ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA PRIVADA

“TOULOUSE LAUTREC”

SENDEROS BIOACTIVOS PARA RESTABLECER LOS SUELOS EROSIONADOS DE LA ALAMEDA JUAN VELASCO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, 2025

Trabajo de Investigación para obtener el grado de Bachiller en Arquitectura de Interiores

AUTOR:

ISRAEL ALEJANDRO ASCAÑO SALAZAR

(https://orcid.org/0009-0003-6067-3469)

Trabajo de Investigación para obtener el grado de Bachiller en Dirección y Diseño Gráfico

AUTOR:

PAOLA ALESSANDRA GUZMAN OSORIO

(https://orcid.org/0000-0003-2067-1349)

Asesor:

MARIA CONSUELO ALBÁN SOLIS

(https://orcid.org/0000-0001-7464-9687)

Lima - Perú

2025

SENDEROS BIOACTIVOS PARA RESTABLECER LOS SUELOS EROSIONADOS DE LA ALAMEDA JUAN VELASCO EN EL DIST…

Desarrollo Educativo S.A. Instituto Toulouse Lautrec

Document Details

Submission ID
trn:oid:::11391:463572529

Submission Date
May 31, 2025, 10:56 AM GMT-5

Download Date
May 31, 2025, 11:33 AM GMT-5

File Name
SENDEROS BIOACTIVOS PARA RESTABLECER LOS SUELOS EROSIONADOS DE LA ALAMEDA JUAN VE....pdf

File Size
422.6 KB

26 Pages

5,585 Words

32,180 Characters

14% Overall Similarity

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

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

12% Internet sources
1% Publications
8% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

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.

Resumen del Trabajo de Investigación

En el año 2025, se propone el diseño de senderos bioactivos como una solución innovadora para la recuperación de suelos erosionados en la Alameda Juan Velasco, ubicada en el distrito de Villa El Salvador, Lima. El proyecto se basa en una infraestructura modular con tecnología piezoeléctrica integrada, capaz de generar energía a partir de la presión ejercida por el tránsito peatonal. Esta energía activa un mecanismo que libera de forma progresiva cápsulas biofertilizantes, contribuyendo a la mejora de la calidad del suelo y la restauración de áreas verdes urbanas.

La investigación realizada incluyó análisis de flujo peatonal, estudios de percepción ciudadana y validación teórica del sistema. Los conteos de flujo registraron entre 89 y 205 personas por hora, permitiendo entre tres y cuatro activaciones del sistema en ese lapso. Las entrevistas a usuarios frecuentes del espacio evidenciaron una percepción favorable del proyecto, destacando su potencial educativo, recreativo y ecológico. En redes sociales, la propuesta alcanzó 70 interacciones y 51 seguidores en menos de una semana, principalmente dentro del grupo etario objetivo (25-35 años), lo que refleja un alto nivel de aceptación y entendimiento del concepto.

El desarrollo alcanzó la fase de diseño funcional del sistema, así como su validación prototípica y teórica, incluyendo el análisis del sustrato edáfico y los componentes técnicos del mecanismo.

Palabras clave: Senderos bioactivos, erosión del suelo, tecnología piezoeléctrica, diseño urbano sostenible, biofertilizantes.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen del trabajo de investigación

1. Contextualización del problema…….4
2. Justificación……....5
3. Reto de Innovación……..…6
4. Sustento teórico……..….7
   4.1 Estudios previos…….…...7
   4.2 Marco teórico……....11
      4.2.1 Biofertilización……11
      4.2.2 Sistema Piezoeléctrico…….....12
      4.2.3 Suelos erosionados……...…12
      4.2.4 Senderos Bioactivos…….13
5. Beneficiarios……...15
6. Modelo de negocio……..……..17
   6.1 Reto……...17
   6.2 Propuesta de valor……17
   6.3 Segmento de clientes……18
   6.4 Canales…….……18
   6.5 Relación con los clientes……..19
   6.6 Actividades clave…….19
   6.7 Recursos clave…….19
   6.8 Aliados clave……20
   6.9 Fuentes de ingreso……20
   6.10 Impacto…….…….……..20
   6.11 Presupuestos……...20
7. Resultados…….….22
8. Conclusiones…….….23
9. Bibliografía……..……...24

1. Contextualización del Problema

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de la Agenda 2030, manifiesta un compromiso global para el desarrollo sostenible. El Perú se encuentra comprometido con los objetivos propuestos en esta, y requiere la colaboración del Estado, el sector público y la ciudadanía (Teran ,2019). Es importante señalar que uno de los objetivos de esta agenda consiste en combatir la desertificación y recuperar tierras y suelos deteriorados, reconociendo la importancia fundamental de los ecosistemas terrestres para la vida humana influyen en varios de los valores culturales, espirituales y económicos de la comunidad (ONU, 2023).

En la zona urbana de Latinoamérica, la proliferación de suelos áridos se centra en los asentamientos informales, trayendo problemas en el ecosistema y en la calidad de vida de sus habitantes (Sarmiento, 2021).

Villa el Salvador, por ejemplo, un distrito de la ciudad de Lima, Perú, fue formada por asentamientos humanos y hoy en día presenta áreas descuidadas, infraestructura deteriorada, falta de planificación urbana y expansión no regulada (Huaman, 2021). Los vecinos de este distrito viven con poca vegetación y suelos secos, lo que, sumado a la situación económica y la mala gestión municipal, reduce su calidad de vida (Ames, 2019).

La degradación del suelo y la escasez de cobertura vegetal en Villa El Salvador han contribuido significativamente al incremento del efecto isla de calor, generando un aumento de la temperatura en el entorno urbano (Camargo Neyra, 2021). Desde una perspectiva social, la carencia de espacios verdes incide negativamente en la salud

mental de los residentes, favoreciendo la aparición de estrés y ansiedad, y afectando su bienestar (Paucar Camilo, 2021). En el plano económico, la ausencia de una adecuada planificación de áreas verdes repercute en la valorización del territorio, pese a que su implementación puede aumentar el valor de las propiedades en un 20 % y fomentar oportunidades laborales para poblaciones de bajos recursos (FAO, 2017; Sorensen et al., 1998).

En este contexto, la investigación se orienta a abordar la problemática de la erosión del suelo en la Alameda de la Avenida Juan Velasco, localizada en de Villa El Salvador (distrito de Lima Metropolitana), cuya incidencia repercute directamente en el bienestar social, sanitario y emocional de los residentes, por ello se propone la implementación de losas bioactivas, las cuales podrán beneficiaran a la población, cuya sustentación se desarrolla en esta investigación.

2. Justificación

Esta propuesta beneficia directamente a los residentes de Villa El Salvador, en especial a las familias, comerciantes, trabajadores y recolectores de basura que transitan diariamente por la Alameda de la Avenida Juan Velasco. La mejora del espacio contribuirá a fortalecer la cohesión social, brindar áreas seguras para la recreación infantil y favorecer la actividad comercial al hacer el entorno más atractivo. En cuanto al impacto global, se busca mitigar la aridez del suelo y el efecto de isla de calor mediante soluciones sostenibles que permitan recuperar las áreas verdes y mejorar las condiciones ambientales del lugar.

La propuesta solución se halla a través de una metodología empleada basada en

observación directa, entrevistas, encuestas y análisis del contexto centrado en las personas que permitió identificar necesidades reales de la comunidad.

3. Reto de innovación

3.1 Preguntas:

Pregunta general

¿De qué forma el diseño de senderos bioactivos podría restablecer los suelos erosionados de la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025?

Preguntas específicas

¿Cuál es el estado actual de los suelos de la Alameda Juan Velasco en el distrito de Villa el Salvador, 2025?

¿Qué herramientas son necesarias para generar los senderos bioactivos que permitirán restablecer los suelos erosionados en la Alameda Juan Velasco en el distrito de Villa el Salvador, 2025?

¿Qué cuidados son necesarios para el correcto funcionamiento de los senderos bioactivos que permitirán restablecer los suelos erosionados en la Alameda Juan Velasco en el distrito de Villa el Salvador, 2025?

¿Cuál es el impacto de la implementación del diseño de senderos bioactivos para restablecer los suelos erosionados de la Alameda Juan Velasco en el distrito de Villa el Salvador, 2025?

3.2 Objetivos

Objetivo general:

Diseñar senderos bioactivos para restablecer los suelos erosionados de la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025.

Objetivos específicos:

Conocer el estado actual de los suelos de la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025.

Reconocer las herramientas necesarias para generar los senderos bioactivos que permitirán restablecer los suelos erosionados en la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025.

Exponer los cuidados necesarios para el correcto funcionamiento de los senderos bioactivos que permitirán restablecer los suelos erosionados en la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025.

Identificar el impacto del diseño de senderos bioactivos para restablecer los suelos erosionados de la Alameda Juan Velasco en Villa el Salvador en el 2025.

4. Sustento Teórico

4.1 Estudios previos

Mejía et al. (2022). Valoración del uso combinado de mezclas de materiales orgánicos y biofertilización con microorganismos en cultivo sin suelo.

Este estudio tuvo como propósito evaluar prácticas sostenibles de producción agrícola a través del uso de sustratos orgánicos como vermicompost

junto con la fibra de coco, combinándolos con biofertilizantes microbianos y fertirriego a base de té de vermicompost. La investigación se centró en sistemas de cultivo sin suelo, es decir, técnicas agrícolas que prescinden del suelo natural y utilizan medios alternativos para sostener y nutrir las plantas. Los resultados mostraron que esta combinación permitió mantener un rendimiento adecuado del cultivo durante varios ciclos sin la necesidad de fertilizantes químicos. La estrategia demostró ser eficaz para garantizar la nutrición vegetal mediante métodos ecológicos y sostenibles. Este estudio respalda el uso de microorganismos beneficiosos para mejorar la salud del medio de cultivo, lo cual guarda una estrecha relación con nuestra propuesta de regenerar suelos áridos mediante cápsulas biofertilizantes en espacios urbanos degradados.

Ramírez et al. (2021) Evaluación del uso de materiales naturales y microorganismos para la mejora de suelos urbanos degradados.

Esta investigación, realizada en México, analizó el efecto combinado de microorganismos benéficos del suelo (bacterias y hongos micorrízicos) y materiales naturales como compost, fibra de coco y lombricompuesto sobre suelos urbanos degradados. El estudio se llevó a cabo en espacios públicos de zonas periurbanas durante un periodo de seis meses. Los tratamientos combinados permitieron mejorar significativamente la estructura del suelo, aumentar su fertilidad y acelerar la reaparición de vegetación nativa. Este estudio aporta evidencia empírica sobre la efectividad de técnicas regenerativas basadas en microorganismos y materiales naturales en suelos urbanos.

Ma et al. (2020). *Simultaneous Energy Harvesting and Gait Recognition using Piezoelectric Energy Harvester.*

La motivación que influenció esta investigación fue desarrollar un dispositivo que pueda generar energía a través de materiales piezoeléctricos mientras reconoce los patrones de marcha del usuario. La metodología empleada consistió en diseñar un prototipo con un sistema piezoeléctrico capaz de convertir la presión de las pisadas en energía eléctrica, al mismo tiempo que recopila información sobre el tipo de paso. Los resultados indicaron que el sistema logra recolectar energía de manera eficiente y puede identificar con alta precisión las características de los pasos. La utilidad de la investigación se vincula con nuestro proyecto en la medida en que respalda el uso de la pisada humana como fuente activadora de sistemas funcionales.

Miralles et al. (2020). ¿Qué bacterias favorecen nuevas plantas en suelos áridos?

Este estudio busca identificar bacterias presentes en las capas superficiales de suelos áridos y evaluar su capacidad para prevenir la desertificación. La metodología empleada consistió en el análisis de suelos en zonas áridas, enfocándose en comunidades microbianas como bacterias y cianobacterias que forman bio-costras, las cuales estabilizan el suelo y mejoran sus condiciones. Los resultados mostraron que estas bacterias contribuyen a reducir la erosión, aumentar la infiltración de agua y aportar nutrientes esenciales como nitrógeno, favoreciendo el crecimiento de nuevas plantas en suelos degradados. La utilidad de la investigación radica en que sustenta el uso

de bacterias como herramienta para restaurar suelos áridos, lo cual respalda nuestra propuesta para regenerar el estado del suelo de la Alameda.

Sotelo et al. (2020). Biofertilización: Experiencias realizadas en la provincia del chaco en cultivos intensivos y extensivos.

La investigación tuvo como finalidad fortalecer las prácticas de extensión rural como estrategia clave para enfrentar problemáticas relacionadas con la pérdida de capital natural y social, así como con la limitada diversificación de la producción agrícola. A través de un enfoque participativo, los autores definieron tres ejes fundamentales: el área de intervención, los actores sociales involucrados y la metodología de trabajo conjunto. Los resultados obtenidos confirmaron que la biofertilización constituye una herramienta eficaz dentro de la agricultura sostenible, al promover el crecimiento vegetal y contribuir al control de enfermedades del suelo causadas por patógenos. Este estudio respalda nuestra propuesta al demostrar que la aplicación de microorganismos benéficos en el manejo del suelo no solo mejora su salud, sino que también fortalece los sistemas productivos de manera sostenible, lo cual es aplicable al contexto urbano degradado de la Alameda Juan Velasco.

Ambrosio et al. (2020). Recuperación de la calidad del suelo en una pastura degradada mediante sistemas agroforestales en Yurimaguas.

La finalidad de este estudio fue la evaluación del efecto de cuatro sistemas agroforestales sobre la calidad de un suelo degradado por

sobrepastoreo. Se utilizó la técnica estadística del muestreo en el lugar elegido. Como resultado final se obtuvo que el Índice de Calidad del Suelo ponderado (ICSw) fue superior para los Sofás que, para la pastura degradada, evidenciándose así que los SAF favorecieron la restauración de la calidad del suelo.

4.2 Marco teórico

Con la finalidad de explicar el término de senderos bioactivos se van a revisar los siguientes términos:

4.2.1 Biofertilización

La biofertilización es una técnica sostenible que utiliza microorganismos vivos para enriquecer el suelo o las plantas, incrementando la disponibilidad de nutrientes esenciales (Rincón & De Freitas, 2008). Estos organismos, entre los que se encuentran bacterias y hongos, establecen relaciones simbióticas con las raíces, favoreciendo procesos naturales como la fijación de nitrógeno y la transformación del fósforo en formas aprovechables por las plantas. Esto permite disminuir el uso de fertilizantes sintéticos y mejora la calidad biológica del suelo.

Un estudio reciente desarrollado en Ecuador por Crespo Ávila et al. (2025) destaca el potencial de los microorganismos eficientes como base para la producción de bioinsumos agrícolas. La investigación se centró en la caracterización morfológica y la optimización de estos microorganismos para su aplicación en suelos con bajo contenido nutricional. Los resultados demostraron que, al ser formulados correctamente, estos bioinsumos contribuyen

significativamente a la regeneración del suelo, al equilibrio microbiológico y a mejorar los niveles de absorción de nutrientes por parte de las plantas. Esto evidencia que la incorporación de bacterias beneficiosas no solo es viable desde el punto de vista técnico, sino que representa una alternativa sostenible frente al uso intensivo de fertilizantes químicos.

4.2.2 Sistema Piezoeléctrico

Los cristales piezoeléctricos se caracterizan por su capacidad para alterar la distribución de carga interna y generar campos eléctricos cuando se les aplica estrés mecánico, lo que los convierte en materiales valiosos en tecnologías de sensores y conversión de energía (Stanford Advanced Materials, 2023). En contextos urbanos, la piezoelectricidad se ha aplicado como una estrategia para recolectar energía a partir del paso de personas. Un estudio demostró que, al instalar sensores piezoeléctricos debajo de baldosas, es posible transformar la presión de las pisadas humanas en energía eléctrica suficiente para alimentar dispositivos como luces LED. El mismo experimento alcanzó una potencia de hasta 249.6 milivatios por baldosa, con un costo estimado por unidad de aproximadamente 10.2 dólares (Selim et al., 2024).

4.2.3 Suelos erosionados

La erosión del suelo es un proceso natural mediante el cual se pierde progresivamente la capa superficial del terreno, que constituye la fracción más fértil y rica en materia orgánica. Este fenómeno puede manifestarse de forma eólica, cuando es ocasionado por la acción del viento, o hídrica, cuando

interviene el agua de lluvia o el escurrimiento superficial. No obstante, su intensidad y alcance pueden incrementarse significativamente debido a la actividad humana, especialmente a través de prácticas como la deforestación, la compactación del suelo por maquinaria pesada o el retiro de la cobertura vegetal. Estas acciones alteran el equilibrio ecológico del terreno, favoreciendo la degradación del suelo y reduciendo su capacidad productiva (Bocanegra & Guzman, 2021; Instituto nacional de estadística y geografía {INEGI}, 2023).

4.2.4 Senderos Bioactivos

Los senderos bioactivos son la propuesta central de esta investigación, una tecnología con infraestructura modular piezoeléctrica que incorpora cápsulas biofertilizantes. Estas cápsulas se liberan mediante un sistema integrado en los módulos que funciona con la electricidad generada del sistema piezoeléctrico, cuya fuente de energía es la presión del tránsito peatonal, permitiendo su liberación progresiva en el suelo y mejorando su calidad de área verde.

Para garantizar el funcionamiento adecuado de los senderos bioactivos, es fundamental que el suelo donde se instalen cumpla con ciertas condiciones. En primer lugar, el terreno no debe estar excesivamente compactado; se recomienda que el suelo tenga una textura franco y franco arcilloso limoso, ya que texturas permiten una adecuada infiltración de agua, favoreciendo la absorción de nutrientes por las plantas (Burgos, 2024). En cuanto al aspecto estructural, el área debe estar nivelada y libre de escombros para permitir una instalación segura y estable del sistema. En caso de que el suelo presente un nivel avanzado de erosión o una textura excesivamente suelta, se recomienda la

incorporación de grava como material estabilizador, evitando hundimientos o desplazamientos (Flores, 2023). Esta capa de entre 4 y 40 mm, formada por fragmentos de roca triturada en granos gruesos, posee alta permeabilidad, lo que favorece el paso del agua y el oxígeno hacia el subsuelo (Valoyes, 2013), manteniendo las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad microbiana sin interferir con la función ecológica del terreno. Como etapa final, se debe realizar un monitoreo y mantenimiento periódico, pues cada módulo tiene una duración estimada de nueve meses antes de requerir la recarga de nuevas cápsulas.

Materiales

Los módulos piezoeléctricos utilizados en los senderos bioactivos están fabricados con cerámica piezoeléctrica de titanato de plomo y circonio (PZT), un material validado por su capacidad de generar electricidad al ser sometido a presión mecánica. Este elemento se encuentra encapsulado en una estructura modular compuesta por polietileno de alta densidad (HDPE), materiales resistentes al tránsito constante. La base del módulo incorpora caucho reciclado que incorpora Hidrogel natural TG,cuya aplicación ha demostrado aumentar la capacidad de retención de agua en suelos áridos y prolongar la disponibilidad de humedad en más de un 200% (Pan et al., 2023). Finalmente, el sistema cuenta con un circuito básico de almacenamiento y conducción de energía, que permite activar funciones como la liberación controlada de cápsulas y la iluminación por medio de luces LED de bajo consumo.

Por otro lado, las cápsulas biofertilizantes están elaboradas con gelatina

vegetal. Este recubrimiento flexible permite una liberación progresiva del contenido al entrar en contacto con la humedad del terreno. En su interior, las cápsulas contienen una mezcla activa compuesta por bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azospirillum sp.*), compost estabilizado con actividad microbiológica y fibra de coco como sustrato orgánico con alta capacidad de retención de agua.

5. Beneficiarios

Mapa de actores

Para el desarrollo de la propuesta, se han considerado los grupos clave que interactúan directa o indirectamente con el proyecto. Se ha planteado un mapa de actores en el que se identifican tres niveles:

- Actores centrales conformados por familias, comerciantes, estudiantes, trabajadores y recolectores de basura que utilizan de manera habitual la Alameda Juan Velasco y sus calles aledañas, generando así el flujo peatonal diario que activará el sistema de senderos bioactivos.
- Actores directos, cuya conexión con la Alameda no proviene del uso diario, sino de su intervención en la gestión, mantenimiento y operatividad del espacio. Entre ellos destacan la Subgerencia de Parques y Jardines, los programas de reciclaje y campañas ambientales, el área de Telecomunicaciones y los equipos de Limpieza Pública y Maestranza de la Municipalidad de Villa El Salvador.
- Actores indirectos, quienes desempeñan un rol estratégico de respaldo institucional y difusión. Este grupo está compuesto por la Municipalidad

de Villa El Salvador como ente de gobernanza, el Ministerio del Ambiente (MINAM) como organismo regulador ambiental, las redes sociales como canal de comunicación y sensibilización ciudadana, y la Línea 1/ATU debido a su influencia en la conectividad del distrito.

Arquetipo

Durante la investigación, y con la información recolectada a través de técnicas de observación, entrevistas y encuestas, se creó un arquetipo de persona que frecuenta la Alameda Juan Velazco:

Hugo Santos es un comerciante de 35 años, residente del distrito de Villa El Salvador, perteneciente a la clase media emergente (B), casado y padre de dos hijos. Presenta una preocupación constante por el bienestar de su entorno familiar y comunitario, así como una alta valoración por la calidad del espacio urbano que habita. La carencia de áreas verdes en su distrito le genera una sensación de insatisfacción, al no contar con espacios adecuados para el desarrollo de sus hijos. Esta situación lo obliga a desplazarse hacia otros distritos de Lima con mejor infraestructura recreativa, lo que incrementa su percepción de desigualdad territorial y reduce sus oportunidades de disfrute cotidiano.

Desde una perspectiva emocional y social, Hugo Santos expresa frustración al observar cómo su comunidad ha sido marginada de los beneficios ambientales urbanos que otras zonas de Lima disfrutan. Además, su visión de la ciudad está orientada al equilibrio entre el desarrollo urbano y el cuidado ambiental, evidenciando una sensibilidad creciente hacia la sostenibilidad. Sus hábitos de vida, centrados en la convivencia familiar, el trabajo independiente y

la interacción comunitaria, lo convierten en un usuario clave y directo de propuestas de regeneración del espacio público, como los senderos bioactivos. La mejora de áreas verdes no solo representa para él una solución funcional, sino también un símbolo de inclusión, dignidad y progreso para su comunidad.

De acuerdo con una estimación basada en los datos de concurrencia de Google Maps Popular Times, se proyecta que la cantidad de personas beneficiadas es de 710 diariamente, quienes son personas que transitan a través de la Alameda.

6. Modelo de Negocio

Descripción del Modelo de Negocio desarrollado a través de los siguientes elementos:

6.1 Reto del diseño

EcoHuella nace como una propuesta innovadora para restaurar los suelos erosionados y áridos de la alameda Juan Velasco, en Villa El Salvador. La meta planteada es convertir este espacio degradado en un área verde atractiva y sostenible para jóvenes entre 25 y 35 años, así también impulsar la participación comunitaria y favorecer la sostenibilidad urbana.

6.2 Propuesta de valor

La propuesta consiste en la instalación de senderos bioactivos, compuestos por losas tanto funcionales como estéticas. Estas Losas tienen la particularidad de liberal semillas de forma inteligente, ya que con cada pisada activa un sistema de liberación controlada de semillas encapsuladas. Además,

incorporan componentes ecológicos como microorganismos, semillas y sustrato nutritivo, que impulsan procesos de regeneración del suelo. Gracias a esta tecnología, los senderos bioactivos fomentan la creación de zonas verdes sin necesidad de grandes intervenciones, contribuyendo a la restauración del entorno natural. De esta manera, se genera un ambiente más agradable y saludable donde las familias pueden disfrutar del contacto con la naturaleza sin salir de su comunidad.

6.3 Segmento de clientes

El segmento está dirigido a personas de 25 a 35 años, incluyendo vecinos, transeúntes y trabajadores de diversas clases sociales, como familias jóvenes de clase media y trabajadora, recolectores de basura y comerciantes locales, que buscan entornos seguros y accesibles para el esparcimiento de sus hijos. También se incluyen estudiantes universitarios y técnicos, tanto locales como foráneos, quienes valoran espacios públicos con conectividad, áreas de estudio al aire libre y actividades culturales. En conjunto, estos grupos representan distintos niveles socioeconómicos y necesidades específicas que deben ser consideradas para un diseño urbano inclusivo y funcional.

6.4 Canales

Como canales de distribución se usa las redes sociales como Instagram, *Facebook*, TikTok, LinkedIn publicando promociones e información del producto constantemente, también se usa los medios más comunes como la televisión y periódicos contratando espacios publicitarios semanalmente. Por otra lado, también se establecen alianzas con empresas retail como Sodimac,

Maestro y Promart ya que están enfocadas en la mejora del hogar para así impulsar la comercialización y difusión del proyecto.

6.5 Relación con los clientes

Se propone una relación cercana y significativa con la comunidad, que consiste en la participación activa, la educación ambiental y la accesibilidad. Con este proyecto aparte de ofrecer un producto, se busca generar un impacto emocional al convertir áreas degradadas en espacios verdes que refuercen el sentido de pertenencia y mejoran la calidad de vida.

6.6 Actividades clave

Las actividades fundamentales para el funcionamiento de EcoHuella involucran:

- Fabricación e instalación de la losa bioactiva, el riego y activación del ecosistema.
- Campañas de marketing y gestión de compras y ventas.
- Logística de distribución.
-

6.7 Recursos clave

Para hacer posible la implementación de estos Senderos Bioactivos se cuenta con diversos recursos claves, los cuales son: cobertura antideslizante, mecanismos de activación, base porosa eco amigable, semillas, luces LED decorativas, microorganismos, sustrato nutritivo, red de distribución y también una fuerte presencia en redes sociales.

6.8 Aliados clave

Para garantizar la calidad y funcionalidad del producto, se establecen relaciones estratégicas con proveedores de cobertura antideslizante, fabricantes de bases porosas y mecanismos de activación, distribuidores de semillas, proveedores de sustrato nutritivo y luces LED.

6.9 Fuentes de ingresos

Como ingresos mensuales se estiman unos S/. 21,480. Esta suma proviene de la venta de losas EcoHuella(S/ 20,000), la publicidad ética (S/. 480) y los patrocinios exclusivos con empresas privadas reconocidas(S/ 1,000). Esta táctica permite sustentar los costos mensuales y poder invertir en la mejora del proyecto.

6.10 Impacto

Con EcoHuella se busca recuperar los suelos promoviendo el crecimiento de la vegetación nativa y así transformar el espacio en un entorno verde y acogedor. Gracias a esto, atraemos a más jóvenes fortaleciendo el vínculo con la comunidad, contribuyendo a una ciudad más habitable y sostenible.

6.11 Presupuestos

Tabla 1. *Inversión inicial*

INVERSIÓN INICIAL					
RECURSO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
PRODUCCIÓN	Cobertura antideslizante	12	UND	100	1,200
	Losas no funcionales	63	UND	19	1,260
	Sistema Piezoeléctrico	12	UND	125	1,500
	Luces LED	12	UND	25	300

	Bases porosas ecoamigable	12	UND	75	900
	Cápsulas	12	UND	1,500	1,500
	Mano de obra	1	UND	1	600
ADMINISTRATIVOS	Diseño gráfico	1	UND	1,500	1,500
	Gestion y coordinacion	1	UND	3,000	3,000
	Trámites	1	UND	1,000	1,000
LOGÍSTICOS	Transportes	1	UND	1,000	1,000
	Almacenamiento	1	UND	500	500
	Instalación	1	UND	1,000	1000
FINANCIEROS	Contingencia	1	UND	5,000	5,000
	Gastos operativos	1	UND	1,000	1,000
				TOTAL	21,260

Los gastos mensuales planificados ascienden a S/. 2,655, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

GASTOS MENSUALES					
RECURSO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**TOTAL**
ADMINISTRATIVOS	Coordinación y seguimiento	1	UND	500	500
	Gestión técnica	1	UND	400	400
	Community manager	1	UND	500	500
LOGÍSTICOS	Transporte eventual	1	UND	200	200
	Almacenamiento temporal	1	UND	500	500
FINANCIEROS	Contingencia mensual	1	UND	145	145
	Costos operativos	1	UND	100	100
	Fondos de previsión	1	UND	210	210
				TOTAL	2,655

7. Resultados

La investigación puso en evidencia ciertos datos importantes para la implementación de los senderos bioativos:

Como parte del proceso de validación, se realizaron conteos manuales en tres franjas horarias (mañana, tarde y noche) durante los días viernes, sábado y lunes en la Alameda Juan Velasco. Los resultados registran entre 89 y 205 personas por hora, lo que garantiza entre 3 y 4 activaciones por hora si se considera una activación del módulo cada 50 pisadas.

Se realizaron entrevistas vía meet a personas que viven en el distrito de Villa el Salvador y frecuentan la alameda; seguidamente, se les mostraron renders del proyecto y se les explicó el concepto de senderos bioactivos. Los entrevistados expresaron entusiasmo por la propuesta, destacando su potencial para motivar el cuidado del espacio público y generar interés ambiental. El sistema fue percibido como educativo y lúdico, despertando curiosidad e interés por su funcionamiento y promueve el sentido de pertenencia y el cuidado del entorno por parte de los usuarios

Se logró una interacción inicial positiva: En menos de una semana, se logró captar la atención de 51 seguidores y se generaron aproximadamente 70 interacciones en las primeras tres publicaciones. La mayoría de las personas que interactuaron pertenecen al grupo etario objetivo (entre 25 y 35 años). A través de comentarios y mensajes directos, varios usuarios manifestaron su interés en ver este tipo de soluciones

aplicadas en zonas urbanas, confirmando que la propuesta es comprensible, atractiva y cumple con el objetivo de mejorar la percepción del espacio público a través del diseño.

En el presente trabajo logró el desarrollo de un diseño funcional y viable de los senderos bioactivos que demuestra, a nivel teórico y prototípico, cómo esta solución podría contribuir al restablecimiento del suelo erosionado de la Alameda Juan Velasco.

Se cumplió con el diseño integral del sistema de senderos bioactivos, la validación del interés ciudadano, la identificación y análisis del estado actual del suelo, y la demostración de que existe el flujo peatonal suficiente para activar el sistema en horas pico. No se cumplió con la implementación física de los módulos en el espacio público, la medición de impacto ambiental real sobre el suelo tras la instalación, la validación de mantenimiento y comportamiento del sistema a largo plazo en condiciones reales.

Los resultados ayudarán a la correcta identificación de necesidades de las personas que frecuentan el lugar y la validación del interés de su parte por la solución que se propone. Por otro lado, el diseño técnico fue sustentado con evidencia científica y experiencias internacionales.

8. Conclusiones

El diseño de senderos bioactivos son una solución viable para resolver el problema de suelos erosionados de la Alameda Juan Velasco en Villa El Salvador en el año 2025.

Los suelos de la Alameda presentan un estado avanzado de deterioro: alta compactación, escasa vegetación, baja retención hídrica y limitada capacidad microbiológica.

Las herramientas clave para la solución son la integración de módulos piezoeléctricos, cápsulas biodegradables con biofertilizantes, estructuras porosas de base eco amigable, materiales estabilizadores como grava y sistemas de activación lumínica.

El sistema requiere cuidados mínimos para garantizar su efectividad: limpieza periódica, recambio de cápsulas cada nueve meses y revisión técnica de los módulos.

El diseño de senderos bioactivos tendrá un impacto positivo en los usuarios y el entorno. A partir de las validaciones realizadas, se evidenció un alto nivel de interés por parte de jóvenes. Además, contribuyen al fortalecimiento del sentido de pertenencia, al uso recreativo del espacio público y a la mejora del bienestar ambiental y social.

9. Bibliografía

Ambrosio, J., Soto, L., & Díaz, M. (2020). *Recuperación de la calidad del suelo en una pastura degradada mediante sistemas agroforestales en Yurimaguas*. https://hdl.handle.net/20.500.12996/4571

Bocanegra, A., & Guzmán, H. (2021). *Determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la cuenca del río Chicama, 2021*.

Camargo Neyra, G. (2021). *Efecto de la urbanización sobre la temperatura superficial en zonas de expansión urbana en Lima Metropolitana* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Crespo Ávila, S., Herrera, A., & Moreno, L. (2025). *Potencial de los microorganismos eficientes para la producción de bioinsumos agrícolas en suelos degradados del Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

{FAO}. (2017). *Beneficios de las áreas verdes urbanas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org

Flores, C. (2023). *Estabilización de suelos sueltos mediante el uso de capas drenantes en entornos urbanos*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería].

Huamán Rumi, W. V., & Manrique Garay, A. E. (2021). *Expansión urbana y urbanización informal en las periferias de la zona agropecuaria del distrito de Villa El Salvador, Lima 2021*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía{INEGI}. (2023). *Informe técnico sobre degradación de suelos*.

Ma, Y., Zhao, W., & Lin, X. (2020). *Simultaneous energy harvesting and gait recognition using piezoelectric energy harvester*. *IEEE Sensors Journal*, 20(24), 14690–14698. https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3021529

Mejía, A., Rodríguez, D., & Castillo, P. (2022). *Valoración del uso combinado de mezclas de materiales orgánicos y biofertilización con microorganismos en cultivo sin suelo*. http://hdl.handle.net/10835/13796

Miralles, J., Acosta, G., & García, P. (2020). ¿Qué bacterias favorecen nuevas plantas en suelos áridos? *Revista de Biotecnología Aplicada*, 37(2), 45–52.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe global de avances*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Pan, Y., Zhang, Y., & Li, X. (2023). Biodegradable hydrogel with water-harvesting capacity for sustainable soil moisture retention. *ACS Materials Letters*, 5(4), 456–463. https://doi.org/10.1021/acsmaterialslett.3c00025

Paucar Camilo, L. (2021). *Impacto de la falta de áreas verdes sobre la salud mental en zonas urbanas marginales de Lima* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

Rincón, L., & De Freitas, J. (2008). Biofertilización y desarrollo sustentable: Aplicaciones de microorganismos en agricultura. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(2), 12–21.

Ramírez, C., Torres, L., & Delgado, F. (2021). *Evaluación del uso de materiales naturales y microorganismos para la mejora de suelos urbanos degradados*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(3), 109–118.

Sarmiento Valdés, F. A., Bragos, O., & Chacón Jiménez, C. A. (2021). *Análisis de los instrumentos de actuación urbana aplicables a asentamientos irregulares en bordes urbanos de ciudades de América Latina, en el marco de los ODS*. Revista Hábitat y Sociedad, 14(1), 105–123.

Selim, M., Rahman, M. M., & Akhtaruzzaman, M. (2024). Performance assessment of low-cost piezoelectric floor tiles for urban renewable energy solutions. *Renewable Energy Applications*, 9(1), 33–41.

Sorensen, A., Greene, R., & Russ, A. (1998). *The value of urban green infrastructure: Evidence from global cities*. *Urban Studies*, 35(11), 1965–1985.

Sotelo, J., Fernández, M., & Cabrera, E. (2020). *Biofertilización: Experiencias realizadas en la provincia del Chaco en cultivos intensivos y extensivos*.

Stanford Advanced Materials. (2023). *What are piezoelectric crystals and how do they work?* https://www.samaterials.com

Terán Velazco, C. A. (2019). *Contribución de las empresas listadas en el Índice de Buen Gobierno Corporativo de la Bolsa de Valores de Lima con los esfuerzos del Perú para el logro de la Agenda 2030* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. http://hdl.handle.net/10757/648670

Valoyes, H. (2013). *Evaluación de la capacidad de drenaje en capas granulares para pavimentos ecológicos*. *Revista Ingeniería y Región*, 11(1), 23–30.

Wang, Y., Soga, K., DeJong, J. T., & Kabla, A. J. (2020). *Effects of bacterial density on growth rate and characteristics of microbial-induced $CaCO_3$ precipitates: A particle-scale experimental study*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.04094