ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA PRIVADA

TOULOUSE LAUTREC

DISEÑO DE BARRERAS MODULARES BIODEGRADABLES PARA DESVIACIÓN Y CONTENCIÓN DE AGUA PLUVIAL PARA PREVENIR EL COLAPSO DE LOS DRENAJES PLUVIALES EN EL CENTRO POBLADO DE CAJAS CHICO, DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN

Tesis para obtener el título Profesional Licenciado en Dirección y Diseño Gráfico

AUTOR:

JOSÉ BENJAMIN LUDEÑA CLEMENTE

(https://orcid.org/0009-0006-7652-9447)

Tesis para obtener el título Profesional Licenciado en Arquitectura de Interiores

AUTOR:

SARAI FIDELA SALVADOR CARLOS

(https://orcid.org/0000-0002-3275-4654)

ASESOR:

GIOVANNA GUZMAN DE LAMA

(https://orcid.org/0000-0002-5641-8938)

Lima-Perú

Febrero 2025

01 EQUIPO_SARAI_BENJAMIN_LLUVIAS ALCANTARILLADO_21-01-2025.docx

Desarrollo Educativo S.A. Instituto Toulouse Lautrec

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::11391:445961023

Fecha de entrega
4 abr 2025, 6:52 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
4 abr 2025, 6:53 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
01 EQUIPO_SARAI_BENJAMIN_LLUVIAS ALCANTARILLADO_21-01-2025.docx

Tamaño de archivo
6.8 MB

45 Páginas

9079 Palabras

53.327 Caracteres

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text

Top Sources

20% Internet sources
4% Publications
13% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Tabla de contenido

Lista de Tablas 4

Lista de Figuras 5

Resumen 6

Abstract 7

Capítulo I: El Problema 8

1.1. 8

1.2. Justificación 9

1.2.1 Justificación social 10

1.2.2. Justificación personal 10

1.2. 11

1.2.1. Pregunta general 11

1.3. 11

1.3.1. Objetivo general 11

1.3.2. Objetivos específicos. 12

Capítulo II: Marco Teórico 13

2.1. Mapa de Literatura 13

2.2. Antecedentes de Investigación 13

2.2.1. Antecedentes internacionales 13

2.3. Desarrollo de la Perspectiva Teórica 20

2.3.1. Diseño de barreras modulares biodegradables 20

2.3.2. Colapso de los drenajes pluviales 22

Capítulo III: Metodología 26

3.1. Muestra, Unidad de Análisis y Muestreo 26

3.2. Diseño de Investigación 27

3.3. Operacionalización de Variables 28

3.4. Consentimiento Informado 28

3.5. Procedimiento para Recolectar y Analizar los Datos 29

Capítulo IV: Resultados 31

4.1. Análisis de Resultados 31

4.2. Discusión de Resultados 35

4.3. Propuesta Tentativa 35

Referencias 40

Anexos 43

Lista de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de Variables 29

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de la literatura 13

Figura 2 Primer Objetivo. Principios de diseño, sostenibilidad y funcionalidad. 32

Figura 3. Nube de palabras. Segundo Objetivo. Factibilidad técnica, económica y operativa; impacto ambiental 33

Figura 4. Nube de palabras. Tercer Objetivo. Perspectivas sociales, necesidades locales y aceptación comunitaria. 34

Figura 5. Perfiles de aluminio con anclaje de pernos y goma de caucho para el montaje de las barreras modulares 36

Figura 6. Montaje de las barreras modulares y reforzadas en la parte superior de los perfiles 37

Figura 7. Tipología de vivienda en el Centro Poblado de Cajas Chico del distrito de Huancayo- Huancayo 37

Resumen

Las inundaciones y el colapso de los sistemas de drenaje en comunidades vulnerables presentan problemas ambientales y sociales que amenazan la infraestructura y la calidad de vida. Considerando este problema, este estudio tiene como objetivo desarrollar barreras modulares biodegradables para la desviación y contención del agua de lluvia, que ofrezcan una solución nueva y sostenible. Los objetivos fueron: diseñar barreras resistentes, duraderas, fáciles de instalar y adaptables a distintos contextos; evaluar su viabilidad técnica, económica y operativa; y analizar la aceptación comunitaria y el impacto ambiental asociado.

Para lograr estos objetivos se utilizó un enfoque cualitativo que combina la investigación fenomenológica con el análisis de casos hipotéticos. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a cuatro expertos en ingeniería y arquitectura seleccionados en función de su experiencia y disponibilidad para recopilar información detallada sobre diseño, sostenibilidad y funcionalidad. Además, se revisaron estudios previos para construir un marco conceptual sólido y contextualizar la problemática en un escenario teórico.

Los resultados teóricos indican que el modelo propuesto tiene un alto potencial de para desviación y aprovechamiento del agua de lluvia, además de ofrecer ventajas en relación a los costos y la sostenibilidad ambiental de las soluciones tradicionales. Los expertos coincidieron en la viabilidad de usar materiales ecológicos, destacando la resistencia, facilidad de montaje y adaptabilidad a diversos contextos climáticos y geográficos.

En la discusión se enfatiza que, aunque la investigación es teórica y no hay pruebas experimentales, la integración de perspectivas refuerza la credibilidad del modelo. Se recomienda a las investigaciones futuras prácticas que validen y optimicen este diseño, promoviendo la participación comunitaria en la implementación de soluciones sostenibles para garantizar su replicabilidad y eficacia a largo plazo.

Palabras clave: Inundaciones, barreras modulares, sostenibilidad, viabilidad, comunidad

Abstract

This research presents a theoretical investigation into the development of modular biodegradable barriers as a sustainable solution for managing pluvial water in vulnerable communities. Amid increasingly frequent torrential rains and the resulting collapse of traditional drainage systems, this study explores an innovative approach to mitigate flood impacts while reducing environmental degradation. A qualitative methodology was employed, combining a phenomenological approach with a hypothetical case analysis. Data were gathered through semi-structured interviews with four experts in engineering and architecture, supplemented by an extensive review of the existing literature. These insights helped establish design criteria emphasizing resilience, ease of installation, and adaptability to various climatic conditions.

The theoretical analysis indicates that utilizing biodegradable materials can offer significant advantages in cost efficiency and environmental sustainability compared to conventional flood management systems. Although the study remains entirely theoretical—with no experimental validation—the integration of expert perspectives provides a robust conceptual framework for the proposed model. The findings suggest that such barriers have the potential to effectively divert and contain rainwater, thereby reducing infrastructure damage and enhancing community resilience. Future empirical research is recommended to validate and optimize the model, ensuring its applicability and scalability in real-world settings. This investigation contributes to sustainable urban planning and water resource management by offering a novel, eco-friendly alternative to address the challenges posed by extreme weather events.

Keywords: Flooding, biodegradable barriers, sustainability, technical feasibility, community

Capítulo I: El Problema

En este capítulo se analizaron los problemas asociados al colapso de los drenajes pluviales en el centro poblado de Cajas Chico, ubicado en la ciudad de Huancayo. Este fenómeno genera múltiples consecuencias negativas, tales como pérdidas materiales, inundación de las principales vías de acceso y contaminación por residuos sólidos transportados por las aguas residuales. Asimismo, se exploran posibles soluciones orientadas a mitigar estos efectos adversos mediante el diseño y desarrollo de barreras modulares biodegradables, cuya implementación busca beneficiar directamente a la comunidad afectada.

1.1. Planteamiento del Problema

El colapso de los drenajes pluviales es un problema recurrente en diversas ciudades, especialmente zonas vulnerables de bajos recursos. Este fenómeno genera no solo pérdidas materiales, sino también riesgos para la salud pública debido al desbordamiento de aguas residuales que contaminan el entorno. Un informe publicado en un periódico local, indica que el sistema de drenaje de la ciudad colapsó en diversas áreas de la ciudad de Huancayo provocando que las aguas residuales se desbordaran tanto de las alcantarillas pluviales como de las domésticas. Esta situación no solo agrava los daños en las viviendas y comercios, sino que también aumenta el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua estancada y la contaminación

De acuerdo con (De Macedo, M., Júnior, M., Jochelavicius, V., De Oliveira, T., & Mendiondo, E., 2022), quienes consideraron que el acelerado proceso de urbanización y el cambio climático provocan modificaciones en las cuencas urbanas y estas disminuyen la capacidad del suelo para infiltrar agua y aumentan la escorrentía como la concentración de contaminantes. Estos fenómenos agravan los riesgos de deslizamientos e inundaciones cuando se producen precipitaciones extremas, que serán cada vez más intensas y frecuentes. Las ciudades, debido a su alta densidad de población y a infraestructuras vulnerables, se ven

especialmente afectadas. En esa línea, en la ciudad de Huancayo se ve que la combinación del crecimiento urbano y la evacuación de residuos sólidos expondrá a más de X de personas al riesgo de inundaciones.

Según estudios locales, más del 75% de las obstrucciones en los sistemas de drenaje son causadas por residuos sólidos, con un 40% de esos residuos provenientes de plásticos (Ministerio de vivienda, 2021). Aunque la infraestructura de drenaje en muchas de estas áreas es insuficiente para manejar grandes cantidades de agua pluvial, es fundamental abordar los efectos inmediatos de las inundaciones. De esta manera, se necesita una solución que, aunque no resuelva el problema estructural del sistema de drenaje, ayude a mitigar los impactos inmediatos de las inundaciones y a proteger a las comunidades vulnerables en situaciones de lluvias intensas.

Como propuesta, el diseño e implementación de barreras modulares biodegradables para la desviación y contención de agua pluvial se presenta como una solución eficaz para mitigar los impactos inmediatos de las inundaciones en zonas vulnerables. Estas barreras están pensadas para complementar los sistemas de drenaje existentes, ayudando a redirigir el agua de manera controlada y evitando su acumulación en áreas críticas como viviendas y comercios. Fabricadas con materiales biodegradables, las barreras no solo ofrecen una respuesta temporal ante las inundaciones, sino que también contribuyen a la reducción de residuos plásticos y promueven la sostenibilidad. Si bien no solucionan el problema estructural del colapso de drenajes, las barreras modulares ayudan a reducir los daños en las viviendas y mejoran las condiciones de vida de las familias en comunidades con recursos limitados, ofreciendo una alternativa, accesible económica y de fácil implementación.

1.2. Justificación

La presente investigación se centra en los daños y las consecuencias del colapso de los drenajes pluviales a causa de las constantes lluvias en el Centro Poblado de Cajas Chico,

distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín. Por este motivo se propone la instalación de barreras modulares biodegradables para desviación y contención de agua pluvial a fin de prevenir el colapso de los drenajes pluviales, las pérdidas materiales, las inundaciones y la contaminación por residuos sólidos.

1.2.1 Justificación social

La insuficiencia de viviendas adecuadas y la vulnerabilidad del hábitat, son reflejo de la difícil situación económica y social que vive buena parte de la población del Perú; y ante esa situación, muchas familias están expuestas ante desastres naturales como terremotos, lluvias e inundaciones. Ybáñez, I. (2023, febrero).80% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas y altamente vulnerables ante desastres naturales.

El pasado 22 de octubre, una intensa lluvia azotó la ciudad de Huancayo, en la región Junín, provocando inundaciones que afectaron viviendas, negocios y el tránsito en varias zonas. El sistema de alcantarillado de la ciudad colapsó, causando que el agua residual brotara tanto de las alcantarillas pluviales como de las domésticas, lo que agravó los daños en viviendas y negocios. Molero, J.(2024, Octubre).

1.2.2. Justificación personal

Esta propuesta surge con el objetivo de ayudar a las comunidades vulnerables, como el centro poblado de Cajas Chico en la ciudad de Huancayo, a minimizar los daños causados por las inundaciones y el colapso de drenajes pluviales, Este problema no solo afecta la calidad de vida de los habitantes, sino que también representa un riesgo significativo para la salud pública y la estabilidad económica de estas familias. La propuesta busca proporcionar una solución accesible y sostenible, utilizando materiales biodegradables que, además de ser funcionales, sean respetuosos con el medio ambiente.

Por otro lado, se considera indispensable abordar también el problema de la acumulación de residuos plásticos, que contribuye al deterioro de los ecosistemas urbanos y naturales. La

implementación de barreras modulares no sólo mitiga los efectos inmediatos de las inundaciones, sino que también fomenta el reciclaje y la reutilización de materiales, alineándose con los principios de una gestión ambiental sostenible.

De esta manera, se busca beneficiar a las comunidades tanto en el ámbito social como ambiental, promoviendo una mayor conciencia sobre el manejo de residuos y proporcionando una herramienta práctica que puede ser adoptada por los propios habitantes y autoridades locales, reduciendo los impactos negativos de las lluvias torrenciales de forma efectiva y ecológica.

1.2. Preguntas de investigación

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo el diseño de barreras modulares biodegradables puede contribuir a la desviación y contención de agua pluvial para prevenir el colapso de los drenajes pluviales?

1.2.2. Preguntas específicas

¿Cuáles son los materiales biodegradables más adecuados para diseñar barreras modulares que soporten la presión del agua pluvial?

¿Qué diseños modulares pueden garantizar una desviación eficiente del agua pluvial en diferentes terrenos?

¿Qué métodos de implementación son necesarios para garantizar la funcionalidad de las barreras biodegradables en zonas urbanas?

¿Qué impacto tienen estas barreras modulares biodegradables en la prevención del colapso de los drenajes pluviales?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar barreras modulares biodegradables que permitan la eficiente desviación y contención de agua pluvial para prevenir el colapso de los drenajes pluviales.

1.3.2. Objetivos específicos.

Identificar materiales biodegradables óptimos para la fabricación de barreras modulares que soporten la presión del agua pluvial.

Evaluar diseños modulares que optimicen la desviación del agua pluvial en distintos tipos de terreno.

Diseñar estrategias de implementación que aseguren la funcionalidad de las barreras biodegradables en contextos urbanos.

Analizar el impacto de las barreras biodegradables en la disminución del colapso de los drenajes pluviales durante lluvias intensas.

Capítulo II: Marco Teórico

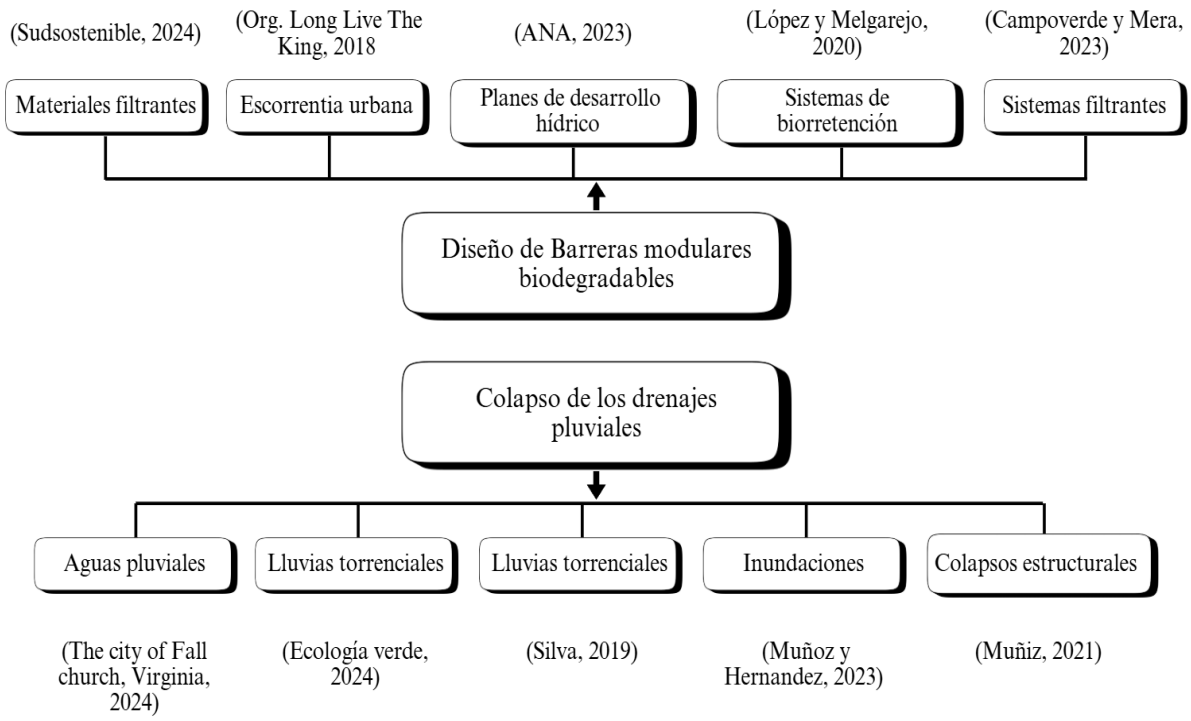
La investigación se centró en la búsqueda de información de diseños barreras modulares biodegradables en diversas ciudades del mundo y su aplicación; así como planteamiento teórico y práctico sobre su uso y alcance ante las lluvias.

2.1. Mapa de Literatura

Se realizó la revisión bibliográfica sobre barreras modulares para lluvias y luego se desarrolló el mapa de la literatura. Ver Figura 1.

Figura 1.

Mapa de la literatura



2.2. Antecedentes de Investigación

2.2.1. Antecedentes internacionales

Como primer antecedente tenemos a (Kuoppamäki, K., Lima, S., Scopetani, C., & Setälä, H., 2021) cuya investigación se centró en la realización de un experimento de evaluación de diversos materiales. Se llevó a cabo un experimento de laboratorio para evaluar

el rendimiento de diferentes materiales filtrantes en la biofiltración de aguas pluviales, con el objetivo de comparar su capacidad para retener sólidos en suspensión, nutrientes, metales y carbono orgánico total. Este estudio fue parte de un proyecto enfocado en mejorar el tratamiento sostenible de la escorrentía urbana. Filtralite P (Fil), un producto de arcilla ligera expandida diseñado para eliminar fósforo del agua, resultó ser el más efectivo en la remoción de fósforo, seguido por la arcilla expandida normal. Además, se consideró el hormigón como una opción reciclada competente. Se anticipó que los áridos de arcilla ligera expandida triturada normal (L) modificados con biocarbón (Lb) mostrarían una mayor retención de nutrientes. La arena se utilizó como material de control, dado su uso común en la filtración, pero se asumió que su capacidad para eliminar contaminantes, especialmente el fósforo, sería menor en comparación con los materiales específicamente diseñados para este propósito. También se evaluó la idoneidad de los materiales para promover el crecimiento de las plantas, así como la retención de microesferas de polietileno fluorescentes (MP) de hasta 10 μm de diámetro en biofiltros que contenían arena o L normal.

Como segundo antecedente tenemos a J. H. Lee y Phil-Shik Kim, dicen en su artículo que las inundaciones y sequías han aumentado significativamente en frecuencia y magnitud. En Corea, las lluvias torrenciales de más de 30 mm por hora pasaron de un promedio de 3.8 veces en los últimos 30 años a 5.2 veces en los últimos 5 años, mientras que los días con precipitaciones superiores a 80 mm aumentaron 1.5 veces. Asimismo, las sequías se intensificaron en ciclos de 6 a 7 años, exacerbadas por el cambio climático y la extracción excesiva de agua de arroyos, lo que los dejó secos durante estos periodos (Harim et al. 2020; Maeng et al. 2020). Aunque el gobierno ha implementado medidas como planes de desarrollo hídrico, mejoras en ríos y la construcción de presas, persiste dificultades para responder rápidamente a los cambios climáticos. Este estudio propuso la Barrera de Agua Portátil y Multifuncional (Pocket Dam), diseñada para responder a inundaciones, lluvias torrenciales y

sequías. Se seleccionó Sol Tarpaulin, un material ultraligero resistente al agua, optimizado con el programa MIDAS para soportar la presión sin desplazarse. En pruebas de campo realizadas en el arroyo Dorim y un estacionamiento subterráneo en Seúl, la barrera bloqueó el flujo de agua sin ser destruida ni desplazada, demostrando su confiabilidad estructural y amplia aplicabilidad. Esta solución innovadora ofrece una respuesta efectiva y adaptable para minimizar los daños de fenómenos hídricos extremos.

Un tercer antecedente es la propuesta de Phala (2022) desarrolló la tesis titulada "Evaluación del riesgo de desastres por lluvias intensas en el centro poblado la Joya, Distrito La Joya, Arequipa 2023" para obtener el Título Profesional de ingeniero ambiental en la Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. Este trabajo de investigación aborda la creciente necesidad de gestionar eficientemente los riesgos de desastres ocasionados por fenómenos naturales. Su objetivo principal fue evaluar el nivel de riesgo por lluvias intensas y proponer medidas de prevención y mitigación en el centro poblado de La Joya, en la región de Arequipa, durante el año 2023. Para ello, se utilizó una metodología cuantitativa que incluyó la recopilación de información primaria y secundaria para determinar el nivel de peligro, la aplicación de encuestas para calcular el nivel de vulnerabilidad, y el cruce de estos datos para estimar los niveles de riesgo. Este proceso se llevó a cabo utilizando un sistema de información geográfica, específicamente el software ArcGis, lo que permitió proponer estrategias de reducción y mitigación de riesgos.

El principal hallazgo fue que la zona estudiada presenta niveles de riesgo alto y muy alto, lo que subraya la urgencia de implementar medidas preventivas y correctivas. El estudio concluye que este tipo de evaluaciones son fundamentales para tomar decisiones acertadas que contribuyan a la especialmente en un contexto de cambio climático que intensifica la frecuencia y severidad de los fenómenos naturales.

Según Alexey Iordanskii, la pandemia y la crisis energética mundial han impulsado una transición acelerada hacia plásticos biodegradables, especialmente para aplicaciones en empaques alimenticios. En este contexto, Siracusa et al. (2022) destacan la importancia de introducir biopolímeros como PLA y PHB para reemplazar materiales fósiles. Este enfoque sigue la ESTRATEGIA EUROPEA PARA BIOPLÁSTICOS, que busca funcionalidad y sostenibilidad ambiental. En términos de metodología, se utilizaron procesos innovadores como la extrusión en estado sólido sin solventes tóxicos, mezclas de PLA y PHB bajo deformaciones controladas, y técnicas avanzadas como microscopía (SEM) y calorimetría (DSC) para caracterizar propiedades térmicas y mecánicas (Rogovina et al,. 2022).

Adicionalmente, genipín fue empleado para mejorar la resistencia al agua y las propiedades mecánicas de los polímeros (Kildeeva et al,. 2022). Los resultados indican avances notables en la biodegradabilidad y funcionalidad de los materiales. Por ejemplo, la incorporación de antioxidantes naturales mejoró la estabilidad térmica y la protección UV en películas biodegradables (Quiles-Carrillo et al,. 2022). Además, las mezclas PLA/PHB demostraron una reducción en la permeabilidad al gas y mejoras en las características de barrera. Como conclusión se enfatiza la importancia de los análisis de ciclo de vida (LCA) para evaluar los impactos ambientales, considerando factores como el consumo de recursos, emisiones y efectos en la salud humana. Este análisis asegura la viabilidad de estos materiales como soluciones sostenibles para empaques y aplicaciones agrícolas.

Según De Macedo, M., Júnior, M., Jochelavicius, V., De Oliveira, T., & Mendiondo, E. (2022). en un artículo titulado “Diseño modular de sistemas de bioretención para sostenibilidad Gestión de aguas pluviales bajo impulsores de la urbanización y cambio climático” nos dice que el aumento de la urbanización y las proyecciones de cambio climático señalan un empeoramiento de las inundaciones y la contaminación en los ríos urbanos, lo que hace necesario que las ciudades adopten soluciones de drenaje urbano

adaptativas para mitigar estos efectos. En este contexto, este estudio presenta una metodología práctica para el diseño modular de sistemas de bioretención, integrando el uso del suelo y los cambios climáticos en los métodos de dimensionamiento existentes. Se realizó un análisis de sensibilidad de estos métodos en un estudio de caso en la ciudad de Sao Carlos, SP, Brasil, evaluando tres escalas de aplicación: propiedad (PS), calle (SS) y barrio (NS), y tres escenarios temporales: actual, 2015-2050 y 2050-2100. Los resultados muestran que el método de dimensionamiento seleccionado fue el factor que más influyó en el rendimiento de la bioretención, afectando considerablemente las superficies diseñadas. La conductividad hidráulica del medio filtrante también tuvo un impacto significativo. Al analizar la sensibilidad de los parámetros para cada método, se identificaron como los más sensibles el coeficiente de escorrentía y la precipitación diaria con un 90% de probabilidad. En el periodo 2050-2100, se observó un aumento de hasta 2x, 2,5x y 4x en la afluencia para PS, SS y NS, respectivamente. Sin embargo, a pesar de la gran incertidumbre relacionada con los factores futuros, el rendimiento de los sistemas de bioretención se mantendría prácticamente constante en los próximos periodos debido al diseño modular, lo que demuestra la eficacia de la metodología en escenarios cambiantes

López (2024) desarrolló del trabajo de grado “Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para regulación de la escorrentía en el noroeste de la ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander” para obtener el Grado de Maestría en la Escuela Colombiana de Ingeniería. Donde menciona que las actividades humanas generan, tanto en la atmósfera como en la superficie de las cuencas urbanas, una amplia gama de contaminantes y durante los eventos de precipitación, la contaminación acumulada en la superficie es conducida hacia la red de colectores. Este hecho muestra la necesidad abordar los problemas de gestión de aguas pluviales desde una perspectiva que combina aspectos hidrológicos, ambientales, sociales y así garantizar los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS),

también conocidos como BMP (Mejores Prácticas de Gestión). La idea de SUDS es mantener los ciclos hidrológicos naturales por delante de la actividad humana tanto como sea posible. Esto logra el objetivo principal de reducir la escorrentía superficial, minimizando las superficies impermeables de la ciudad y dividiendo las cuencas vertientes para evitar la concentración de grandes volúmenes de agua en un punto. En el casco urbano de la ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander, se presenta este fenómeno de inundaciones por origen pluvial desde hace varios años, y de acuerdo con la secretaría de gestión del riesgo de desastres de la ciudad de Cúcuta, expresan que, las situaciones que más se presentan son inundaciones, colapsos estructurales, caída de árboles y rocas y desbordamiento de canales de aguas lluvias y fuentes hídricas. La amortiguación de aguas lluvias se vuelve cada vez más complicada debido a que el rápido desarrollo urbano ha generado gran impermeabilización de los suelos. Estas inundaciones se han tratado de solucionar a lo largo de los años incrementando la capacidad de las redes de drenaje, sin embargo, es una solución que genera altos costos en su implementación, además de incrementar el riesgo potencial de inundación al reducir los procesos de evapotranspiración e infiltración.

Marquez, L. y Morey, Y. (2024) Desarrollaron el trabajo de grado “Evaluación del control de inundaciones utilizando la técnica por la infraestructura verde SUDS en la Alborada” para obtener el título profesional en Ingeniería Civil en la “Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil” En el trabajo investigativo se enfocaron en la Infraestructura verde mediante el uso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible para el control de inundaciones, la misma que tiene la capacidad de establecer el almacenamiento, infiltración, evaporación o retención de la escorrentía en un punto de origen determinado, con la finalidad de evitar el colapso del sistema de alcantarillado pluvial. Por lo que se planteó como objetivo Evaluar la infraestructura verde (SUDS) para el control de inundaciones bajo las características de los jardines de lluvia en el sector La Alborada, Av. Benjamín Carrión.

La metodología empleada fue un diseño no experimental, debido a que no se requiere de una previa manipulación de las variables en estudio, con enfoque mixto basado en la recopilación y análisis de información numérica y característica sobre los riesgos causados por inundaciones, la misma que se centró en un alcance de tipo descriptiva y exploratoria. Se empleó la encuesta y la entrevista efectuada a 384 habitantes de la Av. Benjamín Rosales. Donde se logró evidenciar la necesidad de establecer un modelo de infraestructura verde con la aplicación de sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Av. Benjamín Carrión para el control de inundaciones mediante un sistema filtrante, donde se planteó como alternativa el uso de jardines de lluvia, que mantienen una dimensión de 3.6m2 cada uno, con el uso de la planta arbórea acacia roja, a fin de implementar este tipo de estructuras dentro de áreas específicas para que evacuen un mayor volumen de escorrentía contribuyendo al control de inundaciones en las vías urbanas de la ciudad de Guayaquil.

Bucheli, L. y Rodriguez, A. (2022) Desarrollaron el trabajo de grado “Evaluación y comparación de un sistema de alcantarillado pluvial convencional y un sistema de drenaje mediante tecnología SUDS, para el sector de Mochuelo Bajo en la localidad de ciudad Bolívar en Bogotá D.C.” para obtener el Grado de Maestría en Ingeniería Civil en la “Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito” En el trabajo investigativo se enfocaron en dar solución a la problemática de manejo de aguas de lluvias en el sector de Mochuelo Bajo, el cual actualmente genera inundaciones y represamientos de agua pluviales como residuales en diferentes sectores de la zona, diseñando un sistema de alcantarillado pluvial convencional y un sistema donde se implementen SUDS. Con base a los diseños realizados, se realizó una comparación técnica, económica, ambiental y operativa de los sistemas con el fin de identificar cual es más adecuado para la zona de estudio, teniendo en cuenta que ambos diseños dan solución a la problemática. Los resultados demostraron que la implementación de tipologías SUDS son técnica, ambiental y socialmente más efectivas que la implementación

de un alcantarillado netamente convencional, sin embargo, la implementación de estos está limitado a disponibilidad de áreas, urbanismo y recursos económicos, por lo que, para el caso específico de estudio, donde no se cuenta con un urbanismo adecuado, esta no es la opción más eficiente. La implementación de SUDS implica una evaluación de condiciones iniciales específicas para su uso, por lo que, en condiciones de desarrollo urbano ideales, es recomendable evaluar la aplicabilidad de este tipo de sistemas, ya que ofrece beneficios importantes en factores ambientales y sociales.

2.3. Desarrollo de la Perspectiva Teórica

2.3.1. Diseño de barreras modulares biodegradables

Materiales filtrantes.

Para (Sudsostenible, 2024) Se tratan de canales superficiales poco profundos, revestidos con geotextil y rellenos de materiales filtrantes, que suelen incluir un conducto inferior para facilitar el transporte del agua. Su función principal es recoger y filtrar la escorrentía procedente de superficies impermeables cercanas, dirigiéndose hacia cursos de agua. Además, favorecen la infiltración y contribuyen a reducir el caudal y velocidad de la escorrentía.

Escorrentía urbana.

Para (Org. Long Live The King, 2018) En la escorrentía urbana, el agua de lluvia fluye sobre áreas que están saturadas de agua o son impermeables. Dicha agua de lluvia no se filtra inmediatamente en el suelo al entrar en contacto con ella. La escorrentía aumenta en las áreas urbanas, ya que hay menos áreas expuestas que permiten la filtración al suelo. El paisaje del entorno natural se altera y el agua de lluvia tiene que abrirse camino alrededor de carreteras pavimentadas, tejados y superficies duras.

El problema con las escorrentías urbanas es que entran en contacto con sustancias indeseables y potencialmente tóxicas. Los propietarios de viviendas y los residentes deben ser

conscientes de que los contaminantes como los metales duros, los fertilizantes, los pesticidas, el aceite y la suciedad de las carreteras son solo algunos de los contaminantes menos obvios que pueden ser arrastrados por las escorrentías y llegar a los lagos, arroyos y vías fluviales de la zona.

Planes de desarrollo hídrico.

Para (ANA, 2023) Es un instrumento de planificación aprobado mediante Decreto Supremo Nº 013 - 2015 - MINAGRI el 16 de julio del 2015, responde a la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (PENRH), donde al igual que este, se sustenta en 05 Ejes de Política, para cada uno de los cuales se definen 11 Estrategias de Intervención y 30 Programas de Medidas para 20 años, a partir de su vigencia.

El PNRH está conformada por los integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, entre el Gobierno Central y Gobiernos Regionales entre otros actores, entidades que vienen alineando sus proyectos y actividades, a los lineamientos que establece el PNRH para los dos horizontes de planificación: 2021 y 2035. Estas acciones son sujetas de seguimiento por la Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos (DPDRH) de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el marco de sus funciones.

Sistemas de Biorretención.

Para (López y Melgarejo, 2020) Son sistemas que permiten un tratamiento de la escorrentía a través de la vegetación y suelos preparados o autóctonos. Si no disponen de un suelo preparado específicamente, se denominan jardines de lluvia. En estos sistemas tienen lugar procesos de interceptación de la lluvia, evapotranspiración, infiltración, eliminación de contaminantes. Reduciéndose de esta manera el volumen de la escorrentía y su contaminación. Estos dispositivos se pueden ubicar en una gran variedad de espacios urbanos gracias a la flexibilidad que ofrece su diseño y construcción, y son especialmente útiles en la eliminación de sólidos en suspensión, y además, tienen un gran valor tanto estético como

ecológico. En lo referente a la hidrología, los jardines de lluvia reducen la escorrentía generada en la zona donde se implantan gracias a la infiltración, evapotranspiración, y aumento del número de Manning de la superficie.

Estos sistemas se pueden unir a los pozos de infiltración, aumentando su efectividad en la eliminación de escorrentía.

Sistemas Filtrantes.

Para (Campoverde y Mera, 2023) Se observa como un conjunto de procesos que trata el agua en sus diversos aspectos como es: el físico, microbiológico y químico, para luego pasar por el sistema de filtración en donde el agua ya puede ser considerada como potable debido al cumplimiento de las normas de calidad y de salud. Probando la eficacia se puede convertir en un sistema de producción en serie llegando a cada uno de los hogares y/o familias que desean tener agua de calidad, por consiguiente, se tiene una prioridad de cumplir varios puntos llamativos en el uso y su comercialización como son: Tener una agradable e interesante estética para el usuario. La calidad con su sabor de pureza debe ser constante para diversos usos. Deben de tener un estándar más alto para incurrir en la impureza del agua y sus microorganismos patológicos.

Por este motivo, al aplicar este sistema de filtración conlleva a estimular nuestros sentidos mejorando la percepción de cada uno de ellos, donde es prioridad combatir la turbiedad. Por ende, debe considerarse que el manejo de riesgo sea de calidad evitando la impureza del agua, mediante el flujo ascendente con una presión estable para no comprometer la carga superficial del Sistema.

2.3.2. Colapso de los drenajes pluviales

Aguas pluviales.

(The city of Fall church, Virginia, 2024) considera que el agua de lluvia que no logra infiltrarse en el suelo suele ser conocida como aguas pluviales. Esta se desliza desde

edificaciones, calles, estacionamientos y otras superficies impermeables. Por lo general estas aguas son captadas por alcantarillas y conducidas a través de colectores hacia el sistema de drenaje pluvial de la ciudad.

Lluvias torrenciales.

Para (Ecología verde, 2024) son lluvias intensas que parecen no tener fin y pueden causar problemas importantes. Se trata de un fenómeno meteorológico que es una precipitación de agua intensa y abundante en un corto período de tiempo. Pueden tener diferentes causas, como la inestabilidad atmosférica o la condensación, liberación de calor y diversas consecuencias dependiendo del origen, la intensidad y la duración del diluvio, como inundaciones, deslizamientos de tierra, daños en la agricultura, etc.

Fenómenos Naturales.

Para (Silva, 2019) Los fenómenos naturales se refiere a un cambio global que se da en la naturaleza, es decir, que no es provocado por la acción humana de manera positiva (Lluvia sobre cultivos,) etc, o de manera negativa (Huracán) o pueden no influir (como un arco iris). En el lenguaje informal, fenómeno natural aparece casi como sinónimo de acontecimientos inusuales, sorprendente o desastroso bajo la perspectiva humana. Sin embargo, la formación de una gota de lluvia es un fenómeno natural de la misma manera que un huracán. Llamamos desastres naturales a los fenómenos naturales peligrosos para la especie humana. La lluvia, por ejemplo, no es en sí un desastre, pero puede serlo, si se reúnen ciertas condiciones como una intensidad inusual, sumada a la mala planificación urbana, es decir, la construcción de viviendas en lugares vulnerables a inundaciones.

Inundaciones.

Para (Muñoz y Hernandez, 2023) La inundación es la función que tiene el agua de ingresar a una zona que normalmente no tiene agua. Esto suele darse generalmente por

desbordamiento de ríos, torrentes o ramblas, fuertes lluvias, deshielo o mareas más altas de lo normal. Esto puede ocurrir incluso durante tsunamis, huracanes, etc.

Tipos de inundaciones:

Inundaciones Pluviales: Ocurren debido a fuertes precipitaciones en un lugar en particular. Grandes cantidades ocasionadas por las lluvias pueden almacenarse en el suelo durante horas o incluso días y pueden afectar el suelo.

Inundaciones Fluviales Esto sucede cuando el agua de los ríos se desborda y afecta los edificios alrededor de los cauces.

Colapsos Estructurales.

Para (Muñiz, 2021) Es el derrumbamiento o pérdida de una parte de la estructura debido al desprendimiento de varios de los elementos que la componen, provocado por una excedencia de los esfuerzos permisibles de los materiales empleados para la construcción de la estructura. Existen múltiples causas que derivan en el colapso de una estructura. Dichas causas pueden ser clasificadas dentro de dos grupos principales:

Causas accidentales (de origen natural o antropogénico) Pueden consistir en cargas imprevistas que actuarán sobre la estructura, en deficiencia o errores en el cálculo estructural o en la construcción de la estructura; o del tipo intencional (de origen antropogénico). Las cargas imprevistas son aquellas que por lo general no se contemplan en el diseño de una estructura debido a que quedan fuera del uso de la misma o que al presentarse exceden considerablemente la magnitud que se había empleado para el diseño de la estructura.

Dentro de estos factores se considera las cargas imprevistas de materiales y/ instalaciones, deficiencias de estudios geotécnicos del terreno en el que se realizará el proyecto, el exceso de magnitud de cargas consideradas: Por lo general son representadas por acumulaciones no consideradas de agua, granizo o nieve en losas de azotea o cubiertas, las rachas de vientos fuertes también son determinantes en estos casos.

Causas intencionales, son aquellas en que el ser humano lleva a cabo con el fin de causar un daño grave a una estructura que pueda provocar el colapso, actos terroristas y demoliciones controladas.

Capítulo III: Metodología

El presente capítulo adopta un enfoque cualitativo, dado que su objetivo no es la recopilación de datos estadísticos, sino la comprensión profunda de las experiencias y percepciones en torno a la gestión de inundaciones y el uso de barreras modulares biodegradables. Como señala Nassaji (2020), la investigación cualitativa es naturalista e interpretativa, priorizando el análisis de patrones y procesos sobre la cuantificación de datos. Este tipo de metodología nos permite explorar a fondo cómo diversos actores comprenden y enfrentan el problema de las inundaciones, recopilando información a través de entrevistas y observaciones que reflejan su realidad y sus necesidades.

Dentro del enfoque cualitativo, se ha empleado un estudio fenomenológico, el cual permite analizar cómo las personas dan significado a sus experiencias vividas. Según Dogson (2023), este método busca describir el "mundo vivido" de los participantes, capturando su manera de percibir y comprender una situación determinada. En este caso, el estudio fenomenológico nos facilita interpretar las preocupaciones, ideas y expectativas de especialistas en ingeniería y arquitectura en relación con la implementación de soluciones sostenibles para el manejo de agua pluvial.

Además. se ha incorporado el análisis de un caso hipotético para evaluar la viabilidad de las barreras modulares en un contexto específico. Esta combinación metodológica permite no solo comprender las percepciones de los actores involucrados, sino también analizar de manera detallada cómo estas soluciones podrían integrarse en la realidad urbana y rural, proporcionando una visión más completa y aplicable del problema estudiado.

3.1. Muestra, Unidad de Análisis y Muestreo

El estudio contó con la participación de cuatro especialistas en ingeniería y arquitectura, lo que nos permitió comprender mejor el desarrollo de barreras modulares

biodegradables. Entre ellos se encuentran tres ingenieros civiles y un arquitecto, cada uno aportando conocimientos clave para el análisis del proyecto.

Uno de los ingenieros civiles, egresado de la Universidad Peruana los Andes, brindó información sobre materiales de construcción y su resistencia ante condiciones extremas, otro ingeniero civil, proveniente de la Universidad Pontificia Católica del Perú, aportó su experiencia en hidráulica y drenaje pluvial, ayudando a evaluar la efectividad de las barreras en la canalización del agua. El tercer ingeniero civil formado en la Universidad Continental, colaboró con el análisis estructural y la viabilidad de implementación en entornos urbanos y rurales. Finalmente, el arquitecto, egresado también de la Universidad Peruana los Andes, contribuyó con su conocimiento en diseño y planificación de estructuras adaptables al entorno

El método de muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia, una técnica en la que los participantes se seleccionan por su accesibilidad y proximidad al investigador, sin criterios aleatorios (Westreicher, 2022).

Seleccionamos a los participantes según sus perfiles profesionales, eligiendo a los especialistas por su experiencia en el campo y su accesibilidad, considerando que podrían ser conocidos o amigos de nuestro equipo.

3.2. Diseño de Investigación

Para este estudio, adoptamos un enfoque cualitativo fenomenológico combinado con el análisis de un caso hipotético. El enfoque fenomenológico se centra en comprender las experiencias y percepciones de los participantes acerca de las barreras modulares biodegradables como solución para las inundaciones. Este método busca captar la esencia de dichas experiencias desde la perspectiva de los participantes (Cuentas Díaz, 2023). A través de este enfoque, exploramos cómo las personas perciben el impacto potencial de estas

barreras en la protección contra desastres naturales y cómo sus ideas y expectativas podrían influir en la viabilidad de la implementación de esta tecnología en situaciones reales.

El estudio de caso se centró en un escenario simulado, ya que, debido a limitaciones presupuestarias y de tiempo, no fue posible realizar una aplicación real de la solución planteada. Este método permite un análisis profundo de un caso particular en su contexto real (Durán, 2011). Este análisis de caso permitió evaluar las posibles ventajas y desafíos de las barreras modulares biodegradables, explorando su efectividad teórica en términos de sostenibilidad, impacto ambiental y adaptabilidad a diferentes contextos de inundaciones. De esta manera, conseguimos una visión comprensiva sobre las expectativas y preocupaciones de los posibles usuarios y expertos, lo que contribuyó a una mejor interpretación de los beneficios que esta solución podría ofrecer en situaciones reales de emergencia.

3.3. Operacionalización de Variables

Se trata de una investigación cualitativa; la misma que desarrolló un instrumento de entrevista. Para ello, se categorizaron los objetivos. Ver Tabla 1.

3.4. Consentimiento Informado

El presente apartado requirió la realización de entrevistas a especialistas para recopilar información clave sobre el diseño y funcionalidad de barreras modulares biodegradables para la mitigación de inundaciones. A través de estas entrevistas, se exploraron aspectos técnicos como materiales, resistencia estructural y viabilidad de implementación en entornos urbanos y rurales.

Antes de llevar a cabo las entrevistas, se informó a los participantes sobre los objetivos de la investigación y la finalidad de su colaboración. Para garantizar el cumplimiento de principios éticos, se obtuvo su consentimiento informado por escrito, asegurando que su participación fue voluntaria y que la información proporcionada será tratada con estricta confidencialidad. Este proceso permitió no solo fortalecer la validez del

estudio, sino también fomentar la confianza y apertura de los entrevistados al compartir su conocimiento y experiencia.

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

Objetivos específicos	Categoría de Análisis	Instrumento de Recolección de Información	Preguntas
Desarrollar y evaluar el diseño de barreras modulares biodegradables	Principios de diseño, sostenibilidad y funcionalidad	Entrevistas	1. ¿Cuáles considera que son los principios básicos que deben regir el diseño de una barrera modular biodegradable? 2. ¿Qué materiales o tecnologías recomendaría para garantizar la biodegradabilidad y durabilidad de las barreras? 3. ¿Qué factores funcionales (como resistencia, facilidad de instalación, etc.) deben priorizarse en este tipo de diseños? 4. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir durante el desarrollo de las barreras y cómo podrían superarse?
Investigar la viabilidad y efectividad de las barreras modulares biodegradables	Factibilidad técnica, económica y operativa; impacto ambiental	Entrevistas	1. Desde su experiencia, ¿qué aspectos son clave para determinar la viabilidad técnica de las barreras biodegradables? 2. ¿Cuáles cree que son las principales limitaciones económicas para la implementación de este tipo de barreras y cómo podrían solventarse? 3. ¿Qué métodos recomendaría para evaluar la efectividad de estas barreras en su función específica? 4. ¿Cómo podrían integrarse criterios de impacto ambiental en la evaluación de viabilidad?
Analizar las percepciones y expectativas de los expertos y comunidades afectadas	Perspectivas sociales, necesidades locales y aceptación comunitaria	Entrevistas	1. Según su experiencia, ¿qué expectativas podrían tener las comunidades afectadas respecto al uso de barreras modulares biodegradables? 2. ¿Qué elementos deben considerarse para asegurar la aceptación comunitaria de las barreras? 3. ¿Cómo perciben los expertos el impacto potencial de las barreras modulares en las comunidades y el medio ambiente? 4. ¿Qué estrategias podrían emplearse para involucrar a las comunidades en la implementación y mantenimiento de estas barreras?

3.5. Procedimiento para Recolectar y Analizar los Datos

Para la recolección de datos, se emplearon entrevistas semi estructuradas, definidas por Magaldi y Berler (2020) como entrevistas exploratorias que, aunque se basan en una guía

temática general, permiten al investigador profundizar en el descubrimiento durante la conversación.

Este enfoque flexible facilitó la obtención de información detallada sobre las experiencias y percepciones de los participantes respecto al manejo de inundaciones y la viabilidad de las barreras modulares biodegradables. Las entrevistas se estructuraron en 4 secciones: (a) Datos del participante; (b) Problemática de las inundaciones; (c) Viabilidad de la técnica y ambiental y (d) Aceptación y aplicabilidad

Las entrevistas se realizaron de manera presencial y virtual, según la disponibilidad de los participantes. Con su consentimiento informado, las sesiones fueron grabadas y transcritas, garantizando la confidencialidad de la información.

Finalmente, para el análisis de los datos, se empleó un análisis de contenido temático, clasificando las respuestas según las categorías preestablecidas. Este método permitió identificar patrones y relaciones clave en las opiniones de los especialistas, proporcionando una comprensión del fenómeno estudiado.

Capítulo IV: Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través de las entrevistas semiestructuradas realizadas a cuatro especialistas. Estas entrevistas, como principal instrumento de recolección de datos, permitieron recopilar información clave para evaluar la viabilidad, aceptación y aplicabilidad de la propuesta de barreras modulares biodegradables frente a inundaciones.

4.1. Análisis de Resultados

Las respuestas brindadas por los expertos nos permitieron consolidar y aterrizar la propuesta de diseño de las barreras modulares biodegradables al integrar perspectivas técnicas, económicas, sociales y ambientales. La experiencia de los entrevistados nos ayudó a identificar principios clave como la resistencia, durabilidad y modularidad, aspectos esenciales para garantizar la funcionalidad del diseño. Además, las recomendaciones sobre el uso de materiales accesibles y sostenibles, como bioplásticos, madera de eucalipto y aglomerados reciclados, nos proporcionan una base sólida para desarrollar una solución alineada con las necesidades locales y el contexto ambiental. Estos insumos fortalecen nuestro enfoque al resaltar la importancia de la adaptación a diferentes climas y la simplicidad en los procesos de instalación y mantenimiento.

Desde un punto de vista social y operativo, las respuestas también fueron fundamentales para diseñar estrategias que fomenten la aceptación comunitaria y el involucramiento en la implementación de las barreras. La propuesta de realizar talleres y capacitaciones prácticas ayuda a garantizar que la tecnología sea comprendida y adoptada por las comunidades, fortaleciendo la sostenibilidad a largo plazo. Además, las sugerencias sobre financiamiento colaborativo y alianzas con instituciones públicas y privadas abren nuevas posibilidades para superar barreras económicas y técnicas, En conjunto estas ideas no solo

enriquecieron la viabilidad del proyecto, sino que también nos guiaron hacia un enfoque más integral, práctico y accesible.

A continuación, en la Figura 2, se presenta una nube de palabras que resume los conceptos más relevantes identificados en las respuestas de los expertos.

Figura 2

Primer Objetivo. Principios de diseño, sostenibilidad y funcionalidad.



La nube de palabras refleja un enfoque claro en los materiales, destacando especialmente la madera, asociada a términos como resistencia, durabilidad y modularidad. Esto indica una preferencia por soluciones sostenibles que sean prácticas y eficientes. Palabras como fácil, montaje y manipulación sugieren la necesidad de que las barreras sean accesibles, rápidas de ensamblar y adaptables a diferentes contextos. Además, términos como ecológicas, reciclables y renovables reafirman el compromiso con un diseño sostenible y respetuoso con el medio ambiente, mientras que conceptos como corrosiva, empuje y

estructura apunta a los retos técnicos relacionados con la resistencia al agua y la estabilidad estructural.

Este análisis resalta la importancia de diseñar barreras que no solo cumplan con principios de sostenibilidad, sino que también sean funcionales y prácticas para su implementación. La combinación de materiales duraderos y reciclables, junto con un enfoque en la facilidad de instalación y adaptación, permite abordar los desafíos de manera efectiva. Esto fortalece el alineamiento con el primer objetivo, enfatizando el desarrollo de barreras biodegradables que equilibren estética, funcionalidad y viabilidad en situaciones reales.

Analizando la nube de palabras correspondiente a la Figura 3, explicaremos cómo este enfoque complementa nuestra visión integral del proyecto.

Figura 3.

Nube de palabras. Segundo Objetivo. Factibilidad técnica, económica y operativa; impacto ambiental



La nube de palabras muestra un enfoque claro hacia los aspectos técnicos y prácticos que rodean la implementación del proyecto. Palabras como “solventar”, “proceso”, y

"métodos" destacan la importancia de diseñar soluciones viables para abordar desafíos específicos. Además, términos como "biodegradabilidad", "normativa", y "costo" subrayan el equilibrio entre sostenibilidad y factibilidad económica. Este análisis sugiere que el proyecto debe priorizar materiales y procesos que sean no solo amigables con el ambiente, sino también accesibles para comunidades y gobiernos locales, garantizando que el impacto positivo sea escalable.

Por otro lado, la presencia de conceptos como "comunidad", "apoyo", y "convenciones" resalta la necesidad de colaboración entre múltiples actores, desde entidades gubernamentales hasta organizaciones comunitarias. Esto refuerza la idea de que el éxito del proyecto dependerá tanto de su solidez técnica como de su aceptación e integración en las dinámicas locales. En general, esta nube reafirma el objetivo de crear una solución operativamente eficiente y ambientalmente responsable.

Continuando el análisis, tenemos la Figura 4, donde explicaremos cómo este enfoque complementa nuestra visión integral del proyecto.

Figura 4.

Nube de palabras. Tercer Objetivo. Perspectivas sociales, necesidades locales y aceptación comunitaria.



La nube de palabras resalta la centralidad de la comunidad, lo que pone en evidencia que el proyecto debe priorizar la participación activa de las poblaciones locales. Palabras como “fácil”, “población”, y “talleres” sugieren la necesidad de soluciones accesibles y prácticas que permitan a las comunidades adoptar y mantener las barreras modulares de manera autónoma. Asimismo, términos como “tecnología”, “renovable” y “material” refuerzan el enfoque en innovaciones sostenibles que sean compatibles con los recursos y habilidades locales.

Por otro lado, conceptos como “capacitaciones”, “aceptación” y “necesidades” reflejan la importancia de establecer una relación estrecha entre los desarrolladores del proyecto y los beneficiarios. Esto implica no sólo atender a las problemáticas inmediatas, sino también fomentar un sentido de apropiación y corresponsabilidad. En resumen, esta nube destaca la relevancia de diseñar soluciones adaptadas al contexto social cultural, asegurando que éstas generen beneficios tangibles y sean bien recibidas por las comunidades involucradas.

4.2. Discusión de Resultados

4.3. Propuesta Tentativa

Composición y proceso

Las Barreras modulares biodegradables están diseñadas de aglomerados de cartón 70%, plástico reciclado 25% y aluminio 5%; también se hace uso de caucho impermeable para evitar las filtraciones de agua, el principal material es el cartón por ser biodegradable y ecológico, al diseñar las barreras con estos materiales se evitaran las filtraciones o inundaciones por las constantes lluvias y colapso de los drenajes pluviales en las viviendas del Centro Poblado de Cajas Chico, distrito de Huancayo, provincia de Huancayo - Junín. Para obtener el principal insumo para la elaboración de las placas se reciclará las cajas de tetra pak y bajo controles de calidad en resistencia, durabilidad de acuerdo a las Normas

establecidas se procederá a producir las placas de aglomerado reciclado y biodegradable, las placas serán diseñadas de acuerdo a las medidas de las puertas donde se instalarán, pueden tener el color natural del aglomerado o ser pintadas con pinturas ecológicas para mayor durabilidad.

Las barreras modulares biodegradables se elaborarán con la participación de los vecinos del Centro Poblado de Cajas Chico; también se les mantendrá informados del mantenimiento y cuidados de las placas mediante charlas y manuales de instrucciones.

Prototipo

Las placas modulares biodegradables se instalarán con la ayuda de perfiles de aluminio que servirán de anclaje y gracias a las gomas de caucho el montaje de cada placa tendrá mayor impermeabilidad, las placas serán de 0.30cm de alto, se pueden colocar hasta tres placas, haciendo un alto de 0.90 cm y de largo dependerá de la medida de las puertas donde se establecerán, el grosor de las placas será de 0.08cm y al finalizar su montaje estarán reforzadas con la goma de caucho y pernos a ambos lados.

Figura 5.

Perfiles de aluminio con anclaje de pernos y goma de caucho para el montaje de las barreras modulares



Figura 6.

Montaje de las barreras modulares y reforzadas en la parte superior de los perfiles



Propuesta dentro del contexto

Figura 7.

Tipología de vivienda en el Centro Poblado de Cajas Chico del distrito de Huancayo-Huancayo





Figura *8*.

Barreras modulares acabadas

4.3. Recomendaciones

Se recomienda a futuros investigadores que deseen abordar fenómenos relacionados con la prevención de desbordes pluviales y colapsos de drenajes, a partir de los resultados obtenidos en este estudio, especialmente en lo que respecta a la funcionalidad y sostenibilidad de barreras modulares biodegradables. Es importante considerar el diseño metodológico empleado, incluyendo las pruebas de materiales y el análisis de su impacto ambiental, para replicar o mejorar las condiciones experimentales. Adicionalmente, sería valioso explorar nuevas combinaciones de materiales biodegradables que puedan adaptarse a diferentes climas y contextos geográficos, asegurando así la adaptabilidad universal de estas barreras.

Otro aspecto a desarrollar es el impacto social de la implementación de estas barreras. Futuros estudios podrían investigar cómo las comunidades locales perciben y adoptan estas soluciones, integrando aspectos culturales y educativos en el diseño. La creación de un modelo participativo para el diseño e instalación de estas barreras podría fortalecer el vínculo entre ciencia y sociedad.

Para los beneficiarios de esta investigación, incluyendo autoridades locales, organizaciones comunitarias e industrias relacionadas con la gestión de recursos hídricos, se recomienda implementar mejoras basadas en los hallazgos del estudio. En particular, se destaca la importancia de priorizar materiales biodegradables con alta resistencia al desgaste y bajo costo de producción, lo que facilitaria su adopción a gran escala. Las instituciones gubernamentales podrían desarrollar programas de incentivos para la producción y uso de estas barreras en zonas vulnerables.

Se recomienda también a las comunidades beneficiadas integrar capacitaciones que promuevan el cuidado y mantenimiento de las barreras modulares. Esto garantizará su eficacia a largo plazo y fortalecerá la autonomía comunitaria en la gestión del agua pluvial. Es vital que estos talleres incluyan aspectos técnicos sencillos y prácticas demostrativas, adaptadas a las necesidades específicas de cada región.

Finalmente, a la industria, se recomienda adoptar un enfoque más sostenible en la fabricación de soluciones para la gestión del agua, priorizando tecnologías que reduzcan la huella ambiental. Esto no solo mejorará la funcionalidad de los productos, sino que también posicionará a estas empresas como líderes en innovación responsable, fomentando la confianza entre los usuarios y la comunidad global.

Referencias

ANA, (2023) Memoria anual 2023 – Ministerio de desarrollo agrario y riego https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/file_content/Memoria%20Anual%202023.pdf

Baumbusch, J. (2010). Semi-structured interviewing in practice-close research. Journal for Specialists in Pediatric Nursing; Hoboken, 15(3), 255–258.

Bucheli, L. y Rodriguez, A. (2022) "Evaluación y comparación de un sistema de alcantarillado pluvial convencional y un sistema de drenaje mediante tecnología SUDS, para el sector de Mochuelo Bajo en la localidad de ciudad Bolívar en Bogotá D.C. Santander [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]

Campoverde, M. & Mera, R. (2023) Propuesta de un Sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de via a la costa (Guayaquil) [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]

De Macedo, M., Júnior, M., Jochelavicius, V., De Oliveira, T., & Mendiondo, E. (2022). Modular Design of Bioretention Systems for Sustainable Stormwater Management under Drivers of Urbanization and Climate Change. Sustainability.

García, J. (2025). Usar la propia naturaleza para evitar las inundaciones. Cadena SER.

GreenBlue Urban. (2024, mayo). De la inundación al éxito: soluciones sostenibles para el drenaje urbano.

Hall, L. (2018, 11 mayo). Understanding Urban Runoff, and How Individuals Impact Their Environment. Long Live The Kings. https://lltk.org/understanding-urban-runoff-and-how-individuals-impact-their-environment/

Iordanskii, A. (2020). Bio-Based and Biodegradable Plastics: From Passive Barrier to Active Packaging Behavior. Polymers, 12.

Kuoppamäki, K., Lima, S., Scopetani, C., & Setälä, H., (2021) The ability of selected filter materials in removing nutrients, metals, and microplastics from stormwater in biofilter structures 465- 475

Lee, J., Kim, P., Park, H., Kwon, H., & Choi, B. (2014). Development of Portable Water Barrier for the Flood Damage Mitigation. , 13, 23-23.

López, M. (2024) Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para regulación de la escorrentía en el noroeste de la ciudad de San José de Cúcuta, Norte de Santander [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingenieria]

López, M. & Melgarejo, J. (2020). Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes. Alacant: Universitat d'Alacant

Magaldi, D., & Berler, M. (2020). Semi-structured interviews: How to implement them to get the best results.

Marquez, L. & Morey, Y. (2024) Evaluación del control de inundaciones utilizando la técnica por la infraestructura verde SUDS en la Alborada [Tesis de licenciatura, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]

Molero, J. (2024, 24 octubre). Lluvia torrencial causó inundaciones en Huancayo y grandes daños (VIDEO). Perú 21. https://peru21.pe/peru/lluvia-torrencial-causo-inundaciones-en-huancayo-y-grandes-danos-video/

Muñoz, S. & Hernandez, D. (2023). Análisis hidrodinámico comparativo de inundaciones basados en modelos Hec-Ras e Iber en el Distrito Reque, Cuenca Río Chancay, Departamento de Lambayeque Naturales [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]

Muñiz, J. (2021) Analisis de colapso progresivo de estructuras mediante el metodo del element aplicado [Tesis de maestria, Universidad Autonoma de Aguascalientes]

Naue GmbH & Co. KG. (2025). Control de la erosión en taludes.

Nassaji, H. (2020). Good qualitative research. Language Teaching Research, 24, 427 - 431.

U.S. Environmental Protection Agency. (2024). Tome medidas inteligentes para las aguas pluviales.

Phala, M. (2022) Evaluación del riesgo de desastres por lluvias intensas en el centro poblado la Joya, Distrito La Joya, Arequipa 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola]

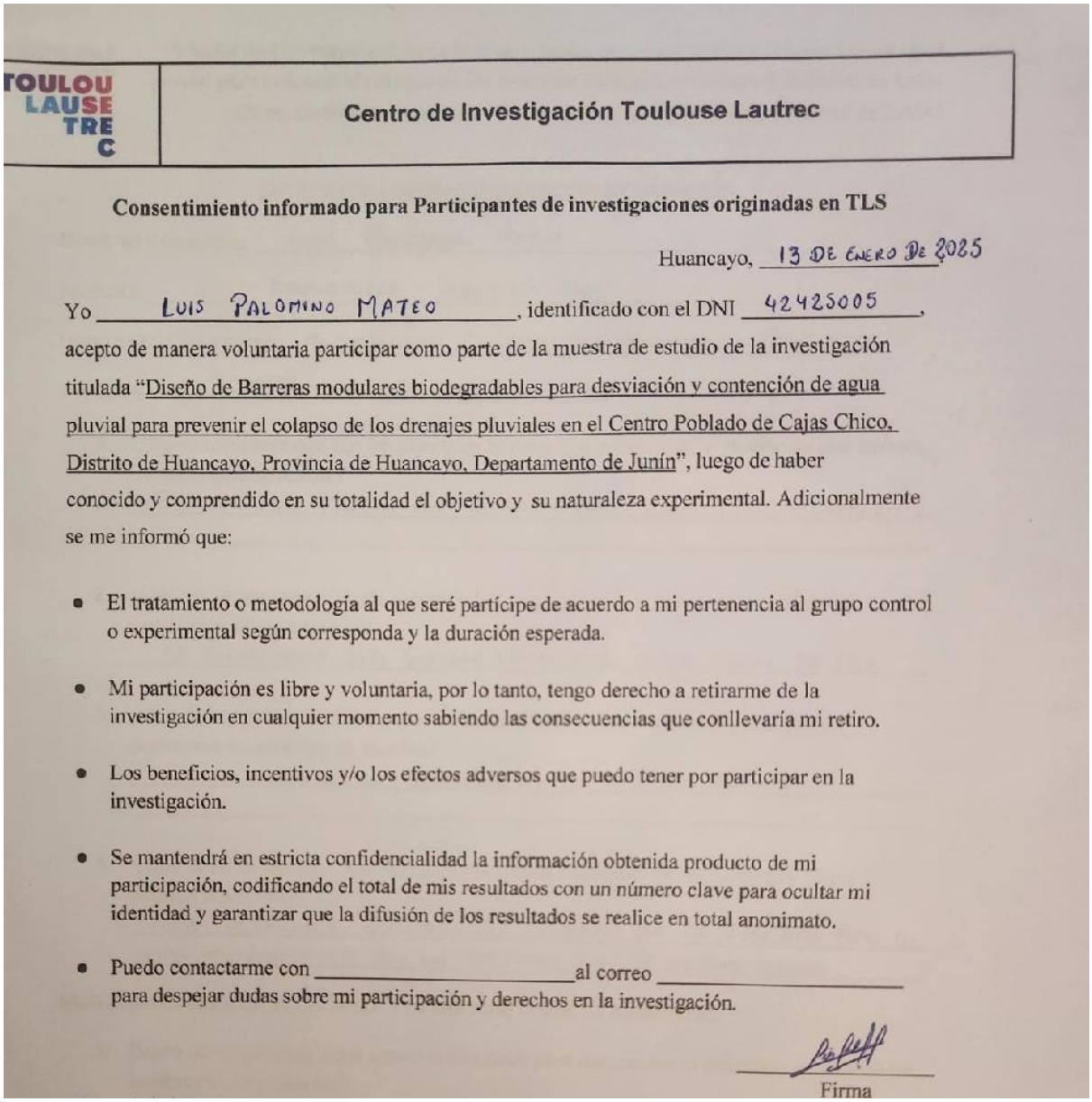
Portillo, G. (2024). Lluvia torrencial: causas, consecuencias y qué hacer. ecologiaverde.com. https://www.ecologiaverde.com/lluvia-torrencial-causas-consecuencias-y-que-hacer-4624.html

Silva, M. (2019). Fenómenos Naturales [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]

Stormwater and Floodplain | Falls Church, VA (2024) - Official Website. https://www.fallschurchva.gov/173/Stormwater

Yook, S., Park, H., Park, H., Lee, S., Kwon, J., & Youn, H. (2020). Barrier coatings with various types of cellulose nanofibrils and their barrier properties. Cellulose, 27, 4509-4523.

Anexos



TOULOU LAUSE TRE C

Centro de Investigación Toulouse Lautrec

Consentimiento informado para Participantes de investigaciones originadas en TLS

Huancayo, 13 DE ENERO DE 2025

Yo LUIS PALOMINO MATEO, identificado con el DNI 42425005, acepto de manera voluntaria participar como parte de la muestra de estudio de la investigación titulada "Diseño de Barreras modulares biodegradables para desviación y contención de agua pluvial para prevenir el colapso de los drenajes pluviales en el Centro Poblado de Cajas Chico, Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín", luego de haber conocido y comprendido en su totalidad el objetivo y su naturaleza experimental. Adicionalmente se me informó que:

- El tratamiento o metodología al que seré partícipe de acuerdo a mi pertenencia al grupo control o experimental según corresponda y la duración esperada.
- Mi participación es libre y voluntaria, por lo tanto, tengo derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento sabiendo las consecuencias que conllevaría mi retiro.
- Los beneficios, incentivos y/o los efectos adversos que puedo tener por participar en la investigación.
- Se mantendrá en estricta confidencialidad la información obtenida producto de mi participación, codificando el total de mis resultados con un número clave para ocultar mi identidad y garantizar que la difusión de los resultados se realice en total anonimato.
- Puedo contactarme con _____ al correo _____ para despejar dudas sobre mi participación y derechos en la investigación.

Firma

ENTREVISTA – OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Nombres y Apellidos: _____

Profesión: _____

Lugar de trabajo y Cargo: _____

PRINCIPIOS DE DISEÑO, SOSTENIBILIDAD Y FUNCIONALIDAD:

1. ¿Cuáles considera que son los principios básicos que deben regir el diseño de una barrera modular biodegradable?

   _____

   _____

2. ¿Qué materiales o tecnología recomendaría para garantizar la biodegradabilidad y durabilidad de las barreras?

   _____

3. ¿Qué factores funcionales (como resistencia, facilidad de instalación, etc.) deben priorizarse en este tipo de diseños?

   _____

   _____

4. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir durante el desarrollo de las barreras y cómo podrían superarse?

   _____

   _____

FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y OPERATIVA; IMPACTO AMBIENTAL:

1. Desde su experiencia, ¿qué aspectos son clave para determinar la viabilidad técnica de las barreras biodegradables?

   _____

   _____

2. ¿Cuáles cree que son las principales limitaciones económicas para la implementación de este tipo de barreras y cómo podrían solventarse?

   _____

   _____

3. ¿Qué métodos recomendaría para evaluar la efectividad de estas barreras en su función específica?

4. ¿Cómo podrían integrarse criterios de impacto ambiental en la evaluación de viabilidad?

PERSPECTIVAS SOCIALES, NECESIDADES LOCALES Y ACEPTACIÓN COMUNITARIA:

1. Según su experiencia, ¿qué expectativas podrían tener las comunidades afectadas respecto al uso de barreras modulares biodegradables?

2. ¿Qué elementos deben considerarse para asegurar la aceptación comunitaria de las barreras?

3. ¿Cómo perciben los expertos el impacto potencial de las barreras modulares en las comunidades y el medio ambiente?

4. ¿Qué estrategias podrían emplearse para involucrar a las comunidades en la implementación y mantenimiento de estas barreras?