

DISEÑO DE UN SENDERO ECOLÓGICO COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA
FOMENTAR EL CONOCIMIENTO DE BIODIVERSIDAD, COLEGIO JUAN PABLO
SEGUNDO, VILLAVICENCIO.



ANDREY DAVID RIOBUENO RUGELIS
DAVID ALEJANDRO AGUDELO LÓPEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2020

DISEÑO DE UN SENDERO ECOLÓGICO COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA
FOMENTAR EL CONOCIMIENTO DE BIODIVERSIDAD, COLEGIO JUAN PABLO
SEGUNDO, VILLAVICENCIO.

ANDREY DAVID RIOBUENO RUGELIS
DAVID ALEJANDRO AGUDELO LÓPEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Ambiental

Directora
DIANA ESPERANZA GÓMEZ GÓMEZ
Administradora Ambiental

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2020

Autoridades Académicas

P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. EDUARDO GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. RODRIGO GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. JESSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decano Facultad de Ingeniería Ambiental

Nota De Aceptación

JESSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

DIANA ESPERANZA GÓMEZ GÓMEZ

Directora Trabajo de Grado

JORGE ALEXANDRI ROMERO NOVOA

Jurado

JORGE ELIECER PARDO MAYORGA

Jurado

Villavicencio, Febrero de 2020

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
1. Planteamiento del problema	15
1.1. Descripción del Problema	15
1.2. Formulación de la pregunta problema.....	15
2. Objetivos.....	16
2.1. Objetivo General	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
3. Justificación	17
4. Alcance	18
4.1. Localización y características generales	18
5. Antecedentes.....	20
5.1. Senderos	20
5.2. Impactos	20
5.3. Capacidad de carga	21
5.4. Senderos ecológicos como herramientas de cuidado del medio ambiente	23
6. Marco de referencia	24
6.1. Marco Teórico	24
6.2. Marco Conceptual	25
6.2.1. Educación ambiental.....	25
6.2.2. Senderos	26
6.3. Marco Legal	27
7. Metodología.....	29
7.1 Flujo grama metodológico.....	29
7.1. Etapas.....	30
7.1.1. Etapa 1: Reconocimiento de la zona de estudio.	30
7.1.2. Etapa 2: Capacidad de carga.....	31

7.1.1.1 Características físicas del sendero predefinido.....	31
7.1.1.2 Capacidad de Carga Física – CCF.	32
7.1.1.3 Capacidad de carga real.....	33
7.1.1.4 Identificación de impactos ambientales.	36
8. Resultados y análisis de resultados.....	39
8.1. Reconocimiento de la zona de estudio y puntos de interpretación.....	39
8.2. Capacidad de carga	40
8.2.1. Determinación de las características físicas del terreno.	40
8.2.1.3 Grado de compactación del suelo.....	43
9. Diseño del sendero ecologico	46
9.1. Diseño de las estaciones.....	48
9.1.1. Estación 1.	48
9.1.2. Estación 2.	48
9.1.3. Estación 3.	49
9.1.4. Estación 4.	50
9.1.5. Estación 5.	50
9.2. Guiones de interpretación	51
9.3. Mejoras del sendero ecológico Juan Pablo II	61
9.3.1. Mejora N°1.	61
9.3.2. Mejora N°2	61
9.4. Socialización de la propuesta.....	62
9.4.1. Recomendaciones al PRAE del colegio Juan Pablo II.	63
10. Conclusiones.....	64
11. Recomendaciones	65
Bibliografía.....	66
Anexos	72

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Factores de visita para el estudio del diseño del sendero ecológico.....	32
Tabla 2. Cierres temporales del sendero ecológico.	35
Tabla 3. Tipo de suelo del colegio Juan Pablo segundo.....	41
Tabla 4. Grado de dificultad de la pendiente.....	43
Tabla 5. Límites de grado de compactación.	44
Tabla 6. Capacidad de carga del sendero ecológico.....	44
Tabla 7. Guion de interpretación “Información general del sendero ecológico”.	51
Tabla 8. Guion de interpretación "Flora y fauna".	54
Tabla 9. Socialización del proyecto.....	63

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación y distribución de infraestructura física con el trazado actual del sendero, colegio Juan Pablo II, Villavicencio (Anexo 1). por: Agudelo & Riobueno, 2019.	19
Figura 2. Flujo grama metodológico por Agudelo & Riobueno, 2019.	29
Figura 3. Diseño del sendero ecológico por: Agudelo & Riobueno, 2019.	46
Figura 4. Estación 1 “Información general”. por Agudelo & Riobueno, 2019.	48
Figura 5. Estación 2 “Entretenimiento”. por Agudelo & Riobueno, 2019.	49
Figura 6. Estación 3 “Aves”. por: Agudelo & Riobueno, 2019.	50
Figura 7. Estación 4 “Medicinal”. por Agudelo & Riobueno, 2019.	50
Figura 8. Estación 5 “El árbol sagrado, por Agudelo & Riobueno, 2019.	51
Figura 9. Trayecto de rocas de gran tamaño. por Agudelo & Riobueno, 2019.	61
Figura 10. Rocas pulidas. por Agudelo & Riobueno, 2019.	61
Figura 11. Rocas resbalosas. por Agudelo & Riobueno, 2019.	62
Figura 12. Diseño de pasamanos en guadua. por Agudelo & Riobueno, 2019.	62

Lista de gráficas

Gráfica 1. Ancho del sendero ecológico. por: Agudelo & Riobueno, 2019.....	42
Gráfica 2. Frecuencia de pendiente del sendero. por Agudelo & Riobueno, 2019.	42
Gráfica 3. Perfil del sendero ecológico. por Agudelo & Riobueno, 2019.....	43
Gráfica 4. Grado de compactación del suelo. por Agudelo & Riobueno, 2019.	43

Lista de anexos

Anexo 1. Matriz identificación de impactos ambientales.....	72
Anexo 2. Matriz de caracterización del sendero.....	74
Anexo 3. Matriz de importancia del senderismo.	82
Anexo 4. Cartera de nivelación.	84

Resumen

El senderismo es una de las actividades que permite al hombre interactuar con el medio ambiente, lo que permite conocer la riqueza natural que tiene un área, creando así vínculos que relacionan la actividad ecoturística con la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, el senderismo debe estar orientado a metodologías que simplifiquen las alteraciones en el medio ambiente debido a los visitantes. La escuela Juan Pablo II en la ciudad de Villavicencio, se encuentra inmersa en una zona boscosa, lo que la hace atractiva para la recreación y el disfrute de la naturaleza. Características propicias para el diseño de una ruta ecológica, cuya característica fundamental es el disfrute del medio ambiente a partir de los criterios de conservación de los recursos naturales. Por esta razón, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar una ruta ecológica como estrategia pedagógica para promover el conocimiento de la biodiversidad del área. Para esto fue necesario conocer las características físicas (ancho, pendiente, grado de compactación y textura del suelo) del camino e identificar las especies que habitan en el área y dentro de las cuales se encontraron el mono titi, la guacharaca, la bala de cañón, perforaron, entre otros que sirvieron como información de entrada para el diseño de los guiones de interpretación ambiental y las estaciones con sus atracciones correspondientes, también se estimaron y establecieron los criterios técnicos basados en la capacidad de carga para la gestión de la ruta ecológica. La capacidad de carga se estimó a partir del cálculo de la capacidad de carga física y real, donde los factores de visita, como el tiempo y el tiempo, se tuvieron en cuenta para la carga física, además del espacio disponible y la necesidad de espacio que cada persona requiere y para La carga real se desarrolló a partir de las características ambientales y ecológicas de la ruta. Por otro lado, los impactos ambientales se identificaron a través de la matriz de importancia asociada con el senderismo; Finalmente, la propuesta se socializó con los estudiantes a través de un taller para evaluar y conocer el nivel y la importancia del medio ambiente para ellos y se recomendó incorporar los temas de la ruta ecológica en el PRAE.

Palabras claves: Capacidad de Carga, Diseño, Interpretación Ambiental Senderismo.

Abstract

The trekking is one of the activities that allows man to interact with the environment, allowing to know the natural wealth that an area has, thus creating ties that relate ecotourism activity with biodiversity conservation. However, hiking should be oriented to methodologies that simplify alterations in the environment because of visitors. The Juan Pablo II school in the city of Villavicencio, is immersed in a wooded area, which makes it have an attractive environment around it, this allows the development of the design of an ecological path whose fundamental characteristic is the enjoyment of the environmental environment to from the criteria of conservation of natural resources. For this reason the main objective was to design an ecological path as a pedagogical strategy to promote knowledge of biodiversity, which was obtained from knowing the physical characteristics (width, slope, degree of compaction and soil texture) of the path and identify the species which showed the titi monkey, guacharaca, cannonball, bore, among others that served as an input for the design of the environmental interpretation scripts and the stations with their corresponding attractions, in addition the technical criteria were estimated and established based on the load capacity for the management of the ecological path. The load capacity was estimated based on the methodology of Cifuentes (1992) based on the calculation of physical and real load capacity, where the visiting factors such as time and time were taken into account for the physical load, in addition to the space available and the need for space that each person requires and for the actual load was developed from the environmental and ecological characteristics of the trail, on the other hand the environmental impacts were identified through the matrix of importance associated with hiking; Finally, the proposal was socialized with the students through a workshop to evaluate and know the level and importance of the environment for them and it was recommended to incorporate the ecological path themes in the PRAE.

Keyword: Load Capacity, Design, Environmental Interpretation, Hiking.

Introducción

A finales del siglo XX, surgió el concepto de sostenibilidad, que busca alinear el desarrollo socioeconómico con la preservación del medio ambiente. En este contexto, han surgido muchas organizaciones y proyectos que buscan mantener la integridad de la naturaleza. Sin embargo, esto todavía parece superficial para muchos.

Vale la pena señalar que, aunque algunos continúan actuando de manera inconsistente con respecto a la preservación del medio ambiente, el consumo sostenible ha ido ganando terreno en el escenario mundial; hoy en día discursos, campañas, protestas y movimientos sociales en pro del cuidado de la naturaleza y de la sostenibilidad ambiental se han vuelto comunes, incluso en los escenarios mundiales más importantes, lo que muestra que es posible conciliar el grado actual del uso de recursos naturales con la estabilidad natural de la tierra.

Sin embargo, existen esfuerzos en pro del medio ambiente que se pueden realizar incluso cuando estos no se promueven desde ámbitos políticos importantes, y que incluyen el sector educativo como un camino hacia la concientización social acerca de la importancia del medio ambiente y el estímulo por su conocimiento, apropiación y cuidado; esto debe ser parte fundamental de la responsabilidad social como modelo educacional. En este sentido, el presente trabajo es un esfuerzo que visiona un sendero ecológico como estrategia pedagógica para fomentar el conocimiento de la biodiversidad del entorno boscoso del Colegio Juan Pablo Segundo de Villavicencio.

Esta investigación toma lugar en medio del auge de los esfuerzos por concientizar a los diferentes ámbitos sociales acerca de la importancia del cuidado del medio ambiente y se sirve de las visitas a zonas boscosas para su realización. Dichas visitas aún cuando pueden diferir en los nombres como ecoturismo, senderismo o turismo ecológico, generalmente llevan de manera intrínseca y estratégica, la intención de generar una reflexión en los visitantes acerca de la belleza del medio ambiente, la necesidad de conservarlo y la importancia de valorar las comunidades locales. Pero no se debe dejar de lado que el senderismo no solo es útil como una estrategia de reflexión medioambiental sino que es ampliamente reconocido como un segmento de desarrollo sostenible del turismo (Brandful Cobbinah, Amenuvor, Negro, & Peprah, 2017). Son precisamente

estas actividades ecológicas las que conllevan a la necesidad de crear rutas seguras para las caminatas de los turistas y que permitan la observación, el contacto y el conocimiento del área por parte de los visitantes y a las que se les denominan senderismo. (Nasarre, 2012)

El colegio Juan Pablo II de la ciudad de Villavicencio cuenta con una amplia zona boscosa compuesta por una gran variedad de especies de fauna y flora entre las que se pueden encontrar algunos primates, aves, mariposas y plantas, entre otras riquezas naturales que ofrecen la oportunidad para diseñar un sendero ecológico con miras a concientizar a los visitantes acerca de la importancia de cuidar los recursos naturales del lugar y concientizar a los estudiantes, a partir de talleres pedagógicos y medioambientales, acerca del conocimiento, apropiación y cuidado del entorno natural que los rodea.

Para el desarrollo de este proyecto y con el fin de garantizar su efectividad, se realizó una caracterización del lugar que proporcionó información acerca de su riqueza natural y el estado actual del suelo para conocer su capacidad de carga a partir del conocimiento de las características físicas del suelo: su ancho, su textura, grado de compactación y levantamiento topográfico entre otros. Finalmente, a partir de la información recolectada y basado en las teorías académicas sobre educación ambiental, crisis ambiental, senderismo como estrategia para favorecer el medio ambiente, potencial educativo de los senderos ecológicos entre otros, se elaboró un diseño de sendero ecológico adecuado a las condiciones del lugar.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del Problema

El colegio Juan Pablo II en la ciudad de Villavicencio, cuenta con un sendero predefinido el cual incluye un área natural con gran variedad de biodiversidad a su alrededor. Dicho sendero actualmente es utilizado para actividades deportivas no direccionadas desde el punto de vista ambiental, es decir, que carece de una persona que vigile y coordine el comportamiento y las actividades de los estudiantes en base a lineamientos del cuidado ambiental; carencia que ha generado una alteración en los ciclos biológicos propios del ecosistema debido a la falta de cuidado y de apropiación de los estudiantes.

Por otra parte, esta zona representa un riesgo para los estudiantes debido a que no cuenta con medidas de seguridad y tampoco se han definido criterios técnicos para el establecimiento del sendero, además el colegio no contempla estudios referentes a senderos ecológicos en el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE).

Por lo cual se plantea como estrategia de gestión ambiental, el diseño de un sendero ecológico que sirva como herramienta estratégica que genere reflexión, sensibilización y conocimiento acerca de la importancia y fragilidad medioambiental a fin de propiciar actitudes y prácticas que ayuden a conservar la biodiversidad del entorno.

1.2. Formulación de la pregunta problema

Diversos autores han establecido que el diseño de senderos ecológicos es dependiente de las características mismas del sendero, tales como longitud, ancho, presencia de atractivos, pendiente, estructura del suelo, así como de los impactos potenciales que pueda generar la actividad sobre la fauna y flora. De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta problema de investigación:

¿De qué manera varían las características físicas (ancho, pendiente, grado de compactación del suelo, textura del suelo, impacto sobre flora y fauna) a lo largo de un sendero predefinido en el colegio Juan Pablo II de la ciudad de Villavicencio durante un periodo de 5 meses?

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar un sendero ecológico por medio de estimativos de la capacidad de carga, como estrategia pedagógica para fomentar el conocimiento de biodiversidad, en el colegio Juan Pablo Segundo de la ciudad de Villavicencio.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los atractivos del sendero y elaborar guiones de interpretación ambiental.
- Estimar la capacidad de carga del sendero por medio de una adaptación de la metodología de Cifuentes (1992), con participación de los estudiantes.
- Socializar la propuesta y hacer recomendaciones para la incorporación del senderismo en los PRAE.

3. Justificación

El diseño del sendero ecológico alrededor del colegio Juan Pablo II de la ciudad de Villavicencio-Meta, facilita el desarrollo de actividades de investigación y educación ambiental, con el fin de hacer uso adecuado del área natural y minimizar el impacto a la biodiversidad generado por la práctica de deportes no supervisada ni direccionada y la acumulación de residuos sólidos que son arrojados indiscriminadamente por habitantes del sector. Para esto es necesario estimar y establecer criterios técnicos basados en la capacidad de carga para el manejo del sendero ecológico, que ayudará en la gestión y conservación del medio ambiente para fomentar su cuidado.

Los criterios para la conservación de la biodiversidad son necesarios ya que se busca la protección de las diferentes especies que habitan la zona que es un asunto de vital importancia cuando se le observa en un contexto global en el que tanto la flora como la fauna, debido a actividades humanas descuidadas o con objetivos lucrativos, se han visto severamente perjudicadas. En este sentido, este proyecto es un intento amigable con el medio ambiente y de concientización con los estudiantes de la institución educativa, por promover valores ambientales que resulten en el cuidado permanente del entorno natural que rodea al Colegio Juan Pablo II.

El sendero ecológico aportará al conocimiento de la biodiversidad del entorno como también a su cuidado y conservación a través de guiones de interpretación ambiental con información de los individuos más representativos. También permitirá ordenar y regular la actividad ecoturística, evitando la erosión y compactación del suelo.

Finalmente, el proyecto busca ser una herramienta pedagógica que beneficie al medio ambiente y la biodiversidad de la que goza el entorno que rodea la Institución Educativa Juan Pablo II. Herramienta que incorpore la temática de sendero ecológico en el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) con el fin de desarrollar conocimiento y reflexión sobre la importancia del cuidar el medio ambiente.

4. Alcance

Este proyecto tiene como propósito el diseño de un Sendero Ecológico como herramienta estratégica y de gestión ambiental para despertar el interés sobre el conocimiento, la apropiación y la conservación de la biodiversidad de las zonas naturales que rodean al Colegio Juan Pablo Segundo de Villavicencio

Para ello, en primera medida, se identificarán los principales atractivos del entorno justificados por guiones de interpretación ambientales. En relación a la parte técnica del proyecto se calculó la calidad en relación a su capacidad de carga, para finalmente socializar los resultados con los estudiantes del colegio Juan Pablo Segundo; dicha socialización versara sobre tres ejes, a saber: Conocimiento de la biodiversidad del entorno natural circundante, a apropiación de dicha biodiversidad y finalmente su conservación.

4.1. Localización y características generales

El colegio Juan Pablo II, se encuentra en jurisdicción del municipio de Villavicencio (Meta), por su parte está ubicado dentro de la comuna uno, en la dirección Calle 47 entre carreras 56 y 59 del barrio Galán que hace parte del casco urbano de la ciudad de Villavicencio y está localizado a los 4° 9'31.18" Norte, 73°39'30.11" Oeste.

El colegio, cuenta con dos entradas, una por la carrera 59, allí ingresan docentes y administrativos mientras que por la carrera 56 es la entrada de los estudiantes, cruzando por un puente que conecta el barrio con el colegio. El predio está inmerso en una zona boscosa (Figura 1) lo cual lo convierte en una zona de interés para el diseño de un sendero ecológico.

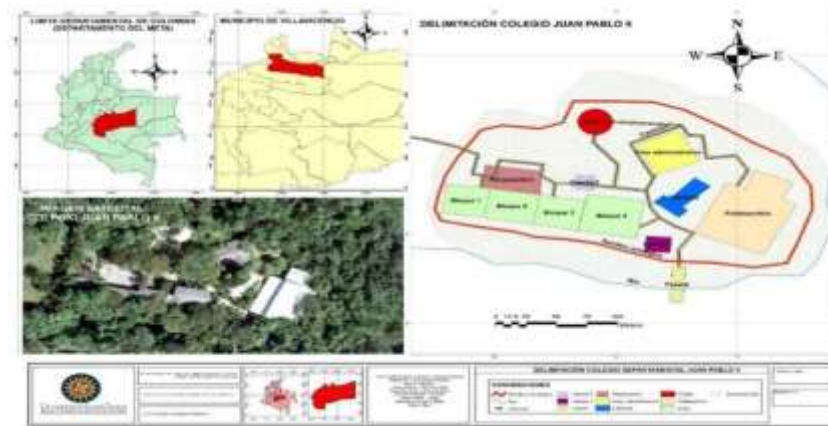


Figura 1. Ubicación y distribución de infraestructura física con el trazado actual del sendero, colegio Juan Pablo II, Villavicencio (Anexo 1). por: Agudelo & Riobueno, 2019.

Las características climáticas de la zona de estudio son de tipo monomodal, es decir, las épocas de lluvia se presentan entre los meses de abril a octubre lo que impedirá que los investigadores realicen barridos de caracterización en estas épocas, limitando los estudios de campo entre los meses de noviembre a marzo que son la época de sequía. (Ramírez, 2017).

5. Antecedentes

5.1. Senderos

Guillaumon et al. (1977) definen los senderos como "caminos trazados en un sitio natural que proporcionan explicaciones sobre el medio ambiente (flora, fauna y fenómenos naturales)".

La función principal de los senderos siempre ha sido satisfacer la necesidad de viajar. Sin embargo, emergen como un nuevo medio de contacto entre el hombre y la naturaleza, pero este contacto causa impacto físico y visual, sonido y olor.

Los senderos ofrecen a los visitantes la oportunidad de disfrutar de la zona de forma tranquila y familiarizarse con el entorno natural. Los senderos bien contruidos y mantenidos adecuadamente protegen el medio ambiente del impacto del uso y también garantizan a los visitantes una mayor comodidad, seguridad y satisfacción (Andrade, 2003).

5.2. Impactos

Las áreas naturales, especialmente las áreas protegidas, sus paisajes, fauna y flora, así como las características culturales existentes, son una atracción importante para las personas de sus países de origen y los turistas de todo el mundo. Por esta razón, las organizaciones ambientales reconocen la enorme importancia del turismo y son conscientes del daño que el turismo mal administrado o no administrado puede causar al patrimonio natural y cultural del planeta (Lindberg y Hawkins, 2001). Hay muchos impactos ambientales y, según Ruschmann (1997),

Los impactos turísticos se refieren al rango de modificaciones o secuencia de eventos causados por el proceso de desarrollo turístico en las localidades receptoras. Las variables que causan los impactos tienen diferente naturaleza, intensidad, direcciones y magnitudes; sin embargo, los resultados interactúan y generalmente son irreversibles.

El impacto teórico del ecoturismo se puede conocer a través de dos elementos relevantes: los costos potenciales, que son la degradación ambiental, los beneficios potenciales, que generan ingresos para las áreas protegidas, crean empleos para las personas que viven cerca de ellos y promueven la educación ambiental y la conciencia de la conservación (Boo, 2001).

Una forma de mantener la relación humano-naturaleza es que los humanos admitan el daño que causan al medio ambiente, incluso cuando estén bien intencionados, y mantengan un monitoreo constante de las condiciones ambientales en los EPA. Solo de esta manera la actividad turística puede contribuir a generar una serie de inversiones en el medio ambiente, lo que dará como resultado la conservación del medio ambiente y el mantenimiento y posible aumento de nuevas corrientes turísticas en las áreas en las que se aplica una política de sostenibilidad, con la mejora de paisaje y la conservación de los recursos naturales (Dias y Aguiar, 2002).

Las visitas provocan cambios en el entorno natural. Se deben tomar medidas de control para protegerlo y garantizar la calidad de la visita (Mitraud, 2003) y del mismo modo evitar los impactos ambientales causados por el turismo. Del mismo modo la planificación del sitio debe diseñarse para lograr un desarrollo sostenible para el patrimonio natural y todos los productos involucrados, como sus atracciones y equipos turísticos. , 2001).

5.3. Capacidad de carga

Inicialmente, los estudios de capacidad de carga y su aplicación se realizaron en Ecuador, como parte de una revisión del plan de manejo del parque nacional de Galápagos (Cifuentes M. , 1992).

Sin embargo, otros métodos de capacidad de carga se fueron adaptando, como por ejemplo el método para definir la capacidad de carga turística en las Unidades de Conservación (UC) en 1997 en el que se adaptó la capacidad de carga animal, con el propósito de establecer un número óptimo de visitantes que un área natural podría soportar al tiempo que proporciona una experiencia de calidad al visitante (Takahashi, 1997)

El estudio de capacidad de carga y el procedimiento metodológico para su aplicación fue finalmente ajustado a un método en 1992 por el mismo Cifuentes, quien define la metodología para determinar capacidad de carga en Áreas Protegidas (Cifuentes M. , 1992).

Hacia el 2004, se redactó en México la guía para el diseño y operación de senderos interpretativos, como respuesta a la necesidad de generar conciencia sobre el valor de la conservación del patrimonio cultural y biodiversidad de las diferentes regiones que reciben visitantes. Así, desarrollan la metodología para las fases de diseño, construcción, capacidad de

carga, interpretación y finalmente la operación de los senderos (Secretaría de Turismo SECTOR, 2004).

Para el 2004, en Chile, se redactó el manual de Senderos y uso Público, como parte del programa para la conservación de Tierras Privadas de la Décima Región donde se relacionan las áreas naturales con el acceso de visitantes para que conozcan y disfruten de los valores ecológicos del lugar sin afectar negativamente su objetivo mayor, que es la conservación. Esto incluye en forma especial la recreación y el ecoturismo, pero también muchas otras actividades como los deportes en la naturaleza, la educación e interpretación ambiental, la investigación científica o la fotografía de naturaleza, por mencionar algunas (Alberto Tacón, 2004).

En el año 2013, se realizó un trabajo de tesis referente a senderos ciclísticos ecológicos y su incidencia en el turismo del sector pilishurco, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua en Ecuador, con el propósito de incentivar el turismo mediante senderos ecológicos lo cual trae beneficios en sitios que poseen características de potencial turístico, por su parte permitió la conservación y protección de fauna y flora. (Bonilla Mayorga, 2013)

En Colombia se han realizado un conjunto de investigaciones para establecer senderos ecológicos como estrategias pedagógicas y educativas, en su mayoría, en trabajos para tesis de grado. Entre estos trabajos se encuentra “El Sendero Ecológico, Una Alternativa Didáctica Para Conservar Los Recursos Naturales”, Realizada en el 2017 por Mayde Barajas Monsalve y Eladio Antonio Parra Montealegre, en donde plasman estrategias didácticas que contribuyan el aprovechamiento del sendero ecológico para la conservación de los recursos naturales en las áreas de ciencias naturales y ciencias económicas de la Institución Educativa Antonia Santos de Cazarito Vichada. (Monsalve, 2017)

Para el 2010, en Santander Colombia, se llevó a cabo la selección y diseño de un sendero ecológico interpretativo Guiado para la reserva Natural Ecoturístico El Juaguito, esto como parte de un proceso de recuperación ecológico, debido a actividades antrópicas que se realizaban. Para esto se aplicó una metodología en donde se identificaron tres senderos en la reserva los cuales fueron caracterizados y evaluados a partir de diferentes variables como biofísicas y socioeconómicas con el fin de determinar el potencial ecoturístico (Murillo Marin, 2010).

En Cartago, Valle se ha desarrollado el establecimiento de criterios que promuevan un equilibrio entre el cumplimiento de metas y objetivos de restauración, protección y manejo sostenible especialmente en el Parque Ecológico el Samán, además el trabajo planteó metodologías de capacidad de carga ajustada por Cifuentes en áreas de manejo especial en centro América (Ruíz Acevedo, 2012).

Para el año 2018, en Bogotá D.C - Colombia, se llevó a cabo el diseño de un sendero ecológico como estrategia pedagógica para el reconocimiento y conservación del patrimonio natural de la zona rural de Usme.

5.4. Senderos ecológicos como herramientas de cuidado del medio ambiente

Según Araújo y Farias (2010), los senderos ecológicos brindan la experiencia práctica del conocimiento teórico, con miras a facilitar los procesos de aprendizaje, racionalizar las prácticas y estimular a los estudiantes, maestros y participantes, hacia una forma personalizada de aprendizaje, proporcionando contemplación y apreciación de los atractivos naturales del lugar. (Farias, 2010)

6. Marco de referencia

6.1. Marco Teórico

De acuerdo con Garcia, Flores, & Valdez (2015) la educación ambiental es hoy una de las propuestas a la emergente crisis ambiental y tiene como herramienta educacional la interpretación ambiental y esta a su vez reconoce que el senderismo es una de las actividades más eficientes para provocar cambios en las actitudes de la sociedad debido a que por medio de la observación e interpretación se puede examinar las características físicas y ecológicas del medio ambiente (Garcia, Flores, & Valdez, 2016).

Sin embargo, según Mitraud (2003), a lo largo de los años, ha habido un cambio en los valores en relación con los senderos. Hoy en día, los senderos naturales ofrecen a los excursionistas (visitantes) la oportunidad de disfrutar el área de manera armoniosa y familiarizarse con el entorno natural. Los senderos bien contruidos y mantenidos adecuadamente protegen el medio ambiente del impacto del uso y también garantizan a los ciclistas más comodidad, seguridad y satisfacción. Esta atención desempeñará un papel importante en la impresión del visitante del área y la institución que la administra. (Galarza Lucero & López Villa , 2015) En este contexto el senderismo se ha convertido en una alternativa de estudio de los recursos naturales, mediante el desplazamiento por el medio natural, con el fin de contribuir al conocimiento y la conservación de la fauna y flora (Barajas Monsalve & Parra Montealgre, 2017).

Dentro del trabajo de los senderos ecológicos, según Vasconcellos (1998), el desarrollo de la Interpretación Ambiental (IA) está vinculado a la historia y las visitas en los parques de América del Norte, donde los llamados "naturalistas" acompañaron a grupos de personas por senderos, describiendo los aspectos naturales del medio ambiente, haciendo que las personas se interesen en temas ambientales (Vasconcellos, 1998),

Para Oliveira y Nishida (2011), la IA se desarrolló sin sistematización durante décadas, sus bases conceptuales y filosóficas solo fueron establecidas en 1957 por Freeman Tilden, quien define la interpretación ambiental como "una actividad educativa, cuyo objetivo es revelar significados e interacciones". -relaciones a través del uso de objetos originales, contacto directo con el recurso y

medios ilustrativos, en lugar de simplemente comunicar información literal”. (Tilden, 1957 apud Oliveira Y Nishida, 2011, p. 169).

Costa (2014) destaca que el contacto directo con los contenidos ecológicos presentes en los senderos y el análisis personal de los elementos de la naturaleza despiertan la curiosidad y el interés del alumno por aprender, ya que participa activamente en actividades a favor del medio ambiente. En este contexto, es posible notar que los senderos ecológicos tienen un gran potencial motivador y atractivo para la enseñanza científica para los estudiantes, porque representan un ambiente y un contenido diferente al que se imparten en el aula.

Entre el potencial educativo de los senderos ecológicos, la (re) lectura del entorno en el que se insertan juega un papel considerable debido a que la experiencia se enmarca en un contexto pedagógico, es decir, hace parte del currículo institucional. En este sentido, Vasconcellos (1998) señala que los senderos son interpretativos cuando sus recursos se traducen para el visitante a través de guías especializadas (intérpretes), folletos y paneles interpretativos o incluso a través de grabaciones. Independientemente del método utilizado, los visitantes siempre buscan desarrollar un nuevo campo de percepciones. Al ser diseñado como un recurso pedagógico, debe planificarse de acuerdo con los objetivos del programa interpretativo, las características intrínsecas y los valores que ofrece el lugar.

6.2. Marco Conceptual

6.2.1. Educación ambiental

De acuerdo con Días (2004) La Educación Ambiental (EA), es un instrumento que puede generar cambios en las actitudes y que tiene como objetivo preparar al individuo y a la sociedad para llevar a cabo acciones de desarrollo sostenible, en respuesta a los desafíos del mundo globalizado (Días, 2004). Según Kennedy (1993) es necesario reeducar a la sociedad, preparándola para los cambios que ocurrirán. (Kennedy, 1993)

Serpe & Rosso (2010) indican que para trabajar la Educación Ambiental se pueden utilizar espacios naturales que generen posibilidades educativas, enfatizando los problemas ambientales

con los visitantes. Estos espacios pueden ser cuadrados, jardines, Unidades de Conservación (UC) y otros (Serpe & Rosso, 2010).

6.2.2. Senderos

Para Stranz, et al. (2008), los senderos son instrumentos pedagógicos que tienen como característica la receptividad, despertando el interés de niños y adolescentes, lo que permite la aproximación a la realidad de los contenidos de diversas áreas (Stranz, 2008)

En muchos casos, los senderos eran senderos en áreas naturales utilizados por la población local para moverse de un punto a otro en una localidad en particular. En turismo y educación ambiental, estos caminos agregan otras funciones en lugar de simplemente servir como enlaces. (Brandful Cobbinah, Amenuvor, Negro, & Peprah, 2017)

Por lo tanto, una ruta para cumplir con un programa de interpretación y educación ambiental necesita una planificación adecuada que debe seguir una metodología, que considerará los siguientes criterios: ruta, tiempo de viaje, distancia, objetivos y posibilidades de interpretación (Stranz, 2008)

El sendero ecológico constituye una herramienta estratégica para desarrollar clases innovadoras desde la perspectiva de aula sin paredes. Los senderos son, “pequeños caminos que permiten recorrer con mayor facilidad y seguridad un área determinada. Este puede ser transitable a pie, silla de ruedas, moto, bicicleta, entre otros; son una de las mejores maneras de disfrutar de un área protegida a un ritmo que permita una relación íntima con el entorno” (Morales, 2008).

El senderismo, es la forma ideal de desplazarse por el espacio natural; además, integra la necesidad y el placer de caminar con la particularidad de ir observando y estudiando los recursos naturales, la exuberancia y variedad de plantas, animales, patrimonio arqueológico, entre otros (Monsalve, 2017).

6.3. Marco Legal

El ser humano siempre ha necesitado de la naturaleza para sobrevivir y le ha dado diferentes usos según las necesidades y costumbres de cada cultura. Actualmente se han desarrollado presiones muy fuertes como la sobrepoblación, apropiación poco equilibrada de los recursos, contaminación, depredación lo cual hace que la relación hombre-naturaleza tienda a ser cada día más conflictiva. Por tal motivo es necesario regular y controlar el uso de los recursos teniendo en cuenta leyes (Ministerio de comercio, Industria y turismo; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia, 2003).

En Colombia la Constitución Política de 1991, además de garantizar el derecho que todas las personas tienen a gozar de un ambiente sano (artículo 79), involucra el concepto de desarrollo sostenible como una obligación del Estado de “planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales” y prevenir los factores que ocasionen riesgos a su conservación o conduzcan a su deterioro (art. 80) (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

En contexto con los recursos naturales la Ley 99 de 1993 establece en el artículo 1, núm. 2: “La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible” y en el artículo 3 dice: “Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades” (El Congreso de Colombia, 1993).

Por tal motivo el senderismo es una actividad asociada al ecoturismo con el fin de proteger y conservar los recursos naturales, aunque en la actualidad no hay un documento oficial por parte del estado Colombiano para estas actividades, existe la ley 300 de 1996 que reconoce al turismo, como actividad prioritaria para el desarrollo económico del país y estableció los objetivos de política hacia su competitividad y sostenibilidad, dada la potencialidad que este sector tiene para el país, a su vez identificó modalidades de turismo relacionadas con el aprovechamiento del patrimonio cultural (Congreso de Colombia, 1996).

La “Política turística para una sociedad que construye la paz”, formulada en el año 2000 Puntualiza que “los microclusters turísticos y ecoturísticos identificados en zonas de conflicto” incluyen: parques naturales públicos y privados, los Llanos Orientales, la Orinoquia, la Amazonia y la zona arqueológica de San Agustín y Tierra dentro, son prioritarias para el desarrollo del ecoturismo (Cortesía del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (fusión de los Ministerios de Desarrollo Económico y Comercio Exterior), 2000).

7. Metodología

Este proyecto se realizó en el colegio Juan Pablo II de la ciudad de Villavicencio- Meta, entre los periodos febrero a junio de 2019 con una disminución de las actividades de campo durante los meses de marzo y abril debido a las lluvias en el sector. El lugar fue seleccionado por el entorno que circunda la institución educativa y que, como se indicó anteriormente, debe ser considerado una Unidad de Reserva debido a su biodiversidad y al hecho de que la misma sea constantemente amenazada tanto por estudiantes del Colegio Juan Pablo II como por otros ciudadanos que practican algún deporte dentro del terreno, los habitantes que arrojan basuras, entre otros aprovechándose de la falta de vigilancia y control por parte de las autoridades competentes.

El proyecto se realizado estructurado de la siguiente manera

7.1 Flujo grama metodológico

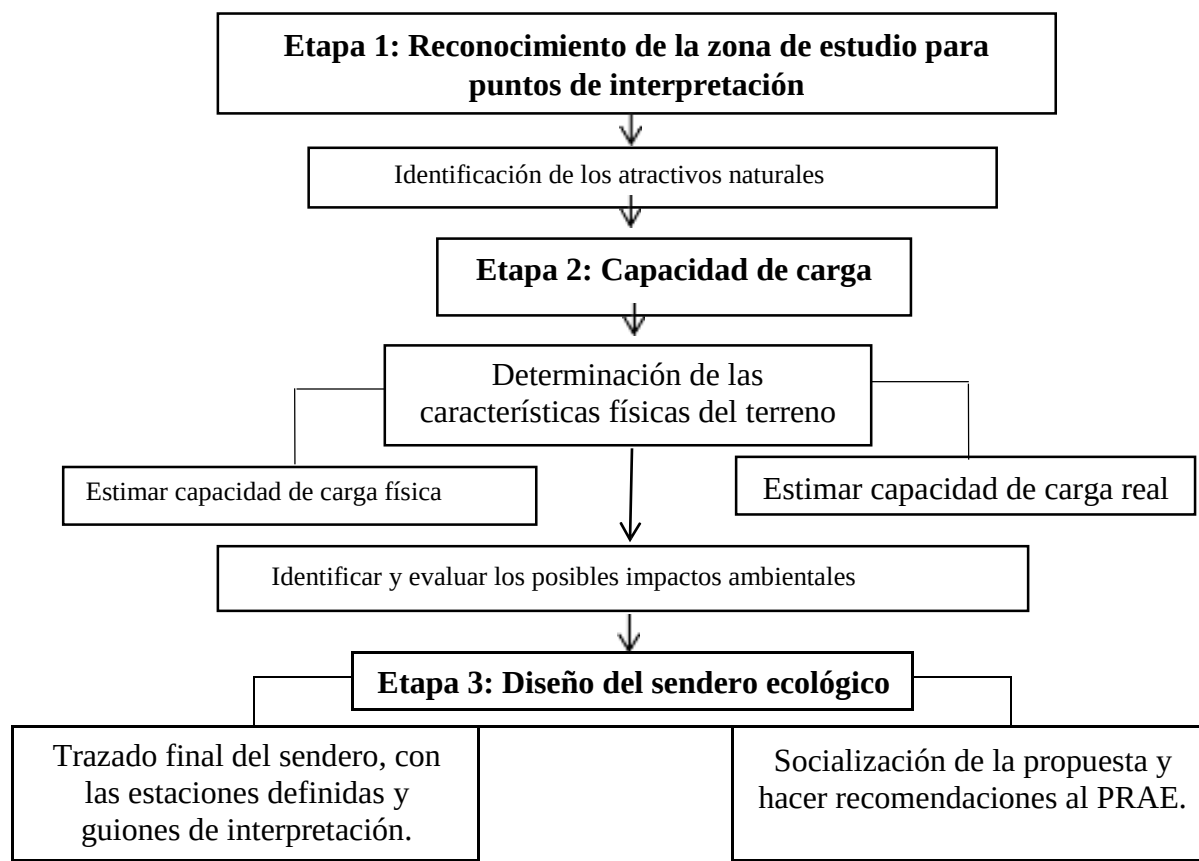


Figura 2. Flujo grama metodológico por Agudelo & Riobueno, 2019.

El flujograma metodológico recoge las fases o etapas a tener en cuenta para lograr los objetivos trazados en el trabajo.

7.1. Etapas

7.1.1. Etapa 1: Reconocimiento de la zona de estudio.

La identificación de la zona de estudio se realizó con la participación de la rectora de la Institución, Dra. Sandra Inés Bernal Roldán como autoridad encargada de vigilar la participación de los estudiantes cuya totalidad fue de 20 estudiantes de entre los 13 y los 17 años y quienes fueron seleccionados de varios cursos del plantel educativo por la autoridad ya mencionada. La selección de grupo de estudiantes de acuerdo a la Dra Inés Bernal se basó tanto en la manifestación voluntaria por parte de los estudiantes que participaron en el presente trabajo, como en su comportamiento y su calidad académica.

Para definir los sectores más determinantes del recorrido se tuvo en cuenta la guía del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) que delimita estas a actividades con fines de desarrollo turístico bajos los siguientes principios

- Fomentar la divulgación sobre los ecosistemas subrepresentados dentro del Sistema a través de estrategias de promoción y difusión, entre otras.
- Incorporar dentro del plan de manejo la planificación del ecoturismo y desarrollar armónicamente las herramientas de ordenamiento: zonificación de capacidad de carga, monitoreo de impactos, interpretación ambiental, reglamentación de actividades, buenas prácticas, códigos de conducta, entre otros.
- El desarrollo del ecoturismo en un área protegida depende de su vocación eco turística y de que el área considere desarrollarla (Gobierno de Colombia, 2014)

El reconocimiento preliminar del sector permitió observar que existen zanjas en algunos sectores del sendero y que otros sectores conllevan a espacios que no son de fácil acceso lo que implicaba esforzarse para poder avanzar o incluso desviarse para evitar riesgos a caídas lo que fortalecía la necesidad de rediseñar el mismo.

7.1.2. Etapa 2: Capacidad de carga.

El cálculo de la capacidad de carga permite determinar el número máximo de visitas que puede recibir un área (Tudela Serrano & Giménez Alarte, Capacidad de carga turística en cuatro senderos de Caravaca de la Cruz, 2009), para obtener este cálculo se halló la longitud total del sendero ecológico y las coordenadas a partir del GPS (Garmin 64s), así mismo fue necesario tener medidas como el ancho del sendero (cada 10 metros), pendiente, textura y grado de compactación del suelo a lo largo del recorrido.

7.1.1.1 Características físicas del sendero predefinido.

7.1.1.1.1 Longitud total

De manera preliminar y previa a definir las características físicas del terreno se realizó la medición del sendero haciendo uso de decámetro y de las medidas satelitales arrojadas por el gps, coincidiendo en una longitud total de 570,23 m

7.1.1.1.2 Ancho del terreno.

El sendero tiene variaciones de ancho a lo largo del recorrido lo que dificultó distinguir un patrón en la medida del ancho del mismo por lo que se procedió a determinar la capacidad de carga del sendero.

7.1.1.1.3 Textura del suelo.

La textura del suelo se determinó a partir de la prueba de la botella, que consistió en tomar 5 centímetros de muestra de suelo en cuatro puntos del recorrido, colocándolos en una botella de plástico y adicionando agua para luego agitar y esperar una hora aproximadamente. Transcurrido el tiempo, se observó el fondo del recipiente y se identificó los tipos de suelos existentes (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura , 2017).

7.1.1.1.4 Compactación del suelo.

Se determinó a partir del instrumento denominado penetrómetro la fuerza ejercida en el equipo sobre el terreno para penetrar el suelo y así identificar la compactación a diferentes profundidades (Bruzal, 2016)

7.1.1.1.5 Levantamiento topográfico.

Para la pendiente fue necesario hacer un levantamiento topográfico con una estación total, que permitió identificar cuáles eran las pendientes más altas, medias y bajas (Tabla 4), estas variaron en los diferentes tramos del recorrido y se clasificaron de la siguiente manera:

- Clasificación 1: Baja pendiente (menor a 10%), corresponde al 49% que son 319,39 m del recorrido.
- Clasificación 2: Media pendiente (10% - 20%), corresponde al 33% que son 179,92 m del recorrido.
- Clasificación 3: Alta pendiente (20%), corresponde al 18% que son 70,92 m del recorrido.

7.1.1.2 Capacidad de Carga Física – CCF.

Para calcular la capacidad de carga física del sendero predefinido se tuvo en la metodología elaborada por Cifuentes (1992) quien para ese caso considera el factor de visita diario como elementos importantes para lograr identificar esta capacidad de carga. El trabajo de campo permitió identificar que el número de grupos que pueden visitar el sendero en el tiempo que este abierto al público que son 6 horas diarias, cuatro horas en la mañana y dos horas en la tarde los días: lunes, miércoles y viernes. Los días: martes y jueves está abierto 2 horas en la mañana y 4 en la tarde. En la (Tabla 1) se especifican otros factores de visita que se tuvieron en cuenta para el estudio.

Tabla 1. Factores de visita para el estudio del diseño del sendero ecológico.

Factores de Visita	
Horario de visita (horas/día)	6
Tiempo de visita (horas)	1
Superficie disponible (m)	570,33
Factores sociales	
Numero estimado de personas/grupo	8
Espacio por persona (m²)	1
Distancia mínima entre grupos (m)	20

Nota: Factores de visita para el estudio del diseño del sendero ecológico. por Agudelo & Riobueno, 2019

Con los datos obtenidos en campo y la información de la (Tabla 1) se halló la capacidad de carga física del sendero ecológico de la siguiente manera:

$$CCF = \frac{\text{longitud del sendero}}{\text{espacio por persona}} \times \frac{\text{No.Horas abierto al público}}{\text{Tiempo de recorrido}}.$$

Teniendo en cuenta los datos anteriores se hace la siguiente operación:

$$CCF = \frac{570,23 \text{ m}}{1 \text{ m}} \times \frac{10 \frac{\text{visitas}}{\text{día}}}{\text{visitantes}} = 5702,2 \text{ visitas por día}$$

La capacidad de carga física es de 5702,2 visitas por día, esto muestra el máximo de visitas diarias que puede tener el sendero en un solo día.

7.1.1.3 Capacidad de carga real.

Para calcular la capacidad de carga real fue necesario tener en cuenta ciertos factores de corrección según la metodología de Cifuentes (1992) que considera los siguientes factores: factor social, factor de accesibilidad, factor de compactación, factor de precipitación, factor de erodabilidad, para lograr determinar la carga real.

El valor de los factores de corrección se obtuvo con la siguiente formula:

$$FC = 1 - \frac{\text{ml (magnitud limitante de la variable)}}{\text{mt (magnitud total de la variable)}}$$

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Real CCR se aplica la siguiente fórmula:

$$CCR = CCF \times FC_{\text{soc}} \times FC_{\text{a}} \times FC_{\text{an}} \times FC_{\text{c}} \times FC_{\text{ct}} \times FC_{\text{p}}$$

7.1.1.3.1 Factor Social.

Para el factor social se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

El total de estudiantes del Colegio Juan Pablo II en sus dos jornadas es de 1136 estudiantes, este dato fue obtenido de las listas (Proporcionadas por el colegio), el promedio de estudiantes por salón es de 39 estudiantes, por lo tanto, se dividió el curso en 5 grupos de 8 personas por salón.

Por otra parte, fue necesario calcular (NG) Numero de grupos que pueden transitar el sendero a la vez.

$$NG = \frac{\text{Longitud del sendero}}{\text{Distancia requerida por grupo}}$$

Para calcular el número de personas que podían estar simultáneamente en el sendero se calculó la expresión $P = NG \times No$.

Entonces:

$$P = 20,36 \times 8 = 163$$

Esto quiere decir que las personas que pueden estar a la vez en el sendero 163.

Para calcular el factor de corrección social, se identificó que la magnitud limitante fue aquella porción del sendero que no puede ser ocupada, dado que hay que tener una distancia mínima entre grupos, teniendo en cuenta que cada persona ocupa 1 m del sendero la magnitud limitante es igual a:

$$ml = 570,23 \text{ m} - 163 \text{ m} = 407,23 \text{ m}$$

Entonces

$$FCs = 1 - \frac{407,23 \text{ Metros por grupos}}{570,23 \text{ metros de sendero}} = 0,28\%$$

7.1.1.3.2 Factor Accesibilidad.

En este factor de corrección la magnitud limitante es aquella porción del sendero expresada en metros que es de difícil acceso, este dato se obtuvo de la sumatoria de los metros del recorrido donde el acceso fue complejo según la pendiente.

$$FCs = 1 - \frac{70,92 \text{ m}}{570,23 \text{ metros de sendero}} = 0,87\%$$

7.1.1.3.3 Factor Anegamiento.

Dadas las condiciones del terreno se tiene en cuenta el factor anegamiento debido a que cerca se encuentran dos fuentes hídricas.

$$FCs = 1 - \frac{15 \text{ m}}{570,23 \text{ metros de sendero}} = 0,02\%$$

7.1.1.3.4 Factor Compactación del suelo.

El penetrológ suministro los 40 puntos cada 10 metros de la compactación del suelo y se logró determinar que 18 de ellos presentaron compactación media según la (Tabla 5), el total de metros que presentan este límite es de 180 metros.

$$FCan = 1 - \frac{180 \text{ m}}{570,23 \text{ metros de sendero}} = 0,68\%$$

7.1.1.3.5 Factor Cierres temporales

La jornada de estudio en el colegio Juan Pablo II es entre semana, por lo tanto, los días sábado y domingo el sendero no recibirá visitas al igual que en los periodos de vacaciones que suman un total de 180 días (Tabla 2). Se calculó este factor de corrección de la siguiente manera:

Tabla 2. Cierres temporales del sendero ecológico.

CIERRES TEMPORALES	
Periodos	Nº días
Vacaciones Enero	31
Vacaciones Diciembre	31
Vacaciones Mitad de Año	15
Semana de Receso	7
Fines de Semana	96
Valor Total	180

Nota: Cierres temporales del sendero ecológico. por Agudelo & Riobueno, 2019.

Dónde:

ml: N° de días del año en los cuales el sendero está cerrado

mt: N° de días que tiene un año

$$FCct = 1 - \frac{180 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,50$$

7.1.1.3.6 Factor Precipitación.

Según los datos obtenidos del IDEAM sobre precipitación en la ciudad de Villavicencio entre los años (1981 – 2010) de la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Vanguardia, que es la más cercana a la zona de estudio, se logró determinar que los meses en los cuales se presenta mayores lluvias a lo largo del año son en los meses de Abril (520,2 mm), Mayo (673,8) y Junio (542,6).

$$FCp = 1 - \frac{91 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,75\%$$

7.1.1.4 Identificación de impactos ambientales.

Las actividades de los estudiantes relacionados con el senderismo, se determinaron a partir de la matriz de identificación de impactos (ver anexo 1), en donde se tuvieron en cuenta acciones como caminar, recolectar, hablar, comer/beber, descansar, necesidades fisiológicas y puntos estratégicos como estaciones interpretativas y señalización de riesgos, con respecto a cómo altera los factores del medio (abiótico, biótico y perceptual), para esto fue necesario realizar la matriz de caracterización e importancia.

La matriz de caracterización (ver anexo 2) se desarrolló a partir de la valoración correspondiente a siete símbolos (Carácter (C), intensidad (I), extensión (E), momento (M), persistencia (P), reversibilidad y medidas correctoras); además se añade la matriz de importancia de la cual se obtiene la cifra de grado de impacto de los seis primeros símbolos (Serrano & Gimenez Alarte, 2009).

1. **Carácter:** Beneficioso (+) o perjudicial (-)

2. Intensidad: Grado de incidencia de la acción., 1 Baja: destrucción mínima del factor considerado, 2 Media, 4 Alta, 8 Muy alta, 16 Total.

3. Extensión: Área de influencia del impacto, 1 Puntual: El efecto es muy localizado., 2 Parcial, 4 Extenso, 8 Total: El efecto se manifiesta de forma generalizada en el entorno., 8 Ubicación crítica, **Momento:** Plazo de manifestación del impacto, 1 Largo plazo: Cuando el efecto tarda en manifestarse más de 3 años, 2 Medio plazo: Entre 1-3 años., 4 Inmediato: El tiempo transcurrido es nulo, +1, +4 Crítico, **Persistencia:** Tiempo de permanencia del impacto, 1 Fugaz: El efecto dura menos de 1 año, 2 Temporal: Entre 1 – 3 años, 4 Pertinaz: Entre 4 -10 años

4. Reversibilidad: Posibilidad de reconstrucción del factor, 1 Corto plazo, 2 Medio plazo, 4 Largo plazo, 8 Irreversible: Imposibilidad o gran dificultad de retornar a la situación anterior al efecto creado por medios naturales, 20 Irrecuperable: Alteración de un factor del medio imposible de reparar tanto por acción natural como humana.

5. Medidas correctoras: Posibilidad y momento de introducir acciones o medidas correctoras para remediar los impactos. N (Sin posibilidad), P (en fase de proyecto), O (en fase de obra) y F (en fase de funcionamiento).

6. Importancia del impacto: Se representa por un número que se obtiene aplicando siguiente ecuación = + o – (3I+2E+M+P+R).

Después de realizada la matriz de caracterización, se realizó la matriz de importancia (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), donde se presenta un único valor, que mide cuantitativamente la relevancia del impacto y el efecto de cada acción sobre el factor impactado.

Clasificación de los impactos: Impacto bajo: <20, Impacto medio bajo: 20-40, Impacto medio alto: 40-60, Impacto alto: 60-80, Impacto muy alto: >80

Esta clasificación permitió identificar los impactos ambientales de mayor relevancia dentro de las acciones de los estudiantes que fueron caminar, recolectar, hablar y comer.

7.2.3 Etapa 3: Diseño del sendero ecológico.

En esta etapa se aplicaron los resultados obtenidos de las características físicas del sendero ecológico y la capacidad de carga, posteriormente se utilizó la información para realizar el trazado

final del sendero (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**); además, de la localización de las mejoras que se requieren a saber: escalones para facilitar acceso a la pendiente, la elaboración de un pasamos para facilitar el paso a un fragmento resbaloso del terreno y la tercera la ampliación de un terreno que se encuentra obstaculizado (ver figura 2). Las anteriores mejoras se realizaron para que el recorrido sea seguro y de fácil accesibilidad. La selección de las estaciones del sendero se seleccionó a partir de visualización en horas específicas de la fauna (por ejemplo, hay horas específicas durante el día en el que se pueden ver los monos) y de los paisajes más destacados del sector. En este sentido se definen cinco estaciones, en donde se contempla información específica de las especies más representativas, por su parte se diseñaron los guiones de interpretación ambiental que son de suministro para la persona encargada de guiar a los estudiantes, en donde se contempla la descripción de la biodiversidad presente en el colegio Juan Pablo segundo.

La socialización de este proyecto dio inicio con un taller a los estudiantes en donde se pretendió conocer que tanto sabían de las temáticas de sendero ecológico y medio ambiente, posteriormente se realizó la sustentación en cada aula con el fin de dar a conocer el proyecto para fortalecer el conocimiento acerca de las especies que habitan a sus alrededores y la importancia de un sendero ecológico como estrategia para generar un lazo de respeto hacia el medio ambiente.

8. Resultados y análisis de resultados

8.1. Reconocimiento de la zona de estudio y puntos de interpretación

El sendero ecológico tiene una longitud de 570.23 metros y el ancho de este es variable dependiendo de las características del terreno a lo largo del recorrido; además está inmerso en una zona boscosa que hace parte del límite del área de la reserva forestal protectora de buena vista y alledaño pasa una fuente hídrica a la cual llaman caño seco.

Se dio inicio de partida en la estación número 1 denominando “Información general” en la que se da una bienvenida y un resumen explicativo acerca de la importancia y riqueza de la biodiversidad de la zona y una breve explicación de lo que los visitantes van a encontrar durante el recorrido además de algunas recomendaciones.

Se determinó la estación número 2 a la cual se le denominó “entrenamiento” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), debido a que en horas de 8 a 10 a.m. se evidenciaba la especie de mono *Saguinus oedipus* o titi que salían en busca de alimento, por otra parte, en la jornada de la tarde la especie guacharaca (*Ortalis guttata*) se observó en la parte baja de una de las ramas de los árboles cerca a la estación de entretenimiento debido a su dieta de alimentación que se basa principalmente de fruta y el gavilán pollero (*Buteo magnirostris*) fue visto varias veces en la parte alta de los árboles.

En el transcurso del recorrido antes de llegar a la estación número 3 “aves”, se evidencio un punto de alto riesgo y compleja accesibilidad para los estudiantes, debido a que se presenta una pendiente rocosa, para ello se propone una mejora que consiste en tallar aquellas rocas que no tienen una forma definida y que permita al estudiante afianzarse y bajar con seguridad. Posteriormente se definió la siguiente estación como aves, mediante una visita continua se logró determinar la zona permite el avistamiento de diferentes especies de aves debido a que allí se presentaban los árboles de mayor altura, a lo cual son de preferencia para especies como aguililla enana (*Gampsonyx swainsonii*) barranquero coronado, mirla ventriblanca y fueguero oscuro ya que ponen sus nidos a una altura considerable evitando cualquier peligro, más adelante se logra

observar que el camino es un poco más angosto y resbaloso, debido a que para seguir el recorrido es necesario trepar una roca para ello se plantea la segunda mejora que consiste en diseñar un pasamanos con guadua (*Guadua angustifolia*) ya que estos no generan un impacto sobre la biodiversidad y el costo sería mínimo.

La estación número 4 se determinó a partir de las especies más representativas de esa zona, por consiguiente, fue llamada estación “medicinal” debido a que allí se desarrollan dos tipos de plantas la bore (*Colocasia esculenta*) que contribuye a reducir células mamarias (Tovar & Maritz, 2015) y la caña agria (*Costus spiralis*) que es utilizada para problemas de diabetes (Araújo & Oliveira, 2007).

Finalmente, la última estación fue nombrada “árbol sagrado” debido a que es un árbol de gran altura y es considerado sagrado para los indígenas de la amazonia puesto que trae consigo unos totumos que están adheridos a él y que contiene flores (Sanchez, 2017), por otra parte cuarenta y tres metros más adelante se propone la tercer mejora que consiste en la ampliación del sendero, puesto que el recorrido se vuelve de difícil acceso en este sector debido a un cambio en la pendiente y es pertinente hacer un levantamiento de los diferentes residuos de material vegetal que obstaculizan la vía.

8.2. Capacidad de carga

8.2.1. Determinación de las características físicas del terreno.

Los datos obtenidos de cada una de las características físicas del terreno fueron cuantificados y manejados de la siguiente manera; los resultados del ancho del sendero permitieron demostrar que era muy variable su medida a lo largo del recorrido, por lo cual, el promedio de 57 puntos tomados cada 10 metros fue de 3.3 metros, por otra parte, la pendiente se clasificó en baja, media y alta, de lo cual el 49% que equivale 319,39 metros del recorrido es de pendiente baja, el 33% que son 179,92 metros es de pendiente media y alta es del 18% que corresponde a 70.92 metros y el terreno tuvo 15 metros de anegamiento.

La textura del suelo se determinó a partir de cuatro muestras debido a que las características del tipo de suelo no variaban constantemente. La primera muestra se tomó en la entrada del sendero ecológico siendo de tipo franco arenoso (FA) (Imagen 1), en lo cual no se observaron partículas

finas de limo y arcilla. Respecto al color son grises y oscuras que otro tipo de suelo (Ciancaglini, s.f) .

En la segunda muestra se logró determinar que el suelo es de tipo franco limoso (FL) (Imagen 2), se caracteriza por tener 20% de arena, 60% de limo y 20% de arcilla, además este se pulveriza en una textura suave (Casanova, 2005).

La tercera muestra se identificó como tipo de suelo areno-franco (AF) (magen 3), ya que es muy arenoso y se observan granos de arena y su superficie es rugosa y cuando se mezcla con agua se desmenuza fácilmente (Cock, Álvarez, & Estrada, 2010) y finalmente se determinó la última muestra como franco arcilloso (Imagen 4).

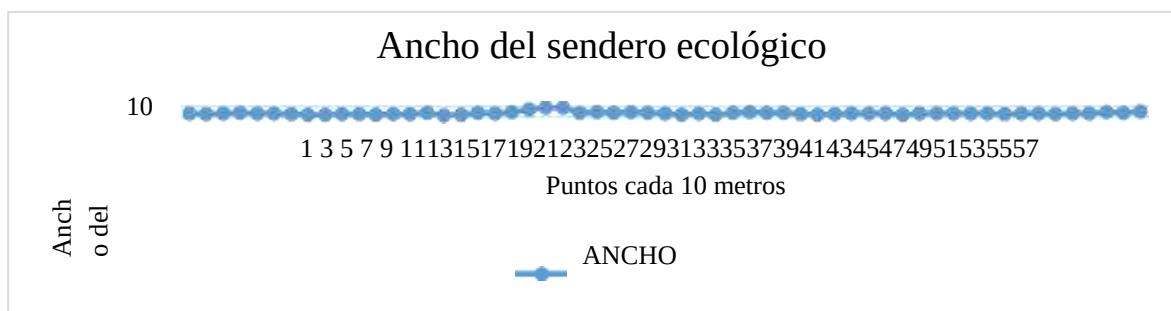
Tabla 3. Tipo de suelo del colegio Juan Pablo segundo

Imagen 1. Suelo franco arenoso (FA).	Imagen 2. Suelo franco limoso (FL).
magen 3. Suelo areno-franco (AF).	Imagen 4. Suelo franco arcilloso

Nota: Tipo de suelo del colegio Juan Pablo segundo. por Agudelo & Riobueno, 2019.

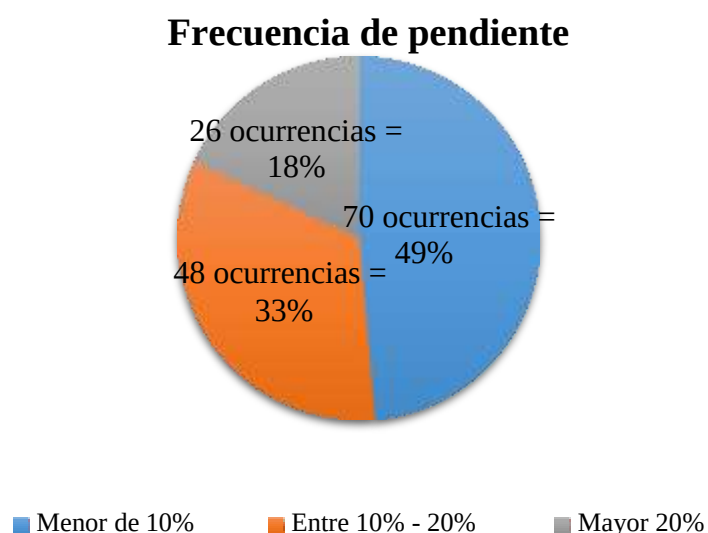
8.2.1.1 Ancho del sendero.

En la (Gráfica 1), se muestra el registro de la medición del ancho del sendero y las variaciones que se presentan debido a las condiciones del terreno, en donde se observa que la menor amplitud es de 0,6 metros en el punto 16 y la máxima amplitud de 8 metros en los puntos 22 y 23 del sendero ecológico.



Gráfica 1. Ancho del sendero ecológico. por: Agudelo & Riobueno, 2019.

8.2.1.2 Pendiente del sendero.



Gráfica 2. Frecuencia de pendiente del sendero. por Agudelo & Riobueno, 2019.

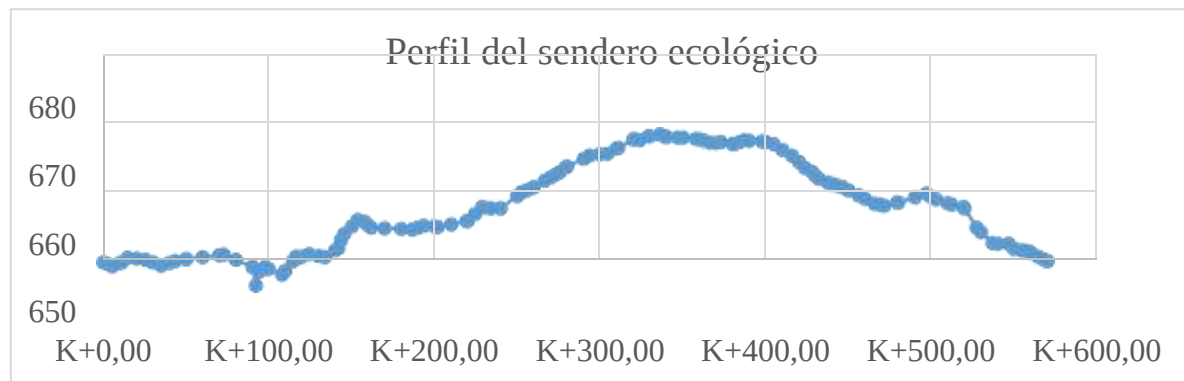
La pendiente del sendero ecológico tiene una variación a lo largo del recorrido, aunque el 49% del trayecto es de baja dificultad, ya que el nivel de pendiente es menor al 10%, por otro lado, del 10-20% hay una pendiente media que corresponde al 33% del transcurso, finalmente el 18% del sendero presenta un grado de dificultad alto debido a que es mayor al 20% de pendiente, por tal motivo en la (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), se establece la mejora (1) del punto crítico.

La clasificación de la (Tabla 4), permitió determinar el grado de dificultad en porcentaje de las pendientes teniendo en cuenta la longitud total del sendero ecológico.

Tabla 4. Grado de dificultad de la pendiente.

Grado de dificultad	Pendiente (%)	Longitud del sendero (m)
Bajo	Menor de 10	319,39
Medio	Entre 10 - 20	179,92
Alto	Mayor de 20	70,92

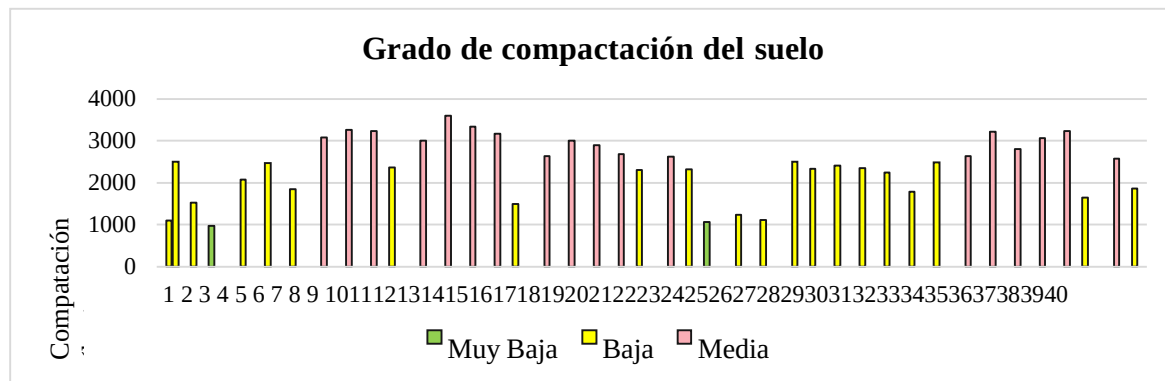
Nota: Grado de dificultad de la pendiente. Recuperado de (Tudela Serrano & Giménez Alarte, Capacidad de carga turística en cuatro senderos de caravaca de la cruz (Murcia), 2008).



Gráfica 3. Perfil del sendero ecológico. por Agudelo & Riobueno, 2019.

En la (Gráfica 3), se evidencia los cambios de pendiente a lo largo del sendero ecológico.

8.2.1.3 Grado de compactación del suelo.



Gráfica 4. Grado de compactación del suelo. por Agudelo & Riobueno, 2019.

En la (Gráfica 4), se observa la variación de la compactación del suelo de los cuarenta puntos tomados durante el recorrido. Los límites del grado de compactación que suministra el programa

penetrolog (Falker, s.f) como lo muestra la (Tabla 5), dieron como resultado que 18 puntos tienen compactación media, lo cual supera los 2500 kPa, esto se debe a que los estudiantes frecuentan estas zonas para actividades académicas y deportivas, por el contrario el grado de compactación bajo se dio en 20 puntos, entre el rango de (1100-2500kPa) debido a que son zonas poco frecuentadas al igual que la compactación muy baja ya que son menores a 1100 kPa.

Tabla 5. Límites de grado de compactación.

Límites	Valor (kPa)	Color
Muy baja	1100	
Baja	2500	
Media	5000	
Alta	10000	
Muy alta	15000	

Nota: Límites de grado de compactación. por: Agudelo & Riobueno, 2019.

8.2.1.4 Capacidad de carga.

Tabla 6. Capacidad de carga del sendero ecológico.

CAPACIDAD DE CARGA	SENDERO ECOLOGICO JUAN PABLO II
Capacidad de carga Física (CCF)	5702,2 visitas por día
Factores de Corrección	
FC_{soc}	0,28%
FC_a	0,87%
FC_{an}	0,97%
FC_c	0,68 %
FC_{ct}	0,50%
FC_p	0,75%
Capacidad de carga real (CCR)	139,15 visitas por día

Nota: Capacidad de carga del sendero ecológico. por Agudelo & Riobueno, 2019.

En la (Tabla 6), se presenta la capacidad de carga física con 5702 visitantes por día sin tener en cuenta las características físicas del sendero, aunque el recorrido cuenta con una longitud 570.23 metros el número de visitas por día es muy alto, por esta razón es necesario determinar la capacidad

de carga real, en la cual se contemplaron factores de corrección con base a las características físicas propias del terreno con el fin de reducir el número de visitas por día para no generar una sobrecarga en el suelo.

El factor de corrección social es el más relevante a la hora de obtener la capacidad de carga real debido a la interacción continua de los estudiantes con el entorno natural. Por otro lado, el factor de accesibilidad fue de 0.87%, lo cual indica que el sendero no tiene mayores riesgos y puede ser transitado por los estudiantes, sin embargo, hay dos puntos que requieren una mejora dado que hay un cambio de pendiente abrupta que pone en riesgo a los senderistas. Por otra parte, el factor de anegamiento que es igual a 0.97%, representa que los tipos de suelo que hay a lo largo del recorrido no presentan gran porcentaje de arcilla a lo que refiere que hay una buena filtración del agua lo que permite que no se generen encharcamientos.

El factor de compactación dio como resultado 0.68% lo que determina que hay sectores del recorrido que han sido utilizados para fines académicos, por ende, se presenta un suelo medianamente compactado. Por otra parte, el factor de cierres temporales da como resultado 0.50% que indica un beneficio para no generar una sobrecarga continua sobre el sendero en algunos periodos del año. Seguido de este, el factor de precipitación es de 0.75% y se tuvo en cuenta que los meses de lluvia (abril, mayo y junio), son limitantes por el hecho de que al a ver intensidad de lluvia, se presenta una reducción en el número de visitas. Finalmente, al tener en cuenta los factores de corrección mencionados anteriormente se obtuvo el dato de capacidad de carga real que es igual a 139 visitas por día, esta reducción es de gran proporción, debido a que se tiene en cuenta las características físicas y sociales del entorno.

8.2.1.5 Identificación de impactos ambientales.

Las acciones del senderismo generan impactos en los factores ambientales como abiótico, biótico y perceptual, por tal motivo se establecieron acciones como caminar, hablar, recolectar, consumir alimentos, necesidades fisiológicas, estación interpretativa y señalización, como los causantes de generar impacto, para ello se realizó la matriz de caracterización e importancia que dio como resultado que el factor abiótico con mayor impacto fue el suelo y en el factor biótico la fauna (

9. Diseño del sendero ecologico

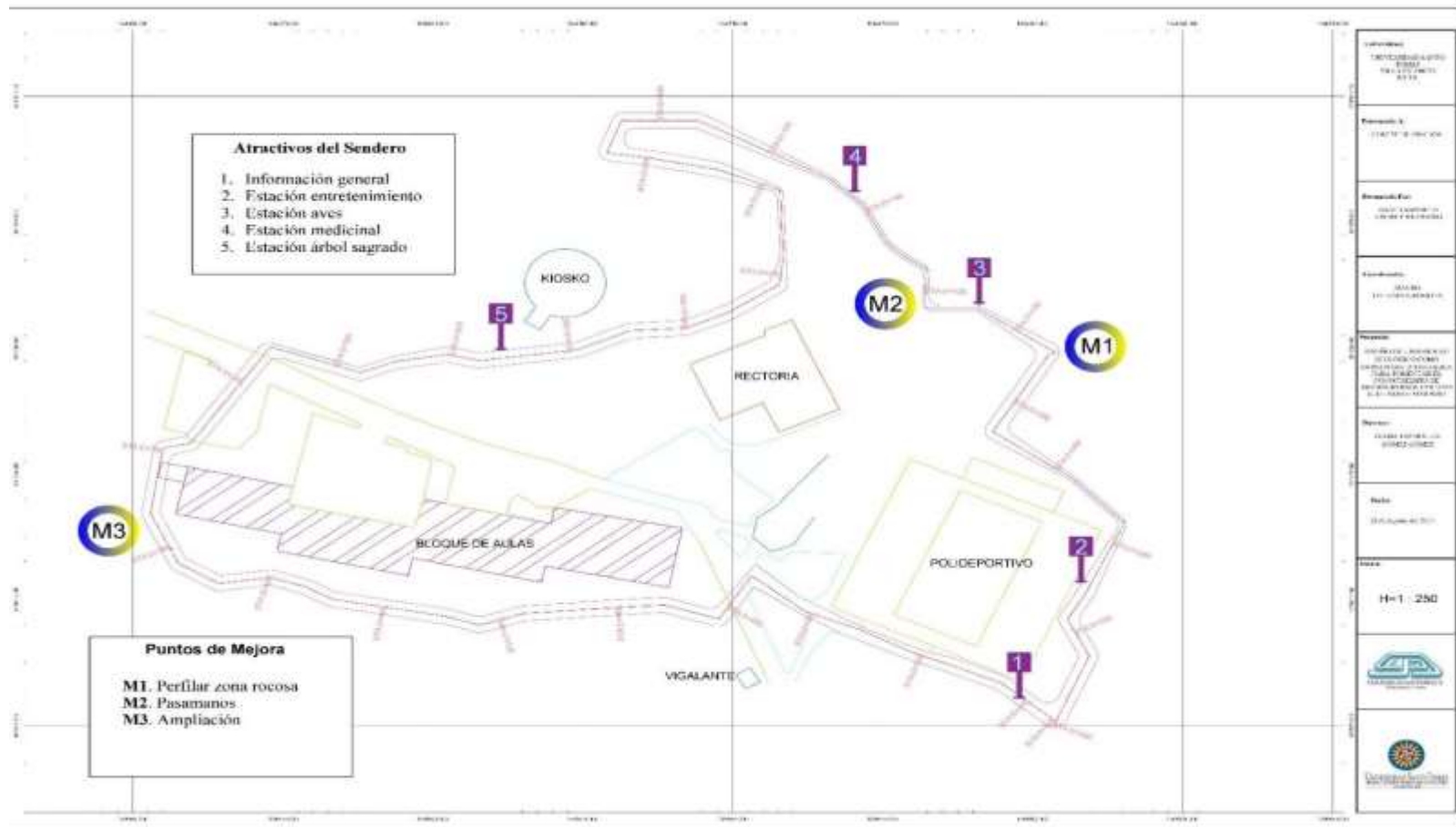


Figura 3. Diseño del sendero ecológico por: Agudelo & Riobueno, 2019.

El diseño del sendero ecológico cuenta con una longitud total de 570.23 metros, este es de tipo mono circuito lo que significa que es de un solo sentido, por otra parte, los datos obtenidos de todas las etapas metodológicas permitieron establecer las estaciones que muestran los atractivos del sendero ecológico y las mejoras de accesibilidad, así como también la distribución de la planta del colegio Juan pablo segundo.

9.1. Diseño de las estaciones

9.1.1. Estación 1.

Las estaciones se distribuyeron acorde a las especies que se identificaron con la ayuda del profesor del área de biología Héctor Rogelio, la primera fue definida como información general en donde el intérprete describe y da la bienvenida al sendero ecológico, de igual manera cada estación contempla una valla con información detallada de la fauna y flora más representativa, para el diseño de las estructuras presentes en cada estación se propone emplear guadua (*Guadua angustifolia*) como soporte y marco de las lonas informativas, estos materiales se eligieron debido a que no son tan pesados y no generan un impacto significativo al medio ambiente, teniendo en cuenta lo anterior se propusieron las siguientes medidas:



Figura 4. Estación 1 “Información general”. por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.1.2. Estación 2.

La estación fue nombrada como entretenimiento, debido a que se encuentra el mono *Saguinus oedipus* (titi) como una especie de primate que le gusta interactuar con los visitantes; además,

genera un vínculo especial con los estudiantes, cabe resaltar que se recomienda no alimentar los primates, ya que son portadores de enfermedades parasitarias como *Strongyloides* spp, *Prosthenorchis* spp y *Ancylostoma* spp (Botero , Fernandez, Forero, Rosas, & Soler, 2011), por otro lado, se describen dos especies de aves que frecuentan la zona, una de ellas es el gavilán pollero (*Buteo magnirostris*) que es una especie que realiza vuelos a baja altura para cazar sus presas como roedores, reptiles e insectos y la guacharaca (*Ortalis guttata*) dado a sus características físicas se convierte en una especie llamativa, incluso en una de las visitas con los estudiantes un grupo evidencio la especie creyendo que era una gallina salvaje.



Figura 5. Estación 2 “Entretenimiento”. por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.1.3. Estación 3.

La estación fue nombrada aves, ya que las aves de diferentes especies frecuentan la parte más alta de los árboles, estas merodean desde los 140 – 290 metros del recorrido. La primera especie de ave representativa del lugar fue la aguililla enana (*Gampsonyx swainsonii*), es una especie de gran tamaño, esta se identificó varias veces durante las visitas y se eligió por tener un plumaje robusto y alas extensas; además, se evidencio un ave que llamo la atención de los estudiantes por tener color azulado en sus alas y un tipo de mascara en el rostro de la especie.



Figura 6. Estación 3 "Aves". por: Agudelo & Riobueno, 2019.

9.1.4. Estación 4.

Los estudiantes del Colegio Juan pablo II colaboraron en la elección de las especies de esta estación y se denominó estación medicinal, ya que, se presentan dos plantas con características curativas que son el bore (Colocasia esculenta) y la caña agria (Costus spiralis).



Figura 7. Estación 4 "Medicinal". por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.1.5. Estación 5.

En la última estación se contempla una especie representativa que es la bala de cañón, por lo cual varios testimonios de estudiantes afirman que esta especie produce flores, por otra parte, según (Sanchez, 2017) es considerado como un árbol sagrado para los indígenas de la Amazonia.



Figura 8.Estación 5 “El árbol sagrado, por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.2. Guiones de interpretación

Tabla 7.Guion de interpretación “Información general del sendero ecológico”.

EJE TEMÁTICO		“Un viaje por el sendero donde los protagonistas son los estudiantes”
ESTACIÓN	OBJETO DE INTERPRETACIÓN	INTERPRETACIÓN
I Introducción	Información General	Inicio del sendero Bienvenidos El sendero ecológico interpretativo del colegio Juan Pablo II de la ciudad de Villavicencio, surge como una estrategia viable para el aprovechamiento de espacios de áreas naturales con gran variedad de biodiversidad. El colegio Juan Pablo II está ubicado en el casco urbano de Villavicencio, en la comuna 1. Objetivo El recorrido permite a los estudiantes interactuar con la naturaleza y resaltar la importancia de su conservación, a través del reconocimiento de la diversidad de especies y conocer sus funciones dentro del ecosistema, como estrategia de educación ambiental.

Tabla 7. Continuación

Recorrido

El sendero ecológico cuenta con una longitud de 570 metros, su accesibilidad permite que los estudiantes de cualquier edad transiten por diferentes ecosistemas de relictos de bosque que son hogar de diversidad de especies; además, se aprecia un cuerpo hídrico que es de gran importancia para la Biodiversidad. El recorrido tiene una duración de 40 minutos y el sendero es de tipo circuito. En el transcurso del trayecto se logra evidenciar micos titi, tordo de pico negro, bastón del emperador, azulejo y guacharacas.

Ecosistema

El colegio Juan Pablo II de la Ciudad de Villavicencio está inmerso en un bosque húmedo subandino de piedemonte llanero.

Flora

Las especies más representativas que podemos encontrar durante el recorrido, Caña agria (*Costus spirali*), Guadua (*Guadua angustifolia*), Cordoncillo (*Piper obliquum*), Carne gallina (*Alchornea triplinervia*), Cañafistola llanera (*Cassia moschata*), Siete cueros (*Vismia macrophylla*), Guayabo de pava (*Bellucia grossularioides*), Guarupayo (*Tapirira guianensis*), Pringamosa (*Urera baccifera*), Alma negra (*Andira surinamensis*), Mortiño (*Clidemia hirta*), Palma asai (*Euterpe precatoria*), Bore (*Colocasia esculenta*).

Fauna

Las especies más representativas que podemos observar durante el recorrido, Mono titi (*Saimiri sciureus*), Gavilán pollero (*Buteo magnirostris*), Torcaza naguiblanca (*Zenaida auriculata*), Guacharaca (*Ortalis guttata*), Arrendajo común (*Cacicus cela*), Turpial lagunero (*Gymnomystax mexicanus*), Iguana (*Iguana iguana*).

Tabla 7. Continuación

Recomendaciones del recorrido
- Llevar botas de caucho - Repelente - Hidratación - Bloqueador solar - Sombrilla - Cachucha o gorro - Ropa de cambio - Block de anotaciones
Recomendaciones del cuidado del sendero
- Realizar una adecuada disposición final de los residuos sólidos. - Respetar el ecosistema, contribuyendo a no hacer ruido. - Se prohíbe capturar la fauna y flora presente. - En caso de necesidad fisiológica hacerlo lejos de una fuente hídrica.
Recomendaciones de seguridad
- El estudiante no debe adelantar la intérprete durante el recorrido. - Las manos deben ir libre para reaccionar en caso de caerse. - Ir por los caminos demarcados. - En caso de cualquier accidente se deberá informar al intérprete.

Nota: Guion de interpretación “Información general del sendero ecológico”. por Agudelo & Riobueno, 2019.

Tabla 8. Guion de interpretación "Flora y fauna".

¿Sabías que esta especie puede dañar un árbol? 2m	Comején Nombre científico: <i>Reticulitermes flavipes</i> Familia: Rhinotermitidae	Son capaces de construir su propio nido para protegerse, se alimentan de materia en descomposición animal y vegetal; además, se recomienda para este tipo de insecto hacer control químico sobre la colonia debido a que afecta a los árboles (Gaju Ricart, Bach de Roca, & Molero Baltanás, 2015).	
ESTACIÓN II Entretenimiento ¿Sabías que la cola de los monos es más larga que su cuerpo? 7m	Mono titi Nombre científico: <i>Saimiri sciureus</i> Familia: Cebidae	Se caracteriza por estar en selvas de vegetación primaria, además se encuentra en el piedemonte de la Cordillera Oriental de los Andes, desde 1500 msnm hasta la Amazonia y margen del río Orinoco, se desplazan en grandes grupos y su alimentación (frutas, hojas y semillas) (Astwood, Rodríguez, & Rodríguez, 2014).	
10m	Guacharaca Nombre científico: <i>Ortalis guttata</i> Familia: Cracidae	Habita en matorrales, bordes de bosque y selva húmeda, por otra parte, esta especie se encuentra en la zona oriental de Colombia hasta Perú y su alimentación consta principalmente de frutos (Arango C., 2017).	

Tabla 8. (Continuación).

15m	Torcaza naguiblanca Nombre científico: <i>Zenaida auriculata</i> Familia: Columbidae	La torcaza es un ave que se caracteriza por habitar en matorrales áridos y pastizales, además se distribuye del Atlántico hasta la Guajira hacia el sur del Valle Magdalena, al este de los Andes hasta el Meta y es un excelente consumidor de grandes cantidades de grano (Arango C. , 2017).	
15m	Gavilán pollero Nombre científico: <i>Buteo magnirostris</i> Familia: Accipitridae	Esta especie habita en bosques tropicales y se distribuye de la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Santander, Boyacá, Antioquia, Meta y Valle del Cauca. La alimentación se basa de reptiles, anfibios, roedores e insecto (Rubiano, 2010).	
La guadua es mejoradora del medio ambiente, además sirve para fabricar instrumentos y edificaciones. 31m	Guadua Nombre científico: <i>Guadua angustifolia</i> Familia: Poaceae	Se distribuye al Norte de Santander, Cundinamarca, Cauca, Antioquia, Huila, Nariño, Quindío, Meta, por otra parte, obtiene su altura definitiva a los seis primeros meses y aporta al desarrollo social, económico y ambiental de diferentes países (Espinosa, 2003).	

Tabla 8. (Continuación).

56m	Carne gallina Nombre científico: <i>Alchornea triplinervia</i> Familia: Euphorbiaceae	Se presenta en barrancos con cierta humedad. En Colombia se distribuye por la amazona, Orinoquia y los andes, además sirve como alimento para la avifauna (Ariza, Castro, & Cepeda, 2016).	
Esta especie de planta funciona como un restaurador de bosques riparios. 60m	Cañafistola llanera Nombre científico: <i>Cassia mostacha</i> Familia: Fabaceae	Esta planta se establece en las vegas de los ríos y se caracteriza por ser un árbol mediano de corteza lisa, sus flores son llamativas, produce frutos secos cilíndricos y se distribuye por el Valle del Cauca, Valle del Cesar y el Piedemonte llanero (Rojas & Torres, 2015).	
ESTACIÓN III ¿Sabías que esta ave trabaja en equipo? 90m	Aguililla enana Nombre científico: <i>Gampsonyx swainsonii</i> Familia: Accipitridae	Generalmente se encuentra en el Occidente del Meta, Vichada, Leticia y Amazonas. Es común encontrarlas en sabanas con algunos árboles y matorrales secos, por otra parte, se alimenta de lagartijas, insectos y aves de menor tamaño. Ambos sexos participan en la construcción del nido con varitas.	

Tabla 8. (Continuación).

El ave que avisa del peligro moviendo únicamente la cola.	Barranquero coronado Nombre científico: <i>Momotus momota</i> Familia: Momotidae	Esta ave mide entre 43 a 48cm, tienes ojos rojos y patas grises. En Colombia habita en tierras bajas al oriente de los Andes, específicamente en bosques húmedos por su parte se alimenta de insectos, caracoles, cien pies y lombrices. En la serranía de la Macarena se registran crías en el mes de febrero, anidando en madrigueras que excavan en barrancos (Arango, 2012)	
Son aves que construyen su nido en forma de taza con musgo.	Mirla ventriblanca Nombre científico: <i>Turdus leucomelas</i> Familia: Turdidae	Se distribuye en regiones como Santa Marta, Guajira y serranía de Macuira, habita particularmente en bosques secos y su alimentación se basa de gusanos y artópodos. Esta especie mide alrededor de 24cm y ponen de 2 a 3 huevos (Palacios , 2012).	
140m	Cattleya común Nombre científico: <i>Cattleya schroederae</i> Familia: Accipitridae	Es una especie endémica, que se distribuye en los departamentos del Meta, Arauca, Vichada. El tamaño de esta puede alcanzar los 22 cm y se encuentra entre los 500 a 1600 m.s.n.m (Castellanos Castro & Torres Morales, 2018).	

Tabla 8. (Continuación).

173m	Fueguero oscuro Nombre científico: <i>Ramphocelus carbo</i> Familia: Thraupidae	Esta especie se puede encontrar en un dosel bajo y espeso de árboles, los nidos son construidos por las hembras que cuidan los huevos; además, esta ave es omnívoras y buscan insectos, flores y frutas (Osuna, 2017).	
192m	Mandarino Nombre científico: <i>Citrus reticulata</i> Familia: Rutaceae	Se presenta en clima cálido, húmedo, altitud moderada y la temperatura óptima es de (13-30 °C) y se distribuyen por la región de la Orinoquia y Amazonia (Hernández, 2010).	
ESTACIÓN IV Medicinal ¿Sabías que esta especie de planta es medicinal y es receptora de polen? 212m	Caña agria Nombre científico: <i>Costus spiralis</i> Familia: Costaceae	Esta especie tiene ramas en forma de espiral que produce flor por día, su altura esta entre 50cm a 2m, además de ser receptoras de polen para los colibríes. En Colombia se distribuye por el choco y piedemonte llanero (Araújo & Oliveira, 2007).	

Tabla 8. (Continuación).

Esta especie tiene una particularidad y es que su contenido en ácido fitico contribuye a reducir la proliferación de células de cáncer mamaria 215m	Bore Nombre científico: <i>Colocasia esculenta</i> Familia: Araceae	Esta planta se desarrolla en suelos húmedos y ricos en materia orgánica, generalmente en la costa y amazonia. La época de floración es en verano y sus hojas son usadas como verdura (Tovar & Maritz, 2015)	
ESTACIÓN V El árbol sagrado para los indígenas ¿Sabías que lo que ves no es una simple circunferencia? 290m	Bala de cañón Nombre científico: <i>Couroupita guianensis</i> Familia: Lecythidaceae	Este árbol llega a medir entre los 8-15m de altura, se desarrolla en climas cálidos y en suelos que retengan la humedad. La madera de esta especie se utiliza para carpintería y se emplea como planta ornamental por sus hermosas flores. Este árbol es considerado sagrado para los indígenas de la Amazonia (Sanchez, 2017).	
353m	Iguana Nombre científico: <i>Iguana iguana</i> Familia: Iguanidae	El área de distribución de la iguana se relaciona con las zonas tropicales en la región de las amazonas en Colombia; además, esta especie llega a medir hasta 2m y se alimentan principalmente de vegetales (Ramirez, 2003).	

Tabla 8. (Continuación).

Sabías que esta especie es hospedera de mariposas y sirve como planta medicinal. 380m	Pringamosa Nombre científico: <i>Urera baccifera</i> Familia: Urticaceae	Esta especie alcanza una altura de 5 m en cinco años; además, presenta espina, pelos urticantes que causan irritaciones a la piel, por otra parte, se distribuye por el piedemonte llanero y la amazonia (Zamora, 2011).	
Esta tarántula aparece como una especie vulnerable en el libro rojo de los invertebrados en Colombia 430m	Tarántula o araña pollera Nombre científico: <i>Megaphobema robustum</i> Familia: Theraphosidae	Es una especie endémica de Colombia, específicamente de la región de la Orinoquia. La tarántula vive en cuevas o grietas y llegan a encontrarse ejemplares de hasta 60 mm de longitud, además se alimenta de animales de menor tamaño como insectos (García, Gonzalo, & García, 2007).	
Sabías que esta especie es peligrosa porque tiene espinas en su cuerpo 460m	Puerco espín Nombre científico: <i>Coendou prehensilis</i> Familia: Erethizontidae	Esta especie es nocturna y solitaria. La dieta es principalmente herbívora, habitan particularmente en bosque húmedo tropical amazónico. El puerco espín puede reproducirse por más de 12 años, ellos a diario buscan diferentes lugares para dormir (Vallejo & Boada, 2018).	

Nota: Guion de interpretación "Flora y fauna". Fuente: Agudelo & Riobueno, 2019.

9.3. Mejoras del sendero ecológico Juan Pablo II

9.3.1. Mejora N°1.

Este punto de difícil acceso presenta un cambio de pendiente considerable del 11%, además se encuentran rocas de gran tamaño como se demuestra en la (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), esta mejora consiste en pulir las rocas formando escalones de 1 m de ancho por 15 cm de alto y una huella de 20 cm (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), con el fin de evitar riesgo de accidentalidad y así mismo mejorar el paso de los estudiantes por este punto.



Figura 9. Trayecto de rocas de gran tamaño. por Agudelo & Riobueno, 2019.

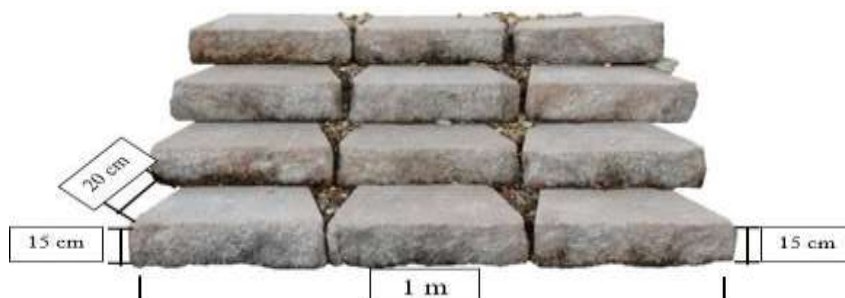


Figura 10. Rocas pulidas. por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.3.2. Mejora N°2

La mejora en este punto se propone debido a las características de difícil acceso, puesto que el ancho del sendero se reduce a 60 cm siendo este punto el ancho mínimo a lo largo del recorrido, además el grado de inclinación en este punto es elevado puesto que la pendiente es del 15% y hay presencia de rocas resbalosas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), esta mejora consiste en ampliar a 1 m el ancho del sendero en este punto y colocar un pasamanos en guadua

de 3 m de largo con parales de soporte cada 50 cm (Figura 11), lo cual va permitir que los estudiantes se tomen del pasamanos y puedan pasar si ningún problema.



Figura 11. Rocas resbalosas. por Agudelo & Riobueno, 2019.



Figura 12. Diseño de pasamanos en guadua. por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.4. Socialización de la propuesta

La socialización del proyecto denominado diseño de un sendero ecológico como estrategia pedagógica para fomentar el conocimiento de biodiversidad en el colegio Juan pablo II, se desarrolló a partir de encuentros con la comunidad estudiantil con el objeto de tratar temáticas referentes a la biodiversidad presente en el sendero, mediante sustentaciones en donde ellos evidenciaron los atractivos del recorrido, además de conocer los puntos en que se proponen mejoras dado el riesgo que representa para su integridad física, esto se llevó a cabo con el apoyo de la rectoría, coordinación y docentes.

Esta socialización del proyecto permitió que estudiantes de grado sexto a once, comprendieran el funcionamiento de un sendero ecológico y la importancia de tener uno dentro de la institución, por otra parte, se presentó el diseño de los guiones de interpretación ambiental en donde ellos reconocieron algunas de las especies que han podido observar en su formación académica y a la vez lograron evidenciar especies de fauna y flora que no conocían.

Tabla 9. Socialización del proyecto.

Nota: Socialización del proyecto. por Agudelo & Riobueno, 2019.

9.4.1. Recomendaciones al PRAE del colegio Juan Pablo II.

Las actividades de formación en las que se trabajan problemas ambientales llevan a establecer estrategias que permitan mejorar el contexto actual, por ende, es necesario que la comunidad estudiantil se sienta identificada con el PRAE; a su vez esto permitirá que haya una mejor participación de la comunidad y hará que el PRAE se convierta en una experiencia educativa al incorporar valores, hábitos y competencias ciudadanas.

Se recomendó al Colegio Juan Pablo II emprender capacitaciones con los docentes con el fin de mejorar la percepción que tienen con respecto a los senderos ecológicos y los problemas ambientales para que incorporen esta temática dentro del PRAE, ya que funciona como un servicio ecosistémico.

10. Conclusiones

Mediante los atractivos del sendero ecológico se logró evidenciar la diversidad de fauna (Mono titi (*Saguinus oedipus*), Guacharaca (*Ortalis guttata*), Gavilán pollero (*Buteo magnirostris*), Aguililla enana (*Gampsonyx swainsonii*) y flora Caña agria (*Costus spiralis*), Bore (*Colocasia esculenta*), Guadua (*Guadua angustifolia*), entre otros presentes en el colegio Juan Pablo II para la elaboración de guiones de interpretación que sirven como suministro de información para actividades académicas de las zona de estudio, teniendo en cuenta que en la socialización los estudiantes presentaban un déficit de conocimiento sobre algunas especies y la importancia de capacidad de carga.

La capacidad de carga física y real permitió definir el número de visitas que se pueden presentar en el sendero ecológico durante un día con un total de 139 Visitas/día, con el fin de reducir la compactación del suelo, por otra parte, se logró determinar que el tipo de suelo presente en la zona de estudio tiene un bajo porcentaje de arcilla lo cual indica que el nivel de encharcamiento es bajo.

A partir de los estimativos de capacidad de carga y de las condiciones físicas del terreno se logró realizar el diseño del sendero ecológico en el Colegio Juan Pablo II, donde se evidencio tres puntos críticos a los cuales fue posible generar mejoras para la seguridad de los estudiantes, sin embargo, la actividad de senderismo provoca impactos negativos sobre el factor biótico y abiótico siendo la fauna y el suelo respectivamente los más afectados.

11. Recomendaciones

Los intérpretes o guías de apoyo en el recorrido podrían ser estudiantes, puesto que sería práctico efectuar los conocimientos que adquieren teóricamente y generar seguridad a la hora de hablar en público, además es necesario que el colegio contemple la necesidad de hacer capacitaciones de primeros auxilios a los docentes y estudiantes en caso de cualquier emergencia durante el recorrido.

Se deben generar propuestas de proyectos como la recolección de hojarasca que se encuentra en el sendero ecológico para fines de compostaje en el Colegio Juan Pablo II.

Es importante realizar la adecuación del terreno en puntos críticos, como las zonas con rocas o pendientes, donde se pueda presentar un riesgo para los estudiantes, allí se recomienda implementar materiales que no genere un impacto en el ecosistema.

Se recomienda crear un punto de acopio externo al sendero para evitar obstaculizar el sendero ecológico y de esta forma contribuir a no generar un impacto.

Este documento sirve como base para futuras investigaciones sobre la biodiversidad y la capacidad que tiene el colegio Juan Pablo segundo en convertirse pionero del ecoturismo a nivel departamental.

Bibliografía

- Arango, C. 2017. Torcaza Naguiblanca (*Zenaida ariculata*). Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=1988
- Arango, C. A. 2012. Barranquero Coronado (*Momotus momota*). Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php
- Araújo, F., & Oliveira, P. (2007). Biología floral de *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) y mecanismos para prevenir la autopolinización. *Revista Brasileña de Botánica*, 61-70. Obtenido de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000100007
- Ariza, W., Castro, F., & Cepeda, M. (2016). Flora, La Macarena-Meta de Caño Cristales (Colombia). Obtenido de: <https://canocristalesmc.wixsite.com/canocristalesmc>
- Astwood, J., Rodríguez, J., & Rodríguez, K. (2014). Densidad de forrajeo para el tití *Saimiri sciureus* en dos bosques. *Revista MVZ Córdoba*, 4158-4167. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v19n2/v19n2a12.pdf>
- Barajas Monsalve, M., & Parra Montealgre, E. (2017). *El sendero ecológico, una alternativa didáctica para conservar los recursos naturales*. Recuperado el 07 de 05 de 2018, Obtenido de: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3333/SENDERO_ECOLOGICO_UNA_ALTERNATIVA_PARA_LA_CONSEVACION_DE_LOS_RECURSOS_NATURALES.pdf?sequence=1
- Björk. (2000). Ecotourism from conceptual perspective, an extended definition of a unique tourism form. *International journal of tourism research*, 189 – 202. Obtenido de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291522-1970%28200005%2F06%292%3A3%3C189%3A%3AAID-JTR195%3E3.0.CO%3B2-T>
- Bonilla Mayorga, H. (2013). *Los senderos ciclistas - ecológicos y su incidencia en el turismo del sector pilishurco, cantón ambato, provincia de tungurahua*. Recuperado el 02 de 7 de 2018. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5659>

- Botero , L., Fernandez, A., Forero, N., Rosas, S., & Soler, D. (2011). *Análisis retrospectivo de las enfermedades parasitarias del mono ardilla (saimiri sciureus) en dos condiciones ex situ en el noroccidente de los andes suramericanos*. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a09.pdf>
- Brandful Cobbinah, P., Amenuvor, D., Negro, R., & Peprah, C. (2017). *Ecoturismo en el área de conservación kakum, ghana: política local, práctica y resultados*. Obtenido de science direct: <https://www-sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S2213078017300531>
- Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo* . Caracas. Universidad Central de Venezuela,
- Castellanos Castro, C., & Torres Morales, G. (2018). *Guía para la identificación y el cultivo de algunas especies de orquídeas nativas de cundinamarca*. Bogotá dc. Obtenido de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/34286/568%20baja.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>
- Ciancaglini, N. (s.f). *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. Obtenido de: [http://www.prosap.gov.ar/docs/instructivo%20\(r-001\)-%20gu%C3%ada%20para%20la%20determinaci%C3%b3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%a9todo%20organol%C3%a9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/docs/instructivo%20(r-001)-%20gu%C3%ada%20para%20la%20determinaci%C3%b3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%a9todo%20organol%C3%a9ptico.pdf)
- Cifuentes, M. (1992). *Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas*. Turribala. Obtenido de: https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-51898/1992_METODOLOG%C3%8DA%20CIFUENTES.pdf
- Cock, J., Álvarez, D., & Estrada, M. (2010). *Rasta, rapid soil and terrain assessment*. Obtenido de guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Obtenido de: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69682>
- Constitución Política de Colombia [Const]. (7 de Julio de 1991). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>
- Espinosa, D. (2003). *La cadena de la guadua en colombia* . Bogotá.
- Falker. (s.f). *medidor electrónico de compactación del suelo*. Porto alegre, Brasil. Penetrolog
- Gaju Ricart, M., Bach De Roca, C., & molero baltanás, r. (2015). *Orden isoptera. Ibero diversidad entomológica* , 1-17. Obtenido de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_49.pdf

- Galarza Lucero , P., & López Villa , L. (2015). *Implementación del sendero "la cascada" en la hacienda "el gullán" de la universidad del azuay*. Recuperado el 07 de 05 de 2018, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5548/1/11877.pdf>
- García Ruvalcaba , S., Flores Ibarra, A., & Valdez Quezada , b. (2016). *Diseño y operación de un sendero interpretativo universitario*. Recuperado el 07 de 05 de 2018, de: [http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/175P-BIOD-GarciaRuvalcabaV2\(OK\).pdf](http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/175P-BIOD-GarciaRuvalcabaV2(OK).pdf)
- García, G., Gonzalo, A., & García , E. (2007). *Libro rojo de los invertebrados terrestres de colombia*. Colombia. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/267333768_Libro_Rojo_de_los_Invertebrados_terrestres_de_Colombia_Contentido
- Giroux, H. (2009). *Pedagogía* Madrid. Crítica.
- Hernández, r. (2010). *"recomendaciones en el cultivo de la mandarina (citrus reticulata jones), para las condiciones del sur-oriente de guatemala"* . Guatemala. Obtenido de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7117/>
- Jiménez, E. C. (30 de 06 de 2016). *Diseño e implementación del sendero ecoturístico estratégico para el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas de manglar y bosque seco tropical en isla grande*. Obtenido de: <http://www.ideasparaelcambio.gov.co/reto/dise%C3%B1o-e-implementaci%C3%B3n-del-sendero-ecotur%C3%ADstico-estrat%C3%A9gico-para-el- aprovechamiento-sostenible>
- Ley 300 (1996). Por la cual se expide la ley general de turismo y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia. Obtenido de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8634>
- Ley 99. (22 de diciembre de 1993). *por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Milton Ricardo Ospina Díaz. (2013). *Ecoturismo: diagnóstico y propuesta estratégica para la oferta de destinos ecoturísticos en Colombia por parte de las agencias de turismo*

localizadas en Bogotá, D.C. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 7-28.

Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/4096/409633955002.pdf>

Ministerio de comercio, industria y turismo; ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial república de colombia. (24 de junio de 2003). *Fontur.com.co*. Obtenido de https://fontur.com.co/aym_document/aym_normatividad/2003/politica_para_el_desarrollo_del_ecoturismo.pdf

Ministerio de desarrollo económico y comercio exterior. Colombia (2000). *Política turística para una sociedad que construye la paz. Bogotá*

Monsalve, M. B. (2017). El sendero ecológico, una alternativa didáctica para conservar los recursos naturales. *Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín*. Obtenido del https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3333/SENDERO_ECOLOGICO_UNA_ALTERNATIVA_PARA_LA_CONSEVACION_DE_LOS_RECURSOS_NATURALES.pdf?sequence=1.

Morales, J. (2008). La interpretación del patrimonio tiene que ver con significados. *Junta de Andalucía*.

Murillo Marín, D. (2010). *Selección y diseño de un sendero ecológico interpretativo guiado en la reserva natural ecoturística el juaguito, la playa de belén (Norte de Santander)*. Tesis de grado, Bogotá,

Nelson, J. G., Butler, R., Wall, G., University of Waterloo., & Heritage Resources Centre. (1993). *Tourism and sustainable development: Monitoring, planning, managing*. Waterloo, Ont: University of Waterloo, Dept. of Geography

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (09 de 03 de 2017). *Textura del suelo* Obtenido de: http://www.fao.org/fishery/static/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s06.htm

Osuna, A. (2017). *Ramphocelus carbo (silver-beaked tanager)*. Obtenido de https://sta.uwi.edu/fst/lifesciences/sites/default/files/lifesciences/documents/ogatt/rampocelus_carbo%20-%20silver-beaked%20tanager.pdf

Palacio, Rubén. 2012. Mirla Ventriblanca (*Turdus leucomelas*). Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-

index.php?page=Mirla+Ventriblanca&no_bl=y

- Ramírez, D. P. (2017). *Evaluación de la calidad de la ribera en el piedemonte del departamento del meta, como herramienta de gestión ambiental local y regional*. Obtenido de: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1161/1/RUNILLANOS%20M-GES%200033%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LA%20RIBERA%20EN%20EL%20PIEDEMONTES%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DEL%20META%2C%20COMO%20HERRAMIENTA%20DE%20GESTI%C3%93N%20AMBIENTAL%20LOCAL%20Y%20REGIONAL..pdf>
- Ramirez, J. L. (2003). *Comercialización de especies no tradicionales: el caso de la iguana verde (iguana-iguana)*. Obtenido de: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/comercializacion2003-1.pdf>
- Rojas, F., & Torres, G. (2015). Árboles del valle central de Costa Rica: reproducción . *Revista forestal mesoamericana kurú* , 77-79. Obtenido de: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/2258?articlesBySameAuthorPage=7>
- Rubiano, L. G. 2010. Gavilán Caminero (*Rupornis magnirostris*). Wiki Aves Colombia. (C. Arango y J. Zamudio, Editores). Universidad ICESI. Cali. Colombia. http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=454
- Ruíz Acevedo, R. (2012). *Capacidad de carga turística del área de uso público del parque ecológico el samán. Cartago, valle*. Recuperado el 02 de 07 de 2018, Obtenido de: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/333715R934c.pdf>
- Sanchez, J. M. (2017). *Couroupita guianensis..* Obtenido de <https://www.arbolesornamentales.es/Couroupita%20guianensis.pdf>
- Secretaría de turismo sector. (2004). *Guía para el diseño y operacion de senderos interpretativos*. Obtenido de serie turismo alternativo. Obtenido de: https://www.academia.edu/36598500/Gu%C3%ADa_para_el_dise%C3%B1o_y_operaci%C3%B3n_de_senderos_interpretativos
- Serrano , I. T., & Giménez Alarte, A. I. (2009). *Valoración de impactos y propuestas de actuación del senderismo como actividad turística en el noroeste de la región de Murcia*. Obtenido de: <https://revistas.um.es/geografia/article/view/92451>

- Tovar, P., & Maritz, K. (2015). *Jardín botánico*. Obtenido de colocasia esculenta "pituca": <https://jardinbotanicooffybb.jimdofree.com/clasificaci%C3%B3n-por-nombre-cient%C3%ADfico/colocasia-esculenta/>
- Tudela Serrano, L., & Giménez Alarte, A. (22 de 01 de 2009). *Capacidad de carga turística en cuatro senderos de caravaca de la cruz (murcia)*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>
- Valentine. (1993). Ecotourism and nature conservation. A definition with some recent developments in micronesia. *Tourism management*, 107 – 115.
- Vallejo, A., & Boada , C. (27 de 2018). *Puce*. Obtenido de puerco espín brasileño: <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/fichaespecie/coendou%20prehensilis#home>
- Zamora, N. (4 de abril de 2011). *Crbio*. Obtenido de: <http://www.crbio.cr:8080/neoportal-web/species/urera%20baccifera>

Anexos**Anexo 1. Matriz identificación de impactos ambientales.**

MATRIZ IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			Actividad académica y deportiva						Punto estratégico	
ACCIONES DEL SENDERISMO			Caminar	Recolectar	Ha blar	Descansar	Comer / beber	Necesidades fisiológicas	Estación interpretativa	Señalización de riesgos
FACTORES DEL MEDIO										
ABIÓTICO	AIRE	Calidad								
		Ruido	X							
	SUELO	Erosión	X				X			
		Compactación	X				X		X	
		Pérdida de materia orgánica	X				X			

		Contaminación por residuos sólidos	X						
	AGUA	Contaminación por residuos sólidos	X						
BIÓTICO	FLORA	Perdida de la cobertura vegetal	X		X				X
		Riesgo de incendio	X						
	FAUNA	Modificación al recurso trófico		X		X			
		Modificación de conducta	X	X	X	X			
		Alteración de hábitats	X						
PERCEPTUAL	PAISAJE	Afluencia de visitantes	X						X
		Presencia de basuras		X		X	X	X	
		Impacto visual						X	X
NÚMERO DE FACTORES QUE INTERACCIONAN			6	3	2	6	5	1	5

Anexo 2. Matriz de caracterización del sendero.

MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN		Actividad académica y deportiva					Punto estratégico	
FACTORES DEL MEDIO	ACCIONES DEL SENDERISMO							
		Caminar	Recolectar	Hablar	Descansar	Comer / beber	Necesidades fisiológicas	Estación interpretativa
AIRE	Calidad							

ABIÓTICO	Ruido	(-)	(-)
		Perjudic ial, I: 8, E: 1, M: 4, P: 1, R: 1 N: Sin posibilid ad	
SUELO	Erosión	(-)	(-)
		Perjudic ial, I: 4, E: 2, M: 2, P: 4, R: 4 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 4, E: 2, M: 2, P: 4, R: 4, N: Sin posibilid ad

Compactación	(-) Perjudic ial, I: 8, E: 2, M: 2, P: 8, R: 8 N: Sin posibilid ad	(-) Perjudic ial, I: 8, E: 2, M: 2, P: 8, R: 8, N: Sin posibilid ad	(-) Perjudic ial, I: 4, E: 2, M: 1, P: 8, R:4, N: Sin posibilid ad
Pérdida de materia orgánica	(-) Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 2 N: Sin posibili d ad	(-) Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 2 N: Sin posibilid ad	

	Contamina ción por residuos sólidos	(-) Perjudic ial, I: 8, E: 4, M: 4, P: 8, R: 2 N: Sin posibilid ad
AGUA	Contamina ción por residuos sólidos	(-) Perjudic ial, I: 8, E: 4, M: 4, P: 8, R: 2 N: Sin posibilid ad

BIÓTICO	FLOR	Perdida de	(-)	(-)	(-)
	A	la cobertura vegetal	Perjudic ial, I: 4, E: 4, M: 2, P: 2, R: 2 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 4, E: 4, M: 2, P: 2, R: 2 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 4, E: 4, M: 2, P: 2, R: 2 N: Sin posibilid ad
		Riesgo de incendio		(-) Perjudic ial, I: 1, E: 2, M: 2, P: 2, R: 2 N: Sin posibilid ad	

FAUNA	Modificaci	(-)		(-)	
	ón al recurso tráfico	Perjudic ial, I: 2, E: 2, M: 4, P: 8, R: 8 N: Sin posibilid ad		Perjudic ial, I: 2, E: 2, M: 2, P: 2, R: 1 N: Sin posibilid ad	
	Modificaci	(-)	(-)	(-)	(-)
	ón de conducta	Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 4 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 8, E: 4, M: 4, P: 8, R: 1 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 4 N: Sin posibilid ad	Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 4, P: 1, R: 1 N: Sin posibilid ad

		Alteración de hábitats	(-) Perjudic ial, I: 8, E: 1, M: 4, P: 1, R: 1 N: Sin posibilid ad	
PERCEPTUAL PAISAJE	Afluencia de visitantes	(-) Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 1 N: Sin posibilid ad	(-) Perjudic ial, I: 1, E: 1, M: 1, P: 1, R: 1 N: Sin posibilid ad	

	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudic	Perjudic	Perjudic	Perjudic
	ial, I: 1,	ial, I: 2,	ial, I: 2,	ial, I: 4,
	E: 1, M:	E: 1, M:	E: 1, M:	E: 1, M:
Presencia de basuras	1, P: 1,	4, P: 1,	4, P: 1,	4, P: 4,
	R: 1 N:	R: 2, N:	R: 1, N:	R: 2, N:
	Sin	Sin	Sin	Sin
	posibilid	posibilid	posibilid	posibilid
	ad	ad	ad	ad
			(-)	(-)
			Perjudic	Perjudic
			ial, I: 1,	ial, I: 1,
			E: 1, M:	E: 1, M:
			4, P: 8,	4, P: 8,
			R: 1, N:	R: 1, N:
			Sin	Sin
Impacto visual			posibilid	posibilid
			ad	ad

Anexo 3. Matriz de importancia del senderismo.

MATRIZ DE IMPORTANCIA		ACCIONES DEL SENDERISMO	Actividad académica y deportiva						Punto estratégico		
			Caminar	Recolectar	Hablar	Descansar	Comer /	Necesidad	Estación interpretativa	Señalizaci	ón de riesgos
FACTORES DEL MEDIO											
ABIÓTICO	AIRE	Calidad									
		Ruido				-	32				
	SUELO	Erosión	-				-				
			38				26				
		Compactación	-				-			-	
			46				46			21	
		Pérdida de materia orgánica	-				-				
		9				9					
		Contaminación por residuos sólidos					-	46			
	AGUA	Contaminación por residuos sólidos					-				
						46					
BIÓTICO	FLORA	Perdida de la cobertura vegetal	-				-			-	
			26				26			1 8	

		Riesgo de incendio				-				
						11				
PERCEPTUAL	FAUNA	Modificación al recurso trófico	-		-					
			30		11					
			-		-		-		-	
			11	45	11	9				
			Alteración de hábitats		-		32			
PERCEPTUAL	PAISAJE	Afluencia de visitantes	-				-6			
			8							
			-		-		-	-	-	
			8	11		10	16			
		Impacto visual						-	-	
								16	16	

Anexo 4. Cartera de nivelación.

		VERSION	00
		HOJA ____	
		DE ____	

PROYECTO:						CONTRATANTE:			
OBJETO:		CALLE MZ MZ 18				INTERVENTOR:			
CONTRATISTA:						FECHA:		__/__/__	
ABSCISA/PUNTO		V(+)	H.I	V(-)	V.INT	COTAS		OBSERVACIONES	
						OBRA	DESCRPCION		
BM#1	1	0,906	659,906			659,000			
	BM # 2			3,849		656,057			

BM#2		2,549	658,606					
	2			2,483		657,423	C	sección 1
	3			2,328		657,578	I	
	4			2,488		657,418	D	
	5			1,690		656,916	C	sección 2
	6			1,406		657,200	I	
	7			1,571		657,035	D	sección 3
	8			1,112		657,494	C	
	9			0,779		657,827	I	
	10			1,077		657,529	D	sección 4
	11			0,438		658,168	C	
	12			0,334		658,272	I	
	13			0,493		658,113	D	
	BM#3			0,403		658,203		
BM#3		0,900	659,103					sección
	14			2,099		657,004	C	5
	15			1,542		657,561	I	sección 6
	16			2,089		657,014	D	
	17			1,129		657,974	C	
	18			0,976		658,127	I	

	19			1,168		657,935	D	sección 7
	20			0,542		658,561	C	
	21			0,402		658,701	I	
	22			1,084		658,019	D	
	BM#4			0,630		658,473		
BM#4		0,026	658,499					sección 8
	23			1,787		656,712	C	
	24			1,610		656,889	I	
	25			1,762		656,737	D	sección 9
	26			4,448		654,051	C	
	27			3,672		654,827	I	
	28			4,554		653,945	D	sección 10
	BM#5			4,473		654,026		
BM#5		5,101	659,127					sección 11
	29			3,491		655,636	C	
	30			2,965		656,162	I	
	31			2,755		656,372	D	
	32			1,066		658,061	C	
	33			0,183		658,944	I	
	34			0,497		658,630	D	

	35			0,398		658,729	C	sección 12
	36			0,256		658,871	I	
	37			0,412		658,715	D	
	38			0,864		658,263	C	sección 13
	39			0,490		658,637	I	
	40			1,035		658,092	D	
	BM#6			0,876		658,251		
BM#6		3,940	662,191					
	41			2,657		659,534	C	sección 14
	42			1,943		660,248	I	
	43			2,890		659,301	D	sección 15
	44			0,580		661,611	C	
	45			0,225		661,966	I	
	46			0,146		662,045	D	
	BM#7			0,581		661,610		
BM#7		3,516	665,126					
	47			1,427		663,699	C	sección 16
	48			0,912		664,214	I	
	49			1,583		663,543	D	
	50			2,606		662,520	C	

	51			1,895		663,231	I	sección 17
	52			2,465		662,661	D	
	53			2,865		662,261	C	sección 18
	54			2,720		662,406	I	
	55			2,875		662,251	D	
	BM#8			2,806		662,320		
BM#8		4,361	666,681					
	56			4,056		662,625	C	sección 19
	57			3,394		663,287	I	
	58			3,943		662,738	D	sección 20
	59			3,184		663,497	C	
	60			2,752		663,929	I	
	61			2,996		663,685	D	sección 21
	62			1,091		665,590	C	
	63			0,445		666,236	I	
	64			1,422		665,259	D	sección 22
	65			1,313		665,368	C	
	66			1,294		665,387	I	sección 23
	67			1,460		665,221	D	
	68			1,565		665,116	C	
	69			0,460		666,221	I	

	70			1,608		665,073	D	
	BM#9			1,052		665,629		
BM#9		4,895	670,524					
	71			2,872		667,652	C	sección 24
	72			3,053		667,471	I	
	73			2,798		667,726	D	
	74			2,189		668,335	C	sección 25
	75			2,193		668,331	I	
	76			2,031		668,493	D	
	77			1,161		669,363	C	sección 26
	78			1,031		669,493	I	
	79			1,013		669,511	D	
	BM#10			1,246		669,278		
BM#10		4,785	674,063					
	80			3,842		670,221	C	sección 27
	81			3,891		670,172	I	
	82			3,745		670,318	D	
	83			2,754		671,309	C	sección 28
	84			3,137		670,926	I	
	85			2,560		671,503	D	

	86			1,011		673,052	C	sección 29
	87			1,598		672,465	I	
	88			0,684		673,379	D	
	89			0,737		673,326	C	sección 30
	90			0,750		673,313	I	
	91			0,727		673,336	D	
	BM#11			0,415		673,648		
BM#11		3,968	677,616					
	92			2,130		675,486	C	sección 31
	93			2,135		675,481	I	
	94			2,128		675,488	D	
	95			2,348		675,268	C	sección 32
	96			2,465		675,151	I	
	97			2,061		675,555	D	
	98			1,516		676,100	C	sección 33
	99			1,531		676,085	I	
	100			1,160		676,456	D	
	101			1,896		675,720	C	sección 34
	102			1,890		675,726	I	
	103			1,850		675,766	D	
	BM#12			1,858		675,758		

BM#12		1,050	676,808					
	104			1,280		675,528	C	sección 35
	105			1,241		675,567	I	
	106			1,208		675,600	D	
	107			1,902		674,906	C	sección 36
	108			1,843		674,965	I	
	109			1,585		675,223	D	sección 37
	110			2,084		674,724	C	
	111			2,057		674,751	I	
	112			1,926		674,882	D	sección 38
	113			1,536		675,272	C	
	114			1,681		675,127	I	sección 39
	115			1,354		675,454	D	
	116			2,078		674,730	C	
	117			1,893		674,915	I	
	118			2,020		674,788	D	sección 40
	BM#13			2,046		674,762		
BM#13		0,795	675,557					
	119			2,536		673,021	C	
	120			2,466		673,091	I	

	121			2,236		673,321	D	sección 41
	122			4,285		671,272	C	
	123			4,085		671,472	I	
	124			4,125		671,432	D	
	BM#14			4,205		671,352		
BM#14		0,004	671,356					
	125			1,679		669,677	C	sección 42
	126			1,433		669,923	I	
	127			1,548		669,808	D	
	128			2,570		668,786	C	sección 43
	129			2,565		668,791	I	
	130			2,364		668,992	D	
	BM#15			2,584		668,772		
BM#15		0,676	669,448					
	131			1,037		668,411	C	sección 44
	132			0,945		668,503	I	
	133			0,966		668,482	D	Sección 45
	134			3,460		665,988	C	
	135			3,445		666,003	I	
	136			3,393		666,055	D	

	BM#16			3,428		666,020		
BM#16		1,535	667,555					
	137			1,798		665,757	C	sección 46
	138			1,763		665,792	I	
	139			1,902		665,653	D	
	140			1,375		666,180	C	sección 47
	141			1,180		666,375	I	
	142			1,321		666,234	D	
	BM#17			0,815		666,740		
BM#17		2,043	668,783					
	143			1,269		667,514	C	sección 48
	144			1,108		667,675	I	
	145			1,032		667,751	D	
	146			2,123		666,660	C	sección 49
	147			1,975		666,808	I	
	148			2,141		666,642	D	
	149			2,832		665,951	C	sección 50
	150			3,006		665,777	I	
	151			2,665		666,118	D	
	BM#18			2,758		666,025		

BM#18		0,248	666,273					
	152			0,742		665,531	C	sección 51
	153			0,729		665,544	I	
	154			0,767		665,506	D	
	155			3,713		662,560	C	sección 52
	156			3,721		662,552	I	
	157			3,745		662,528	D	
	BM#19			4,541		661,732		
BM#19		-0,030	661,702					
	158			1,453		660,249	C	sección 53
	159			1,416		660,286	I	
	160			1,394		660,308	D	
	161			1,498		660,204	C	sección 54
	162			1,461		660,241	I	
	163			1,531		660,171	D	sección 55
	164			2,303		659,399	C	
	165			2,152		659,550	I	sección 56
	166			2,263		659,439	D	
„„	167			2,425		659,277	C	
	168			2,441		659,261	I	

	169			2,368		659,334	D
	BM#1			2,443		659,259	
ELABORO: _____							
CARGO: _____							
REVISO: _____							
CARGO: _____							