

Propuesta de una plataforma web de monitoreo de parámetros ambientales de la ciénaga de la caimanera en el marco jurídico del plan de gestión ambiental del municipio de Coveñas, Sucre

Mauricio Andrés Guevara Rodríguez

Ronaldo Aldair Sinning Montero

Corporación Universitaria Antonio José de Sucre – CORPOSUCRE

Programa de Derecho e Ingeniería de Sistemas

Facultad de Ciencias Sociales

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Sincelejo – Sucre

2021

Propuesta de una plataforma web de monitoreo de parámetros ambientales de la ciénaga de la caimanera en el marco jurídico del plan de gestión ambiental del municipio de Coveñas, Sucre

Mauricio Andrés Guevara Rodríguez

Ronaldo Aldair Sinning Montero

Trabajo presentado como requisito de grado

Corporación Universitaria Antonio José de Sucre – CORPOSUCRE

Programa de Derecho e Ingeniería de Sistemas

Facultad de Ciencias Sociales

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Sincelejo – Sucre

2021

## **Dedicatoria**

A Dios y a nuestras familias por apoyarnos en nuestro proceso.

## **Agradecimientos**

A Dios por ser nuestro guía.

A nuestras familias por el apoyo incondicional.

Al doctor Nadin Madera Arias, por ser nuestro líder asesor.

Al doctor Sergio Antonio Sánchez Hernández por ser nuestro líder asesor.

A la comunidad de la Ciénega la Caimanera por el apoyo incondicional.

A la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre.

## Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
1. Planteamiento del Problema.....	12
1.1. Descripción del Problema.....	12
1.2. Formulación del Problema.....	16
2. Justificación.....	17
3. Objetivos.....	19
3.1. Objetivo General.....	19
3.2. Objetivos Específicos.....	19
4. Marco Teórico.....	20
4.1. Derecho Internacional del Medio ambiente.....	20
4.2. La protección ambiental en el marco legal colombiano.....	24
4.2.1. La Constitución de 1991.....	24
4.2.2. Regulaciones Posteriores.....	25
4.2.3. Los parámetros normativos de los planes de gestión ambiental.....	26
4.2.4. El valor Monetario de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA).....	30
4.2.5. El Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA).....	32
4.2.6. La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.....	33
4.3. Plataformas de monitoreo ambiental.....	33
4.3.1. Antecedentes.....	33
4.3.2. Desarrollo Tecnológico.....	35
4.3.2.1. Arquitectura MVC en Flask.....	36
4.3.2.2. Ventajas de utilizar un Framework.....	39
4.4. Marco Conceptual.....	39
5. Metodología.....	43
5.2. Enfoque de la Investigación.....	43
5.3. Diseño de la Investigación.....	43
5.4. Variables de estudio.....	46
5.5. Instrumentos.....	47
5.6. Procedimiento.....	48
6. Resultados.....	49

6.1. Identificar los fundamentos normativos del agua en Colombia para establecer el estándar de protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.....	49
6.1.1. Análisis de los riesgos ambientales a los que se encuentra expuesta la Ciénaga la Caimanera para generar acciones concretas en los planes de gestión ambiental del municipio de Coveñas, Sucre.....	51
6.1.2. Los riesgos medioambientales en la Ciénaga de la Caimanera.....	55
6.1.2.1. Resultados de la encuesta .....	55
6.2. Diseñar una solución tecnológica enmarcada en el régimen jurídico del agua para la protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.....	68
6.2.1. Análisis.....	68
6.2.2. Diseño .....	72
6.2.3. Codificación .....	74
6.2.3.1 Recepción de datos de los sensores.....	74
6.2.3.2. Mapeo de URLs (Rutas).....	76
6.2.3.3. Plantillas .....	77
6.2.3.4. Métodos del formulario.....	78
6.2.3.5. Vistas de error.....	79
6.2.3.6. Entorno Virtual .....	80
6.3. Validación de la solución tecnológica con pruebas funcionales y no funcionales para garantizar los estándares de protección de la ciénaga la caimanera.....	81
7. Conclusiones.....	88
8. Referencias Bibliográficas .....	90
ANEXOS.....	94

## Resumen

Se desarrolló una aplicación Web Multiplataforma con la finalidad de analizar las condiciones ambientales que presenta la Ciénaga la Caimanera, litoral perteneciente al Golfo de Morrosquillo departamento de Sucre, partiendo de un análisis de riesgos auscultados en la zona y cuya solución tecnológica pueda aportar al plan de gestión ambiental del municipio de Coveñas soportado por el marco jurídico respecto al manejo de los recursos hídricos en Colombia.

Para esta investigación se implementó la metodología ágil llamada Programación Extrema (XP) la cual propuso una serie de etapas para el análisis, diseño, desarrollo y las pruebas, las cuales fueron ejecutadas e introducidas dentro del desarrollo de este proyecto; la arquitectura del proyecto se fundamentó en el Modelo Vista Template (MVT) de Flask, el diseño se encuentra realizado en HTML5 y CSS3, el sistema está basado en el paradigma Orientado a Objetos nativo en el lenguaje de programación Python.

Se ha desarrollado un interfaz web que permite tanto a visitantes como a administradores visualizar la información capturada por los sensores a través de gráficas. Se evidencia los beneficios del uso del lenguaje Python ya que permite programación multinivel, además del uso mismo del Framework Flask este entorno de trabajo representa una gran contribución a la Programación Orientada a Objetos (POO). Con respecto a los aspectos normativos, se concluye que existe una mala cultura ambiental y se violan algunas disposiciones legales que ponen en riesgo el ecosistema y la sostenibilidad del entorno de la Ciénaga la Caimanera.

**Palabras claves:** marco jurídico, gestión ambiental, cultura ambiental, riesgos ambientales, Programación Extrema (XP), Framework, Python, MVT, POO.

## Abstract

A Multiplatform Web application was developed in order to analyze the environmental conditions presented by the Ciénaga la Caimanera, a coastline belonging to the Gulf of Morrosquillo, department of Sucre, based on an analysis of risks monitored in the area and whose technological solution can contribute to the plan of environmental management of the municipality of Coveñas supported by the legal framework regarding the management of water resources in Colombia.

The methodology that has been used for the management of the project was the XP in a document that consists of a section of specification of software requirements which has been introduced within this methodology as part of the planning; the project architecture is based on the Flask Vista Template (MVT) model, the design is made in HTML5 and CSS3, the system is based on the native Object Oriented paradigm in the Python programming language.

A web interface has been developed that allows both visitors and administrators to view the information captured by the sensors through graphics. The benefits of using the Python language are evident as it allows multilevel programming, in addition to the use of the Flask Framework itself, this work environment represents a great contribution to Object Oriented Programming (OOP). Regarding the regulatory aspects, it is concluded that there is a bad environmental culture and some legal provisions are violated that put the ecosystem and the sustainability of the Ciénaga la Caimanera environment at risk.

**Keywords:** legal framework, environmental management, environmental culture, environmental risks, Extreme Programming (XP), Framework, Python, MVT, OOP

## Introducción

El análisis ambiental del espacio litoral que comprende el municipio de Coveñas, en la subregión del Golfo de Morrosquillo, departamento de Sucre presenta problemas tales como: la inaccesibilidad de los bordes costeros, la excesiva urbanización de cabañas y viviendas frente a los manglares y cuerpos de agua como la Ciénaga de la Caimanera, el inadecuado uso de los arroyos que nutren sus acuíferos, las constantes inundaciones, deficiente implementación de alcantarillado y ante todo fallas evidentes en el sistema de planificación territorial a pesar de la existencia de planes como: el Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas Caribe y San Jorge en la jurisdicción de “CARSUCRE” (POMCH), el Plan de Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Estuarina del Río Sinú y Golfo de Morrosquillo (PMIZC) y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Coveñas, sin embargo ninguno de los anteriormente enunciados ofrece herramientas adecuadas para planificar adecuadamente la gestión ambiental del territorio objeto de estudio (Sevilla, 2016, p. 25).

Por otra parte, el desarrollo de tecnologías ha incursionado en todas las áreas propiciando soluciones viables a múltiples problemas del entorno y a propósito en las últimas décadas el crecimiento de Internet ha progresado de manera exponencial, pudiendo afirmarse que la tecnología Web ha demostrado ser muy simple y flexible, pudiendo publicar y encontrar información relevante para los usuarios desde cualquier dispositivo en cualquier lugar con conexión. Hoy en día, hay cada vez más aplicaciones web, especialmente en aquellas empresas que sienten la necesidad de atraer clientes con productos sin ser reemplazados por la competencia del mercado, buscando la eficiencia del servicio y entregando cada vez mejores productos razón por la cual se dan mejores ofertas para ganar marketing y mejores oportunidades (Molina Ríos, Loja Mora, Zea Ordóñez, & Loaiza Sojos, 2016).

Diariamente se lanzan al mercado aplicaciones o productos de software, con el objetivo de obtener cierto grado de aceptación entre los usuarios, sin embargo, esto dependerá de las características que los usuarios consideren importantes, ya que el mercado cambia según el público al cual se encuentra dirigido. A pesar de las múltiples plataformas que existen en la actualidad, hay una que suele sobresalir y es la industria web por los tantos beneficios que ofrece este medio.

Con este proyecto se pretende realizar un software complejo debido a las necesidades planteadas y los componentes estructurales de bajo, medio y alto nivel en el entorno de programación para conectar la información obtenida por los sensores y de esta forma garantizar que la información se almacene en la base de datos y se muestren visualmente en una página web. El proyecto consta de las técnicas de programación recomendadas, como por ejemplo un patrón de diseño, una metodología de desarrollo, programación orientada a objetos, entre otras técnicas necesarias para la buena planificación.

El presente proyecto está compuesto por siete capítulos: el primero especifica el planteamiento del problema donde se describe la situación a la cual se quiere responder a través de una solución tecnológica y se formula la pregunta problema consecuente con el título del proyecto. El Capítulo 2 plantea la justificación del proyecto desde el enfoque tecnológico y su respectiva fundamentación normativa y jurídica de acuerdo a los planes de gestión ambiental.

El Capítulo 3 plantea los objetivos general y específicos que orientan las acciones pertinentes y el derrotero a seguir en el marco metodológico, el capítulo 4 esboza el marco teórico desde los antecedentes investigativos, los aspectos teóricos que lo fundamentan y los conceptos técnicos que apoyan el diseño de la plataforma web para posteriormente en el capítulo 5 definir la metodología que ha de utilizar la investigación para cumplir con los objetivos planteados. El Capítulo 6 expone

los resultados de acuerdo con los instrumentos aplicados y el capítulo 7 muestra los resultados de la investigación.

El trabajo de investigación demuestra la forma como pueden realizarse investigaciones multidisciplinarias donde se integran los aportes del Derecho y la Ingeniería como alternativas de solución a problemas presentados en el entorno y en este caso uno muy sensible como es el de los ecosistemas de la ciénaga de la Caimanera en el municipio de Coveñas y la reducción de los riesgos medioambientales es un factor importante a tenerse en cuenta para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales que aportan múltiples beneficios a la población, la economía y por supuesto al entorno natural.

El estudio pretende diseñar una aplicación Web Multiplataforma con la finalidad de analizar las condiciones ambientales de la Ciénaga de la Caimanera en concordancia con el marco legal colombiano existente para el manejo del agua y de esta manera contribuir a minimizar los riesgos que se producen por una cultura ambiental deficiente en los pobladores y turistas que visitan la zona.

## 1. Planteamiento del Problema

### 1.1. Descripción del Problema

Desde el Derecho Internacional se han generado en el marco de tratados, acuerdos y convenciones, directrices para la preservación del medio ambiente y en particular para el manejo de agua con miras a generar conciencia de la importancia que representa para la sostenibilidad de la humanidad; en Colombia muy a pesar de las políticas nacionales emanadas de Ministerio de medio ambiente y de las diferentes normativas para los planes de gestión ambiental, no existen mayoritariamente estudios confiables sobre la problemática estudiada y solo se cuenta con información fraccionada en los planes elaborados por los entes municipales del municipio de Coveñas ubicado al noreste del departamento de Sucre, golfo de Morrosquillo, cuyas coordenadas geográficas son los 9° 21' 00" y 9° 27' 00" de latitud norte y los 75° 37' 00" y 75° 37' 00" de longitud al oeste de Greenwich, con una altura promedio de 2 metros sobre el nivel del mar; un aspecto básico a tener en cuenta es la precipitación promedio anual es de 1.200 mm, en un relieve eminentemente plano, muy cerca a la llanura costera aluvial y de bajas serranías que forman los límites con el departamento de Córdoba, los municipios de San Antero y Purísima (Concejo municipal de Coveñas, 2008, p.3).

Siendo de particular interés el análisis de los recursos hídricos en el plan de manejo ambiental, las principales aguas superficiales, están constituidas básicamente por caños, arroyos y caños las cuales componen el sistema del municipio tanto en su zona urbana como a lo largo del litoral y cuyo comportamiento hídrico es muy similar: entre enero y julio los cauces secundarios y terciarios se secan, caso opuesto a los meses comprendidos entre

septiembre y noviembre donde los caudales se tornan significativos así sea de carácter temporal.

Igualmente, la cuenca principal que existe en el municipio de Coveñas es la del golfo de Morrosquillo, conformada por los municipios de Tolú y Coveñas, mientras que las microcuencas se localizan y desembocan en la misma área, denominadas así: microcuenca ciénaga de la Caimanera, microcuenca del arroyo el Silencio, arroyo el Amansaguapo y microcuenca arroyo Remanguenaguas (Concejo municipal de Coveñas, 2008, p.86).

Otro aspecto a tener en cuenta en el planteamiento de la problemática a estudiar es el hecho de la población creciente, en el año 2017 el Censo DANE (unidad administrativa: Sucre), reportó una población de 14 250 (año 2017). Lo que corresponde a un 0.029% del total población Colombia, de los cuales se asientan en la cabecera municipal 5.300 y 8.950 en otros corregimientos, sin embargo como dato importante se encuentra el hecho que el promedio de turistas en temporada alta es de aproximadamente 30.000 personas, descendiendo a un 5% aproximadamente en temporada baja lo cual ocasiona un uso intensivo de las playas en alta temporada turística, que da al traste con un pobre manejo de residuos sólidos y líquidos que se vierten a los cuerpos de agua y una deficiente infraestructura de alcantarillado que incrementan considerablemente el daño ambiental de la zona costera, situación que adquiere dimensiones más preocupantes al considerar por otra parte una cultura ambiental pobre y alejada de un sistema planeado para reciclar, recoger o disponer las basuras adecuadamente ( CARSUCRE, 2019, p. 45).

Otro problema que se presenta comúnmente en el municipio de Coveñas son las frecuentes inundaciones que de acuerdo a Farguell et al. (2015) “se producen porque las aguas

fluviales “salen” de su cauce principal y ocupan áreas llanas adyacentes al cauce, dañando lo que se haya plantado o construido en esas áreas”, esta arista del problema aún no tiene acciones planificadas ni proyectos específicos que permitan contrarrestar la problemática descrita.

Al respecto de la problemática ambiental que se evidencia en la zona de la Ciénaga La Caimanera, la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) con respecto a “bienes y servicios ambientales” que esencialmente sirven para limitar, prevenir y reducir el impacto ambiental en el suelo y respecto a problemas ligados en la gestión de residuos y ruidos que afectan considerablemente a las especies endémicas; dicha problemática está incidiendo negativamente a la zona cenaguera sin que los planes de gestión ambiental o desarrollo hayan actuado en consecuencia (Claro, 2015).

Los actuales planes de gestión ambiental, plantean dentro de sus objetivos la consecución del desarrollo sostenible como factor fundamental para reducir los riesgos e impactos ambientales, sin embargo en la zona de la Ciénaga de la Caimanera se evidencia un inadecuado e irracional aprovechamiento de los recursos naturales, afectando la base de todo proceso productivo y de esa manera los bienes y servicios ambientales que brinda la naturaleza tienen una incidencia directa o indirecta sobre el bienestar de las personas y al presentarse una afectación de los ecosistemas se afecta al igual el bienestar económico y social de los habitantes de su zona de influencia (Barbier et al, 2014).

La Ciénaga de la Caimanera se caracterizó por poseer una gran diversidad en especies de diferente tipo como aves, reptiles, peces, moluscos y otras de carácter estacionario (migratorias), más sin embargo, a pesar de todos los beneficios que aportan su ecosistema frente a hechos como la creciente contaminación y agotamiento de los recursos naturales y de

la biodiversidad, han producido un alto nivel de antropización de los ecosistemas, con su consecuente degradación y agotamiento, que se ha visto reflejado en la extinción de un numeroso conjunto de especies de plantas, animales, y a que otras estén amenazadas con desaparecer o en peligro de extinción (Rodríguez y Young, 2015).

Los factores enunciados anteriormente son el caso de la Ciénaga de la Caimanera, que por su alteración negativa por la presión a que es sometida en aspectos económicos de la zona de influencia y una sobreexplotación directa de sus recursos, pone en peligro uno de los más importantes ecosistemas integrales del departamento de Sucre y de la zona norte de Colombia, afectando igualmente el bienestar de la población, al no hacer sostenible el recurso, comprometiendo la oferta de bienes y servicios ambientales fundamentales para la zona, la región, el departamento y con un impacto considerable a la Región Caribe y al país, acrecentado esto con la ampliación de las fronteras agropecuarias y urbanas de la comunidad vinculada en su entorno (Sánchez et al., 2015)., comprometiendo a un futuro inmediato la biodiversidad de la ciénaga.

Por otra parte, aunque las redes de sensores inalámbricos disponen de un campo muy amplio de aplicación aún tiene muchos desafíos pendientes, especialmente aquellos relacionados con la evolución de la electrónica digital, ancho de banda, reducción de costos de implementación, cobertura de red y capacidad de procesamiento (Mendoza, Fuentes, Benítez, Reina & Nuñez, 2015). Además no existen mayores referentes comerciales acerca de sensores con conexión a aplicaciones web, razón por la cual aumenta el precio de desarrollo de este tipo de software. Una viable solución es desarrollar una herramienta tecnológica en un lenguaje de programación que permita el acople de hardware y software web para acceder desde cualquier dispositivo al monitoreo de las condiciones ambientales de la ciénaga y así

ayudar a evitar la degradación de los ecosistemas. Este tipo de tecnologías y plataformas servirían para la estimación de factores que puedan mitigar los efectos negativos y que reduzcan los riesgos para el medio ambiente, minimizan la contaminación y ahorran recursos (OCDE, 2015).

Debido a las situaciones anteriormente descritas es necesario plantear soluciones prácticas que contemplen el aspecto demográfico de La Caimanera por lo que conlleva tratar de buscar procedimientos amigables con el medioambiente, además de tener en cuenta cada una las áreas de estudio ya que se busca un punto partida eficiente en el área jurídica, ambiental y tecnológica, razón por la cual será necesario utilizar mecanismos como establecer diferentes puntos de control, software y hardware flexible, entre otros conceptos que aporten para cumplir con metas establecidas.

En consecuencia, surge la siguiente pregunta problema que se describe en el ítem siguiente:

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿Cómo una plataforma web de monitoreo de parámetros ambientales puede contribuir en el marco jurídico del plan de gestión ambiental de la Ciénega la caimanera del municipio de Coveñas, Sucre?

## 2. Justificación

Con el fin de atender eficientemente las problemáticas descritas anteriormente se justifica proponer una plataforma web para monitorear los riesgos medioambientales a que se encuentra sometida la Ciénaga de la Caimanera en el marco jurídico del Ministerio del Medio Ambiente para el municipio de Coveñas, Sucre y como parte de un proyecto interdisciplinar integrar un componente tecnológico que permita desarrollar acciones para sistematizar la información del estado ambiental de los recursos hídricos en beneficio de los cuerpos de agua y en general del ecosistema costero de esta zona.

La presente investigación se realiza debido a la importancia que se confiere al reducir los impactos negativos medioambientales, valorizando los recursos, se equilibran los ecosistemas y por ende es factible poder atender la oferta turística y las necesidades de la población nativa con los consabidos beneficios económicos y sociales, dichas acciones de mitigación deberán necesariamente enmarcarse dentro de una adecuada y pertinente gestión ambiental que proponga un uso sostenible y sostenido de los cuerpos costeros que hacen parte del entorno eco sistémico de la ciénaga de la Caimanera a fin que sean aprovechados eficientemente sin alterar la base ambiental de los bienes y servicios que brinda a propios y extraños.

La relevancia del proyecto radica en el hecho que se asume la certeza de haberse contemplado análisis importantes sobre el régimen de protección ambiental en Colombia, también es cierto desde los entes territoriales y locales no se dan cumplimiento desde los planes de desarrollo y gestión municipales y menos se realiza un monitoreo adecuado; los problemas son detectados cuando surge la necesidad de habilitar estas zonas para atender el turismo, principal fuente de ingreso, por lo cual debe primar el establecer adecuados niveles de protección para

garantizar el desarrollo sostenible y mitigar los efectos de una mala cultura medioambiental que no es única de esta región.

Con el diseño e implementación de la plataforma web se estará aportando un componente tecnológico valioso que pueda servir para evitar los factores negativos que atentan contra el ecosistema de la Ciénaga de la Caimanera además de generar acciones de mitigación y concientización ambiental a los pobladores de la zona, teniendo en cuenta la importancia de tomar medidas a corto, mediano y largo plazo para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales que provee el cuerpo de agua y su entorno.

Los beneficiados en este caso serán los pobladores de la zona que generan sus recursos de las actividades turísticas y de la pesca artesanal, los administradores locales al sustentar sus planes de gestión con este tipo de dispositivos electrónicos, a los turistas al preservar los recursos naturales de una zona con una riqueza evidente y a los dueños de propiedad raíz al verse valorados sus predios.

Para la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre es un aporte a la investigación multidisciplinar y una forma de enriquecer la literatura científica disponible para las Ciencias Sociales y en particular para la Ingeniería y el Derecho en este tipo de ejercicios donde se integran el conocimiento de varias disciplinas en contextos reales.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Desarrollar una plataforma web para el monitoreo de los parámetros ambientales en el marco jurídico del plan de gestión ambiental de la ciénaga la Caimanera en el municipio de Coveñas, Sucre.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los fundamentos normativos del agua en Colombia para establecer el estándar de protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.
- Diseñar una solución tecnológica enmarcada en el régimen jurídico del agua para la protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.
- Validar la solución tecnológica con pruebas funcionales y no funcionales para garantizar los estándares de protección de la ciénaga la caimanera.

## 4. Marco Teórico

En este apartado se incluyen los dos componentes abordados en la investigación como son el jurídico y el tecnológico, igualmente desde las diferentes variables del estudio.

### 4.1. Derecho Internacional del Medio ambiente

Según Valverde (2014), con respecto a los derechos y obligaciones de los países del mundo con respecto a los temas ambientales aún no existe un instrumento internacional de aplicación, sin embargo declaraciones y resoluciones de los organismos internacionales encargados del control ambiental, entre ellos la Agencia de Energía Nuclear, se han encargado de sistematizar la información disponible sobre decisiones y prácticas de los tribunales internacionales, los cuales con mucha seriedad desempeñaron un papel importante en la elaboración de normas. Son en general siete los principios que han resultado a partir de ese amplio conjunto de instrumentos internacionales, sin embargo, en términos de aceptación y uniformidad no todos han sido contemplados con el mismo rigor. Los siete principios son:

#### *a. Soberanía y Responsabilidad*

Es claro que el concepto de soberanía no es absoluto y está sujeto por tanto a una obligación general de no causar daño al medio ambiente de otros países o a zonas más allá de la jurisdicción nacional. Lo cual fue señalado en la Declaración de Río (1992):

“De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.” (ONU, 1992).

En este principio, se considera importante cuando se trate de recursos compartidos, “es decir un recurso que no se encuentra en su totalidad dentro de la jurisdicción de un estado, el concepto principal es la obligación de utilizar el recurso en forma equitativa y armoniosa” (Asociación Derecho Internacional, 1967), de tal forma dicha obligación está relacionada principalmente con la cooperación sobre la base de un sistema de información y previa consulta, y notificación para lograr la óptima utilización de dichos recursos sin causar daño a los legítimos intereses de otros estados (Resolución AG 3281, 1961).

***b. Principios de Buena Vecindad y de Cooperación Internacional***

Este principio se refiere a colocar a todos los países como responsables de no ocasionar daño al medio , igualmente con respecto al principio de cooperación internacional confía a os estados la obligación para prohibir actividades dentro de su territorio contrarias a los derechos de otros estados y que ocasionen daño a otros estados y su población, considerada con la aplicación de la máxima latina sic utere tuo ut alienum non laedas (usa tus bienes de manera que no causes daño a los bienes ajenos).(Comisión de Derecho Internacional, 1990).

Este principio de buena vecindad, se asocia igualmente con la obligación de cooperar para investigar, identificar y evitar daños ambientales.} y precisamente por esta razón los tratados internacionales incluyen disposiciones que requieren cooperación a fin de “producir e intercambiar información científica, técnica, socioeconómica y comercial” (Derechos del Mar, supra, nota 12, en el artículo 20).

***c. Principios de acción preventiva***

Este principio se basa en prevenir la contaminación y es diferente de la obligación de evitar daños ambientales. De tal forma, esta norma prevé que un estado tiene la obligación a prevenir

daños dentro de su propia jurisdicción, para lo cual debe detener la eliminación de substancias tóxicas en concentraciones o cantidades que excedan sobremanera la capacidad de degradación del medio ambiente, a fin de garantizar que no se causarán daños a los ecosistemas (Declaración de Estocolmo, supra nota 20, principio 6.).

**d. *Principio de precaución***

Esta norma aun en evolución se manifiesta en el principio quince de la Declaración de Río, estableciendo que, ante la inminencia de un peligro de daño grave o irreversible, “la falta de certeza científica absoluta no se utilizará como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces en costos para evitar la degradación del medio ambiente” (Declaración de Río, supra nota 7, principio 15). Igualmente, este principio tiene que ver con el hecho sobre la certeza científica que se produce por lo general posteriormente al daño y faculta a políticos y abogados para que los políticos y abogados protejan el medio ambiente contra los peligros, se traslada la carga de la prueba.

**e. *Obligación de indemnizar por daños***

Se confiere a los estados la responsabilidad para garantizar que las actividades realizadas en su jurisdicción o las medidas de control implementadas no causen daño al medio ambiente de otros estados o áreas fuera de los límites de su jurisdicción nacional. Suele suceder ante la violación de esta regla ampliamente aceptada y ante los consabidos daños la responsabilidad que tienen los estados que han causado daño al medio ambiente debe poner fin a esa manera ilegal de proceder y reestablecer la situación anterior a la conducta ilegal y pagar indemnización de ser imposible restablecer las circunstancias anteriores (Wolfrum, 1986).

**f. *Principio de responsabilidad común, aunque diferenciada***

Siendo un desafío común a todas las naciones, a protección del medio ambiente, con respecto a que algunos estados deberían asumir un mayor peso proporcional en la conservación, se establecen diferentes orientaciones en el desarrollo y a la necesidad de compartir la responsabilidad de la degradación ecológica; manteniéndose la idea que como condición obligatoria los estados deben cumplir con las obligaciones internacionales de conservación del medio ambiente teniendo en cuenta principios de equidad y conforme a sus responsabilidades en común aunque diferenciadas y con sus respectivas capacidades (Declaración de Río, principios cuatro y siete).

**g. *El principio de desarrollo sostenible***

Definido en el Informe de Brundtland, el principio de desarrollo sostenible se define como un desarrollo capaz de satisfacer las necesidades (en especial las necesidades esenciales de la población pobre del mundo) del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas. Imponiéndose por tanto la idea de las limitaciones en la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades del presente y del futuro (Brundtland, 1987).

h. El desarrollo sostenible sugiere que la idea central de la labor de protección del medio ambiente es el mejoramiento de la condición humana.

i. Los estados deben garantizar el crecimiento económico pero aún más el desarrollo sostenible para garantizar la supervivencia de futuras generaciones.

## **4.2. La protección ambiental en el marco legal colombiano**

### **4.2.1. La Constitución de 1991**

La regulación actual ambiental está contemplada desde la constitución en los siguientes artículos:

**Art 58** le asigna a la propiedad una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica.

**Artículo 63.** Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.

**En el capítulo 3 del Título II**, que comprende los artículos 78 a 82, hace especial énfasis en los derechos colectivos relacionados con la protección del ambiente:

**Artículo 79.** Derecho a gozar de un medio ambiente sano:

“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Este artículo que es el centro de todos los demás artículos que trae la carta relacionados con la protección ambiental. Resalta de hecho de que eleva a nivel de derecho el goce a una ambiente puerta de entrada para la posterior creación y regulación de mecanismos de defensa jurídica de este derecho.

**Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la

reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

#### **4.2.2. Regulaciones Posteriores**

La principal regulación en materia ambiental derivada de la Constitución de 1991 es la Ley 99 de 1993 y toda la producción doctrinal de la Corte Constitucional a través de sus sentencias de revisión de tutela y análisis de constitucionalidad que han venido reconfigurando el escenario de protección del derecho al goce de un ambiente sano.

**La ley 99 de 1993:** Sigue siendo la principal norma ambiental en Colombia entre cuyos principales aportes se encuentran:

- a) Desarrolla los principios de Planificación, subsidiaridad y responsabilidad (el que contamina paga).
- b) Crea el Ministerio del Medio ambiente como máximo ente regulador de la Política ambiental en Colombia (art2).
- c) Enfatiza la apropiación del enfoque de desarrollo sostenible (art 3).
- d) Crea el Sistema Nacional Ambiental SINA que es el conjunto de orientaciones, Normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la ley.
- e) Jerarquiza la implementación del SINA: Ministerio del Medio ambiente, Corporaciones autónomas regionales y municipios.
- f). Regula el tema de las licencias ambientales.
- g) Regula el tema de sanciones y medidas de policía.
- h) Introduce la temática de la participación ciudadana en la conservación.

Hasta aquí, el panorama regulatorio no podría quedar completo sin hacer referencia a la producción doctrinal de la Corte Constitucional, de lo cual solo nos permitiremos en este primer artículo presentar un listado de algunas de las sentencias más relevantes para el tema ambiental en el país, para abordar en más detalle su contenido en artículos posteriores.

- Sentencia SU 067 de 1993. DERECHO AL AMBIENTE SANO/ACCION DE TUTELA-Improcedencia/ACCION POPULAR /PARTICIPACION CIUDADANA EN TEMAS AMBIENTALES (Sentencia de unificación).
- Sentencia. T-411/92 DERECHO AL AMBIENTE SANO/PRINCIPIOS (Sentencia de Tutela).
- Sentencia. T-123/99 DERECHO AL AMBIENTE SANO-Protección.
- Sentencia C-794/00 DERECHO AL AMBIENTE SANO-Alcances (sentencia de Constitucionalidad).
- Sentencia T-703/98 DERECHO AL AMBIENTE SANO-CONEXIDAD CON DERECHOS FUNDAMENTALES
- Sentencia C-245/04) DERECHO AL AMBIENTE SANO- Sujetos.
- Sentencia T-444/93. DERECHO AL AMBIENTE SANO –Protección.

#### **4.2.3. Los parámetros normativos de los planes de gestión ambiental**

Referido lo anterior, corresponde ahora además de lo expuesto en términos generales exponer los parámetros normativos sobre los cuales se estructura el diseño de los planes de gestión ambiental, aplicable a la zona de influencia del proyecto como es la Ciénaga de la Caimanera, municipio de Coveñas, Sucre.

En Colombia existe un Sistema Nacional Ambiental (SINA) dirigido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual se organizó de conformidad con la Ley 99 de 1993, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el ambiente y el patrimonio natural de la Nación.

En consecuencia, la Resolución 822 del 16 de agosto de 2013 esboza los lineamientos pertinentes para darle manejo a los planes ambientales a través de diferentes medidas como: la medida de compensación, de mitigación, rehabilitación y los diferentes planes de contingencia a nivel local y de la zona (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Ahora bien, siendo competencia directa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ser rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental en todo el territorio nacional, articula sus acciones a través de otros institutos descentralizados creados con el fin de preservar los recursos naturales, dar ordenamiento al sistema de control ambiental y asegurar el desarrollo sostenible tanto de ecosistemas como de poblaciones aledañas a la zona de influencia. Estas entidades son:

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) cuyo objeto es acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir datos y allegar o producir la información y los conocimientos necesarios para realizar el seguimiento de la interacción de los procesos sociales, económicos y naturales y proponer alternativas tecnológicas, sistemas y modelos de desarrollo sostenible.

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”, INVEMAR, encargado de realizar la investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables, el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos, con énfasis en la investigación en aquellos sistemas con mayor diversidad y productividad como lagunas costeras, manglares, praderas de fanerógamas, arrecifes rocosos, coralinos, zonas de surgencia y fondos sedimentarios, colaborando además con el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con sus pautas y directrices, en la promoción, creación y coordinación de una red de centros de investigación marina, en la que participen las entidades que desarrollen actividades de investigación en los litorales y los mares colombianos, propendiendo por el aprovechamiento racional de la capacidad científica de que dispone el país en ese campo (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

El marco normativo para la gestión ambiental en Colombia definida por el Ministerio del Medio Ambiente está contemplada en los siguientes artículos:

***Artículo 1.1.1.1 Objetivo.*** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

**Artículo 1.2.1.1.1 Objetivos.** El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) tienen como objeto:

10. Acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir datos y allegar o producir la información y los conocimientos necesarios para realizar el seguimiento de la interacción de los procesos sociales, económicos y naturales y proponer alternativas tecnológicas, sistemas y modelos de desarrollo sostenible.

**Artículo 1.2.2.1. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”, Invemar.**

b) Realizar la investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables, el medio ambiente y los ecosistemas costeros y oceánicos, con énfasis en la investigación en aquellos sistemas con mayor diversidad y productividad como lagunas costeras, manglares, praderas de fanerógamas, arrecifes rocosos y coralinos, zonas de surgencia y fondos sedimentarios;

d) Colaborar con el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con sus pautas y directrices, en la promoción, creación y coordinación de una red de centros de investigación marina, en la que participen las entidades que desarrollen actividades de investigación en los litorales y los mares colombianos, propendiendo por el aprovechamiento racional de la capacidad científica de que dispone el país en ese campo.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, ha garantizado el impulso del Principio 10 que permite a las entidades territoriales el acceso a la información con la implementación de herramientas tecnológicas como lo es el Sistema de Información Ambiental de Colombia, SIAC, [www.siac.gov.co](http://www.siac.gov.co).

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones.

Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes." (Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992).

Colombia ante la necesidad de generar un compromiso real para garantizar el Principio 10 de la declaración de Río, creó la Unidad Coordinadora para el Gobierno Abierto, con el liderazgo indiscutible y autónomo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y tiene a su cargo una primera tarea que es formular la estrategia para la Implementación del Principio 10.

#### **4.2.4. El valor Monetario de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA)**

El Ecosistema hídrico de la Ciénaga de la Caimanera, ubicado en el municipio de Coveñas, Sucre, posee un valor monetario a través de los bienes y servicios ambientales -BSA-, ofertados que no solo corresponden a su riqueza natural sino a los bienes transables y no transables que le confieren una dimensión económica y financiera. Este tipo de procesos de valoración de los BSA sirven para establecer políticas para el pago por servicios ambientales, como un instrumento útil para incentivar la conservación de los ecosistemas, lo cual hace necesario disponer de sistemas de información apropiados y coherentes con el propósito de medir y lograr la sostenibilidad ambiental

como acción ineludible para avanzar hacia el desarrollo sostenible. Se estiman los bienes Transables como explotación pesquera, explotación maderera y explotación turística y No Transables como captura de CO<sub>2</sub> y liberación de O<sub>2</sub>, retención de sedimentos y nutrientes, protección contra inundaciones y tormentas y protección de la línea costera.

Atendiendo esta apreciación, y dada la importancia de la ciénaga de la Caimanera para el equilibrio ecológico de la zona y el desarrollo económico de la población, se recomienda mantener las condiciones actuales de equilibrio del ecosistema para su conservación, imprescindible asegurar su sostenibilidad y para ello es imperativo desarrollar instrumentos de medición que suministren información para la toma de decisiones orientadas al desarrollo de políticas y planes de acción para la conservación de la ciénaga. Se requiere monitorear las diversas actividades de explotación económica al interior del ecosistema, como el desarrollo de cuentas ambientales e indicadores que permitan medir el estado de los diferentes elementos que lo componen (Carbal, 2010).

El trabajo consultado es un piloto que se formula con la intención de desarrollar una metodología que permita realizar una aproximación monetaria del valor monetario de los bienes y servicios ambientales -BSA-, ofertados por el ecosistema hídrico “Ciénaga de la Caimanera”, ubicado en el municipio de Coveñas, departamento de Sucre, Colombia.

Este tipo de procesos de valoración de los BSA sirve para establecer políticas para el pago por servicios ambientales, como un instrumento útil para incentivar la conservación de los ecosistemas, lo cual hace necesario disponer de sistemas de información apropiados y coherentes con el propósito de medir y lograr la sostenibilidad ambiental como acción ineludible para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

#### **4.2.5. El Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA)**

Como referente e insumo para la planeación en materia ambiental se adaptó el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) de la Superintendencia de Puertos y Transporte, el cual se convierte en un instrumento para la gestión en materia medioambiental a partir del análisis situacional interno y del entorno con el fin de plantear programas y acciones ambientales que promuevan el manejo eficiente y uso racional de los recursos naturales; se fundamenta por tanto en la Resolución 22355 de 2015.

El PIGA o Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA), tiene como objetivo promover estrategias conducentes a implementar y desarrollar acciones que propendan por las buenas prácticas medioambientales sostenibles, para prevenir la contaminación y mejorar las condiciones ambientales a nivel interno y externo, garantizando un ambiente apropiado y dando cumplimiento a la normatividad vigente en la materia, convirtiéndose en un insumo clave para la elaboración de planes de Gestión ambiental en los territorios (Superintendencia de Puertos y Transportes, 2016).

El documento que sirvió de base para estructurar el plan de Gestión Ambiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta, define la siguiente estructura para analizar los aspectos normativos de un plan similar, aplicable a la Ciénaga de la Caimanera (Ministerio del Medio Ambiente, 2017):

- a. Medidas de protección de los recursos naturales.
- b. Apartes legislativos referentes a áreas protegidas.
- c. Aportes legislativos sobre la diversidad étnica y cultural.
- d. Legislación sobre la participación de las comunidades en las acciones ambientales.

#### **4.2.6. La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.**

Con un horizonte a 12 años (2010- 2022), en referencia clara a la conservación de los ecosistemas hídricos, de los cuales la Ciénaga de la Caimanera es un bastión importante de riqueza para el Golfo de Morrosquillo, Coveñas y en general el departamento de Sucre, se establecen ocho principios y seis objetivos específicos:

- Objetivo 1. OFERTA: Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país.
- Objetivo 2. DEMANDA: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país.
- Objetivo 3. CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.
- Objetivo 4. RIESGO: Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua.
- Objetivo 5. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL: Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico.
- Objetivo 6. GOBERNABILIDAD: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

### **4.3. Plataformas de monitoreo ambiental**

#### **4.3.1. Antecedentes**

Se realizó una búsqueda de literatura donde se evaluaron los proyectos, investigaciones y desarrollos más afines a nuestra finalidad.

En Colombia también podemos encontrar un proyecto a fin, que se realizó en la ciudad de Barranquilla debido a las numerosas muertes presentadas por causa de las inundaciones repentinas en esta ciudad. Por lo cual se instaló una red de sensores inalámbricos o WSN (Wireless Sensor Network) cuya funcionalidad es monitorear en tiempo real parámetros atmosféricos que influyen en la detección del nivel de peligrosidad de inundaciones repentinas. Parece algo innecesario pero debido las súbitas o intensas lluvias durante un breve tiempo da lugar a los famosos "arroyos". Se desarrolló una aplicación web móvil que muestra en tiempo real, sobre un mapa de las calles de la ciudad el nivel de peligrosidad del arroyo en diferentes puntos. La trayectoria se distribuye a través de 6 nodos instalados en diferentes puntos vitales donde el arroyo recibe afluentes y se vigila las condiciones ambientales para establecer un nivel de alerta. (Cama-Pinto, y otros, 2016).

Muchos de estos proyectos surgen de la necesidad de combinar funcionalidades de escritorio y publicarlos en la web. Razón por la cual surge el lenguaje de desarrollo Python, que permite cumplir con nuestras necesidades y a su vez cumple con los estándares de desarrollo actuales, por medio de muchas herramientas y una de estas son las llamadas Frameworks. La accesibilidad y el bajo costo son algunos de las características más visibles de estos, ya que posee una licencia de código abierto, además es capaz de ejecutarse en múltiples plataforma por lo que se denomina multiparadigma. Por otra parte los frameworks web son estructuras predefinidas que permiten la reutilización de componentes (Ríos, Mora, Ordóñez, & Sojos, 2016).

En la Universidad del Magdalena se realizó una propuesta de una plataforma web para la verificación y validación de diagnósticos de derechos de niños, niñas y adolescentes del ICBF. Esta plataforma se desarrolló en Python mediante IDE llamado "PyCharm", se implementó Django como Backend, además de otras librerías que permiten el funcionamiento de las herramientas a

utilizar, ya que se quería funcionalidades de software de escritorio y servicios web. (Calderón, 2018).

#### **4.3.2. Desarrollo Tecnológico**

La propuesta de una plataforma para la evaluación, seguimiento y control ambiental de la Ciénaga de la Caimanera es una herramienta abierta, integrable, modular y escalable que debe tener dos componentes:

- Software
- Hardware

Lo anterior permitirá una integración a través de soluciones de software y hardware existentes y de diseño propio para de tal forma entregar en un ambiente único toda la información relevante que pueda captarse para la gestión y ajustes de los planes de gestión ambiental que permitan mitigar los riesgos a los que está expuesta la Ciénaga de la Caimanera e ir ajustando módulos de acuerdo a las nuevas necesidades detectadas y relevantes de acuerdo al Plan de Gestión ambiental que ha estructurado Carsucre y la entidad local como es la Alcaldía de Coveñas.

Vale la pena resaltar en cuanto a los algoritmos de la plataforma que para este efecto se denomina “Ciénaga y Mar” , deben estar en capacidad de procesar y analizar la información en tiempo real y los datos históricos incluidos para poder generar alertas de forma automática para identificar y gestionar oportunamente los riesgos y ante cualquier eventualidad prestar los servicios por parte de las entidades encargadas a nivel local, tomando decisiones por parte de los administradores a fin de mitigar los efectos de los incidentes ambientales que puedan presentarse.

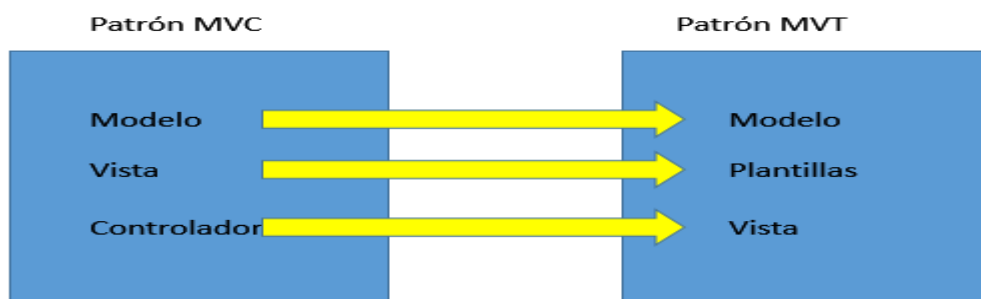
De acuerdo a las características del Software, MySQL (Servicio de Base de datos) y Python, son jóvenes y universales lenguajes para interacción con bases de datos e igualmente accesible

para usuarios menos técnicos al trabajar con sintaxis anglosajona y que puede implementarse para este tipo de monitoreo, además del coste de su uso es gratuito.

Se utilizará el Framework de Python llamado Flask, en el cual se adoptará un patrón de diseño que ofrece seguridad, confiabilidad y facilidad de desarrollo. Por medio de una API, se permitirá la comunicación entre componentes del desarrollo, que por lo general se realiza entre los niveles o capas inferiores y los superiores del software.

#### ***4.3.2.1.Arquitectura MVC en Flask.***

Flask está construido en la clásica arquitectura de programación Modelo Vista Controlador, sin embargo, en Flask este concepto se simplifica en una nueva estructura llamada Modelo-Vista-Template (Figura 1 y 2).



*Figura 1. Arquitectura MVC, fuente: Flask Web Development(2020).*

Parte del trabajo de controlador lo maneja el mismo Framework con sus librerías para manejar el acceso a la base de datos y demás, como resultado se obtiene lo que sería un “controlador” en MVC como “vista” en MVT y lo que tiene que ver con la “vista” se denomina “template”, por otra parte el designado “modelo” en los dos significan lo mismo exceptuando en el acceso a la base de datos que ya viene implementada en Flask (Flask Web Development, 2020).

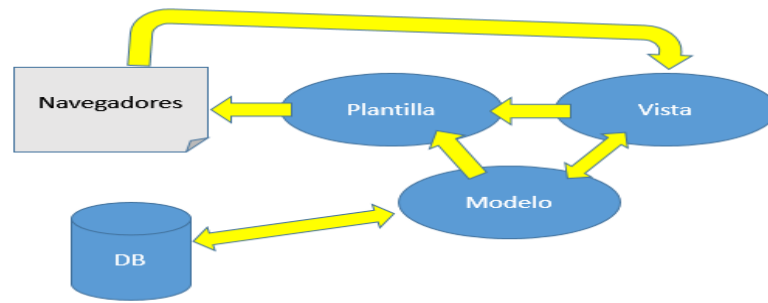


Figura 2. Arquitectura MVC, fuente: Flask Web Development(2020)

**Model (Modelo):** la capa de acceso a la base de datos. Esta capa contiene toda la información sobre los datos: cómo acceder a estos, cómo validarlos, cuál es el comportamiento que tiene, y las relaciones entre los datos.

**Template (Plantilla):** una plantilla en Flask define la forma en que se va a presentar la información al usuario de la aplicación. Puede estar compuesta de contenido estático y de partes dinámicas.

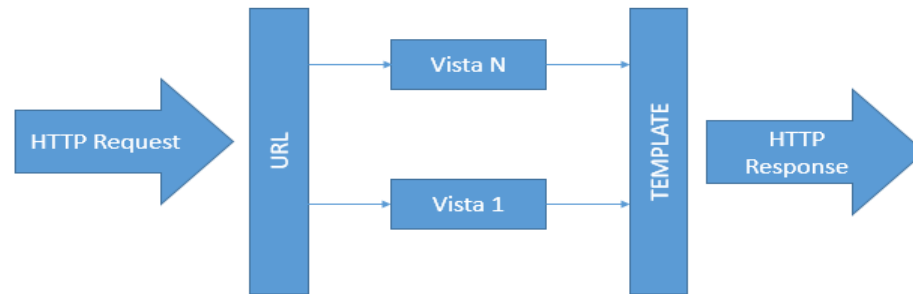
Una plantilla será una instancia de Template, que es comúnmente usada para generar páginas HTML de tal forma que el usuario vea el contenido a través de su navegador, pero no tiene que ser estrictamente utilizada para crear dicho tipo de código, si no que puede producir cualquier formato de tipo texto como XML, CSV, xHTML, entre otros.

Flask tiene su propio motor de plantillas, mediante el cual se puede realizar herencia y posee una sintaxis particular para poder seleccionar objetos y diversos métodos para poder interactuar con el HTML de la página. Un proyecto Flask, se puede configurar, usando varios motores de plantillas, o en su defecto ninguno, si la aplicación no utiliza plantillas (Flask Web Development, 2020).

La forma que tienen las plantillas de recibir datos que le proporcionan la vista es mediante los contextos, que se corresponderán con un diccionario Python. Con esos contextos y después del proceso de renderizado de las plantillas, éstas contarán con los datos recogidos por la vista de la base de datos con el objetivo de mostrarlo al cliente. Quedando en manos de la plantilla ordenarlo y mostrarlo correctamente.

**View (Vista):** Las vistas en Flask se encargan de procesar las solicitudes web generadas por el usuario en la aplicación. Estas vistas son en principio funciones de Python, reciben una solicitud web como parámetro, la solicitud web se utilizará como un objeto `HttpRequest` y la respuesta requerida se devolverá a través del objeto `HttpResponse`. De esta manera, el conjunto de datos solicitado se mostrará al usuario final, lo que agregará un sentido de dinámica a la página web, porque no solo se devolverá la página estática (Flask Web Development, 2020).

Muchas opciones posibles que se pueden devolver al usuario incluyen: páginas HTML, listas de elementos, imágenes, mostrar códigos de error si no se puede proporcionar la solicitud y otras opciones (Figura 3). Para lograr los objetivos anteriores, la vista contiene toda la lógica necesaria para procesar las solicitudes de los usuarios y enviar respuestas. El contenido de la página de la aplicación dependerá de la función de visualización asociada con una determinada URL. La URL es la forma en que los usuarios deben interactuar con la aplicación y poder solicitar objetos. (Flask Web Development, 2020). Por tanto, es necesario establecer una relación entre estas URL y las diferentes vistas disponibles en la aplicación para que puedan devolver con precisión los datos solicitados por el cliente. Ahora, mostramos un diagrama para comprender cómo la capa de vista maneja internamente las solicitudes HTTP generadas en la aplicación:



*Figura 3. Relación URL –vistas. Fuente: Flask Web Development(2020).*

#### **4.3.2.2. Ventajas de utilizar un Framework.**

“Separación clara entre los componentes de un programa; lo cual permite su implementación por separado, la interfaz de programación de aplicaciones API (Application Programming Interface) está muy bien definida; cualquiera que use el API, podrá reemplazar el Modelo, la Vista o el Controlador, sin aparente dificultad y la conexión entre el modelo y sus vistas dinámicas; se produce en tiempo de ejecución, no en tiempo de compilación” (Fernández Romero, 2012).

#### **4.4. Marco Conceptual**

**Python:** Para definir el concepto de lo que es Python, según Challenger, Diaz & Becerra (2014) es un lenguaje de programación interpretado multiplataforma, que se considera multiparadigma ya que soporta diferentes formas de programación como orientación a objetos, programación imperativa y programación funcional. Sin embargo muchas personas no comprenden las diferencias entre este tipo lenguajes y uno compilado, es por eso que Hinojosa Gutiérrez (2016) afirma que un lenguaje interpretado puede ejecutar una aplicación sin necesidad de ser compilada, donde el intérprete reemplaza al compilador y de esta manera se lee el código y se ejecuta. Python Foundation compara a su favor en su documentación, los beneficios que ofrece su servicio en comparación con otros de este mismo tipo como por ejemplo Java, C#, Visual Basic, entre otros,

todo esto para remarcar sus paradigmas de programación dejando entre dicho “las diferentes formas de Python realizar las cosas”.

**Framework:** Este concepto se utiliza en muchas áreas de desarrollo, no solo en aplicaciones web como suele ser mayormente conocido, es por esa razón que Gutiérrez (2014) define este término como la estructura de un software compuesta por componentes personalizables para el desarrollo de una aplicación. Sin embargo un Framework no es exactamente un software, tampoco es algo que se ejecuta sino es un conjunto de conceptos básicos o preestablecidos que permiten trabajar en unión con algún lenguaje de programación; aunque exista una gran variedad de Frameworks web de Python, en el actual proyecto se usará Flask. Blanchette & Roumeliotis (2014) opinan que Flask puede ser considerado para muchos como un “microframework”, sin embargo el ser pequeño no significa que lo haga menos que otros macros. Flask fue firmado como un marco extensible desde cero; proporciona un núcleo sólido con los servicios básicos, mientras que las extensiones proporcionan el resto. Posee dependencias principales como el enrutamiento, la depuración y la puerta de enlace del servidor web. Por esta razón Pantoja & Pardo (2015) evaluaron la productividad de los Frameworks de Python en cuanto a las metodologías ágiles y determinaron una positiva respuesta calificándola como “Muy buena”.

**Programación orientada a objetos:** Es un paradigma de programación que permite diseñar aplicaciones o programas informáticos, basado en técnicas y conceptos de desarrollo como clases, métodos, herencia, abstracción, polimorfismo, encapsulamiento, entre otros. Para el funcionamiento de este, Hinojosa Gutiérrez (2016) expresa que este paradigma trabaja con objetos que funcionan como estructuras en las cuales se pueden almacenar datos de forma coherente e identificada. Una forma de entender la definición de un paradigma según Chazallet (2016), es una representación mediante un modelo teórico coherente, sobre una visión en particular de algún

tema. Por otra parte, Calvo-Valverde (2020) realiza una explicación educativa sobre el funcionamiento del POO (Programación orientada a objetos), en la cual plasma ejemplos muy sencillos para su fácil comprensión ya que emplea “árboles” para definir el concepto de objetos, donde cada uno tiene atributos, además pertenecen a una clase abstracta o compleja y puede instanciarlos desde un antecesor como clase padre y de esta forma dar una noción de herencias.

**Patrón de diseño:** Cuando hablamos de un patrón de diseño nos referimos directamente a la arquitectura de un software, por este motivo Rodríguez Portela (2019) habla de los aspectos más importantes para el diseño de un software, ya que constituye “un conjunto de buenas prácticas” como resultado de la experiencia de otros desarrolladores de Software.

Gutiérrez J. (2014) deja entre dicho que son técnicas para solucionar problemas similares en el desarrollo de software y otros ámbitos concernientes al mismo, por lo cual tienen ciertas características como lo son la efectividad o la reusabilidad para poder ser aplicados en diferentes situaciones.

Existen distintas categorías según la escala o nivel de abstracción; patrones de arquitectura, patrones de diseño, dialectos, razón por la cual decidimos trabajar MVT (Modelo-Vista-Templante) que se basa en MVC (Modelo-vista-controlador), donde Calvo-Valverde (2020) explica que cuya finalidad es separar la lógica y el diseño de la aplicación; el modelo se encarga comúnmente de consultas y actualizaciones a la base de datos, el controlador recibe las órdenes del usuario y solicita los datos al modelo, para después enviarlos a la vista. La vista es la interfaz gráfica de la información, es decir, el lugar donde se visualizan los datos.

**Metodología de desarrollo:** Cuando hablamos de este concepto debemos tener en claro que es un molde de trabajo empleado para planificar, estructurar y controlar el proceso de un desarrollo

de software. Parece algo simple de entender pero podría malinterpretarse, estas técnicas nos permiten segmentar por etapas el progreso de la construcción de un software. Molina Ríos, Zea Ordóñez, Contenido Segarra, & García Zerda (2017) afirman que las mejores metodologías de desarrollo son utilizadas dependiendo del entorno de desarrollo, los cuales pueden dividirse en los grupos más comunes como: escritorio, móvil y web.

En el actual proyecto se utilizó Programación Extrema (XP), González Campos & Fernández Martínez (2015) lo definen como una Metodología Ágil de desarrollo de software basada en 3 conceptos claves; la simplicidad, la comunicación y el reciclado continuo de código. Su prioridad es la simplicidad porque permite agilizar el desarrollo y facilita el mantenimiento, ya que un diseño complejo puede aumentar dificultad exponencialmente, debido a que múltiples modificaciones por parte de los diferentes desarrolladores.

Molina Montero, Vite Cevallos, & Dávila Cuesta (2018) explican que las metodologías de desarrollo ágil van destinadas para equipos de trabajo donde sus integrantes sean menor a diez, además para usar una metodología de desarrollo ágil es necesario la disponibilidad del cliente, ya que se necesita su retroalimentación de manera continua.

## **5. Metodología**

### **5.2. Enfoque de la Investigación**

El enfoque utilizado en la Investigación es cuantitativo, debido a que esta se basa en la obtención de una serie de datos y en el consecuente análisis de los mismos, por lo cual requiere de una serie de instrumentos de investigación entre los cuales se pueden hallar instrumentos estadísticos y algunos algoritmos (Marketing E-nquest, 2018).

De esta forma, la metodología que se desarrolla en la investigación cuantitativa se diferencia en su procedimiento de otras debido a la existencia de información numérica o algoritmos, su naturaleza descriptiva, los cuestionarios o encuestas con preguntas cerradas y factibles de tabular y analizar con herramientas informáticas como herramienta fundamental y es posible predecir el comportamiento de la población a través de una muestra.

### **5.3. Diseño de la Investigación**

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se realizarán dos fases, inicialmente un estudio descriptivo donde se definen los parámetros normativos del agua en Colombia (Objetivo 1) y posteriormente una investigación aplicada donde se propone desarrollar y validar la plataforma web para monitorear los factores de riesgo medio ambiental a los cuales se expone la Ciénaga de la Caimanera.

Enmarcada en el campo de las Ciencias Sociales se propone el diseño de la investigación descriptiva para abordar el primer objetivo debido a que de lo que se trata es describir las características más importantes acerca del objeto de estudio y las maneras como opera en un contexto dado (Hurtado, 2012). Este tipo de estudios tiene la particularidad también de proporcionar información para plantear nuevas investigaciones o nutrir otros proyectos macros en la misma línea sugiriendo alternativas, mejoras o nuevas miradas, en este caso no se podrán emitir

conclusiones ni explicaciones generales. Según el mismo Hurtado (2012, p. 15), la investigación descriptiva asume en sus objetivos la descripción precisa del objeto a estudiar, asociada a otorgar un diagnóstico enumerando detalladamente sus características en dos etapas las cuales se pueden mostrar en la Tabla 1:

Tabla 1

*Objetivos del estudio descriptivo*

<b>Objetivo Específico</b>	<b>Actividades</b>
Identificar los fundamentos normativos del agua en Colombia para establecer el estándar de protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una revisión Bibliográfica sobre los parámetros normativos que se incluyen en los planes de gestión ambiental.</li> <li>2. Identificar cuáles son los factores contaminantes principales.</li> </ol>

Fuente: Diseño propio de los investigadores (2020).

Aquí se requiere de un nivel elemental de clasificación de la información en función de características comunes para luego poner en relación los elementos observados a fin de obtener con mayor detalle la descripción de los fenómenos.

Con relación a lo anteriormente enunciado, según Borderleau (1987), al desarrollar una investigación que trabaje con uno o varios elementos de estudio (Legislación ambiental – Planes de Desarrollo) no es necesario establecer relaciones de causalidad entre ellos, por lo cual no se formulan hipótesis y por eso es preferible asumir la técnica de revisión documental para el análisis de la información.

La segunda fase de la investigación, consiste en una investigación aplicada enfocada en el desarrollo tecnológico de una plataforma para la evaluación, seguimiento y control ambiental de la Ciénaga de la Caimanera es una herramienta abierta, integrable, modular y escalable que debe

tener tres componentes:

- Datos.
- Modelos analíticos.
- Módulo de administración.

Lo anterior permitirá una integración a través de soluciones de software y hardware existentes y de diseño propio para de tal forma entregar en un ambiente único toda la información relevante que pueda captarse para la gestión y ajustes de los planes de gestión ambiental que permitan mitigar los riesgos a los que está expuesta la Ciénaga de la Caimanera e ir ajustando módulos de acuerdo a las nuevas necesidades detectadas y relevantes de acuerdo al Plan de Gestión ambiental que ha estructurado Carsucre y la entidad local como es la Alcaldía de Coveñas.

De acuerdo a las características del Software SQL (Structured Query Lenguaje) es un joven y universal lenguaje para interacción con bases de datos e igualmente accesible para usuarios menos técnicos al trabajar con sintaxis anglosajona y que puede implementarse para este tipo de monitoreo. Esta etapa puede realizarse a través de las actividades relacionadas en la Tabla 2:

**Tabla 2**

*Desarrollo fase tecnológica*

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades</b>
Diseñar una solución tecnológica enmarcada en el régimen jurídico del agua para la protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recopilación de la información necesaria que debe manejarse respecto a legislación ambiental, análisis de riesgos potenciales y parámetros medioambientales.</li> <li>2. Análisis de los protocolos de diseño y software basado en SQL.</li> <li>3. Identificación de requisitos de diseño.</li> <li>4. Desarrollo del prototipo.</li> </ol>

Objetivos Específicos	Actividades
Validar la solución tecnológica con pruebas funcionales y no funcionales para garantizar los estándares de protección de la ciénaga la caimanera.	5. Realizar pruebas funcionales. 6. Realizar pruebas no funcionales. 7. Validar el prototipo.

Fuente: Diseño propio investigadores (2020).

#### 5.4. Variables de estudio

Las tres variables del estudio propuesto se describen en el marco teórico y corresponden a aspectos normativos con relación a los planes de desarrollo ambiental y al desarrollo de una plataforma tecnológica, según se describe en la tabla 3:

**Tabla 3**  
*Definición de variables de estudio*

Variables	Descripción
Normas de Derecho ambiental para la protección del medio ambiente	Especifica las normativas internacionales en el contexto medioambiental a fin de salvaguardar el desarrollo sostenible de quienes infrinjan las normas ocasionando perjuicios a comunidades y países propios o vecinos.
Marco normativo ambiental Colombiano	Establece la normativa legal colombiana para la protección del medio ambiente. Establece los protocolos sobre los cuales se construyen los planes territoriales, locales y nacionales para la protección de ecosistemas y comunidades.
Tecnologías para Monitoreo y Control ambiental	Son componentes asociados a Software y Hardware que se establecen para apoyar gestiones administrativas y operativas de Instituciones y organismos de control, en este caso para el monitoreo d riesgos ambientales con base en información histórica y en tiempo real.

Fuente: Diseño propio de los investigadores (2020).

## 5.5. Instrumentos

A fin de determinar los instrumentos que se requieren para recopilar y analizar la información, es necesario tener en cuenta que tratándose en la primera fase (Objetivos 1 y 2) de un análisis documental se requiere según su especificidad acudir a los instrumentos relacionados en la Tabla 4:

**Tabla 4**

*Técnicas e Instrumentos de la Investigación*

<b>Actividad</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Realizar una revisión Bibliográfica sobre los parámetros normativos que se incluyen en los planes de gestión ambiental.	Análisis Documental	Fichas de análisis
Identificar cuáles son los factores contaminantes principales.	Observación	Registros fotográficos Encuestas
Implementar un instrumento para estimar los factores de riesgo medioambiental.	Análisis Documental	Encuestas

Fuente: Diseño propio de los investigadores (2020).

## 5.6. Procedimiento

Tratándose de una investigación basada en el método descriptivo se deben realizar las siguientes etapas:



*Figura 5. Procedimiento de la investigación*

## 6. Resultados

### 6.1. Identificar los fundamentos normativos del agua en Colombia para establecer el estándar de protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas

Realizada la revisión documental con base en los aspectos normativos para el manejo del agua en la literatura jurídica colombiana disponible se encontraron los siguientes parámetros que de una u otra forma se están viendo vulnerados con las prácticas medioambientales en la zona de influencia del proyecto. De tal forma paso seguido en la tabla 5, se resumen los parámetros normativos que están disponibles y actualizados y que hacen parte de las políticas emanadas del Ministerio el Medio Ambiente y que son el soporte para la construcción de los planes de Gestión Ambiental que a la vez se incluyen en los planes de desarrollo local y regional.

**Tabla 5**

*Fundamentos normativos del agua en Colombia*

Norma	Descripción
Ley 99 de 1993	Se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), para asegurar la adopción y ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el ambiente y el patrimonio natural de la Nación.
la Resolución 822 del 16 de agosto de 2013	Lineamiento pertinente para darle manejo a los planes ambientales a través de diferentes medidas como: la medida de compensación, de mitigación, rehabilitación y los diferentes planes de contingencia a nivel local y de la zona.
Principio 10 de la Declaración de Río	Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

Resolución 22355 de 2015.	Instrumento para la gestión en materia medioambiental a partir del análisis situacional interno y del entorno con el fin de plantear programas y acciones ambientales que promuevan el manejo eficiente y uso racional de los recursos naturales.
Constitución política de Colombia de 1991	Capítulo 3 de los derechos colectivos y del medio ambiente.
<b>Artículo 79. Constitución Política Colombiana</b>	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Decreto 2811 /de 1974.	El cual se dicta el código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
La ley 99 de 1993	Numeral c) Enfatiza la apropiación del enfoque de desarrollo sostenible. (Art 3).
Decreto 302 de 2000. Por la cual se reglamenta la Ley 142 de 1994.	En materia de prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado.
Decreto 1505. Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002.	En relación con los planes gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Diseño propio de los investigadores con base en revisión documental de aspectos normativos de manejo del agua (2020).

Seguidamente mediante un trabajo de campo se aplica una encuesta a los habitantes de la zona fin de determinar los factores de riesgo medioambiental a que se encuentra expuesta la Ciénaga de la Caimanera y se contrasta con la normativa expuesta, seleccionándose un muestreo no probabilístico por conveniencia dado que se seleccionan habitantes de la zona que conocen la problemática a fin de realizar el respectivo análisis de riesgos y seguidamente a través de la

aplicación del instrumento constatando las diferentes normativas que no se cumplen en la zona de influencia del proyecto.

### **6.1.1. Análisis de los riesgos ambientales a los que se encuentra expuesta la Ciénaga la Caimanera para generar acciones concretas en los planes de gestión ambiental del municipio de Coveñas, Sucre.**

En este apartado y como parte integral del primer objetivo, a partir de información obtenida de fuentes primarias como pobladores de la zona, autoridades departamentales y locales y fuentes secundarias surgidas a partir de documentos provenientes de estudios y aportes de investigadores de entidades públicas y privadas, se procede a realizar un inventario de riesgos a los cuales se encuentra expuesta la Ciénaga de la Caimanera, producto de malas prácticas de manejo ambiental y que deben ser incorporadas a los planes de Gestión Ambiental del municipio de Coveñas.

En cuanto al perfil ambiental de la región caribe colombiana, la región del Caribe colombiano tiene una gran diversidad, en sus ecosistemas terrestres, marinos y marinos- costeros, los cuales incluyen los bosques tropicales, arrecifes y manglares, sin embargo las actividades humanas han generado cambios irreversibles sobre el territorio, afectando su estructura por lo cual es necesario realizar un diagnóstico de los recursos ambientales identificando los problemas y dando las posibles soluciones (Rodriguez, 2018).

Con relación a la zona de influencia del proyecto, para desarrollar un adecuado plan de gestión ambiental, es importante determinar el manejo de los manglares de las zonas de recuperación y preservación del municipio de Coveñas. Así es como, los ecosistemas son considerados un sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos, en Colombia, pero por las malas prácticas

surgidas de una deficiente cultura ambiental y una falta de control, la degradación de estos ecosistemas ha llegado a puntos alarmantes en los departamentos costeros a causa de las actividades humanas (CARSUCRE, 2013).

El departamento de Sucre ubicado en la región caribe, es considerado como una de las zonas más afectadas por el conflicto armado y los desastres naturales, lo que ha ocasionado grandes problemáticas sociales. En este sentido, la gestión de riesgos es un punto central para lograr evitar los futuros desastres ocasionados, por lo cual, se utilizan diferentes herramientas para mitigar los daños ocasionados, como el originado por el derramamiento de crudo del oleoducto Caño Limón – Coveñas y las inundaciones que se presentan en época de inviernos que afectan el equilibrio hídrico de la zona y los niveles de salinidad (Gobernación del Departamento de Sucre, 2018).

La Ciénaga de la Caimanera es considerada uno de los atractivos turísticos más importantes de la zona que integra en un corredor vial de 15 Kms a los municipios de Santiago de Tolú y Coveñas, los cuales coinciden con muchos aspectos turísticos lo que les confiere una competencia turística relevante en temporada alta, más, sin embargo, genera un riesgo muy alto para el ecosistema al generar una gran cantidad de residuos sólidos que son vertidos al espejo de agua (Ospino, 2017).

Con relación al desarrollo acelerado de las construcciones en la zona de la Ciénaga de la Caimanera y la abundancia de manglares en la zona que comprende cerca de nueve especies, los cuales han sido menguados aceleradamente por el excesivo aprovechamiento forestal, debido a sus productos y a su utilidad para la construcción de viviendas y vigones, entre otros (Sánchez, 2017).

La ciénaga de la caimanera es una reserva protegida y posee un valor ecológico importante para el equilibrio de este ecosistema, pero es evidente que existe un deterioro en algunos sectores

de la ciénaga por la tala indiscriminada, afectando el equilibrio eco sistémico y su protección, que afecta a cerca del 40% del área (Morales, 2013).

En referencia a la alta densidad poblacional flotante de la zona, el análisis urbano ambiental del espacio litoral del municipio de Coveñas realizado por instituciones de educación superior del departamento de Sucre han propuesto investigaciones con la utilización de diferentes métodos, evidenciando un mapa de riesgos del espacio litoral, asociados a problemas sensibles como: la alta densidad de segundas residencias en zonas de potencial uso turístico, el inadecuado uso de los arroyos e inclusive la pesca indiscriminada de diferentes especies, planteando la necesidad urgente de atacar los problemas y buscar una solución, a partir de acciones concretas a partir de los planes de gestión municipales (Guevara, 2016).

Siendo una zona habitada por población raizal de la ciénaga de la caimanera, en alto grado de vulnerabilidad debido a su alta tasa de desempleo, su analfabetismo y sus precarias condiciones de vida digna, careciendo de los servicios públicos domiciliarios esenciales como el agua y el acueducto, entre otros, sin embargo, en medio de tanta necesidad y de tanto desempleo, la comunidad ha desarrollado diferentes modos para subsistir entre ellas desarrollar el ecoturismo para garantizar tanto a los habitantes como a los futuros visitantes la capacidad de producir, generar educación y protección al medio ambiente, lo cual contrasta con una deficiente cobertura en acueducto, aseo y alcantarillado que se ha convertido en otro riesgo al generar vertimientos de aguas negras al cuerpo cenagoso (Buelvas, 2014).

Por último, uno de los riesgos asociados al medioambiente fue la construcción de la carretera Tolú–Coveñas que influyó drásticamente en la degradación progresiva y sostenida en los ecosistemas de manglar, debido a que esta infraestructura originó asentamiento de poblaciones

humanas costeras, las cuales a su vez son responsables de la tala indiscriminada de mangles para el acondicionamiento de lotes destinados principalmente a la construcción de cabañas , centros recreacionales y viviendas, en el sector de la Boca de la Ciénaga, Punta de Piedra, Palo Blanco, Coveñas, entre otros.

Esta situación trajo consigo por muchos años un impedimento en el flujo hídrico normal en los manglares, disminuyendo drásticamente la productividad de estos ecosistemas, y al no presentar la Región del Golfo de Morrosquillo importantes formaciones delticas que alimenten estas zonas boscosas, entonces los drenajes de sus respectivas planicies aluviales están condicionadas por los aportes hídricos de agua continental y las inundaciones que se presentan en temporadas de lluvias, que se convierte en un problema delicado al interrumpirse el movimiento hídrico desde y hacia el manglar se depositan grandes cantidades de aguas, que en épocas de sequía por efectos de la evaporación ocasionan fenómenos de hipersalinización, que inhiben la regeneración natural de los mangles y ocasionan en arboles adultos un estrés biológico que ocasiona muertes masivas por enfermedades y exceso de salinidad (Urueta, 2015).

Hace cinco décadas una de las especies más abundantes en la zona de la Ciénaga de la Caimanera, los caimanes eran la especie más abundante. Sin embargo, la caza indiscriminada para comercializar las pieles puso al borde de la extinción la otrora especie reina en dicho ecosistema. Actualmente, solo se observan cerca de 150 ejemplares de ese animal, muy a pesar de que ha habido reforestaciones y repoblamientos, la lucha por su conservación se realiza a través de los guías turísticos y guardas del medioambiente que luchan por el cuidado de esta especie.

Una de las acciones para mitigar los riesgos es la práctica ecoturística que se hace a los turistas son en canoas para no contaminar, solo se permite el acceso de las lanchas a motor un único día:

el 16 de julio, fecha en que los pescadores y lancheros conmemoran el Día de la Virgen del Carmen. El grupo de guías y eco guadianés que se organizaron hace 25 años se han formalizado en una asociación para trabajar en pro de la Ciénaga, utilizan además la pesca artesanal, todo de forma controlada para cuidar su principal fuente de alimentación, pero se requiere que una entidad acompañe la actividad con un monitoreo para realizar seguimiento a la especie de caimanes aguja que habitan la zona.

### **6.1.2. Los riesgos medioambientales en la Ciénaga de la Caimanera**

Al respecto de este apartado se recurren a fuentes primarias como son los pobladores de la zona, quienes a través de una encuesta, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia para que de acuerdo a su experiencia (son nativos de la zona y residen por tanto hace más de 30 años), aportasen valiosa información sobre los riesgos a que se encuentra expuesta la Ciénaga de la Caimanera y la degradación continua que ha presentado debido a la intervención humana. El modelo de encuesta aplicado se encuentra en el anexo 1.

La encuesta fue aplicada a 21 residentes de la zona con la condición que fueran nativos y residentes a fin de garantizar la confiabilidad de la información suministrada. En el siguiente numeral se exponen los valiosos aportes de los nativos de la Ciénaga La Caimanera quienes pertenecen a la asociación de lancheros que tradicionalmente organizan viajes de excursión por la ciénaga, sirven de guías y trabajan en el sector turístico.

#### *6.1.2.1. Resultados de la encuesta*

Los resultados de la encuesta realizada mediante un trabajo de campo con los testimonios de los habitantes y nativos de la zona se muestran a continuación en la tabla 6. La información se realizó

mediante una visita puerta a puerta a los pobladores de la zona y en un recorrido en lancha por la Ciénaga de la Caimanera como se evidencia en el registro gráfico.

**Tabla 6**

*Caracterización de la población y aspectos generales*

<b>CARACTERIZACIÓN</b>				
<b>No. Enc</b>	<b>Elab PGA</b>	<b>Hom</b>	<b>Muj</b>	<b>Resid Zona</b>
1	1	1		36
2	1	1		10
3	1	1		47
4	1		1	41
5	1		1	43
6	1	1		43
7	1		1	48
8	1		1	52
9	1		1	49
10	1	1		55
11	1		1	29
12	1	1		34
13	1	1		43
14	1	1		38
15		1		48
16	1		1	33
17	1	1		40
18	1		1	30
19	1		1	28
20	1	1		38
21	1	1		32
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>38,9</b>

Fuente: Diseño propio investigadores (2020) testimonios habitantes.

De acuerdo a la anterior tabla puede concluirse que 20 de los 21 encuestados han sido consultados para la elaboración de los Planes de Gestión Ambiental (PGA), 12 son hombres y 9 mujeres con un promedio de tiempo de residencia en la zona entre 10 y 55 años (39 años en

promedio). Con base en esta información recabada se clasifican los riesgos en alto, medio y bajo de la siguiente manera y se registran en las tablas 7 y 8:

Tabla 7  
*Riesgos medioambientales identificados por los pobladores de la zona*

<b>RIESGO MEDIOAMBIENTAL IDENTIFICADO</b>									
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1	1	3	2	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	3	3	1	1	3	2
1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
1	2	1	1	1	1	1	1	3	2
1	1	1	2	2	1	1	1	3	2
1	1	2	2	2	1	1	1	2	1
1	1	1	2	1	1	2	1	3	1
1	1	1	2	1	1	2	1	3	1
1	1	1	2	1	1	2	1	3	2
1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
1	2	2	2	1	1	1	1	3	1
1	1	2	2	1	1	2	1	1	1
1	2	3	2	1	1	2	1	3	2
1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
1	1	1	3	1	1	2	1	3	3
1	2	1	2	1	2	3	1	3	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	2	1	3	1
1	1	3	3	1	1	1	1	3	1
1	2	1	2	1	1	2	1	3	1

**1,0    1,2    1,4    2,0    1,2    1,1    1,6    1,0    2,4    1,5**

Fuente: Diseño propio investigadores (2020) testimonios habitantes.

Cada numeral corresponde a una pregunta y por tanto a un tipo de riesgo así:

1. Pesca indiscriminada.
2. Sacrificio de Cangrejos.
3. Contaminación por basuras.

4. Tala indiscriminada de mangles.
5. Afectación del intercambio de aguas por la carretera.
6. Derramamiento de crudo por el oleoducto.
7. Mala cultura ambiental de los pobladores.
8. Deficiente servicio de agua y alcantarillado en la zona.
9. Aumento de salinidad en época de verano.
10. Malos drenajes.

La escala valorativa utilizada en la encuesta fue:

<b>TIPO DE RIESGO</b>	
1	<i>Alto</i>
2	<i>Medio</i>
3	<i>Bajo</i>

Tabulada la encuesta se encuentra la siguiente valoración a los riesgos:

Tabla 8

*Clasificación de riesgos en la Ciénaga de la Caimanera*

<b>No.</b>	<b>Pregunta</b>	<b>TR</b>
<i>1</i>	Se observa pesca indiscriminada en la Ciénaga la Caimanera	
<i>2</i>	Se atenta contra los Cangrejos impidiendo su crecimiento normal	
<i>3</i>	Los turistas dejan mucha basura la que va a parar a las aguas	
<i>4</i>	Se observa una tala indiscriminada de mangles	
<i>5</i>	La carretera afecto el intercambio de aguas del mar a la ciénaga	
<i>6</i>	Afectación por derramamiento de crudo del oleoducto	
<i>7</i>	Contaminación por mala cultura ambiental de los pobladores	
<i>8</i>	Contaminación por deficiente servicio de agua y alcantarillado en la zona	
<i>9</i>	Aumento de salinidad en épocas de verano	
<i>10</i>	Malos drenajes en la vía que afectan la Ciénaga	

Fuente: Diseño propio investigadores (2020) testimonios habitantes.

En color rojo se observan los riesgos catalogados como altos, en amarillo los de tipo medio y en verde los de tipo bajo, de tal manera el único riesgo bajo es la salinidad en tiempo de verano, de tipo medio la tala de mangles, una inadecuada cultura ambiental y los drenajes. Los demás son

de alto riesgo y presentan un peligro para el ecosistema de la Ciénaga. A continuación, se presentan evidencias gráficas de los daños al ecosistema presentados por la intervención del hombre y la mala cultura medioambiental aplicada en la zona que tiene una población flotante sobre todo en época de vacaciones (temporada alta). Todas las fotografías fueron tomadas en la zona de la ciénaga el día 13 de agosto de 2020.

### **Impacto medioambiental evidente en la Ciénaga de la Caimanera**

El siguiente testimonio gráfico da cuenta de los riesgos ambientales a los que está sometida la Ciénaga de la Caimanera:

#### **Contaminación evidente por intercambio hídrico entre agua del mar y acceso a la ciénaga**



Ilustración 1. Zona marítima, antes del puente que conduce al ingreso de la Ciénaga de la Caimanera.

*Se evidencia una contravención a la ley 99 de 1993 debido a que el municipio de Coveñas no toma en cuenta las medidas de adopción de los programas de protección medioambiental en los cuerpos de agua y la Ciénaga que es considerada patrimonio natural de la nación (Ilustración 1-2-3 y 4).*



Ilustración 2. Zona costera en el ingreso de la Ciénaga de la Caimanera.



Ilustración 3. A medida que se ingresa en la Ciénaga se puede observar el cambio de color del agua.



Ilustración 4. En el sector del caño es evidente la alta sedimentación que presenta la Ciénaga.

### **Contaminación del cuerpo de agua por residuos sólidos**



Ilustración 5. Desde la zona de playas se evidencia la contaminación que afecta igualmente a la Ciénaga.

## Contaminación por manejo inadecuado de las basuras



Ilustración 6. Manejo de residuos solidos.

La recolección de basuras es muy deficiente. Normalmente se realiza cada tercer día y la medida recurrente es arrojar las basuras a la zona de mangles con lo cual se observa una evidente afectación del mismo, además de la tala indiscriminada de los mismos para utilizarlos en construcción y elaboración de muebles y artesanías. El panorama en época de temporada alta es mucho más desalentador, esta fotografía se toma cuando están cerradas las playas por el efecto de la Pandemia, con una inactividad del turismo por seis meses cuando se supone no hay flujo de turistas a la zona.

*Con las ilustraciones 5, 6, 7 y 8 se denotan una clara contravención al Decreto 1505 de 2004 que modificó el Decreto 1713 de 2002 con respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos para evitar la contaminación de los cuerpos de agua.*



Ilustración 7. Las basuras se arrojan cerca de los cuerpos de agua y son más dañinas aun cuando se arrojan bolsas plásticas no biodegradables.



Ilustración 8. Se evidencia el daño que se causa a las raíces del mangle con lo cual se afecta su crecimiento.

### Afectación por infraestructura debida a la construcción de la carretera



Ilustración 9. Los manjones de la carretera se encuentran obstruidos por lo cual se observa represamiento de aguas y sólidos que afectan el intercambio hídrico.



Ilustración 10. La acumulación de basuras es evidente.



Ilustración 11. Daño integral progresivo por represamiento de aguas negras.

*En las ilustraciones 9, 10 y 11 se evidencia la violación de la Resolución 22355 de 2015 que hace responsable al municipio o ente territorial acerca de la promulgación de medidas para mitigar el impacto medioambiental en os siguientes casos:*

- *Análisis situacional interno y externo*
- *Licencia ambiental para construcciones de obras civiles y de infraestructura*
- *Acciones ambientales para promover el manejo eficiente y uso racional de los recursos naturales.*

*Se viola igualmente la disposición del Decreto 2811 de 1974 y el artículo 79 de la Constitución Política Colombiana, respecto al Código Nacional de los recursos naturales al permitir que las construcciones de obras de infraestructura pongan en riesgo la estabilidad del medio ambiente y los cuerpos de agua en este caso.*

### Afectación por construcción en zonas vedadas



Ilustración 12. Es común observar construcción de viviendas y cabañas sin atender una adecuada planificación y en zonas de invasión al ecosistema.



Ilustración 13. Invasión de zonas aledañas a la ciénaga, afectando considerablemente al ecosistema.

*En las ilustraciones 12, 13 y 14 se denota una contravención a la ley 99 de 1993 respecto al numeral c donde se enfatiza que el pregonado desarrollo sostenible no tiene en cuenta la afectación al medio ambiente, que es consecuencia de un crecimiento desordenado, además de violar el Decreto 302 de 2002 respecto al tratamiento de aguas residuales al no existir un adecuado sistema de acueducto y alcantarillado.*



Ilustración 14. Efectos del crecimiento desordenado y mal manejo de aguas residuales.

#### **Aumento de salinidad en el verano**



Ilustración 15. La reducción de los cuerpos de agua por evaporación generan aumento de la salinidad y las aguas estancadas afectan considerablemente a la zona de la ciénaga.

*La ilustración 15 muestra una contravención a las Resolución 822 de 2013 respecto al inadecuado manejo que se da el Ecosistema de la Ciénaga de la Caimanera en términos de mitigación y rehabilitación de los cuerpos hídricos por efectos ambientales propiciados por situaciones climáticas evidentes.*

## **6.2. Diseñar una solución tecnológica enmarcada en el régimen jurídico del agua para la protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.**

Para el desarrollo del software se debe determinó el lenguaje de programación Python y la conexión a la base de datos MySQL, razón por la cual se requirió de ciertas librerías que permitiesen el enlace de estos, por lo cual se usó Flask, que en su defecto es un Framework que permite trabajar servidores Web. Para el desarrollo de este se planteó una metodología de desarrollo ágil llamada Programación Extrema (XP) cuya finalidad es cumplir con nuestras expectativas en el menor tiempo posible. El ciclo de desarrollo de esta metodología propone trabajar las siguientes etapas:

### **6.2.1. Análisis**

En esta etapa se realizó el respectivo levantamiento de requerimientos mediante las historias de usuario donde se describe cada una de las funcionalidades que se requiere en el hardware y en el software.

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 1	<b>Nombre:</b> Captación de datos de sensores
<b>Usuario:</b> Sistema	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	
<b>Descripción:</b> La funcionalidad de esta sección es tomar la información captada por los sensores que se guardarán en un archivo de texto para posteriormente ser subidos a la base de datos.	
<b>Observaciones:</b>	

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 2	<b>Nombre:</b> Inicio de sesión y Supresión de roles.
<b>Usuario:</b> Administrador	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	
<b>Descripción:</b> En la sección de administración se requerirá un comprobación de los datos del usuario para iniciar la sesión, la cual permitirá el ingreso a la plataforma que estará instanciada por roles. Estos niveles de acceso definirán los permisos que tiene el usuario.	
<b>Observaciones:</b>	

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 3	<b>Nombre:</b> Gestor de contenidos
<b>Usuario:</b> Administrador	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Bajo
<b>Puntos estimados:</b> 3	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	
<b>Descripción:</b> En la gestión de contenido se permitirá la publicación de contenido en la página principal.	
<b>Observaciones:</b>	
<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 4	<b>Nombre:</b> Captura de datos de las muestras
<b>Usuario:</b> Administrador	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	
<b>Descripción:</b> Permite capturar la humedad relativa, presión atmosférica, temperatura, pm2 y pm10, lo cual el sistema se encargará de subir a la base de datos la información obtenida.	
<b>Observaciones:</b>	

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 5	<b>Nombre:</b> Generación de gráficas estadísticas
<b>Usuario:</b> Administrador	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	

<b>Descripción:</b> Permite graficar las muestras tomadas de la humedad relativa, presión atmosférica, temperatura, pm2 y pm10.
<b>Observaciones:</b>

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número: 6</b>	<b>Nombre:</b> Gestión de usuarios
<b>Usuario:</b> Administrador	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Medio
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Ronaldo Aldair Sinning Montero	
<b>Descripción:</b> En esta sección se gestionarán los usuarios con acceso a la página de administración.	
<b>Observaciones:</b>	

### Requerimientos funcionales para Usuarios Públicos

- 1.1 El sistema deberá permitir al usuario acceder a la página principal donde se encuentra la información general.
- 1.2 El sistema deberá mostrar al usuario un gráfico de las últimas muestras capturadas por los sensores.
- 1.3 El sistema deberá proporcionar al usuario la información de contacto de los administradores del sistema.

### Requerimientos funcionales para Usuarios Administradores

- 1.1 El sistema deberá permitir al usuario acceder a la página de administración del sistema a través de un inicio de sesión.
- 1.2 El sistema validara automáticamente los datos suministrados para iniciar sesión de administrador.
- 1.3 El sistema deberá proporcionar al usuario la información de las capturas realizadas por los sensores.

1.4 El sistema permitirá crear un filtro de búsqueda y generar reportes en base a ello.

1.5 El usuario administrador podrá administrar la información de los usuarios registrados y crear nuevos usuarios.

1.6 El administrador podrá registrar nuevas estaciones y vincularse a la web.

### **Requerimientos no funcionales**

1.1 Seguridad de la información.

1.2 Disponibilidad al sistema el 99% del tiempo.

1.3 Accesibilidad para cualquier plataforma o dispositivo.

1.4 Rendimiento del sistema para soportar las múltiples peticiones.

### **Requisitos**

<b>Nombre</b>	<b>Función</b>
Python-3.8.3	Backend
Jetbrains PyCharm	Herramienta de desarrollo
Flask	Backend
MySQL	Bases de Datos
PyMySQL	Backend
Schedule	Backend
Json	Frontend
Tarjeta Raspberry Pi	Hardware
Tarjeta Arduino	Hardware
Módulo GSM	Hardware
Sensores	Hardware
Conexiones	Hardware
Servicio DNS	Acceso a la Web

### 6.2.2. Diseño

En esta etapa se busca la creación de diseños simples que sean entendibles y programables, para comprender el diseño, y así facilitar la codificación del software.

Por esta razón se plantearon diagramas UML para plantear una mejor comprensión y facilidad a la codificación del software.

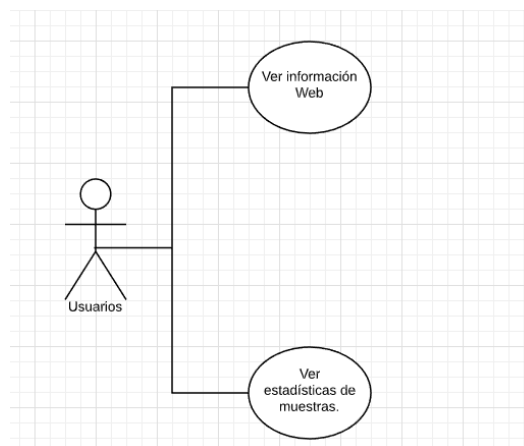


Figura 6. Diagrama UML

Los usuarios visitantes no pueden acceder a la información completa de todos los sensores, dado que solo se muestra las últimas muestras calculadas. Los administradores del sistema no solo podrán visualizar todos los datos a través de tablas sino también por gráficas.



Figura 7. Diagrama UML

En el siguiente gráfico se visualiza el esquema de la base de datos utilizada para almacenar la información:

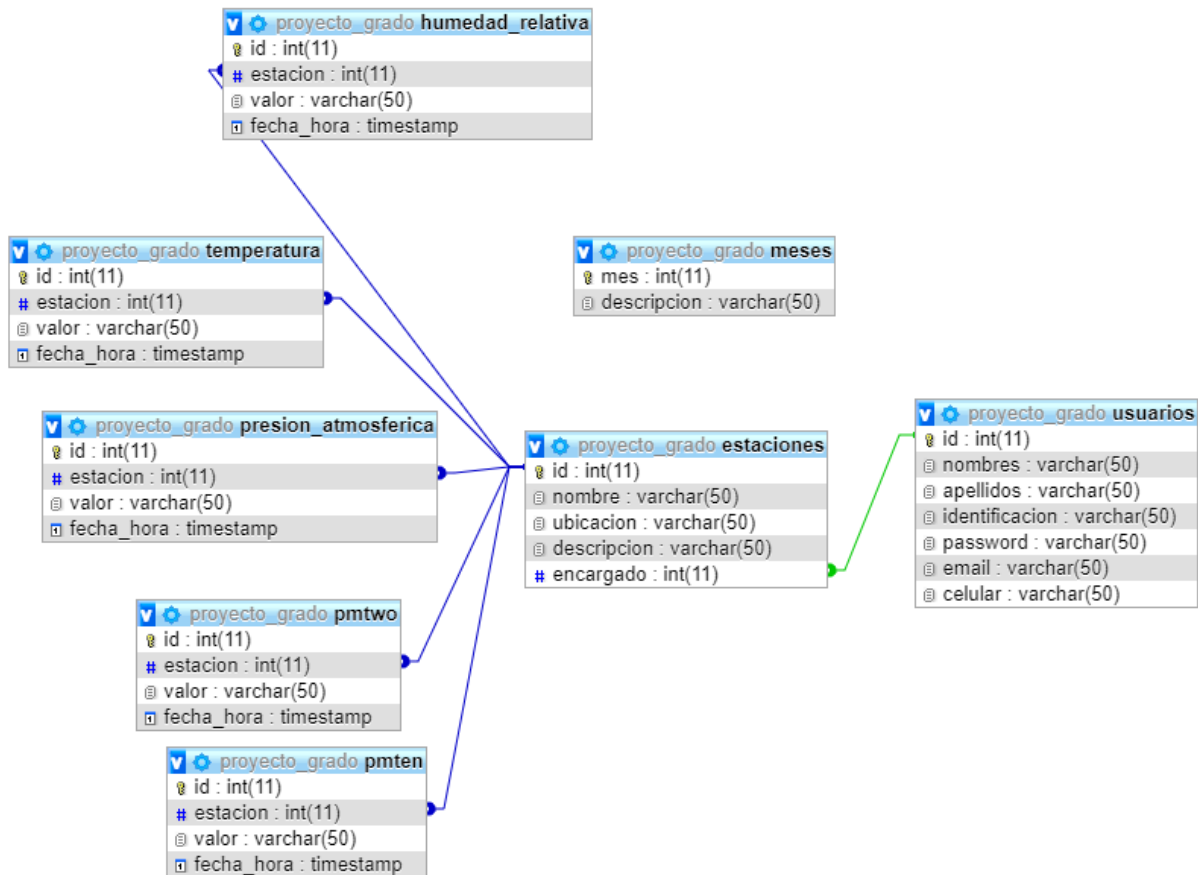


Figura 8. Esquema de base de datos

Como se logra observar en la imagen anterior las tablas se encuentran separadas para cada sensor para la posible modificación de individual de cada uno, es por eso que, aunque tengan los mismos campos, posiblemente en el futuro se puedan gestionar de forma individual cada uno de ellos porque hay datos los cuales no se tienen en cuenta desde el punto de vista del software.

### 6.2.3. Codificación

En esta etapa se codifica lo anteriormente planteado en las primeras etapas, donde se llevan a cabo las funciones establecidas en el diseño y se verifica con las historias de usuarios descritas. La estructura del proyecto consta con de la parte física (hardware) y la lógica (software), sin embargo el enfoque es netamente a nivel de software.

Por esta razón es más preciso decir que el software se divide en dos piezas fundamentales:

- Recepción de datos de los sensores

Framework Web (Flask)

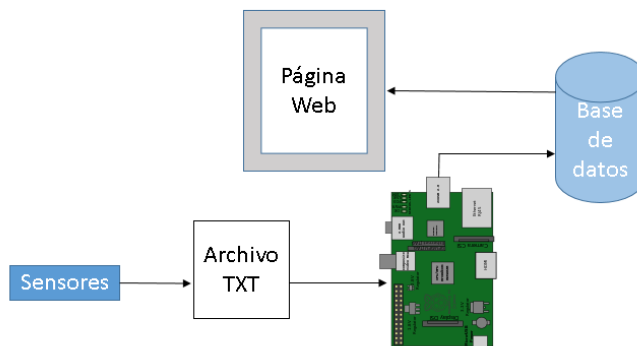


Figura 9. Codificación

#### 6.2.3.1 Recepción de datos de los sensores

Este sector del programa se encarga de tres funciones claves para el funcionamiento del mismo: recibir el archivo de texto generado por los sensores, la conversión de esos datos en información y el almacenamiento en la base de datos.

La siguiente descripción muestra un pequeño ejemplo de la programación que se requiere para sustraer información de un

archivo de texto y guardarlo en una variable. Además de esto existe una Clase que se encarga de almacenar la información servicio de base de datos.

La variable que alberga los datos capturados se segmenta según correspondan los datos de cada sensor, para luego ser enviados a la base de datos.

```

import schedule
import time

def subirdatos():
    datos = 'datos.txt'
    with open(datos) as f_obj:
        lines = f_obj.readlines()

    for line in lines:
        print(line.rstrip())

schedule.every(2).minutes.do(subirdatos)
#schedule.every().monday.at('12:03').do(subirdatos)

while 1:
    schedule.run_pending()
    time.sleep
  
```

```

import pymysql

estacion=1

class DataBase:
    def __init__(self):
        self.connection = pymysql.connect(
            host='localhost',
            user='root',
            password='',
            db='proyecto_grado'
        )

        self.cursor = self.connection.cursor()

        print("Conexión establecida exitosamente")

```

Figura 10. Programación para conexión a base de datos

## Framework Web (Flask)

El funcionamiento básico de este Framework se requiere lo siguiente:

- Primero importamos la clase Flask. Una instancia de esta clase será nuestra aplicación WSGI.
- A continuación, creamos una instancia de esta clase. El primer argumento es el nombre del módulo o paquete de la aplicación. Si está usando un solo módulo (como en la siguiente gráfico), debe usarlo `__name__` porque, dependiendo de si se inició como aplicación o se importó como módulo, el nombre será diferente (en '`__main__`' comparación con el nombre de importación real). Esto es necesario para que Flask sepa dónde buscar plantillas, archivos estáticos, etc.
- Luego usamos rutas para decirle a Flask que URL debe activar nuestra función.
- Las funciones reciben un nombre que también pueden utilizarse para generar una URL para esa función en particular, y devuelve el mensaje que queremos mostrar en el navegador del usuario.

```

from flask import Flask
app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def hello_world():
    return 'Hello, World!'

```

### 6.2.3.2. Mapeo de URLs (Rutas)

Como se mencionó anteriormente, la vista es una función de Python, por lo que es necesario llamarla desde algún lugar de la aplicación para realizar su desempeño. Para ello, se debe establecer una conexión entre la vista y la URL específica, ya que esta será la forma en que los usuarios realizarán solicitudes a la aplicación. De esta manera, a diferencia de otros Framework web, Flask permite a los programadores usar nombres de URL para sus aplicaciones bajo un mayor control. Para realizar el mapeo de una determinada vista y patrón de URL, el archivo se utiliza para el enrutamiento.

En este archivo se implementarán una serie de patrones. En estos patrones, Flask buscará coincidencias con la URL recibida en un momento particular para determinar qué función de visualización debe usarse (Flask Web Development, 2020).

```

from markupsafe import escape

@app.route('/user/<username>')
def show_user_profile(username):
    # show the user profile for that user
    return 'User %s' % escape(username)

@app.route('/post/<int:post_id>')
def show_post(post_id):
    # show the post with the given id, the id is an integer
    return 'Post %d' % post_id

@app.route('/path/<path:subpath>')
def show_subpath(subpath):
    # show the subpath after /path/
    return 'Subpath %s' % escape(subpath)

```

*Fuente: Flask Web Development (2020)*

### 6.2.3.3. Plantillas

Siguiendo el objetivo principal de evitar la duplicación y la redundancia de código, Flask proporciona un potente sistema de herencia de plantillas. Gracias a este sistema, no es necesario crear plantillas personalizadas para cada parte de la aplicación que se está desarrollando, muchas de las cuales contienen el mismo código.

```
<!doctype html>
<title>Hello from Flask</title>
{% if name %}
  <h1>Hello {{ name }}!</h1>
{% else %}
  <h1>Hello, World!</h1>
{% endif %}
```

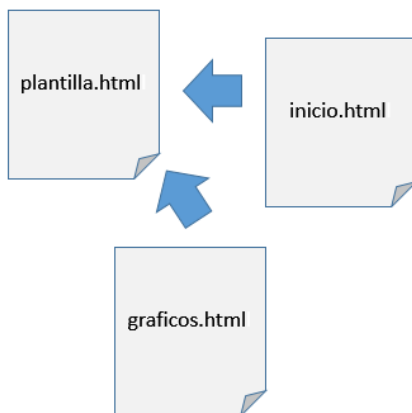
*Fuente: Flask Web Development(2020)*

Para aprovechar al máximo esta herramienta, es mejor crear una plantilla base que se convertirá en la plantilla principal de todas las plantillas y tendrá el código y la estructura que tendrán sus hijos. Diferentes sub-plantillas heredarán de esta plantilla básica, y cada sub-plantilla contiene su propio contenido después de su estructura.

Para dividir el contenido de la plantilla se utilizarán los bloques definidos en la plantilla básica para que los niños puedan personalizarlos. Para definir dichos bloques se utilizan las etiquetas “{% block nombre\_bloque %}” y “{% endblock %}”, donde entre ellas se situará el código a introducir o simplemente se declara vacío para que cada hija introduzca su parte. En cuanto a las plantillas hijas cabe comentar que deben de empezar incluyendo “{% extends plantilla\_padre.html %}” para indicar a Flask que tiene que cargar la plantilla base (Flask Web Development, 2020).

Una vez que Flask carga la plantilla principal, detectará la etiqueta "block" y continuará reemplazando el bloque correspondiente con el contenido de la plantilla secundaria. La plantilla heredada de la base de datos no define necesariamente todos los bloques de la base de datos. En

este caso, se mostrará el contenido predeterminado que tendrá la plantilla principal. El siguiente es un ejemplo de herencia de plantilla y la definición de algunos bloques definidos en la plantilla principal:



*Figura 11. Esquema de Herencia de plantilla*

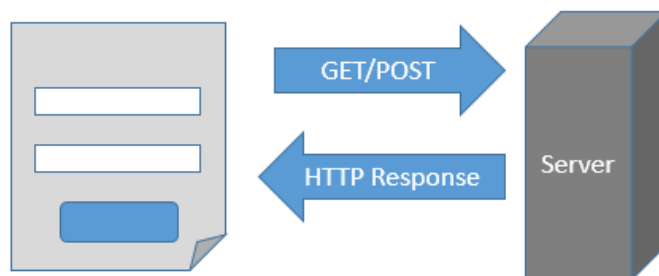
#### 6.2.3.4. Métodos del formulario

En los formularios web, puedes utilizar dos tipos de métodos según su uso final. Estos métodos HTTP son: GET y POST. Estos métodos serán los únicos métodos que se pueden usar en el formulario, y cada método tiene un método de ejecución diferente:

-GET: los datos se envían en grupos de cadenas en la URL, los datos se remiten al usuario en una forma visible. Por lo general, se usa para formularios de búsqueda en la Web, no para formularios de inicio de sesión, porque la contraseña se puede pasar claramente a través de la URL.

- POST: Envía datos al usuario de forma invisible. Suele utilizarse para solicitar cambios en el sistema, como inicio de sesión de usuario, formularios de solicitud de grandes cantidades de datos, etc.

En cuanto a la seguridad de la aplicación, es muy importante considerar qué método HTTP utilizar, para que los usuarios malintencionados no dañen el sistema o se hagan pasar por otros usuarios debido a errores en el procesamiento del método del formulario.



*Figura 12. Esquema de Métodos de formulario*

#### 6.2.3.5. Vistas de error

Se puede monitorear errores HTTP que pueden ocurrir en aplicaciones web. Si un usuario intenta acceder a un recurso en una aplicación web y se produce un error, se utilizará la plantilla predeterminada para devolver un error de código HTTP que indique el motivo del error. El cliente y el servidor pueden causar estos errores por diferentes razones. Algunos ejemplos son: intentar acceder a recursos no disponibles, utilizar métodos de solicitud no admitidos por la URL, acceso no autorizado a recursos, servidor inútil, etc.

Estos mensajes de error se pueden manejar a nivel de vista y de plantilla (Flask Web Development, 2020).

```

TypeError
TypeError: cannot concatenate 'str' and 'NoneType' objects

Traceback (most recent call last)
File "/Users/mitsuhiro/Development/flask/flask.py", line 650, in __call__
    return self.wsgi_app(environ, start_response)
File "/Users/mitsuhiro/Development/werkzeug-main/werkzeug/wsgi.py", line 406, in
__call__
    return self.app(environ, start_response)
File "/Users/mitsuhiro/Development/flask/flask.py", line 616, in wsgi_app
    rv = self.dispatch_request()
File "/Users/mitsuhiro/Development/flask/flask.py", line 535, in dispatch_request
    return self.view_functions[endpoint](**values)
File "/Users/mitsuhiro/Development/flask/test.py", line 8, in index
    return 'Hello ' + name

[console ready]
>>> type(name)
<type 'NoneType'>
>>>

```

Figura 13. Mensajes de error fuente: *Flask Web Development*(2020)

#### 6.2.3.6. Entorno Virtual

Un entorno virtual es un área donde podemos instalar paquetes específicos para nuestro proyecto. Nos permite tener para un proyecto determinado un conjunto de paquetes/librerías aislados de la instalación principal de Python en nuestro sistema. Una de las razones para usar entornos virtuales es cuando tenemos muchos proyectos que utilizan una versión específica de una librería, sin embargo necesitamos probar una versión más reciente de dicha librería sin crear errores en nuestros proyectos existentes (Python Software Foundation, 2020).

### RESTful API

Para la creación de un RESTful API mediante Flask se deben crear algunos tipos de directorios como se presentan a continuación:

.git	25/09/2020 7:57 a. m.	Carpeta de archivos	
.idea	27/10/2020 1:13 p. m.	Carpeta de archivos	
models	13/08/2020 6:16 p. m.	Carpeta de archivos	
static	25/09/2020 7:57 a. m.	Carpeta de archivos	
templates	25/09/2020 7:57 a. m.	Carpeta de archivos	
app.py	7/08/2020 1:28 p. m.	Archivo de origen ...	1 KB
database.py	6/01/2021 7:18 a. m.	Archivo de origen ...	2 KB
dataup.py	10/08/2020 1:17 p. m.	Archivo de origen ...	1 KB
datos.txt	11/08/2020 12:58 p. m.	Documento de te...	1 KB
index.py	17/09/2020 8:30 a. m.	Archivo de origen ...	12 KB
Procfile	21/08/2020 9:08 a. m.	Archivo	1 KB
proyecto_grado.sql	17/09/2020 2:14 p. m.	SQL-Script	13 KB
requirements.txt	17/09/2020 1:49 p. m.	Documento de te...	1 KB
runtime.txt	17/09/2020 1:12 p. m.	Documento de te...	1 KB

*Figura 14. Directorios*

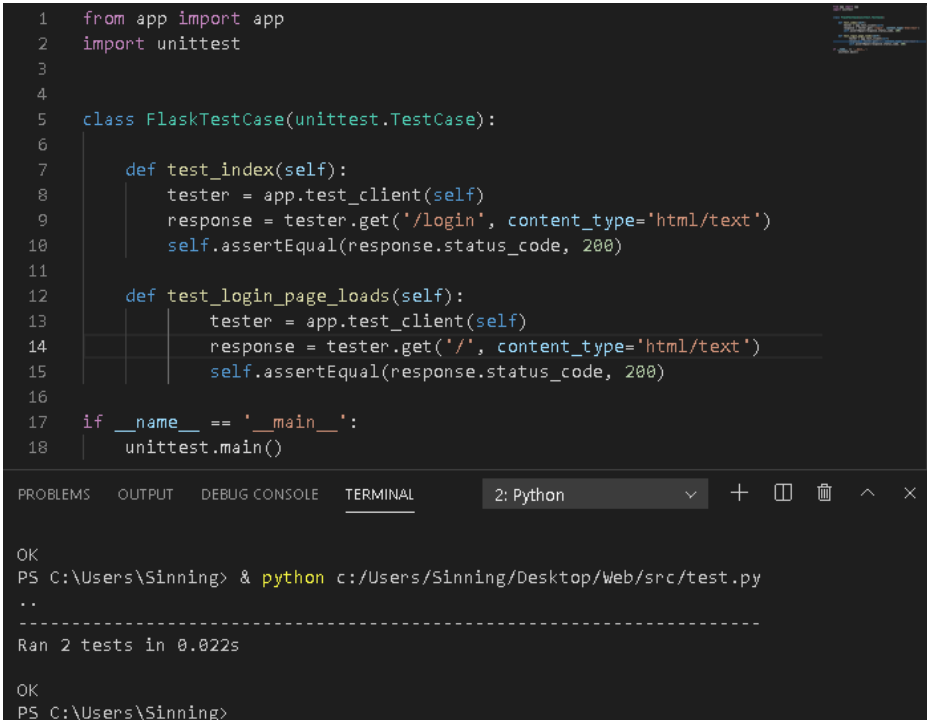
- **Directorio models:** contiene todos los modelos necesarios para la posterior creación de la base de datos mediante MySQL.
- **Directorio templates:** contiene los templates, paginas a usar para las diferentes redirecciones que realizara el api.
- **Archivo app.py:** contiene los métodos y lógica del procesamiento de la información.
- **Archivo index.py:** contiene la configuración de los comandos a usar en la etapa de desarrollo.
- **Archivo dataup.py:** Contiene la información necesaria para capturar los datos de los sensores y enviarlas a la base de datos.

### **6.3. Validación de la solución tecnológica con pruebas funcionales y no funcionales para garantizar los estándares de protección de la ciénaga la caimanera**

En esta etapa se realizan pruebas al software para verificar los requerimientos funcionales o no funcionales planteados en las fichas técnicas usadas en la fase de análisis, razón por la cual se adoptó las pruebas unitarias, que nos permite separar parte del código y comprobar su funcionamiento; así de esta forma se realizan pequeños test que validan el procedimiento de un objeto y su lógica.

Python nos ofrece una librería llamada unittest o también conocido como PyUnit, que ofrece la posibilidad de crear pruebas mediante la implementación de una clase llamada “unittest.TestCase” y de esta manera definir la parte del código que se desea comprobar. Las pruebas que se realizan pueden arrojar tres respuestas:

- OK: Indica que la prueba se realizó y funciona correcto.
- FAIL: Revela que algo no desempeña correctamente su trabajo.
- ERROR: Anuncia que la prueba no pasó pero por motivos diferentes a dicha prueba.



```

1  from app import app
2  import unittest
3
4
5  class FlaskTestCase(unittest.TestCase):
6
7      def test_index(self):
8          tester = app.test_client(self)
9          response = tester.get('/login', content_type='html/text')
10         self.assertEqual(response.status_code, 200)
11
12         def test_login_page_loads(self):
13             tester = app.test_client(self)
14             response = tester.get('/', content_type='html/text')
15             self.assertEqual(response.status_code, 200)
16
17     if __name__ == '__main__':
18         unittest.main()

```

```

PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL  2: Python
OK
PS C:\Users\Sinning> & python c:/Users/Sinning/Desktop/Web/src/test.py
..
-----
Ran 2 tests in 0.022s
OK
PS C:\Users\Sinning>

```

*Figura 15. Pruebas unitarias*

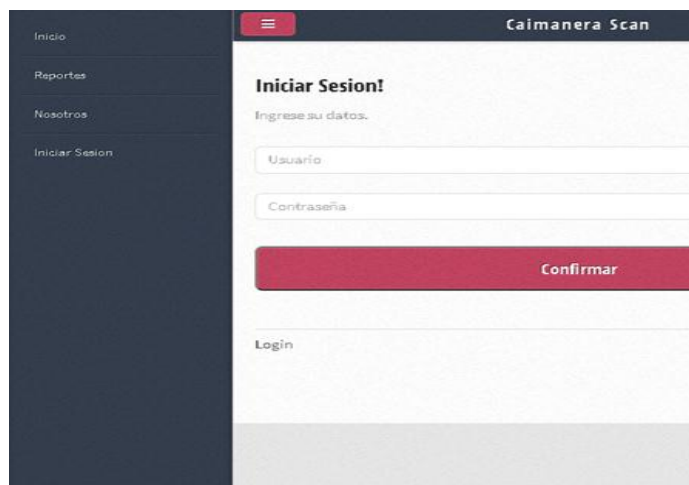
Para el desarrollo de la aplicación se necesitó, a nivel de hardware una tarjeta Raspberry py 3B, sensor temperatura, sensor de humedad, sensor de presión atmosférica, un portátil con una memoria RAM de 4GB, se trabajó con el lenguaje de programación Python, MySQL para administrar la base de datos, la librería de Flask, PyMySQL, unittest y Schedule.

Las condiciones mínimas para el funcionamiento del software son: Conexión permanente a Internet, un buen posicionamiento de los sensores y un servicio de dominio aparte del respectivo mantenimiento.

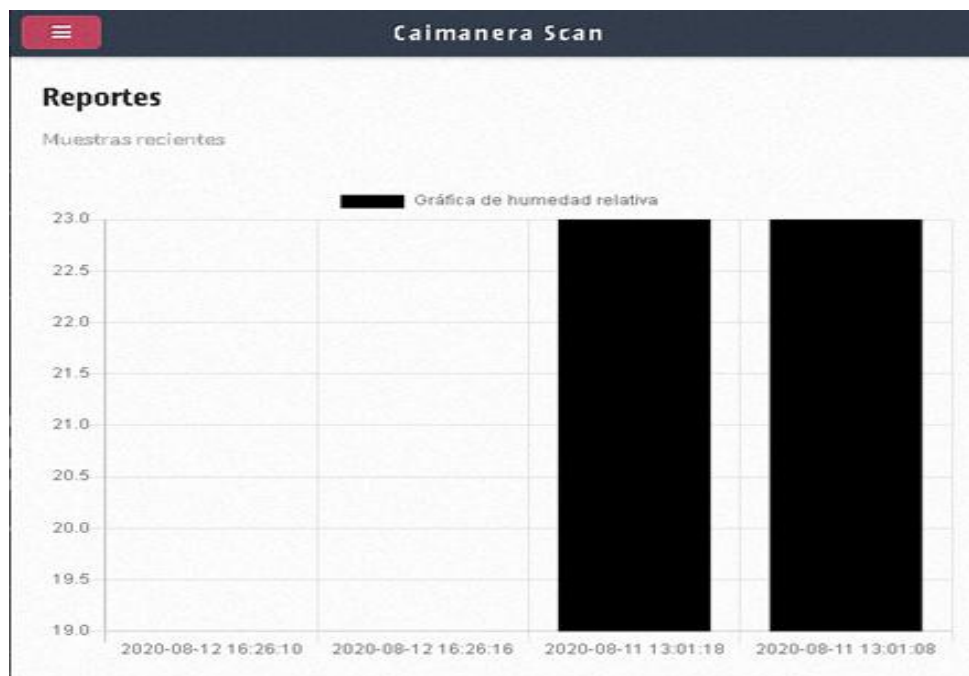


*Figura 16. Mensaje de Inicio*

La página se encuentra dividida en 2 secciones. La primera parte es para los usuarios visitantes donde verán información referente a sitio de análisis, además de un breve reporte de las muestras y el inicio de sesión para administradores.



*Figura 17. Iniciar sesión*



*Figura 18. Gráficos de muestra*

La segunda sección está diseñada para la administración, en donde se puede gestionar los datos de los usuarios y su nivel de acceso. Además se encuentra el registro completo de cada una de las muestras tomadas por los sensores.

Los datos se organizan de acuerdo a la posición del dispositivo, ya que se pueden añadir nuevas estaciones o nodos que diversifiquen la información recolectada del sitio. En la base de datos se recolecta las muestras de la Humedad relativa, Presión atmosférica, Temperatura, PM2 y PM10, para luego ser visualizadas en tablas como se muestra en la ilustración 18 y 19.

**Usuarios**  
Usuarios registrados

**Nuevo usuario**

Identificación	Nombres	Apellidos	Email	Celular
1102872306	Ronaldo Aldair	Sinning Montero	ronalsimon_77@hotmail.es	3045349268
1312938126	Yenny	Sinning	leidis_dianis@hotmail.com	3027768768

Todos

Figura 19. Gestión de usuarios

**Humedad Relativa**

Equipo	Lugar	Valor	Fecha/Hora	
equipo-01	Las Mercedes	15	2020-07-29 16:14:01	
equipo-01	Las Mercedes	16	2020-08-10 23:16:11	
equipo-01	Las Mercedes	18	2020-08-10 23:15:18	
equipo-01	Las Mercedes	19	2020-08-11 12:57:53	
equipo-01	Las Mercedes	19	2020-08-11 12:58:04	
equipo-01	Las Mercedes	23	2020-08-11 12:58:14	
equipo-01	Las Mercedes	23	2020-08-11 12:58:24	

Figura 20. Tabla de datos de humedad relativa

Caimanera Scan	
Usuarios	
Humedad Relativa	
Presión Atmosferica	
Temperatura	
PM2	
PM10	
Cerrar Sesión	

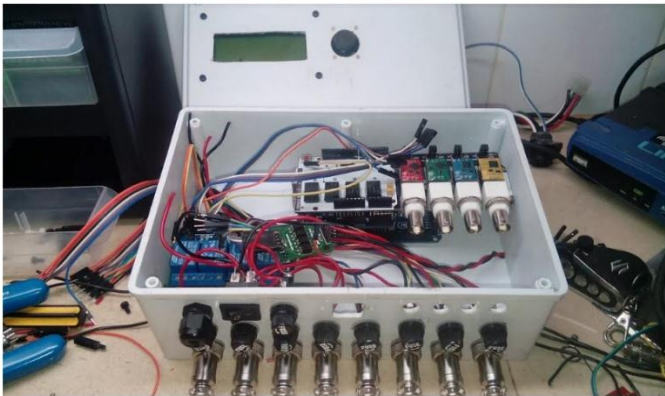
  

Presión Atmosferica			
Equipo	Lugar	Valor	Fecha
equipo-01	Las Mercedes	13	2020-16:15
equipo-01	Las Mercedes	30	2020-23:15
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:57
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:58
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:58
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:58
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:58
equipo-01	Las Mercedes	29	2020-12:58

Figura 21. Menú de opciones en tabla de datos



Figura 22. Prototipo propuesto para la captura de parámetros ambientales del cuerpo de agua en estudio.



*Figura 23. Organización y ubicación de los sensores en el prototipo propuesto.*

## 7. Conclusiones

A partir del desarrollo del trabajo de Investigación y con relación a los Objetivos planteados se cumplen los siguientes Objetivos:

Dada la importancia de los principios de la sostenibilidad ambiental para todos los países del mundo que las normas del derecho Internacional a través de pactos, alianzas, convenios y acuerdos multilaterales han establecido la protección del medio ambiente y en lo particular las zonas costeras, sin embargo y a propósito de la investigación presente que tiene un componente multidisciplinar como el Derecho y la Ingeniería. A pesar que los municipios tienen la obligación de implementar planes de gestión ambiental, caso Sucre, y de contar con la participación de los pobladores y nativos de la zona, estos planes no son visibles y distan mucho de ser medidas trascendentales y de fondo para evitar los daños irreversibles como los ocasionados a la Ciénaga de la Caimanera por la intervención del hombre.

De tal forma y a partir del desarrollo de la investigación con respecto al objetivo general, se evidencia a través del diseño tecnológico que es posible proponer una plataforma web para el monitoreo de los parámetros ambientales acorde a la normativa colombiana para el manejo de los recursos hídricos en Colombia.

Dividido el trabajo de investigación en dos componentes: uno jurídico y otro tecnológico, con respecto al primer objetivo se identifican los parámetros normativos de la legislación colombiana para el manejo de recursos hídricos y producto de un análisis documental y la aplicación de instrumentos para indagar en los nativos de la zona los riesgos a que se encuentra expuesta la Ciénaga de la Caimanera fue posible evidenciar los daños irreversibles ocasionados por la tala indiscriminada de bosques de mangle, la afectación a especies como los caimanes (del

cual solo se conserva el nombre de la Ciénaga), la pesca indiscriminada y reducción considerable de cangrejos y otras especies endémicas, que unida a la falta de servicios públicos y alcantarillado tiene a la zona en un estado de postración representando una voz de alerta para una zona que en época de temporada alta sufre los rigores de un turismo agresivo que atenta contra su sostenibilidad.

De tal manera y con respecto al componente tecnológico, se diseñó un sistema versátil, complementario y de software libre, con tecnología de punta que mejorará la calidad de vida tanto en los ecosistemas marinos como en las comunidades cercanas a este y por ende reducirá la contaminación en las mismas; el prototipo fue considerado una herramienta complementaria que puede ayudar a generar conciencia del impacto ambiental en la Ciénega la Caimanera, del municipio de Coveñas, un prototipo innovador que se convierte en una gran opción para ayudar a la preservación de este cuerpo de agua que se encuentra expuestos a diferentes actores contaminantes que en un mediano y largo plazo puede afectar a las comunidades y pobladores aledaños y a todas las actividades socioeconómicas que aquí se desarrolla.

Para el desarrollo de la aplicación se necesitó, a nivel de hardware una tarjeta Raspberry py 3B, sensor temperatura, sensor de humedad, sensor de presión atmosférica, un portátil con una memoria RAM de 4GB, se trabajó con el lenguaje de programación Python, MySQL, las librerías de Flask, PyMySQL y Schedule. Las pruebas funcionales y no funcionales permitieron evidenciar la pertinencia del prototipo y su aplicabilidad con relación a una eficiente respuesta en pro de monitorear los factores de riesgo que determinan cambios en las condiciones del cuerpo de agua para evitar su degradación y las consecuencias de los malos manejos en materia de cultura ambiental característicos en este tipo de ecosistemas.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Molina Ríos, J. R., Loja Mora, N. M., Zea Ordóñez, M. P., & Loaiza Sojos, E. L. (2016). Evaluación de los Frameworks en el Desarrollo de Aplicaciones Web con Python. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 7.
- CARSUCRE. (2013). *Plan de manejo de los manglares de las zonas de recuperación y preservación de San Onofre, Tolú y Coveñas*. Sincelejo: Informe del medio ambiente.
- Asamblea Departamental de Sucre. (2016). *Plan de Desarrollo del Departamento de Sucre (2016 - 2019)*. Sincelejo: Gaceta Departamental.
- Mendoza, E.; Fuentes, P.; Benítez, I.; Reina, D.; Núñez, J. (2020). *Red de sensores inalámbricos multisalto para sistemas domóticos de bajo costo y área extendida*. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.12301>
- José Ignacio Vega Luna, M. A. (2018). *IMPLANTACIÓN DE UNA LPWAN PARA MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN UN INVERNADERO*. Obtenido de TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1134>
- Carbal, A. (2010). Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales, Caso: Ciénaga de la Caimanera, Coveñas, Sucre. *Revista Institucional de Investigación Universidad de Cartagena*, 125.
- Luna, J. I., Acosta, M. A., Guzmán, G. S., Vargas, V. N., Rangel, F. J., & Aceves, J. F. (2018). *IMPLANTACIÓN DE UNA LPWAN PARA MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN UN INVERNADERO*. Obtenido de TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1134>
- Eugenio, D., Carlos, C. J., Axel, B. C., & Laura, T. P. (2017). *Desarrollo de interfaz para sensor de temperatura Pasco con tecnología Arduino en reemplazo de interfaz PASCO (modelo Science Workshop 750)*. Obtenido de SEDICI: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60061>
- Alejandro Cama-Pinto, M. A.-C.-E.-O.-M.-O. (2016). *Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia*. Obtenido de SCIELO: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052016000400005&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052016000400005&script=sci_arttext&tlng=e)
- Cama-Pinto, A., Acosta-Coll, M., Piñeres-Espitia, G., Caicedo-Ortiz, J., Zamora-Musa, R., & Sepulveda-Ojeda, J. (2016). *Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia*. Obtenido de SCIELO: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052016000400005&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052016000400005&script=sci_arttext&tlng=e)

- Galindo Araque, D. S., Vargas Sarmiento, M. C., & Corredor Gómez, J. P. (2017). *Caracterización de Temperatura y Humedad de Suelos Agrícolas*. Obtenido de Letras ConCiencia Tecnológica: <https://revistas.itc.edu.co/index.php/letras/article/view/129>
- Lizcano Cañas, J. J., & Santos Jaimes, L. M. (2020). *Automatización de la producción de Forraje Verde Hidropónico y Abono Orgánico en la Granja Cunicola Autosustentable en el Municipio de Mutiscua-Colombia*. Obtenido de Risti: [https://www.researchgate.net/profile/Luz\\_Santos\\_Jaimes/publication/339029348\\_Automatizacion\\_de\\_la\\_produccion\\_de\\_Forraje\\_Verde\\_Hidroponico\\_y\\_Abono\\_Organico\\_en\\_la\\_Granja\\_Cunicola\\_Autosustentable\\_en\\_el\\_Municipio\\_de\\_Mutiscua-Colombia/links/5e3988d1458515072d](https://www.researchgate.net/profile/Luz_Santos_Jaimes/publication/339029348_Automatizacion_de_la_produccion_de_Forraje_Verde_Hidroponico_y_Abono_Organico_en_la_Granja_Cunicola_Autosustentable_en_el_Municipio_de_Mutiscua-Colombia/links/5e3988d1458515072d)
- Ríos, J. R., Mora, N. M., Ordóñez, M. P., & Sojos, E. L. (2016). Evaluación de los Frameworks en el Desarrollo de Aplicaciones Web con Python. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 7.
- Correa, P., Barranco, A., Pérez, F., Bautista, P., & Rostro, H. (2018). *PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR RPLIDAR A2 M8 USANDO LINUX Y PYTHON (SET UP OF RPLIDAR A2 M8 SENSOR USING LINUX AND PYTHON)*. Obtenido de Tecnológico Nacional de México: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1638>
- Calderón, E. (2018). *Repositorio Digital Universidad del Magdalena*. Obtenido de <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/2407>
- Flask Web Development*. (2020). Obtenido de <https://flask.palletsprojects.com/>
- Fernández Romero, Y. (2012). *Patrón Modelo - Vista - Controlador*. *Telemática*, vol. 11, n° 1, p. 11.
- Casillas Santillán, L. A., Ginestà, M. G., & Pérez Mora, Ó. (2014). *Bases de datos en MySQL*. Obtenido de [http://www.academia.edu/download/54703109/05-M05-Bases\\_de\\_datos\\_en\\_MySQL.pdf](http://www.academia.edu/download/54703109/05-M05-Bases_de_datos_en_MySQL.pdf)
- Calvo-Valverde, L. A. (2016). *Programación orientada a objetos*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/11246>
- Chazallet, S. (2016). *Python 3, Los fundamentos del lenguaje*. Barcelona: Editions ENI.
- González Campos, S., & Fernández Martínez, L. F. (2015). *Programación Extrema: Prácticas, Aceptación y Controversia*. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/512>
- Gutiérrez, Á. P. (2016). *Python paso a paso*. Madrid, España: RA-MA.

- Gutiérrez, J. J. (2014). *¿Qué es un framework web?*. Obtenido de [http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion\\_ficheros/Framework.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf)
- Molina Montero, B., Vite Cevallos, H., & Dávila Cuesta, J. (2018). *Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software*. Obtenido de <http://revistaespirales.com/index.php/es/article/view/269>
- Molina Ríos, J. R., Zea Ordóñez, M. P., Contenido Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2017). *Metodologías de desarrollo en aplicaciones web*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6143045>
- Pantoja, L., & Pardo, C. (2016). *Evaluando la Facilidad de Aprendizaje de Frameworks mvc en el Desarrollo de Aplicaciones Web*. Obtenido de <https://doi.org/10.22490/25394088.1592>
- Rodríguez Portela, A. E. (2019). *Definición patrones de diseño*. Obtenido de <https://repositorio.konradlorenz.edu.co/handle/001/1529>
- González Campos, S., & Fernández Martínez, L. F. (2015). *Programación Extrema: Prácticas, Aceptación y Controversia*. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/512>
- Marketing E-nquest. (2018). Investigación cuantitativa. *Investigacion en Accion*, 45-75.
- ISO 14001. (2018). *Implementacion de un Plan de Gestion ambiental*. Bogota D.C.: International Organization For Standarization.
- Ministerio del Medio Ambiente y Deesarrollo Sostenible. (2013). *Resolucion 822 del 16 de agosto de 2013*. Bogotá: Diario Oficial.
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto Unico Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá D.C.: Gaceta Oficial.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. *Revista del Viceministerio del medio ambiente*, 85.
- Superintendencia de Puertos y Transportes. (2016). *Plan Institucional de Gestion Ambiental*. Bogotá: PIGA.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Plan de manejo ambiental Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista Parques Nacionales de Colombia*, 120.
- Rodriguez, M. (2018). Perfil ambiental de la Región Caribe Colombiana. *Revista de Investigación de la Universidad Tecnológica de Bolivar*, 25.
- Gobernación del Departamento de Sucre. (2018). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo*. Sincelejo: Gaceta Departamental.

- Ospino, C. (2017). Factores que inciden en la competitividad turística de los municipios de Coveñas y Santiago de Tolú. *Universidad Tecnológica de Bolívar*, 45.
- Sánchez, H. (2017). Conservación de Mngalres en Colombia. *Revista del Ministerio del Medio Ambiente*, 45.
- Morales, P. (2013). Situación actual de la Ciénaga de la Caimanera. *Rev. Investigacion Unisucre*, 47.
- Guevara, O. (2016). *Análisis urbano ambiental del espacio litoral del municipio de Coveñas en el departamento de Sucre*. Sincelejo: Publicaciones CECAR.
- Buelvas, C. (2014). Análisis socioeconómico y potencialidades ecoturísticas de la Ciénaga de la Caimanera. *Revista UniSimón*, 57.
- Urueta, J. (2015). Ciénaga de la Caimanera: Mngalres y Aves asociadas. *Revista Colombiana de Ciencias*, 75.
- Python Software Foundation. (2020). *Documentación de Python*. Obtenido de <https://docs.python.org/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (1990). *Decreto 3570, artículo 1*. Bogotá D.C.: Gaceta Oficial del Senado de la República.

## ANEXOS

### **Anexo 1. Encuesta para evaluar los riesgos medioambientales de la ciénaga de la Caimanera**

#### **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE**

##### **Encuesta dirigida a habitantes de la zona de proximidad a la Ciénaga de la Caimanera**

*Buenos días:* La presente es una investigación de la Facultad de Derecho de la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre que tiene como objetivos:

1. Identificar los parámetros normativos de los planes de gestión ambiental en Colombia aplicables a la protección de la ciénaga la caimanera del municipio de Coveñas.
2. Analizar cuáles son los riesgos ambientales a los que se encuentra expuesta la ciénaga la Caimanera que permitan generar acciones concretas en los planes de gestión ambiental del municipio de Coveñas, Sucre.

Agradecemos contestar las siguientes preguntas de acuerdo a su conocimiento y experiencia como habitante de la zona:

Nombre \_\_\_\_\_ Tiempo de Residencia en la zona \_\_\_\_\_

1. Cuéntenos si usted ha sido consultado alguna vez por las autoridades municipales de Coveñas para la construcción de un plan de gestión ambiental en la Ciénaga de la Caimanera

---



---



---

2. Según su experiencia cual es el nivel de riesgo ambiental de los siguientes factores que afectan la Ciénaga de la Caimanera:

No.	Pregunta	Alto	Medio	Bajo
1	Se observa pesca indiscriminada en la Ciénaga la Caimanera			
2	Se atenta contra los Cangrejos impidiendo su crecimiento normal			
3	Los turistas dejan mucha basura la que va a parar a las aguas			
4	Se observa una tala indiscriminada de mangles			
5	La carretera afecto el intercambio de aguas del mar a la ciénaga			
6	Afectación por derramamiento de crudo del oleoducto			
7	Contaminación por mala cultura ambiental de los pobladores			
8	Contaminación por deficiente servicio de agua y alcantarillado en la zona			
9	Aumento de salinidad en épocas de verano			
10	Malos drenajes en la vía que afectan la Ciénaga			

Otras \_\_\_\_\_

*Gracias*