

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Optimización de riego para reducir consumo de agua de áreas
verdes en la concesión de peaje Lima Expresa SAC

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA

Karen Lucero Calderón Villanueva

ASESORA

Norma Luz Quinteros Camacho

Huaura, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL

ACTA N° 032-2024-UCSS/FCAA-JD

Siendo las 09:30 horas del 25 de noviembre de 2024, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Trabajo de Suficiencia Profesional, integrado por:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. María Eugenia del Carmen Viloría Ortín | Jurado Presidente |
| 2. María del Carmen Villegas Montoya | Jurado Miembro |
| 3. Norma Luz Quinteros Camacho | Asesor |

se reunieron para la sustentación virtual del trabajo de suficiencia profesional titulado 'Optimización de riego para reducir consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa SAC' que presenta la Bachiller en Ciencias Ambientales Karen Lucero Calderon Villanueva, cumpliendo así con los requerimientos de presentación y sustentación de un trabajo de suficiencia profesional original, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado lo declara:

Aprobado

En mérito al resultado obtenido, se eleva la presente acta al decanato de Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare EXPEDITA, para conferirle el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 25 de noviembre de 2024

María Eugenia del Carmen Viloría Ortín

Jurado Presidente

María del Carmen Villegas Montoya

Jurado Miembro

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Lima, 17 de noviembre de 2024

Señor,
José Victor Ruíz Ccance
Jefe del Departamento Académico
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: “Optimización de riego para reducir consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa SAC”, presentado por Karen Lucero Calderón Villanueva (código de estudiante 2013100883, y DNI 73466404) para optar el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y CONSIDERO que el mismo se encuentra APTO para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se la ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesora, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Norma Luz Quinteros Camacho

DNI N° 06650975

ORCID N° [0000-0002-3704-8986](https://orcid.org/0000-0002-3704-8986)

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ANEXOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
TRAYECTORIA DEL AUTOR	10
I. EL PROBLEMA	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.1.1 Problema principal	17
1.1.2 Problemas secundarios	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Justificación	18
1.4 Alcances y limitaciones	19
1.4.1 Alcances	19
1.4.2 Limitaciones	20
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Definición de términos básicos	24
III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	27
3.1 Metodología de la solución	27
3.2 Desarrollo de la solución	32
3.2.1 Descripción del proyecto	32
3.3 Factibilidad técnica-operativa	53
IV. ANÁLISIS CRÍTICO	56
4.1 Cuadro de inversión	56
4.2 Análisis de costos – beneficio (Dos páginas)	58

V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA EMPRESA	61
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa.....	10
Figura 2. Ubicación referenciada en Google Earth	16
Figura 3. Lima expresa vista aérea de área verdes	34
Figura 4. Plantación de A. Cordifilia.....	34
Figura 5. Preparación del área y uso de herramientas	36
Figura 6. Eliminación de gras común.....	36
Figura 7. Acopio de Grass y malezas con herramientas manuales.....	37
Figura 8. Limpieza de terreno luego de la colocación de A. Cordifilia	38
Figura 9. Preparación de compost para mejoramiento de suelo.....	39
Figura 10. Suelo mejorado listo para siembra	39
Figura 11. Plantas del vivero (cotizado).....	40
Figura 12. Siembra de A. Cordifilia	41
Figura 13. Primer riego luego de la siembra de la A. Cordifilia	42
Figura 14. Cuidados posteriores para mantener verde e hidratado.....	42
Figura 15. Riego por inundación	43
Figura 16. Plano de planta de boulevard	44
Figura 17. Detalles de accesorios de la instalación	45
Figura 18. Preparación y tendido de manguera	45
Figura 19. Sistema de instalación de riego por aspersión	46
Figura 20. Vertido de agua por cambio de riego	47
Figura 21. Funcionamiento del nuevo sistema y la importancia del riego por aspersión en la conservación del agua.....	48
Figura 22. Capacitación sobre el plan de mantenimiento que incluya la limpieza de filtros	48
Figura 23. Resiembra en algunos puntos identificados	49
Figura 24. Monitoreo y evaluación de la Aptemia Cordifilia para abonar.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz FODA	27
Tabla 2. Estrategias de los factores internos y externos del FODA	31
Tabla 3. Carta Gantt para la programación de las actividades realizadas	50
Tabla 4. Cuadro de inversión.....	56
Tabla 5. Análisis de costos – beneficios (mensuales)	58
Tabla 6. Cuadro comparativo de los beneficios de la productividad.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Terminología.....	68
Anexo 2. Panel fotográfico.....	69

RESUMEN

La implementación de la optimización del riego para reducir el consumo de agua en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C. se llevó a cabo en varias etapas clave. En primer lugar, se realizó un diagnóstico inicial que identificó la ineficiencia del riego tradicional y la alta demanda hídrica de la grama común utilizada en las áreas verdes. A partir de este diagnóstico, se optó por la instalación de un sistema de riego por aspersión, diseñado para ajustarse a las necesidades específicas de las plantas y garantizar un uso más eficiente del agua. Este sistema permitió una reducción significativa del consumo, estimándose entre un 30 % y un 50 %. Además, se implementó un cambio en la vegetación, sustituyendo la grama común por *Aptemia Cordifolia*, una especie que requiere menos agua. Esta decisión no solo mejoró la calidad estética de las áreas verdes, sino que también redujo aún más la necesidad de riego. El proceso incluyó la capacitación del personal para el monitoreo constante de las condiciones hídricas del suelo, lo que permitió ajustar el riego de manera precisa según las necesidades de las plantas. Como resultado, la estrategia ha logrado no solo un uso más eficiente del agua, sino también un significativo ahorro económico en costos operativos, alineando las prácticas de mantenimiento con principios de sostenibilidad ambiental.

Palabras claves: Optimización de riego, técnica de riego, costo de adquisición, uso eficiente del agua.

ABSTRACT

The implementation of irrigation optimization to reduce water consumption in the green areas of the Lima Expresa S. A. C. toll concession involved several key stages. Initially, an assessment revealed the inefficiencies of traditional irrigation methods and the high-water demand of the commonly used grass. To address these issues, a sprinkler irrigation system was installed, tailored to the specific needs of the plants, ensuring more efficient water use. This new system achieved a notable reduction in water consumption, estimated between 30% and 50%. Additionally, the common grass was replaced with *Aptemia Cordifolia*, a drought-resistant species that further decreased irrigation needs while enhancing the aesthetic quality of the green areas. The process included training personnel to monitor soil moisture conditions, allowing for precise irrigation adjustments based on the plants' requirements. As a result, the strategy not only optimized water usage but also generated significant savings in operational costs, aligning maintenance practices with environmental sustainability principles.

Keywords: Irrigation optimization, irrigation technique, procedure, acquisition cost.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la gestión del agua se ha convertido en un tema crítico ante el creciente impacto del cambio climático, la urbanización acelerada y la presión sobre los recursos naturales, la escasez de agua afecta a millones de personas y plantea desafíos significativos para la agricultura, la industria y la conservación de ecosistemas; en este contexto, la implementación de tecnologías de riego eficientes y el uso de especies vegetales que requieren menos agua son estrategias clave para maximizar el uso de este recurso vital.

Las iniciativas que buscan optimizar el consumo de agua no solo contribuyen a la sostenibilidad ambiental, sino que también promueven el ahorro económico y mejoran la resiliencia de las comunidades ante las variaciones climáticas, este documento aborda las acciones implementadas por Lima Expresa S. A. C. en el ámbito del riego en áreas verdes y presenta recomendaciones dirigidas a diversas instancias de autoridad. El objetivo es fomentar un enfoque global y colaborativo que impulse la gestión responsable del agua y promueva prácticas sostenibles en todo el mundo.

La gestión eficiente del agua es un desafío crucial en el contexto actual, donde la sostenibilidad y el uso responsable de los recursos naturales son esenciales. En el marco de las iniciativas implementadas por Lima Expresa S. A. C., se ha establecido un sistema de riego por aspersión que ha logrado una notable reducción en el consumo de agua, junto con la adopción de especies vegetales más eficientes. Este documento presenta una serie de recomendaciones dirigidas a diversas instancias de autoridad, con el objetivo de optimizar aún más el riego en las áreas verdes y promover prácticas sostenibles. Al abordar estas estrategias, se busca no solo mejorar la eficiencia en el uso del agua, sino también contribuir al bienestar ambiental y económico de la comunidad.

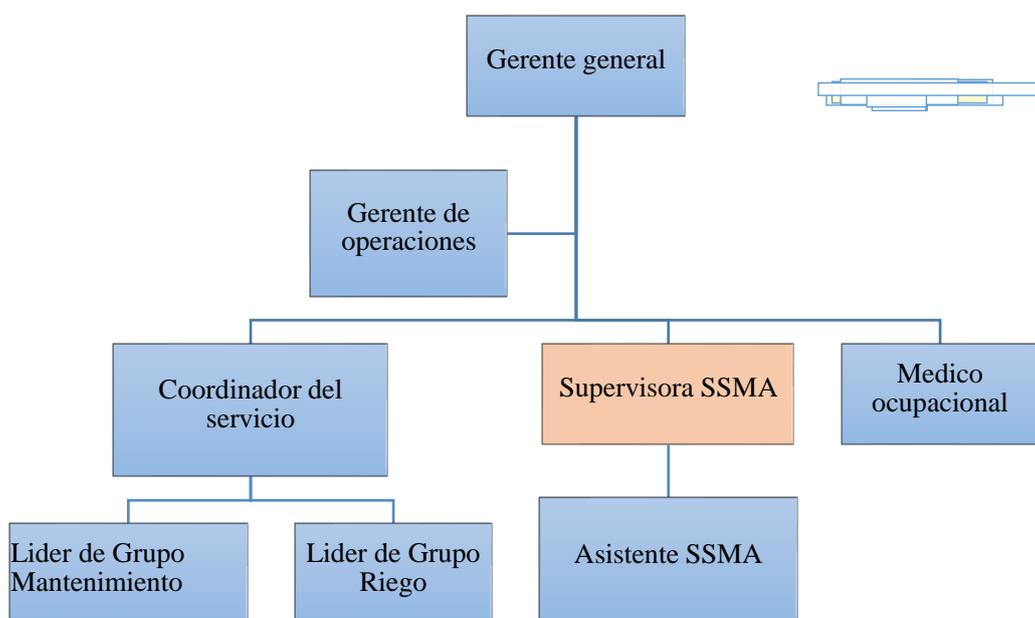
TRAYECTORIA DEL AUTOR

Herts Servicios Integrales S. A. C. es una empresa peruana independiente cuyo ámbito de servicio es proporcionar soluciones integrales en mantenimiento de infraestructuras (servicios de construcción y remodelación, servicios de ingeniería y consultoría, servicios de mantenimiento, gestión de áreas verdes, limpieza industrial, gestión de residuos sólidos y otros; a los que se dedica con un profundo compromiso con el medio ambiente y la remediación ambiental. Este interés se traduce en una filosofía que prioriza la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales, a través de la implementación de prácticas responsables y el desarrollo de proyectos innovadores, la empresa busca mitigar el impacto ambiental de sus actividades y contribuir a la restauración de ecosistemas degradados.

En este contexto, la organización no solo se preocupa por su propia actividad, sino que también fomenta una cultura de responsabilidad ambiental en toda la sociedad buscando un equilibrio entre desarrollo económico y sostenibilidad que beneficie a las comunidades y al planeta.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Obtenida del Organigrama del Servicio de mantenimiento de áreas verdes en la vía de Evitamiento - Sección 1 – Sección 2 LIMA EXPRESA

La empresa para el desarrollo de sus funciones jerárquicamente está organizada en dos niveles (alta dirección conformada por la gerencia general y gerencia de operaciones) y las áreas técnicas y de servicio en la que se encuentra el Área de Seguridad, Salud y Medio Ambiente cuyas funciones específicas están orientadas a fomentar una cultura de seguridad en todas las actividades que realizan los empleados dentro de la organización, enfocándose a sensibilizar a los trabajadores sobre los riesgos y peligros asociados con sus tareas, con el fin de reducir y prevenir accidentes, incidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo.

Asimismo, esta área, implementa acciones para empoderar a los colaboradores en la conciencia y responsabilidad ambiental y social. Se cree firmemente que cada miembro del equipo, desde el gerente general hasta el obrero, desempeña un papel crucial en la promoción de prácticas sostenibles la cual se realiza mediante capacitaciones, talleres y actividades de voluntariado, fomentando así un sentido de pertenencia y compromiso hacia la protección del medio ambiente y el bienestar de la comunidad. Este enfoque integral no solo fortalece la cultura organizacional, sino que también transforma a los trabajadores en agentes de cambio, dispuestos a contribuir positivamente tanto en el entorno laboral como en su vida cotidiana.

Mi desempeño laboral en esta empresa inició en abril del año 2021, como supervisor SSOMA, posteriormente se me asignó el cargo de Supervisora de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSMA) hasta abril del año 2023 que me retiré de esta institución como supervisor SSOMA. Mis funciones iniciales incluían actividades de inspección, elaboración de planes y programas, indicadores, informes de monitoreo ambiental y ocupacional, así como auditorías SSOMA a otras unidades de negocio con la finalidad de contribuir con soluciones de mejora continua tanto en gestión como en operaciones de la organización, siendo el rol fundamental de mi área el garantizar que se cumplan las normativas y estándares relacionados con la seguridad laboral, la salud de los empleados, la protección del medio ambiente de las operaciones.

Durante mi tiempo de permanencia como supervisora de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), mis funciones principales estuvieron orientadas a implementar en los procesos de la gestión de la organización, el cumplimiento de las normativas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en todas las áreas de trabajo, desarrollar las capacitaciones al personal sobre cultura de seguridad y prevención de riesgos, gestión de los residuos sólidos, talleres de impacto ambiental, análisis e interpretación de la legislación ambiental, seguridad, salud y trabajo entre otros; que han sido fundamentales para desarrollar e implementar de manera efectiva los instrumentos de gestión ambiental, asegurando una respuesta adecuada a los desafíos ambientales que enfrenta la organización. Asimismo, mi función incluía realizar los informes correspondientes de las inspecciones y auditorías internas en los procesos identificados de la institución, así como otras relacionadas con la promoción de la salud, comunicación y concienciación

Asimismo, durante mi gestión en la organización he contribuido en la formulación de diversos instrumentos que coadyuvan a la gestión ambiental, la seguridad y salud a nivel de toda la organización. Entre los principales instrumentos desarrollados se encuentran: plan de manejo ambiental, plan de riesgos ambientales, procedimientos de seguridad laboral, programa de capacitación SSOMA, plan de comunicación ambiental y también he realizado informes de gestión de incidentes, así como monitoreos y evaluación para evaluar el desempeño en seguridad y salud, así como en gestión ambiental, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos y facilitando la mejora continua. Finalmente, también se capacitó a los colaboradores de la organización en habilidades blandas (comunicación efectiva, trabajo en equipo, liderazgo, empatía, gestión del tiempo, adaptabilidad, etc.), que han sido clave para fortalecer el desempeño de mi equipo y promover una cultura de seguridad y salud ocupacional en la organización.

Una actividad fundamental que estuvo a mi cargo y del equipo de seguridad, salud y medio ambiente fue diseñar e implementar los planes de manejo ambiental, siendo uno de estos, el plan de manejo ambiental para optimizar el riego en la vía de Evitamiento - Sección 1 – Sección 2 LIMA EXPRESA que involucró la implementación de un nuevo sistema de riego, la selección de especies vegetales con miras a mejorar la cobertura vegetal en áreas específicas, así como y estrategias para optimizar recursos; siendo la especie vegetal

seleccionada la *A. cordifolia*, una planta que optimiza el uso del agua al consumir menos, este cambio no solo implicó una nueva selección de plantas, sino que también se llevó a cabo un fortalecimiento de capacidades para los colaboradores. Se les brindaron herramientas técnicas y se desarrollaron habilidades blandas, lo que permitió que el personal participara activamente en el diseño e implementación del nuevo sistema de riego, así como la supervisión y evaluación de la calidad ambiental en proyectos de infraestructura y áreas verdes, destreza para identificar riesgos potenciales en el entorno laboral y desarrollar medidas preventivas y correctivas para mitigar peligros, uso de herramientas y técnicas para gestionar la seguridad ocupacional, incluyendo la implementación de procedimientos de emergencia y la gestión de incidentes.

I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En concordancia con los servicios que oferta desde hace 27 años, Herts Servicios Integrales S. A. C ha asumido la concesión de mantenimiento de las áreas verdes en el sector (Lima Expresa). Este compromiso se traduce en una atención constante y especializada, orientada a preservar la calidad y la belleza de los espacios naturales. Las actividades realizadas incluyen la poda y el riego de plantas, la eliminación de desechos, y la implementación de técnicas de jardinería sostenible. A través de estas acciones, buscamos no solo embellecer el entorno, sino también contribuir al bienestar de la comunidad y fomentar la biodiversidad local. El objetivo es crear espacios verdes que inviten a la recreación y el disfrute, mejorando así la calidad de vida de todos los habitantes de la zona.

Para cumplir con este servicio Herts Servicios Integrales S. A. C. se enfrentó a un problema significativo debido al elevado consumo de agua necesario para el riego de la grama común en sus áreas verdes. Actualmente, la empresa necesita más de 540,000 litros de agua a la semana, lo que se traduce en la compra de 30 camiones cisterna de agua tratada cada semana. Esta acción no solo genera un gasto económico considerable, sino que también crea una alta demanda del recurso hídricos lo que resulta ser insostenible y poco eficiente generando diversos problemas entre estos, tenemos: en primer lugar, la dependencia de camiones cisterna para el suministro de agua limita la capacidad de la empresa para gestionar sus recursos de manera sostenible. Esto no solo incrementa los costos operativos, sino que también contribuye a un impacto ambiental negativo, ya que el transporte de agua puede generar emisiones y estrés adicional sobre los ecosistemas locales.

Otro problema identificado esta referido a la infraestructura de riego actual que no está optimizada, lo que provoca un uso ineficiente del agua. Sin sistemas avanzados, como riego por goteo o tecnología de monitoreo de humedad, se desperdicia una cantidad significativa de agua en el proceso. A esto se suma la presión de las condiciones climáticas, que pueden

intensificar la necesidad de riego y, por ende, aumentar la demanda de agua en períodos críticos.

Por último, la falta de alternativas sostenibles, el uso de fuentes de agua regenerativa, no existe vocación de tratamiento de aguas residuales para riegos de parques urbanos, limitando las opciones para reducir el consumo de agua. Sin una estrategia clara para implementar soluciones más responsables, la empresa queda atrapada en un ciclo de alta demanda que compromete tanto su viabilidad económica como la sostenibilidad del entorno.

En conjunto, estas causas determinaron la necesidad urgente de replantear la gestión del agua en Herts Servicios Integrales S. A. C., buscando un equilibrio entre el cuidado de las áreas verdes y la conservación de recursos hídricos vitales.

Lo anteriormente expuesto, ha determinado la existencia de sectores de la grama común con problemas de resequedad, especialmente en las zonas con pendiente pronunciada. La falta de técnicas adecuadas para el riego resulta en una distribución ineficiente del agua, agravando la resequedad en áreas específicas y aumentando el desperdicio de este recurso esencial, siendo necesario mejorar la técnica de regado debido a que el impacto es considerable tanto en términos de recursos hídricos como financieramente (elevados costos económicos), situación que determino que la organización Herts Servicios Integrales S. A. C. la necesidad urgente de replantear la gestión del servicio de riego y mantenimiento del sector Puente Huáscar hasta la avenida Morales Duárez, buscando un equilibrio entre el cuidado de las áreas verdes y la conservación de recursos hídricos vitales. Esta situación determinó que la organización se plantee la siguiente interrogante como el problema principal del servicio el que está orientado a: ¿Cómo optimizar el riego para reducir el consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.?

Para abordar este problema, se deben considerar soluciones como la implementación de sistemas de riego más eficientes, como riego por goteo o sistemas de riego inteligente que ajusten el suministro de agua según las condiciones climáticas y las necesidades específicas

de las áreas verdes. Además, explorar alternativas como el uso de agua residuales tratadas, o la sustitución de grama común por especies de vegetación más resistentes a la sequía puede contribuir significativamente a reducir el consumo de agua y los costos asociados. Implementar tecnologías y prácticas sostenibles permitirá a Herts Servicios Integrales S. A. C. lograr un equilibrio entre el mantenimiento de áreas verdes atractivas y la gestión eficiente de los recursos hídricos.

Delimitación geográfica: La concesión de servicios por mantenimiento de áreas verdes otorgada a Herts Servicios Integrales S. A. C. corresponde al sector de la vía expresa entre puente Huáscar (Rímac) hasta la avenida Morales Duárez que corresponde 116 mil metros, se centra en las áreas verdes ubicadas dentro de la concesión de peaje de Lima Expresa S. A. C., una empresa encargada de la gestión de peajes y áreas adyacentes en la región metropolitana de Lima, Perú.

Figura 2

Ubicación referenciada en Google Earth



Delimitación Temporal: El problema se evalúa en el contexto actual, con un enfoque en la reducción inmediata y a corto plazo del consumo de agua durante la temporada de riego, que es fundamentalmente durante los meses de mayor demanda hídrica (por ejemplo, de noviembre a marzo en la temporada seca).

1.1.1 Problema principal

Falta de optimización de riego para reducir el consumo de agua en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.

1.1.2 Problemas secundarios

- Desconocimiento de técnicas de riego alternativas para reducir consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.
- Desconocimiento de las propiedades de especies vegetales alternativas como la *A. Cordifolia* que no requieren riego intensivo para impulsar su cultivo y mantenimiento en vez de la cobertura de grama común reduciendo el consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Optimizar el riego para reducir el consumo de agua de áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar y proponer una técnica de riego adecuada que reduce el consumo de agua de las áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C.
- Diseñar e implementar el cambio de cobertura de grama común por *A. Cordifolia* con miras a mejorar las áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C., reduciendo el uso de agua.

1.3 Justificación

La deficiencia global en el volumen de recursos hídricos no salados es alarmante, y lamentablemente, la poca agua disponible se utiliza de manera ineficiente. Un ejemplo claro de esto es el riego de jardines, rotondas y parques con agua potable, un recurso que podría ser conservado para usos más críticos. El desperdicio de agua en áreas verdes urbanas es significativo y resalta la necesidad de repensar nuestras prácticas de riego; utilizar agua de uso no consuntivo, como las aguas grises, para estas áreas puede ser una solución efectiva para reducir el desperdicio y mejorar la sostenibilidad del manejo hídrico en las ciudades. Esta justificación enfatiza la importancia de implementar técnicas adecuadas de recuperación y reutilización del agua, lo que no solo ayudaría a optimizar los recursos hídricos, sino que también contribuiría a la creación de entornos urbanos más verdes y resilientes, la gestión eficiente del agua en las áreas verdes urbanas es crucial para enfrentar la escasez hídrica y promover un desarrollo sostenible.

En el contexto del Convenio sobre la Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es fundamental impulsar técnicas adecuadas para la recuperación de aguas grises. Este enfoque no solo contribuye a la conservación del agua, sino que también apoya la creación y mantenimiento de parques y áreas verdes urbanas. La reutilización de aguas grises puede ser una solución efectiva para enfrentar la escasez de agua, especialmente en regiones como Lima, donde el acceso a recursos hídricos es limitado. Al implementar sistemas de tratamiento y recuperación de estas aguas, se puede irrigar áreas verdes, promoviendo la biodiversidad y mejorando la calidad de vida de los habitantes. Además, esta práctica está alineada con varios ODS, como el ODS 6 (agua limpia y saneamiento) y el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles), fomentando un uso más sostenible de los recursos hídricos y mejorando la resiliencia urbana frente al cambio climático. Por lo tanto, la integración de técnicas de recuperación de aguas grises en la planificación urbana es esencial para un desarrollo sostenible y para la protección de la biodiversidad local.

En Lima, es fundamental considerar el uso de especies nativas y propias que se han adaptado a los entornos desérticos. Estas plantas no solo requieren menos agua, sino que también contribuyen a la creación de "espejos verdes" en la ciudad, mejorando el paisaje y

proporcionando beneficios ecológicos. Algunas de estas especies nativas son altamente resilientes y pueden prosperar en condiciones de aridez, lo que las convierte en una opción ideal para proyectos de reforestación y paisajismo. Además, su uso promueve la biodiversidad local y ayuda a conservar el patrimonio natural de la región. Fomentar el uso de estas plantas en la urbanización de Lima puede ser una estrategia eficaz para optimizar el uso del agua y crear espacios verdes sostenibles, contribuyendo así a un entorno más saludable y agradable para sus habitantes.

1.4 Alcances y limitaciones

1.4.1 Alcances

Dentro de los alcances obtenidos durante el proyecto, tenemos los siguientes:

- **Ahorro Hídrico:** Se logró una reducción de 90,000 litros de agua semanal, optimizando el uso de este recurso vital.
- **Reducción de Costos:** La disminución en la compra de tanques de agua de 5 a 10 por semana generó importantes ahorros económicos, mejorando la eficiencia financiera del mantenimiento.
- **Sostenibilidad Ambiental:** La introducción de *A. Cordifolia* contribuyó a una gestión más sostenible de los recursos naturales, alineando las prácticas operativas con principios ecológicos.
- **Mejora Estética y Funcional:** La transición a esta especie mantuvo la calidad y apariencia de las áreas verdes, beneficiando la experiencia de los usuarios.
- **Conciencia y Capacitación:** Se promovió una mayor conciencia sobre el uso eficiente del agua entre el personal y la comunidad, fomentando prácticas sostenibles.
- **Escalabilidad del Proyecto:** Los resultados positivos abren la puerta para replicar esta iniciativa en otras áreas de la concesión, ampliando los beneficios logrados.

Estos alcances evidencian el impacto positivo del proyecto y su potencial para contribuir a una gestión más eficiente y sostenible de las áreas verdes. En 2023 se logró reducir más de 5000m³ del consumo total de agua, respecto al año anterior

1.4.2 Limitaciones

- **Identificación de la técnica de riego:** La identificación de la técnica de riego más adecuada para reducir el consumo de agua se vio limitada por la disponibilidad de recursos y tecnologías específicas en la región. Además, factores como el tipo de suelo y las condiciones climáticas pudieron influir en la efectividad de las opciones consideradas.
- **Implementación del procedimiento para el cambio de cobertura:** La implementación del cambio de grama común a *A. Cordifolia* enfrentó desafíos logísticos, incluyendo el tiempo necesario para la adaptación de la nueva especie y la necesidad de realizar un seguimiento para asegurar su correcto crecimiento y mantenimiento.
- **Cálculo del costo de adquisición de recursos:** Calcular el costo de adquisición de recursos para la implementación del proyecto presentó dificultades, dado que los precios de materiales y tecnología pueden variar significativamente. Además, los costos asociados a la capacitación del personal y el mantenimiento a largo plazo no siempre fueron fáciles de prever.

Estas limitaciones subrayan la complejidad del proyecto y la necesidad de un enfoque flexible y adaptativo para enfrentar los desafíos emergentes durante su ejecución. Las oportunidades incluyen una mayor sostenibilidad y potencial de expansión, mientras que las debilidades y amenazas incluyen desafíos de adaptación y riesgos asociados con el rendimiento de la planta y cambios regulatorios. Esta matriz proporciona una visión clara de los elementos clave a considerar para continuar optimizando el uso de recursos y mejorar las prácticas operativas. La solución surgió al identificar la ineficiencia de la grama común en el uso del agua y al adoptar una alternativa más eficiente, lo que permitió reducir el consumo

de agua, disminuir costos operativos y mejorar la sostenibilidad en el mantenimiento de las áreas verdes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Huillca & Ticona (2020) realizó una investigación sobre “Estrategias de conservación de las áreas verdes del distrito de El Agustino - 2022” el estudio propuesto tuvo como objetivo principal diagnosticar cualitativamente el estado actual de las áreas verdes urbanas del condominio Los Parques de El Agustino. Las áreas verdes urbanas del distrito de El Agustino son percibidas únicamente como espacios ornamentales, sin considerar todas sus dimensiones que incluyen aspectos ambientales, económicos y sociales. Esta investigación se enfocó en realizar un diagnóstico cualitativo del estado actual de estas áreas verdes. Se llevó a cabo un análisis sobre su mantenimiento y gestión, y se desarrolló una propuesta de manejo. En términos generales, las áreas verdes del distrito presentan un estado regular, lo que sugiere una gestión deficiente por parte de las autoridades. Los problemas más frecuentes incluyen ramas rotas, plantas marchitas, raíces expuestas y la interferencia de los árboles con las redes de cableado aéreo, así como problemas con la señalización, en especial con los semáforos. Finalmente, se proponen diversas estrategias, como la planificación y regulación en la gestión por parte del Ilustre Municipio de El Agustino, junto con una educación ambiental dirigida a la ciudadanía, así como la necesidad de optimizar los recursos institucionales y económicos.

Cedeño & García (2022) realizó el estudio titulado “Diseño del sistema de riego para las áreas verdes en la zona de ingeniería de la ESPOL” el cual busca cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, y una de sus metas es utilizar sus recursos para beneficiar al medio ambiente y reducir el consumo de recursos no renovables, como el agua potable. Actualmente, se gastan en facturas por el servicio de agua potable un total de \$210,639.22, de los cuales entre el 56 % y el 70 % se atribuye a pérdidas relacionadas con el riego de áreas verdes. Por lo tanto, ESPOL paga específicamente por riego un monto de \$1,312,702.71. Este proyecto propone utilizar el agua del lago de las ingenierías de ESPOL para el riego de las áreas verdes de las zonas de ingeniería. El consumo actual de agua para estas áreas es de 33,965.57 m³, mientras que, según el balance de masa, se necesita aproximadamente 14,025.4 m³ para el riego, evidenciando un desperdicio mayor al necesario para las plantas,

arbustos y césped debido al uso de riego a través de tubo lleno. Se desarrolló un diseño agronómico para un sistema de riego por goteo destinado a las plantas ornamentales y un sistema de aspersión para el césped. Este diseño tuvo en cuenta las necesidades de las plantas, el tipo de suelo y la topografía del área. Como resultado, se estableció una frecuencia e intervalo de riego de 6 y 7 días, respectivamente, con un tiempo de riego de 40 minutos diarios. Con la ubicación y disposición de los receptores y aspersores determinados, se estima un consumo anual de 16,430.34 m³. Además, se llevó a cabo el diseño hidráulico de las tuberías para distribuir el agua de riego según las necesidades de cada sistema, implementando una malla cerrada para minimizar pérdidas y controlar las velocidades y presiones. Con la implementación del nuevo sistema de riego, se logró una reducción del 51.3 % en el consumo de agua extraída del lago, en gran parte gracias a la optimización de los tiempos e intervalos de riego. El presupuesto estimado para la construcción de ambos sistemas de riego es de \$321,307.70, lo cual se recomienda realizar simultáneamente. Si se opta solo por el sistema de goteo, el costo estimado es de \$119,477.65, mientras que, para el sistema de aspersión, el presupuesto referencial es de \$284,253.60.

Cortes & Vargas (2020) realizó un estudio el cual se titula “Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin” este proyecto, desarrollado como trabajo de grado, fue diseñado para minimizar el impacto ambiental al evitar el uso excesivo de agua provocado por el riego manual. Demostró que la aplicación de tecnología puede beneficiar a la fundación y a las madres cabeza de familia, con el objetivo de aumentar la producción de alimentos de alta calidad, que presentan características adecuadas para el consumo humano. Este enfoque optimiza el proceso desde la germinación hasta la cosecha, reduciendo así las pérdidas significativas causadas por la falta de atención en el cultivo, que es una de las problemáticas actuales de la fundación. La comunidad de la Fundación Mujeres Empresarias Marie Poussepin ha logrado, gracias al sistema implementado, disminuir la necesidad de mano de obra humana para las labores de riego. Se espera que este modelo se pueda replicar en los hogares de las mujeres, lo que les permitirá obtener productos adecuados para la comercialización. De esta manera, se beneficiará a un número creciente de personas, promoviendo la independencia económica de las mujeres cabeza de hogar a través de la siembra en cultivos urbanos.

2.2 Definición de términos básicos

- **Optimización de riego:** La optimización de riego se refiere al conjunto de técnicas y estrategias diseñadas para mejorar la eficiencia del uso del agua en los sistemas de riego. Su objetivo principal es asegurar que las plantas reciban la cantidad adecuada de agua, minimizando el desperdicio y maximizando el rendimiento de los cultivos o áreas verdes. Esto se logra a través de la implementación de tecnologías avanzadas, prácticas de manejo adecuadas y un diseño inteligente de los sistemas de riego (Smith & Lee, 2023).

La optimización de riego es un enfoque integral que busca hacer un uso más eficiente y responsable del agua en la agricultura y el mantenimiento de áreas verdes, adaptándose a las necesidades específicas de cada entorno y cultivo (Rodríguez & Martínez, 2021).

La optimización del riego es un enfoque estratégico que busca mejorar la eficiencia en el uso del agua en las áreas verdes, minimizando el desperdicio y maximizando el aprovechamiento de este recurso vital. Este proceso implica la implementación de diversas técnicas y tecnologías que permiten un riego más efectivo y sostenible (González & Torres, 2020)

Programación Inteligente: Establecer horarios de riego en momentos del día con menor evaporación, como temprano por la mañana o al atardecer, para maximizar la absorción de agua por las plantas (López & Martínez, 2021)

Monitoreo y Mantenimiento: Realizar un seguimiento constante del sistema de riego y del estado de las áreas verdes. Esto permite identificar problemas como fugas o ineficiencias y realizar ajustes necesarios para mantener un uso óptimo del agua (Fernández & Sánchez, 2022)

Capacitación y Conciencia: Fomentar la educación sobre la importancia del uso responsable del agua entre el personal de mantenimiento y la comunidad. Promover prácticas que ayuden a conservar este recurso (Hernández & Vega, 2023)

- **Técnica de riego:** Las técnicas de riego son métodos utilizados para suministrar agua a las plantas de manera controlada y eficiente. Estas técnicas son fundamentales para la agricultura y la jardinería, ya que permiten optimizar el uso del agua, garantizando que las plantas reciban la cantidad adecuada para su crecimiento y desarrollo (Khan & Bhat, 2021).

Eficiencia de riego: La eficiencia de cada técnica varía, el riego por goteo es considerado uno de los métodos más eficientes, con eficiencias que pueden superar el 90 %, mientras que el riego superficial puede tener eficiencias menores del 70 % (González & Torres, 2022)

Selección de técnica: La elección de la técnica de riego adecuada depende de factores como el tipo de cultivo, las características del suelo, el clima, la disponibilidad de agua y los recursos económicos (Johnson & Martinez, 2024)

Automatización: Muchas de estas técnicas pueden ser automatizadas para mejorar su eficiencia, utilizando sensores de humedad del suelo y sistemas de control que optimizan el tiempo y la cantidad de agua aplicada (C. Fernández & Pérez, 2023)

- **Procedimiento:** El procedimiento es un conjunto de pasos estructurados que tienen como objetivo reemplazar una especie de césped con alto consumo hídrico por una alternativa más eficiente. Este proceso busca optimizar el uso del agua y mejorar la sostenibilidad del mantenimiento de áreas verdes (Davis & Smith, 2024).

Un procedimiento consiste en un conjunto de acciones que deben llevarse a cabo de manera consistente para garantizar que se obtengan resultados idénticos en situaciones similares. Su

objetivo es estandarizar el proceso, asegurando que cada paso se ejecute de la misma forma, lo que permite reproducir los resultados esperados (Chen & Patel, 2024).

- **Costo de adquisición:** El costo de adquisición se refiere al total de gastos incurridos para obtener un activo o recurso, incluyendo no solo el precio de compra, sino también otros gastos relacionados como transporte, instalación, impuestos y costos asociados al financiamiento. Este concepto es fundamental en la gestión de recursos y la contabilidad, ya que impacta directamente en la evaluación de la rentabilidad y la viabilidad de inversiones (Pérez, 2022)

Los costos de adquisición son aquellos gastos que una empresa incurre al invertir en la compra de mercancías específicas. Estos costos se reflejan en el valor contable del artículo, ya sea que se trate de materiales en proceso de producción o productos terminados. Incluyen no solo el precio de compra, sino también otros gastos relacionados que son necesarios para que la mercancía esté lista para su uso o venta, estos costos son fundamentales para evaluar la inversión y la rentabilidad de las operaciones comerciales de la empresa (López & Martínez, 2021)

III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 Metodología de la solución

Matriz FODA

Para desarrollar una matriz FODA (también conocida como matriz SWOT) que refleje el contexto descrito, es necesario organizar las fortalezas y oportunidades junto con las debilidades y amenazas.

Tabla 1

Matriz FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del Consumo de Agua: La implementación de <i>Aptemia Cordifolia</i> permitió un ahorro significativo de 90,000 litros de agua semanal. Esto es una fortaleza clave ya que optimiza el uso del recurso hídrico. • Disminución de Costos Operativos: Se redujo la compra de tanques de agua de 30 a 25 por semana, lo que disminuyó los costos operativos asociados al riego de las áreas verdes. • Evidencia Documentada del Éxito: El informe de eficiencia hídrica proporciona datos comparativos claros sobre el consumo de agua antes y después de la implementación, validando el ahorro y la efectividad de la solución adoptada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostenibilidad Ambiental: La alternativa aplicada mejora el mantenimiento de las áreas verdes al reducir la demanda de agua, alineándose con prácticas ambientales responsables y contribuyendo a la conservación de recursos. • Posibilidad de Expansión: El éxito en la reducción del consumo de agua podría permitir la implementación de <i>Aptemia Cordifolia</i> en otras áreas o proyectos, ampliando los beneficios y ahorros en diferentes ubicaciones. • Reconocimiento y Mejora de Imagen Corporativa: La adopción de prácticas más sostenibles puede mejorar la reputación de la empresa y fortalecer su imagen corporativa en términos de responsabilidad ambiental.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación a Nuevas Especies: El cambio a <i>Aptemia Cordifolia</i> puede requerir un período de adaptación y un ajuste en el 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad en el Rendimiento de la Planta: Aunque <i>Aptemia Cordifolia</i> es más eficiente en el uso del agua, su rendimiento puede

<p>mantenimiento, lo que podría ser un desafío inicial para el personal involucrado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posible Resistencia al Cambio: Algunos miembros del equipo o stakeholders podrían resistirse al cambio debido a la falta de familiaridad con la nueva especie y sus características. • Limitaciones de Conocimiento Técnico: El personal puede carecer de la experiencia o conocimientos técnicos necesarios para el manejo adecuado de <i>Aptemia Cordifilia</i>, lo que podría dificultar su adaptación y mantenimiento efectivo. 	<p>verse afectado por factores climáticos o de suelo, lo que podría influir en su efectividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en Políticas o Regulaciones: Cambios en las políticas o regulaciones ambientales podrían afectar la viabilidad de la solución o imponer nuevas restricciones que impacten el uso de recursos. • Costos de Implementación Inicial: Los costos asociados al cambio de cobertura vegetal y a la transición hacia <i>Aptemia Cordifilia</i> pueden ser elevados, aunque los beneficios a largo plazo sean significativos.
---	---

Nota. La solución adoptada permitió reducir significativamente el consumo de agua y los costos operativos asociados al riego, destacando las fortalezas en eficiencia hídrica y reducción de costos.

Se contemplan tres estrategias para cada categoría (FO, DO, FA, DA) basadas en el análisis FODA:

Estrategias FO (Fortalezas-Oportunidades)

1. **Campanas de Sensibilización sobre Sostenibilidad:** Utilizar los resultados del ahorro de agua y la disminución de costos operativos para desarrollar campañas que resalten el compromiso ambiental de la empresa, mejorando su imagen y atrayendo a clientes y socios interesados en prácticas sostenibles.
2. **Expansión a Nuevos Proyectos:** Desarrollar proyectos sostenibles para mantenimiento de áreas verdes con especies alternativas como *Aptemia Cordifilia*, multiplicando así los beneficios de ahorro de agua y optimizando recursos en diferentes localizaciones.
3. **Colaboración con Organizaciones Ambientales:** Establecer alianzas con organizaciones que promuevan la sostenibilidad para compartir mejores prácticas y recursos, lo que podría facilitar la adopción de *Aptemia Cordifilia* en más áreas.

Estrategias DO (Debilidades-Oportunidades)

1. **Programas de Capacitación Continua:** Implementar un programa de capacitación para el personal enfocado en el manejo de *Aptemia Cordifilia* y la importancia de la sostenibilidad, lo que ayudará a reducir la resistencia al cambio y a incrementar el conocimiento técnico.
2. **Monitoreo y Evaluación de Resultados:** Establecer un sistema de monitoreo para evaluar el rendimiento de *Aptemia Cordifilia* y hacer ajustes necesarios, maximizando así la sostenibilidad y ayudando al personal a adaptarse.
3. **Incentivos para la Adopción de Nuevas Prácticas:** Crear incentivos para los empleados que adopten con éxito el manejo de *Aptemia Cordifilia*, lo que puede motivar una actitud positiva hacia el cambio y facilitar la adaptación.

Estrategias FA (Fortalezas-Amenazas)

1. **Diversificación de Cultivos:** Implementar un programa que complemente *Aptemia Cordifilia* con otras especies nativas que también sean eficientes en el uso del agua, lo que puede reducir el riesgo de variabilidad en el rendimiento.
2. **Incidencia Proactiva en Políticas Públicas:** Usar la evidencia documentada del éxito en el ahorro de agua y la reducción de costos para abogar por políticas que apoyen el uso sostenible del agua y protejan las prácticas implementadas.
3. **Desarrollo de Protocolos de Emergencia:** Crear protocolos para enfrentar variaciones climáticas o cambios en regulaciones que puedan afectar el rendimiento de *A. Cordifilia*, asegurando que la empresa pueda adaptarse rápidamente.

Estrategias DA (Debilidades-Amenazas)

1. **Plan de Gestión del Cambio:** Desarrollar un plan estructurado para la transición hacia *A. Cordifilia* que incluya estrategias para abordar la resistencia al cambio y el entrenamiento del personal, minimizando así el impacto de las debilidades.

2. **Estudio de Viabilidad Económica:** Realizar un análisis detallado que compare los costos de implementación inicial con los beneficios a largo plazo, justificando la inversión y ayudando a la aceptación por parte de stakeholders.
3. **Formación de Grupos de Trabajo:** Crear grupos de trabajo que integren a diferentes miembros del equipo para abordar las limitaciones de conocimiento técnico, fomentando la colaboración y el intercambio de información sobre el manejo de la nueva especie.

Estas estrategias ayudaron a optimizar los recursos y mejorar la adaptación al cambio, asegurando así el éxito del proyecto en la implementación de *A. Cordifilia*.

Tabla 2*Estrategias de los factores internos y externos del FODA*

		FACTORES INTERNOS	
		Fortalezas – F	Debilidades – D
		1. Reducción del Consumo de Agua 2. Disminución de Costos Operativos 3. Evidencia Documentada del Éxito	1. Adaptación a Nuevas Especies 2. Posible Resistencia al Cambio 3. Limitaciones de Conocimiento Técnico
FACTORES EXTERNOS	Oportunidades – O	Estrategias – FO	Estrategias – DO
	Amenazas – A	Estrategias – FA	Estrategias – DA
	1. Sostenibilidad Ambiental 2. Posibilidad de Expansión: 3. Reconocimiento y Mejora de Imagen Corporativa	1. Campañas de Sensibilización sobre Sostenibilidad 2. Expansión a Nuevos Proyectos 3. Colaboración con Organizaciones Ambientales	1. Programas de Capacitación Continua 2. Monitoreo y Evaluación de Resultados 3. Incentivos para la Adopción de Nuevas Prácticas
	1. Variabilidad en el Rendimiento de la Planta 2. Cambios en Políticas o Regulaciones: Cambios 3. Costos de Implementación Inicial:	1. Diversificación de Cultivos 2. Incidencia Proactiva en Políticas Públicas 3. Desarrollo de Protocolos de Emergencia	1. Plan de Gestión del Cambio 2. Estudio de Viabilidad Económica 3. Formación de Grupos de Trabajo

Nota. La solución adoptada permitió reducir significativamente el consumo de agua y los costos operativos asociados al riego, destacando las fortalezas en eficiencia hídrica y reducción de costos.

3.2 Desarrollo de la solución

3.2.1 Descripción del proyecto

- **Ubicación**

La concesión de la Línea Amarilla en Lima es un proyecto fundamental que conecta diversos distritos de la ciudad, mejorando la transitabilidad y la infraestructura vial. La concesión de esa vía otorgada a Herts Servicios Integrales S. A. C., corresponde desde el puente Huáscar hasta la avenida Morales Duárez, en este sector la vía línea amarilla une distritos representativos como el Rímac, Lima Metropolitana San Martín de Porras con la Provincia Constitucional del Callao, estos distritos se destacan por su adecuado mantenimiento de áreas verdes, lo que contribuye a la calidad de vida de sus habitantes. Además, cuentan con espacios públicos bien cuidados, parques y jardines que fomentan la recreación y el esparcimiento. Este enfoque en la sostenibilidad y el mantenimiento del medio ambiente no solo embellece la ciudad, sino que también promueve un entorno más saludable, siendo fundamental para el bienestar comunitario. La interconexión entre estos distritos a través de la Línea Amarilla facilita el acceso a estos espacios, lo que refuerza la importancia del transporte eficiente en el desarrollo urbano y la cohesión social. A continuación, se resume las características urbanas de cada uno de los distritos por donde se encuentra el tendido vial de la línea amarilla:

El distrito del Rímac, con su rica herencia histórica, es uno de los más antiguos de la capital. Sus calles están impregnadas de tradiciones y cultura, y alberga monumentos emblemáticos como el Puente de Piedra y la Iglesia de San Lázaro. A pesar de su densidad poblacional, cuenta con espacios verdes, como el Parque de la Muralla, que ofrecen a los vecinos un respiro en medio del bullicio urbano.

Lima Metropolitana, como el núcleo central del país, es un vibrante centro de actividad económica, cultural y social. La mezcla de modernidad y tradición se refleja en sus calles, donde coexisten grandes edificaciones con plazas y parques. Las áreas verdes son un componente esencial de este distrito, proporcionando espacios de recreación y bienestar para

sus habitantes. La infraestructura de transporte, especialmente la Línea Amarilla, mejora la conectividad y facilita el acceso a estos espacios, haciendo de Lima un lugar más accesible.

San Martín de Porres, por su parte, destaca por su dinamismo y crecimiento poblacional. Este distrito es un crisol de culturas, con una población joven y activa que contribuye a su ambiente vibrante. Los mercados locales son un reflejo de su actividad comercial, mientras que sus parques, como el Parque El Olivar, ofrecen espacios recreativos importantes para la comunidad. En conjunto, estos distritos no solo se interconectan a través de la Línea Amarilla, sino que también reflejan la diversidad y vitalidad de Lima. Su compromiso con el mantenimiento de áreas verdes y el desarrollo urbano sostenible contribuye significativamente a la calidad de vida de sus habitantes.

Herts Servicios Integrales S. A. C en su política institucional de promover la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales, a través de la implementación de prácticas responsables y proyectos innovadores apostó por un plan de manejo ambiental con miras a optimizar el riego y optar por seleccionar especies vegetales que además que reduzcan el consumo de agua para riego, mejoren la cobertura vegetal y mejoren la estética del paisaje urbano, lo que determinó la realización de actividades prioritarias orientadas a cumplir este fin, los que a continuación describo:

- **Preservación del hídrico recurso**

Con miras a cumplir su compromiso con el ambiente, reducir sus costos económicos y propiciar estrategias sostenibles ambientales, la empresa optó por el cambio de uso de grass común por la *A. Cordifolia*, una planta que consume un 40 % menos de agua. Esta elección no solo contribuyó a disminuir el uso del recurso hídrico, sino que también mejoró la resiliencia de las áreas verdes ante condiciones climáticas adversas, al tiempo que fomenta la biodiversidad local. Estas iniciativas reflejan el compromiso de Lima Expresa con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Al reducir el consumo de agua y promover prácticas sostenibles, la concesión no solo cuida este valioso recurso, sino que también establece un modelo a seguir en la gestión ambiental para otras organizaciones.

Figura 3

Lima expresa vista aérea de área verdes

**Figura 4**

Plantación de A. Cordifolia

**Procedimiento para Retirar Césped Común e Instalar A. Cordifolia.**

El procedimiento para el cambio del césped por *A. Cordifolia* en las áreas verdes de los distritos conectados por la Línea Amarilla fue un proceso cuidadosamente planificado y ejecutado en varias etapas, con el objetivo de mejorar el mantenimiento de estos espacios de manera sostenible que se detalla a continuación:

Inicialmente se llevó a cabo una evaluación inicial de las áreas verdes existentes. En esta fase, se revisó el estado del césped, se analizaron las condiciones del suelo y se identificaron las zonas que requerían un cambio. Esta evaluación permitió definir de manera precisa las

áreas donde el cambio por *A. Cordifolia* sería más efectivo y beneficioso, tanto en términos estéticos como ecológicos.

Una vez identificadas las zonas clave, se procedió a la selección de *A. Cordifolia*, una planta resistente y de bajo mantenimiento que se adapta bien a las condiciones locales. La *A. Cordifolia* fue elegida por su capacidad para sobrevivir con menos agua que el césped tradicional y por su resistencia a plagas, lo que la convierte en una opción ideal para el entorno urbano.

Con la planta seleccionada, se pasó a la planificación del proyecto, donde se establecieron los detalles operativos, los recursos necesarios, el cronograma de trabajo y el presupuesto. Además, se consideraron los aspectos logísticos, asegurando que la instalación no afectara de manera significativa la vida cotidiana de los residentes ni el tráfico en las áreas cercanas.

Una vez que todo estuvo preparado, se procedió al desmantelamiento del césped. Para ello, se utilizaron máquinas especializadas que retiraron el césped de manera eficiente y controlada, minimizando el impacto ambiental y preparando el terreno para la nueva siembra. Por ello las etapas siguientes fueron importante:

Etapa I: Preparación

Posee las siguientes actividades:

- **Preparación del Área**

Recolección de Herramientas: Se reunió las herramientas necesarias, como pala, azada, rastrillo, guantes, manguera y productos para el control de malezas (si es necesario).

Figura 5

Preparación del área y uso de herramientas



- **Eliminación de Restos**

Control de Malezas: para las malezas, utilizamos un herbicida adecuado también se retiró manualmente para evitar que compitan con la *A. Cordifolia*.

Figura 6

Eliminación de gras común



Figura 7

Acopio de Grass y malezas con herramientas manuales



- **Preparación del Suelo**

Mediante la aireación: Con una pala, aflojamos el suelo a una profundidad de 15-20 cm. Esto mejora la infiltración y aireación.

Procedimos a modificación del Suelo: Para ello se agregamos compost, dependiendo de los resultados del análisis del suelo. Se mezcla bien con la tierra existente.

Etapa II: Plantación de la *A. Cordifolia*

Procedimos la distribución de Plantas: para ello se planificó la distribución de las plantas, dejando espacio suficiente entre cada una (30-50 cm).

Realizamos el cavado de Huecos el cual consistió en hoyos cuyo diámetro fueron un poco más grandes que el cepellón de cada planta.

Colocación: procedimos a colocar cada planta en su hoyo, asegurándose que la parte superior del cepellón esté al nivel del suelo.

Relleno: Se rellenó con tierra y presionó suavemente para eliminar bolsas de aire.

Proceso para Plantar *A. Cordifolia*.

- **Preparación del Terreno**

Limpieza del Suelo: se retiró hierbas, piedras y cualquier residuo del área seleccionada para plantar la *A. Cordifolia*.

Labranza: Se aflojó el suelo con una pala o azada a una profundidad de unos 20-30 cm. Esto ayudó a la aeración y drenaje.

Figura 8

*Limpieza de terreno luego de la colocación de *A. Cordifolia**



- **Modificación del Suelo**

Mejorar el Drenaje: En las partes donde se encontró que el suelo era muy compacto es decir retención de demasiada agua, por ello procedimos a considerar la mezcla con arena o perlita para mejorar el drenaje.

Nutrientes: Se agregó un poco de compost orgánico con el fin de ayudar a enriquecer el suelo, aunque la *A. Cordifolia* no requiere suelos muy ricos.

Figura 9

Preparación de compost para mejoramiento de suelo

**Figura 10**

Suelo mejorado listo para siembra



- **Obtención de Plantas**

Compra: procedimos a cotizar en varios viveros la *A. Cordifolia*, y luego a adquirir las plantas en viveros locales.

Figura 11

Plantas del vivero (cotizado)



- **Plantación**

Distancia: Se dejó una distancia de aproximadamente 30-50 cm entre cada planta, ya que crecerán y se extenderán.

Hoyos de Plantación: Se cavó hoyos ligeramente más grandes que el cepellón de la planta.

Colocación: Se colocó la planta en el hoyo, asegurándonos de que la parte superior del cepellón esté al nivel del suelo.

Relleno: Se rellenó el hoyo con tierra y se presionó suavemente para eliminar bolsas de aire.

Figura 12

Siembra de A. Cordifolia



- **Riego Inicial**

Riego Moderado: Después de plantar, se regó ligeramente para asentar la tierra, pero evitando encharcar.

Mantenimiento del Riego: Durante las primeras semanas, se mantuvo la tierra ligeramente húmeda hasta que las plantas se enraizaron. Luego, se redujo el riego, ya que la *A. Cordifolia* es tolerante a la sequía.

Figura 13

Primer riego luego de la siembra de la A. Cordifolia



- **Cuidados Posteriores**

Mantenimiento: Se retiró las malas hierbas que compitan por recursos.

Fertilización: Se aplicó un fertilizante equilibrado una vez al año, eso fue opcional ya que la planta no requiere mucho nutriente.

Poda: Se realizó podas para controlar el crecimiento y mantener la forma deseada.

Figura 14

Cuidados posteriores para mantener verde e hidratado



Proceso para Cambiar de Riego por Inundación a riego por Aspersión

Evaluación del Sistema de Riego: Se realizó un análisis del sistema de riego existente para identificar sus deficiencias y cómo estas estaban afectando el crecimiento de la *A. Cordifolia*. Se revisaron las áreas con encharcamientos y se determinaron los puntos críticos donde se requería un cambio.

Inspección del Sistema: Se evaluó la efectividad del sistema de riego por inundación y aspersión, identificando áreas de mejora y problemas de distribución.

Figura 15

Riego por inundación



- **Diseño del Nuevo Sistema de Riego por Aspersión**

Planificación: Se diseñó un esquema del sistema de riego por aspersión, considerando la disposición de las plantas y sus necesidades hídricas.

Componentes Necesarios:

- Tuberías principales y secundarias.
- Aspersor
- Filtros para evitar obstrucciones.
- Válvulas de control y reguladores de presión.

Figura 16

Plano de planta de boulevard

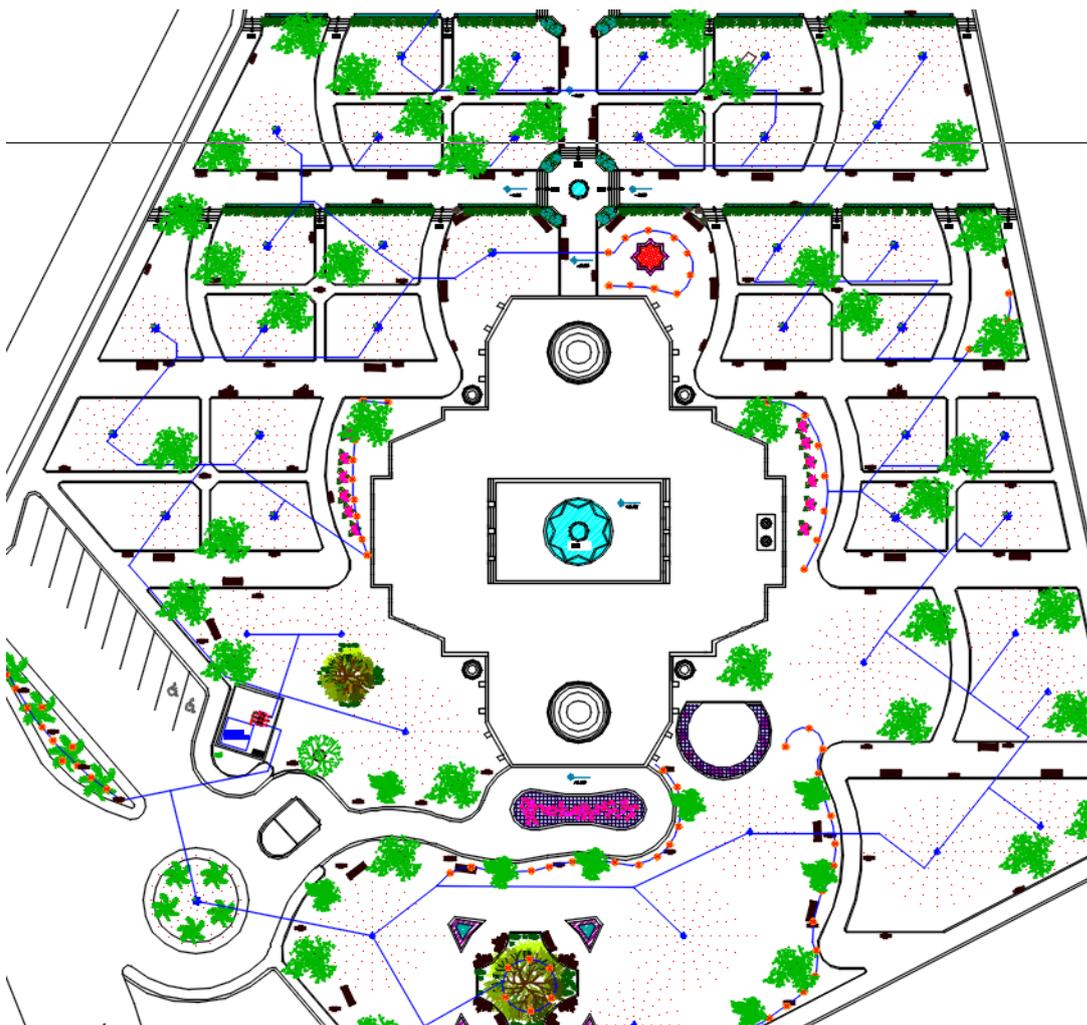


Figura 17

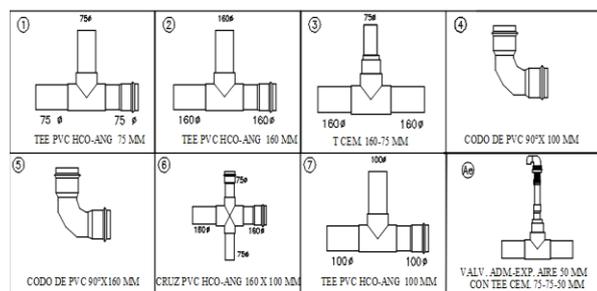
Detalles de accesorios de la instalación

RIEGO POR ASPERSIÓN Y RIEGO POR GOTEO			
IMAGEN	SEMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
		Programador digital con capacidad de... estaciones para interiores. Color blanco/gris. Marca JUVNTE R-ICC de 2.5x2.5cm.	2
		Aspersor surgente de acero inoxidable, giro con radio de 4-8 mts., a 360°, salida de 23°. Con ajuste para manguera de jardín. Marca TITANIA, en color ORO.	20
		Rotador de círculo completo con conexión estándar para manguera de jardín de 19mm. Marca Thru, en color NEGRO. Modelo THRU-A-23. Radio de riego 4mts. Altura 23cm.	30
		Riego por goteo o localizado, para arbustos pequeños y flores. Marca TITANIA, en color NEGRO.	90

NOTA:
Las zonas que no estén al alcance del radio de riego de los rociadores y
aspersores, se riego por medio de manguera, a partir de las conexiones que
tiene cada rociador y aspersor.

SEMBOLOGÍA	
	Línea de tubería
	Proyección de riego con aspersores y rociadores
	Tubería para goteo
	Proyección de riego con manguera
	Bombas hidráulicas para riego
	Valve de salida para manguera

DETALLE DE PIEZAS Y CONEXIONES DEL SISTEMA DE RIEGO



• **Preparación del Terreno**

Limpeza del terreno: Se procedió a dejar el terreno libre de obstrucciones y que tenga buena
textura para el nuevo sistema.

Figura 18

Preparación y tendido de manguera



- **Instalación del Sistema de Riego por Aspersión**

Tuberías: Se instalaron las tuberías principales y secundarias según el diseño establecido, asegurándose de que estén bien alineadas.

Aspersores: Se colocó los aspersores a intervalos adecuados según las necesidades hídricas de las plantas.

Conexiones: Se aseguraron de que todas las conexiones estén selladas y firmes para evitar fugas.

Figura 19

Sistema de instalación de riego por aspersión



- **Pruebas del Sistema**

Verificación: Una vez instalado, se realizó pruebas de funcionamiento para ello se abrió y verificó que todos los aspersores estén funcionando correctamente.

Ajustes: Se realizaron ajustes para la presión y caudal de agua según sea necesario.

Figura 20

Vertido de agua por cambio de riego



- **Capacitación y Mantenimiento**

Entrenamiento del Personal: Se capacitó al personal sobre el funcionamiento del nuevo sistema y la importancia del riego por aspersión en la conservación del agua.

Mantenimiento Regular: Establece un plan de mantenimiento que incluya la limpieza de filtros, revisión de aspersores y monitoreo del sistema para evitar obstrucciones.

Figura 21

Funcionamiento del nuevo sistema y la importancia del riego por aspersión en la conservación del agua

**Figura 22**

Capacitación sobre el plan de mantenimiento que incluye la limpieza de filtros



Figura 23

Resiembra en algunos puntos identificados



- **Monitoreo y Evaluación**

Seguimiento de Resultados: Se monitoreó el uso de agua y la salud de las plantas después de la implementación del nuevo sistema.

Ajustes: se realizó ajustes en el riego según la respuesta de las plantas y las condiciones climáticas.

Figura 24

Monitoreo y evaluación de la Aptemia Cordifolia para abonar



3.3 Factibilidad técnica-operativa

La factibilidad técnico-operativa de las estrategias definidas en la matriz FODA se evaluó a partir de la integración de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, enfocándose en el talento humano, recursos de infraestructura, alianzas estratégicas y financiamiento.

- Talento humano y conocimiento

Fortalezas:

Reducción del consumo de agua: Capacitar al personal en prácticas de gestión hídrica que optimicen el uso del recurso, aprovechando el conocimiento existente sobre tecnologías sostenibles.

Evidencia documentada del éxito: Utilizar estudios de caso previos como herramientas de capacitación para el equipo.

Debilidades:

Adaptación a nuevas especies: Implementar programas de capacitación continua que permitan al equipo técnico familiarizarse con nuevas especies y técnicas agrícolas.

Limitaciones de conocimiento Técnico: Establecer alianzas con instituciones educativas y centros de investigación para la formación continua y el desarrollo de habilidades específicas.

- Recursos de Infraestructura

Oportunidades:

Sostenibilidad ambiental: Aprovechar la infraestructura existente para implementar tecnologías verdes y prácticas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental.

Posibilidad de expansión: Evaluar la infraestructura actual para determinar la viabilidad de expandir las operaciones, considerando la incorporación de nuevas instalaciones si es necesario.

Amenazas:

Variabilidad en el rendimiento de la planta: Desarrollar protocolos de monitoreo y mantenimiento de la infraestructura para adaptarse a las variaciones en el rendimiento, garantizando la operatividad.

- Alianzas Estratégicas

Estrategias – FO:

Colaboración con organizaciones ambientales: Formar alianzas que fortalezcan la imagen corporativa y brinden acceso a recursos y financiamiento para proyectos sostenibles.

Expansión a Nuevos Proyectos: Utilizar las redes establecidas para explorar nuevas oportunidades de mercado y expansión.

Estrategias – DO:

Incentivos para la adopción de nuevas prácticas: Trabajar con aliados estratégicos para desarrollar incentivos que faciliten la adopción de prácticas innovadoras en el sector.

- Financiamiento

Estrategias – FA:

Desarrollo de protocolos de emergencia: Implementar un plan financiero que contemple la asignación de recursos para situaciones de emergencia que puedan surgir debido a cambios en políticas o costos de implementación.

Estrategias – DA:

Estudio de viabilidad económica: Realizar un análisis exhaustivo de costos y beneficios de las nuevas iniciativas, para asegurar la sostenibilidad financiera a largo plazo.

La factibilidad técnico-operativa de las estrategias propuestas depende de la sinergia entre el talento humano capacitado, una infraestructura adecuada, la formación de alianzas estratégicas y la disponibilidad de financiamiento. Se estableció un marco integral que permitió a la organización adaptarse a cambios y desafíos, mientras se aprovecharon las oportunidades del entorno, garantizando así un crecimiento sostenible y exitoso.

IV. ANÁLISIS CRÍTICO

4.1 Cuadro de inversión

El cuadro que muestra la inversión realizada para optimizar el riego y reducir el consumo de agua en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C., se encuentra dividido por rubros:

Tabla 4

Cuadro de inversión

Rubro	Descripción	Inversión (Soles)
Estudio de Viabilidad	Se realizó el análisis técnico y financiero del proyecto.	5,000
Compra de Plantas	Se adquirió de <i>Aptemia Cordifolia</i> en lugar de grama común.	15,000
Sistemas de Riego	se instaló de riego por aspersión.	20,000
Materiales y Equipos	Se compro las Tuberías, aspersores y otros materiales.	10,000
Mano de Obra	Costos de instalación y mantenimiento, del trabajo realizado	8,000
Capacitación	Se entrenó del personal para el manejo del sistema.	2,000
Monitoreo y Evaluación	Se instalo el Sistemas para seguimiento del consumo de agua.	3,000
Total		73,000

Explicación por Rubro

Estudio de Viabilidad: Este rubro incluyó el costo de análisis inicial para determinar la factibilidad del proyecto, asegurando que las inversiones se alineen con los objetivos de sostenibilidad y ahorro de agua. El costo fue de S/. 5,000. 00 soles, que contempló la

realización del informe de sustento y firma del especialista, mediante el cual se envió al área correspondiente para la aceptación del estudio y asignar la partida presupuestal.

Compra de Plantas: Se invirtió en la compra de *Aptemia Cordifolia*, que es más resistente a la sequía y requiere menos agua que la grama común. Este cambio no solo optimizó el uso del agua, sino que también mejoró la estética de las áreas verdes, el costo fue S/. 15,000.00 soles el cual contempló la compra y puesto en el lugar indicado los esquejes.

Sistemas de Riego: La implementación de un sistema de riego por aspersión permitió una distribución más eficiente del agua, adaptándose a las necesidades de las plantas y reduciendo el desperdicio. El costo fue S/ 20,000.00 contempla honorarios de los personales calificados que implementaran el sistema de riego.

Materiales y Equipos: El costo de S/ 10,000.00 soles, incluye la compra de tuberías, aspersores y otros materiales necesarios para la instalación del nuevo sistema de riego.

Mano de Obra: El costo de S/ 8,000.00 soles, corresponde a los honorarios de los operarios encargados de traslado, transporte de materiales del sistema de riego y la replantación de áreas verdes.

Capacitación: Se invirtió en la capacitación del personal para el manejo adecuado del nuevo sistema de riego, asegurando su correcto funcionamiento y mantenimiento a largo plazo, así como la capacitación en SSOMA, el cual asciende en S/ 2,000.00 soles.

Monitoreo y Evaluación: Implementación de sistemas para monitorear el consumo de agua y la salud de las plantas, permitiendo ajustes y optimizaciones en el uso del agua, esto asciende a un valor de S/ 3,000.00 soles.

La inversión total de \$73,000 se orienta a garantizar un uso más eficiente del agua, mejorando la sostenibilidad de las áreas verdes en la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C. Este enfoque no solo reduce el consumo de agua, sino que también contribuye a la conservación del medio ambiente.

4.2 Análisis de costos – beneficio (Dos páginas)

En el presente cuadro comparativo se muestra los costos antes y después de la optimización del riego en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C., resaltando los costos asociados a cada situación:

Tabla 5

Análisis de costos – beneficios (mensuales)

Aspecto	Antes (Situación con Problema)	Costo (Soles)	Después (Con Solución Aplicada)	Costo (Soles)
Consumo de Agua	Alto consumo mensual	2,000	Reducción del consumo mensual	1,000
Mantenimiento de Áreas Verdes	Costos de mantenimiento elevado	1,500	Mantenimiento reducido	800
Replantación	Alta frecuencia de replantación	1,000	Menor necesidad de replantación	200
Materiales y Suministros	Insumos para riego y cuidado	800	Insumos reducidos gracias a la eficiencia	300
Costos de Mano de Obra	Más horas hombre necesarias	1,200	Menos horas hombre requeridas	600
Total		6,500		2,900

Consumo de Agua: Antes, el alto consumo mensual representaba un gasto significativo. Tras la implementación del riego por aspersión y el uso de *Aptemia Cordifolia*, se logró reducir este costo a la mitad.

Mantenimiento de Áreas Verdes: Los costos de mantenimiento se redujeron al optimizar el sistema de riego, disminuyendo la necesidad de intervenciones frecuentes.

Replantación: La mortalidad de las plantas era alta antes, lo que generaba gastos recurrentes en replantación. Con la nueva implementación, la necesidad de replantación se redujo considerablemente.

Materiales y Suministros: La eficiencia del nuevo sistema también reduce la compra de insumos necesarios para el cuidado de las áreas verdes.

Costos de Mano de Obra: La optimización del riego reduce la cantidad de horas hombre necesarias, lo que representa un ahorro significativo en los costos de mano de obra.

Total, de Costos

- **Total, Antes:** S/. 6,500.00
- **Total, Después:** S/. 2,900.00

La comparación de costos revela un ahorro significativo tras la implementación de la solución, con un total de S/. **3,600.00** en ahorros mensuales. Esto demuestra que la optimización del riego no solo es beneficiosa desde el punto de vista ambiental, sino que también tiene un impacto positivo en los costos operativos de Lima Expresa S. A. C.

Se presenta un cuadro comparativo que muestra la situación antes y después de la optimización del riego en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C., enfocándose en los beneficios de productividad:

Tabla 6*Cuadro comparativo de los beneficios de la productividad*

Aspecto	Antes (Situación con Problema)	Después (Situación con Solución Aplicada)
Eficiencia en el Uso del Agua	Uso ineficiente del agua, con un alto desperdicio	Uso eficiente del agua, reduciendo el consumo en un 30-50 %
Tiempo de Mantenimiento	Alto tiempo invertido en riego y cuidado de áreas verdes	Reducción del tiempo de mantenimiento en un 40 %
Frecuencia de Replantación	Necesidad de replantar cada 6 meses debido a la mortalidad alta	Necesidad de replantar solo una vez al año, mejorando la estabilidad
Horas Hombre	Más horas hombre dedicadas a mantenimiento y riego	Menos horas hombre requeridas, optimizando recursos
Salud de las Plantas	Alta mortalidad y necesidad de reemplazo frecuente	Mejora en la salud de las plantas, con un 90% de supervivencia
Capacitación del Personal	Limitada capacitación en técnicas de riego y manejo de plantas	Capacitación completa en el manejo del nuevo sistema de riego
Productividad General	Productividad afectada por la ineficiencia en el manejo de áreas verdes	Aumento en la productividad general, permitiendo redirigir recursos a otras áreas

La implementación de la optimización del riego no solo aborda problemas de consumo de agua, sino que también trae beneficios significativos en términos de productividad, lo que fortalece la operación de Lima Expresa S. A. C.

V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA EMPRESA

Aquellos beneficios que trajó la solución a la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C., son:

- **Beneficios Financieros**

Ahorro significativo en costos operativos mensuales.

Reducción del consumo de agua y menores gastos en mantenimiento.

- **Beneficios Jurídico-Legales**

Cumplimiento de normativas ambientales, evitando sanciones.

Mejora en las relaciones con entidades reguladoras y autoridades locales.

- **Imagen Social Interna**

Fomento de la cultura ambiental entre empleados.

Mayor satisfacción y orgullo en el trabajo al pertenecer a una empresa sostenible.

- **Imagen Social Externa**

Percepción positiva por parte de la comunidad y grupos de interés.

Reconocimiento por prácticas sostenibles y responsables.

- **Posicionamiento en el Mercado**

Mejora en la reputación corporativa, destacando como líder en sostenibilidad.

Atracción de clientes y socios interesados en la responsabilidad social empresarial.

- **Relaciones con Entidades Públicas y Privadas**

Fortalecimiento de la colaboración con gobiernos y ONGs en iniciativas ambientales.

Participación en programas y proyectos conjuntos, aumentando la visibilidad y el prestigio.

Estos beneficios no solo contribuyen a la sostenibilidad de Lima Expresa S. A. C., sino que también consolidan su posición en el mercado como una empresa responsable y comprometida con el entorno, mejorando su relación con todas las partes interesadas.

VI. CONCLUSIONES

- La solución implementada para optimizar el riego en las áreas verdes de la concesión de peaje Lima Expresa S. A. C. consistió en la instalación de un sistema de riego por aspersión, donde se logró una disminución del 30-50 % en el consumo de agua, complementado con personal capacitado los cuales permitieron un monitoreo de las necesidades hídricas del suelo. Esta estrategia ha permitido reducir significativamente el consumo de agua, al garantizar que las plantas reciban solo la cantidad necesaria, mejorando así la eficiencia en el uso de recursos hídricos.
- Se implementó un sistema de riego por aspersión, adaptado a las necesidades de las áreas verdes, lo que permite un uso más eficiente del agua. La solución surgió al identificar la ineficiencia de la grama común en el uso del agua y al adoptar una alternativa más eficiente, lo que permitió reducir el consumo de agua, disminuir costos operativos y mejorar la sostenibilidad en el mantenimiento de las áreas verdes.
- Se realizó el cambio exitoso a *Aptemia Cordifolia*, mejorando la calidad de las áreas verdes y reduciendo aún más la necesidad de riego. La solución propuesta para abordar los altos costos asociados al uso de agua en el mantenimiento de áreas verdes se centra en la adopción de *Aptemia Cordifolia*, una especie vegetal que requiere menos agua en comparación con la grama común. Este cambio permitió una notable reducción en la cantidad de agua necesaria, asimismo permitió un ahorro económico considerable y se promovió una gestión más sostenible de los recursos naturales, alineando las prácticas operativas con principios de sostenibilidad ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

- Establecer normas claras y específicas para la reutilización de aguas residuales en riego de jardines. La SUNASS, en colaboración con el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Salud (MINSA), debe asegurarse de que existan normativas rigurosas que regulen la calidad del agua tratada, especialmente en lo que respecta a la seguridad sanitaria y los límites máximos de contaminantes (como metales pesados, patógenos, etc.) que puedan estar presentes en el agua reciclada. Fomentar la flexibilidad normativa para permitir que las municipalidades y otras entidades locales adapten las regulaciones a las características específicas de sus regiones y necesidades.
- Las **municipalidades** deben desarrollar programas de concientización y capacitación que promuevan prácticas sostenibles en el riego de áreas verdes. Es esencial enfatizar la importancia de un uso eficiente del agua y la selección adecuada de especies.
- Las **compañías de mantenimiento de áreas verdes** deberían adoptar estrategias que integren sistemas de riego eficientes y la utilización de plantas que requieren menos agua. Esto no solo disminuiría los costos operativos, sino que también contribuiría a una gestión más sostenible de los recursos.
- El **equipo de mantenimiento de Lima Expresa S. A. C.** debe continuar con la monitorización y evaluación del sistema de riego implementado. Es importante ajustar las prácticas según las condiciones climáticas y las necesidades específicas de las plantas para maximizar la eficiencia en el uso del agua.

REFERENCIAS

- Cedeño, H., & García, A. (2022). *Diseño del sistema de riego para las áreas verdes en la zona de ingeniería de la ESPOL*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Chen, Y., & Patel, S. (2024). Factors Influencing the Selection of Irrigation Techniques in Modern Agriculture. *Agricultural Systems*, 205, 102-118., 2024. https://www.researchgate.net/publication/368921888_Influencing_Factors_on_Adoption_of_Modern_Agricultural_Technology_in_Developing_Economy_Countries
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin [Universidad Católica de Colombia]. In *Kaos GL Dergisi* (Vol. 8, Issue 75). <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798><https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://>
- Davis, H., & Smith, A. (2024). Automated Irrigation Solutions: Maximizing Water Efficiency Through Smart Technology. *Water Resources Management*, 38(3), 213-225, 15(1), 37-48. https://www.researchgate.net/publication/381867727_Water_Management_in_Agriculture_Innovations_for_Efficient_Irrigation
- Fernández, C., & Pérez, R. (2023). Automation in Irrigation Systems: Enhancing Water Efficiency Through Technology. *Agricultural Water Management*, 254, 106927., 106927. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211321000286>
- Fernández, P., & Sánchez, A. (2022). La integración de sensores de humedad y tecnología IoT en sistemas de riego permite una gestión más precisa del agua, reduciendo significativamente el desperdicio. *Tecnología y Agua*, 30(3), 205-218., 33(1), 1-12. <https://redagricola.com/tecnologia-para-el-uso-de-eficiencia-del-riego/>
- González, M., & Torres, L. (2020). La implementación de sistemas de riego automatizados

puede reducir el consumo de agua hasta un 30%, mejorando la eficiencia en el uso de este recurso en áreas urbanas. *Revista de Recursos Hídricos*, 45(2), 101- 115, 2507(February), 1–9.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462020000200917

González, M., & Torres, L. (2022). Automatización en sistemas de riego: Mejora de la eficiencia hídrica. *Water Resources Management*, 36(4), 785-80, 9, 356–363.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000400009

Hernández, S., & Vega, T. (2023). La programación inteligente del riego en función de las condiciones climáticas y el tipo de suelo puede llevar a un ahorro de agua del 40% en áreas verdes. *Sustainable Water Management*, 12(4), 300-315, 13(1), 104–116.
<https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/El-riego-la-importancia-de-su-programacion-y-los-parametros-de-humedad-en-el-suelo>

Huillca, M., & Ticona, M. (2020). Estrategias de conservación de las áreas verdes del distrito de El Agustino - 2022 [Universidad Cesar Vallejo]. In *Universidad Andina del Cusco*.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Johnson, R., & Martinez, L. (2024). Advancements in Irrigation Efficiency: A Focus on Drip Systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 150(1), 45-60, 15(1), 37–48.
https://www.academia.edu/73336223/Sustainable_Micro_Irrigation_Management_for_Trees_and_Vines_Hardback_Routledge

Khan, T., & Bhat, A. (2021). Overview of Sprinkler Irrigation: Principles and Applications . *Agricultural Water Management*, 254, 106927., 2, 106927.
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/sprinkler-irrigation#:~:text=Sprinkler irrigation is a method,soils with high infiltration rates.>

López, R., & Martínez, J. (2021a). El riego por goteo es una de las técnicas más eficientes,

logrando eficiencias superiores al 90% en comparación con métodos tradicionales. *Journal of Irrigation Science*, 39(1), 45-60., 39, 6. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542021000400004&script=sci_arttext&tlng=es

López, R., & Martínez, J. (2021b). Para calcular el costo total de adquisición, es esencial considerar no solo el precio de compra, sino también todos los gastos auxiliares que pueden influir en la inversión final. *Estudios de Economía*, 52(2), 67-80/104, 75(17), 399–405.

Pérez, L. (2022). El costo de adquisición, gastos asociados a la compra de un activo. *Revista de Contabilidad y Finanzas*, 33(1), 1–12. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpgleclefindmkaj/https://revistas.pucp.edu.pe/public/documentos/contabilidadynegocios/contabilidad-y-negocios-17-33--2022-1.pdf>

Rodríguez, L., & Martinez, P. (2021). Techniques for Optimizing Water Use in Urban Green Spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 57, 126-134, 2, 2021. [https://pdf.sciencedirectassets.com/craft/capi/cfts/init?s=1800&p=%2F273184%2F1-s2.0-S1618866722X00083%2F1-s2.0-S1618866722002503%2Fam.pdf&q=X-Amz-Security-Token%3DIQoJb3JpZ2luX2VjEO%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252FwEaCXVzLWVhc3QtMSJ](https://pdf.sciencedirectassets.com/craft/capi/cfts/init?s=1800&p=%2F273184%2F1-s2.0-S1618866722X00083%2F1-s2.0-S1618866722002503%2Fam.pdf&q=X-Amz-Security-Token%3DIQoJb3JpZ2luX2VjEO%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252F%252FwEaCXVzLWVhc3QtMSJ)

Smith, J., & Lee, A. (2023). Smart Irrigation Systems: Innovations for Efficient Water Management. *Journal of Sustainable Agriculture. Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116. https://www.sciencedirect.com/?ref=craft_challenge&fr=RR-CW-3&rr=8c9f61c98d7dcdc9

ANEXOS

Anexo 1. Terminología

- **Plan de Manejo Ambiental:** Documento que establece las acciones necesarias para minimizar el impacto ambiental de nuestras operaciones, incluyendo la gestión de residuos, el uso eficiente de recursos y la protección de la biodiversidad.
- **Plan de Riesgos Ambientales:** Evaluación detallada de los riesgos ambientales asociados a nuestras actividades, junto con estrategias para mitigar dichos riesgos y asegurar la sostenibilidad de nuestros procesos.
- **Procedimientos de Seguridad Laboral:** Guías claras para la identificación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo, que incluyen protocolos de respuesta ante emergencias y procedimientos de evacuación.
- **Programa de Capacitación en SSOMA:** Plan de formación continua que incluye talleres y cursos sobre seguridad, salud ocupacional y buenas prácticas ambientales, dirigido a todos los niveles de la organización.
- **Informe de Gestión de Incidentes:** Herramienta para el registro y análisis de incidentes y accidentes laborales, que permite identificar tendencias y áreas de mejora en nuestros procesos de seguridad.
- **Plan de Comunicación Ambiental:** Estrategia para informar y sensibilizar a los empleados y partes interesadas sobre los compromisos ambientales de la organización y su participación en iniciativas sostenibles.
- **Sistema de Monitoreo y Evaluación:** Protocolo para evaluar el desempeño en seguridad y salud, así como en gestión ambiental, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos y facilitando la mejora continua.

Anexo 2. Panel fotográfico

mencionar que la meta de agua corresponde al global de estos consumos.

Por otro lado, el consumo de agua sigue disminuyendo, ya que el proyecto de cambio de vegetación, implementado en el intercambio vial Prialé en 2023, ha generado ahorros significativos.

En 2023, se logró reducir más de **5,000 m³** del consumo total de agua, respecto al año anterior.



INICIATIVAS DE EFICIENCIA HÍDRICA



Nuevo método de lavado de vía

Permitió reducir el uso de productos de limpieza y el consumo de agua para el mantenimiento de las vías, y limpieza de señalísticas, letreros, casetas de peaje, entre otros.



Jardines xerófilos en plaza de peaje P8

Se implementó un jardín xerófilo en la plaza de peaje P8, un diseño paisajístico que combina materiales secos y especies vegetativas endémicas como el totu. Este jardín se adapta a zonas desérticas con estrés hídrico, y contribuyó en la reducción de consumo de agua. Se proyecta replicar este jardín en todas las áreas verdes internas de las plazas de peaje.



Cambio de vegetación e implementación de riego tecnificado con paneles solares en plaza de peaje P6 y P7

Se implementó un sistema de riego automatizado con riego por goteo, el cual es suministrado por energía solar. Además, se reemplazó el gramíneo americano por especies cordofolias, lo cual permite el uso eficiente del agua preservando el entorno natural.



Diagnóstico de equipamiento hidrosanitario

Tiene como objetivo evaluar el estado actual de los grifos, inodoros, cañerías en todas las sedes, para ello realizamos un análisis comparativo del consumo de agua del equipamiento actual con los registros de años anteriores, generándose informes sobre el estado del equipamiento y el comportamiento del consumo por sede. De manera adicional al análisis realizado, tenemos planificada instalar reductores de caudal en todas las sedes de Lima Express.

Desde el 2018, hemos logrado la **reducción de casi el 57% del consumo de agua**, gracias a todas las iniciativas de eficiencia hídrica implementadas.





1











