

**FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA AVANZAR EN LA
ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
ORGANIZACIONAL EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO POR
VALENTINA GARCÍA VALENCIA
1.088.030.799
JUAN FELIPE RESTREPO VILLA
1.088.325.587**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA
2019**

**FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA AVANZAR EN LA
ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
ORGANIZACIONAL EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO POR
VALENTINA GARCÍA VALENCIA
1.088.030.799
JUAN FELIPE RESTREPO VILLA
1.088.325.587**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ADMINISTRADORES AMBIENTALES**

**DIRECTOR:
ÁLVARO IGNACIO RAMÍREZ FAJARDO
ADM. AMBIENTAL
MSC EN ECOTECNOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR: ÁLVARO IGNACIO RAMÍREZ FAJARDO
 ADM. AMBIENTAL
 M.SC. EN ECOTENOLOGÍA

Pereira, Noviembre 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado
lo dedicamos a nuestros padres,
por inspirarnos y darnos fuerza
para seguir adelante con nuestros sueños,
porque con su amor, trabajo y sacrificio
hemos logrado llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por bendecirnos, por guiarnos, por brindarnos fortaleza en aquellos momentos de dificultad.

Gracias a nuestros padres: Maribel Villa y Nicolás Restrepo; y, Lina Valencia, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por ser un apoyo en nuestras vidas, por los valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes del programa de Administración Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación como profesionales.

Agradecemos al M.Sc. Álvaro Ignacio Ramírez Fajardo director de nuestro trabajo de grado quien con su paciencia y rectitud como docente nos ha guiado durante el desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1	
GENERALIDADES.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
MARCO CONCEPTUAL.....	17
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ORGANIZACIONAL	17
MECANISMOS PARA EVALUAR UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	18
ISO 14001	20
ASPECTOS AMBIENTALES.....	21
IMPACTOS AMBIENTALES	21
PROBLEMA AMBIENTAL.....	22
MARCO LEGAL.....	23
CAPÍTULO 2	
DISEÑO METODOLOGICO	25
METODOLOGÍA.....	25
CAPÍTULO 3	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.....	27
LINEAMIENTOS	49
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	60
ANEXOS	61
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo energético en la Facultad de Ciencias Ambientales.....	30
Tabla 2. Generación de residuos sólidos en la Facultad de Ciencias Ambientales	31
Tabla 3. Identificación de aspectos e impactos ambientales en el servicio formativo	32
Tabla 4. Identificación de aspectos e impactos ambientales en el servicio investigativo.....	35
Tabla 5. Distribución proporcional en cada estrato	41
Tabla 6. Lineamiento 1.....	50
Tabla 7. Lineamiento 2.....	52
Tabla 8. Lineamiento 3.....	53
Tabla 9. Lineamiento 4.....	54
Tabla 10. Lineamiento 5.....	56

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distribución de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira.....	38
Ilustración 2. Resultado pregunta 1.....	42
Ilustración 3. Resultado pregunta 2.....	42
Ilustración 4. Resultados pregunta 3.....	43
Ilustración 5. Resultados pregunta 4.....	43
Ilustración 6. Resultados pregunta 5.....	44
Ilustración 7. Matriz de Influencia Directa (MID).....	46
Ilustración 8. Plano de Influencia y Dependencia.....	48

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para determinar el nivel de conciencia ambiental dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales

RESUMEN

Los Sistemas de Gestión Ambiental Organizacional, establecen las responsabilidades ambientales de las organizaciones, las normas ambientales que deben seguir con el fin de reducir los impactos ambientales presente en los procesos de cada organización.

Las universidades son consideradas organizaciones gracias a sus tres fines fundamentales: el desarrollo de la enseñanza, la extensión y la investigación, allí se presentan consumos del recurso hídrico, recurso energético y generación de residuos sólidos y líquidos, estableciendo impactos ambientales.

Por esta razón, el desarrollo de este trabajo se basa en la formulación de estrategias para lograr un avance en el Sistema de Gestión Ambiental Organizacional en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, de esta manera se tienen en cuenta los impactos generados con el fin de plantar lineamientos que disminuyan los impactos ambientales, aumentando la eficiencia del Sistema de Gestión Ambiental Organizacional.

ABSTRACT

The environmental management systems sets the environmental restrictions of the organizations, the environmental standards that must be followed in order to reduce the environmental risks present in the processes of each organization.

Universities are considered organizations thanks to their three fundamental purposes: the development of education, extension and research, there are consumption of water resources and energy resources, generating environmental impacts.

For this reason, the development of this work is based on the formulation of strategies to achieve a breakthrough in the Environmental Management Systems in the Faculty of Environmental Sciences of the Technological University of Pereira, in this way the impacts generated are taken into account in order to plant guidelines that reduce environmental impacts, increasing the efficiency of the Organizational Environmental Management System.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tiene como principal objetivo avanzar en el proceso de formulación del Sistema de Gestión Ambiental Organizacional en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Asimismo, identificar los aspectos ambientales generados en los procesos que se llevan a cabo en la facultad; lo anterior con el fin de establecer posibles soluciones y proponer lineamientos que ayuden a la gestión de los impactos ambientales.

Puede decirse que una de las causas asociadas a la configuración de la problemática ambiental y la falta de aprovechamiento de las potencialidades de las universidades, radicada en los procesos de planificación, teniendo en cuenta que este es un proceso que se lleva a cabo sobre un sistema complejo como el campus universitario, el cual se compone de aspectos ambientales que ayudan a comprenderlo en términos de las interacciones que allí se identifican.

En ese sentido, la caracterización de los aspectos ambientales permite realizar un acercamiento al diagnóstico ambiental, conociendo las oportunidades ambientales que se presentan en la organización y a su vez identificando nodos críticos resultado de las actividades que se llevan a cabo en la Facultad de Ciencias Ambientales.

Así pues, desde el punto de vista de la Administración Ambiental, es importante abordar de manera integral la comunidad universitaria para entender sus dinámicas y sus interrelaciones dentro del campus, con el fin de encontrar soluciones enfocadas a la gestión de los impactos ambientales generados por las actividades que se llevan a cabo en la organización.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Facultad de Ciencias Ambientales desde el año 2014 ha contado con un ingreso de alrededor de 300 estudiantes por año y alrededor de 150 graduados por año (UTP, 2019), de esta manera, se evidencia un aumento en la población estudiantil que transita por las instalaciones educativas, haciendo uso de las materias primas; sin embargo, es importante resaltar a los docentes, administrativos y personal de oficios varios que también hacen uso de las materias primas causando deterioros ambientales.

La explotación y transformación de las materias primas produce un fuerte y negativo impacto ambiental, estos procesos han conducido a problemas de escala global que asociados con el cambio climático impactan en todas las facetas de la sociedad, tanto a nivel público y privado (HERRERA, 2011).

La minimización o mitigación de estos impactos en instituciones educativas se da a través de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental Organizacional (SGAO); la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) no cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental, sin embargo, posee una política ambiental enfocada para toda la UTP, es decir, no discrimina a las diferentes facultades.

Por esta razón, la Facultad de Ciencias Ambientales debe contar con su propio Sistema de Gestión Ambiental que atienda a las necesidades propias de la facultad, que gestione sus procesos y recursos con el fin de atender los aspectos e impactos ambientales generados dentro de la facultad.

JUSTIFICACIÓN

La formulación de planes de gestión ambiental organizacional determina un punto de partida importante en la gestión y/o mitigación de los impactos generados en las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada organización. Estos impactos ambientales aunque en algunas ocasiones no tienen un alcance global, potencian de cierta manera el cambio climático definido en la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Unidas, 1992); actividades como las que en este caso se llevan a cabo dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira teniendo en cuenta los diferentes servicios que esta misma brinda no solo dentro del campus sino también a personas y entidades ajenas al entorno académico.

Por tal motivo, tener al menos un primer acercamiento en este proceso de formulación de un sistema de gestión ambiental organizacional garantiza el uso racional de recursos (recurso hídrico y energético) mediante dos grandes estrategias, por un lado, la implementación de tecnologías que disminuyen el consumo; por otro lado, la educación ambiental que genera conciencia ambiental sobre el uso racional de los recursos en las personas activas de la organización. Lo anterior se lleva a cabo mediante la aplicación de diferentes metodologías y teniendo como gran referente normativo la NTC ISO 14001 del año 2015, que contiene información pertinente para llevar a cabo este trabajo de grado. Es por esto que se mejorará la situación en términos de la sostenibilidad ambiental que es definida de la siguiente manera: *“Para definir sostenibilidad ambiental primero debemos saber que sostenibilidad es la capacidad de continuar indefinidamente un comportamiento determinado. Por ende, sostenibilidad ambiental significa conservar y proteger el medio ambiente de forma indefinida”* (Daly & Farley, 2004).

De igual forma este trabajo de grado se enfoca en avanzar en el proceso de formulación del sistema de gestión ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, esto permite de manera directa la mitigación de impactos resultantes de las actividades que allí se llevan a cabo, debido a que las instituciones educativas tienen como función principal preparar a los estudiantes para un mercado de trabajo específico a través de la educación formal avanzada (Castro & Levy, 1998), realizando actividades que generan impactos ambientales de amplio rango. En primera instancia, como impactos negativos, se identificaron mediante fuentes de información primaria y la observación simple la generación de residuos sólidos, líquidos, algunos considerados como peligrosos, consumo de energía, agua, además de las emisiones de gases. Por otro lado, como impactos positivos, se hace gran énfasis en proceso de concientización a la comunidad universitaria sobre la importancia ambiental en cada actividad desarrollada tanto por los funcionarios de las universidades como los futuros profesionales.

Estos sistemas de gestión ambiental son importantes no sólo en términos ambientales teniendo en cuenta la mitigación de los impactos ambientales resultado de los procesos que se llevan a cabo en la organización, sino que también en términos de posicionamiento en el mercado, ya que actualmente se valora en gran medida las organizaciones que están encaminadas a tener un cuidado especial con el planeta. De la misma manera este trabajo tiene gran importancia considerando que el perfil del administrador ambiental aborda la dimensión ambiental “como un objeto de estudio complejo; capaz de entender las problemáticas y oportunidades ambientales con una visión sistémica e interdisciplinaria; y con competencias no solo para la planificación pública, sino también en los campos de la organización” (UTP, 2016); y esta forma de abordar la dimensión son los que ayudan a que se realice de manera satisfactoria este trabajo de grado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Avanzar en el proceso de formulación del Sistema de Gestión Ambiental Organizacional en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar los aspectos e impactos ambientales en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- ❖ Establecer posibles acciones para la gestión de los impactos ambientales identificados en la Facultad de Ciencias Ambientales.
- ❖ Proponer lineamientos que permitan el avance en la formulación del sistema de gestión ambiental.

MARCO CONCEPTUAL

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ORGANIZACIONAL

El Sistema de Gestión Ambiental se define como “un conjunto de elementos interrelacionados entre sí que tienen como finalidad lograr el objetivo de administrar efectiva y eficientemente actividades, productos o servicios propios de la organización” (Escobar, 2009), por otro lado, de acuerdo a la norma técnica colombiana ISO 14001 se especifica un sistema de gestión como “El componente del sistema de administración total, el cual incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental”.

De esta manera, se identifica un sistema de gestión ambiental organizacional como un proceso sistemático, que tiene como objetivo administrar de manera eficiente las actividades de la actuación ambiental empresarial para desarrollar, implementar y lograr un cumplimiento de una política y unos objetivos ambientales teniendo en cuenta la legislación local vigente.

El sistema de gestión ambiental surge a partir del año 1990 debido a la necesidad de estructurar formalmente el interior de las organizaciones de acuerdo al proceso de planificación ambiental de los proyectos. Una vez que se ha reconocido que las respuestas por parte de las organizaciones a las presiones ambientales debe realizarse de manera integral y sistémica, de esta manera se logra determinar el carácter eminentemente orientador, ejecutor y controlador de la política ambiental de la organización (Vega, 2008), que a partir de la norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA), ayuda a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales (ISO 14001, 2015), con el fin de plantear actividades en materia de protección ambiental, teniendo en cuenta la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno.

Para que un sistema de gestión ambiental sea efectivo debe ser incluido en el manejo general de la organización, de tal manera que se puedan prevenir los impactos generados por accidentes y fallas en los controles de manejo ambiental. En otras palabras, un SGA adecuado no tiene que ver con la forma en que una organización dispone de los residuos generados, tiene que ver es con la manera de cómo la organización plantea una estructura de gestión adecuada, que garantice la reducción de residuos, además de que se fijen y se cumplan los objetivos destinados a la mejora continua en el ámbito ambiental de la organización.

MECANISMOS PARA EVALUAR UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

La organización debe hacer un seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño ambiental con el fin de asegurarse de que se cumpla con la normatividad local vigente, mediante una evaluación del cumplimiento, donde la organización hace un seguimiento del cumplimiento de sus requisitos legales.

Se debe realizar una auditoría interna a intervalos planificados que incluyan los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación, teniendo en cuenta la importancia ambiental de los procesos involucrados.

Para llevar a cabo un eficiente sistema de gestión ambiental organizacional, la alta dirección debe revisarlo en función de las características de la organización para asegurar un eficiente cumplimiento del mismo.

Es importante tener en cuenta que cada paso, debe conservar la información documentada de tal manera que sirva como evidencia de la ejecución de la evaluación de cumplimiento.

Por otro lado, El sistema de gestión ambiental organizacional trae consigo múltiples ventajas debido a que aumenta la eficacia ambiental, reduce la contaminación emitida, reflejándose en una disminución de gastos monetarios para la organización, además, facilita el cumplimiento de la legislación vigente y la política

ambiental de la organización, se anticipa a los problemas ambientales que nos podamos encontrar, previniendo que aparezcan estos.

A partir del UI Green Metric World University Rankings, la Universidad de Indonesia, busca comparar y clasificar las universidades a nivel mundial a través de seis criterios.

1. Configuración e infraestructura, es decir, evalúa la política de la universidad hacia un entorno ecológico, va encaminado a demostrar si el campus merece llamarse Campus Verde.
2. Energía y cambio climático, en este criterio se tiene en cuenta la atención de la universidad al uso adecuado de la energía, es decir, uso de aparatos energéticamente eficientes, política de uso de energía renovable y política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Residuos, analiza si la universidad cuenta con programas de reciclaje, tratamiento adecuado de residuos peligrosos, tratamiento de residuos inorgánicos, eliminación de alcantarillado y políticas para reducción del uso del papel y el plástico.
4. Agua, en este criterio determina los programas que tiene la universidad para reducir el consumo de agua, además de la concientización que se genera a la comunidad universitaria sobre la importancia del mismo.
5. Transporte, a través de este criterio se evalúan las emisiones de carbono emitidas y el nivel de contaminantes en el campus, por tal motivo, se hace énfasis en observar si la universidad cuenta con política de transporte para limitar el número de vehículos motorizados en el campus, si fomenta el uso del autobús escolar y la bicicleta.
6. Educación e investigación, este criterio se basa en el pensamiento que se infunde en la comunidad universitaria sobre una adecuada sostenibilidad ambiental.

La clasificación de las universidades se realiza para medir los esfuerzos de sostenibilidad en el campus, teniendo en cuenta el ambiente, la economía y la equidad, esto se realiza para promover un cambio social encaminados a los objetivos de sostenibilidad (Universitas Indonesia, 2017).

Las universidades más verdes en Colombia se han ido posicionado en el ranking establecido por la Universidad de Indonesia entre las 100 universidades más verdes a nivel mundial; sin embargo, la Universidad Tecnológica de Pereira ha tenido una disminución en la clasificación establecida como UI Green Metric World University rankings, pasando del puesto 4 en el 2014 al puesto 15 en el 2017 a nivel nacional y del puesto 225 en el 2014 al puesto 278 en el 2017 a nivel mundial, por lo que se evidencia la necesidad de implementar adecuadamente el sistema de gestión ambiental, realizando una mejora en los indicadores y normatividad vigente.

La Universidad Nacional encabeza la lista a nivel nacional desde el 2014 hasta el 2016, por lo que es pertinente resaltar el sistema de gestión ambiental de la sede de Palmira de la universidad, el cual se implementó desde el 2007, siendo pioneros a nivel nacional (UN, 2017).

La Universidad Autónoma de Occidente encabezó la lista en el 2017, en marzo del mismo año, fue certificada por su sistema de gestión de calidad bajo los lineamientos exigidos en la Norma Internacional ISO 9001:2008 (UAO, 2017). Gracias a la certificación adquirida, la Universidad Autónoma de Occidente es reconocida por el esfuerzo y compromiso que tienen frente a las necesidades y expectativas presentes en la sociedad.

ISO 14001

La ISO (International Organization for Standardization) se centra en conseguir estándares internacionales, que en el caso de la norma ISO 14001, consiste en implementar un Sistema de Gestión Ambiental, de esta manera, se consigue que las organizaciones demuestren que son responsables y están comprometidas con la protección del ambiente.

La implementación de la norma ISO 14001 es de gran importancia para las organizaciones que lo poseen, puesto que genera una gran confianza en los clientes, proveedores y comunidad en general, puesto que la norma ayuda a gestionar e identificar los riesgos ambientales con el fin de llevar a cabo la prevención de riesgos como la protección del ambiente.

ASPECTOS AMBIENTALES

“Un aspecto ambiental es un elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización ya sea un producto o servicio y que tiene contacto con el ambiente” (ISO 14001:2015). Es importante que la organización cuente con un procedimiento que le permita identificar los aspectos ambientales que generan sus actividades; los aspectos ambientales pueden ser identificados mediante la normatividad gubernamental, es decir, todos los aspectos legales, que puedan afectar a la actividad de la empresa. Asimismo, se pueden identificar mediante las actividades que implican contaminación de aire, suelo y agua.

IMPACTOS AMBIENTALES

“Los impactos ambientales son cualquier cambio producido en el ambiente” (ISO 14001:2015), por otro lado, un impacto ambiental de acuerdo con la RAE (Real Academia Española) es “un conjunto de posibles efectos sobre el medio ambiente de una modificación al entorno natural, como consecuencia de obras y otras actividades”.

Es preciso señalar que un impacto ambiental puede ser catalogado como impacto positivo e impacto negativo, de esta manera si se determina un impacto positivo dentro de la organización se deben potencializar las actividades ya existentes con el fin de mantener o incrementar este impacto; sin embargo, en cuanto a los impactos negativos, es pertinente establecer acciones que permitan determinar su importancia con el fin de mitigarlo.

PROBLEMA AMBIENTAL

Los problemas ambientales se definen como los procesos de desarticulación hombre-naturaleza, evidenciándose en contaminación del agua, aire, suelo y paisaje, además del daño causado en la sociedad.

Los problemas ambientales no se pueden analizar ni entender si no se tiene en cuenta una perspectiva global, ya que surgen como consecuencia de múltiples factores que interactúan entre sí, provocando un desequilibrio en un ambiente dado, afectándolo negativamente.

MARCO LEGAL

El marco legal para el avance en el proceso de formulación del Sistema de Gestión Ambiental Organizacional en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira se enmarca en la norma técnica colombiana ISO 14001 puesto que es la norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA) que ayuda a las organizaciones a identificar, priorizar y gestionar riesgos ambientales.

De igual manera se debe tener en cuenta que a nivel nacional existen un determinado número de normatividad ambiental que fueron diseñadas para el cuidado y preservación del medio ambiente, por esta razón la presente investigación también se enmarca en el decreto 1076 del 26 de mayo del 2015, en el cual se encuentran compilados todos los decretos, resoluciones y leyes relacionados con el medio ambiente que hayan sido diseñadas antes de ese año. En este decreto se encuentran establecidos unos límites puntuales que son tenidos en cuenta a la hora de proponer las posibles acciones que permitan mitigar los impactos ambientales negativos causados por las diferentes actividades que se llevan a cabo en la Facultad de Ciencias Ambientales.

También es pertinente nombrar la norma técnica colombiana 1500 del 11 de noviembre de 2004 donde mediante una evaluación del consumo se establece la dotación promedio de un estudiante en 50 litros/día, este consumo sujeto a la realización de actividades cotidianas de un estudiante en un campus universitario. De manera análoga en el componente hídrico existe también la ley 373 de 1997 por la cual se establece el programa de ahorro y uso eficiente del agua, que es clave para la reducción del consumo del agua en la facultad y además para reducir el caudal que llega a la planta de tratamiento de aguas aerobia (sistema de lodos activados) de la universidad.

Además, en términos de límites máximos permisibles de vertimientos resultantes de las actividades llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias Ambientales se debe tener en cuenta los límites establecidos en la resolución 631

de 2015 que son cumplidos a cabalidad debido al buen funcionamiento de una de las dos plantas de tratamiento de aguas residuales que recibe y trata las aguas residuales de la Facultad de Ciencias Ambientales que tiene una eficiencia de más del 89%.

De manera análoga se tiene en cuenta el decreto 2981 de 2013 por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo, donde se presentan las pautas para hacer un almacenamiento adecuado de los residuos sólidos y evitar que pierdan la capacidad de ser nuevamente utilizados dentro de un proceso productivo.

Por último, se tomó como referencia la resolución 0549 de 2015 por la cual se reglamentan los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro y uso eficiente de agua y energía en edificaciones, esto con el fin de tener un valor de referencia para determinar qué tan bajo o elevado el consumo de la Facultad de Ciencias Ambientales con respecto a esta resolución.

CAPÍTULO 2 DISEÑO METODOLOGICO

METODOLOGÍA

La formulación de estrategias para el avance del sistema de gestión ambiental es un proceso que abarca múltiples momentos que, a lo largo de este trabajo, se desarrollarán mediante varias técnicas, por lo que es necesario plantear un enfoque interdisciplinario, a partir del perfil profesional del administrador ambiental.

Para llevar de forma eficiente el avance en el proceso de formulación del Sistema de Gestión Ambiental Organizacional de la Facultad de Ciencias Ambientales, se plantea la implementación de la revisión ambiental inicial, punto de partida para avanzar en la formulación del SGA, a través de la cual se llega a un diagnóstico del desempeño ambiental de la organización.

De manera análoga, se plantea la metodología planeación prospectiva (PP) con el fin de establecer posibles acciones que mitiguen los impactos negativos puesto que dicha metodología guía la investigación hacia un futuro deseado tras el establecimiento y posterior cumplimiento de acciones concretas (Baena, 2015), es decir, la metodología planeación prospectiva facilita la identificación desde diferentes puntos de vista los aspectos ambientales presentes en la Facultad de Ciencias Ambientales teniendo en cuenta los impactos ambientales generados, además de los lineamientos que mitiguen los impactos negativos, dentro de esta metodología se plantean tres fases:

Fase 1: Se establecen variables que son consideradas factores de cambio a partir de una lluvia de ideas mediante la técnica de observación directa simple que consiste en estudiar mediante el empleo de los propios sentidos de las cosas y hechos de interés social, esto se hace con el propósito de obtener una visión global del sistema y su entorno consiguiendo así, una definición bastante precisa del mismo.

Fase 2: Se anexan las variables y se realiza la matriz de influencia directa (MID), es decir, se realiza una descripción de relaciones entre las variables mediante un enfoque cualitativo.

Fase 3: Una vez suministrados los datos, se realiza una identificación de variables a través del método MicMac identifica las variables claves, que son las más motrices y más dependientes, y construir una tipología de dichas variables mediante la clasificación de sus relaciones directas, indirectas y potenciales (Arango, Verónica, & Pérez, 2014).

Finalmente, se tiene un momento propositivo, a través de las variables obtenidas anteriormente, se plantean posibles soluciones, encaminadas a una mejora o mitigación de los problemas ambientales identificados y finalmente a la elaboración de lineamientos que contribuyen a la elaboración del sistema de gestión ambiental eficiente de la Facultad de Ciencias Ambientales.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

La Facultad de Ciencias Ambientales fue creada en 1988 gracias a una propuesta del entonces director del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) Felipe Pineda. Lo anterior puesto que este le propuso al rector en este momento Gabriel Jaime Cardona la creación de un programa académico que permitiera la formación de profesionales capaces de ejecutar proyectos que promuevan la conservación y la preservación de los recursos naturales, teniendo en cuenta la participación de la comunidad (FCA, 2019).

Aunque el perfil del administrador ambiental anteriormente nombrado está enmarcado a la ejecución de proyectos que promuevan la conservación y preservación de los recursos naturales, en la Facultad de Ciencias Ambientales no existe ningún proyecto formulado para la propia facultad con el fin de llevar a cabo acciones enfocadas al cuidado de los recursos naturales. De tal manera, para lograr un avance eficiente en el proceso de formulación del Sistema de Gestión Ambiental en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, se lleva a cabo una Revisión Ambiental Inicial (RAI) permitiendo una caracterización precisa sobre la operación de la organización en relación con el ambiente.

Es importante resaltar que Facultad de Ciencias Ambientales no cuenta con un sistema de gestión ambiental que especifique las actividades, productos y servicios que generan aspectos ambientales los cuales causan impactos significativos sobre el ambiente. De manera análoga, es pertinente decir que la Universidad Tecnológica de Pereira tampoco posee un sistema de gestión ambiental general para el campus, pero si cuenta con una política ambiental redactada en el año 2010 por el Consejo Superior. Por esta razón, La universidad debe elaborar un sistema de gestión ambiental incluyente, de manera que se tenga en cuenta todas las actividades presentes que generan aspectos ambientales

dentro de cada facultad, así como los diversos residuos generados. Del mismo modo, se recomienda actualizar la política ambiental, puesto que la establecida en el año 2010, no cuenta con la normatividad vigente al 2019.

De acuerdo con la ISO 14001:2015 se entiende por aspecto ambiental como los elementos derivados de las actividades realizadas por la organización ya sea producto o servicio que interactúa directa o indirectamente con el ambiente, categorizados como aspectos ambientales normales y significativos, donde los aspectos significativos pueden generar un alto impacto en el ambiente.

Con el fin de realizar una adecuada identificación de los aspectos ambientales dentro de las actividades de los servicios formativos y de investigación, se debe tener en cuenta el consumo energético y de agua, así como la generación de residuos sólidos tanto ordinarios como peligrosos.

Mediante el apoyo del Instituto de Investigaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira, se recolectaron los indicadores de consumo de agua y energía, además de la generación de residuos sólidos para el año 2018. Para realizar una adecuada relación de consumo, es importante tener presente la población total, teniendo en cuenta a los administrativos, docentes y estudiantes.

Consumo de agua en la Facultad de Ciencias Ambientales:

El consumo de agua en la Facultad de Ciencias Ambientales es de 15.584 litros/día, es decir, un consumo de 11,46 litros/usuario*día, teniendo en cuenta que para el año 2016-1 se encontraban matriculados 1.144 estudiantes en pregrado, 119 estudiantes en posgrado, 86 docentes y 11 administrativos, para un total de 1.360 personas inscritas dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales, de los cuales son demandados según sus usos de aseo personal (74%), pérdidas de agua (13%), laboratorios (6%), riego de jardín (3%), preparación de alimentos (2%) y limpieza (2%) (Manco, Guerrero & Morales, 2016). De igual forma, es importante hacer énfasis en que no hay un consumo desmesurado de agua, puesto que es de

11,46 litros/usuario*día y de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 1500:2004 se decreta el consumo mínimo de agua para instituciones educativas de 50 Litros/usuario*día.

Es pertinente tener en cuenta que el estudio de este consumo fue para el año 2016, por lo que aumenta para el 2018, por tener mayor población, por otro lado, dicho consumo se eleva si se tiene en cuenta la población flotante dentro de la facultad, por ende, es preciso realizar programas de uso eficiente del agua debido al consumo superior establecido en la normatividad colombiana.

Por otro lado, los vertimientos de la Facultad de Ciencias Ambientales se descargan en la planta de tratamiento de aguas residuales que posee la Universidad Tecnológica de Pereira la cual funciona mediante un sistema de lodos activados. De acuerdo a un estudio realizado por el Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento en el año 2017, determinó que hay una remoción del 93% para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), que equivale en términos de concentración a un total de 41,1 mg/l en el efluente frente a una concentración de 581 mg/l que fue con la que ingresó el vertimiento al sistema (GIAS, 2018), cumpliendo con los límites puntuales de 50 mg/l establecidos en la 0631 de 2015. Además, se obtuvo una remoción del 97% de Sólidos Suspendidos Totales (GIAS, 2018), y a pesar de tener este porcentaje de remoción no se cumple con los límites puntuales establecidos en la resolución ya que la concentración del efluente es de 54,6 mg/l y en la resolución se establece un valor máximo de 50 mg/l.

Consumo energético en la Facultad de Ciencias Ambientales:

El consumo energético dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales se determinó teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante varios análisis realizados por el centro de gestión ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira. El consumo es de 13.514,666 Kwh/mes, teniendo en cuenta que para el año 2018-2 se encontraban matriculados 1.181 estudiantes en pregrado, 65 docentes y 14 administrativos y 7 personal oficios varios, para un total de 1.267 personas adscritas dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Tabla 1. Consumo energético en la Facultad de Ciencias Ambientales

Año	Población Total	Consumo per cápita de energía (Kwh/persona/año)	Consumo energía total (Kwh/año)	Consumo energía mes (Kwh/mes)
2018	1.267	128	162.176	13.514,66

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del Centro de gestión ambiental (2018).

De acuerdo con la normatividad colombiana, debe seguir el cumplimiento con la resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en la cual, se establece que las edificaciones deben garantizar un consumo mínimo de energía a partir de una línea base de consumo.

Para las instituciones educativas en un piso térmico templado, la resolución aplica para instituciones educativas con más de 1.500 estudiantes, donde deben partir de una línea base de consumo de 44 kWh/m² por año, lo que corresponde a un ahorro de energía mínimo del 40%, para el segundo año de estudio debe presentar un ahorro del 45%. En la Universidad Tecnológica de Pereira con más de 20.0000 estudiantes tuvo un consumo de energía de 25.872.289 kWh/año en 86.772,85 m² construidos, lo que equivale a un consumo de 298,161 kWh/m². es importante tener en cuenta que son valores establecidos para toda la UTP, sin embargo, es evidente el alto consumo de energía.

Generación de residuos sólidos dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales:

La generación de residuos sólidos dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales se determinó teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante varios análisis realizados por el centro de gestión ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira. La generación es de 659,033 Kg/mes, teniendo en cuenta teniendo en cuenta que para el año 2018-2 se encontraban matriculados 1.181 estudiantes en pregrado, 65 docentes y 14 administrativos y 7 personal oficios varios, para un total de 1.267 personas adscritas dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Tabla 2. Generación de residuos sólidos en la Facultad de Ciencias Ambientales

Año	Población total	Producción per cápita (kg/hab*año)	Residuos ordinarios (Kg/año)	Residuos UTP recicla (Kg/año)	Residuos coopazfu (Kg/año)	Total residuos (Kg/año)
2018	1.267	6,2	5.636,81	1.332,53	939,06	7.908,4

Fuente: Centro de gestión ambiental UTP.

Por otro lado, es pertinente hacer énfasis en la generación de residuos sólidos peligrosos (RESPEL) dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales, sin embargo, existen compañías especializadas como: ENDEPSA, Sevimetales La Unión y Lito para la recolección de estos residuos.

Es importante hacer énfasis en que los datos de la población difieren puesto que el estudio sobre el consumo de agua fue un estudio previamente realizado en el año 2016.

Basándose en lo anterior los aspectos ambientales identificados en los servicios formativos son:

Tabla 3. Identificación de aspectos e impactos ambientales en el servicio formativo

Identificación de los aspectos dentro del servicio formativo			
Actividad	Aspecto Ambiental		Impacto ambiental
	Directo	Indirecto	
Usos de laboratorios (Química y Biología)	Consumo de agua		Agotamiento del recurso hídrico
	Vertimientos		Contaminación del recurso Hídrico
	Generación de residuos sólidos		Contaminación por disposición final de residuos sólidos
		Consumo energético	Emisiones atmosféricas
Uso de laboratorio (SIG)	Consumo energético		Emisiones atmosféricas
	Vertimientos		Contaminación del recurso Hídrico

Identificación de los aspectos dentro del servicio formativo			
Actividad	Aspecto Ambiental		Impacto ambiental
	Directo	Indirecto	
Uso de laboratorio (SIG)	Generación de Residuos sólidos		Contaminación por disposición final de residuos sólidos
Uso de aulas de clase	Consumo energético		Emisiones atmosféricas
		Generación de residuos sólidos	Contaminación por disposición final de residuos sólidos
Uso de oficinas administrativas y docentes	Consumo energético		Emisiones atmosféricas
		Generación de residuos sólidos	Contaminación por disposición final de residuos sólidos
Uso cotidiano (Baterías sanitarias, cafeterías, fotocopiadoras, módulos de estudio y pasillos)	Consumo de agua		Agotamiento del recurso hídrico
	Vertimientos		Contaminación del recurso hídrico

Identificación de los aspectos dentro del servicio formativo			
Actividad	Aspecto Ambiental		Impacto ambiental
	Directo	Indirecto	
Uso cotidiano (Baterías sanitarias, cafeterías, fotocopiadoras, módulos de estudio y pasillos)	Consumo energético		Emisiones atmosféricas
	Generación de residuos sólidos		Contaminación por disposición final de residuos sólidos

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, los servicios investigativos abarcan actividades que no solamente incluyen la elaboración de proyectos de investigación sino también prestación de otro tipo de servicios que van desde la impresión de documentos (mapas, posters), recuperación y lavado de material arqueológico, servicio de plotteo, muestreos y análisis de agua, como también procesos in vitro de establecimiento, reproducción y venta de plantas de plátano y mora.

Estas actividades generan los siguientes aspectos ambientales que permiten identificar los impactos ambientales dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales:

Tabla 4. Identificación de aspectos e impactos ambientales en el servicio investigativo

Identificación de los aspectos dentro del servicio investigativo			
Actividad	Aspecto Ambiental		Impacto ambiental
	Directo	Indirecto	
Servicio de plotter, impresión de documentos (Laboratorio SIG)	Consumo energético		Emisiones atmosféricas
		Generación de residuos sólidos	Contaminación por disposición final de residuos sólidos
Propagación de plantas por medio de cultivo in vitro (Laboratorio de Biotecnología vegetal)	Generación de residuos sólidos		Contaminación por disposición final de residuos sólidos
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
Propagación de plantas por medio de cultivo in vitro (Laboratorio de Biotecnología vegetal)		Vertimientos	Contaminación del recurso hídrico

Identificación de los aspectos dentro del servicio investigativo			
Actividad	Aspecto Ambiental		Impacto ambiental
	Directo	Indirecto	
Análisis de aguas residuales (Laboratorio de química Ambiental)	Vertimientos		Contaminación del recurso hídrico
Recuperación y lavado de material arqueológico (Laboratorio de ecología histórica y patrimonio cultural)	Vertimientos		Contaminación del recurso hídrico
	Consumo de agua		Agotamiento del recurso hídrico
		Generación de residuos sólidos	Contaminación por disposición final de residuos sólidos

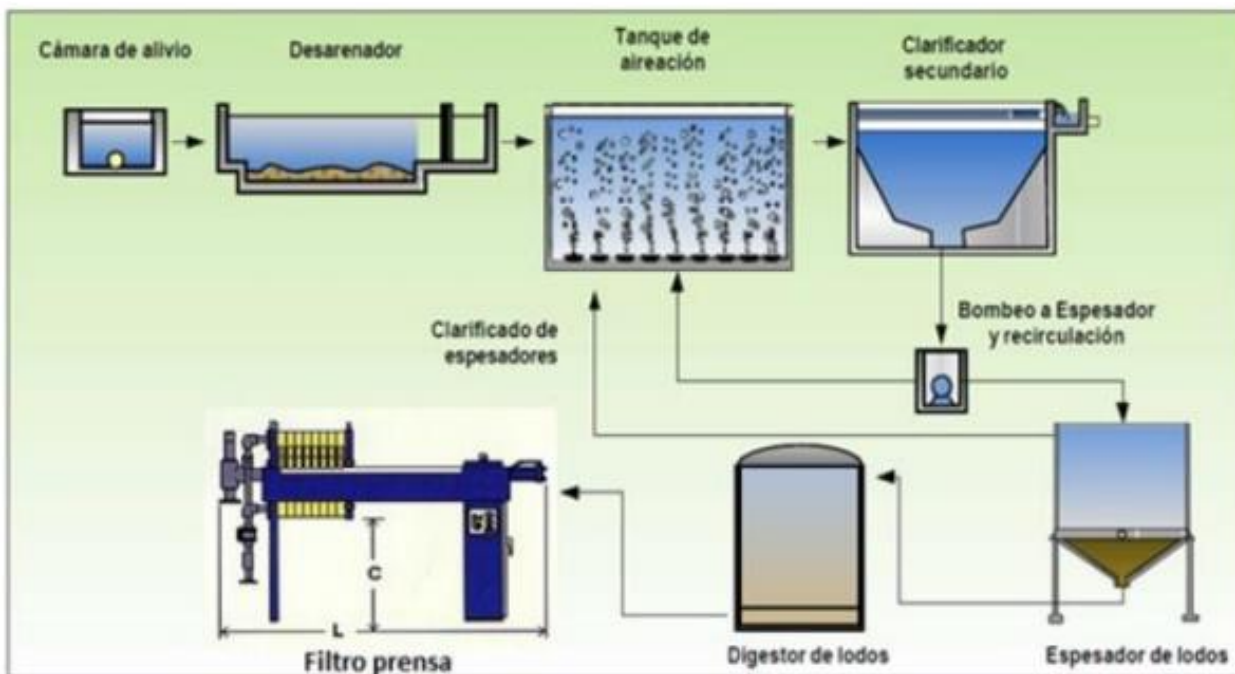
Fuente: Elaboración Propia

PLANTEAMIENTO DE POSIBLES ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Una vez identificados los impactos ambientales en la revisión ambiental inicial, se realiza un listado de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno con su respectiva explicación permitiendo una visualización general del escenario.

- 1. Contaminación de fuentes hídricas superficiales:** Las aguas residuales generadas en la Facultad de Ciencias Ambientales llegan a una de las plantas de tratamiento de agua residuales (PTAR-UTP), que se encuentra ubicada en la zona de deportes de la Universidad Tecnológica de Pereira. “Dicha planta está compuesta por un sistema de pretratamiento para la retención de sólidos gruesos gruesos, un aliviadero, canaleta Parshall para la medición de caudal, reactor aerobio el cual mediante inyecciones intermitentes de aire a través de difusores de burbuja fina garantiza el contacto entre la materia orgánica y las bacterias degradadoras de materia orgánica. Un sistema de recirculación de lodos, el cual consiste en una bomba sumergible y una manguera que transporta los lodos desde el fondo del clarificador hasta el reactor aerobio, con el fin de mantener la concentración adecuada de lodos activados en el reactor; posteriormente, se encuentra el clarificador o sedimentador secundario en el cual se eliminan los sólidos sobrenadantes por medio de un desnatador, una vez clarificada el agua residual tratada es vertida sobre la Quebrada La Dulcera” (GIAS, 2018).

Ilustración 1. Distribución de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira



Fuente: (GIAS, 2018).

De acuerdo con el estudio de caracterización de agua residual en la Universidad Tecnológica de Pereira, realizado por el Grupo de Investigación de Agua y Saneamiento (GIAS), se determinaron los porcentajes de remoción de la carga contaminante permiten el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015, que entró en vigencia a partir del 1 de enero de 2016. “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”. Como referencia fueron tomados los valores máximos permisibles establecidos para la DBO en 50 mg/l por la resolución 631 de 2015.

A pesar de que cumple con los valores máximos permisibles establecidos por la norma, en un sistema de gestión ambiental organizacional se busca una mejora continua, por lo que se deben establecer medidas para

reducir los niveles de carga contaminante dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

- 2. Inadecuada infraestructura para la separación y disposición de residuos sólidos:** De acuerdo al decreto 2981 por el cual se reglamenta la prestación pública de aseo, establece en el capítulo II el almacenamiento y presentación de los residuos sólidos, Los espacios destinados para la separación y disposición de residuos sólidos deben contar con las canecas de reciclaje por color y clasificación según el tipo de residuo, deben estar hechas de un material que soporte el peso de los residuos contenidos y que evite la fuga de residuos o fluidos, debe asegurar condiciones de higiene y de estética con el entorno, deberán adoptarse medidas de señalización y seguridad para evitar accidentes, por último debe estar adecuado de manera que no se mojen los residuos contenidos. La cafetería de la facultad no cuenta con canecas diferenciadas por colores, así como los pasillos de la facultad, esto genera un inadecuado aprovechamiento de los residuos sólidos, por otro lado, las canecas que se encuentran entre la cafetería de ciencias ambientales y la facultad, debe estar debidamente techada, puesto que con la lluvia se pueden mojar los residuos alterando sus propiedades químicas y físicas.
- 3. Presencia de fugas de agua:** Las fugas de agua son un escape continuo de agua, en la Facultad de Ciencias Ambientales se registra una pérdida de 2088 litros/día equivalente al 13,4% de pérdidas técnicas del sistema (Manco, Guerrero & Morales, 2016). De acuerdo a lo establecido en la resolución 0330 de 2017 el porcentaje de pérdidas técnicas del sistema es de 25% por ende en la Facultad de Ciencias Ambientales se encuentra por debajo de este promedio, sin embargo, se plantea una mejora continua para reducir el porcentaje de pérdidas. También es importante mencionar que esta resolución está enfocada para sistemas de abastecimiento no para este tipo de instituciones.

- 4. Falta de micromedidores de agua y energía:** La facultad no cuenta con micromedidores de agua, energía, ni gas, lo que dificulta el estudio detallado sobre el consumo, impidiendo la implementación de propuestas adecuadas para la minimización de impactos ambientales negativos.

- 5. Falta de sensibilización y conciencia ambiental:** Con el fin de establecer de manera descriptiva el nivel de sensibilización y conciencia ambiental en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, se realizó una encuesta de 5 preguntas, en la cual se indagó acerca de la utilización adecuada de los lugares de disposición final de residuos sólidos, la capacitación o suministro de información acerca de la forma adecuada de utilizar los centros de acopio, la suficiencia de los centros de acopio de la facultad, prácticas enfocadas en el uso eficiente de la energía eléctrica como la desconexión de los aparatos electrónicos en salones y oficinas cuando no están en uso, y apagar los interruptores de los salones y oficinas cuando se termina una actividad.

El universo para la encuesta se compone de 1267 individuos que hacen parte de diferentes estamentos de la comunidad universitaria y tienen relación directa con la Facultad de Ciencias Ambientales: 1181 estudiantes, 65 profesores, 14 administrativos y 7 personas de oficios varios.

Teniendo en cuenta lo anterior, y con el objetivo de eliminar cualquier posible sesgo sistemático en los resultados de la encuesta, se realizó un muestreo aleatorio estratificado proporcionado, es decir, las proporciones de cada estrato frente al universo se mantuvieron iguales en la muestra.

El tamaño de muestra se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

En donde,

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población = 1267 individuos

Z = Valor en la tabla de distribución normal (Z), de acuerdo al nivel de confianza de 95% = 1,96

p = valor de la proporción esperada en la encuesta. Como no hay valor esperado de acuerdo con información previa, se toma el valor de 0,5.

e = Margen de error aceptable, en este caso 5% (0,05)

La aplicación de ecuación anterior genera un tamaño de muestra de 295 individuos. En la tabla siguiente se observa la distribución proporcional en cada uno de los estratos que conforman la muestra:

Tabla 5. Distribución proporcional en cada estrato

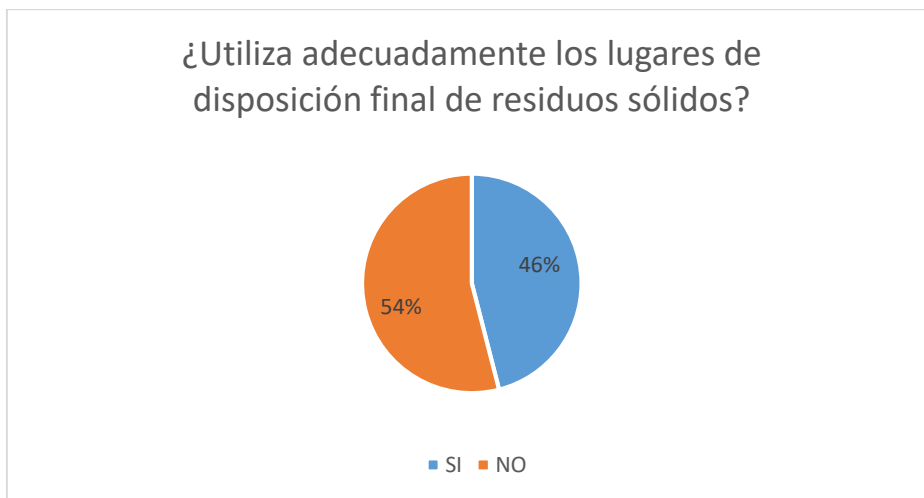
ESTRATO	POBLACION	PORCENTAJE	MUESTRA
Estudiantes	1181	93.2%	275
Profesores	65	5.1%	15
Administrativos	14	1.1%	3
Oficios Varios	7	0.6%	2
Total	1267	100.0%	295

Fuente: Elaboración propia

Los resultados se presentan a continuación:

Pregunta 1:

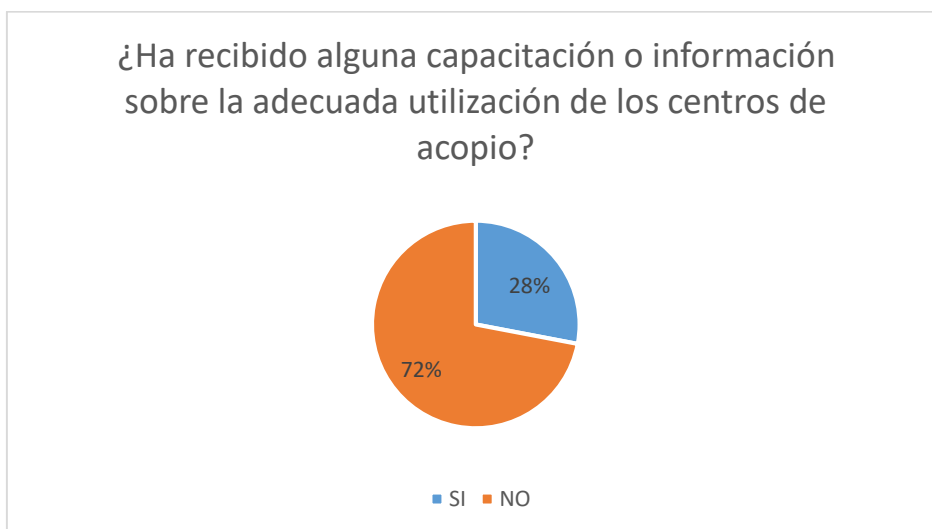
Ilustración 2. Resultado pregunta 1



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 2:

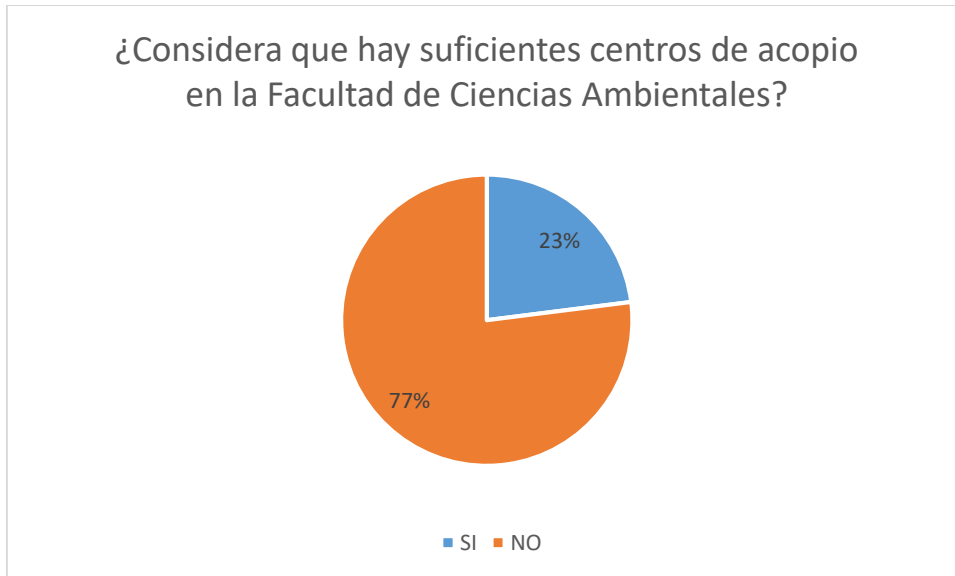
Ilustración 3. Resultado pregunta 2.



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 3:

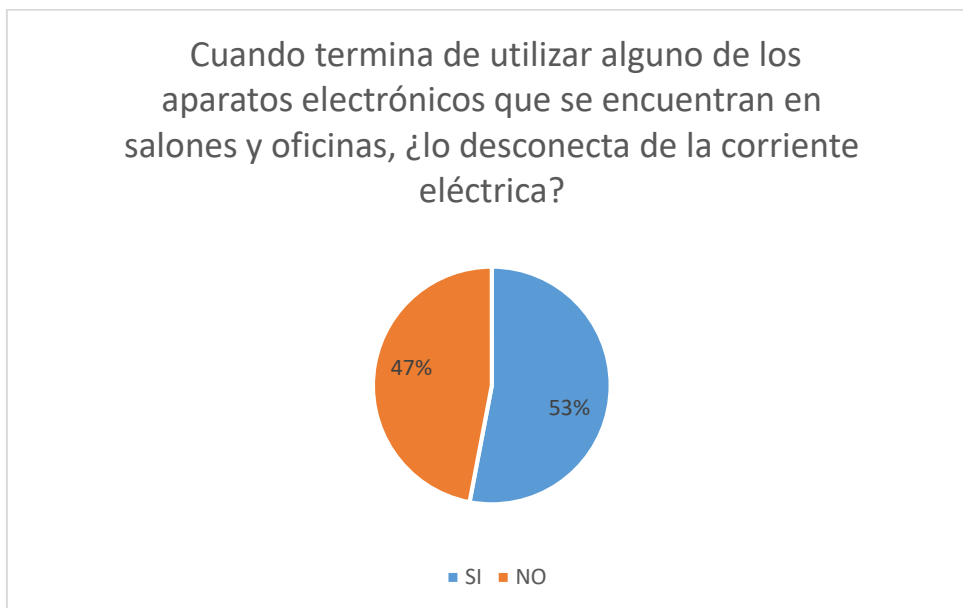
Ilustración 4. Resultados pregunta 3.



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 4:

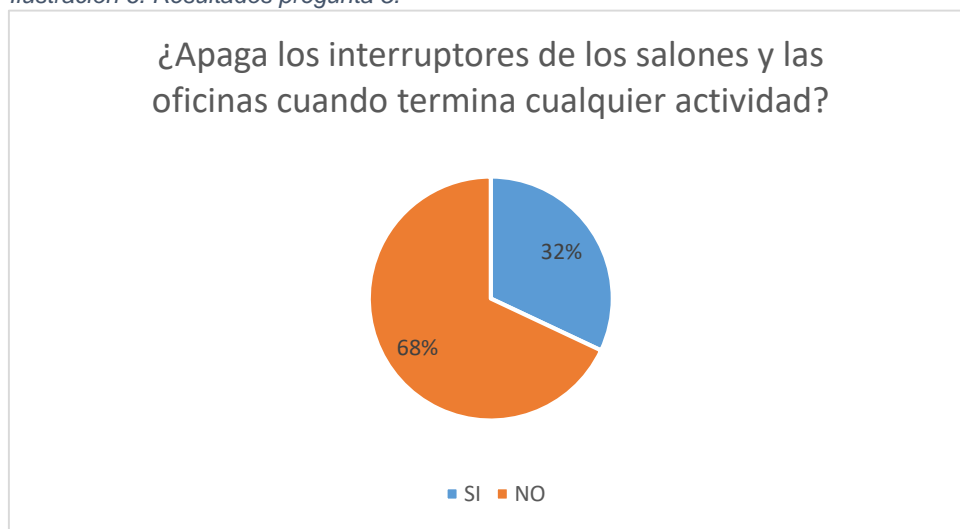
Ilustración 5. Resultados pregunta 4.



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 5:

Ilustración 6. Resultados pregunta 5.



Fuente: Elaboración propia.

6. Carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía: Mediante la observación directa simple se encontraron lámparas ahorradoras, sin embargo, no hay presencia de otro tipo de tecnologías ahorradoras de energía. Por otro lado, se observaron llaves tipo push en los lavamanos como tecnología ahorradora de agua; es evidente la carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Para la fase 2 se implementó el método MICMAC (Matriz Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación) mediante el software Lipsor, con el fin de identificar las variables influyentes y dependientes, así como las variables de evolución del sistema. Este método fue desarrollado en 1971 por Michel Godet, ofrece la posibilidad de escribir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos consecutivos (Prospektiker, 2010).

En primera instancia se anexaron las variables previamente identificadas y se realizó la matriz de influencia directa (MID). En esta matriz se evalúa la importancia de la dependencia o influencia que tienen las variables sobre otras,

es decir, al momento de estudiar la influencia se deben analizar las filas correspondientes a la valoración de la motricidad teniendo en cuenta los valores establecidos por Godet en un rango de 0-3, donde:

- 0: No tiene influencia
- 1: Su influencia es débil
- 2: Su influencia es media
- 3: Su influencia es fuerte

Dichos valores son la base para la aplicación de los cálculos que permiten identificar la influencia en la suma de las filas y la dependencia en la suma de las columnas.

En la siguiente ilustración se presenta el resultado obtenido de la realización de la matriz de influencia directa:

Ilustración 7. Matriz de Influencia Directa (MID)

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	
		Contaminación de fuentes hídricas superficiales	Inadecuada infraestructura para la separación y disposición de residuos sólidos	Presencia de fugas de agua	Falta de micromedidores de agua y energía	Falta de sensibilización y conciencia ambiental	Carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía	
Y1	Contaminación de fuentes hídricas superficiales		0	0	0	0	0	I N F L U E N C I A
Y2	Inadecuada infraestructura para la separación y disposición de residuos sólidos	0		0	0	0	0	
Y3	Presencia de fugas de agua	0	0		0	0	0	
Y4	Falta de micromedidores de agua y energía	0	0	3		0	3	
Y5	Falta de sensibilización y conciencia ambiental	3	2	1	0		3	
Y6	Carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía	0	0	3	0	0		
		3	2	7	0	0	3	
DEPENDENCIA								

Fuente: Elaboración propia .

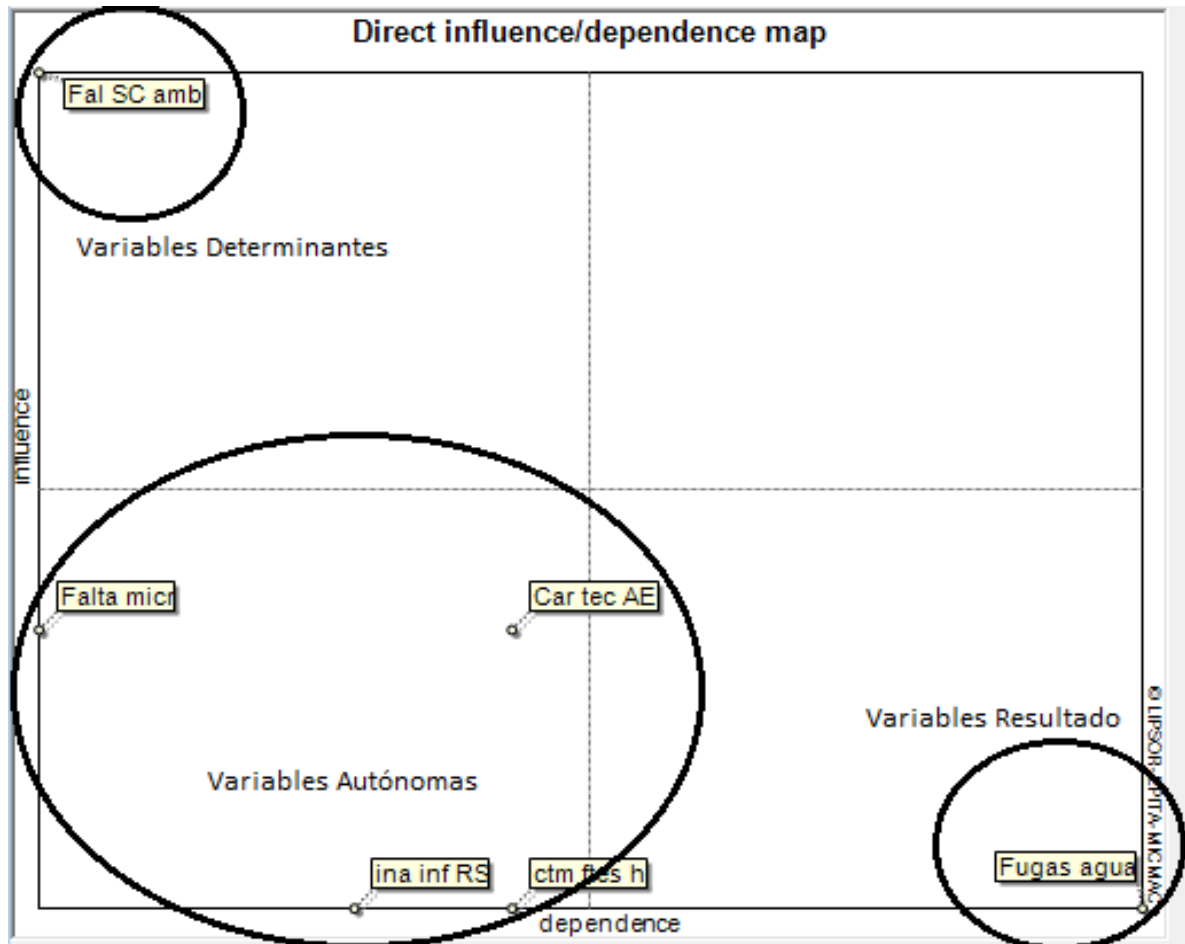
El cuadro anterior demuestra que la variable con mayor influencia es la falta de sensibilización y conciencia ambiental con una puntuación de 9, las variables medianamente influyentes son la falta de micro medidores de agua y energía y la carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía con una puntuación de 3.

Por otro lado, la variable con mayor dependencia es la presencia de fugas de agua con una puntuación de 7, las variables medianamente dependientes son la contaminación de fuentes hídricas superficiales y carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía con una puntuación de 3, por último, se encuentra la variable inadecuada infraestructura para la separación y disposición de residuos sólidos con una puntuación de 2.

Es importante resaltar que la variable determinada como carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía obtuvo una puntuación de 3 tanto en influencia como en dependencia, por lo que es importante tenerla en cuenta en el momento de presentar los lineamientos.

Una vez evaluadas las variables, se realizó el gráfico Plano de Influencia y Dependencia, de acuerdo con la sumatoria de motricidad y dependencia, la combinación de ambos resultados define la tipología de cada variable. En la siguiente ilustración se presentan las variables con el número y el nombre abreviado.

Ilustración 8. Plano de Influencia y Dependencia



Fuente: Elaboración propia

Se agruparon las variables y se clasificaron de acuerdo a los resultados establecidos por Garza J y Cortez D, y se establecieron las posibles soluciones con el fin de minimizar los impactos generados dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

VARIABLES DETERMINANTES: Estas variables según su evolución se convierten en frenos o motores del sistema, por esta razón se apuesta por estas variables para convertirlas en variables propulsoras y determinen las conductas adecuadas del sistema, se encuentran ubicadas en el cuadrante superior izquierdo donde se enfatiza su influencia y poca dependencia, en este grupo se clasificó la variable determinada falta de sensibilización y conciencia ambiental.

VARIABLES RESULTADO: Estas variables suelen ser indicadores descriptivos de la evolución del sistema, son variables que no se pueden abordar de frente, sino a través de otras variables, por esta razón, requieren de un seguimiento y monitoreo que permita verificar la efectividad del sistema en general, se encuentran ubicadas en el cuadrante inferior derecho donde se enfatiza su dependencia y poca influencia, en este grupo se clasificó la variable determinada presencia de fugas de agua.

VARIABLES AUTÓNOMAS: Las variables autónomas no constituyen parte determinante para el futuro del sistema, se encuentran ubicadas en el cuadrante inferior izquierdo donde se observa que son variables medianamente influyentes y dependientes, en este grupo se clasificó las variables determinadas contaminación de fuentes hídricas superficiales, Inadecuada infraestructura para la separación y disposición de residuos sólidos, Falta de micromedidores de agua y energía y Carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía.

LINEAMIENTOS

De acuerdo a la categorización de las variables, se proponen los siguientes lineamientos de gestión ambiental organizacional, con sus respectivos enunciados, objetivos, estrategias, acciones, responsables, normatividad y financiación.

Los lineamientos se plantean siguiendo el orden de priorización de variables realizado anteriormente, de esta manera, se recomienda aplicarlos en el siguiente orden:

Incremento de la consciencia ambiental:

Con el fin de aumentar los niveles de conciencia ambiental de los profesores, administrativos, estudiantes y personal de oficios varios, se establecieron estrategias que permiten aumentar los niveles de conciencia ambiental dentro de la facultad.

- ❖ En primera instancia, se proponen charlas de sensibilización ambiental orientada estudiantes, administrativos y docentes, lo anterior para contribuir al mejoramiento de la gestión ambiental local en los diferentes componentes en el marco de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Se propone la implementación de afiches concientizadores por toda la facultad, teniendo en cuenta el ahorro de energía, ahorro de agua y la disposición final adecuada de los residuos sólidos.
- ❖ Se plantea una feria ambiental, donde los docentes, administrativos, estudiantes y personal de oficios varios participen en las actividades lúdicas que les permitirán conocer más sobre los impactos ambientales y cómo reducirlos.

Tabla 6. Lineamiento 1.

Nombre: CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	
Enunciado: La concientización ambiental es la base fundamental para un avance efectivo en el sistema de gestión ambiental organizacional, al orientar las acciones hacia una mayor sensibilización ambiental, disminuyen los niveles de contaminación dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.	
Objetivo: Aumentar los niveles de sensibilización y conciencia ambiental dentro de la comunidad de la Facultad de Ciencias Ambientales.	
Estrategia: Emplear tácticas de educación ambiental para aumentar los niveles de concientización ambiental	Acciones: ° Educar y concientizar a la comunidad de la Facultad de Ciencias Ambientales, mediante charlas de

Nombre: CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	
dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.	sensibilización ambiental. ° Realizar afiches concientizadores con el fin de pegarlos en diferentes partes de la facultad. ° Promover actividades lúdicas que permitan conocer sobre los impactos ambientales y como reducirlos a través de una feria ambiental.
Meta: Aumento en los niveles de sensibilización y conciencia ambiental dentro de la comunidad de la FCA	
Responsables: ° Semillero de educación ambiental.	
Financiación: ° Facultad de Ciencias Ambientales	
Costo: Afiches x50 \$80.000 (Valor tomado de Papelería Empresarial Grupo SAS) Profesional capacitado \$4.000.000 (Valor tomado de Opción Empleo) Total: \$4.080.000	

Fuente: Elaboración propia

- ❖ El manejo sobre la presencia de fugas de agua debe ser abordado mediante personal especializados en fontanería con el objetivo de realizar un estudio de detección y localización de fugas de agua en la Facultad de Ciencias Ambientales.

Reducción del porcentaje de pérdidas técnicas:

Tabla 7. Lineamiento 2.

Nombre: REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE AGUA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES	
Enunciado: Las pérdidas hídricas aporta al crecimiento de un sistema ambiental organizacional ineficiente, por tal motivo el aprovechamiento responsable del recurso hídrico implica entre muchos puntos una infraestructura eficiente.	
Objetivo: Identificar las pérdidas técnicas del sistema en los puntos de distribución de la Facultad de Ciencias Ambientales con el fin de repararlas.	
Estrategia: Solicitar asistencia especializada en fontanería.	Acciones: <ul style="list-style-type: none">° Realizar un estudio para determinar dónde se encuentran las fugas en el sistema de conducción de agua de la facultad.° Hacer un adecuado mantenimiento a todos los puntos de distribución (grifos) de la facultad.
Meta: Obtención de infraestructura eficiente dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales para el aprovechamiento del recurso hídrico.	
Responsables: <ul style="list-style-type: none">° Mantenimiento Universidad Tecnológica de Pereira.° Decano Facultad de Ciencias Ambientales.	
Financiación: <ul style="list-style-type: none">° Universidad Tecnológica de Pereira.	
Costo: \$5.396.000 (Valor tomado de Homecenter)	

Fuente: Elaboración propia

Restauración de los puntos ecológicos:

Para la mejora en la inadecuada infraestructura para la separación de residuos sólidos, se plantea:

- ❖ Adecuar los puntos de recolección de residuos sólidos siguiendo el decreto 2981 de 2013 por el cual se reglamenta la prestación pública de aseo.

Tabla 8. Lineamiento 3.

Nombre: ADECUACIÓN DE LOS PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
Enunciado: El manejo inadecuado de residuos sólidos es uno de los grandes problemas ambientales y de salud, es importante adquirir el hábito del reciclaje, así como adecuar los centros de acopio para un manejo responsable de los mismos.	
Objetivo: Adecuar los sitios de disposición de residuos sólidos de la Facultad de Ciencias Ambientales.	
Estrategia: Fomentar el hábito de reciclaje dentro mediante campañas y restauración de los centros de acopio.	Acciones: <ul style="list-style-type: none">° Techar el centro de acopio ubicado en el exterior de la Facultad de ciencias ambientales.° Implementar canecas de reciclaje en la cafetería y en cada piso de la Facultad de Ciencias Ambientales.° Hacer campañas de reciclaje dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.
Meta: Mejora en los centros de acopio de la Facultad de Ciencias Ambientales	

Nombre:	ADECUACIÓN DE LOS PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
Responsables:	<ul style="list-style-type: none"> ° UTP Recicla ° Mantenimiento UTP
Financiación:	° Facultad de Ciencias Ambientales
Costo:	Mantenimiento del punto ecológico: \$250.000 (Valor tomado de Homecenter) Punto ecológico: \$419.900 (Valor tomado de Homecenter) Profesional en el área ambiental: \$4.000.000 (Valor tomado de Opción Empleo) Costo total: \$4.669.900

Fuente: Elaboración propia

Micromedición para la Facultad de Ciencias Ambientales:

Para la Falta de micromedidores de agua y energía se propone:

- ❖ Realizar una propuesta de implementación de micromedidores de agua y energía en la Facultad de Ciencias Ambientales a las entidades pertinentes con el fin de seguir un seguimiento del consumo dentro de la facultad.

Tabla 9. Lineamiento 4.

Nombre:	IMPLEMENTACIÓN DE MICROMEDIDORES DE AGUA Y ENERGÍA
Enunciado:	Los micromedidores de agua y energía permiten obtener un detalle preciso sobre el consumo, demostrando si hay un consumo elevado o si hay evidencias de pérdidas dentro del sistema.
Objetivo:	Equipar la Facultad de Ciencias Ambientales con micromedidores de agua y energía.

Nombre: IMPLEMENTACIÓN DE MICROMEDIDORES DE AGUA Y ENERGÍA	
Estrategia: Puntualizar la micromedición en la Facultad de Ciencias Ambientales	Acciones: ° Instalar micromedidores de agua en la Facultad de Ciencias Ambientales
Meta: <i>Cuantificar el consumo de agua y energía de la Facultad de Ciencias Ambientales</i>	
Responsables: ° Mantenimiento UTP	
Financiación: ° Universidad Tecnológica de Pereira	
Costo: \$243.800 (Valor tomado de Homecenter)	

Fuente: Elaboración propia

Implementación de tecnologías ahorradoras de agua y energía:

Finalmente, Las variables determinadas como contaminación de fuentes hídricas superficiales y carencia de tecnologías ahorradoras de agua y energía son agrupadas puesto que se plantean soluciones enmarcadas a las tecnologías ambientalmente apropiadas, de esta manera se propone:

En primera instancia para la variable determinada carencia de tecnologías ahorradoras de energía se propone las siguientes acciones para disminuir el consumo de energía mediante el uso de tecnologías ambientalmente apropiadas.

- ❖ Se propone la implementación de paneles solares con el fin de disminuir el consumo energético convencional y aumentando el uso de energía limpia y renovable.

- ❖ Se plantea realizar un cambio de los electrodomésticos antiguos que sus consumos son elevados, por aparatos tecnológicos nuevos que su consumo energético no sea tan elevado.
- ❖ Las implementaciones de sensores energéticos disminuyen los consumos de energía innecesarios.

En segunda instancia, para la carencia de tecnologías ahorradoras de agua, se plantea:

- ❖ Un sistema economizador de agua para sanitario mediante una bolsa llena de agua dentro de las baterías sanitarias, hecha con material específicos para su durabilidad.
- ❖ Un sistema para reciclaje de agua, es decir, se recoge el agua de los lavamanos, se le realiza un filtrado y un proceso de desinfección con el fin de emplearla en el inodoro.
- ❖ Sistema ahorrador de agua para grifos de lavabos y grifos de cocina.

En tercera instancia, Con el fin de disminuir la contaminación de fuentes hídricas superficiales por los vertimientos generados en la Facultad de Ciencias Ambientales, se plantea la implementación de Celdas de Combustible Microbianas (CCM).

Tabla 10. Lineamiento 5.

Nombre:	IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALMENTE APROPIADAS
Enunciado:	Las tecnologías ambientalmente apropiadas son la aplicación del conocimiento con base científica encaminado a solucionar problemas, a través de tecnologías no contaminantes.
Objetivo:	Disminuir los niveles de contaminación mediante el uso de tecnologías ambientalmente apropiadas.

Nombre: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALMENTE APROPIADAS	
Estrategia: Emplear tecnologías ambientalmente apropiadas, con el fin de minimizar o mitigar los problemas ambientales desencadenados por la falta de tecnologías ahorradoras de agua y energía, así como la contaminación de fuentes hídricas superficiales.	Acciones: <ul style="list-style-type: none"> ° Situar paneles solares en la Facultad de ciencias ambientales. ° Colocar sensores energéticos en salones, salas de profesores y baños de la Facultad de Ciencias Ambientales. ° Adecuar las baterías sanitarias con bolsas de agua como sistema economizador de agua. Acciones: <ul style="list-style-type: none"> ° Poner sistemas ahorradores de agua en grifos de lavabos y grifos de cocina, así como un sistema para reciclaje de agua.
Meta: Reducción de tecnologías convencionales.	
Responsables: ° Facultad de Ciencias Ambientales	
Financiación: ° Facultad de Ciencias Ambientales Costo: Paneles solares x10: \$4.200.000 (Valor tomado de Viva Solar Colombia) Sensores para lámpara: \$1.287.000 (Valor tomado de Homecenter) Botellas de agua: \$1.350 Dispositivos ahorradores para grifos: \$927.000 (Valor tomado de Homecenter) Costo total:\$6.415.350	

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- ❖ Durante la etapa de revisión ambiental inicial que se realizó en la Facultad de Ciencias Ambientales se comprobó la falta de información del personal (estudiantes, profesores y administrativos) respecto a temas relacionados a la gestión ambiental, esto como consecuencia del bajo grado de Gestión Ambiental en el que se encontraba la organización al principio del año.
- ❖ La Facultad de Ciencias Ambientales no cuenta con una dependencia que supervise sus actividades ambientales y aunque existe que en la Universidad el Centro de Gestión Ambiental las labores han sido insuficientes en pro del mejoramiento de los procesos a nivel ambiental.
- ❖ A pesar que el trabajo de investigación se realizó dentro de un contexto con personas que tienen enfoque profesional en el área ambiental, se encontró que a nivel ambiental hay demasiadas carencias en términos de educación y buenas prácticas ambientales.
- ❖ En el estudio de las variables tenidas en cuentas para la identificación de los impactos ambientales más significativos se encontró que la falta de conciencia ambiental es el problema más grave en la Facultad de Ciencias Ambientales.
- ❖ Se diseñaron lineamientos enfocados a la mitigación y reducción de los impactos ambientales generados por todos los procesos y actividades que se llevan a cabo dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- ❖ La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental Organizacional en general o en la Facultad de Ciencias Ambientales implica costos relacionados con el acondicionamiento de las instalaciones de la organización, además de realizar capacitación y entrenamiento a la población estudiantil, docente y

administrativo , entre otros, los cuales deben ser asumidos por la organización si busca un proceso de mejora continua.

RECOMENDACIONES

Una vez concluido el proceso de realización de este trabajo de grado, se considera pertinente lo siguiente:

- Fomentar más la participación en procesos del Centro de Gestión Ambiental que vayan en pro del mejoramiento ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- Repensar y/o reformular la política ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira ya que esta no enfatiza en los procesos a nivel ambiental llevados a cabo dentro de cada una de las facultades que pertenecen al campus.
- Realizar un empalme que permita articular la política ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira con el SGAO de la Facultad de Ciencias Ambientales de la misma.
- Se recomienda crear una política ambiental que se ajuste con los procesos y actividades llevados a cabo dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para determinar el nivel de conciencia ambiental dentro de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Facultad de Ciencias Ambientales	
Encuesta para determinar el nivel de conciencia ambiental en estudiantes, docentes, administrativos y personal de oficios varios	
Marque con una X su ocupación dentro de la FCA:	
<input type="checkbox"/> Estudiante	<input type="checkbox"/> Administrativo
<input type="checkbox"/> Docente	<input type="checkbox"/> Personal de oficios varios
1. ¿Utiliza adecuadamente los lugares de disposición final de residuos sólidos?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2. ¿Ha recibido alguna capacitación o información sobre la adecuada utilización de los centros de acopio?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3. ¿Considera que hay suficientes centros de acopio en la Facultad de Ciencias Ambientales?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
4. Cuando termina de utilizar alguno de los aparatos electrónicos que se encuentran en salones y oficinas, ¿lo desconecta de la corriente eléctrica?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
5. ¿Apaga los interruptores de los salones y las oficinas cuando termina cualquier actividad ?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

- Arango, X. A., Verónica, M. Y., & Pérez, A. C. (2014). *MÉTODO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL: MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS MULTIPLICACIÓN APLICADA A UNA CLASIFICACIÓN (MICMAC)* Xóchitl A. Arango Morales 1 Y Verónica A. Cuevas Pérez 2 Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Baena, G. (2015). Planeación prospectiva estratégica, teorías, metodologías y buenas prácticas en América Latina, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto PPIME No. PE300041.
- Castro y Levi. (1998). Funciones de la universidad. Criterio Digital, No 2228. Recuperado de http://www.revistacriterio.com.ar/bloginst_new/1998/11/04/funciones-de-la-universidad/
- Centro de Gestión Ambiental (2018). Indicadores Universidad Tecnológica de Pereira.
- Daly, H., & Farley, J. (2004). *Ecological Economics Principles and Applications*.
- Escobar, S. (2009). *Realidad de los sistemas de gestión ambiental*. 68–79.
- Facultad de Ciencias Ambientales FCA (2019). Historia de la Facultad de Ciencias Ambientales. Recuperado de: <https://www.utp.edu.co/facultades/ambiental/historia.html>
- Universidad Tecnológica de Pereira UTP (2016). Perfil del administrador ambiental. Recuperado de: <https://ambiental.utp.edu.co/administracion-ambiental/perfil.html>
- GIAS. (2018). *INFORME ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL CÓDIGO C054-18 INFORME ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL CÓDIGO C054-18*.
- HERRERA, L. P. G. (2011). *Formulación sistema de gestión ambiental basado en la norma NTC-ISO 14001:2004 en la empresa Empocabal E.S.P E.I.C.E en el Municipio de Santa Rosa de Cabal, Risaralda*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2015) Sistemas de Gestión Ambiental. Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Directrices. Bogotá. ICONTEC. 55 p. (NTC ISO 14001).
- Manco D, Guerrero J y Morales T. (2016). Estimación de la demanda de agua en

centros educativos; estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. (2015) Resolución 631. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Ministerio de Vivienda y Territorio. (2017). Resolución 0331. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS.

Prospektiker. (2010). Métodos de prospectiva MICMAC. Recuperado de:
<http://es.lapropective.fr/Metodos-de-prospectiva/Los-programas---versi%C3%B3n-en-la-nube/9-Micmac.html>

Unidas, N. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. 62301.

Universidad Autónoma de Occidente. (2017). La universidad fue certificada por su sistema de gestión de calidad. *Agencia noticias UAO*. Recuperado de:
<http://www.uao.edu.co/noticias/la-universidad-fue-certificada-por-su-sistema-de-gestion-de-la-calidad>

Universidad Nacional de Colombia. (2017). Gestión Ambiental de la U.N Sede Palmira, 10 años de liderazgo. *Agencia de noticias UN, Medio ambiente*. Recuperado de:
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/gestion-ambiental-de-la-un-sede-palmira-10-anos-de-liderazgo.html>

Universidad Tecnológica de Pereira (2019). Herramienta Inteligente, Boletín Estadístico. Recuperado de:
http://reportes.utp.edu.co/xmlpserver/publico/Planeacion/Boletin_estadistico/Primiparos/primiparos.xdo?_xpf=&_xpt=0&_xdo=/publico/Planeacion/Boletin_estadistico/Primiparos/primiparos.xdo&_xmode=2&_xt=primiparos_facultad&_xf=analyze&_xana=view

Universitas Indonesia. (2017). UI Green Metric World Universitys Rankigs. Recuperado de: <http://greenmetric.ui.ac.id/#>

Vega L. (2008). Gestión medioambiental sostenible a nivel estatal, un enfoque sistémico para la protección global e integral del medio ambiente