) ha demostrado atención por el uso y recolección de aguas pluviales para posteriormente reutilizarlos para determinados usos, de manera que se ha interpretado en una gestión más sostenible del uso del agua (menor uso de agua potable y reutilización de agua), lo cual puede servir de modelo para otras ciudades y áreas que presentan características similares en cuanto al clima y al suministro de agua, por lo que se tendrá un mejor conocimiento respecto a las cualidades de estos recursos, tanto de sus usos, sistemas de gestión y su potencial, los cuales mostrarían un evidente avance ante los posibles efectos del Cambio Climático en España mediante un modelo de planificación más sostenible y resiliente. Por otra parte, Giraldo y Vásquez (2020) en su artículo “Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia”, menciona que tuvo como objetivo proporcionar una estimación cuantitativa del espacio público fundamentado en un estudio espacial intraurbano según indicadores de cobertura y accesibilidad. El autor realizó una investigación con enfoque cualitativo, y como población tomó a la ciudad de Manizales, el cual está dividido en 11 comunas y 114 barrios, en donde se utilizaron los siguientes instrumentos: fichas documentales, sistemas de información geográfica, y planes de ordenamiento territorial. Por ende, se obtuvo como resultado que el plan de ordenamiento territorial de 2017 propuso integrar las laderas urbanas como espacio público, para lo cual es imprescindible desarrollar diseños innovadores que cubran criterios de accesibilidad, seguridad y las necesidades de uso de la ciudadanía, especialmente en el tema de los tratamientos geotécnicos. Se concluyó que, la calidad de vida urbana mejora cuando el derecho a la ciudad y a la naturaleza se realiza de forma igualitaria para todos sus habitantes, posibilitando su acceso y uso de los espacios públicos y las zonas verdes, de igual manera, la transferencia de derechos de construcción como mecanismo de gestión del suelo podría ayudar a la mejora de los habitantes en cuanto a su calidad de vida, en donde se atiende la demanda de espacio público a partir de una posición de cambio climático y mitigación de sus efectos negativos.

En el ámbito nacional se tomó como primer autor a Mendoza (2019), en su tesis titulada “Factores urbanos ambientales en la calidad del espacio público de influencia en la autoestima colectiva social en el asentamiento humano Laura Caller en el distrito de los olivos”, en donde menciona que tuvo como principal objetivo analizar en qué medida los factores urbanos ambientales de los espacios públicos influyen en la autoestima colectiva social. Fue un estudio de tipo básico, de nivel explicativo, diseño no experimental y corte transversal; la población de estudio estuvo conformada por todos los habitantes de dicho asentamiento humano, con una muestra representativa conformada por 230 habitantes; para la recolección de datos se hizo uso de un cuestionario y un análisis documental. Como resultado se obtuvo que un 53.3% de la población manifestó que los factores urbano ambientales no son los óptimos; por su parte, los entornos públicos fueron señalados como poco óptimos (53,6%), finalmente se ello influyó de manera significativa en la autoestima colectiva social ya que los habitantes del AA.HH. opinaron que ello es poco óptimo (51.5%). Se concluyó que a partir de la mejora de los factores urbanos ambientales y un mejor aprovechamiento de los espacios públicos se logrará mejorar significativamente la autoestima colectiva social de la población estudiada. Así también, Muñoz (2018) en su tesis doctoral “Gestión sostenible de vacíos urbanos del sector 14 barrio Mollepampa Cajamarca”, menciona que como objetivo primordial tuvo cooperar en la mejorar de la calidad de vida urbana de los pobladores a través de la gestión del desarrollo sostenible de los vacíos urbanos. Metodológicamente fue un estudio de nivel descriptivo en modalidad propositiva y se tomó como población a 25,563 personas del sector 14 Barrio de Mollepampa, con una muestra de 96 habitantes de la zona. Por ende, los instrumentos utilizados fueron: las fichas de observación, revisión documentaria, PDU y GPS, asimismo como resultados se obtuvo que solo cuentan con dos espacios públicos, siendo la losa deportiva y el parque cachi Villanueva, los cuales son utilizados para actividades sociales del sector, sin embargo, no se logra darles confort a los habitantes. Y se llegó a la conclusión de que hay una mala planificación urbana del sector debido a la no existencia de jardines y/o parques dentro del marco del plan de desarrollo urbano actual, lo cual hace

imposible llegar a un desarrollo urbano sostenible. Por otro lado, Dueñas (2018) en su artículo de investigación “Mitigación y adaptación para la reducción de los impactos del cambio climático en los espacios públicos – Urbanización La Campiña, Arequipa”, menciona que como objetivo principal tuvo establecer en qué medida se relaciona la estrategia de adaptación partiendo del diseño de habitaciones urbanas con la reducción de riesgos alineados al cambio climático, con el fin de lograr una mejora en las condiciones físicas, sociales e institucionales que influyan de manera directa en la mejora de la calidad de vida de la sociedad en estudio. El autor realizó una investigación hipotética – deductiva con un diseño correlacional, y se tomó como muestra a 9 habilitaciones urbanas, las cuales ascienden a 3,864 habitantes. Para la recolección de datos se hizo uso del cuestionario y la ficha de observación, en donde como resultado se obtuvo que no tienen áreas verdes suficientes para evitar las inundaciones por las lluvias, además el sector posee un déficit del 96.1% con respecto a la cantidad de arbolados que forman parte del espacio público para prevenir las inundaciones por las lluvias intensas. Y se llegó a la conclusión que en el componente ambiental, los espacios públicos resultan ser una buena alternativa para la aplicación de proyectos de prevención, pudiendo aportar al equilibrio ambiental, ya que es donde el presupuesto del estado puede emplearse, así mismo diseñar planes de mitigación y adaptación al cambio climático a pesar de no ser obligatorios en nuestra legislación permitiría aumentar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y de las poblaciones vulnerables, asegurando su supervivencia y condiciones de vida saludable. Así mismo, Bazán (2017) en su artículo de investigación “Estrategias para potenciar el desarrollo y gestión de los espacios públicos del sector Santa Rosa - Distrito de Moche”, menciona que como objetivo principal tuvo señalar y valorar las estrategias que sirvan para potenciar el desarrollo y la gestión de los lugares públicos de mencionado lugar. El autor planteó un estudio de diseño no experimental y diseño descriptivo, en donde se consideró una muestra conformada por 310 pobladores del sector. Los instrumentos utilizados fueron el cuestionario y la ficha de observación y la lista de cotejos. Como resultado se obtuvo que actualmente los espacios públicos presentan una significativa reducción de

los espacios destinados a dichos usos, puesto que se han hallado sobre ellos viviendas en construcción, espacios usados como basurales, entre otros, generando una complicación aun mayor a la situación que se vive en a la actualidad, ya que no se plantean inversiones que mejoren la infraestructura de dichos espacios públicos, además, se logró determinar que el grado de participación ciudadana en aspectos de entornos públicos se ve reflejada en la sola participación de la tercera parte de los habitantes generando desconcierto y preocupación ya que no existe consenso e interés por contar con un desarrollo urbano en óptimas condiciones. Finalmente se llegó a la conclusión que, la gestión participativa como herramienta estratégica, es de suma importancia ya que en base a ello se potenciarán las gestiones y en consecuencia el desarrollo de los lugares públicos, del mismo modo, estas estrategias deben ser realizadas mediante programas urbanos que favorezcan la mejora de los lugares públicos. Por último, Dunin et al. (2019) en su artículo “Espacios Público: estudio del distrito de Santiago de surco en lima, Perú”, menciona que como objetivo principal tuvo buscar y exponer los vacíos legales existentes en la normativa actual de lima metropolitana y la gestión del municipio en relación a los lugares públicos. El diseño de investigación fue de tipo cualitativo, donde se tomó como muestra a los lugares públicos del distrito Santiago de Surco y como instrumentos se utilizó el mapeo, herramientas cartográficas ArcGis Google Earth y la observación. Como resultado se obtuvo que la valoración de la calidad de los espacios públicos antes mencionados de Santiago de Surco, cumplen con la definición sobre espacio público, pero en cuanto a materiales de acabados tienen un gran déficit, ya que por la antigüedad estos se están degradando. Por ende, se concluyó que las autoridades competentes del Distrito de Santiago de Surco deben proponer la implementación y/o renovación de todos los parques, ya que en la época de verano son muy transitables y ocupados.

En base a la teorías existentes en libros de investigación, se procedió a desarrollar los conceptos relacionados a las categorías que forman parte de la presente investigación, iniciando con la categoría independiente, donde Juárez y Rico (2004) en su libro “Mecánica de suelos: teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos” consideran que la precipitación pluvial son el primordial factor climático que altera a los pavimentos debido a su actuación directa, por lo que comúnmente el proyectista está en la obligación de diseñar y construir estructuras de drenaje adicionales que complementen al drenaje habitual, o a la aplicación de diseños especiales para el pavimento. Asimismo, la Empresa de Transformación Agraria, S.A. (2015) en su libro “La Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados” señala que el acabado superficial de las acciones urbanas es la primera capa que recibe el agua de lluvia, por lo que esta tendrá la responsabilidad de determinar la escorrentía, la temperatura ambiental y la infiltración de agua. Al respecto Pérez C. (2013) en su libro “Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras” refiere que los fenómenos atmosféricos son los que generan las precipitaciones pluviales, las cuales se miden por la altura en milímetros de agua caída a lo largo de una lluvia o un lapso de tiempo determinado. Por otra parte, García (2019) en su libro “Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación” menciona que, el peligro de las inundaciones como consecuencia de la escorrentía superficial debido a las ocurrencias climáticas exacerbadas, pueden disminuirse con alternativas innovadores en relación al manejo de los espacios públicos, en ese contexto nace la necesidad de valorar la incorporación de planes de proyectos que maximicen la permeabilidad del suelo y estos puedan desarrollar la retención e infiltración de las aguas de escorrentía, por tanto, los proyectos relacionados a sistemas de drenaje sostenibles hacen posible una gestión adecuada en respecto a las inundaciones. Teniendo en cuenta ello, Rodríguez et al. (2007) en su libro “Guía para la integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano” señalan que los pavimentos permeables son estructuras multicapas que hacen posible el paso del agua mediante su superficie o entre sus ranuras, además están diseñados principalmente para

almacenar e infiltrar las aguas pluviales al terreno, disminuyendo de esta manera la cantidad de escorrentía para posteriormente ser reutilizada en la recarga de acuíferos, además sus principales beneficios son minimizar el peligro de inundación y generar más recursos hídricos. Estos se utilizan fundamentalmente en aparcamientos de vehículos ligeros, espacios libres urbanos como parques, áreas recreativas, zonas peatonales y vías de acceso, además pueden integrarse tanto en nuevos desarrollos como en entornos urbanos existentes de baja y alta densidad, pues no requieren de espacio adicional. De manera similar, Tucci (2007) en su libro “Gestión de Inundaciones Urbanas” señala que el pavimento permeable puede ser usado en calles peatonales, estacionamientos, predios deportivos y calles de poco tráfico, puesto que, en calles con mucho tráfico, este pavimento se puede deformar y obstruir, volviéndose impermeable. Asimismo, Rosas (2020) en su libro “Confort en el litoral costero: circulaciones peatonales en Barcelona” menciona que los pavimentos permeables al dejar pasar la lluvia a través de ellos, reducen la temperatura y aumentan la conducción del calor hacia el interior del terreno y/o favorecen la evaporación de agua en su superficie. Del mismo modo, Nuñez et al. (2019) en su libro “Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible” señalaron que los pavimentos permeables hacen posible que las agua lluvia discurran mediante ello, infiltrándola al terreno, para almacenarlos y detenerlos en las subcapas, y de esta manera se consigue retener durante un tiempo el transporte de agua a la red general; además, siempre que el nivel de contaminación de las aguas y las características del entorno lo permitan, con este sistema se puede infiltrar el agua en el terreno en el mismo punto de origen, contribuyendo así a disminuir la cantidad de agua a evacuar. Respecto a ello señala tres tipos de pavimentos permeables en función de cómo se transmite el agua al estrato inferior siendo el primero los pavimentos permeables discontinuos, en donde la permeabilidad del pavimento se consigue a través de las juntas entre baldosas o adoquines, o bien mediante celdas permeables; los pavimentos permeables continuos, en donde la permeabilidad se consigue por el paso del agua mediante los poros del propio material, siendo estos el hormigón poroso, la tierra compactada



aditivada, los pavimentos bituminosos porosos y de caucho; los pavimentos disgregados y vegetales, en donde la permeabilidad se consigue gracias a la disgregación del material que lo conforma, pues este tipo de pavimentos consigue filtrar el agua de escorrentía con gran efectividad, y destacan los pavimentos de grava, cantos rodados, el mulch y las superficies vegetadas. Además, mencionan que, para las zonas urbanas con mayor tránsito de personas, como aceras y paseos, se recomienda utilizar pavimentos discontinuos con junta abierta, ya que hacen más lento la escorrentía a la vez que permiten la infiltración a través de las juntas. Así también, Pérez C. (2015) en su libro “Construcción sostenible de espacio público” refiere que los pavimentos y juntas permeables como las baldosas y adoquines, tienen una gran capacidad de filtración, además de permitir caminar sin tropiezos y sin ruidos que generen insatisfacción, además son permeables y porosos, lo que ocasiona que el agua se filtre directamente mediante los adoquines y sean conducidos a zonas ajardinadas como riego.

Respecto a la categoría dependiente, Takano y Tokeshi (2007) en su libro “Espacio público en la ciudad popular: reflexiones y experiencias desde el sur” refirieron que la naturaleza de los lugares públicos, como entornos de identificación representativa de grupos sociales diversos, se basa en la configuración física como elementos materiales y presencias físicas, asimismo, radica en la capacidad de adaptación y apertura, como las ausencias físicas y las posibilidades de nuevos eventos. Así también, Arnaudo et al. (2009) en su libro “Espacios públicos y cohesión social” manifiestan que los espacios públicos presentan un conjunto de características, las cuales están vinculadas al espacio físico, por las que estas deben ser accesibles y diversificadas, además de ser adaptables a nuevas y diferentes situaciones; así también deben ser funcionales y acogedoras, debido a que las propiedades físicas tienen que ser adecuadas a los usos. Al respecto, Zucchetti y Freundt (2019) en su libro “Ciudades del Perú. Primer Reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018. Con un enfoque de sostenibilidad y resiliencia.” señalan que los espacios abiertos cumplen funcionalidades sociales, del medio ambiente y económicas fundamentales en el campo urbano, ya que mejoran el clima, envuelven

contaminantes atmosféricos, funcionan como sitios recreativos para los pobladores de la metrópoli y dotan de diferentes servicios ecosistémicos como la regulación del clima, flujos hidrológicos y la erosión, entre otros. Por otra parte, Amparo et al. (2008) en su libro “Ciudades ambientales sostenibles”, sostienen que, dentro de las políticas ambientales de los centros urbanos, se deben incluir de manera indispensable el espacio público, puesto que dicho concepto se fundamenta en el derecho colectivo de las personas para garantizar la mejora de la calidad de vida, por ello, se debe asegurar la cantidad y calidad del espacio, teniendo en cuenta el ordenamiento territorial, en donde el espacio debe estar constituido con mobiliarios urbanos de manera ordenada y accesible, al tiempo que permita la libre circulación. Además, hacen mención que las políticas públicas medioambientales en las ciudades deben incrementar los espacios verdes en parques y espacios públicos en general, para de esa manera asegurar la calidad ambiental de las ciudades, lo que lleva a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. De la misma forma, Ghel (2010) en su libro “Ciudades para la gente” señala que los lugares públicos poseen una estrecha relación con la calidad de vida urbana, ya que estos son esenciales para que las ciudades prosperen y sean sostenibles, puesto que los lugares públicos son entornos multifuncionales donde se desarrollan intercambios económicos, interacciones sociales y manifestación culturales dentro de un colectivo, para ello el espacio público debe estar dotado de calidad física, ya que eso influye en el tipo de actividades que se desarrollarán en esos contextos, en donde se debe garantizar la seguridad, protección y una cantidad de espacio y equipamientos razonables y adecuados; además de presentar un diseño, el cual tiene la responsabilidad de promover su utilización, generando una sensación de identidad y de pertenencia; así también, es importante considerar el clima para lograr calidad urbana y confort dentro del entorno urbano. Respecto a ello, Herrera y Yumha (2017) en su libro “Manual de elementos urbanos sustentables” mencionan que el clima algo muy significativo a tomar en cuenta al momento de generar lugares públicos sustentables, puesto que no solo incurre la utilización de estos espacios y sus equipamientos urbanos, sino también, en la durabilidad de los materiales

que se van a emplear en estos, ya sean materiales de constructivos o materiales vegetales, por lo que el clima también tiene un gran predominio en la conducta y vida útil de los elementos urbanos, por lo cual, el diseño y la selección de materiales tienen que tener en cuenta los impactos del clima sobre su durabilidad, así como también los requerimientos de mantención, considerando los precios asociados a ellos. Al respecto Olcina et al. (2018) en su libro “Resiliencia en el ciclo urbano del agua. Extremos pluviométricos y adaptación al cambio climático en el ámbito mediterráneo” menciona que en los planes urbanísticos y de ordenación del territorio se debe de prestar una consideración especial a la información climática y a la organización del territorio entre los diversos usos y actividades, para procurar una mejor utilización de los recursos naturales y adaptar a las ciudades según las características bioclimáticas que estas posean, por lo que es indispensable introducir entre sus objetivos la prohibición y prevención de la degradación de los recursos naturales, en donde se debe plantear actuaciones como el Drenaje Urbano Sostenible, los cuales son alternativas que permiten la gestión de las aguas de escorrentía urbana en cuanto a su calidad, así como la mitigación de las inundaciones, ya que tienen como objetivo compensar los efectos que produce la impermeabilización de las ciudades sobre la cantidad y contaminación de la escorrentía de agua de lluvia causada, para que esta no experimente ningún deterioro y se elimine de forma natural, por lo menos parte de la carga contaminante que haya podido obtener durante en el transcurso previo de la escorrentía urbana.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

El siguiente estudio respondió al método mixto con preponderancia en el enfoque cualitativo, donde se consideró los planeamientos expuestos por Hernández et al. (2014), en el cual refiere que el método mixto del estudio, es un conjunto de procesos para realizar el recojo, análisis y relación de datos cuantitativos y cualitativos realizados en una misma investigación con el fin de dar respuestas al problema planteado, por ello la investigación responde al método mixto, ya que se integra los enfoques cuantitativo y cualitativo, dando preponderancia a este último, donde los lineamientos permitirán investigar los principios que relacionan a los pavimentos ecológicos con los espacios públicos, en el cual se busca comprender los sucesos, estudiándolos desde el enfoque de los involucrados en un ambiente natural y en referencia a su contexto.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

La investigación se planteó con un diseño de investigación-acción, el cual permitió tener un conocimiento más profundo sobre la naturaleza del problema, a través del adentramiento en el contexto o ambiente, con la finalidad de comprender los acontecimientos que suceden y como sucederán, así también, alcanzar una mayor visión sobre la problemática específica y los individuos que se relacionan a ésta (Hernández et al., 2014). Donde se siguió las tres fases esenciales con respecto al diseño de investigación mencionadas por Stringer (como se citó en Hernández et al., 2014) los cuales son observar, pensar y actuar, permitiendo en este sentido el recojo de la información, el análisis e interpretación y la resolución de problemáticas respectivamente.

### 3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

OPERACIONALIZACIÓN DE CATEGORÍAS										
TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORÍAS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	SUBCATEGORÍAS	CÓDIGOS			
LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES Y LOS ESPACIOS PÚBLICOS EN EL BARRIO DE BELÉN - HUARAZ, 2021.	¿De qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén?	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar de qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén - Huaraz, 2021.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar la importancia de la pluviometría local en el sistema de drenaje urbano.</li> <li>2. Analizar las causas de las inundaciones pluviales en el barrio Belén.</li> <li>3. Conocer los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos.</li> <li>4. Identificar las normativas existentes que intervienen en el sistema de drenaje urbano.</li> </ol>	Pavimentos Ecológicos Permeables	Son estructuras multicapas que permiten el paso del agua pluvial a través de las llagas o huecos que quedan entre sus piezas modulares o adoquinadas, los cuales a diferencia de los demás pavimentos de geoceldas, estos admiten velocidades de circulación mayores, sin embargo son menores que los pavimentos continuos. Además dada su versatilidad pueden usarse como espacios recreativos. (Rodríguez, 2017)	Es un tipo de material permeable que constituye uno de los Sistemas urbanos de drenaje Sostenible más completos, y que mediante sus propiedades materiales y beneficios aplicativos permiten la recuperación de la permeabilidad en los entornos urbanos, renaturalizando la gestión del agua de escorrentía y mejorando la capacidad de infiltración de forma más rápida ante eventos de lluvias más intensas.	Beneficios Aplicativos (Objetivo 3)	Reducción de inundación			
									Reutilización del agua	
										Disminución de escorrentía
										Calidad ambiental
										Reducción del sellado
									Materialidad (Objetivo 3)	Tipología
										Diseño
										Reparabilidad
										Permeabilidad
										Mantenimiento
										Ventajas
						Espacios Públicos	Es uno de los elementos que definen a la ciudad y la condición urbana como tal, pues corresponde a aquel territorio de la ciudad donde cualquier persona tiene derecho a estar y circular libremente; ya sean espacios abiertos como plazas, calles, parques, etc.; o cerrados como bibliotecas públicas, mercados, etc.(Takano y Tokeshi, 2007)	Es un elemento esencial en la configuración urbana, pues cumple una función primordial al ser un punto de articulador social, de modo que su uso es colectivo, el cual está diseñado normativamente para acoger y brindar confort a los distintos usuarios que la componen, por tanto deben estar en óptimas condiciones materiales para afrontar las diferentes condiciones climáticas producidas en el contexto urbano.	Sistema de drenaje pluvial (Objetivo 4)	Tratamiento del agua
										Gestión escorrentía
										Transporte del agua
									Precipitaciones Pluviales (Objetivo 1)	Cantidad
										Caudal
							Volumen			
						Contexto Urbano (Objetivo 2)	Accesibilidad			
							Puntos críticos			
							Drenaje pluvial			
							Tipos de superficie			
							Estado de conservación			
							Áreas verdes			
						Usuario (Objetivo 2)	Edad			
							Género			
							Tiempo de estadía			
							Actividades			

### 3.3. Escenario de estudio

El escenario en estudio fue el barrio de Belén, el cual según el plano de zonificación y usos de suelo establecido en el plan de desarrollo urbano de la ciudad de Huaraz 2012 – 2022, como se muestra en la figura 2, se ubica en una zona comercial en donde se desarrollan diversas actividades económicas, sociales, recreativas y culturales, por tanto, cuenta con un gran número de flujo peatonal y vehicular en los espacios públicos, los cuales están constituidos por calles, avenidas y parques, así también por viviendas y establecimientos que colindan a dichos espacios públicos, presentando de esta manera una superficie total de 21.7813 ha., el cual se delimita por el norte con el barrio de San Francisco, por el sur con el barrio de Villon, por el oeste con el barrio de Huarupampa y por el este con el barrio de La Soledad.

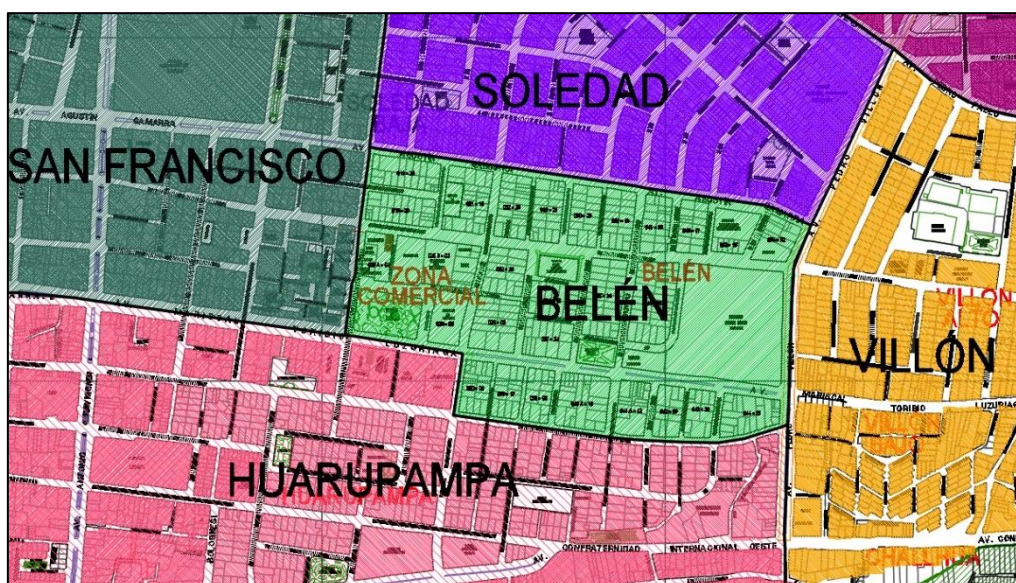


Figura 2. Plan de Desarrollo Urbano Huaraz 2012 – 2022. Barrios de Huaraz e Independencia.

### 3.4. Participantes

Para la presente investigación, dado el enfoque cualitativo los tipos de muestras que se utilizaron para determinar al número de participantes son las dirigidas o no probabilísticas, que no tiene como objetivo generalizar en términos de probabilidad, para ello según Hernández et al. (2014), existen tres factores que intervienen al momento de seleccionar el número de casos o participantes, siendo estos la capacidad operativa

del recojo y análisis, la comprensión del fenómeno y el origen del fenómeno en análisis, en donde el primero señala que podemos escoger el número de participantes realistas según los recursos que tengamos, el segundo refiere a que el número de participantes nos ayuden a dar respuesta a las interrogantes de estudio que en el progreso se denominará saturación de categorías, y el tercero refiere a la frecuencia y accesibilidad a los participantes, así también el tiempo que lleva la recolección de información, por tanto, la muestra que se utilizó es por conveniencia, ya que se seleccionará a los participantes de acuerdo a la intención del investigador. (Monje, 2011). En este sentido los participantes seleccionados fueron los peatones que residen y trabajan en la zona delimitada por los jirones 28 de julio, Simón Bolívar, Federico Sal y Rosas y la avenida Mariscal Toribio de Luzuriaga, como se muestra en la figura 3, el cual representa una de las zonas más vulnerables ante eventos pluviales dentro del barrio de Belén, lo cual dificulta el tránsito de los peatones que residen y trabajan dentro de dicha zona, y como criterio de inclusión se tomará la edad mínima de 15 años, donde según el sistema de información geográfica de la base de datos del INEI (2017), se localizan 339 residentes y trabajadores mayores o iguales a 15 años de edad dentro de la zona delimitada.



Figura 3. Delimitación de zona más vulnerable ante eventos pluviales dentro del barrio de Belén.

Para establecer el tamaño de la muestra en relación a la población finita de la zona delimitada dentro del barrio de Belén se aplicó la fórmula mostrada a continuación:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$$

Donde:

N = Tamaño del universo finito

z = nivel de confianza (95%=1.96)

p = probabilidad de éxito (50%=0.5)

q = probabilidad de fracaso (50%=0.5)

e = error (5%=0.05)

Reemplazando:

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 339 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2 \times (339 - 1) + (1.96^2 \times 0.5 \times 0.5)}$$

$$n = \frac{3.8416 \times 339 \times 0.5 \times 0.5}{0.0025 \times 338 + (3.8416 \times 0.5 \times 0.5)}$$

$$n = \frac{325.5756}{0.845 + 0.9604}$$

$$n = \frac{325.5756}{1.8054}$$

$$n = 180.334 \cong 181$$

El número de participantes que se seleccionaron dentro de la zona delimitada en el barrio de Belén, fueron 181 residentes y trabajadores mayores o igual a 15 años de edad, los cuales hacen uso de los espacios públicos y que nos pueden brindar información acerca de su percepción de estos espacios en tiempos de lluvia.



Para ubicar a los 181 residentes y trabajadores que fueron seleccionados dentro de la zona ya delimitada, este se dividió en 3 sectores, a continuación, en la figura se muestra lo dicho:

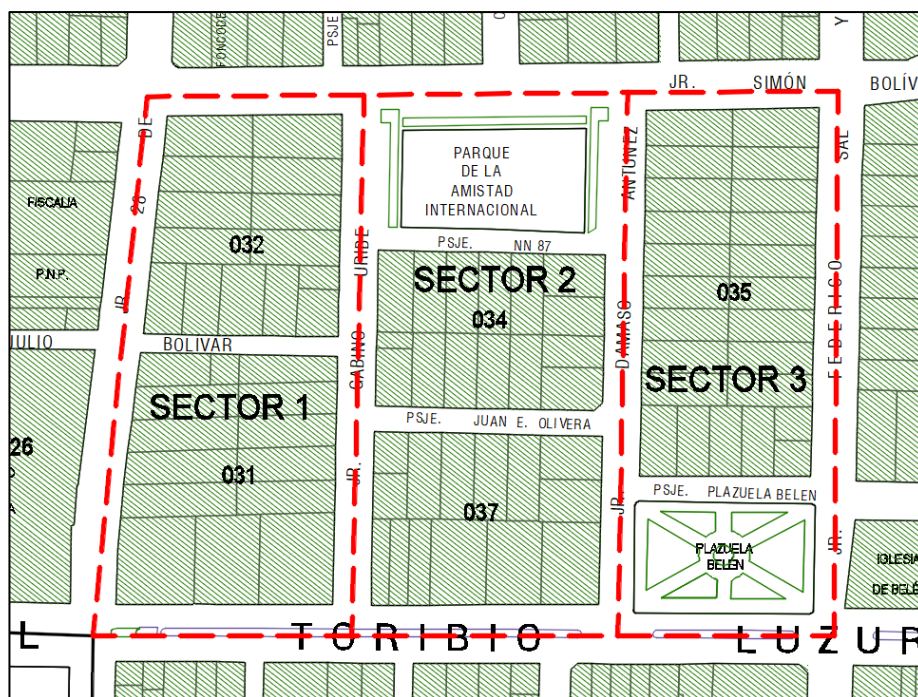


Figura 4. Sectorización de la zona delimitada del barrio de Belén.

Independientemente definido cada sector en la Figura 4, fueron conformados por un limitado número de manzanas, en donde se localizan viviendas y establecimientos. En la siguiente tabla se puede percibir que en el sector 1 se localizan las manzanas 032 y 031, las cuales tienen 28 y 36 viviendas y establecimientos respectivamente, formando un total de 64 dentro del sector 1; en el sector 2 se localizan las manzanas 034 y 037, las cuales tienen 25 y 31 viviendas y establecimientos respectivamente, formando un total de 56 dentro del sector 2; y en el sector 3 se localiza a la manzana 035, el cual tiene 36 viviendas y establecimientos, formando un total de 36 dentro del sector 3.

Tabla 1. Número de viviendas y establecimientos por cada sector delimitado.

SECTOR	MANZANA	NÚMERO VIVIENDA	NÚMERO ESTABLECIMIENTO	NÚMERO VIVIENDA-ESTABLECIMIENTO	NÚMERO TOTAL (SECTOR)
1	032	18	10	0	64
	031	08	28	0	
2	034	13	11	1	56
	037	11	19	1	
3	035	21	15	0	36
<b>TOTAL</b>					<b>156</b>

Luego de haber determinado el número total de viviendas y establecimientos por cada sector dentro de la zona delimitada del barrio de Belén, se procedió a distribuir proporcionalmente al número total de participantes seleccionados, los cuales son 181.

Tabla 2. Número de participantes seleccionados por cada sector delimitado.

SECTOR	NÚMERO VIVIENDAS Y ESTABLECIMIENTOS	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	64	74
2	56	65
3	36	42
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>181</b>

- Sector 1: Está constituido por 64 viviendas y establecimientos, en donde se ubicaron a 74 participantes, para ello se dividió en 16 grupos de 4 viviendas y establecimientos cada uno, en donde a los 10 primeros grupos, se tomó a 5 participantes por cada grupo, y en los 6 grupos restantes, se tomó a 4 participantes por cada grupo.

Tabla 3. Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 1.

SECTOR 1		
GRUPO	NÚMERO VIVIENDAS Y ESTABLECIMIENTOS	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	4	5
2	4	5
3	4	5
4	4	5
5	4	5
6	4	5
7	4	5
8	4	5
9	4	5
10	4	5
11	4	4
12	4	4
13	4	4
14	4	4
15	4	4
16	4	4
<b>TOTAL</b>	64	74

- Sector 2: Está constituido por 56 viviendas y establecimientos, en donde se ubicaron a 65 participantes, para ello se dividió en 8 grupos de 7 viviendas y establecimientos cada uno, en donde a los 7 primeros grupos, se tomó a 8 participantes por cada grupo, y en el único grupo restante, se tomó a 9 participantes.

Tabla 4. Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 2.

SECTOR 2		
GRUPO	NÚMERO VIVIENDAS Y ESTABLECIMIENTOS	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	7	8
2	7	8
3	7	8
4	7	8
5	7	8
6	7	8
7	7	8
8	7	9
<b>TOTAL</b>	56	65

- Sector 3: Está constituido por 36 viviendas y establecimientos, en donde se ubicaron a 42 participantes, para ello se dividió en 6 grupos de 6 viviendas y establecimientos cada uno, en donde por cada grupo se tomó a 7 participantes.

Tabla 5. Número de participantes seleccionados por cada grupo en el sector 3.

SECTOR 3		
GRUPO	NÚMERO VIVIENDAS Y ESTABLECIMIENTOS	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	6	7
2	6	7
3	6	7
4	6	7
5	6	7
6	6	7
<b>TOTAL</b>	36	42

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Entrevista

Para el desarrollo de esta técnica se utilizó el tipo de entrevista individual estructurada, tanto para los usuarios y expertos, haciendo el uso del cuestionario como instrumento, puesto que es la más aplicada de todas las opciones de entrevista teniendo como particularidad una estructuración anticipada de un cuestionario guía que se sigue, en donde se elaboran preguntas específicas siguiendo su orden de formulación. (Quintana, 2016). En la entrevista individual estructurada para los usuarios se empleó el cuestionario guía con una secuencia de interrogantes enfocadas a la categoría de espacios públicos, con la finalidad de generar información en cuanto a su edad, género, tiempo de permanencia, actividades que realizan, y su percepción visual del contexto urbano; en cuanto a la entrevista individual estructurada para los expertos, se elaboró un cuestionario guía con una serie de preguntas enfocadas a la categoría espacios públicos y pavimentos ecológicos, con la finalidad de generar información en cuanto a los sistemas de drenaje

urbano, la intensidad de lluvias, el tratamiento y transporte del agua, la gestión de escorrentía, y las superficies permeables.

### 3.5.2. Observación

La finalidad de esta técnica es entender la conducta y las experiencias de los individuos como sucede en su entorno natural. Puesto que, mediante la observación directa se registra todos los datos de las personas en su entorno con un mínimo de estructuras y sin ninguna obstrucción del investigador. (Monje, 2011). Para el desarrollo de esta técnica el tipo de observación que se utilizó es la no participante, donde según Quintana (2016) se tiene en cuenta las siguientes acciones de observación: a) Detallar las condiciones del ambiente físico y social, b) especificar las acciones entre los actores, c) determinar las estrategias y tácticas de interacción social, d) establecer las consecuencias de las diferentes conductas sociales observadas. Para ello se empleó la bitácora de observación como instrumento, en donde se elaboró un registro visual acerca de los sistemas de drenaje pluvial urbano que existen en el barrio de Belén, además del contexto urbano de los espacios públicos.

### 3.5.3. Análisis documental

En el análisis documental, las documentaciones, investigaciones, e instrumentos son principios muy importantes de los datos cualitativos, los cuales nos ofrecen la posibilidad de contribuir en la comprensión del fenómeno central de análisis. (Hernández et al., 2014). Además, se desarrolla en cinco acciones según Quintana (2016) las cuales son: buscar y clasificar las documentaciones efectivas y favorables, ordenar las documentaciones encontrados, escoger las documentaciones más relevantes para los objetivos del estudio, analizar el contenido de las documentaciones escogidas a profundidad y examinar en forma relativa y cruzada las documentaciones en asunto. Por tanto, se empleó como instrumento a las fichas documentales, con el propósito de evaluar la normatividad en cuanto a la infraestructura y los lineamientos básicos de

diseño de los sistemas de drenaje pluvial; por otro lado, nos permitió evaluar casos con el propósito de conocer los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos. Así también se empleó la ficha técnica el cual es un instrumento que reduce el trabajo y otras particularidades de un dispositivo o subsistema con bastante referencia para ser manejado siendo en este caso los pavimentos ecológicos el componente a utilizar.

### 3.6. Procedimiento

En la presente investigación se recaudó una gran cantidad de investigaciones de representación literal, consecuencia de los instrumentos de recolección de datos propuestos, como el cuestionario, bitácora de observación, ficha documental, ficha técnica y pluviómetro. Ya que se contó con todas las investigaciones recogidas se terminó el trabajo de campo, fue necesario reducir los datos mediante la categorización, en donde se establecieron las categorías y subcategorías, con la finalidad de facilitar la clasificación de los datos registrados, así también se sintetizó la información fuente en tablas estadísticas, esquemas y relaciones de antecedentes con el propósito de ayudar la interpretación y el análisis, consecutivamente se realizó el proceso de triangulación de datos, en donde se hizo la comprobación y balance de los datos obtenidos en distintos momentos y mediante las distintas técnicas, para posteriormente sacar conclusiones generales.

### 3.7. Rigor científico

En el desarrollo del trabajo de investigación, la rigidez fue un concepto transversal, el cual permitió apreciar el método preciso y probada de las técnicas de investigación, y método de análisis para la elaboración y proceso de los datos. Para ello, a lo largo del proceso investigativo fueron incorporados una serie de criterios de rigor, los cuales son: la credibilidad, la transferibilidad, la consistencia, la confiabilidad, la preeminencia y la conciliación teórica – conocimiento.

- Credibilidad o valor de la verdad

Las normas de la credibilidad fue un requisito importante dentro de la investigación, por lo que permitió demostrar las anomalías y los usos condesciendes, así como fueron observados por los pobladores y trabajadores que hacen uso de los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia, en donde el acercamiento de resultados tuvo una analogía con los fenómenos observados. Cabe resaltar que esta sensatez se logró cuando los resultados encontrados fueron registrados como ciertas por los individuos que participaron en la investigación, por las personas que sirvieron como informador clave, y por otros expertos en el tema de la investigación. Asimismo, se determinó por la preeminencia de la investigación y por las aportaciones que genera sus resultados en la demostración de teorías nuevas.

- Transferibilidad o aplicabilidad

Consistió en trasladar los resultados del estudio a nuevos entornos, en donde se tuvo presente que los fenómenos investigados permanecen profundamente afines a los instantes, a los contextos del entorno y a las personas colaboradores del estudio. Cabe mencionar que este criterio se logró por medio de una explicación exhaustiva de las propiedades del entorno en que se realizó la investigación, en este caso los espacios públicos del barrio de Belén y de los sujetos participantes que son los residentes y trabajadores, en donde dicha explicación sirvió para hacer balances y hallar lo habitual y lo concreto con otras investigaciones, puesto que los resultados procedentes del estudio cualitativa no son genéricos sino trasferibles según el entorno en que se empleen.

- Consistencia o dependencia

Dentro de la presente investigación, dada por su dificultad cualitativa, el equilibrio de los datos no estuvo asegurada, no obstante, pese a la variabilidad de los datos, se tuvo que intentar una referente seguridad en la encuesta que se recogió y analizo, sin despilfarrar de vista que, por la naturaleza de estudio cualitativa, está continuamente va a tener un

innegable nivel de desequilibrio. Para poder crear la estabilidad de los datos se emplearon métodos determinados como por ejemplo: la geodesia de científicos, de procedimientos y de resultados; el cargo de un estimador externo, y la representación delicada del proceso acumulada, estudio e paráfrasis de los datos; también, se empleó la táctica de balance invariable que dejará verificar y confrontar los resultados procedentes con las teorías anteriormente expresadas, de tal forma que todos los mecanismos aseguren tanto la veracidad como la estabilidad de los datos de la investigación.

- Conformabilidad o reflexividad

Bajo las normas los resultados de la presente indagación aseguraron la autenticidad de las características llevadas a cabo por los colaboradores, puesto que se tuvo la responsabilidad ética de comunicar a los encargados de las áreas donde se realizó el estudio de campo, así también de comunicar dentro de la formalidad mostrado al comité de indagación, qué acciones competitivos se conservará a lo largo de la investigación; de esta forma se dejó en claro el papel que se desempeñó a lo largo de las visualizaciones y las acciones con los colaboradores de la investigación. Sin embargo, para conseguir la integridad, las herramientas de recolección de datos reflejaron los objetivos de la investigación, por medio de reproducciones literales de entrevistas, y el contraste de los resultados con la gramática que existe sobre el tema, respetando las citas de las fuentes, asimismo, se tuvo presente la revisión de los resultados encontrados por parte de otros estudiosos.

- Relevancia

Por medio de este criterio se evaluó el beneficio de los objetivos trazados en el presente proyecto de investigación y saber que se logró un excelente conocimiento de los pavimentos ecológicos, de esta forma además se contribuyó con nuevos encuentros y a disposición de nuevos bosquejos de teoría o conceptos. Cabe mencionar que este criterio nos



ayudó a comprobar si en el estudio tuvo comunicación entre la justificación y los resultados que se lograron en el transcurso del estudio.

- Adecuación o concordancia teórico-epistemológica

Este criterio se tomó desde el instante en que se escogió estudiar con el método cualitativo, debido a que la relación epistémica de un estudio cualitativa está fija por la estabilidad entre la dificultad que se va a estudiar y la teoría utilizada para entender el fenómeno, por consiguiente, la forma en que se hizo la interrogante de investigación permitió definir el bosquejo y tipo de comprensión formado. Asimismo, estuvo presente la aplicación de este criterio durante todo el proceso de estudio, en el mismo modo que se recogieron, analizaron y presentaron los datos, de la misma forma que existió un mensaje entre la teoría, metodología y la práctica que articulan la investigación.

### 3.8. Método de análisis de datos.

Para estudio de los datos, estos se sometieron a operaciones, con el fin de conseguir los objetivos propuestos en el estudio, estas operaciones consistieron en minimizar, categorizar, clarificar, sintetizar y equiparar la información para obtener una perspectiva completa de la realidad del objeto de estudio. Para eso se utilizó la codificación, con el fin de elegir y destacar las averiguaciones que son relevantes para ser inscrita, accediendo de esta forma rechazar información ilustre y reunir en las informaciones sobre el tipo de encuesta elemental para la investigación, en este sentido se utilizó la codificación abierta, en donde se revisó toda la información obtenida de las investigaciones, contextos, entrevistas, etc. para estudiar y establecer condiciones y nociones con sus patrimonios, caracteres y sus diferenciaciones - Así también se utilizó la codificación axial, con el objetivo de hallar vínculos, enlaces y convocar condiciones en temas, identificando así las clases centrales del fenómeno, y conectar dichas categorías fundamentales mediante la comparación constante. Por último, se realizó la codificación selectiva, en

donde se enfocó en desplegar las definiciones últimas a partir de la clasificación axial para originar la teoría.

### 3.9. Aspectos éticos

Para el desarrollo del estudio se mantuvo en consideración los puntos éticos dentro de una investigación cualitativa, puesto que los puntos éticos que son adaptables a la ciencia en general son ajustables a ésta, como lo son los valores de verdad y justicia. No obstante, los inconvenientes, los procedimientos, la información y la publicidad del estudio cualitativa traza ciertos problemas, como son: el valor social o científico, el vigor científico, la elección imparcial de los individuos, la simetría provechosa del bien – riesgo, la estimación autónoma, el consentimiento informado y el respeto a los individuos suscritos.

- Valor social o científico

La presente investigación representó un juicio relativo a la importancia social y científica, debido a que se planteó una participación que condujo a mejoras en las situaciones de vida y en la ventura de los residentes y trabajadores que transitan por los espacios públicos del barrio de Belén, además produjo conocimiento que pueda solucionar los problemas presentes en dicho barrio, aunque no haya sido de forma inmediata.

- Validez científica

La problemática expuesta en la investigación, plantió una técnica de estudio relacionado con la escasez social del barrio de Belén, en donde se seleccionó a los sujetos que están relacionados directamente a los problemas existentes, en este caso los residentes y trabajadores, a los cuales se les aplicaron las entrevistas como herramienta de recopilación de datos. Cabe prever que el proceso del estudio se reflejó mediante un lenguaje cuidadoso, en donde se cultivaron los valores científicos, además de presentar bases teóricas fundado en fuentes documentales y de las averiguaciones.

- Selección equitativa de los sujetos  
La selección de los sujetos en el estudio fue escogida de acuerdo a las interrogantes planteadas dentro de la investigación, en donde se consideró la inserción de aquellos que logran favorecerse de un resultado real, con el propósito de cumplir con el objetivo del estudio.
  
- Proporción favorable del riesgo-beneficio  
El estudio no implicó ningún peligro potencial a los sujetos propios, más beneficios viables a los individuos propios y a la localidad.
  
- Evaluación independiente  
Para dar acatamiento con los requerimientos éticos y asegurar a la familia un nivel alto de estabilidad de que los individuos-sujetos van a ser presentadas éticamente y no como medios u objetos, la investigación fue revisada por individuos expertos adecuadas que no se encuentren adeptas a la investigación y que posean autoridad para afirmar, arreglar o, dada la circunstancia, pasmar él estudio.
  
- Consentimiento informado  
Los individuos que contribuyeron en la investigación propuesta lo hicieron de manera voluntaria, con la sensatez preciso y capaz para resolver con compromiso sobre el mismo, en donde se les facilitó de información sobre el propósito, los beneficios y las opciones de la investigación, de tal manera que tuvieron la libertad de decisión sobre si participar o no. Así también se admiró a los individuos y a sus laudos independientes.
  
- Respeto a los sujetos inscritos  
Los individuos que aceptaron participar en la indagación fueron tratados con respeto, en donde se dejó que las personas cambien de opiniones, es decir que si el estudio no concordaba con sus intereses o beneficios, podía salirse sin ordenanza de ningún tipo, así también fue respetada la discreción en el manejo de la información con normas claras de privacidad, en donde la información nueva y oportuna procedente en el

curso del estudio se dio a conocer a los individuos suscritos, así como los resultados y lo que se aprendió de la investigación. Cabe resaltar que durante la participación se vigiló cuidadosamente su bienestar.

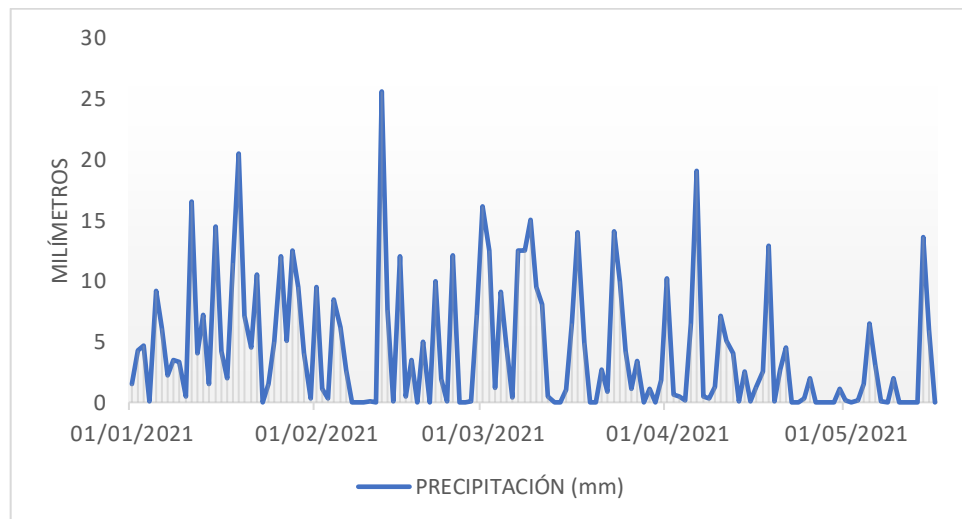
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis e interpretación

**Objetivo específico 01:** Identificar la importancia de la pluviometría local en el sistema de drenaje urbano.

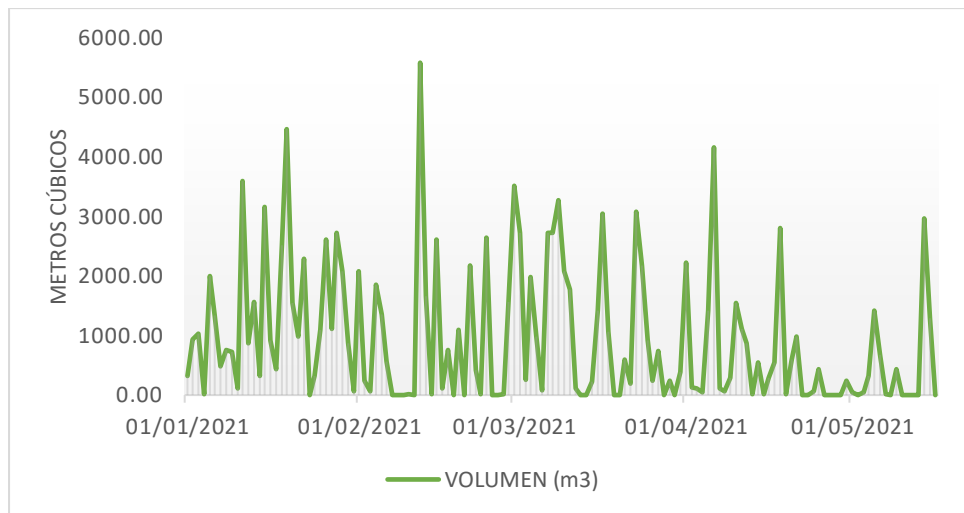
- Cantidad de Precipitaciones Pluviales

*Instrumento: Pluviómetro*



*Gráfico 1: Cantidad de precipitaciones tomadas por el pluviómetro desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021.*

En el gráfico 1, se observa variaciones en las precipitaciones pluviales durante los 136 días en donde se aplicó el pluviómetro, obteniendo un promedio de 4.3mm por día, asimismo se registró el pico más alto el día 12 de febrero con 25.6mm.



*Gráfico 2: Volumen de agua expresado en metros cúbicos calculados por día desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021.*

En el gráfico 2, se observa variaciones en los volúmenes de agua durante los 136 días en donde se aplicó el pluviómetro, obteniendo un promedio de 944.12 m<sup>3</sup> por día, asimismo se registró el volumen más alto de agua el día 12 de febrero con 5576.01 m<sup>3</sup>.

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 01. ¿Según su perspectiva en qué medida las intensas lluvias afectan a los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

En Gran Medida, ya que la tener una lluvia intensa hace que las personas se aglomeren en las veredas y por tal motivo el tránsito sea deficiente, así como la falta de espacios cubiertos y drenajes dentro de la ciudad, lo que hace que la gente termine mojándose.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

De manera significativa, hacen que las actividades que aún se podrían realizar con un paraguas se vuelvan inaccesibles, además de dañar las áreas poco protegidas.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 01:** IDENTIFICAR LA IMPORTANCIA DE LA PLUVIOMETRÍA LOCAL EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** PRECIPITACIONES PLUVIALES **CÓDIGO:** CANTIDAD

**NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO** (Reglamento Nacional de Edificaciones -RNE)

4.6. Obligatoriedad del sistema de alcantarillado pluvial

Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

5.2 Estudios de hidráulica e hidrología

Los estudios hidráulicos e hidrológicos correspondientes serán elaborados de acuerdo a lo indicado en la presente norma. Los estudios hidráulicos se efectuarán para proyectos de Drenaje Urbano Menor y Drenaje Urbano Mayor, debiendo el proyectista demostrar que los sistemas existentes pueden soportar la incorporación de las aguas de los nuevos sistemas.

**MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO** (Aprobado por la Resolución Ministerial N.º 305-2008-MTC/02)

4.1.2 Hidrológica y cálculos hidráulicos

Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.



**AUTORES:**

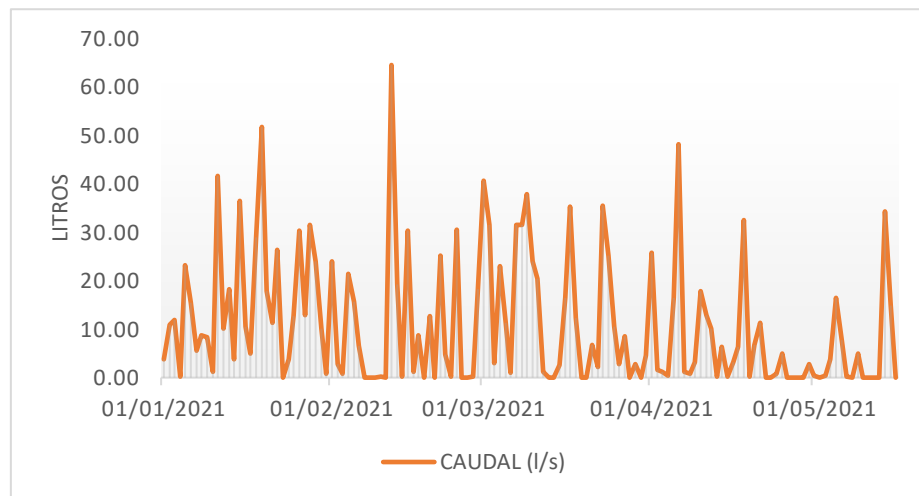
- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

- Caudal de Precipitaciones Pluviales

*Instrumento: Pluviómetro*



*Gráfico 3: Caudales calculados por día desde el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021.*

En el gráfico 3, se observa variaciones en los caudales durante los 136 días en donde se aplicó el pluviómetro, obteniendo un promedio de 10.93 l/s, asimismo se registró el caudal más alto el día 12 de febrero con 64.54 l/s.

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Ing. Navarro Paredes, Julio

Pregunta 01. ¿Según su perspectiva en qué medida las intensas lluvias afectan a los espacios públicos?

Las lluvias afectan mucho a los espacios públicos porque los deterioran más rápidamente disminuyendo su tiempo de vida útil y estos espacios se quedan así por mucho tiempo y no se realiza el manteniendo correspondiente para que no se deteriore por completo y se termina destruyendo por completo por el paso del tiempo y se tiene demoler todo y volver a hacer de todo nuevo gastando más dinero del que se hubiera gastado realizando el mantenimiento adecuado.



**OBJETIVO ESPECÍFICO 01:** IDENTIFICAR LA MPORTANCIA DE LA PLUVIOMETRÍA LOCAL EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA      **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** PRECIPITACIONES PLUVIALES      **CÓDIGO:** CAUDAL

**LEY GENERAL DE DRENAJE PLUVIAL** (Decreto Supremo N.º 016-2018-vivienda)

Artículo 17.- Operación de la Infraestructura de Drenaje Pluvial

17.1 Para la operación de la infraestructura de drenaje pluvial, se deben cumplir como mínimo:

a) Evacuar las precipitaciones, de acuerdo con la capacidad a partir del cual fue diseñada la infraestructura de drenaje pluvial.

17.2 Contar con un plan de operación, en el cual se establezca la frecuencia de operación, de acuerdo al tipo de infraestructura de drenaje pluvial que se opere, con la información de los caudales a evacuar y tipo de equipos, en base a la información acumulada durante el tiempo de vida útil del proyecto.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

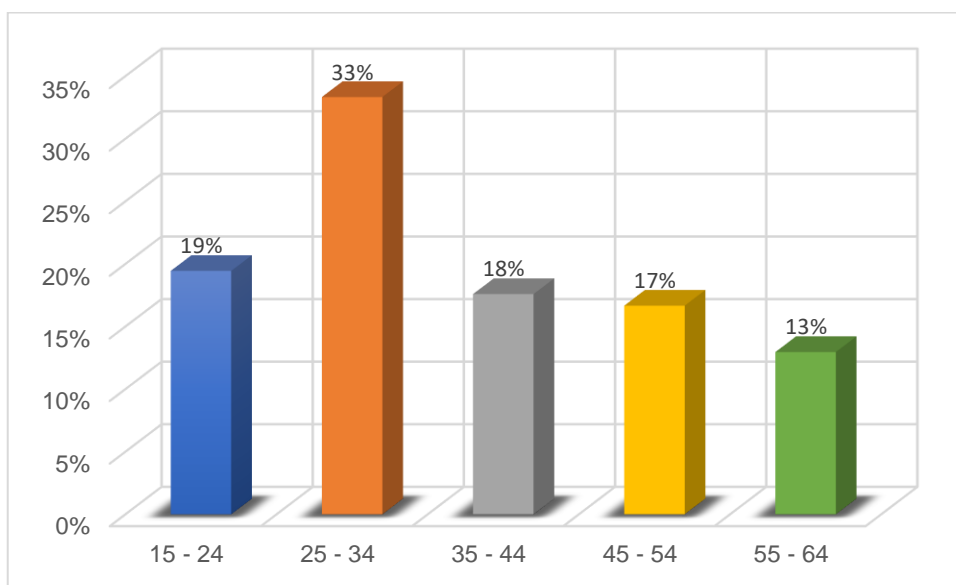
- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**Objetivo específico 02:** Analizar las causas de las inundaciones pluviales en el barrio Belén.

- Datos generales del usuario

*Instrumento: Entrevista - Usuario*

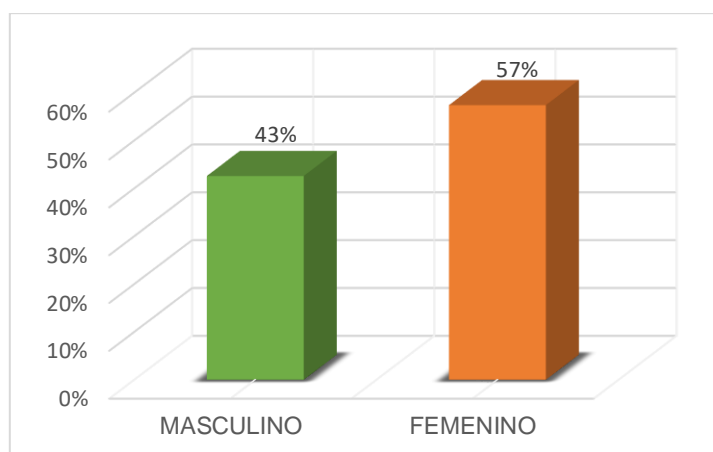
Pregunta 01: Rango de edad



*Gráfico 4: Rango de edad de los residentes y trabajadores del barrio de Belén.*

En el gráfico 4 se observa que el 33% de los entrevistados manifestaron que su rango de edad esta entre los 25 y 34 años, por lo que se deduce que la mayor parte de los residentes y trabajadores del barrio de Belén esta entre jóvenes y adultos.

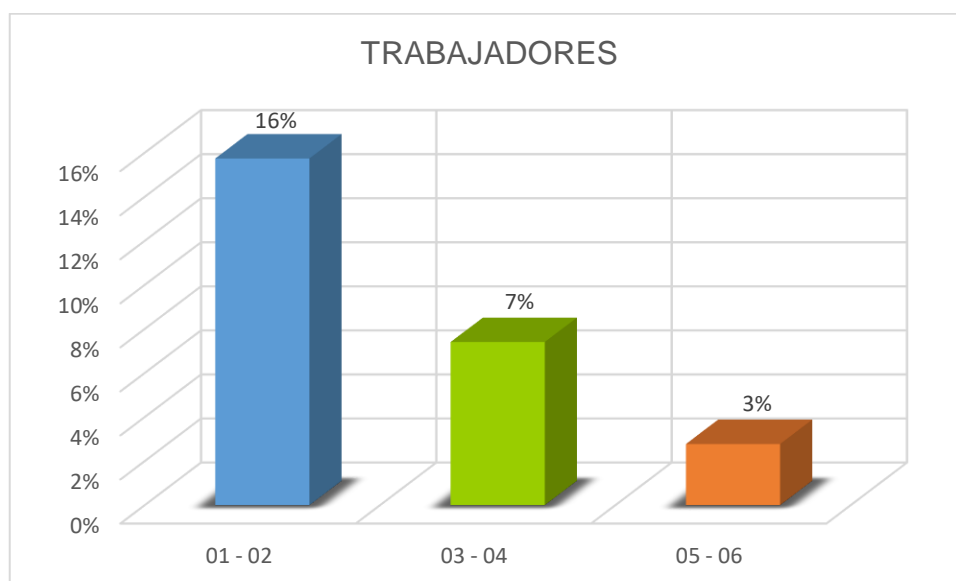
## Pregunta 02: Género



*Gráfico 5: Género de los residentes y trabajadores del barrio de Belén.*

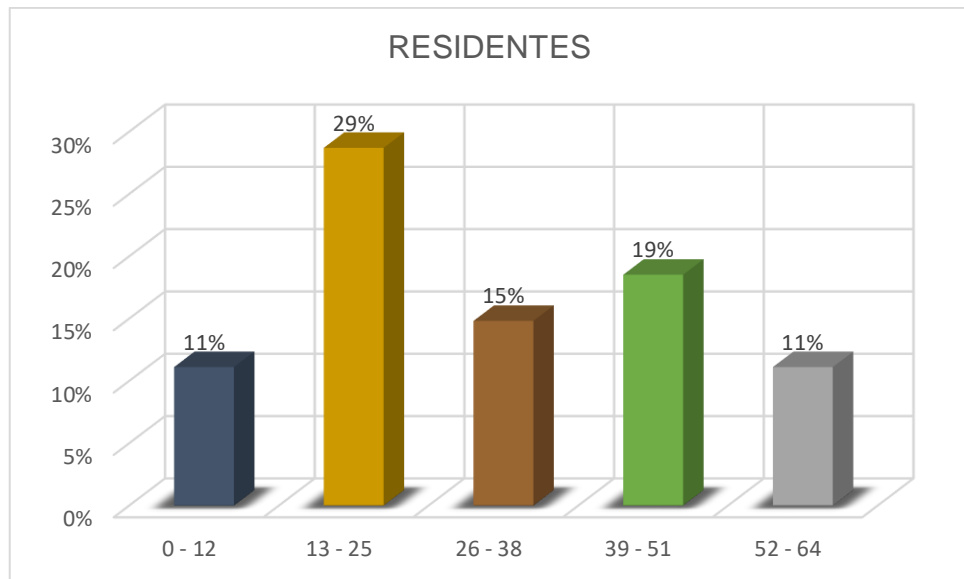
En el gráfico 5, se observa que el 57% de la población entrevistada son de género femenino y que menos de la mitad son de género masculino.

## Pregunta 03: ¿Qué tiempo lleva usted viviendo o trabajando en el barrio de Belén?



*Gráfico 6: Tiempo de estadía de los trabajadores del barrio de Belén.*

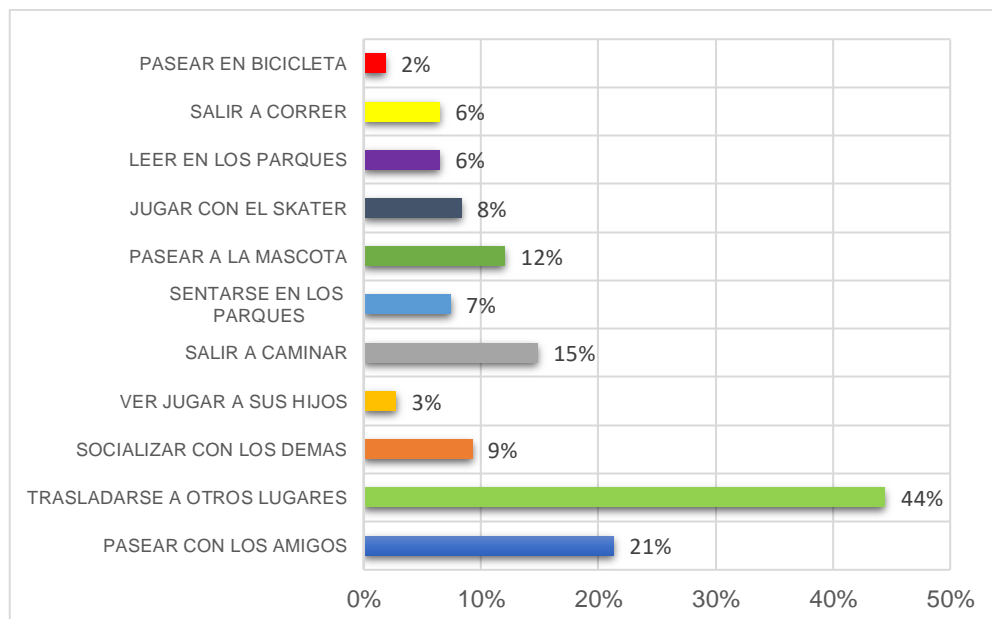
En el gráfico 6, se observa que de los entrevistados el 26% son los que trabajan en el barrio de Belén, en donde la mayor parte de ellos lleva entre 01 a 02 años trabajando.



*Gráfico 7: Tiempo de estadía de los residentes del barrio de Belén.*

En el gráfico 7, se observa que el 84% de los entrevistados son los que residen en el barrio de Belén, en donde la mayor parte de ellos lleva viviendo entre 13 y 25 años.

Pregunta 06: ¿Qué tipo de actividades realiza usted dentro de los espacios públicos?



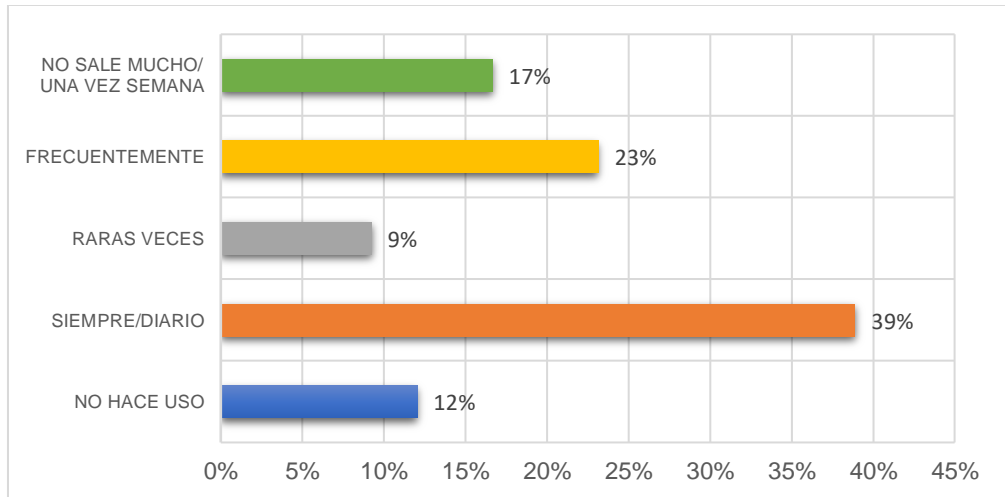
*Gráfico 8: Actividades que realizan los residentes y trabajadores en los espacios públicos del barrio de Belén.*

En los datos registrados en el gráfico 8, se observa que los entrevistados desarrollan diversos tipos de actividades en los espacios públicos del barrio de Belén, en donde el 44% señalan que la actividad que realizan es de trasladarse a otros lugares, mientras que solo el 9% lo utilizan para socializar con los demás, y con niveles mucho menores como el 3% y el 2% lo utilizan para distraerse viendo jugar a sus hijos y pasear en bicicleta.

- Accesibilidad

*Instrumento: Entrevista – Usuario*

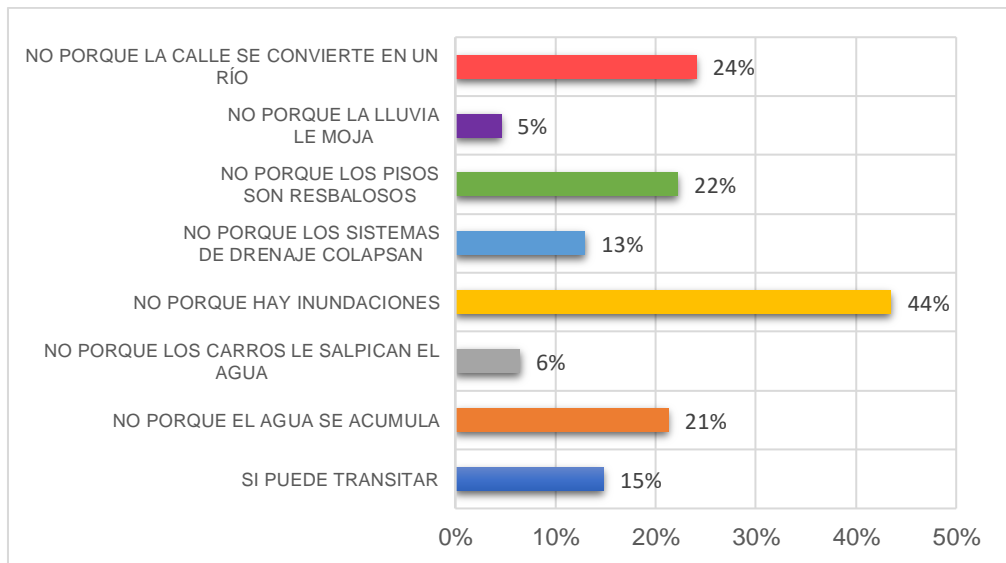
Pregunta 04: ¿Usted hace uso de los espacios públicos del barrio de Belén? ¿Con qué frecuencia?



*Gráfico 9: Frecuencia de uso de los espacios públicos por parte de los residentes y trabajadores del barrio de Belén.*

En el gráfico 9, se observa que, en los datos registrados, hay una diferencia significativa entre los que no hacen uso y los que siempre hacen uso de los espacios públicos del barrio de Belén, los cuales están representados por el 12% y 39% respectivamente.

Pregunta 05: ¿Usted puede transitar con normalidad por los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia? ¿Por qué?



*Gráfico 10: Transitabilidad de los residentes y trabajadores en los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia.*

En el gráfico 10, se observa que el 68% de los residentes y trabajadores entrevistados manifestaron que no se puede transitar por los espacios públicos del barrio de Belén a causa de las riadas en las calles y las inundaciones, los cuales representan el 24% y el 44% respectivamente.

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

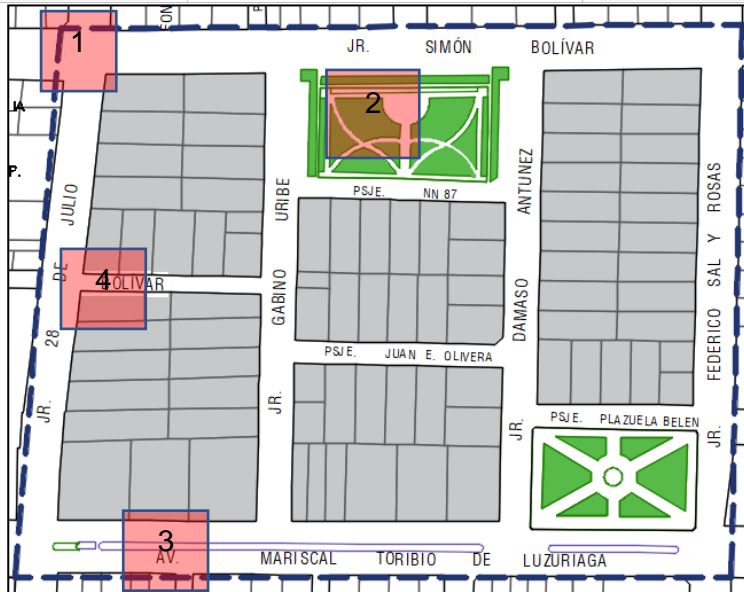
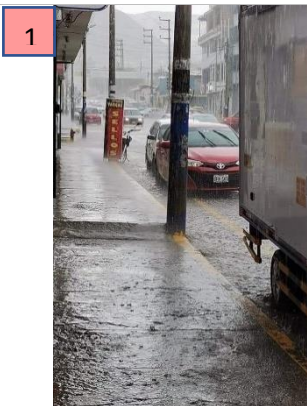
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** ACCESIBILIDAD

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Las inundaciones y acumulaciones de aguas pluviales en las aceras y bermas imposibilita el tránsito de los peatones por los espacios públicos (1,2,4).

Las inundaciones en las pistas generan que los vehículos que transitan salpiquen el agua estancada hacia los costados afectando a los transeúntes colindantes (1,3).



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**

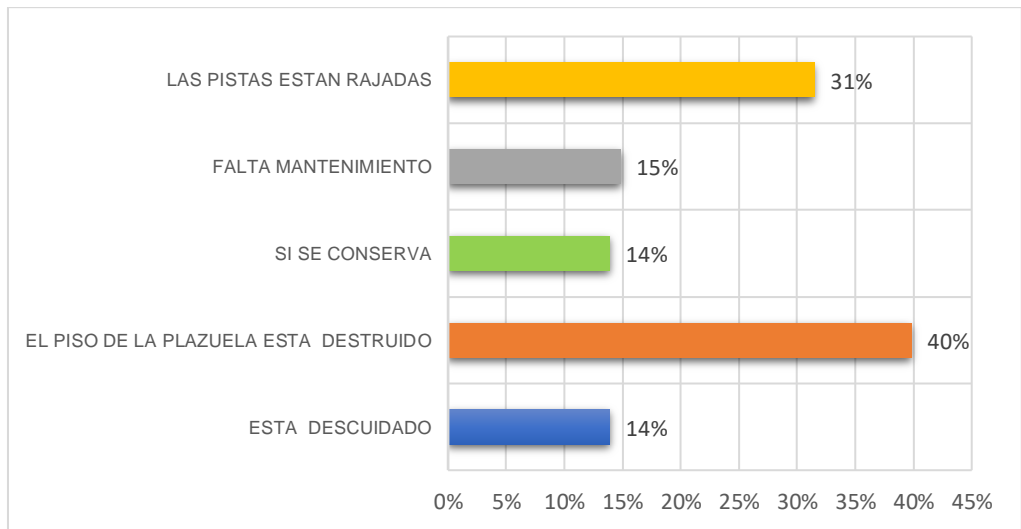
1/7



- Estado de conservación

*Instrumento: Entrevista - Usuario*

Pregunta 07: ¿Qué opina usted acerca del estado de conservación de las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén?



*Gráfico 11: Percepción de los residentes y trabajadores sobre el estado de conservación de los pavimentos de los espacios públicos del barrio de Belén.*

En el gráfico 11, se observa que el 71% de los residentes y trabajadores del barrio de Belén entrevistados manifestaron que los pavimentos de los espacios públicos no presentan un buen estado de conservación, en donde el 31% señalan que las pistas están rajadas y el 40% señalan específicamente a la plazuela de Belén, en donde mencionan que los pisos se encuentran destruidos.

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

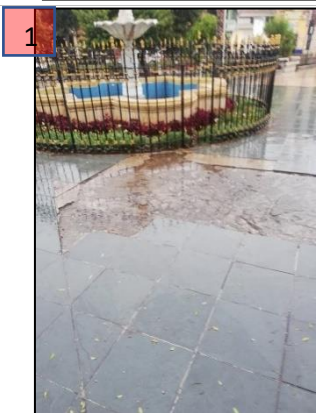
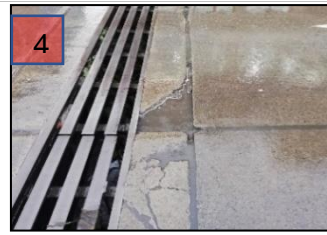
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** ESTADO DE CONSERVACION

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Se observa que a los costados de la pileta de la plazuela de Belén, los materiales de los pisos se encuentran deteriorados y en algunos sectores no existen los colocados inicialmente (1).

Las aceras y pistas estan rajadas y con orificios, incluso parte de la vereda quizo ser reemplazada con material sobrante de alguna obra (2,3,4).



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**  
2/7

- Tipo de superficie

*Instrumento: Entrevista - Usuario*

Pregunta 08: ¿Cree usted que el material que se usa en las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén es el adecuado en tiempos de lluvia? ¿Por qué?

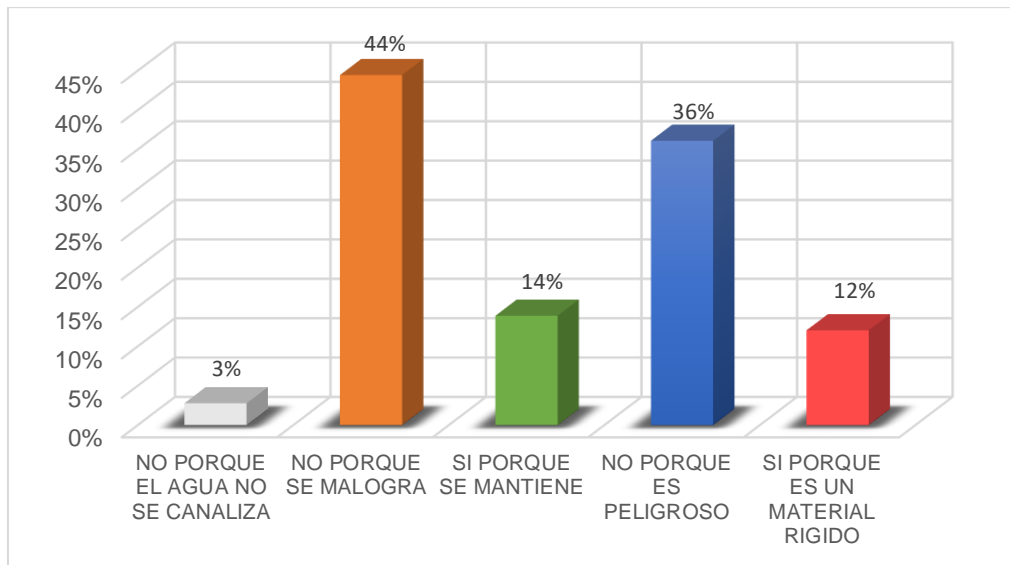
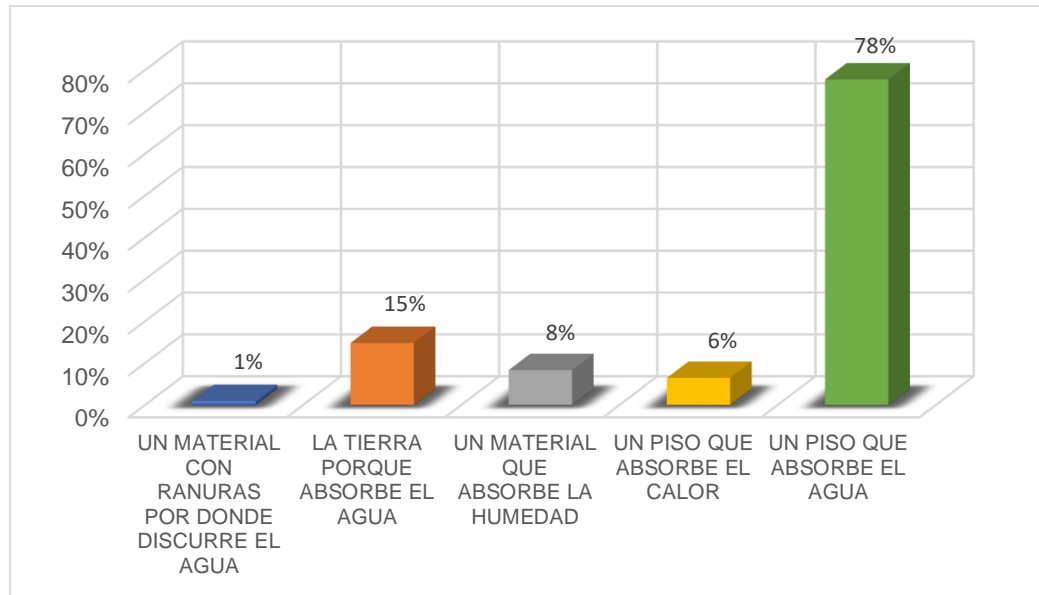


Gráfico 12: Aspectos analizados por los residentes y trabajadores sobre el tipo de material que se utilizan en los pavimentos de los espacios públicos en tiempos de lluvia del barrio de Belén.

En el gráfico 12, se observa que, en los datos registrados, la mayor parte de los entrevistados señalaron que el material usado en los pavimentos de los espacios públicos del barrio de Belén no son los adecuados en tiempos de lluvia, puesto que el 44% manifestaron que estos se malogran y el 36% que estos presentan un peligro al tornarse resbaladizos con el agua.

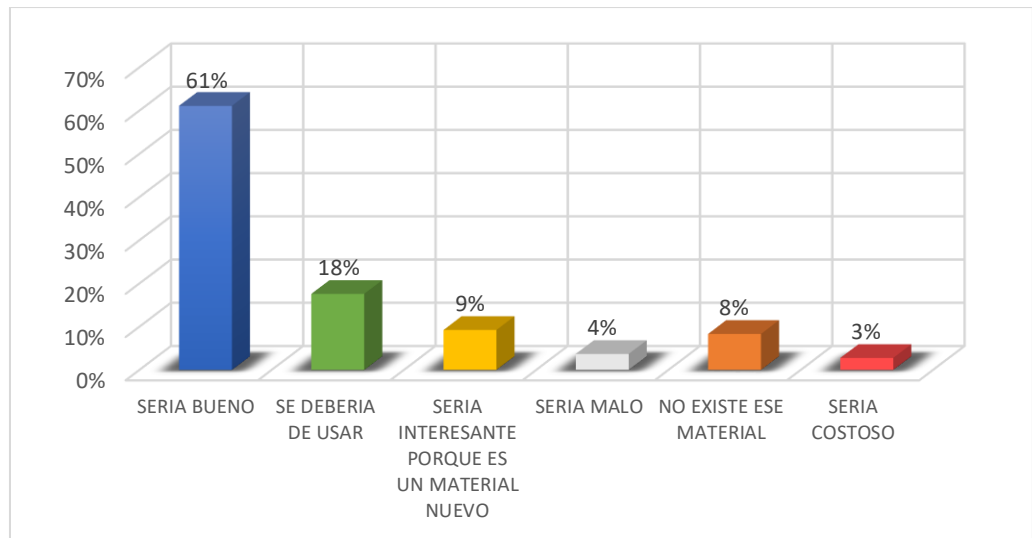
Pregunta 09: ¿Qué entiende usted por superficie absorbente en los espacios públicos?



*Gráfico 13: Percepción de los residentes y trabajadores del barrio de Belén sobre superficie absorbente en los espacios públicos.*

En el gráfico 13, se observa que el 78% de los entrevistados entienden por superficie absorbente a un tipo de piso que absorbe el agua, mientras que el 15% lo relacionan a la tierra.

Pregunta 10: ¿Qué opina usted acerca de la aplicación de pisos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos del barrio de Belén?



*Gráfico 14: Percepción de los residentes y trabajadores sobre la aplicación de pavimentos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos del barrio de Belén.*

En los datos registrados en el gráfico 14, se observa que el 79% de los residentes y trabajadores entrevistados del barrio de Belén consideran que sería bueno y se debería de usar pisos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos. A diferencia del 7% que manifiestan que sería malo y costoso la aplicación de estos pisos

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

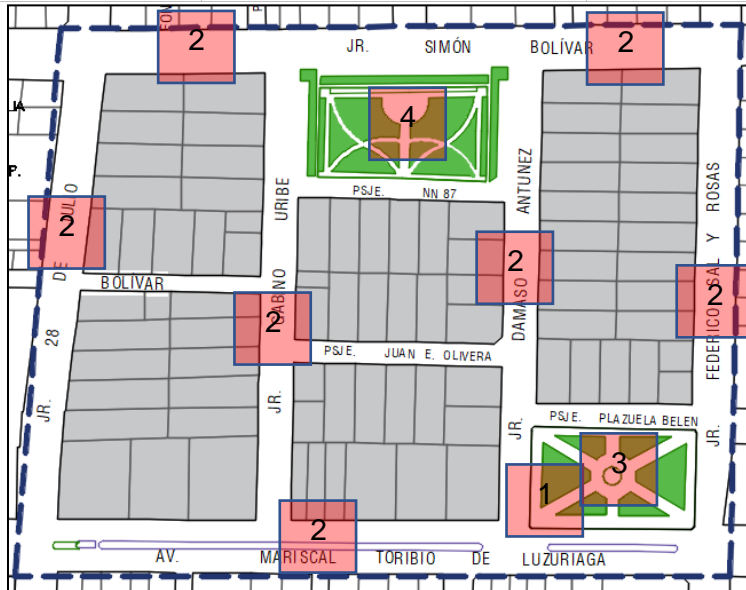
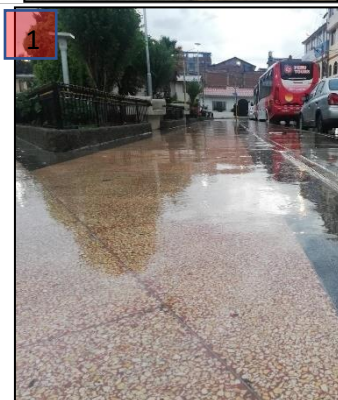
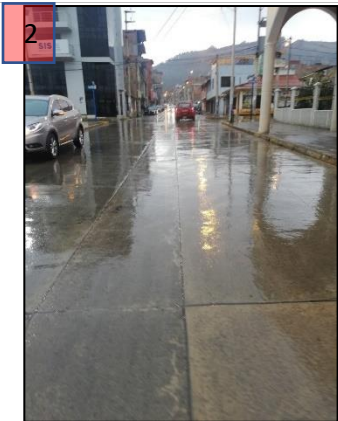
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** TIPOS DE SUPERFICIE

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Los pisos de la plazuela de belén están constituidos por un material granito y baldosas negras (1, 3).

Los pisos de las vías y aceras de las calles, están hechas de concreto pulido (2).

La parte de los pisos de los estacionamientos laterales a las vías estan constituidos por adoquines de color rojo y gris (5).

En los pisos del parque de la amistad se emplearón adoquines pintados y laqueados de color rojo ocre (4).



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTES:**

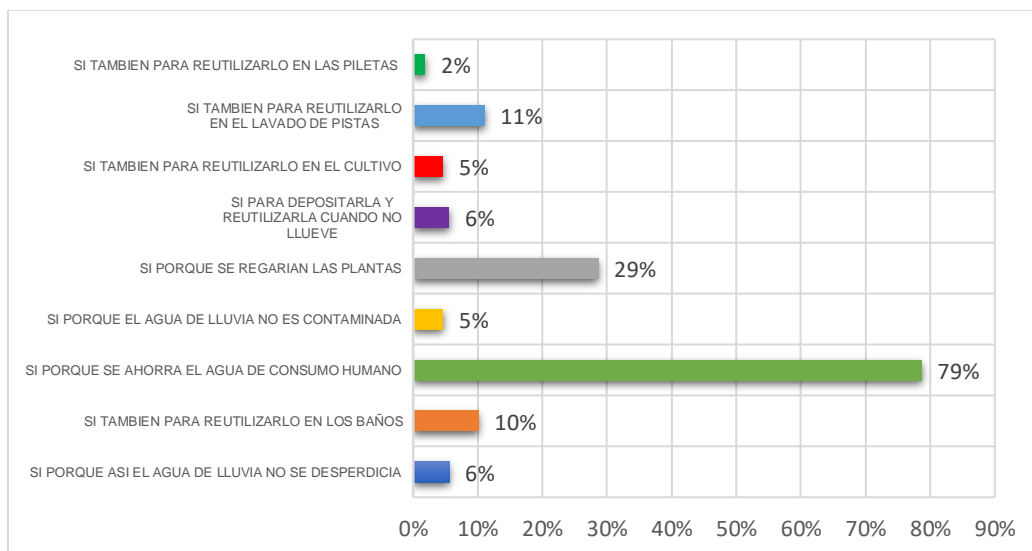
- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:** 3/7

- Áreas verdes

*Instrumento: Entrevista - Usuario*

Pregunta 11: ¿Cree usted necesaria la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes del barrio de Belén? ¿Por qué?



*Gráfico 15: Aspectos de la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes analizados por los residentes y trabajadores del barrio de Belén.*

En el gráfico 15, se observa que todos de los entrevistados consideran necesaria la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes, en donde el 98% manifestaron que de esta manera se ahorraría el agua de consumo humano y se regarían las plantas.

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

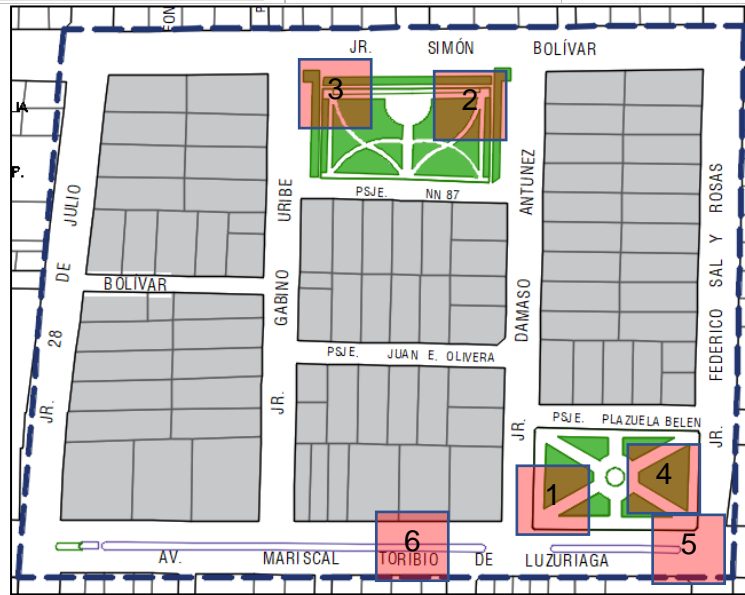
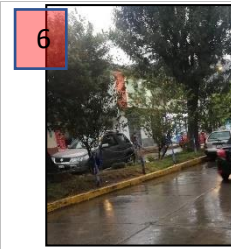
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** AREAS VERDES

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Se observa la presencia de áreas verdes en la berma central a lo largo de la avenida Mariscal toribio de Luzuriaga, las cuales están dotadas por distintos tipos de arbolados (5,6).

El parque Internacional de la Amistad está constituido en su gran mayoría por áreas verdes en donde existe variedades en árboles y plantas (2,3).

Por otro lado, la plazuela de Belén también presenta áreas verdes pero en menor proporción, en donde también se puede notar la presencia en variedad de árboles y plantas (1,4).



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTES:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**

4/7



- Puntos críticos

*Instrumento: Entrevista - Usuario*

Pregunta 12: Señale usted en que zona del sector remarcado existe mayor acumulación de agua en tiempos de lluvia:

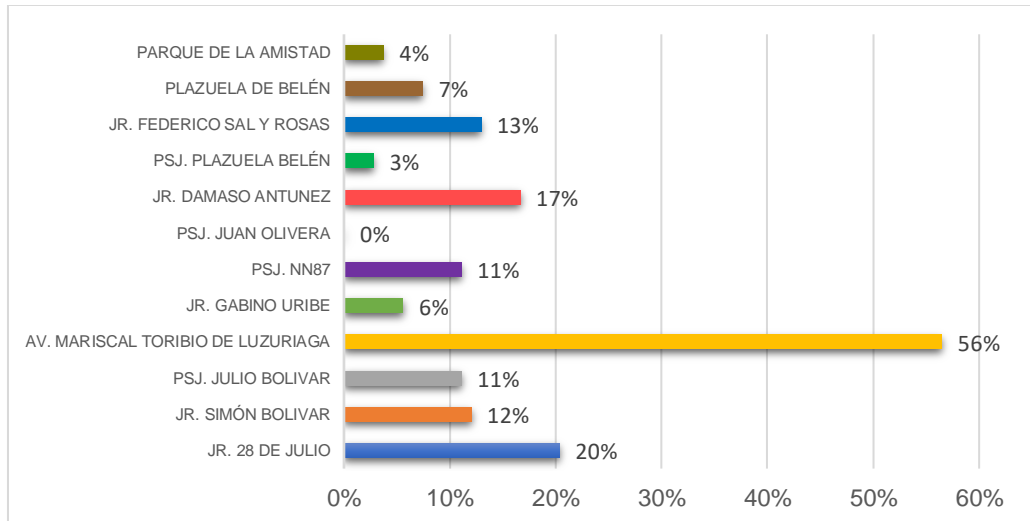


Gráfico 16: Señalización de las zonas con mayor acumulación de aguas pluviales en tiempos de lluvia percibidos por los residentes y trabajadores del barrio de Belén.

En el gráfico 16, se observa que, en los datos registrados, el 56% de los entrevistados señalaron que la zona con mayor acumulación de agua en tiempos de lluvia se ubica en la avenida Mariscal Toribio de Luzuriaga a la altura de la manzana 346, y no menos importante con el 20%, señalaron que se ubica en el jirón 28 de Julio a la altura de la manzana 333.

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

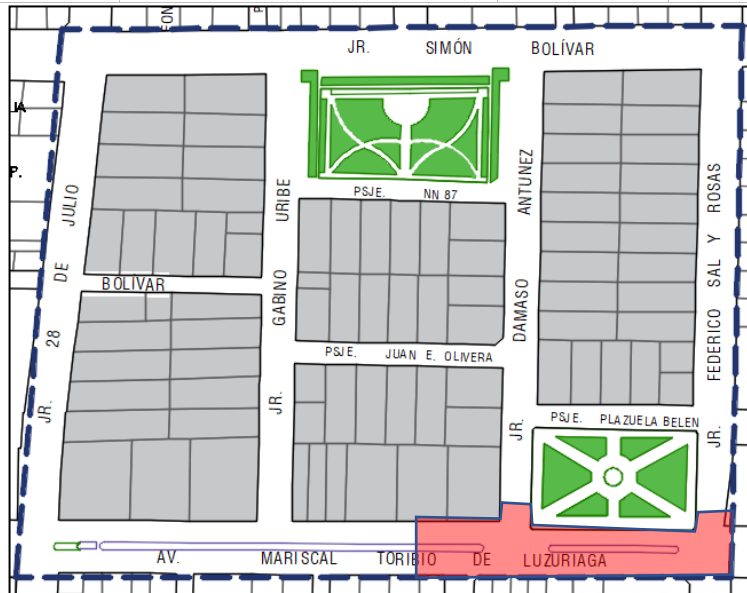
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** PUNTOS CRÍTICOS

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Uno de los puntos mas frecuentes en donde se generan inundaciones y acumulaciones de agua es en las intersecciones del jiron Damaso Antunez con la avenida Mariscal Toribio de Luzuriaga.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTES:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**

5/7

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

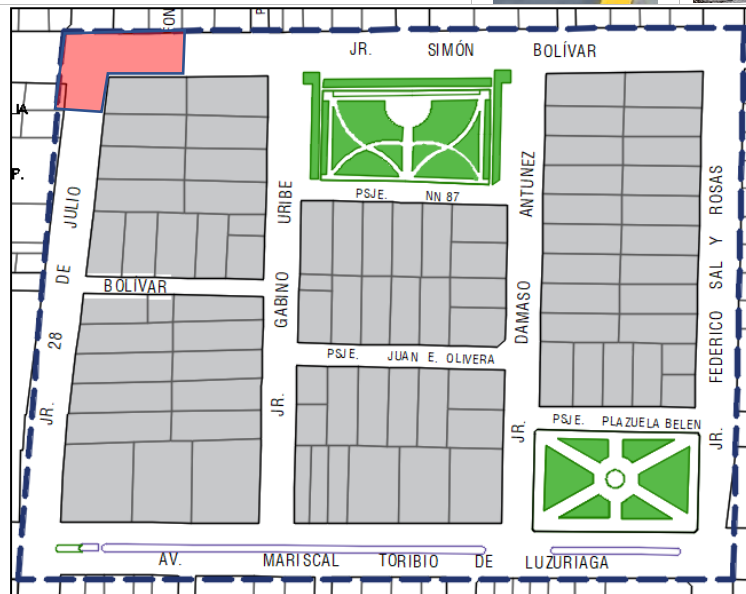
**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO

**CÓDIGO:** PUNTOS CRÍTICOS

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**DESCRIPCIÓN**



Uno de los puntos críticos observados se ubica en la intersección del Jirón S. imón Bolívar y el jirón 28 de Julio en donde se observa que el agua se acumula en volúmenes considerables en periodos de lluvia.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTES:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**

6/7

- Drenaje pluvial

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 02. ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias que puede traer la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano en una zona que exista altos índices de precipitaciones pluviales?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Las consecuencias que puede traer son el menor tránsito vehicular y peatonal y por lo tanto la menor actividad económica, y además de las inundaciones en las casa o avenidas donde no existe drenaje pluvial.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

No se tendrá una evacuación adecuada y oportuna de las aguas pluviales en las vías que terminarán inundadas, tal como se puede observar en la ciudad de Huaraz.

Ing. Navarro Paredes, Julio

La falta de drenajes pluviales puede tener consecuencias nefastas para la economía del Estado, ya que por la acumulación en exceso de agua de lluvia deteriora las carpetas asfálticas de las vías reduciendo su tiempo de vida útil, además estas aguas se pueden convertir en un foco infeccioso produciendo enfermedades para los pobladores.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 02:** ANALIZAR LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA      **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** CONTEXTO URBANO      **CÓDIGO:** DRENAJE PLUVIAL

**NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO** (Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE)

7. Consideraciones hidráulicas en sistemas de drenaje urbano mayor

Los sistemas de drenaje mayor y menor instalados en centros urbanos deberán tener la capacidad suficiente para prevenir inundaciones por lluvias de poca frecuencia.

8. Impacto ambiental

Todo proyecto de Drenaje Pluvial Urbano deberá contar con una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA.). La presentación de la EIA deberá seguir las normas establecidas por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

Sin carácter limitativo se deben considerar los siguientes puntos:

- Los problemas ambientales del área.
- Impedir la acumulación del agua por más de un día, evitando la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
- Evitar el uso de sistemas de evacuación combinados, por la posible saturación de las tuberías de aguas servidas y la afloración de estas en la superficie o en las cunetas de drenaje, con la consecuente contaminación y proliferación de enfermedades.
- El proyecto debe considerar los aspectos de seguridad para la circulación de los usuarios (circulación de personas y vehículos, etc.) a fin de evitar accidentes.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**OBJETIVO 02: ANALIZAR Y CONOCER LAS CAUSAS DE LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN EL BARRIO BELÉN.**

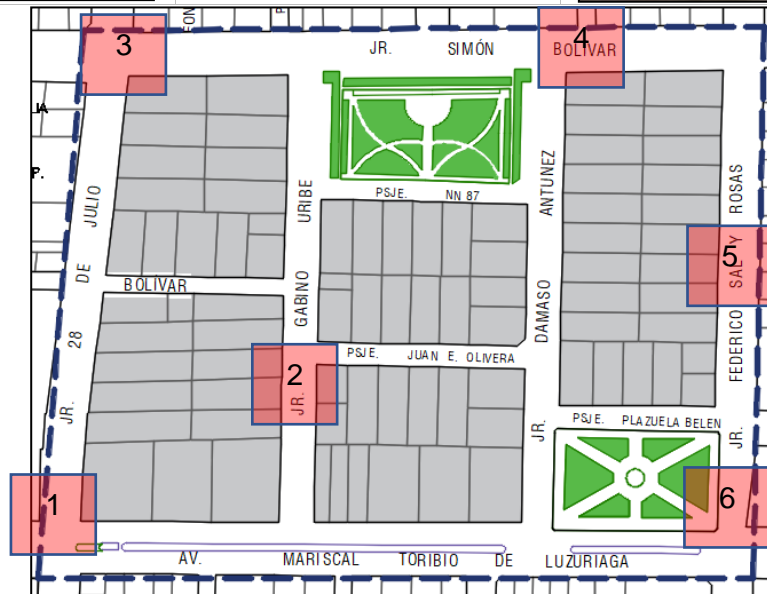
**INSTRUMENTO:** BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

**CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

**CÓDIGO:** DRENAJE URBANO

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**DESCRIPCIÓN**

Los sistemas de alcantarillado en los espacios públicos del barrio de belen se encuentran colapsadas en episodios de lluvias intensas (3).

Las aguas recorren por las calles y aceras formando riadas y charcos (2,4,5).

Las redes de desague colapsan debido a las gran cantidad de agua que transportan en tiempos de lluvia, lo que conlleva a que las aguas residuales salgan a la superficie y generen contaminación (1,6).



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTES:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**HOJA:**

7/7

**Objetivo específico 03:** Conocer los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos.

- Reducción de inundaciones

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 09. ¿Cree usted que la aplicación de estos materiales reducirá el riesgo de inundaciones ante las intensas lluvias?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Si, si el proyecto y las necesidades están bien planteadas y proyectadas será útil y evitará las inundaciones.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Si, pero se necesitara un estudio de suelos, ya que poner material flexible en una zona donde existe altas lluvias malograría parte de estructura y no soportaría gran carga de aguas pluviales.

Ing. Navarro Paredes, Julio

La aplicación de estos materiales si reduciría considerablemente las inundaciones por agua de lluvia y esta agua podría ser reutilizada para muchas otras cosas.

- Reutilización del agua

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 10. ¿Según su perspectiva en qué medida se puede reutilizar el agua de lluvia mediante la aplicación de estos materiales?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Se podría utilizar a un 80 %, teniendo en cuenta que se podría tener una planta de tratamiento para agua potable.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

En una escala del 1-10, sería un 5. Porque ciertas veces, el agua de lluvia trae consigo restos de basuras, e imagínate que eso se reutilice para el consumo o para regar las áreas verdes, generaría un malestar.

Ing. Navarro Paredes, Julio

El agua de lluvia puede tener uno o muchos usos los cuales pueden ser: riego de parques y jardines, limpieza de áreas públicas, para uso de baños públicos, etc.

- Disminución de escorrentía

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 11. ¿Considera usted que el empleo de los pavimentos ecológicos disminuirá la escorrentía en los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Claro, porque el pavimento va a absorber toda la acumulación pluvial y también nos va a dar el ciclo hidrológico, por lo tanto, yo creo que el pavimento ecológico va a ser efectivo.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Sí. Porque se supone que al colocar esos pavimentos abra más permeabilidad y menos escurrimiento de aguas pluviales dentro de las calles.

Ing. Navarro Paredes, Julio

El empleo de los pavimentos ecológicos si va a disminuir la escorrentía ya que el agua será canalizada y evacuada lo más rápido posible y no deteriorará la infraestructura



- Calidad ambiental

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 12. ¿Cree usted que la aplicación de los pavimentos ecológicos mejorará la calidad ambiental de los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Claro, como lo mencione en un punto anterior va a ver menos contaminación, y de una u otra forma el medio ambiente va estar favorecido, porque el material no va a contaminar, ciertas capas del suelo o subsuelo. Porque se sabe que el mismo cemento ya tiene químicos que son contaminantes.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Yo creo que dará una mejora, porque trabajar con lo ecológico y no solo hablo de pavimentos sino de todo material, ayuda a dar una sostenibilidad al medio ambiente.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Si va a mejorar la calidad ambiental ya que las aguas de lluvias serán drenadas y no se quedarán empozadas deteriorando la infraestructura y se ahorra dinero en mantenimiento y aprovechando el agua para otros usos.

- Reducción del sellado

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 12. ¿Cree usted que el empleo de estos materiales en los espacios públicos reducirá el sellado del suelo?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Si, pero solo si son empleado en los acabados o en PVC, esto quiere decir que, si se combinan con materiales, como mallas, cauchos o

hasta los mismos adoquines con herradura va a ser muy factible. Porque ahí es cuando menos sellado abra en todos los espacios

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

De una forma moderada sí, porque hay materiales que tienen una capacidad altísima de permeabilidad, y ya se están aplicando por otros lugares, y también está comprobado que si absorben gran cantidad de aguas.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Si se reduciría un poco ya que el terreno no podría infiltrar tanta agua de lluvia y el resto tendría que ser canalizada y drenada al mar o para otros usos.

INSTRUMENTO: FICHA DOCUMENTAL- CASOS	PROYECTOS		
	CALLE TORRE SANT VICENT DE BENICÀSSIM	PARQUE DE GOMEZNARRO (MADRID)	APARCAMIENTO PERMEABLE (BENAGUASIL)
	<p>Se encuentra ubicado en una zona residencial de baja densidad, en donde las soluciones de urbanización utilizadas fueron el asfalto en calzada y carril bici, y las baldosas hidráulicas en acera, los cuales provocaban el sellado del suelo en su extensión total, evacuándose las aguas de lluvia mediante sumideros puntuales dispuestos a lo largo de la calle.</p>	<p>Se trata de un parque lineal de 10.000 m2 que comunica la calle de Gomeznarro con la Carretera de Canillas. Está situado en un enclave residencial con una elevada proporción de viviendas de protección oficial de entre 1 y 5 alturas. En donde se presentaban un importante deterioro debido a la erosión y a la escorrentía urbana.</p>	<p>Nuevo aparcamiento para la piscina cubierta municipal de Benaguasil, en donde se ha creado un espacio de aparcamiento de 800 m2 que emplea un hormigón permeable, que ayudará al mejor aprovechamiento de la lluvia, y dar soluciones innovadoras a los problemas relacionados con la cantidad y la calidad de las escorrentías urbanas.</p>
	<p>Pavimento cerámico permeable (baldosas ecológicas)</p> 	<p>Césped con refuerzo de plástico</p> 	<p>Hormigón poroso hidráulico</p> 
REDUCCIÓN DE INUNDACIÓN	Se evita la formación de inundaciones.	Se evita la formación de inundaciones.	Se evita la formación de inundaciones.
REUTILIZACIÓN DEL AGUA	Se reduce el 60% de los vertidos de agua a la red y se utilizan para el riego.	Se evita contaminar y aportar a la red general una cantidad aproximada de 5.000.000 de litros/año lo cual se reutiliza.	Se filtra el agua y se le dota a este elemento de posteriores usos.
DISMINUCIÓN DE ESCORRENTÍA	Se redujo la escorrentía generada, aumentando la proporción de superficies permeables.	Los procesos de escorrentía y erosión han desaparecido.	Capacidad de retener prácticamente toda el agua que precipita sobre el mismo.
CALIDAD AMBIENTAL	Se incremento en un 75% de las zonas verdes.	Se redujo la temperatura ambiental y se mejoró la calidad atmosférica.	Permite la infiltración del agua de lluvia al terreno.
REDUCCIÓN DEL SELLADO	Se sustituyeron los suelos impermeables, en donde quedo el 29,5% sellado y el 70,4% permeable.	Se sustituyó el pavimento impermeable existente por pavimentos permeables sobre celdas de drenaje de polipropileno.	Se empleó pavimento permeable, el cual absorbe el agua de lluvia.

- Tipología

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 06. ¿Qué tipos de materiales considera usted como pavimentos ecológicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Ceniza de cascara de vegetales, o en todo caso adoquines donde se puedan reforestar para su uso

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Concreto y caucho reciclado.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Existen muchos materiales, pero los más conocidos son el material pétreo, el caucho reciclado, etc.

- Permeabilidad

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 08. ¿Qué opina usted acerca de la permeabilidad de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Que, desarrollados con un proceso constructivo correcto, será durable y con mantenimientos a menor plazo.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Necesario, para mejorar la evacuación de aguas, ya que en lugares como la sierra la lluvia es constante y alta.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Es una muy buena opción innovadora y amigable con el medio ambiente y se debe implementar de inmediato para prevenir el estancamiento de las aguas de lluvia.

- Ventajas

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 07. ¿Cuál cree usted que son las ventajas de contar con pavimentos ecológicos en los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Tienen menor contaminación, y mejora la calidad del medio ambiente y por lo consiguiente mayor duración, eso dependiendo de cómo se aplica el material y donde.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Mejor proceso de filtración, en este caso el uso de material reciclable

Ing. Navarro Paredes, Julio

Ahorro en mantenimiento ya que estos pavimentos se deterioran muy poco al no tener agua en su superficie.

Aprovechamiento del agua de lluvia para diferentes usos.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 03:** CONOCER LOS BENEFICIOS APLICATIVOS DE LOS PAVIMENTOS ECOLÓGICOS EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – **CATEGORÍA:** PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES  
NORMATIVA

**SUBCATEGORÍA:** MATERIALIDAD **CÓDIGO:** DISEÑO

**NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS** (Reglamento nacional de edificaciones - RNE)

#### 4.2. Diseño estructural

4.2.1 En cualquier caso se efectuará el diseño estructural considerando los siguientes factores:

- a) Características y volumen del tránsito durante el período de diseño.
- b) Vida útil del pavimento.
- c) Condiciones climáticas y de drenaje.
- d) Tipo de pavimento a usarse.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 03:** CONOCER LOS BENEFICIOS APLICATIVOS DE LOS PAVIMENTOS ECOLÓGICOS EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA      **CATEGORÍA:** PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES

**SUBCATEGORÍA:** MATERIALIDAD      **CÓDIGO:** REPARABILIDAD

**NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS** (Reglamento nacional de edificaciones - RNE)

#### 5.6. Reposición de pavimentos

5.6.1. La reposición de los pavimentos afectados debe efectuarse con materiales de las mismas características que el pavimento original, excepto en el caso de los pavimentos de concreto hidráulico rehabilitados con una sobre capa asfáltica de superficie, en que a criterio del profesional responsable se podrá hacer la reposición con un pavimento de concreto asfáltico, que tenga el mismo Número Estructural que el pavimento mixto existente.

Se debe tener claro que la reposición del pavimento incluye no solo la carpeta, sino también la base y la sub-base existente.

5.6.3. En cualquier caso, la superficie de la reposición deberá quedar enrasada con la superficie del pavimento existente, sin depresiones ni sobre elevaciones.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 03:** CONOCER LOS BENEFICIOS APLICATIVOS DE LOS PAVIMENTOS ECOLÓGICOS EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA **CATEGORÍA:** PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES

**SUBCATEGORÍA:** MATERIALIDAD **CÓDIGO:** MANTENIMIENTO

**NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS** (Reglamento nacional de edificaciones - RNE)

### 6.3. Actividades de mantenimiento

Aparte de la Rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su Vida de Servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, que se clasifican en términos de su frecuencia:

- a) Mantenimiento rutinario, requerido de manera continua en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización.
- b) Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas.
- c) Mantenimiento periódico, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito). re-sellado de juntas.
- d) Mantenimiento urgente, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos.






**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.



INSTRUMENTO: FICHA TÉCNICA	MATERIALES					
	PAVIMENTO CERÁMICO PERMEABLE (Baldosas ecológicas)		CÉSPED CON REFUERZO PLÁSTICO DE		HORMIGÓN POROSO HIDRÁULICO	
TIPOLOGÍA	Pavimento permeable (pavimento discontinuo)	Pavimento permeable (pavimento discontinuo)	Pavimento permeable (pavimento discontinuo)	Pavimento poroso (pavimento continuo)		
DISEÑO	Un módulo cerámico permeable está formado por 7 cintas de baldosas cerámicas ensambladas mediante adhesivo, rellenas de material drenante en las juntas (arena lavada de sílice de granulometría 1-2 mm).	Son módulos rectangulares compuestos de unas celdas rígidas de polipropileno (celdas de 52 mm de espesor), huecas, tridimensionales, muy resistentes a la compresión, destinadas a albergar y proteger al césped.		Tiene una geometría plana continua, compuesta por cemento, áridos grueso y agua, con una porosidad mínima de 15% de huecos y sin sobrepasar el 25%.		
MANTENIMIENTO	Para garantizar la capacidad de infiltración del sistema, es necesario realizar labores periódicas de limpieza que permitan la retirada de sedimentos o material que colmate el pavimento. Dichas labores pueden realizarse con frecuencia anual, aunque dicha frecuencia puede adaptarse a las condiciones específicas de la zona.					
	Las acciones de baldeo de calles, barrido y aspirado no deben comprometer el sistema, por lo que debe evitarse la erosión o aspiración del material empleado en juntas.	Se debe garantizar un riego mínimo que dependerá de la especie vegetal utilizada.		La limpieza debe realizarse mediante sistemas por aire, al aspirar se elimina el sedimento y los escombros que bloquean la infiltración de la escorrentía.		
PERMEABILIDAD	El valor obtenido es mayor a los 7,8 mm/s.	El valor obtenido es 80 mm/s.		El valor obtenido varía entre 5 y 50 mm/s.		
REPARABILIDAD	Cada 10 o 15 años según las necesidades del sistema y la reducción en la capacidad de infiltración. En donde se deberá seguir el siguiente procedimiento: En primer lugar, se quitará la capa superficial de pavimento y se eliminará la lámina geotextil. Seguidamente, se inspeccionará la sub base granular y se limpiará o sustituirá si fuese necesario. Por último, se instalará una nueva lámina geotextil y se colocará el nuevo pavimento.					
VENTAJAS	- Excelente estética, - Restitución sencilla a causa de su carácter modular, - Disposición de canales para la infiltración vertical del agua, - Resistente a las heladas.	- Estética verde con implicaciones ecológicas, - Permiten el tráfico ligero, - Facilita la inmediata infiltración del agua de lluvia.		- Se pueden colocar fácilmente en obra y su coste es barato, - Puesta en obra rápida y cómoda para grandes superficies, - Huecos interconectados que permiten el paso del agua.		

**Objetivo específico 04:** Identificar las normativas existentes que intervienen en el sistema de drenaje urbano.

- Tratamiento del agua

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 03. ¿Cuáles cree usted que son las desventajas de no contar con un sistema de tratamiento de las aguas pluviales?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Las desventajas son las inundaciones de las avenidas y en algunos casos de domicilios que no cuentan con drenajes pluviales.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Empeoraría la calidad del agua de los ríos en los que se vierten las aguas pluviales porque esta llegaría después de haber arrastrado basura y desechos. Esto a su vez empeora la calidad de las actividades relacionadas con dichos ríos, por ejemplo, la extracción de agregados para la construcción. Cabe mencionar que aún más importante sería el tratamiento de aguas servidas.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Las principales desventajas son, el deterioro de la infraestructura pública y privada, y el no aprovechamiento del agua de lluvia.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 04:** IDENTIFICAR LAS NORMATIVAS EXISTENTES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL **CÓDIGO:** TRATAMIENTO DEL AGUA

**LEY GENERAL DEL AMBIENTE** (ley N° 28611)

Artículo 122.- Del tratamiento de residuos líquidos

122.1 Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.

**REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS** (ley N° 29338)

Artículo 197°. - La Política Nacional del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente tiene como objeto mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de las personas.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

- Gestión de escorrentía

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 04. ¿Existen estrategias para gestionar las escorrentías en los espacios públicos?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Existen muchas, solo se tiene que definir cada una de ellas y darle el tratamiento correspondiente, ya que las escorrentías superficiales se dan debido a que las aguas pluviales urbanas no son evaporadas o no pueden ser infiltradas al terreno, por lo que estas si no son canalizadas y tratadas adecuadamente van a recoger considerables cantidades de agentes contaminantes y van a generar episodios de inundaciones

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

Así es, desde la aplicación de normativas, hasta el control del proceso constructivo de infraestructuras.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Si existen estrategias en el país, pero solo son ejecutadas en ciertos lugares y lo ideal sería que se implante en todo el país; existen ciudades que no llueve y por el cambio climático ahora llueve lo que perjudica a los habitantes de dichas ciudades.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 04:** IDENTIFICAR LAS NORMATIVAS EXISTENTES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL **CÓDIGO:** GESTIÓN DE ESCORRENTÍA

**MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO** (Aprobado por la Resolución Ministerial N.º 305-2008-MTC/02)

4.1 Drenaje superficial

a) Finalidad del drenaje superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transpirabilidad.

b) Criterios funcionales

• La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento. Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

• En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.

• Daños materiales a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debida a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

e) Daños debidos a la escorrentía

• Los producidos en el propio elemento de drenaje o en su entorno inmediato (sedimentaciones, erosiones, roturas).

• Las interrupciones en el funcionamiento de la carretera o de vías contiguas, debidas a inundación de su plataforma.

• Los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 04:** IDENTIFICAR LAS NORMATIVAS EXISTENTES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA      **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL      **CÓDIGO:** GESTIÓN DE ESCORRENTÍA

**NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO** (Reglamento Nacional de Edificaciones -RNE)

4.3. Tipos de sistema de drenaje urbano.

El drenaje urbano de una ciudad está conformado por los sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan; así tenemos:

- b) Sistema de Alcantarillado Pluvial. - Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.
- c) Sistema de Alcantarillado Combinado. - Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.

- Transporte del agua

*Instrumento: Entrevista – Experto*

Pregunta 05. ¿Cree usted que es importante el transporte de las aguas pluviales hacia el subsuelo?

Ing. Vicman Villanueva, Víctor.

Es importante, pero sería mucho mejor que se haga el transporte hacia los ríos o mares más cercanos.

Ing. Anaya Minaya, Jhon.

No necesariamente, dependiendo del tipo de suelo ayudaría mucho o poco. Porque un suelo limoso tiene la capacidad perfecta para absorber agua mientras uno rocoso hace que sea más difícil.

Ing. Navarro Paredes, Julio

Es muy importante el transporte de agua pluviales hacia el sub suelo ya que estas aguas no deteriorarían las infraestructuras públicas y privadas y no se gastaría más dinero en volver a rehacer obras afectadas por estas aguas pluviales.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 04:** IDENTIFICAR LAS NORMATIVAS EXISTENTES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO.

**INSTRUMENTO:** FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA **CATEGORÍA:** ESPACIOS PÚBLICOS

**SUBCATEGORÍA:** SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL **CÓDIGO:** TRANSPORTE DEL AGUA

**LEY GENERAL DE DRENAJE PLUVIAL** (Decreto Supremo N.º 016-2018-vivienda)

Artículo 6.- Sistema de drenaje pluvial

Comprende los componentes y procesos que permiten la gestión del agua pluvial, desde su captación hasta la evacuación o almacenamiento, con la finalidad de garantizar su sostenibilidad y promover la salud, bienestar y el desarrollo económico de los centros poblados.

Artículo 11.- Plan Integral de Drenaje Pluvial

11.1 El Plan Integral de Drenaje Pluvial, es una herramienta de gestión que orienta la organización físico - espacial de la infraestructura de drenaje pluvial, así como el desarrollo de la inversión pública y privada, en el ámbito provincial, para desarrollar sistemas de drenaje pluvial sostenibles, así como la mejora de los sistemas de drenaje pluvial existentes.

11.2 Los gobiernos locales de ámbito provincial formulan el Plan Integral de Drenaje Pluvial, en concordancia con el Plan de Acondicionamiento Territorial, el Plan de Desarrollo Metropolitano, Plan de Desarrollo Urbano y/o Esquema de Ordenamiento Urbano según corresponda, enmarcado en el Plan de Desarrollo Regional Concertado.

**NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO** (Reglamento Nacional de Edificaciones -RNE)

6.6. Evacuación de las aguas recolectadas

Las aguas recolectadas por los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos naturales (mar, ríos, lagos, quebradas depresiones, etc.) o artificiales. Esta evacuación se realizará en condiciones tales que se considere los aspectos técnicos, económicos y de seguridad del sistema.



**AUTORES:**

- DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.
- QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.

**DOCENTE:**

- Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.



#### 4.2. Discusión de resultados

Luego de haber presentado los resultados de la investigación respecto a los pavimentos ecológicos y los espacios públicos, sobre la base de un minucioso análisis de la información recopilada en el transcurso del trabajo de campo, el presente subtítulo comprende la discusión de los hallazgos encontrados.

Tema 01: La importancia de la pluviometría en los sistemas de drenaje urbano.

Según Herrera y Yumha (2017) en su libro “Manual de elementos urbanos sustentables” los autores señalan que el clima es algo muy significativo a tomar en cuenta al momento de emplear materiales constructivos en lugares públicos. Por tanto, se coincide con el planteamiento de los autores ya que, en las fichas documentales, la norma CE.010 del reglamento nacional de edificaciones señala que para efectuar el diseño estructural de los pavimentos urbanos se debe de considerar las condiciones climáticas y de drenaje, así como el tipo de pavimento a usarse. Por consiguiente, los datos pluviométricos nos van a permitir determinar el tipo de materiales a utilizarse en los pavimentos urbanos como parte de los sistemas de drenaje urbano, tal como lo señala el Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, quien menciona que para determinar los elementos de drenaje superficial debe de tomarse en cuenta la información pluviométrica disponible. Estos resultados obtenidos se asemejan a lo expuesto por Calama, et al. (2018) en su artículo de investigación “Rehabilitación hidrológica de barrios a través de sistemas urbanos de drenaje sostenible” en donde señala que es importante efectuar estudios preliminares en donde se puedan conocer las características físicas, hidrológicas y medioambientales del barrio para poder establecer los sistemas urbanos de drenaje más adecuados al lugar. Por otra parte, Juárez y Rico (2004) en su libro “Mecánica de suelos: teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos” consideran que la precipitación pluvial son el primordial factor climático que altera a los pavimentos

debido a su actuación directa, por lo que comúnmente el proyectista está en la obligación de diseñar y construir estructuras de drenaje adicionales que complementen al drenaje habitual, o a la aplicación de diseños especiales para el pavimento. De acuerdo a ello, se evaluaron las precipitaciones pluviales teniendo en cuenta lo descrito por Pérez C. (2013) en su libro “Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras” donde señala que los fenómenos atmosféricos son los que generan las precipitaciones pluviales, las cuales se miden por la altura en milímetros de agua caída a lo largo de una lluvia o un lapso de tiempo determinado. Por consiguiente, se registraron datos a partir del uso del pluviómetro durante el mes de enero hasta el 16 de mayo del 2021, donde se observó que las lluvias eran constantes y variadas, siendo 25.6mm el pico más alto, los cuales ocasionaron problemas de escorrentía y acumulaciones de agua en los pavimentos urbanos. Al respecto García (2019) en su libro “Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación” señala que las ocurrencias climáticas exacerbadas generan peligros de inundaciones como consecuencia de la escorrentía superficial, los cuales pueden disminuirse con alternativas innovadoras en relación al manejo de los espacios públicos, en ese contexto nace la necesidad de valorar la incorporación de planes de proyectos que maximicen la permeabilidad del suelo y estos puedan desarrollar la retención e infiltración de las aguas de escorrentía. Así también Jato (2016) en su tesis “modelamiento hidrológico de cuencas del ámbito urbano bajo cambio climático para diseñar un sistema espacial de apoyo a la decisión de reducción de inundaciones sobre pavimentos permeables respetando los requisitos de los principios de sostenibles”, manifestó que las constantes precipitaciones durante un periodo prolongado generan peligros de inundación por lo que se deben de adaptar diseños de drenaje urbano al Cambio Climático, siendo los pavimentos permeables una buena alternativa. Todos estos resultados guardan relación con lo descrito en la norma OS.060 del reglamento nacional de edificaciones quien señala que para desarrollar proyectos de

drenaje Urbano se deben de realizar estudios hidráulicos e hidrológicos, los cuales deberán tener la capacidad suficiente para prevenir inundaciones por lluvias de poca frecuencia.

Tema 02: Las causas de las inundaciones pluviales en los espacios públicos.

Según Ghel (2010) en su libro “Ciudades para la gente” el autor señala que los lugares públicos poseen una estrecha relación con la calidad de vida urbana, ya que estos son esenciales para que las ciudades prosperen y sean sostenibles, para ello el espacio público debe estar dotado de calidad física, ya que eso influye en el tipo de actividades que se desarrollan en esos contextos, en donde se debe garantizar la seguridad y protección; además de presentar un diseño, el cual tiene la responsabilidad de promover su utilización, en donde es importante considerar el clima para lograr calidad urbana y confort dentro del entorno urbano. Esta teoría no coincide con los resultados obtenidos, ya que el 80% de los usuarios entrevistados no consideran que el diseño de materiales constructivos utilizados en los pisos de los espacios públicos sean los adecuados en tiempos de lluvia, puesto que estos se malogran y son inseguros debido a que presentan un peligro al tornarse resbaladizos con el agua, por lo que el 79% consideran que sería bueno y debería usarse pisos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos. Al respecto la Empresa de Transformación Agraria (2015) en su libro “Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados” menciona que el acabado superficial de las acciones urbanas es la primera capa que recibe el agua de lluvia, por lo que esta tendrá la responsabilidad de determinar la escorrentía, la temperatura ambiental y la infiltración de agua. De acuerdo a ello se evaluaron los distintos tipos de pavimentos que existen en los espacios públicos, en donde se pudo observar que en su gran mayoría están constituidos por pisos rígidos impermeables, los cuales están hechas de concreto pulido y están presentes tanto en vías y aceras. Estos resultados se asemejan a lo

expuesto por López y Melgarejo (2020) en su artículo científico “Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para el surgimiento de territorios resilientes”, quienes manifestaron que la latente necesidad de procesos planificados asociados a las consecuencias que trae el cambio climático, con el aumento de la intensidad horaria de las precipitaciones, generan aspectos negativos en el entorno urbanístico, en donde el aumento de superficies impermeables empeora los problemas de escorrentía urbana y que la existencia de una red unitaria hace imposible que estas se gestionen cuando se generan precipitaciones abundantes. De acuerdo a ello se identificaron dos puntos críticos ubicados en las intersecciones de la avenida Mariscal Toribio de Luzuriaga con el jirón Damaso Antúnez y el jirón 28 de Julio, en donde se observó que son puntos céntricos en donde todas las corrientes de agua, productos de la impermeabilización de las calles y el colapso de los sistemas de saneamiento, se acumulan y generan inundaciones. Tal como lo señala Nuñez et al. (2019) en su libro “Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible” donde sostienen que el nivel alto de impermeabilización y los sistemas habituales de drenaje en las ciudades generan problemas de inundación, ya que, al producirse lluvias intensas, estas ocasionan que el agua discorra velozmente por los pavimentos impermeables y los sistemas estancos de transporte, hasta llegar a colapsar la red general de saneamiento y provocar acumulaciones de agua de lluvia en la superficie. Al respecto el Ing. Julio Navarro manifiesta que el exceso de acumulación de agua de lluvia deteriora las carpetas asfálticas de las vías reduciendo su tiempo de vida útil, además estas aguas se pueden convertir en un foco infeccioso produciendo enfermedades para los pobladores. Teniendo en cuenta ello se evaluaron los sistemas de drenaje pluvial, en donde se observó que el alcantarillado pluvial y las redes de desagüe colapsan en episodios de lluvias intensas puesto que estas funcionan como un sistema unitario y no soportan el gran volumen de agua que transportan, lo cual ocasiona que tanto las aguas residuales como de lluvia salgan a la superficie y generen inundaciones. Estos resultados se asemejan a los

obtenidos por Soriano (2015) en su tesis “Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: Aplicación a la ciudad de Zaragoza”. Donde menciona que los riesgos de inundación en el entorno urbano de la ciudad de Zaragoza se dan debido a la falta de capacidad del sistema de saneamiento en episodios de lluvia, por lo que es importante ahondar en el estudio de los riesgos de inundación, en cuanto a sus impactos a los sistemas de saneamiento urbanos, incluyendo de manera clara la gestión de las aguas pluviales en los planes de gestión de inundaciones de las ciudades. Por otra parte, Arnaudo et al. (2009) en su libro “Espacios públicos y cohesión social” refirieron que los espacios públicos presentan un conjunto de características, las cuales están vinculadas al espacio físico, por las que estas deben ser accesibles y diversificadas, además de ser adaptables a nuevas y diferentes situaciones; así también deben ser funcionales y acogedoras, debido a que las propiedades físicas tienen que ser adecuadas a los usos. Del mismo modo esta teoría no concuerda con los resultados obtenidos, en donde se observó que en tiempos de lluvia los espacios públicos son inaccesibles debido a los problemas de inundaciones y acumulaciones de aguas pluviales que se dan en las pistas y aceras de las calles, tal como se pudo corroborar en la entrevista a los usuarios, en donde el 68% manifestaron que no pueden transitar por los espacios públicos en tiempos de lluvia a causa de las riadas en las calles y las inundaciones. Al respecto en la entrevista a los expertos, el Ing. Víctor Vicman considera la falta de espacios cubiertos y drenajes dentro de la ciudad provoca que una lluvia intensa genere que las personas se aglomeren en las veredas y que el tránsito sea deficiente. Asimismo, en la norma OS.060 del reglamento nacional de edificaciones señala que los proyectos de sistemas de drenaje urbano instalados en centros urbanos deben de considerar los aspectos de seguridad para la circulación de los usuarios a fin de evitar accidentes, así también impedir la acumulación del agua por más de un día para evitar la proliferación de vectores transmisores de enfermedades. Todos estos resultados guardan relación con lo que sostienen Giraldo y Vásquez (2020) en su

artículo “Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia”, en donde menciona que para integrar espacios públicos es imprescindible desarrollar diseños innovadores que cubran criterios de accesibilidad, seguridad y las necesidades de uso de la ciudadanía, especialmente en el tema de los tratamientos geotécnicos, por lo que la transferencia de derechos de construcción como mecanismo de gestión del suelo podría ayudar a la mejora de los habitantes en cuanto a su calidad de vida, en donde se atiende la demanda de espacio público a partir de una posición de cambio climático y mitigación de sus efectos negativos.

Tema 03: Los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos.

Según los estudios realizados por Rodríguez et al. (2007) en su libro “Guía para la integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano” señalan que los pavimentos permeables son estructuras multicapas que hacen posible el paso del agua mediante su superficie o entre sus ranuras, además están diseñados principalmente para almacenar e infiltrar las aguas pluviales al terreno, disminuyendo de esta manera la cantidad de escorrentía para posteriormente ser reutilizada en la recarga de acuíferos, además sus principales beneficios son minimizar el peligro de inundación y generar más recursos hídricos. Esta teoría coincide con lo expuesto por el Ing. Víctor Vicman quien manifiesta que los pavimentos ecológicos absorben toda la acumulación pluvial y ayudan a restablecer el ciclo hidrológico, por lo que estos pavimentos son efectivos para disminuir las escorrentías, y si el proyecto y las necesidades están bien planteadas y proyectadas será útil para evitar las inundaciones, así también se podría reutilizar el agua recolectada hasta un 80 %, teniendo en cuenta la implementación de una planta de tratamiento para agua potable. Al respecto Sañudo (2014), en su investigación denominada “estudio de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados

porosos para el control en el surgimiento de inundaciones”, sostiene que los pavimentos permeables evaluados en campo y laboratorio, tienen una capacidad alta de captación e infiltración del agua de lluvia, de manera que se pueden emplear como elementos para atenuar los caudales punta de escorrentía superficial y para reducir los problemas generados por las inundaciones. Todos estos resultados se pueden corroborar con la teoría descrita por Nuñez et al. (2019) en su libro “Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible” en donde señala que los pavimentos permeables hacen posible que las agua de lluvia discurran mediante ello, infiltrándola al terreno, para almacenarlos y detenerlos en las subcapas, y de esta manera se consigue retener durante un tiempo el transporte de agua a la red general; además con este sistema se puede infiltrar el agua al terreno desde el mismo punto de origen, contribuyendo así a disminuir la cantidad de agua a evacuar siempre que el nivel de contaminación de las aguas y las características del entorno lo permitan. Por otro lado, el Ing. Julio Navarro señala que el empleo de los pavimentos ecológicos disminuye las escorrentías ya que el agua es canalizada y evacuada lo más rápido posible sin deteriorar la infraestructura, además que la aplicación de estos materiales reduce considerablemente las inundaciones pluviales, de manera que estas aguas se reutilizan para el riego de parques, jardines, limpieza de áreas públicas, y para usos de baños públicos. Estos resultados se pueden corroborar con los casos analizados, donde se observó que los pavimentos ecológicos redujeron la escorrentía generada, aumentando la proporción de superficies permeables, ya que estas tienen la capacidad de retener prácticamente toda el agua que precipita sobre ellos, de manera que se evitó la formación de inundaciones, tal como en el caso de la Calle Torre Sant Vicent de Benicàssim, donde se redujo el 60% de los vertidos de agua a la red general y estos se utilizaron para el riego de las zonas verdes; las cuales se incrementaron en un 75%; lo mismo ocurre en el caso del Parque de Gomeznarro en Madrid donde se evitó contaminar y aportar a la red general una cantidad aproximada de 5.000.000 de litros/año lo cual se reutiliza para el riego de las áreas

verdes, así también se redujo la temperatura ambiental y se mejoró la calidad atmosférica. De modo similar se da en el caso del aparcamiento permeable de Benaguasil, en donde se observó que toda el agua filtrada por el pavimento se le almacena para dotarla de posteriores usos. Respecto a ello el Ing. Victor Vicman menciona que los pavimentos ecológicos mejoran la calidad ambiental en los espacios públicos debido a que el material no va a contaminar ciertas capas del suelo o subsuelo, y ello va a favorecer al medio ambiente. Del mismo modo el Ing. Julio Navarro señala que la aplicación de estos materiales va a permitir que las aguas de lluvias sean drenadas y no se queden empozadas deteriorando la infraestructura, de manera que se ahorra dinero en mantenimiento y se aprovecha el agua para otros usos, lo cual va a mejorar la calidad ambiental. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Rosas (2020) en su libro “Confort en el litoral costero: circulaciones peatonales en Barcelona” donde menciona que los pavimentos permeables al dejar pasar la lluvia a través de ellos, reducen la temperatura y aumentan la conducción del calor hacia el interior del terreno y/o favorecen la evaporación de agua en su superficie. Al respecto Nuñez et al. (2019) señala tres tipos de pavimentos permeables, los cuales se dividen en función a como se transmite el agua al estrato inferior, siendo el primero los pavimentos permeables discontinuos, en donde la permeabilidad del pavimento se consigue a través de las juntas entre baldosas o adoquines, en segundo lugar los pavimentos permeables continuos, en donde la permeabilidad se consigue por el paso del agua mediante los poros del propio material, siendo estos el hormigón poroso y las mezclas bituminosas porosas y de caucho, y por ultimo los pavimentos disgregados y vegetales, en donde la permeabilidad se consigue gracias a la disgregación del material que lo conforma, pues este tipo de pavimentos consigue filtrar el agua de escorrentía con gran efectividad, y destacan los pavimentos de grava y las superficies vegetadas. Por consiguiente, se analizaron un material por cada tipo de pavimento permeable, en donde se observó que las baldosas cerámicas permeables son pavimentos discontinuos, los cuales



han sido aplicados en calles de zonas residenciales debido a que permiten un acabado de mayor calidad estética, son sencillas de restituir y son resistentes a las heladas, además presentan una permeabilidad mayor a los 7,8 mm/s, mientras que el hormigón poroso hidráulico son un tipo de pavimento continuo, por lo que su puesta en obra es más rápida y económica, y tiene una permeabilidad que varía entre 5 y 50 mm/s, sin embargo tienen una estética limitada y son difíciles de restituir, por otro lado el césped con refuerzo de plástico son un tipo de pavimento disgregado, por lo que presentan una estética verde con implicaciones ecológicas y tienen una permeabilidad superior a los anteriores, puesto que es de 80 mm/s, sin embargo tienen mayor coste de ejecución y presentan discontinuidades excesivas. Estos resultados se asemejan con Mullaney y Lucke (2014) en su artículo científico “Revisión practica de diseños de pavimentos permeables” donde señala que los pavimentos cerámicos permeables están generalmente diseñados para que haya suficiente espacio abierto entre las baldosas cerámicas para permitir que el agua se filtre en la estructura del pavimento, en donde estos espacios están rellenos de material drenante en las juntas, lo cual promueve una rápida infiltración, por lo que se ha demostrado que son una medida eficaz para reducir los volúmenes de escorrentía de aguas pluviales en zonas urbanas, mientras que el césped con refuerzo de plástico tienen un diseño y función similar a los pavimentos cerámicos permeables, pero estos tienen muchos más espacios vacíos abiertos para promover su infiltración, en donde estos espacios están rellenas con grava o tierra vegetal plantada con césped, sin embargo se ha demostrado que los periodos prolongados de sequía y los climas calurosos generan que el césped con refuerzo de plástico no sean adecuados para su uso, debido a que el césped plantado en las aberturas de pavimentación generalmente experimentan estrés por calor severo, por lo que en periodos secos pueden causar su desaparición y esto puede llevar a la erosión del suelo en las aberturas del pavimento durante lluvias fuertes, por otro lado, el hormigón poroso consiste en una mezcla especialmente formulada de aglutinante de cemento portland, agregado uniforme de

capa abierta y agua, el cual, a diferencia del hormigón tradicional, estos no incluyen los áridos finos durante su producción, lo que conlleva a aumentar su capacidad de infiltración, por ende sus aplicaciones más comunes son para pavimentos de carretera debido a que su superficie proporciona niveles de ruido reducidos, produce menos pulverización y mejora la resistencia al deslizamiento, sin embargo los desafíos clave en el uso del hormigón poroso incluyen garantizar la resistencia y durabilidad adecuadas, y por lo general mayores costes de instalación. Respecto a estos resultados Nuñez et al. (2019), menciona que, para las zonas urbanas con mayor tránsito de personas, como aceras y paseos, se recomienda utilizar pavimentos discontinuos con junta abierta, ya que hacen más lento la escorrentía a la vez que permiten la infiltración a través de las juntas. Asimismo, Pérez C. (2015) en su libro “Construcción sostenible de espacio público” refiere que los pavimentos y juntas permeables como las baldosas y adoquines, tienen una gran capacidad de filtración y permiten caminar sin tropiezos y sin ruidos, además son permeables y porosos tanto al agua y el aire, lo que ocasiona que el agua se filtre directamente mediante ellos y sean conducidos a zonas ajardinadas como riego.

#### Tema 04: Las normativas que intervienen en los sistemas de drenaje urbano

De acuerdo al Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, la finalidad del drenaje superficial es alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transpirabilidad, los cuales deben tener en cuenta los daños ocasionados por la escorrentía, tales como las interrupciones en el funcionamiento de la carretera o de vías contiguas, debido a las inundaciones de su plataforma y como a los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas. Al respecto el Ing. Victor Vicman refiere que las escorrentías superficiales se dan debido a que las aguas pluviales urbanas no son evaporadas o no

pueden ser infiltradas al terreno, por lo que estas si no son canalizadas y tratadas adecuadamente van a recoger considerables cantidades de agentes contaminantes y van a generar episodios de inundaciones. De acuerdo a ello la Ley general de Drenaje Pluvial en el Artículo 6.- Sistema de drenaje pluvial, menciona que estos comprenden los componentes y procesos que permiten la gestión del agua pluvial, desde su captación hasta la evacuación o almacenamiento, con la finalidad de garantizar su sostenibilidad y promover la salud, bienestar y el desarrollo económico de los centros poblados. Teniendo en cuenta ello el Ing. Julio Navarro señala que es muy importante que las aguas pluviales sean transportadas hacia el sub suelo ya que estas aguas no deterioran las infraestructuras públicas y privadas y no se gastaría más dinero en volver a rehacer obras afectadas por estas aguas pluviales. Del mismo modo el Ing. Víctor Vicman considera que es importante el transporte de agua pluviales hacia el sub suelo, pero sería mucho mejor que se haga el transporte hacia los ríos o mares más cercanos. Tal como lo señala la Norma OS.060 donde menciona que estas aguas recolectadas por los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos naturales (mar, ríos, lagos, quebradas depresiones, etc.) o artificiales. Al respecto, el Ing. Jhon Anaya menciona que se debe de contar con un sistema de tratamiento de aguas pluviales, por lo que si no se cuenta se va a empeorar la calidad del agua de los ríos en los que son vertidos porque estas llegan después de haber arrastrado basura y desechos, y esto a su vez empeora la calidad de las actividades relacionadas con dichos ríos, por ejemplo, la extracción de agregados para la construcción. De modo similar el Ing. Julio Navarro manifiesta que de no contar con un sistema de tratamiento de aguas pluviales las principales desventajas son el deterioro de la infraestructura pública y privada y el no aprovechamiento del agua de lluvia. De acuerdo a ello la Ley general del ambiente, en el Artículo 122.- Del tratamiento de residuos líquidos, menciona que las entidades responsables de los servicios de saneamiento tienen la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales. Tal como lo sostiene Morote y

Hernández (2017) en su artículo “El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De viejas ideas a nuevos enfoques” donde mencionan que en la ciudad de Alicante la empresa encargada del suministro de agua (Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta –AMAEM-) ha demostrado atención por el uso y recolección de aguas pluviales para posteriormente reutilizarlos para determinados usos, de manera que se ha interpretado en una gestión más sostenible del uso del agua (menor uso de agua potable y reutilización de agua), lo cual puede servir de modelo para otras ciudades y áreas que presentan características similares en cuanto al clima y al suministro de agua, por lo que se tendrá un mejor conocimiento respecto a las cualidades de estos recursos, tanto de sus usos, sistemas de gestión y su potencial, los cuales mostrarían un evidente avance ante los posibles efectos del Cambio Climático en España mediante un modelo de planificación más sostenible y resiliente. Por otra parte, la ONU señala dentro los 17 objetivos de desarrollo sostenible, los cuales son de alcance mundial y de aplicación universal, donde respecto al objetivo 6: Agua limpia y saneamiento, menciona que se debe de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, así también en el objetivo 13: Acción climática, señala que se debe de adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Al respecto Dueñas (2018) en su artículo de investigación “Mitigación y adaptación para la reducción de los impactos del cambio climático en los espacios públicos – Urbanización La Campiña, Arequipa”, menciona que en el componente ambiental, los espacios públicos resultan ser una buena alternativa para la aplicación de proyectos de prevención, pudiendo aportar al equilibrio ambiental, ya que es donde el presupuesto del estado puede emplearse, así mismo diseñar planes de mitigación y adaptación al cambio climático a pesar de no ser obligatorios en nuestra legislación permitiría aumentar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y de las poblaciones vulnerables, asegurando su supervivencia y condiciones de vida saludable. Todo ello se puede corroborar con lo expuesto por Amparo et al. (2008) en su libro “Ciudades ambientales sostenibles”, donde

sostuvieron que, dentro de las políticas ambientales de los centros urbanos, se deben incluir de manera indispensable el espacio público, puesto que dicho concepto se fundamenta en el derecho colectivo de las personas para garantizar la mejora de la calidad de vida. Teniendo en cuenta ello la Ley general de Drenaje Pluvial, en el Artículo 11.- Plan Integral de Drenaje Pluvial, manifiesta que esta es una herramienta de gestión que orienta la organización físico - espacial de la infraestructura de drenaje pluvial, así como el desarrollo de la inversión pública y privada, en el ámbito provincial, para desarrollar sistemas de drenaje pluvial sostenibles, así como la mejora de los sistemas de drenaje pluvial existentes, por tanto los gobiernos locales de ámbito provincial son los encargados de formular el Plan Integral de Drenaje Pluvial, en concordancia con el Plan de Acondicionamiento Territorial, el Plan de Desarrollo Metropolitano, Plan de Desarrollo Urbano y/o Esquema de Ordenamiento Urbano según corresponda, enmarcado en el Plan de Desarrollo Regional Concertado. Al respecto Olcina et al. (2018) en su libro “Resiliencia en el ciclo urbano del agua. Extremos pluviométricos y adaptación al cambio climático en el ámbito mediterráneo” menciona que en los planes urbanísticos y de ordenación del territorio se debe de prestar una consideración especial a la información climática y a la organización del territorio entre los diversos usos y actividades, para procurar una mejor utilización de los recursos naturales y adaptar a las ciudades según las características bioclimáticas que estas posean, por lo que es indispensable introducir entre sus objetivos la prohibición y prevención de la degradación de los recursos naturales, en donde se debe plantear actuaciones como el Drenaje Urbano Sostenible, los cuales son alternativas que permiten la gestión de las aguas de escorrentía urbana en cuanto a su calidad, así como la mitigación de las inundaciones, ya que tienen como objetivo compensar los efectos que produce la impermeabilización de las ciudades sobre la cantidad y contaminación de la escorrentía de agua de lluvia causada, para que esta no experimente ningún deterioro y se elimine de forma natural, por lo menos parte de la carga contaminante que haya podido obtener durante

en el transcurso previo de la escorrentía urbana. Así también Nuñez et al. (2019) en su libro “Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible” señala que es necesario introducir los sistemas urbanos de drenaje sostenible a las normativas urbanísticas en sus diferentes niveles, como los planes territoriales (comunidades autónomas y confederaciones hidrográficas), los planes generales de ordenación urbana (Término municipal) y las ordenanzas municipales (Localidad). Al respecto la Ley n° 29338.- Ley de recursos hídricos, en el Artículo 85°. Certificación de aprovechamiento eficiente, menciona que la Autoridad Nacional otorga certificados de creatividad, innovación e implementación para la eficiencia del uso del agua a los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica que diseñen, desarrollen o implementen equipos, procedimientos o tecnologías que incrementen la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos, así como la conservación de bienes naturales y el mantenimiento adecuado y oportuno de la infraestructura hidráulica.

## V. CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de esta tesis permite señalar que la sustitución de superficies impermeables por los pavimentos ecológicos reduce las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén, ya que estos permiten gestionar las aguas de lluvia debido a su alta capacidad de permeabilidad, en ese contexto, se arriba a las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a la pluviometría local del barrio de Belén, las precipitaciones pluviales son factores que intervienen en los sistemas de drenaje urbano, toda vez que el agua que no es absorbida por el pavimento después de un evento meteorológico (escorrentía pluvial), queda como láminas de agua resultando ser un problema especialmente cuando se producen en forma intensa y en un corto lapso de tiempo, por lo que es indispensable considerar las condiciones climatológicas al momento de realizar el diseño hidráulico de un pavimento, de modo que a partir de la climatología local se obtiene información sobre el régimen de precipitaciones, tanto en la frecuencia y el volumen de agua afluyente; cabe indicar que prácticamente cualquier medida para el control de precipitaciones requiere primeramente identificar cuál será el área inundada con cierta frecuencia desde el punto de vista estadístico; lo cual es necesario para definir el tipo de pavimento a aplicarse. Por tanto, se concluye que es importante considerar los datos pluviométricos al momento de emplear pavimentos ecológicos en el barrio de Belén, como por ejemplo el espesor de las láminas de agua, ya que en los datos registrados durante los primeros meses del año se observó un patrón de lluvias constantes y de cantidades variadas, los cuales ocasionaron problemas de escorrentía y acumulaciones de agua en los pavimentos de los espacios públicos, del mismo modo, se observó que esta agua acumulada no se escurre, evapora o infiltra con rapidez, evidenciando una clara falencia en el diseño e infraestructura de estos pavimentos y que no permiten un desarrollo urbano óptimo.

2. En cuanto a las causas de las inundaciones pluviales en el Barrio Belén, estas están asociadas a la impermeabilización de los pavimentos tradicionales en los espacios públicos, y a la mala distribución de los mismos, ya que estos diseños de pavimentos no garantizan un adecuado funcionamiento, ocasionando que las aguas discurren a lo largo de los viales provocando la saturación de los sistemas de drenaje urbano y de saneamiento básico en periodos de lluvias intensas, debido a que estos funcionan conjuntamente como sistemas unitarios, los cuales presentan carencias funcionales en cuanto a su capacidad de evacuación y que no pueden asumir los caudales de las aguas pluviales, ya que transportan aguas residuales y pluviales por un único conducto, de manera que terminan manifestándose en forma de inundaciones, motivos por los cuales los espacios públicos se tornan inaccesibles en tiempos de lluvia; razón por el cual es necesario contar con información detallada acerca del clima con el fin de plantear políticas de adaptación. Todo ello ocasiona que las inundaciones pluviales en el Barrio Belén se conviertan en un problema extraordinario, debido a que su frecuencia de ocurrencia en tiempos de lluvia es mayor, y las autoridades no visualizan dicho problema con la importancia debida y toman decisiones sin evaluar los efectos a mediano y largo plazo. Por tanto, se deduce que la principal causa de las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén se da debido a la impermeabilización de los pisos, trayendo como resultado acumulaciones de agua en los pavimentos, lo que puede durar horas o días, hasta que comienza a evaporarse y el pavimento se recupera, los cuales producen de manera directa focos infecciosos y peligros en el tránsito de los ciudadanos; y de manera indirecta, pérdidas de grandes bienes materiales y grandes costes para reconstruir dichas infraestructuras que con el tiempo van deteriorándose de a poco, y que en consecuencia llegaría a interrumpir el tránsito de personas y automóviles, representando un claro estancamiento en el desarrollo urbano del Barrio Belén.



3. En cuanto a los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos, se muestran beneficios medio ambientales, económicos y estructurales; un claro ejemplo es que disminuyen la escorrentía ya que el pavimento absorbe toda la acumulación pluvial, y posteriormente ello se puede canalizar y evacuar para que la infraestructura no se deteriore, asimismo, otro beneficio aborda la mejora de la calidad ambiental, ya que el uso de químicos contaminantes presentes en los pavimentos tradicionales será reemplazado por algo ecológico, convirtiéndolo en un pavimento ecológico que es sano para el ambiente y además permita la libre filtración de las aguas lluvia sin provocar charcos o láminas de agua; del mismo modo, la aplicación de estos pavimentos reducirá el sellado del suelo, siempre en cuando sea realizada de manera eficiente y con los materiales correctos, con el fin de evitar los drenajes pluviales. Otro beneficio asociado al uso de pavimentos ecológicos, está relacionado con su capacidad de permitir la filtración de los contaminantes que producen los automóviles, y en consecuencia permitirá que no se contaminen las secciones adyacentes a los pavimentos ecológicos. Por tanto, el uso de pavimentos ecológicos en los espacios públicos, cuenta con múltiples funciones a favor del habitante urbano, la infraestructura y el medio ambiente, reduciendo los efectos de la contaminación en el agua de escorrentía, y siendo capaz de retener una alta gama de contaminantes. Finalmente, la textura que poseen los pavimentos ecológicos proporciona suficiente tracción para los vehículos y reducen el hidropneumático, aún con lluvia, brindando seguridad a los peatones y conductores; sin olvidar que este tipo de pavimentos son durables y resistentes en el tiempo, convirtiéndose en una herramienta innovadora en el desarrollo urbano de las ciudades.

4. En cuanto a las normativas que intervienen en los sistemas de drenaje urbano, son documentos aprobados que sirven para definir criterios técnicos acerca del drenaje pluvial, en donde se tiene, al Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, la Ley General de Drenaje Pluvial, la Norma Técnica OS. 0.60 de Drenaje Pluvial Urbano y la Ley general del ambiente, los cuales tienen como finalidad alejar las aguas pluviales de los espacios transitados, del mismo modo son empleados, para evitar el impacto negativo de las mismas, sobre su estabilidad, durabilidad y transpirabilidad, en donde se debe tener en cuenta los daños ocasionados por la escorrentía, tales como las interrupciones en el funcionamiento de las vías a causa de las inundaciones en su plataforma y como a los daños materiales a terceros. Por lo tanto se concluye que las normas mencionadas se adecuan para el control de los drenajes pluviales y las gestiones de escorrentía, tanto en las carreteras de bajo y alto volumen de tránsito, en esa línea, para el caso puntual del Barrio Belén es aplicable la Norma Técnica OS. 0.60 de Drenaje Pluvial Urbano, que tiene la finalidad de establecer los requerimientos para su diseño y los estudios del área empleada para el drenaje pluvial urbano, considerando el análisis y la conducción a un sistema receptor de aguas lluvia que se precipitan en dicha área urbana. De igual forma se observa que no existe ninguna normativa local, regional y nacional que haga mención sobre la aplicación o restauración de los pavimentos ecológicos dentro del Barrio de Belén u otras ciudades. Finalmente, todo proyecto de construcción en infraestructura de drenajes pluviales, debe estar regidas por las normativas antes explicadas y deben de seguir las recomendaciones establecidas por las mismas, esto para que tenga una garantía, funcionalidad y un desarrollo exitoso dentro de los espacios públicos.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener datos más completos acerca del comportamiento hidrológico, se recomienda el uso de pluviógrafos, ya que este instrumento meteorológico a diferencia del pluviómetro no solamente permite medir la cantidad de precipitaciones caídas durante un periodo determinado de tiempo, sino que también posibilita registrar la intensidad de las precipitaciones, así como su variación en el tiempo. Así mismo se recomienda la instalación de más estaciones meteorológicas en distintos puntos de la provincia de Huaraz, donde es necesario resaltar que deben de estar en constante mantenimiento para que se registren datos precisos.
- El estudio realizado en la presente investigación señala que al momento de realizar proyectos urbanos en cuanto a sistemas de drenaje urbano se debe de tener en cuenta a los fenómenos atmosféricos como son las precipitaciones pluviales, por lo que se recomienda a los profesionales y/o autoridades encargadas de realizar obras de pavimentación, obtener datos pluviométricos de acuerdo a la zona, esto para prevenir los rápidos deterioros de los materiales empleados, así como dotar de un buen diseño de estos.
- Se recomienda implementar normativas urbanísticas en los planes territoriales, planes generales de ordenación urbana y ordenanzas municipales, relacionadas acerca de la aplicación de sistemas urbanos de drenaje sostenible como son los pavimentos ecológicos permeables, debido a que en países europeos la aplicación de este tipo de normativas está ocasionando múltiples beneficios ambientales, así como la gestión sostenible del agua de lluvia y la mitigación a los efectos del cambio climático.

- Uno de los mayores desafíos de las ciudades en la actualidad es la adaptación al cambio climático, por lo que se recomienda continuar en la investigación acerca de los pavimentos ecológicos permeables, específicamente en el caso de las baldosas cerámicas permeables, ya que estas presentan diversas cualidades que le permiten usarse en procesos de reurbanización o regeneración de vías públicas para reaprovechar el agua de lluvia.
- Se recomienda realizar campañas de difusión a escala local, regional y nacional acerca del desarrollo e implementación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, a partir del uso innovador de pavimentos ecológicos permeables en el ámbito urbano.

## REFERENCIAS

- Amparo, G., Lodoño, B. y Herrera, G. (2008). *Ciudades ambientales sostenibles*. Universidad del Rosario.
- Aragón Durand, F. (2014). *Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina*. Soluciones Prácticas.
- Arnaudo, R. (2009). *Espacios públicos y cohesión social*. Universidad Alberto Hurtado.
- Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). *Proceso regional de las Américas foro mundial del agua 2018: América latina y el Caribe, resumen ejecutivo*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001028>
- Bazán Tarrillo, E. J. (2017). Estrategias para potenciar el desarrollo y gestión de los espacios públicos del sector Santa Rosa - Distrito de Moche. *UCV - Scienti*, 9(1). <http://dx.doi.org/10.18050/RevUcv-Scientia.v9n1a3>
- CAF, Banco de Desarrollo de América Latina (04 de octubre de 2016). *América Latina puede 'cerrarle el grifo' a las inundaciones urbanas*. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/10/america-latina-puede-cerrarle-el-grifo-a-las-inundaciones-urbanas/>
- CELAC, Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (2018). *Estrategia Regional para la Gestión del Riesgo de Desastres en el Sector Agrícola y la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe (2018 - 2030)*. <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1116428/>
- Calama González, C., Calama Rodríguez, J. M., Cañas Palop, C. (2018). Hydrological rehabilitation of neighbourhoods using sustainable urban drainage systems. *Anales de Edificación*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.20868/ade.2018.3729>
- Cubides, E. D. y 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. <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3813>
- Dueñas Silva, M. K. (2018). Mitigación y adaptación para la reducción de los impactos del cambio climático en los espacios públicos-urbanización La Campiña, Arequipa. *Arquitek*, 1(13), 46-55. <http://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/arquitek/article/view/29>

- Dunin Borkowski, A. S., Cuentas Romero, M. A., Tavera Medina, T., y Vargas Chunga, F. (2019). Espacios públicos: estudio del distrito de Santiago de Surco en Lima, Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (3), 105-138. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.201901.005>
- Empresa de Transformación Agraria, S.A. (2015). *Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados*. Empresa de Transformación Agraria, S.A.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de Investigación: manuales autoformativos interactivo*. Universidad Continental.
- García, F. (2019). *Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación*. Instituto Juan de Herrera.
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Ediciones Infinito.
- Giraldo Ospina, T. y Vásquez Varela, L. R. (2021). Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30 (1): 158-177. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n1.84320>
- Gonzáles Ávila, M. (2002). Aspectos éticos de la investigación cualitativa. *Revista Iberoamericana de educación*, 29, 85-104. <https://rieoei.org/RIE/article/view/952>
- Herrera, C. y Yumha, J. (2017). *Manual de elementos urbanos sustentables*. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL / Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Jato Espino, D. (2016). *Hydrological modelling of urban catchments under climate change for the design of a spatial decision support system to mitigate flooding using pervious pavements meeting the principles of sustainability* [Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria]. <http://hdl.handle.net/10902/9642>
- Jato Espino, D., Sillanpää, N., Andrés-Doménech, I. y Rodríguez Hernández, J. (2018). Flood Risk Assessment in Urban Catchments Using Multiple Regression Analysis. *Journal of water resources planning and management*, 144(2). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000874](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000874)

- Juárez Badillo, E. y Rico Rodríguez, A. (2004). *Mecánica de suelos: teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos*. Limusa.
- Lara García, A. y Prieto-Thomas, A. (2014). Integración de sistemas urbanos de drenaje sostenible en la rehabilitación del espacio urbano. *Greencities & sostenibilidad*, 291-313. <http://aulagreencities.coamalaga.es/wp-content/uploads/2014/10/23.-AQUA-RIBA.pdf>
- Libélula, Comunicación Ambiente y Desarrollo S.A.C (2018). *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Arequipa Metropolitana*. Corporación Andina de Fomento.
- López, I. y Melgarejo, J. (2020). *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. Universitat d'Alacant.
- López-Ortiz, M. y Melgarejo, J. (2020). *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes* [Tesis de doctorado, Universidad de Alicante]. <http://hdl.handle.net/10045/109017>
- Mendoza Alarcón, C. P. (2019). *Factores urbanos ambientales en la calidad del espacio público de influencia en la autoestima colectiva social en el asentamiento humano Laura Caller en el distrito de los Olivos* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3709>
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana.
- Morote Seguido, A. F. y Hernández Hernández, M. (2017). El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De viejas ideas a nuevos enfoques. *Papeles de Geografía*, (1), 7–25. <https://doi.org/10.6018/geografia/2017/279451>
- Mullaney, J. y Lucke, T. (2014). Practical Review of Pervious Pavement Designs. *CLEAN - Soil, Air, Water: a Journal of Sustainability and Environmental Safety*, 42(2), 111–124. <https://doi.org/10.1002/clen.201300118>
- Muñoz Miranda, F. (2018). *Gestión sostenible de los vacíos urbanos del sector 14 barrio Mollepampa Cajamarca* [Tesis de doctorado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/30748>
- Nieuwland, B., y Mamani, J. (2017). Las lomas de Lima: enfocando ecosistemas desérticos como espacios abiertos en Lima metropolitana. *Espacio Y Desarrollo*, (29), 109-133. <https://doi.org/10.18800/espaciodesarrollo.201701.005>

- Noreña Peña, A. L., Alcázar Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo Malpica, D. M. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 12(3), 263-274. <https://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/1824>
- Núñez Collado, A., Salgado Cámara, A., Martín Anta, D., Prieto Leache, I., Montoya Rodríguez, J., Ferreiro Gómez, P. y Soler Gómez, V. (2019). *Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible*. Ministerio para la Transición Ecológica.
- Olcina Cantos, J., Campos Rosique, A., Casals del Busto, I., López Cuervo, J. A., Rodríguez Mateos, M. y Martínez Puentes, M. (2018). *Resiliencia en el ciclo urbano del agua. Extremos pluviométricos y adaptación al cambio climático en el ámbito mediterráneo*. Fundación Aquae.
- Pérez Cambra, M. (2015). *Construcción sostenible de espacio público*. Iniciativa Digital Politécnica.
- Pérez Carmona, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Eco ediciones.
- Quintana Peña, A. (2006). *Metodología de investigación científica cualitativa*. UNMSM.
- Rodríguez, I., Cuevas, M., Moreno, B., Martínez, G. y Muñoz, A. (2007). *Guía para la integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano*. Universidad de Granada.
- Rodríguez Rojas, M. (2019). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible una oportunidad para la planificación de ciudades sensibles al agua. *Revista de Obras Públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos*, 166 (3607), 14-20. [http://ropdigital.ciccp.es/detalle\\_articulo.php?registro=20030&numero\\_revisita=3607&anio=2019&anio\\_ini=2010&anio\\_fin=2019](http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=20030&numero_revisita=3607&anio=2019&anio_ini=2010&anio_fin=2019)
- Rosas Lusett, M. A. (2019). *Confort en el litoral costero: circulaciones peatonales en Barcelona*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Rubio Herrera, S. y Guerrero Padilla, A. (2017). Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario ante el cambio climático sismos tsunamis e inundaciones de la ciudad de Trujillo, La Libertad. *Revista ciencia y tecnología*, 13(1), 43-54. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1845>
- Rueda, S. (2012). *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



- Sañudo Fontaneda, L. A. (2014). *Análisis de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en origen de inundaciones* [Tesis de doctorado, Universidad de Cantabria]. <http://hdl.handle.net/10902/5053>
- Soriano Martínez, L. (2015). *Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: Aplicación a la ciudad de Zaragoza* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. <http://oa.upm.es/38474/>
- Takano, G. y Tokeshi, J. (2007). *Espacio público en la ciudad popular: reflexiones y experiencias desde el sur*. DESCO
- Tucci, C. y Bertoni, J. (2007). *Gestión de Inundaciones Urbanas*. Evangraf.
- Velarde Herz, F. A. (2017). El espacio público en la ciudad popular: la vida entre laderas. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 46(3), 471-488. <https://doi.org/10.4000/bifea.8851>
- Zucchetti, A. y Freundt, D. (2019). *Ciudades del Perú. Primer Reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018. Con un enfoque de sostenibilidad y resiliencia*. Periferia.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS DE TRABAJO
LA APLICACIÓN DE PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES Y LOS ESPACIOS PÚBLICOS EN EL BARRIO DE BELÉN - HUARAZ, 2021.	Pregunta Principal ¿De qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén?	Objetivo General Evaluar de qué manera la aplicación de pavimentos ecológicos permeables influye en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén - Huaraz, 2021.	Ht = La sustitución de superficies impermeables por pavimentos ecológicos permeables influye positivamente en las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén mediante la infiltración del agua de lluvia hacia el terreno.
	Preguntas Derivadas 1. ¿Cuál es la importancia de la pluviometría local en el sistema de drenaje urbano? 2. ¿Cuáles son las causas de las inundaciones pluviales en el barrio Belén? 3. ¿Cuáles son los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos? 4. ¿Qué normativas existentes intervienen en el sistema de drenaje urbano?	Objetivos Específicos 1. Identificar la importancia de la pluviometría local en el sistema de drenaje urbano. 2. Analizar las causas de las inundaciones pluviales en el barrio Belén. 3. Conocer los beneficios aplicativos de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos. 4. Identificar las normativas existentes que intervienen en el sistema de drenaje urbano.	



## ANEXO 3

### FORMATO DE ENTREVISTA AL USUARIO



#### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

Este cuestionario es parte de un proceso de investigación realizado como parte de la asignatura proyecto de investigación, con la finalidad de conocer e identificar cuáles son las concepciones que tienen los residentes y trabajadores del barrio de Belén con respecto a los espacios públicos en tiempos de lluvia. La información que nos proporcione será confidencial, únicamente las personas autorizadas tendrán derecho a manejarla.

Le agradecemos de antemano la información brindada y tendremos la mayor discreción posible con los resultados que arroje dicho cuestionario.

**Instrucciones:** A continuación, se le hará una serie de preguntas las cuales deberá responderlas según su criterio.

#### CATEGORÍA: ESPACIOS PÚBLICOS

1. Rango de edad

- 15 a 24 años
- 25 a 34 años
- 35 a 44 años
- 45 a 54 años
- 55 a 64 años

2. Género

- Masculino
- Femenino

3. ¿Qué tiempo lleva usted viviendo en el barrio de Belén?

---

4. ¿Usted hace uso de los espacios públicos del barrio de Belén? ¿Con qué frecuencia?

---

---

---

5. ¿Usted puede transitar con normalidad por los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia? ¿Por qué?

---

---

---

6. ¿Qué tipo de actividades realiza usted dentro de los espacios públicos?

---

---

---

7. ¿Qué opina usted acerca del estado de conservación de las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén?

---

---

---

8. ¿Cree usted que el material que se usa en las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén es el adecuado en tiempo de lluvia? ¿Por qué?

---

---

---

9. ¿Qué entiende usted por superficie absorbente en los espacios públicos?

---

---

---

10. ¿Qué opina usted acerca de la aplicación de pisos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos del barrio de Belén?

---

---

---

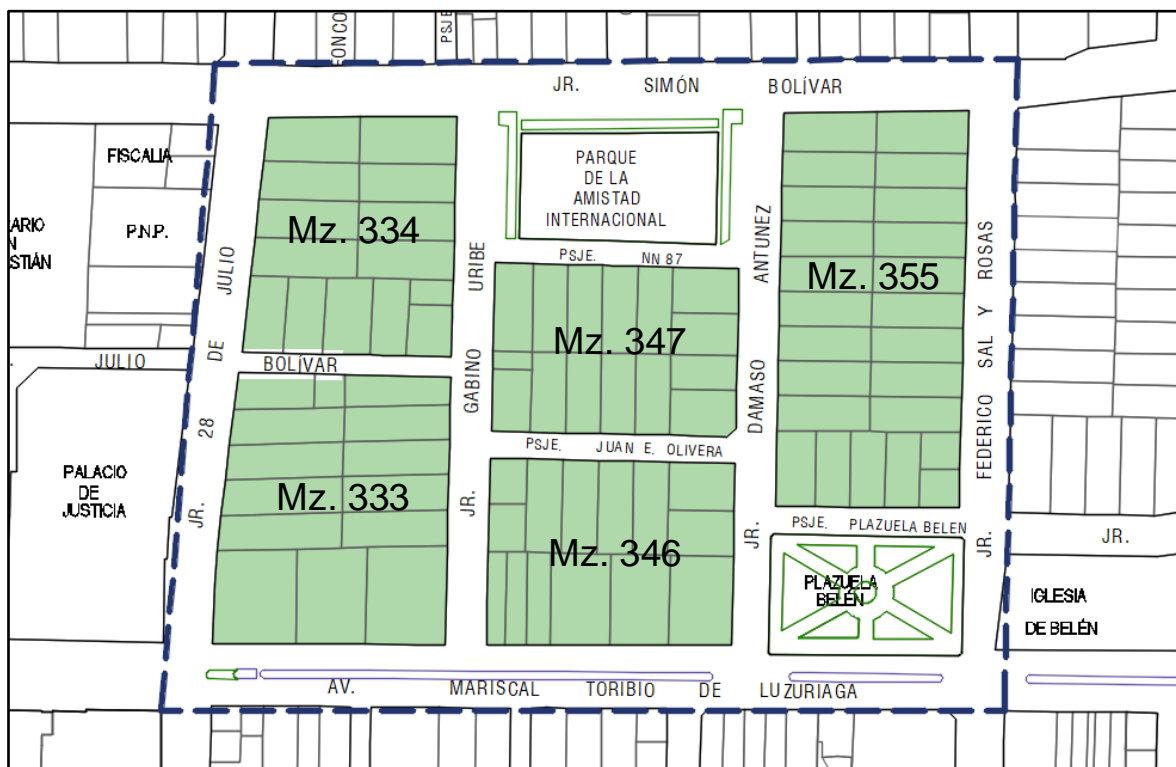
11. ¿Cree usted necesaria la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes? ¿Por qué?

---

---

---

12. Señale usted en que zona del sector remarcado existe mayor acumulación de aguas pluviales:



Muchas gracias por su participación y el tiempo dedicado a esta entrevista.

ANEXO 4  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Yo, ROQUE GARCIA URRUTIA OLAVARRIA con D.N.I. N°:10585544, especialista en GESTION VIAL Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCION MODERNA, ostento el grado de **MAGISTER EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCION MODERNA** y ejerzo la carrera profesional en CONSULTORIA DE PROYECTOS VIALES, COMO EMPRESA Y COMO PERSONA NATUARAL. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento **"CUESTIONARIO GUÍA"** que será aplicado en el mes de abril 2021 – mayo 2021, en el desarrollo de la investigación de los alumnos De La Cruz Sánchez Steve y Quiñones Castañeda Claudio.


Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

LOS INDICADORES DEL CUESTIONARIO GUIA , PERMITIRIAN TENER UNA APROXIMACION EN LA DATA QUE FORMARA PARTE DEL PRESENTE INFORME DE INVESTIGACION , Y SU APLICACIÓN DE LA MISMA REDUCIRA LAS INUNDACIONES PLUVIALES EN LOS ESPACIOS PUBLICOS DEL BARRIO DE BELEN-HUARAZ -2021, LOS PAVIMENTOS TANTO RIGIDOS, FLEXIBLES Y ARTICULADOS , SU DURABILIDAD ESTA CONDICIONADA A UN BUEN DRENAJE ( EL ENEMIGO NUMERO UNO DE UN PAVIMENTO ES EL AGUA), EL PAVIMENTO PROPUESTO ( BALDOSA), CUMPLE COMO FUNCION REDUCIR LOS CHARCOS E INDUNDACIONES AL CONTENER UN MAYOR COEFICIENTE DE ABSORCION Y NINGUNA CONTAMINACION, CONTENIENDO UN PH = 7 ( NEUTRO ) PERMITIENDO UNA MEJORA (REDUCCION), DEL VOLUMEN PRODUCIDO POR LAS LLUVIAS Y COMO CONSECUENCIA PERMITIR LA TRANSITABILIDAD EN PISTAS Y VEREDAS DEL BARRIO DE BELEN DE MANERA OPTIMA.

  
ROQUE JESUS LEONARDO  
GARCIA URRUTIA OLAVARRIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 40561

MG: ROQUE GARCIA URRUTIA OLAVARRIA

CIP: 40561

<b>tulo del informe de investigación</b>	La aplicación de Baldosas Ecológicas y los Espacios Públicos en el barrio de Belén - Huaraz, 2021.											
<b>Objetivo General</b>	Evaluar de qué manera la aplicación de baldosas ecológicas reducirá las inundaciones pluviales en los espacios públicos del barrio de Belén - Huaraz, 2021.											
Ítems	Criterios a evaluar										Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)	
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende			
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		
1. Rango de edad	X		X		X		X		X			
2. Género	X		X		X		X		X			
3. ¿Qué tiempo lleva usted viviendo en el barrio de Belén?	X		X		X		X		X			
4. ¿Usted hace uso de los espacios públicos del barrio de Belén? ¿Con qué frecuencia?	X		X		X		X		X			
5. ¿Usted puede transitar con normalidad en los espacios públicos del barrio de Belén en tiempos de lluvia? ¿Por qué?	X		X		X		X		X			
6. ¿Qué tipo de actividades realiza usted dentro de los espacios públicos?	X		X		X		X		X			
7. ¿Qué opina usted acerca del estado de conservación de las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén?	X		X		X		X		X			
8. ¿Cree usted que el material que se usa en las pistas, veredas y pisos de los espacios públicos del barrio de Belén es el adecuado en tiempo de lluvia? ¿Por qué?	X		X		X		X		X			
9. ¿Qué entiende usted por piso o material absorbente en los espacios públicos?	X		X		X		X		X			
10. ¿Qué opina usted acerca de la aplicación de pisos que absorben el agua de lluvia en los espacios públicos del barrio de Belén?	X		X		X		X		X			
11. ¿Cree usted necesaria la reutilización del agua de lluvia para las áreas verdes? ¿Por qué?	X		X		X		X		X			
12. Señale usted en que zona del sector remarcado existe mayor acumulación de aguas pluviales.	X		X		X		X		X			
<b>Aspectos Generales</b>										Si	No	*****
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario										X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación										X		
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial										X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir										X		
<b>VALIDEZ</b>												
APLICABLE					X		NO APLICABLE					
<b>APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>												
Validado por: MG: ROQUE GARCÍA URRUTIA OLAVARRIA					INGENIERO CIVIL CON CIP: 40561				Fecha: 03 DE MAYO 2021			
Firma:  ROQUE JESUS LEONARDO GARCIA URRUTIA OLAVARRIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 40561					Teléfono: CEL 996415225				e-mail: sup_roque77@hotmail.com			



## ANEXO 5

### ENTREVISTA AL EXPERTO



#### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

Reciba un cordial saludo de los alumnos de la UCV, así como nuestro sincero agradecimiento por el tiempo que le tomará responder las interrogantes que le planteamos a continuación, y que tiene como propósito obtener valiosa información que usted nos pueda brindar y que nos permitirá ser coherentes en realizar un proyecto en concordancia con los sistemas de drenaje pluvial urbano en los espacios públicos.

Le agradecemos nuevamente por su participación y aportes.

Adjunta se encuentra las preguntas que deberá responder de acuerdo a lo solicitado en cada uno de los enunciados.

#### DATOS DEL ESPECIALISTA

Nombre:
Lugar de trabajo:
Cargo:
Profesión y/o especialidad:

#### CATEGORÍA: ESPACIOS PÚBLICOS

1. ¿Según su perspectiva en qué medida las intensas lluvias afectan a los espacios públicos?

---

---

---

2. ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias que puede traer la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano en una zona que exista altos índices de precipitaciones pluviales?

---

---

---

3. ¿Cuáles cree usted que son las desventajas de no contar con un sistema de tratamiento de las aguas pluviales?

---

---

---

4. ¿Existen estrategias para gestionar las escorrentías en los espacios públicos?

---

---

---

5. ¿Cree usted que es importante el transporte de las aguas pluviales hacia el subsuelo?

---

---

---

**CATEGORÍA: PAVIMENTOS ECOLÓGICOS PERMEABLES**

6. ¿Cuál cree usted que son las ventajas de contar con pavimentos ecológicos en los espacios públicos?

---

---

---

7. ¿Qué opina usted acerca de la permeabilidad de los pavimentos ecológicos en los espacios públicos?

---

---

---

8. ¿Cree usted que la aplicación de este material reducirá el riesgo de inundaciones ante las intensas lluvias?

---

---

---

9. ¿Según su perspectiva en qué medida se puede reutilizar el agua de lluvia mediante la aplicación de este material?

---

---

---

10. ¿Considera usted que el empleo de los pavimentos ecológicos disminuirá la escorrentía en los espacios públicos?

---

---

---

11. ¿Cree usted que la aplicación de baldosas ecológicas mejorará la calidad ambiental de los espacios públicos?

---

---

---

12. ¿Cree usted que el empleo de las baldosas ecológicas en los espacios públicos reducirá el sellado del suelo?





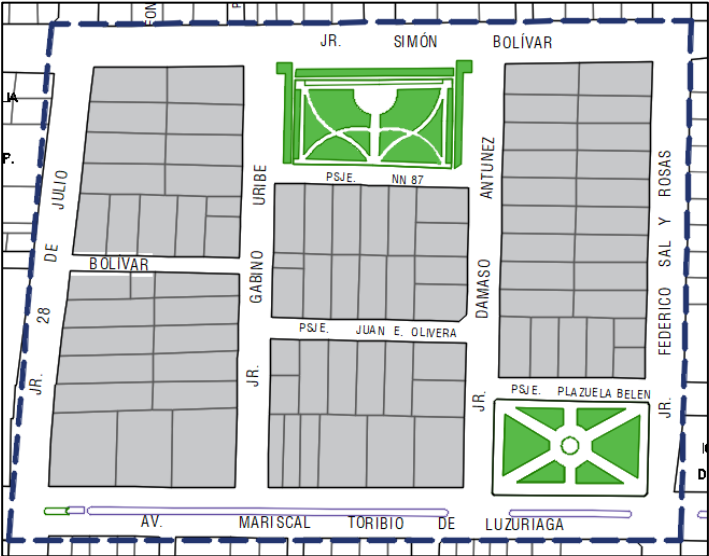


---

---

---


ANEXO 6

FORMATO DE BITÁCORA DE OBSERVACIÓN

<b>OBJETIVO:</b>			
<b>INSTRUMENTO:</b> BITÁCORA DE OBSERVACIÓN		<b>CATEGORÍA:</b>	<b>SUBCATEGORÍA:</b>
REGISTRO FOTOGRÁFICO			<b>CÓDIGO:</b>
			<b>DESCRIPCIÓN</b>
			..... ..... ..... ..... ..... ..... .....
			
			
	<b>AUTORES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.</li> <li>• QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.</li> </ul>		<b>DOCENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.</li> </ul>
			<b>HOJA:</b>




ANEXO 7

FORMATO DE FICHA DOCUMENTAL NORMATIVA




OBJETIVO:	
INSTRUMENTO: <b>FICHA DOCUMENTAL – NORMATIVA</b>	<b>CATEGORÍA:</b>
SUBCATEGORÍA:	<b>CÓDIGO:</b>
NORMATIVA 2	
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
NORMATIVA 2	
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
	<b>AUTORES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• DE LA CRUZ SANCHEZ, Steve.</li><li>• QUIÑONES CASTAÑEDA, Claudio.</li></ul>
	<b>DOCENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mg. Arq. MONTAÑEZ GONZALES, Juan.</li></ul>

ANEXO 8

FORMATO DE FICHA DOCUMENTAL CASOS

INSTRUMENTO: FICHA DOCUMENTAL- CASOS	PROYECTOS					
	PROYECTO 1		PROYECTO 2		PROYECTO 3	
	..... ..... ..... .....		..... ..... ..... .....		..... ..... ..... .....	
						
REDUCCIÓN DE INUNDACIÓN	..... .....		..... .....		..... .....	
REUTILIZACIÓN DEL AGUA	..... .....		..... .....		..... .....	
DISMINUCIÓN DE ESCORRENTÍA	..... .....		..... .....		..... .....	
CALIDAD AMBIENTAL	..... .....		..... .....		..... .....	
REDUCCIÓN DEL SELLADO	..... .....		..... .....		..... .....	

ANEXO 9  
FORMATO DE FICHA TÉCNICA

INSTRUMENTO: FICHA TÉCNICA	MATERIALES					
	MATERIAL 1		MATERIAL 2		MATERIAL 3	
TIPOLOGÍA	..... .....		..... .....		..... .....	
DISEÑO	..... .....		..... .....		..... .....	
MANTENIMIENTO	..... .....		..... .....		..... .....	
PERMEABILIDAD	..... .....		..... .....		..... .....	
REPARABILIDAD	..... .....		..... .....		..... .....	
VENTAJAS	..... .....		..... .....		..... .....	

ANEXO 10

REGISTRO FOTOGRÁFICO

APLICANDO EL PLUVIOMETRO



APLICANDO LAS ENTREVISTAS A LOS USUARIOS

