



**Los sumideros de carbono como apoyo para combatir la contaminación producida en la  
Escuela Contraincendios**

Noblecilla Quirola, Theyron Jair y Romero Muñoz, Jean Carlos

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Licenciatura en Ciencias Navales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Navales.

Mgs. Rodríguez Reyes, Rosalba Marianela.

3 de Diciembre del 2020



## DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

### CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Los sumideros de carbono como apoyo para combatir la contaminación producida en la Escuela Contraincendios**” fue realizado por los señores **Noblecilla Quirola, Theyron Jair y Romero Muñoz, Jean Carlos** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma:

**Mgs. Rodríguez Reyes Rosalba Marianela**






C.C. 0914399472



### Document Information

<b>Analyzed document</b>	NOBLECILLA QUIROLA THEYRON JAIR, ROMERO MUÑOZ JEAN CARLOS.pdf (D86553211)
<b>Submitted</b>	11/25/2020 3:47:00 AM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	tjnoblecilla@espe.edu.ec
<b>Similarity</b>	7%
<b>Analysis address</b>	rmrodriguez5.espe@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.idiger.gov.co/rcc">https://www.idiger.gov.co/rcc</a> Fetched: 11/25/2020 3:48:00 AM	 3
<b>SA</b>	<b>Aguirre_Cabrera_Hector.pdf</b> Document Aguirre_Cabrera_Hector.pdf (D44479323)	 8
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.oei.es/historico/decada/portadas/ciudadania.pdf">https://www.oei.es/historico/decada/portadas/ciudadania.pdf</a> Fetched: 3/25/2020 10:37:43 PM	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/5...">https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/5 ...</a> Fetched: 11/25/2020 3:48:00 AM	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias...">https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias ...</a> Fetched: 11/25/2020 3:48:00 AM	 6

**Msc. Rodríguez Reyes, Rosalba Marianela**  
**DIRECTOR**



## DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

### CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

#### RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Noblecilla Quirola, Theyron Jair** con cédula de ciudadanía n°0931391767, y **Romero Muñoz, Jean Carlos**, con cédula de ciudadanía n°0940644826, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Los sumideros de carbono como apoyo para combatir la contaminación producida en la Escuela Contraincendios”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma

..... *Jean Carlos R.* .....

**Romero Muñoz, Jean Carlos**

C.C.: 0940644826

Firma

..... *Theyron Jair* .....

**Noblecilla Quirola, Theyron Jair**

C.C.: 0931391767



## DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

### CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

#### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Noblecilla Quirola, Theyron Jair** con cédula de ciudadanía n°0931391767, y **Romero Muñoz, Jean Carlos**, con cédula de ciudadanía n°0940644826, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “**Los sumideros de carbono como apoyo para combatir la contaminación producida en la Escuela Contraincendios**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma

.....*Jean Carlos R.*.....

**Romero Muñoz, Jean Carlos**

C.C.: 0940644826

Firma

.....*Theyron Jair*.....

**Noblecilla Quirola, Theyron Jair**

C.C.: 0931391767

## **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios, y a nuestras familias quienes con su apoyo incondicional nos motivaron día a día para cumplir este objetivo, constituyéndose así como nuestro pilar fundamental. Así mismo, este proyecto va dedicado a nuestros hermanos, tíos, primos, abuelos y personas que aportaron de manera significativa en nuestra investigación.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios, por habernos dado la fortaleza para superar las dificultades, obstáculos y problemas en el camino, además de brindarnos esa perseverancia para luchar por nuestro objetivo. A nuestros padres, los cuales fueron nuestro ejemplo y motivación diaria para poder alcanzar nuestras metas. A nuestros hermanos, tíos, primos y amigos por brindarnos su comprensión y apoyo incondicional en esta carrera tan sacrificada. Así mismo, a todos los señores oficiales, tripulantes y trabajadores públicos de la Escuela Superior Naval en el periodo 2017 – 2020, quienes indudablemente fueron la base para nuestra preparación de 4 años en el claustro heroico de los hombres de mar.

## Tabla de Contenidos

Portada _____	1
Certificación Director _____	2
Certificación Urkund _____	3
Responsabilidad de Autoría _____	4
Autorización de publicación _____	5
Dedicatoria _____	6
Agradecimiento _____	7
Tabla de Contenidos _____	8
Índice de Figuras _____	12
Índice de Tablas _____	13
Abreviaturas _____	15
Resumen _____	16
Abstract _____	17
Introducción _____	18
“Los Sumideros de Carbono como Apoyo para Combatir la Contaminación Producida en la Escuela Contra incendios” _____	19
Planteamiento del problema _____	19
Contextualización _____	19
Análisis crítico _____	19
Enunciado del problema _____	20
Delimitación del objeto de estudio _____	21
Formulación del problema _____	21
Preguntas Secundarias _____	21



Hipótesis _____	22
Justificación _____	22
Objetivos _____	23
General _____	23
Específicos _____	23
Capítulo I _____	24
Fundamentación Teórica _____	24
Antecedentes investigativos o Estado del Arte _____	24
Estudios previos sobre las actividades de la ESCICA _____	25
Teoría de la Percepción ambiental _____	25
Focos de contaminación de la Escuela Contraincendios _____	26
Curso básico contra incendios _____	27
Curso avanzado contra incendios. _____	28
Marco Teórico _____	29
El medioambiente _____	31
El ser humano y el impacto de sus actividades en el medio ambiente _	31
Contaminación Ambiental _____	32
El cambio climático _____	34
Aspectos ambientales _____	36
Impactos ambientales _____	37
Marco conceptual _____	38

	10
Combustibles fósiles _____	38
Ciclo del Carbono _____	39
Efecto invernadero _____	41
Calentamiento Global _____	41
Calentamiento Global en Ecuador _____	43
Acidificación del océano _____	43
Huella de carbono _____	44
Sumideros de carbono _____	44
Marco Legal _____	47
Marco Legal Ecuatoriano _____	47
Marco Legal Internacional _____	49
Capítulo II _____	50
Proceso de investigación _____	50
Enfoques o tipo de investigación _____	50
Alcance de la investigación _____	52
Diseño o tipo de investigación _____	53
No experimental _____	53
Población y muestra _____	53
Población _____	53
Técnica de recolección de datos _____	54
Instrumentos de recolección de datos _____	55

	11
Encuesta _____	56
Entrevista _____	57
Validez y Confiabilidad _____	58
Otros instrumentos _____	59
Cálculo de la Huella de Carbono _____	59
Procesamiento y análisis de la información _____	64
Análisis de encuestas _____	64
Análisis de entrevistas _____	71
Capítulo III _____	73
“Los sumideros de carbono como apoyo para prevenir la contaminación ambiental producido en la Escuela Contraincendios y Control de Averías” _____	73
Propuesta de investigación _____	73
Título de la propuesta _____	73
Tipo de proyecto _____	73
Institución responsable _____	73
Dirección _____	73
Teléfonos _____	73
Fax _____	73
Página web _____	73
Cobertura poblacional _____	73
Cobertura territorial _____	73
Fecha de Inicio _____	73

Fecha final _____	74
Antecedentes _____	74
Justificación _____	74
Objetivo General _____	75
Diseño de la propuesta _____	75
Propuesta de resembrado de árboles en las instalaciones aledañas a la Escuela Contra incendios y Control de Averías _____	75
Conclusiones _____	92
Recomendaciones _____	93
Bibliografía _____	94

### **Índice de Figuras**

Figura 1 Simulador para el combate de incendio _____	27
Figura 2 Piscina para combate de incendios _____	27
Figura 3 Las actividades humanas producen el cambio climático _____	35
Figura 4 Escenario de los cambios climáticos en la temperatura media anual continental en la década de 2020 en comparación con el periodo 1961 - 1990, de acuerdo con el modelo de Hadley Center _____	36
Figura 5 Relación Causa - Efecto de Aspectos e Impactos Ambientales _____	37
Figura 6 Ciclo del carbono _____	40
Figura 7 El efecto invernadero _____	41
Figura 8 Modelo idealizado del efecto invernadero natural y del calentamiento _____	42
Figura 9 Proceso Cualitativo _____	51
Figura 10 Naturaleza del proceso cualitativo en la entrevista _____	58

Figura 11 Pregunta 1 _____	64
Figura 12 Pregunta 2 _____	65
Figura 13 Pregunta 3 _____	66
Figura 14 Pregunta 4 _____	67
Figura 15 Pregunta 5 _____	68
Figura 16 Pregunta 6 _____	69
Figura 17 Pregunta 7 _____	70
Figura 18 Datos técnicos captación de CO <sub>2</sub> del limón _____	77
Figura 19 Datos técnicos captación de CO <sub>2</sub> de la naranja _____	77
Figura 20 Datos técnicos captación de CO <sub>2</sub> de la ciruela _____	78
Figura 21 Datos técnicos captación de CO <sub>2</sub> de la mandarina _____	78
Figura 22 Datos técnicos captación de CO <sub>2</sub> de la uva de mesa _____	79
Figura 23 Árboles frutales y cítricos _____	80
Figura 24 Área 1 _____	81
Figura 25 Captación de CO <sub>2</sub> Área 1 _____	82
Figura 26 Área 2 _____	83
Figura 27 Captación de CO <sub>2</sub> Área 2 _____	84
Figura 28 Área 3 _____	84
Figura 29 Captación de CO <sub>2</sub> Área 3 _____	85
Figura 30 Área 4 _____	86
Figura 31 Captación de CO <sub>2</sub> Área 4 _____	87
Figura 32 Captación de CO <sub>2</sub> total _____	88
Figura 33 Área de sembrado de árboles frutales y cítricos _____	89

### Índice de Tablas

Tabla 1 Definición de mitigación _____	26
--	----

Tabla 2 Población de estudio _____	54
Tabla 3 Matriz de validación de expertos navales _____	56
Tabla 4 Tipo de emisiones _____	60
Tabla 5 Tipo de gases de efecto invernadero (GEI) según el protocolo de Kyoto que son producidos en la Escuela Contraincendios _____	60
Tabla 6 Prácticas en la Escuela Contraincendios y Control de Averías periodo 2019_	61
Tabla 7 Piscina para el combate de incendios y Simulador para el control de incendios _____	61
Tabla 8 Galones de gasolina y diésel utilizados _____	62
Tabla 9 Pregunta 1 _____	64
Tabla 10 Pregunta 2 _____	65
Tabla 11 Pregunta 3 _____	66
Tabla 12 Pregunta 4 _____	67
Tabla 13 Pregunta 5 _____	68
Tabla 14 Pregunta 6 _____	69
Tabla 15 Pregunta 7 _____	70
Tabla 17 Árboles frutales de la península de Santa Elena _____	76
Tabla 17 Resumen de gramos de CO <sub>2</sub> absorbidos anualmente _____	79
Tabla 18 Densidad de plantación _____	80
Tabla 19 Área 1 _____	82
Tabla 20 Área 2 _____	83
Tabla 21 Área 3 _____	85
Tabla 22 Área 4 _____	86
Tabla 23 Resumen de información _____	87
Tabla 24 Presupuesto del proyecto _____	90

### Abreviaturas

GEI	Gases de Efecto Invernadero.
C	Carbono.
HC	Huella de Carbono.
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
ESCICA	Escuela contraincendios y control de averías.
ARE	Armada del Ecuador
CICC	Comité Interinstitucional de Cambio Climático.
CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de carbono equivalente

## Resumen

Este proyecto de titulación está orientado al estudio y análisis de los sumideros de carbono y su apoyo para prevenir la contaminación ambiental producto de las prácticas contraincendios efectuadas en la ESCICA. Para este proyecto de investigación fueron utilizadas encuestas orientadas a la percepción ambiental que tienen los guardiamarinas de tercer y cuarto año con respecto a las actividades que se realizan en dicho lugar; una matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales que son utilizados por la DIGSIS; y entrevistas al Jefe de la Escuela Contraincendios y Control de Averías y al Subdirector del Centro Tecnológico Naval con sede Salinas, quien cuenta con una maestría orientado a la protección y cuidado ambiental. Como principal método de recolección de datos, se utilizó la matriz de identificación de impactos ambientales, esta matriz determinó que las prácticas realizadas en esta institución, generan un impacto negativo grave al ambiente; al mismo tiempo se realizó el cálculo de la huella de carbono para cuantificar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en la ESCICA. Finalmente, se propuso la siembra de limoneros como sumidero de carbono, en donde, mitigaría la contaminación por efecto de las prácticas contraincendios.

Palabras clave:

- **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**
- **PRÁCTICAS CONTRAINCENDIOS**
- **IMPACTOS AMBIENTALES**
- **HUELLA DE CARBONO**
- **SUMIDERO DE CARBONO**



## **Abstract**

This degree project is aimed at the study and analysis of carbon sinks and their support to prevent environmental pollution as a result of firefighting practices carried out in ESCICA. For this research project, surveys were used aimed at the environmental perception that first and second class midshipmen have regarding the activities carried out in said place; an evaluation matrix of environmental aspects and impacts that are used by DIGSIS; and interviews with the Head of the Fire Fighting and Breakdown Control School and the Deputy Director of the Naval Technology Center based in Salinas, who has a master's degree aimed at environmental protection and care. As the main data collection method, the environmental impact identification matrix was used. This matrix determined that the practices carried out in this institution generate a negative, serious impact on the environment; at the same time, the carbon footprint was calculated to quantify the amount of CO<sub>2</sub> emissions produced in the ESCICA. Finally, the planting of lemon trees was proposed as a carbon sink, where it would mitigate the pollution caused by firefighting practices.

Keywords:

- **ENVIRONMENTAL POLLUTION**
- **FIRE FIGHTING PRACTICES**
- **ENVIRONMENTAL IMPACTS**
- **CARBON FOOTPRINT**
- **CARBON SINK**

## Introducción

La Escuela Contraincendios y Control de Averías de la Base Naval de Salinas cumple varias actividades anualmente para la capacitación de los miembros de la Armada del Ecuador, estas actividades generar impactos al medio ambiente, los cuales se analizarán en este proyecto de titulación, con la incidencia que tienen los sumideros de carbono en la mitigación de este problema ambiental.

El objetivo principal del proyecto de titulación es analizar las actividades realizadas en la piscina de prácticas contraincendios la misma que es uno de las principales focos de contaminación de las instalaciones, debido a las altas emisiones de dióxido de carbono anualmente al ambiente y la manera de contrarrestar esta contaminación.

En el capítulo 1 y 2, el proyecto consta de una fundamentación teórica y metodológica, respectivamente, los mismos que sirvieron de sustento para el tercer capítulo, propuesta de la investigación, y así tanto con el objetivo general como con los objetivos específicos.

En el capítulo 3, se evidencia el análisis de todos los factores que inciden en la contaminación ambiental; la aplicación de sumideros de carbono resultaron ser de gran importancia para reducir los índices de CO<sub>2</sub> al ambiente, y así ayudar a mitigar el impacto ambiental negativo producido en el sector.

**“Los Sumideros de Carbono como Apoyo para Combatir la Contaminación  
Producida en la Escuela Contraincendios”**

**Planteamiento del problema**

***Contextualización.***

La tecnología a nivel mundial ha ido cambiando y lo que están inmersos en el ámbito tecnológico pueden constatar que el uso de tecnologías eficientes permiten el cumplimiento de las operaciones militares en el Ecuador y en especial en la Armada del Ecuador de una manera sostenible y sustentable a través de la ejecución de proyectos en los campos técnico, legal, financiero y administrativo; minimizando la contaminación al medio ambiente; previniendo así la alta dependencia de tecnologías obsoletas y contaminantes, solventando la falta de medios para el desarrollo de proyectos y la alta contaminación generada al ambiente en un ejercicio contraincendios dentro de la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA); debido a las actividades producidas en dicha institución, que generan un impacto ambiental negativo.

***Análisis crítico.***

La Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA) a lo largo de su creación ha capacitado y entrenado al personal de oficiales, tripulantes, guardiamarinas, grumetes, gente de mar y demás personal de la institución y fuera de ella; para actuar convenientemente en el caso de que ocurriera un siniestro tal como un incendio o una avería en un reparto; este entrenamiento permitirá mantener la seguridad en un repartos operativos (buque de guerra, submarinos, helicópteros), así como también en instalaciones terrestres.

Esta capacitación en lo concerniente a la contención de incendio involucra la ejecución de procedimientos técnicos y ejercicios reales con la combustión de combustibles que dificultan preservar el cuidado del medio ambiente.

El principal proceso de la Escuela Contraincendios es la capacitación y entrenamiento del personal de la Armada del Ecuador, siendo importante también la mitigación de la contaminación del medio ambiente por esta capacitación.

El empleo de sumideros de carbono, las plantas de tratamientos de desechos, las buenas prácticas ambientales y el uso del reciclaje son unos de muchos mecanismos que ayudan a crear un ambiente sano minimizando el impacto generado por la contaminación ambiental; de todas estas alternativas la más recomendable es el empleo de sumideros, ya que ayuda a mitigar gran parte de la contaminación producida en la Escuela Contraincendios.

### ***Enunciado del problema***

La Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA) en las diferentes capacitaciones que se han realizado en los diferentes años ha contribuido a la contaminación ambiental debido a las altas emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por tal motivo, la ESCICA debe gestionar recursos y elaborar un plan de acción para minimizar el impacto ambiental negativo que genera sus actividades de entrenamiento, tales como la implementación de los sumideros de carbono; además el incremento de la huella de carbono en el área; y uno de los medios aplicables son las matrices de impactos ambientales, estas matrices son entregadas por la Dirección de Seguridad de la Armada (DIRSEG).

En los últimos años se evidencia una percepción de contaminación ambiental en el área de Salinas, y uno de los causantes de dicha percepción son las practicas contraincendios que se han realizado en la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA); según información de dicha institución, se han efectuado 16 cursos contraincendios con repartos de la Armada y 13 con la Escuela Marina Mercante (ESMENA) en el año 2019 y para el presente año se había programado 12 cursos

contra incendios con repartos de la Armada y 13 con la Escuela Marina Mercante (ESMENA) en el periodo de enero a junio.

### ***Delimitación del objeto de estudio***

Área de conocimiento:	Ciencias
Subárea de conocimiento:	Ciencias Físicas
Campo:	Gestión de riesgos en el ambiente marino
Aspecto:	Contaminación Ambiental
Contexto temporal:	7 meses
Contexto espacial:	Escuela contra incendios y control de averías

### **Formulación del problema**

Una vez que hemos descrito el enunciado del problema de la investigación sobre el aumento de la huella de carbono y contaminación ambiental por la quema de combustibles en la Escuela Contra incendios es necesario formularnos las siguientes preguntas:

¿Cómo afecta al ambiente las actividades de entrenamiento de la Escuela Contra incendios y Control de Averías?

¿Cómo influye la utilización de los sumideros de carbono en la reducción de la contaminación ambiental en la ESCICA?

### ***Preguntas Secundarias***

¿El exceso de CO<sub>2</sub> en el ambiente afecta al aumento progresivo de la temperatura?

¿El descuido del mantenimiento del material conlleva a la inoperatividad de estos?

¿Las limitaciones presupuestarias conllevan al incumplimiento de las normas ambientales al momento de ejecutar un ejercicio contra incendios?

¿La quema de combustibles fósiles en las actividades de entrenamiento de la Escuela Contraincendios y Control de Averías genera un impacto ambiental negativo considerable?

¿El impacto ambiental negativo contribuye al calentamiento global?

¿Existen directrices y material específico para minimizar el impacto ambiental negativo generado en la quema de combustibles fósiles?

### **Hipótesis**

Los sumideros de carbono influyen en la reducción de la contaminación ambiental.

### **Justificación**

Durante mucho tiempo en la Armada del Ecuador (ARE) no se cuenta con un estudio referente al cuidado del medio ambiente en lo que concierne a prácticas contra incendio y su afectación en el planeta. En los guardiamarinas es imprescindible desarrollar un inter aprendizaje con el personal que labora en la ESCICA para velar por el cuidado del medio ambiente y de las alternativas que se pueden usar para disminuir el impacto provocado en estas prácticas, una de muchas opciones es dar cumplimiento a las directrices para el cuidado del medio ambiente, al mismo tiempo establecer políticas en la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA), direccionados a mitigar el impacto ambiental negativo, con el fin de disminuir el CO<sub>2</sub> emitido a la atmosfera, tales como la aplicación de sumideros de carbono.

El estudio de nuestro problema es la preservación del medio ambiente ya que su enfoque es el beneficio de todas las personas que viven alrededor de la escuela contraincendios, lo cual implica disminuir el CO<sub>2</sub> del ambiente. Se pondrá principal énfasis en la determinación del CO<sub>2</sub> mediante la medición de la huella de carbono en un determinado tiempo y analizar la influencia de los sumideros de carbono; al mismo

tiempo el análisis del aspecto e impacto ambiental para determinar la situación del equilibrio climático que existe actualmente en la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA).

Examinando nuestro estudio se promoverá una formación basada en el respeto al ambiente, además del cumplimiento de normativas institucionales referentes al cuidado del mismo.

## **Objetivos**

### ***General.***

Dar a conocer la importancia de la implementación de los sumideros de carbono, recolectando información mediante la aplicación de instrumentos tales como la encuesta, entrevista, fichas de observación y análisis documental, para la reducción de la huella de carbono y la contaminación ambiental en la Escuela Contraincendios y Control de Averías.

### ***Específicos.***

- Diagnosticar los impactos ambientales que genera la escuela contraincendios en la quema de combustibles mediante técnicas reconocidas a nivel nacional o internacional para las prácticas contraincendios.
- Calcular la cantidad de dióxido de carbono que emana a la atmósfera la quema de combustibles fósiles mediante el cálculo de la huella de carbono para analizar el CO<sub>2</sub> equivalente en la Escuela Contraincendios.
- Proponer alternativas que minimicen los impactos ambientales que se generan en la quema de combustibles en la Escuela Contraincendios mediante el uso de sumideros de carbono y buenas prácticas ambientales, a fin de reducir la huella de carbono.

## Capítulo I

### Fundamentación Teórica

#### Antecedentes investigativos o Estado del Arte

La Escuela Contra Incendios y Control de Averías inicio sus actividades en la época de los 80's en el año de 1985 y en ese entonces se encontraba donde actualmente se encuentra el Alojamiento Naval de Salinas (A.N.S). En esa época sus instalaciones eran distintas a las que conocemos actualmente ubicadas cerca al cerro el Morro. Funcionaba con una caldera que en su interior acumulaba combustible, un derivado del petróleo (gasolina súper y diésel), debido a que dentro de su composición posee una gran cantidad de azufre y nitrógeno lo que al generarse el proceso de combustión genera una nube de humo, evidenciando una percepción de contaminación ambiental significativa, además, no existen datos que determinen la magnitud del impacto ambiental negativo generado.

Es considerada un centro de entrenamiento y capacitación para el control y combate de incendios y averías que se encuentra situado en la Base Naval de Salinas, que, junto con equipos, infraestructura e instructores especializados para dirigir cursos a los alumnos de las escuelas de formación de oficiales y tripulantes de la Armada, así como actualizar sus conocimientos en cuanto a la prevención de incendios y averías, así como también del combate de incendios en unidades de la Armada del Ecuador.

Actualmente en ESCICA el combustible que utilizan para cada instrucción es diésel y gasolina, los mismos que son vertidos en una piscina con agua en su interior. Luego de entrar en contacto con el fuego, tanto el diésel como la gasolina se queman por completo y en caso de quedar algún residuo del combustible en el reservorio, este tiene un sistema de trampas que funciona bajo el método de decantación, el cual permite separar dos sustancias inmiscibles ,en este caso separa el combustible del



agua, siendo este último el que permanece en la piscina mientras que los residuos de diésel y gasolina que no se combustionaron por completo pasan a las trampas de decantación. (Cabrera, 2018)

### ***Estudios previos sobre las actividades de la ESCICA***

La preocupación por la contaminación ambiental que conlleva las actividades en la ESCICA, ha sido factor para el desarrollo de varias investigaciones por parte del personal de la Fuerza Naval, dentro de las más recientes encontramos la realizada por el señor TNFG – SU Dennis Valle Haro en el año 2014, el cual como guardiamarina de la Escuela Superior Naval elaboro una tesis titulada “La Escuela Contraincendios y Control de Averías de la base naval de Salinas y su contribución a la formación del personal de la Armada”.

Otra investigación fue realizada por el señor ALFG – SS Héctor Aguirre Cabrera, en el año 2018 como guardiamarina de la Escuela Superior Naval con el título la “La Escuela Contraincendios y Control de Averías y su impacto ambiental en la rada de Salinas” cuyo objetivo es:

“Determinar el impacto que ocasiona la ESCICA en la rada de Salinas a través del seguimiento y observación del proceso adoptado durante la instrucción contra incendios para reducir la contaminación ocasionada en cada ejercicio práctico realizado por ESCICA” (Aguirre, H, 2018).

### ***Teoría de la Percepción ambiental***

La teoría que sustenta la presente investigación es la mitigación que etimológicamente proviene del latín *mitigāre* y hace referencia a minimizar o aliviar algo, esta tiene múltiples definiciones dadas por varios autores como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1***Definición de mitigación*

<b>Autor</b>	<b>Definición</b>
<b>IPCC</b>	“Es una intervención antropogénica para reducir la emisión de gases con efecto invernadero, o bien aumentar sus sumideros”.
<b>HUTCHINSON</b>	Aquellas medidas que se ejecutan cuando comienza a gestarse un proceso de desastre concreto.
<b>RAE</b>	Moderar, aplacar, disminuir o suavizar algo riguroso o áspero.
<b>CAN</b>	Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso a través de la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

***Focos de contaminación de la Escuela Contraincendios***

Para cumplir con su misión principal, la ESCICA cuenta con simuladores que permiten la realización de cursos de entrenamiento contra incendios y control de averías.

**Simulador para el combate de incendio.** Tal y como se puede apreciar en la Figura 1 el simulador para el combate de incendio el cual posee características semejantes a la parte interna de un buque, su función básica consiste en aplicar de manera real los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas sobre la formación de partidas tales como: de acción inmediata, ataque, y contención para el combate de incendios, sean estos en compartimentos con poca visibilidad, o gran cantidad de humo.

**Piscina para combate de incendios.** En la Figura 2 se evidencia la piscina para combate de incendios en donde se simula un incendio a gran escala a bordo de los

buques; en dicho lugar se quema el combustible, lo que genera una gran cantidad de humo, desencadenando un alto impacto ambiental negativo al medio ambiente.

### **Figura 1**

*Simulador para el combate de incendio*



### **Figura 2**

*Piscina para combate de incendios*



#### **Cursos que brinda la Escuela Contraincendios y Control de Averías. A**

disposición de los alumnos de las escuelas de formación de oficiales y tripulantes de la Armada, y además del personal de la Armada, se cuenta con los siguientes cursos:

**Curso básico contra incendios.** El requisito primordial es tener educación básica sin tener conocimiento alguno sobre prevención y combate de incendios.

- Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Organización básica de una partida de ataque
- Normas de prevención y control de incendios
- Componentes del triángulo de fuego
- Generalidades de los equipos contra incendios
- Tipos de agentes extintores

**Curso avanzado contra incendios.** El requisito primordial es tener educación básica y haber realizado el curso básico contra incendios. Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Métodos de prevención y control de incendios
- Química del fuego, clases de temperatura
- Equipos contra incendio, mantenimiento y precauciones durante el uso
- Agentes extintores
- Equipos de protección, equipos de respiración
- Organización general de las partidas de acción inmediata, de ataque y de contención.
- Procedimientos generales en el control de incendios.

**Curso de reentrenamiento contra incendios.** El requisito es haber realizado el curso básico contra incendios y el curso avanzado contra incendios. Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Revisión práctica de las clases de incendio y tipos de agentes extintores.
- Instrucción práctica de equipos de respiración y procedimientos a seguir por las distintas partidas contra incendio.
- Procedimientos por realizar en caso de descubrir un incendio.
- Ejercicios prácticos en los simuladores.
- Cuyo objetivo final del curso es que el alumno pueda enfrentar incendios.

**Curso básico de control de averías.** El requisito es tener educación básica y ser de cualquier especialidad de la Armada. Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Generalidades del control de averías
- Organización de las partidas de control de averías
- Principios de estabilidad, estanqueidad y flotabilidad
- Teoría y técnicas de apuntalamiento y taponamiento
- Normas de estanqueidad de un buque
- Prácticas en el simulador

**Curso avanzado contra averías.** El requisito es haber realizado el curso básico de control de averías. Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Revisión de forma completa de los tópicos del curso básico.
- Investigación de las averías
- Comunicaciones interiores
- Situaciones de emergencia
- Prácticas en el simulador

**Curso de reentrenamiento de control de averías.** El requisito es haber realizado el curso básico y avanzado contra averías. Los contenidos que se aplican en este curso son:

- Rápida revisión generalizada de las unidades de enseñanza de los cursos básicos y avanzados de control de averías.
- Práctica real en el simulador de averías.
- Prácticas de apuntalamiento y taponamiento
- Prácticas de achiques de emergencia y restablecimiento de poder eléctrico.

**Marco Teórico**

Existen alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas gracias al cambio climático, además, es conveniente analizar que la contaminación atmosférica debido a la quema de combustibles fósiles provoca: lluvias ácidas, agujeros en la capa de ozono y efecto invernadero además del aumento de la temperatura en el medio.

Se define a las tecnologías ambientales en el Plan de Acción de Tecnologías Ambientales de la Comisión Europea (Jiménez, 2018) como: “todas las tecnologías cuyo uso causa menos daño en el medio ambiente que las alternativas. Incluyen tecnologías para controlar la contaminación, productos y servicios menos contaminantes, y formas para gestionar de una manera eficiente los recursos”.

Según José Pardos (2010) , el clima ha sido un importante hilo conductor del asentamiento del ser humano, factor decisivo en la desaparición de civilizaciones y condicionante del cambio del nomadismo al sedentarismo.

Hoy en día, se desarrollan estudios cuyos análisis, resultados y conclusiones configuran la ciencia del clima que ocupa la atención de institutos superiores a nivel mundial.

La contaminación atmosférica debido a la quema de combustibles fósiles provoca: lluvias ácidas, agujeros en la capa de ozono y efecto invernadero además del aumento de la temperatura en el medio.

Mitigar y adaptarse a las alteraciones descritas requiere soluciones globales y coordinadas. Es un problema muy complejo. Sin embargo, es posible contribuir a varios niveles: desde la escala local, a la familia y a cada uno de nosotros. Los tratados y acuerdos internacionales tendentes a reducir la emisión de gases de efecto invernadero son cruciales para atajar el problema.

### ***El medioambiente***

El medio ambiente es la suma de todos los componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos) que rodean a un organismo o grupo de organismos. Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres en el documento Marco de Acción para la Implementación de la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (UNDRR, 2001) “El medio ambiente puede ser natural cuando contiene elementos físicos tales como aire y cuerpos de agua así como componentes vivos, como plantas y animales, y el “medioambiente construido” que comprende todos los elementos y los procesos hechos por el hombre”; bajo esta definición podemos deducir que independientemente de si es natural o artificial, todo lugar donde el ser humano desenvuelve sus actividades es considerado medioambiente.

### ***El ser humano y el impacto de sus actividades en el medio ambiente***

El planeta tierra constituye un conjunto medioambiental equilibrado, donde todos los elementos dependen directa o indirectamente entre sí, este equilibrio es delicado, cualquier alteración al medio ambiente ya sea esta natural o artificial puede ser subsanado por la naturaleza (Marimar, 2020), como ocurrió hasta que el ser humano se olvidó de este delicado equilibrio y empezó la degradación paulatina de la naturales con sus actividades socioeconómicas. Bajo esta idea podemos deducir que el impacto ambiental es la alteración que se producen en el medio ambiente cuando se lleva a cabo una actividad humana ya sea esta por la realización de obras públicas, crecimiento de las ciudades, la agroindustria, la actividad pesquera, entre otros.

El impacto de la actividad humana puede manifestarse sobre la flora a través de la deforestación, o sobre la fauna cuando se manifiesta la perdida de especies animales o un cambio en el comportamiento de estos; pero también se manifiesta en el aire con

la emisión de sustancias tóxicas, el agua cuando se contaminan o desvían las fuentes naturales y el suelo cuando hay acumulación de sustancias químicas que alteran su composición natural como el caso de la minería.

El desarrollo de las tecnologías que fueron inventadas para facilitar nuestra existencia, paradójicamente son las que nos están llevando a una inminente extinción, toda actividad humana en la naturaleza conlleva a que haya una contaminación ambiental y esta debe ser controlada y mitigada antes que sea demasiado tarde, toda acción por insignificante que esta sea como no quemar basura, evitar la quema de combustibles fósiles usando las fuentes de energía alternativas conlleva a que le demos un respiro al planeta y asegurar de esta manera la supervivencia de la raza humana como especie dominante.

### ***Contaminación Ambiental***

Se denomina contaminación ambiental a la presencia o de componentes nocivos al ambiente que pongan en peligro la vida de los seres vivos que los habitan, eso también incluye a los seres humanos y esta se origina por las causas derivadas de la actividad humana (S.L., 2020). Existen diferentes tipos de contaminación, según Cristian Fers, los tipos de contaminación más cruciales son los que afectan de una u otra manera a los recursos naturales básicos tales como el aire, los suelos y el agua; la mayoría de estas variaciones medioambientales más graves enlazadas con los fenómenos de contaminación son los escapes radiactivos, el smog, el efecto invernadero, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono, la eutrofización de las aguas o las mareas negras; actualmente encontramos diferentes tipos de contaminación que se someten a determinados factores y que afectan de manera desigual a cada ambiente.- La organización mundial de la salud (OMS) declara que



todos los años mueren 3.000.000 de personas a causa de la contaminación ambiental.  
(Fers, 2010)

Según Aurora Adame Romero, la contaminación es uno de los problemas ambientales más significativos que afectan al planeta y nace por un desequilibrio del resultado de la adición de cualquier sustancia al ambiente, al punto de, que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales que se expongan a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza, no obstante, al mismo tiempo la contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que forman parte del día a día del ser humano. (2010)

Para aseverar aún más los conceptos que se han escrito en este trabajo de investigación y en concordancia con los autores a quienes se hace referencia, podemos ver que en ciudades como Londres, Pekín, Quito, Nueva Delhi, Detroit, Berlín y demás ciudades con alta concentración humana, la actual pandemia causado por el coronavirus ha conllevado a que gran parte de las personas en la mayoría de los países del mundo, estén cumpliendo cuarentenas en sus hogares por decisión de sus mandatarios, esto ha causado que gran parte de la actividad humana se haya detenido y el aire sea más respirable, se observen animales silvestres en los cascos urbanos, en los canales de Venecia hayan aparecido una vez más los cisnes y demás situaciones que han sido ampliamente evidenciadas a través de la prensa y redes sociales. Esta situación demuestra una vez más que el ser humano es quien está destruyendo la naturaleza y con ello a nosotros mismos como especie.

Todas actividad humana sobre el planeta tierra tiene una consecuencia, ésta a veces es insignificante, pero el conjunto de ellas ha conllevado a que se haya

modificado el clima mismo, el cual según José Pardos (2010), es un importante hilo conductor del asentamiento del ser humano, factor decisivo en la desaparición de civilizaciones y condicionante del cambio del nomadismo al sedentarismo, a este fenómeno se denomina cambio climático.

### ***El cambio climático***

A lo largo de la historia, nuestro planeta se ha calentado y enfriado de manera natural, por lo que podríamos decir que los cambios en el clima siempre han existido. Entonces, ¿por qué se han encendido las alarmas? La razón es que, hasta hace poco, estos ciclos de cambio eran mucho más lentos, y por lentos hablamos de millones de años. Sin embargo, debido a la actividad humana, estas alteraciones se están produciendo con una frecuencia e intensidad sin precedentes, muestra de esto es que se ha incrementado la severidad y frecuencia de fenómenos como huracanes y los fenómenos del Niño y la Niña que han incrementado su periodicidad, así como su poder destructivo. La comunidad europea en el año 2006 elaboro un informe sobre el cambio climático y este afirma que:

El cambio climático es una realidad que con el pasar del tiempo tiene más incidencia en la vida del ser humano y si no se toma una medida para prevenir dicho cambio el planeta en el que vivimos va a tener un deterioro y toda forma de vida existente quedaran alteradas ocasionando un problema para todas las especies (Europea, 2006). La Convención Marco sobre Cambio Climático – CMCC desarrollada en el año 1992 determinó que:

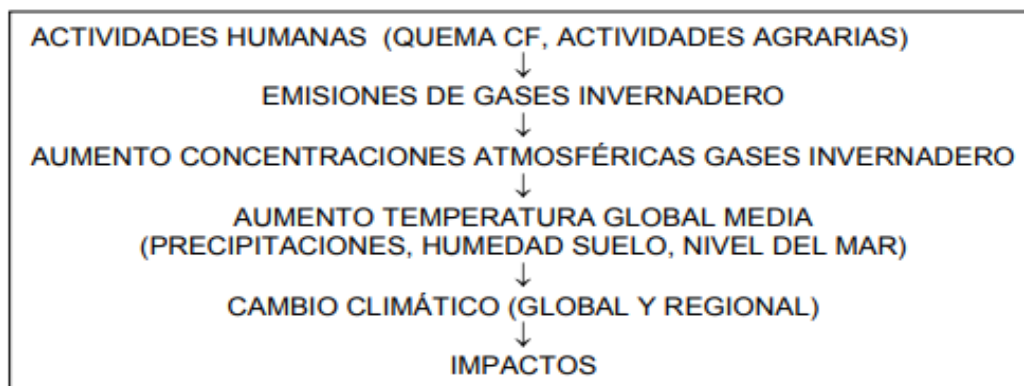
El cambio climático se entiende como una variación de clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de

Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas” (CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS, 1992).

La actividad humana ha acelerado el cambio climático, tal como lo asegura Sermanat en su investigación sobre las evidencias del cambio climático, este asevera que “el clima cambia natural y constantemente, gran parte de los expertos indican que existen grandes evidencias notorias de que el calentamiento del planeta en las últimas cinco décadas se atribuye a los efectos de las actividades del ser humano” (Semarnat, 2009).

### Figura 3

*Las actividades humanas producen el cambio climático*



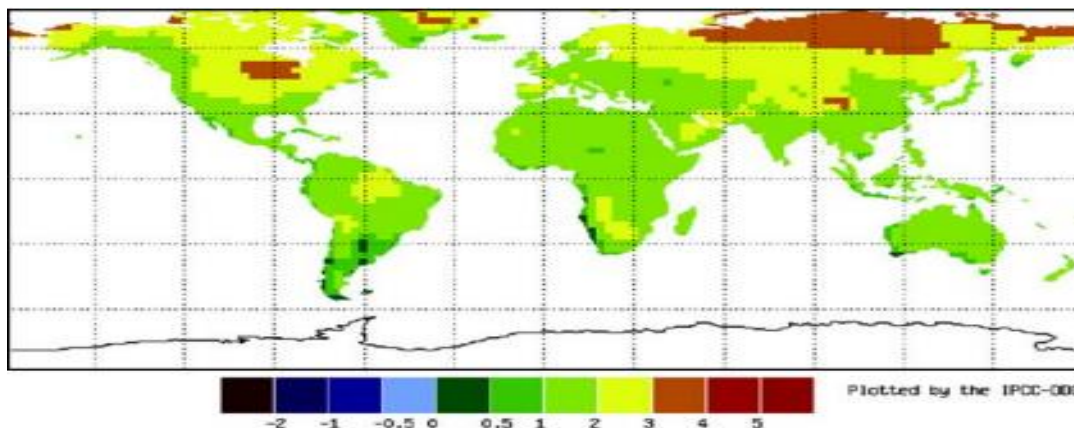
Fuente: Tomado de *El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la Tierra*, por Aguilar José, 2003 . Madrid: Real Academia de Medicina. (Aguilar, 2003)

Según la Figura 3 se puede evidenciar que todo inicia con las actividades humanas que emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera, las cuales al mismo tiempo se convierten en concentraciones que con dificultad pueden ser eliminadas, lo que provoca consigo un incremento de la temperatura global media; dichos incrementos

de la temperatura alteran los diferentes parámetros del clima, trayendo consigo al cambio climático a nivel mundial.

#### **Figura 4**

*Escenario de los cambios climáticos en la temperatura media anual continental en la década de 2020 en comparación con el periodo 1961 – 1990.*



Fuente: Tomado de *Cambio Climático: Una Visión desde México*. (Benjamín & Masera, 2001)

Analizando la información recopilada hasta este punto, se ha evidenciado que el ser humano es el responsable del incremento de la severidad de los fenómenos climáticos y el consumo de los combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados incrementan a la aceleración del tan temido cambio climático. En la siguiente parte de esta investigación, se extenderá el concepto de combustible fósil y su impacto en el medio ambiente, así como los procedimientos de remediación más efectivos desarrollados hasta la actualidad.

#### **Aspectos ambientales**

Son las diferentes actividades realizadas por el hombre o por fuerzas de la naturaleza la cual interactúa e influye en el ambiente, clasificándose en significativos y no significativos, esto implica que el cambio puede tener una percepción notoria que podría generar una variación que afecte al medio, dando lugar a la alteración.

**Figura 5**

*Relación Causa - Efecto de Aspectos e Impactos Ambientales*



Fuente: Tomado de *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales*, de Garapen, 2009. (Garapen, 2009)

### ***Impactos ambientales***

Son aquellas modificaciones, cambios o alteraciones que sufre el ambiente, ya sea en beneficio o adverso, como consecuencia de los aspectos ambientales.

La evaluación ambiental nace como una herramienta de protección preventiva ambiental, la cual tiene como objetivo minimizar aquellos efectos ambientales, como resultado de toda actividad del ser humano sobre las personas o la naturaleza; dicha actividad es considerada un proceso de análisis que permite anticipar los impactos positivos y negativos de los aspectos ambientales, accediendo a poder seleccionar varias alternativas que ayuden a mitigar los efectos adversos o potenciar aquellos que son beneficiosos.

Según Carmen Maza indica que “una de las razones clave para estimar los impactos ambientales es tener la oportunidad de identificar efectos indeseables y que luego será costoso modificarlos” (2007).

## **Marco conceptual**

### ***Combustibles fósiles***

Se denominan combustibles fósiles a todos aquellos que se formaron por la degradación de materia orgánica proveniente de las plantas, animales, microorganismos, bacterias y algas que existieron hace millones de años, esta materia se acumuló en el fondo de lagos, mares y océanos para luego ser cubiertos por capas y capas de sedimentos los cuales fueron incrementando la presión sobre esta materia durante millones de años y hoy en día, gracias a ese proceso, tenemos el petróleo, el carbón mineral y el gas natural.

Estos combustibles fueron conocidos y usados por nuestra especie desde hace miles de años, el uso de estos era ínfimo y su consumo no afectaba al clima de esa época. Es a partir del siglo XVIII, con el desarrollo del boom industrial, se empezó la explotación y consumo en masa de estos combustibles, primero el carbón y con la invención del automóvil se masificó el uso del petróleo para mover los motores de combustión interna. Actualmente, el petróleo se ha convertido en el “oro negro”, motor del desarrollo socioeconómico de las naciones, la sangre de nuestro actual estilo de vida, en fin es el responsable del incremento de nuestro estatus como especie.

La explotación de los combustibles fósiles, sin embargo, escondía un monstruo que fue nombrado inicialmente por el científico Sueco Svante Arrhenius en el año 1896 y determinó que el uso excesivo del petróleo podría provocar el incremento de la temperatura global debido a la concentración de dióxido de carbono atmosférico.

Estas voces, sin embargo, no encontraron eco en la comunidad científica de esa época quienes consideraban que el vapor de agua era el un gas de efecto invernadero con mayor influencia, esto debido a que se consideraba que los océanos eran grades captadores o sumideros de carbón y por ende estábamos protegidos. En el año 1950 se

encontró evidencia que los océanos son capaces de absorber únicamente una tercera parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> de esa época. Es recién en el año 1988 cuando se reconoce que el planeta es más caliente que en 1880 y nace la teoría del efecto invernadero.

Pero. ¿Qué relación tiene el uso de los combustibles fósiles con el calentamiento global?

Para responder esta pregunta, se debe aclarar que los hidrocarburos para que liberen la energía almacenada en ellos deben ser sometidos a temperaturas extremas y como resultado de ello se producen gases como el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), agua líquida (H<sub>2</sub>O) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), se pueden producir además monóxido de carbono (CO) cuando la combustión del hidrocarburo no es completa. Para efectos de esta investigación, nos centraremos en el Diésel y gasolina.

Aunque la cantidad de combustible que se usa en las prácticas de la ESCICA es relativamente pequeña en cada practica (100 gal. de Diésel y 40 de gasolina), se debe tomar en cuenta que el Informe sobre el Cambio Climático IPCC 2007 estableció la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emiten a la atmosfera por cada litro de Diésel y gasolina que se quema, esa cantidad no nos resultara relativamente pequeña.

En el cuadro siguiente, se calculará la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite a la atmosfera en cada práctica contra incendio que se realiza en la escuela, teniendo en cuenta los valores emitidos por la IPCC 2006.

### ***Ciclo del Carbono***

El carbono se encuentra en los suelos, en las reservas fósiles de carbono, en la atmósfera, en los océanos, en la biomasa vegetal y en los lechos de rocas. El ciclo de carbono representa el movimiento del carbono en la superficie terrestre, su interior y la

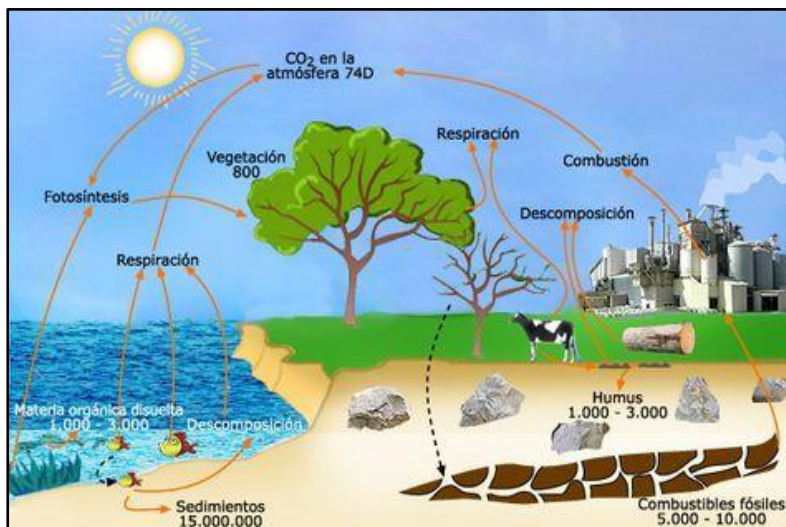
atmósfera. Estos intercambios se generan principalmente por mecanismos como: la fotosíntesis, la respiración y la oxidación.

El ciclo de carbono es considerado como un conjunto de cuatro pozos interconectados: la biósfera terrestre, la atmósfera, los combustibles fósiles y los océanos, los cuales realizan el intercambio en un proceso denominado flujo, en donde los sumideros de carbono absorben carbono del ciclo y las fuentes de carbono lo liberan.

Es uno de los ciclos biogeoquímicos más complejos de la naturaleza y es crucial para el equilibrio de la Tierra. Sin embargo, en las últimas décadas los niveles de dióxido de carbono han aumentado bastante, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, lo que ha contribuido al fenómeno conocido como calentamiento global, y subsecuentemente, al cambio climático (Bioenciclopedia.com, s.f.).

## Figura 6

### *Ciclo del carbono*



Fuente: Adaptado de Campus Virtual ORT por Ana (S.L., 2020)

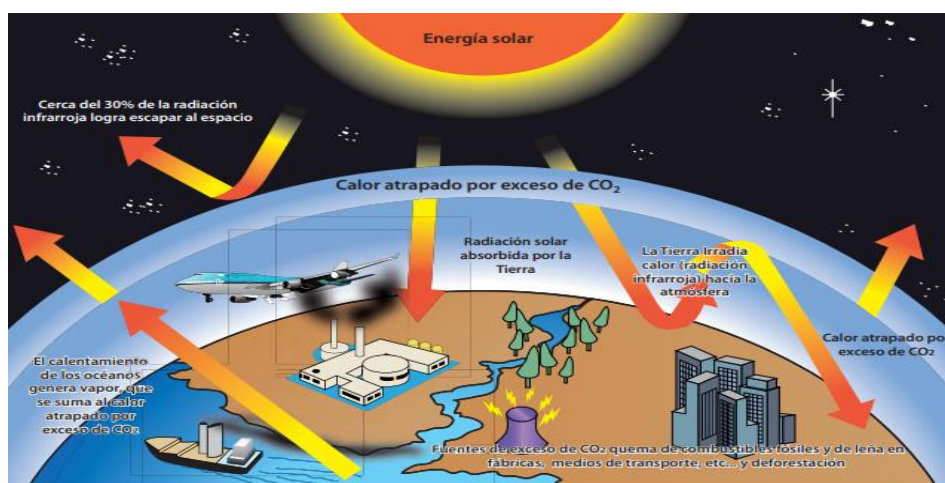


### **Efecto invernadero**

Según José Aguilar Peris (2003), “El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la Tierra, bajo la acción de la radiación solar. Es producido gracias a los conocidos gases invernadero, dentro de los cuales tenemos: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno, el vapor de agua, el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono troposférico.”

### **Figura 7**

#### *El efecto invernadero*



Fuente: Adaptado de El efecto invernadero (Aguilar, 2003)

Las principales fuentes de emisiones de GEI a nivel mundial se concentran en la generación de electricidad, manufactura y construcción, transporte, quema de otros combustibles y emisiones fugitivas, con un 71% del total. Luego viene el sector agropecuario con un 13% y las emisiones netas ocasionadas por el cambio de uso del suelo (deforestación, forestación y reforestación) con 6%. (Frohmann & Olmos, 2013)

### **Calentamiento Global**

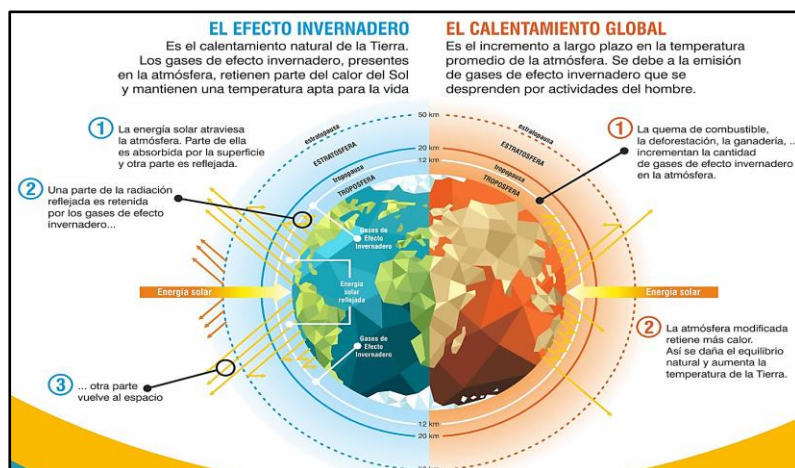
El calentamiento global se puede entender en forma simplificada como el incremento gradual de la temperatura del planeta debido al aumento de la emisión de ciertos gases de Efecto Invernadero (GEI) que impiden que los rayos del sol salgan de

la tierra, bajo condiciones normales. (Una capa “más gruesa” de gases de efecto invernadero retiene más los rayos infrarrojos y hace elevar la temperatura). Por otro lado, este término se lo utiliza por lo regular de dos maneras: “Es el fenómeno observado que muestra un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas, también predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas” (Ballesteros, 2007).

Según Carmen González Toro, el calentamiento global es el fenómeno ocasionado por los cambios promedios del aumento en la temperatura de la atmosfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas, ya que según la opinión científica, apunta a que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años se atribuye a la actividad humana, adicional una de las causas del calor inducido por los humanos se debe al aumento de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>. (Toro, 2007)

## Figura 8

*Modelo idealizado del efecto invernadero natural y del calentamiento global.*



Fuente: Adaptado de *Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático* (Guerrero, 2018)

### ***Calentamiento Global en Ecuador***

“Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, Ecuador emite 1,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por habitante. Lo que representa un 0,1% de emisiones a nivel mundial” (El Telegrafo, 2019).

Según un informe publicado en la página web datosmacro.com, Se ha constatado que en el año 2018 las emisiones de CO<sub>2</sub> se incrementaron en un 4.71% en comparación con el año 2017, pasando de 42389 ton. de CO<sub>2</sub> en el 2017 a 44386 ton. de CO<sub>2</sub> en el 2018 (datosmacro.com, s.f.).

### ***Acidificación del océano***

La absorción del dióxido de carbono por parte de los océanos posee un efecto regulador en los impactos producidos por el cambio climático en la vida terrestre. Los océanos actúan como “sumideros de carbono”, reduciendo los impactos asociados al cambio climático. Si los océanos no tuvieran este papel, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera sería un 55% superior a la de los últimos 250 años (Harrould-Kolieb & Savitz, 2009, pág. 6).

Según Michael Amdi Madsen (2015) “La acidificación de los océanos es una grave consecuencia del aumento de las emisiones de dióxido de carbono y constituye una amenaza mayor para las comunidades costeras”. La acidificación del océano afecta igualmente a los ecosistemas de manglares, ya que la reducción del pH incide en la solubilidad química, la disponibilidad de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica, la mineralización diagenética de la materia orgánica, y ocasiona alteraciones en la cadena trófica de los estuarios asociados a este ecosistema. (Rojas Higuera & Pabón Caicedo, 2015)

Para poder controlar y mitigar el impacto que tienen los GEI sobre la atmosfera, se han elaborado un sin número de herramientas para su regulación y una de ellas en la Huella de carbono.

### ***Huella de carbono***

La Huella de Carbono mide la totalidad de gases de efecto invernadero - GEI emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto, teniendo en cuenta todos los GEI que contribuyen al calentamiento global, para después convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>eq) es por eso que el término correcto sería Huella de Carbono equivalente o emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes. (Sociedad Publica de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo , 2009)

Según Espindola y Valderrama (2011) “Es considerada una de las herramientas más importantes para cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero, ya que representa la cantidad de gases efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de actividades de producción o consumo”, esta metodología ha permitido que se identifiquen los países y empresas que están siendo responsables con el medio ambiente y en el caso de las empresas y sus ventas otorgan un valor agregado a los productos o servicios que ofrece.

### ***Sumideros de carbono***

El estilo de vida que se lleva actualmente es acelerado y tratar de imponer un freno a este proceso es un tema que aún se trata como tabú en las altas esferas de la política medioambiental, debido a que cualquier reducción de los gases que un país emane a la atmosfera, conllevaría a la reducción de su actividad industrial y al no haber aún sustitutos de uso masivo para la movilización de todo el aparato productivo, el cual depende de los hidrocarburos, esta reducción se vuelve una utopía. Es por esto que

“desde el Acuerdo de París hay un término que resuena en todas las conversaciones relativas al cambio climático: mitigación. El objetivo es reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, y una de las medidas para conseguirlo es aumentar la presencia de los sumideros de carbono en la Tierra” (IBERDROLA, s.f.).

Los sumideros de carbono son mecanismos que compensan la cantidad de CO<sub>2</sub> del aire absorbiendo el carbono de la atmósfera en depósitos naturales o artificiales. Según José Benjamín y Omar Masera (2001) , es indispensable conocer la dinámica del carbono “C” en los ecosistemas forestales, junto con las modificaciones a los flujos de carbono derivadas en los patrones de uso de cambio del suelo.

Los principales almacenes de carbono son el suelo y la vegetación en los ecosistemas forestales; la vegetación se encarga de incorporar el carbono atmosférico al ciclo biológico por medio de la fotosíntesis. Los bosques, a su vez, son partícipes del 90% del flujo anual de carbono entre el suelo y la atmósfera.

Junto con los suelos, los océanos también son de gran importancia en el intercambio de carbono con el medio, ya que en ecosistemas marinos el carbono se encuentra disuelto en el agua. Esto a la larga, conlleva a la denominada “Acidificación de los océanos” al poseer una elevada cantidad de carbono atmosférico, conllevando así que algunas especies pierdan sus esqueletos además de la calcificación del plancton.

Pese a que los sumideros de carbono no constituyen una solución al verdadero problema de la crisis climática, la causa principal radica en el uso continuo y extracción de los principales reservorios de carbono: carbón, petróleo y gas natural (Jackson, 2001).

Se debe considerar que las plantaciones a gran escala constituyen actualmente una gran amenaza a los ecosistemas. Esto se debe a que, a manera de contrarrestar

las emisiones industriales, se usurpan tierras para la agricultura, agotando recursos hídricos, incrementando la pobreza y expulsión de pobladores locales. Adicional, las plantaciones a gran escala destruyen la diversidad animal y vegetal (Jackson, 2001).

Los océanos se los considera como uno de los sumideros de carbono naturales de vital importancia para el planeta, ya que absorben el 50 % del carbono emitido a la atmósfera, permitiendo así la mitigación del calentamiento global como resultado de la contaminación ambiental. Los organismos encargados de esta captura son los peces, las algas, los corales, el plancton, y un gran numero poblacional de bacterias fotosintéticas son los organismos encargados de esta captura.

**Sumideros de carbono artificial.** Los científicos están desarrollando tecnologías que sean capaces de replicar la capacidad que tienen los sumideros de carbono naturales, en la actualidad aún no hay tecnologías que logren absorber a gran escala el carbono presente en la atmosfera. Pero se han desarrollado algunas ideas que servirían para usarse en fuentes de contaminación pequeñas como las prácticas que se realizan en la ESCICA, estas ideas son las que se detallan a continuación:

- Capturar y almacenar CO<sub>2</sub> por inyección en el fondo del océano o en formaciones rocosas subterráneas vacías que solían contener combustibles fósiles, como depósitos de petróleo agotados.
- Replicar el proceso natural de carbonatación mineral que utiliza el CO<sub>2</sub> para transformar minerales naturales en rocas carbonatadas como la piedra caliza.
- Estimula el crecimiento de microorganismos en los océanos australes mediante la fertilización de la superficie con hierro.
- Fabricación de “árboles artificiales” completos con hojas tratadas con compuestos químicos (como el carbonato de sodio) que absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

Como se podrán evidenciar, a pesar de que el esfuerzo de los científicos para replicar los procesos naturales de absorción del CO<sub>2</sub> han mostrado resultados alentadores, el mejor camino para salvar el planeta es disminuir drásticamente el consumo de los combustibles fósiles y reorientar nuestro aparataje industrial a las fuentes de energía renovables y limpias; este es el planeta en el que vivimos y debemos cuidarlo, si no lo hacemos de nada servirá la tecnología se ha desarrollado, ni la cantidad de armas nucleares con las que cuente un país o los millones que se tengan guardados en las instituciones financieras, para cuando el planeta diga “hasta aquí” el ser humano será una especie más de la larga lista de especies extintas, pero esta vez será por cuenta propia.

## **Marco Legal**

### ***Marco Legal Ecuatoriano***

El presente estudio se encuentra regido bajo el siguiente marco legal:

En la constitución de la República del Ecuador según el Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo. Según el Art.- 23 Literal 6, que textualmente dice el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente y según el Art.- 413 señala que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía

alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. (Ecuador, 2008)

El Plan de Desarrollo Toda una vida según la Política 3.4. Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. (Desarrollo, 2017)

En la Ley de Prevención y control de la contaminación ambiental según Art. 1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia. (Codificación, 2004)

La Ley de Gestión Ambiental Según el Art.- 19 Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. (Codificación, 2004)

En el Decreto 1815 según Art. 1.- Declárese como política de Estado la adaptación y mitigación al cambio climático. El Ministerio del Ambiente estará a cargo de la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concientizar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional en todos los niveles del Estado. (Delgado, 2009)



## **Marco Legal Internacional**

En el ámbito internacional el presente estudio se relaciona con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático durante la Conferencia de París sobre el Clima (COP21), que se llevó a cabo en Diciembre del 2015 en donde 195 países firmaron el primer acuerdo vinculante mundial sobre el clima.- El presente Acuerdo establece un plan de acción mundial que pone al límite el calentamiento global muy por debajo de los 2°C sobre los niveles preindustriales, a su vez los gobiernos han entregado sus compromisos nacionales a combatir el cambio climático que entrara en vigor a partir del año 2020.- Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. (Convencion Marco sobre el Cambio Climatico, 2015)

Según el Protocolo de Kioto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, fue inicialmente adoptado en diciembre 11 de 1997 en Kioto - Japón, pero entro en vigor hasta el 2005, este protocolo fue creado con la finalidad de reducir las emisiones de los diferentes gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, los cuales son: Hidrofluorocarbonos, Dióxido de Carbono, Metano, Óxido nitroso, Perfluorocarbonos.- Durante la Decimoctava Conferencia de las Partes sobre el cambio climático (COP18) ratifico el segundo periodo de vigencia del Protocolo de Kioto desde Enero de 2013 hasta Diciembre 2020. (Convencion de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climatico, 2005)

Actualmente a nivel de Fuerzas Armadas se encuentra en aprobación el manual doctrinario esperando pronta respuesta del Ministerio de Defensa Nacional.

## Capítulo II

### Fundamentación Metodológica

En este capítulo se desarrollarán todos los aspectos metodológicos aplicados a la investigación, tales como; proceso investigativo, tipo, métodos, población y muestra objeto de estudio, técnicas e instrumentos de recolección de información, procesamiento de la información correspondiente a los cursos contraincendios realizados en la ESCICA y a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), teniendo en cuenta el análisis del dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq); además analizar prácticas ambientales que permitan mitigar la contaminación ambiental.

#### Proceso de investigación

El proceso de investigación que se desarrollará es el método científico de Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pílas Baptista, también conocido como método general en donde se concebirá la idea de investigación, se planteará el problema, se elaborará el marco teórico, se fundamentará el tipo de investigación, se determinará la población y muestra, se redactará y analizará datos, se validará y se sustentará la información recolectada, se examinará propuestas viables a resolver el problema y se procederá a la presentación de los resultados.

#### Enfoques o tipo de investigación

El enfoque de investigación es de ámbito mixto, por parte del carácter cualitativo basa la investigación en observar de manera profunda los fenómenos en un contexto natural y la aplicación de este enfoque permite la versatilidad e interpretación al investigador para establecer criterios por medio de la observación, que produce la escuela contraincendios en sus prácticas, utilizando como los parámetros según la matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental realizada por el Sr. ALFG –

SS Héctor Aguirre Cabrera en su proyecto de titulación “La escuela contraincendios y control de averías y su impacto ambiental en la rada de Salinas”

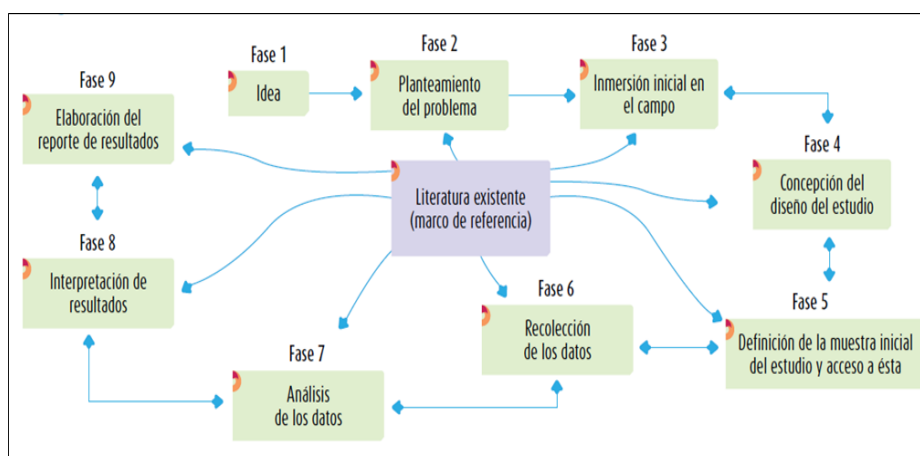
Mientras que por parte del carácter cuantitativo se utilizarán métodos normalizados para la recopilación de información, tales como obtener la cantidad de dióxido de carbono que emana a la atmosfera la quema de combustibles fósiles mediante el cálculo de la huella de carbono, para así cuantificar el carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) que produce la escuela contraincendios en sus prácticas.

Para la presente investigación, los métodos a utilizar son el cualitativo y el método inductivo.

El método inductivo utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general; realizando una investigación individual de hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría.

## Figura 9

### Proceso Cualitativo



Fuente: Adaptado de *Metodología de la investigación* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Los métodos cualitativos e inductivos se los ha considerado por lo siguiente:

- El título, el objeto de estudio, no ha sido analizado con anterioridad en referencia al uso de sumideros de carbono y como estos serían un medio sustentable para la mitigación de la contaminación ambiental.
- La investigación considera un trabajo descriptivo con un gran análisis de información ambiental para entender los impactos que provocan las practicas contraincendios
- La recolección de datos para la investigación se centra en obtener la huella de carbono del sector para cuantificar la cantidad de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) del sector.

### **Alcance de la investigación**

Según Hernández y otros autores (2014) indica que un estudio es explicativo “se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” es por eso que el presente trabajo de investigación tiene un alcance explicativo debido a que se pretende detallar como la quema de combustibles producida por las practicas contraincendios y demás actividades realizadas en la ESCICA, generan un impacto contaminante al ambiente, y al mismo tiempo el estudio de los sumideros de carbono como una propuesta para la mitigación de la contaminación ambiental.

Es necesario la visita a las instalaciones de la ESCICA para poder describir las prácticas que se realizan y así poder determinar criterios referentes a la afectación que tienen los gases contaminantes producidos en las prácticas contraincendios en la atmósfera y como pueden ser mitigados con la aplicación de los sumideros de carbono.

## **Diseño o tipo de investigación**

### ***No experimental***

“La investigación no experimental posee una función principal el cual es la observación en el cual existen diferentes variables no controladas que forman parte de una situación o suceso”. (Castillero, 2017)

Es así como en la investigación se observarán los fenómenos que ocurren en las prácticas contraincendios, aplicando la teoría de la percepción ambiental debido a que es muy difícil medir el impacto ambiental, sin embargo, a simple percepción es una contaminación por la gran cantidad de humo que se emana a la atmósfera; para posteriormente, realizar la recolección de datos y el análisis para determinar las afectaciones que producen las prácticas contra incendios, y con eso poder establecer prácticas ambientales para mitigar esta contaminación al ambiente.

## **Población y muestra**

### ***Población***

Con el fin de recopilar información para el estudio y análisis de datos válidos, se realizará una encuesta a los guardiamarinas de cuarto y tercer año de la Escuela Naval ya que ellos han realizado prácticas en la ESCICA.

**Tabla 2***Población de estudio*

<b>Curso</b>	<b>Tamaño de la población</b>
Guardiamarinas de Cuarto año	53
Guardiamarinas de Tercer año	36
<b>Total</b>	<b>89</b>

Al ser una población pequeña se toma a toda la población para ser utilizada en la investigación, teniendo así un total de 89 guardiamarinas a ser encuestados, los cuales estarán divididos en 53 guardiamarinas de cuarto año y 36 guardiamarinas de tercer año.

#### **Técnica de recolección de datos**

La técnica de investigación fue de campo debido a que se realizó la observación del fenómeno de estudio y su impacto al medio ambiente; además, a fin de recopilar información de fuentes primarias se recurrió a observar los eventos dentro del ambiente natural, tomando en cuenta el espacio que disponemos para realizar nuestras anotaciones, a su vez, visitando las instalaciones de la ESCICA, estableciendo diálogos con el personal de instructores y oficiales que laboran en el lugar; por medio de la entrevista, se recopiló información, observando el entorno y como la escuela contraincendios ha influido positivamente o negativamente en la contaminación y al mismo tiempo como la aplicación de sumideros de carbono sería un factor clave para prevenir el calentamiento global, por medio de la encuesta.

La investigación de campo según Bartis (1985) es “la observación y cuidadosa recolección de eventos y materiales al ocurrir estos dentro de un contexto o ambiente natural”.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la presente investigación los instrumentos utilizados fueron la encuesta, la entrevista; para lo cual fueron necesario las validaciones de los instrumentos por parte de personal calificado y con un alto índice de experiencia en el área del estudio del medio ambiente por parte de oficiales de la Armada del Ecuador expertos y profesionales externos, en referencia a oficiales expertos se tomó en consideración los siguientes parámetros como tal:

- Oficiales con tiempo de servicios en la Armada del Ecuador mayores o iguales a 15 años.
- El tiempo en años en donde se hayan desempeñado en unidades de abordaje, el cual tiene que ser mayor o igual a 8 años.
- Haber trabajado por más de 8 años en repartos operativos.
- Tener un desempeño laboral mayor a 8 años en repartos administrativos.
- Experiencia en gestión de riesgos y seguridad mayor o igual a 2 años.
- Poseer un título de cuarto nivel.

Con los parámetros indicados, se efectuó la matriz que se detalla en el anexo “A” dando como resultado los siguientes expertos de la tabla en donde muestra su cargo actual y experiencia, los que superaron el 90% en su calificación:

**Tabla 3***Matriz de validación de expertos navales*

<b>Experto</b>	<b>Cargo</b>	<b>Experiencia</b>
TNNV – SS José Mora Morán	<b>Oficial de la Escuela de Grumete “Juan Suarez”</b>	Más de 16 años de experiencia como oficial de la Armada del Ecuador. Actualmente Sr. Oficial encargado de la Escuela Contraincendios y Control de Averías.
TNNNV – SU Fabián Pilla Corral	<b>Subdirector del Centro Tecnológico Naval “CETNAV”</b>	Más de 16 años de experiencia como oficial de la Armada del Ecuador. Magister en Sistemas Integrados en Gestión de Seguridad, Ambiente y Calidad.

**Encuesta**

El instrumento de tipo cerrado consta de 7 ítems, el mismo que fue realizado de manera anónima, consultando únicamente el año al que pertenece el guardiamarina. Su validación fue realizada por el Sr. TNNV – SU Fabián Pilla Corral seleccionado de la matriz del Anexo “A”, y 7 preguntas abiertas en relación al tema de interés.

El formato de la encuesta con las 9 preguntas se encuentra en el Anexo “B”. En el Anexo “C” se presenta los certificados de constancia de juicio de expertos para la validación de la encuesta.



### **Entrevista**

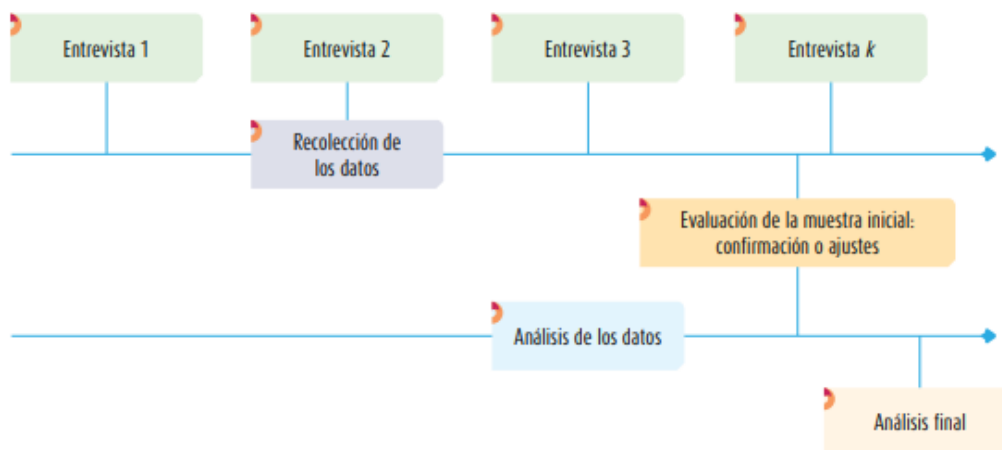
Según Steinar Kvale, “Una entrevista de investigación cualitativa intenta entender el mundo desde el punto de vista del sujeto, revelar el significado de las experiencias de las personas, desvelar su mundo vivido previo a las explicaciones científicas” (Kvale, 2011). Por medio de la entrevista se espera obtener información referente a la investigación realizada, validada por expertos, era de tipo estructurada ya que se siguió un cuestionario de 5 preguntas abiertas, llevándose a cabo mediante reuniones entre los investigadores y los expertos en donde se estableció un diálogo, acerca del tema de investigación; con preguntas de opinión, de conocimiento y de antecedentes (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para fortalecer la presente investigación se desarrolló una entrevista al Sr. TNNV – SS Mora, Jefe de la Escuela Contraincendios con el fin de obtener opiniones en relación con nuestra investigación y detalles puntuales, de las condiciones de este centro de capacitación actualmente.

Además del Sr. TNNV – SU Pilla con su conocimiento en el tema otorgará varias aportaciones muy importantes a la investigación.

**Figura 10**

*Naturaleza del proceso cualitativo en la entrevista*



Fuente: Adaptado de *Metodología de la investigación* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

En el Anexo “D” se presenta los certificados de constancia de juicio de expertos para la validación de la entrevista, y en el Anexo “E” el formato de las entrevistas.

### **Validez y Confiabilidad**

“El juicio de expertos es un hábito que necesita la validación útil para que la investigación realizada tenga fiabilidad; interpretando y aplicando los resultados de manera acertada, eficiente y con rigurosidad metodológica” (Escobar Perez & Cuervo Martinez, 2008).

Se realizó la validación de expertos lo cual permitirá verificar la fiabilidad de la presente investigación, lo cual implica una opinión de personas especializadas en el tema, conocidos como expertos cualificados, los cuales nos brindaron información, evidencia y valoraciones.

La validación del presente proyecto fue realizada por el TNNV – SU Pilla la cual se encuentra en el Anexo “C” y Anexo “D” tanto en la encuesta como en la entrevista respectivamente.

### ***Otros instrumentos***

Otras fuentes empleadas durante la presente investigación para la recolección de datos fueron los planes de acción ambiental, los permisos y normas ambientales que permitirán fundamentar el análisis con respecto al tema. La obtención de los datos se realizó bajo dos circunstancias, la primera de ellas fue mediante la solicitud a ciertos expertos, que proporcionaron información en casos puntuales, como se detalla a continuación:

- Calculadora de la Huella Ecológica.
- Matriz de Impactos Ambientales de la Dirección del Sistema Integrado de Seguridad de la Armada del Ecuador (DISIS)

La segunda circunstancia fue la obtención de información sin que sean proveídos por expertos, es decir datos no obstructivos, datos esenciales para llevar a cabo el estado del arte y marco teórico de la presente investigación.

### **Cálculo de la Huella de Carbono**

Para el cálculo de la huella de carbono de la escuela contraincendios en primer lugar se limitará las áreas de la organización para la recolección de información, al mismo tiempo identificando las fuentes emisoras relacionadas a las prácticas que generan contaminación al ambiente.

**Tabla 4***Tipo de emisiones***Alcance 1:****Emisiones directas**

Combustión fósil producida en la piscina para el combate de incendios

Quema de combustible para simulador de control de incendio

Teniendo en cuenta el campo de cobertura a utilizar; considerando las emisiones directas, las cuales se encuentra la quema de diésel y gasolina, utilizadas en la piscina para el combate de incendios, se debe identificar los gases de efecto invernadero (GEI), identificados en el protocolo de Kyoto.

**Tabla 5**

*Tipo de gases de efecto invernadero (GEI) según el protocolo de Kyoto que son producidos en la Escuela Contraincendios*

<b>Práctica</b>	<b>Material utilizado</b>	<b>Gas de Efecto Invernadero</b>
Piscina para el combate de incendios.	Gasolina Diésel	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )
Simulador para el control de incendios	Gasolina Diésel	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )

Se elige el periodo para el cálculo de la huella de carbono, el cual coincidirá con el año natural inmediatamente anterior en el que se realiza el cálculo el cual será desde enero hasta diciembre del presente año.

Posterior a la elección del periodo se recopilará todos los datos de consumo y actividades en donde son utilizados en la Escuela contraincendios para el

funcionamiento de la piscina para el combate de incendios y el simulador de control de incendio.

**Tabla 6**

***Prácticas en la Escuela Contraincendios y Control de Averías periodo 2019***

Repartos con la Armada del Ecuador (ARE)	16
Escuela Marina Mercante (ESMENA)	13

**Tabla 7**

***Piscina para el combate de incendios y Simulador para el control de incendios***

<b>Datos de Consumo</b>	
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Gasolina	40 galones por práctica
Diésel	100 galones por práctica

Una vez identificados los límites de la organización, el periodo de selección de información, y obtener los datos de consumo en las actividades de prácticas, se debe identificar el facto de emisión de los gases de efecto invernadero.

Para el cálculo de la huella se debe utilizar la siguiente formula:

$$\text{Huella de Carbono} = \text{Dato actividad} * \text{Factor emisión}$$

El dato actividad es obtenido relacionando la cantidad de diésel y gasolina que se utiliza por practica multiplicando por todas las practicas realizadas en el año.

**Tabla 8***Galones de gasolina y diésel utilizados*

<b>Tipo de práctica</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Número de prácticas</b>	<b>Total</b>
Piscina para el combate de incendios.	Diésel	100 gal	29 prácticas	2900 gal
Simulador para el control de incendios	Gasolina Súper	40 gal		1160 gal

Como referencia, para obtener la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> emitidos por galón de diésel quemado, el contenido de calor del combustible por galón puede multiplicarse por kg de CO<sub>2</sub> por contenido de calor del combustible.

Según la IPCC 2016 indica que se debe usar un factor de conversión común de 10,180 gramos de emisiones de CO<sub>2</sub> por galón de diésel consumido; este valor implica que todo el carbón en el diésel se convierte en CO<sub>2</sub>. (EPA, 2020)

Por lo tanto, tenemos la huella de carbono utilizando el factor de emisión del diésel en la escuela contraincendios y control de averías para el periodo 2019:

$$\text{Huella de Carbono 1} = \text{Dato actividad} * \text{Factor emisión}$$

$$\text{Huella de Carbono 1} = 2900\text{gal} * 10,1 \text{ Kg CO}_2$$

$$\text{Huella de Carbono 1} = 29290 \text{ Kg CO}_2\text{e}$$

Como referencia, para obtener la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> emitidos por galón de gasolina quemada, el contenido de calor del combustible por galón puede multiplicarse por kg de CO<sub>2</sub> por contenido de calor del combustible.

Según la IPCC 2016 indica usar un factor de conversión común de 8,887 gramos de emisiones de CO<sub>2</sub> por galón de gasolina consumida, este valor implica que todo el carbón en la gasolina se convierte a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Por lo tanto, tenemos la huella de carbono utilizando el factor de emisión de la gasolina en la escuela contraincendios y control de averías para el periodo 2019:

$$\text{Huella de Carbono 2} = \text{Dato actividad} * \text{Factor emisión}$$

$$\text{Huella de Carbono 2} = 1160\text{gal} * 8.8 \text{ Kg CO}_2$$

$$\text{Huella de Carbono 2} = 10208 \text{ Kg CO}_2\text{e}$$

$$\text{Huella de Carbono total} = \text{Huella de Carbono 1} + \text{Huella de Carbono 2}$$

$$\text{Huella de Carbono total} = 29290 \text{ Kg CO}_2\text{e} + 10208 \text{ Kg CO}_2\text{e}$$

$$\text{Huella de Carbono total} = 39498 \text{ Kg CO}_2\text{e}$$

La huella de carbono producida por el simulador para el control de incendios y la piscina para el combate de incendios es de 39498 Kg CO<sub>2</sub>e en la escuela contraincendios y control de averías en el periodo 2019.

## Procesamiento y análisis de la información

### *Análisis de encuestas*

1. Durante su estadía en la Escuela Naval, ¿cómo cree usted que ha sido el cuidado ambiental en la Base Naval de Salinas?

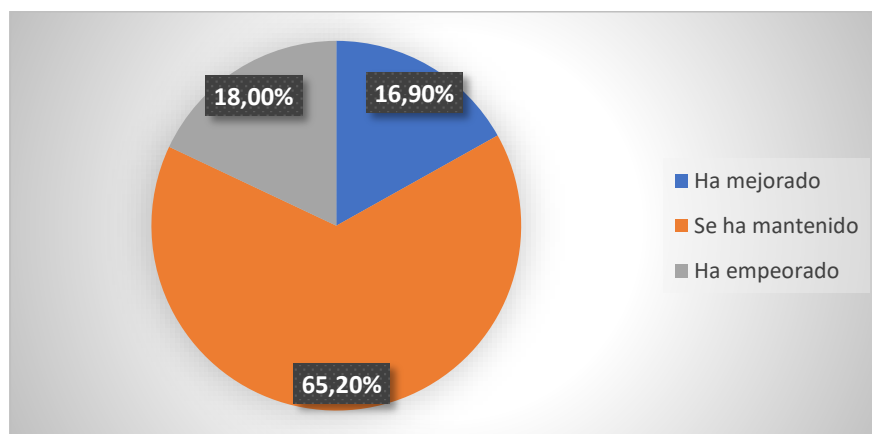
**Tabla 9**

*Pregunta 1*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Muy crítico	40	44,9%
Crítico	35	33,9%
Moderado	14	15,7%
Irrelevante	0	0%

**Figura 11**

*Pregunta 1*



El 16,9% de la población encuestada considera que el cuidado ambiental presente en la Base Naval de Salinas ha mejorado en los últimos años a pesar de las prácticas contraincendios generadas en el sector de la ESCICA. Sin embargo, un 65,20% considera que el cuidado ambiental se ha mantenido en los niveles estándar y otro 18,0% menciona que ha empeorado provocando así una mayor afectación al medio ambiente producto de las emisiones de las prácticas.



**2. Desde su punto de vista, ¿cómo considera el nivel de afectación ambiental luego de una práctica contra incendios en la ESCICA?**

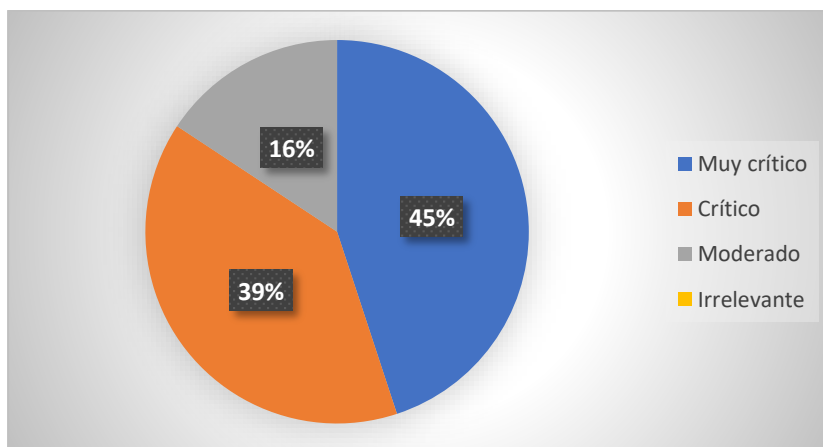
**Tabla 10**

*Pregunta 2*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Ha mejorado	15	16,9%
Se ha mantenido	58	65,2%
Ha empeorado	16	18%

**Figura 12**

*Pregunta 2*



El 44,9% de la población encuestada considera que el nivel de afectación ambiental luego de una práctica contra incendios es muy crítico debido a la cantidad de gases que se emanan, mientras que un 39,3% considera que es crítico debido a la frecuencia con la que se producen las prácticas, un 15,7% considera que el impacto generado es moderado, pero ningún guardiamarina que es irrelevante el nivel de afectación ambiental de una práctica contra incendios.

3. ¿Considera usted que los procedimientos realizados por el personal de ESCICA se los realizan con la precaución debida con el fin de evitar derrames de hidrocarburos que consecuentemente alteren el medio ambiente?

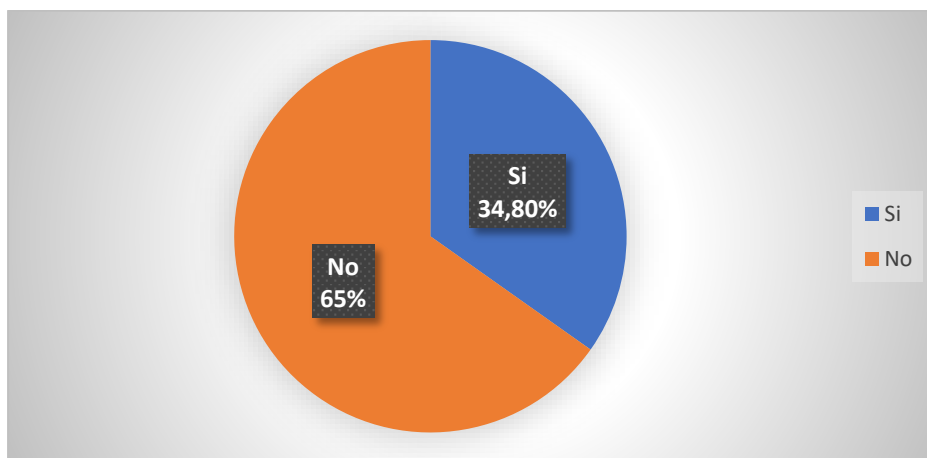
**Tabla 11**

*Pregunta 3*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Si	31	34,8%
No	58	65,2%

**Figura 13**

*Pregunta 3*



El 34,8% de los encuestados considera que los procedimientos previos a la realización de una práctica contra incendios son realizados con la precaución debida, mientras que el 65,2% considera que estos procedimientos no son realizados correctamente lo que conlleva al derrame de hidrocarburos y por consiguiente a alterar el medio ambiente.

**4. ¿Qué afectaciones al medio ambiente considera que son consecuencia de las prácticas contraincendios?**

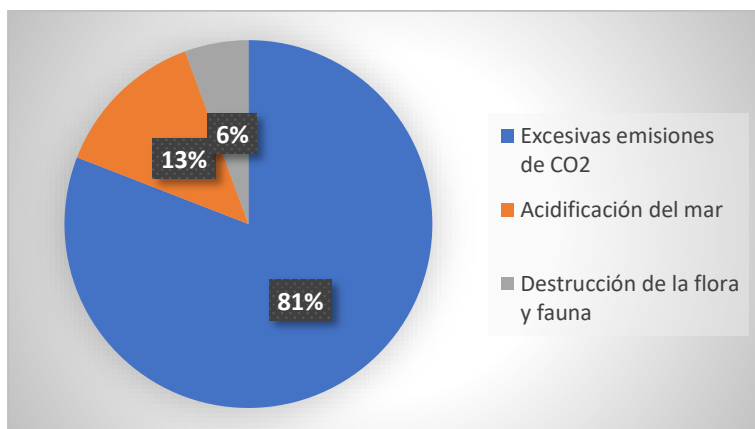
**Tabla 12**

*Pregunta 4*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Excesivas emisiones de CO <sub>2</sub>	72	80,9%
Acidificación del mar	12	13,5%
Destrucción de la flora y fauna	5	5,6%

**Figura 14**

*Pregunta 4*



El 80,9% de la población encuestada considera que una práctica contraincendios afecta con excesivas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por la cantidad de gases que se producen al quemar los hidrocarburos. Por otro lado, un 13,5% considera que el impacto es la acidificación de los mares, mientras que el 5,6% considera que es la destrucción de flora y fauna debido a las marcas antropológicas existentes en el sector debido a consecuencias humanas.

5. ¿Conoce usted si alguna vez se ha desarrollado un estudio de la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> expulsadas al ambiente luego de una práctica contraincendios?

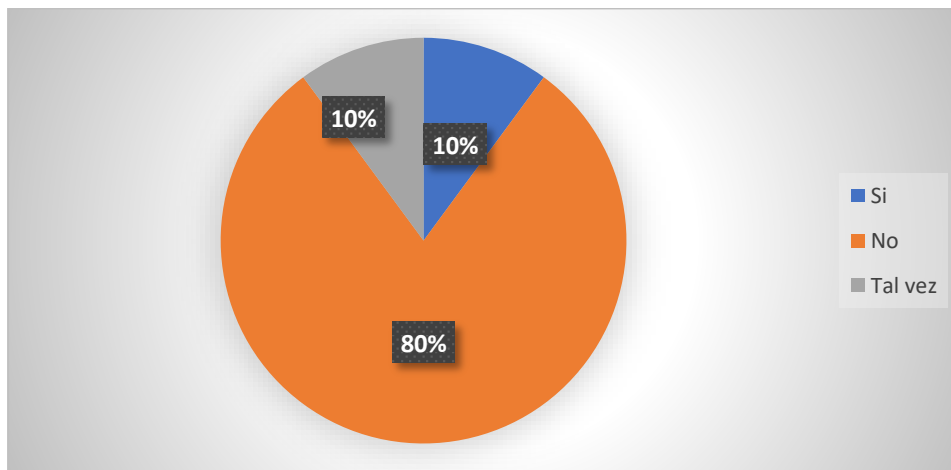
**Tabla 13**

*Pregunta 5*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	10,1%
No	71	79,8%
Tal vez	9	10,1%

**Figura 15**

*Pregunta 5*



El 79,8% de la población encuestada no tiene conocimiento de alguna evaluación realizada referente a las emisiones de CO<sub>2</sub> expulsadas al ambiente, mientras que el 10,1% reconoce que tal vez pudo haber existido algún estudio referente a esta problemática, y el 10,1% de la población encuestada afirmó conocer que se ha

realizado en años anteriores un estudio en relación con la cantidad de gases expulsadas a la atmósfera luego de una práctica contraincendios.

**6. ¿Considera que la disminución de prácticas contraincendios en la ESCICA reduciría la contaminación ambiental?**

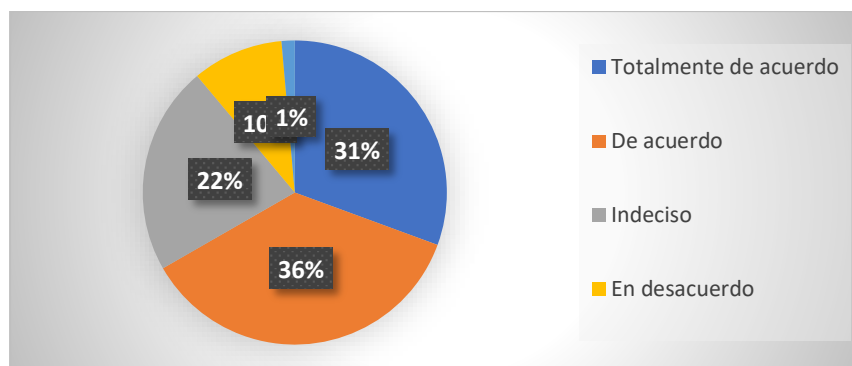
**Tabla 14**

*Pregunta 6*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	27	30,3%
De acuerdo	33	37,1%
Indeciso	18	20,2%
En desacuerdo	10	11,2%
Totalmente en desacuerdo	1	1,2%

**Figura 16**

*Pregunta 6*



El 30,3% de la población encuestada considera que está totalmente de acuerdo con la idea de que al disminuir las prácticas conraíncendios se va a reducir la contaminación ambiental en el sector; un 37,1% considera de acuerdo disminuirse el número de prácticas conraíncendios; un 20,2% se consideran indecisos al emitir un criterio al respecto, mientras que el 11,2% no se considera de acuerdo en disminuir el número de prácticas conraíncendios, finalmente un 1,2% consideran que no se deben disminuir las prácticas conraíncendios.

**7. Según la descripción de la finalidad de un sumidero de carbono, ¿considera que la aplicación de sumideros de carbono en la ESCICA contribuiría a mitigar la contaminación ambiental?**

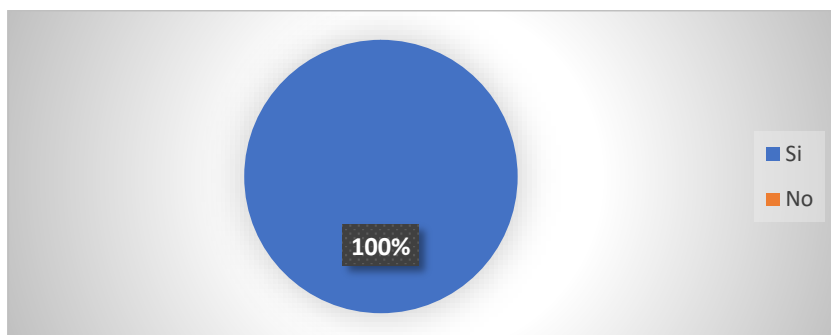
**Tabla 15**

*Pregunta 7*

Escala de Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Si	89	100%
No	0	0%

**Figura 17**

*Pregunta 7*



Un 100% de la población encuestada confirma la idea de que mediante la aplicación de sumideros de carbono en el sector de la ESCICA va a contribuir a mitigar la contaminación causada en las prácticas contraincendios.

### ***Análisis de entrevistas***

#### **Dirigida al personal de ESCICA**

**Objetivo de la entrevista:** Recopilar información del cuidado ambiental que realiza la Escuela Contraincendios con la finalidad de cumplir con la normativa legal del Ministerio del Ambiente.

**Cargo:** TNNV-SS José Javier Mora Morán, Sr. Oficial encargado de la Escuela Contra Incendio y Control de Averías.

**Lugar y Fecha:** Salinas, 3 de Junio del 2020.

El señor TNNV-SS Mora J. mencionó aspectos muy importantes dentro de la entrevista realizada. Una de sus acotaciones fue la inexperiencia que tenía de guardiamarina en ámbitos ambientales debido a que no recibió materias al respecto para aumentar su acervo cultural. A su vez, mencionó que es importante la inclusión de una materia tal que muestre varios efectos, así como el efecto del 2030, el cual indica que el cambio ambiental aumentará exponencialmente.

En referencia a los sumideros naturales que se encuentran cerca de la Escuela Contraincendios, supo mencionar que no son suficientes para mitigar la contaminación que se produce en los cursos que se realizan anualmente en esta institución. Al entrar en el 2020 como encargado de la Escuela Contraincendios, menciona que la contaminación ambiental es uno de los factores que planea disminuir.

“Dentro de los ejercicios contraincendios lamentablemente hay que producir humo, pues es algo que no se puede evitar ya que se necesita practicar de manera real. Existe un tipo de sumidero por decantación, pero lamentablemente por más de 20 años

no se ha dado mantenimiento correspondiente y entonces no ha estado funcionando; esto permite que la piscina que se encuentra en la Escuela Contraincendios al momento que queden residuos de combustible, estos pasen por el sistema de decantación y de esa manera queden en ellos, pero lamentablemente no está operativo”.

En relación con la capacitación del personal de la Escuela Contraincendios, menciona que se le da capacitación debido a que cuando se mueve el personal hacia este reparto muchas veces no tienen conocimiento de cómo desenvolverse, y es por eso la necesidad de una instrucción previa para este tipo de cursos.

Finalmente, menciona la importancia de aplicar sumideros naturales de carbono, debido a que es insuficiente la capacidad que tienen los sumideros actuales en la Escuela Contraincendios para la contaminación generada.

Una vez realizado el procesamiento y análisis de la información obtenida mediante las encuestas, entrevistas y otros instrumentos para la recolección de información, se procederá a verificar los resultados de la investigación, para poder generar la propuesta de investigación que va a sintetizar en la medida de lo posible la manera de minimizar los gases de dióxido de carbono emanados a la atmósfera luego de una práctica contra incendio. Las medidas de protección ambiental son agentes que se observan en instituciones a nivel nacional y mundial, tanto de la existencia de empresas dedicadas a este servicio.



### Capítulo III

#### **“Los sumideros de carbono como apoyo para combatir la contaminación producida en la Escuela Contraincendios y Control de Averías”**

##### **Propuesta de investigación**

##### **Título de la propuesta**

Propuesta de sumideros de carbono artificiales y naturales

##### **Tipo de proyecto**

Ambiente

##### **Institución responsable**

Escuela Superior Naval

##### **Dirección**

Malecón Sector Chipipe, Salinas

##### **Teléfonos**

(04) 2773383

##### **Fax**

(04) 2773344

##### **Página web**

[www.essuna.armada.mil.ec](http://www.essuna.armada.mil.ec)

##### **Cobertura poblacional**

Miembros de la Armada del Ecuador.

##### **Cobertura territorial**

Base Naval de Salinas.

##### **Fecha de Inicio**

Domingo 5 de enero del 2020

**Fecha final**

Viernes 3 de diciembre del 2020

**Antecedentes**

La preservación y el cuidado del ambiente es de vital importancia para el ser humano, vista que del mismo obtenemos agua, comida, materias primas, entre otras, y actualmente este medio se ha visto afectado por el cambio climático y la deforestación.

Mitigar la contaminación ambiental en los ejercicios realizados en la Escuela Contraincendios y Control de Averías ha sido un tema analizado desde hace mucho tiempo atrás; por consiguiente, los estudios realizados han sido de gran ayuda previendo alternativas para reducir la contaminación.

Los sumideros de carbono naturales cumplen un importante papel dentro del proceso de captación de carbono en la atmósfera y así disminuir las afectaciones ambientales consecuentes de las prácticas humanas realizadas al medio ambiente. Expertos ambientales proveen de comentarios a favor del uso de sumidero de carbonos en la Escuela Contraincendios, con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos producidos a la atmósfera luego de una práctica en la misma.

**Justificación**

Las actividades que se lleva a cabo en los cursos contraincendios y control de averías en la base naval de Salinas, han generado preocupación, por la contaminación ambiental que estas producen, trayendo consigo cambios al clima producto del calentamiento global, es por eso necesario, el uso de medios que permitan mitigar este impacto al ambiente, y la aplicación de sumideros de carbono como un factor que ayude al ambiente, posee un gran impacto ambiental positivo para el mundo; la utilización de estos depósitos naturales o artificiales de carbono absorberán el carbono de la

atmosfera y contribuirá a reducir la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el área de la escuela contraincendios y control de averías (ESCICA).

### **Objetivo General**

Proponer alternativas que minimicen los impactos ambientales que se generan en la quema de combustibles en la Escuela Contraincendios mediante el uso de sumideros de carbono y buenas prácticas ambientales.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar el uso de sumideros de carbonos naturales, sembrando en áreas aledañas a la ESCICA especies vegetales, arboles, entre otros, que ayuden a mitigar el impacto ambiental negativo producido en la Escuela Contraincendios y Control de Averías.
- Determinar la relación de captación de carbono, analizando la estructura superficial de las diferentes especies vegetales, para clasificar aquellas que poseen una mayor absorción de CO<sub>2</sub> del ambiente.
- Proponer el sumidero de carbono que mayor captación de CO<sub>2</sub> posee, mediante el análisis de los resultados obtenidos, para mitigar la contaminación ambiental del sector.

### **Diseño de la propuesta**

#### ***Propuesta de resembrado de árboles en las instalaciones aledañas a la Escuela Contra incendios y Control de Averías***

Con el fin de neutralizar la huella de carbono producida anualmente en la Escuela Contra incendios, se analizó el resembrado de especies vegetales, hortícolas y árboles en las áreas aledañas a la ESCICA con el fin de incluir un sumidero de carbono natural reemplazándolo con uno ya existente, los cuales son la vegetación que se encuentra en el sector, así, proponer la siembra de especies que puedan captar más carbono basado en investigaciones científicas. Para poder desarrollar esta idea, fue

necesario conocer el tipo de cultivos que se pueden realizar en la provincia de Santa Elena, en donde se pudieron obtener las siguientes especies de árboles frutales y cítricos:

**Tabla 16**

*Árboles frutales de la península de Santa Elena*

---

**Árboles frutales de la península de Santa Elena**

---

Tamarindo

Mandarina

Limón

Naranja

Toronja

Uva de mesa

Ciruela

---

*Nota.* Adaptado de Proyecto Agua, Vida y Naturaleza Ecuador (Semarnat, 2009)

Una vez analizados los cultivos que se pueden sembrar en la península de Santa Elena, se analizaron datos científicos en relación a la captación de carbono de algunas especies vegetales, hortícolas y árboles.

Según Micael Carvajal (Carvajal, 2009) , considerando como un árbol cumple con su proceso de absorción de CO<sub>2</sub> y ayudar a mitigar la contaminación ambiental, la siguiente información se puede resumir de la siguiente manera:

## Figura 18

Datos técnicos captación de CO<sub>2</sub> del limón

LIMONERO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL ÁRBOL	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	%	(% Peso seco)	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(T ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	g C Árbol <sup>-1</sup>	g CO <sub>2</sub> Árbol <sup>-1</sup>
Raíz	26.833	13.953	48,00	43,87	174,9	1,7	6.121	22.446
Ramas	17.000	8.898	47,66	44,23	112,4	1,1	3.935	14.430
Hojas+Tallos	36.667	15.576	57,52	43,30	192,7	1,9	6.744	24.729
Frutos	200.000	26.540	86,73	42,51	322,3	3,2	11.282	41.368
Tronco	4.330	2.266	47,66	44,23	28,6	0,3	1.080	3.960
Total	284.830	67.233			831	8,3	29.163	106.933

Densidad de plantación: 0,028 árboles/m<sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> en los cultivos más representativos* (Carvajal, 2009)

## Figura 19

Datos técnicos captación de CO<sub>2</sub> de la naranja

NARANJO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL ÁRBOL	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	%	(% Peso seco)	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(T ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	g C Árbol <sup>-1</sup>	g CO <sub>2</sub> Árbol <sup>-1</sup>
Raíz	7.555	2.420	67,97	44,13	44,8	0,4	1.068	3.916
Ramas	6.217	3.362	45,93	44,13	62,3	0,6	1.483	5.439
Hojas+Tallos	8.893	3.945	55,64	40,80	67,6	0,7	1.610	5.902
Frutos	100.000	20.568	82,86	41,90	362,0	3,6	8.618	31.599
Tronco	2.845	1.538	45,93	44,13	28,5	0,3	679	2.489
Total	133.510	31.833			565,2	5,6	13.458	49.345

Densidad de plantación: 0,042 árboles/m<sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> en los cultivos más representativos* (Carvajal, 2009)

**Figura 20**

Datos técnicos captación de CO<sub>2</sub> de la ciruela

CIRUELO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL ÁRBOL	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	%	(% Peso seco)	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(T ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	g C Árbol <sup>-1</sup>	g CO <sub>2</sub> Árbol <sup>-1</sup>
Raíz	12.600	7.840	37,78	48,21	215,0	2,2	3.780	13.859
Ramas	2.882	1.487	48,40	47,09	39,9	0,4	700	2.568
Hojas	1.737	722	58,43	42,41	17,5	0,2	306	1.123
Frutos	75.000	10.583	85,89	49,38	297,9	3,0	5.226	19.161
Tronco	4.792	2.355	50,86	47,09	63	1	1.109	4.066
Total	97.011	22.987			633,3	6,3	11.121	40.777

Densidad de plantación: 0,057 árboles/m<sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> en los cultivos más representativos* (Carvajal, 2009)

**Figura 21**

Datos técnicos captación de CO<sub>2</sub> de la mandarina

MANDARINO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL ÁRBOL	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	%	(% Peso seco)	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(T ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	g C Árbol <sup>-1</sup>	g CO <sub>2</sub> Árbol <sup>-1</sup>
Raíz	2.858	957	66,52	44,98	17,9	0,2	430,5	1578,5
Ramas	1.050	632	39,78	44,98	11,8	0,1	284,4	1042,8
Hojas+Tallos	4.667	2.239	52,02	40,57	37,8	0,4	908,4	3330,8
Frutos	80.000	15.496	80,63	43,50	280,8	2,8	6740,8	24716,3
Tronco	435	262	39,78	44,98	5	0,05	118	432
Total	89.010	19.587			353	3,5	8.482	31.101

Densidad de plantación: 0,042 árboles/m<sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> en los cultivos más representativos* (Carvajal, 2009)

**Figura 22**

Datos técnicos captación de CO<sub>2</sub> de la uva de mesa

UVA DE MESA	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL ÁRBOL	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	%	(% Peso seco)	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(T ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	g C Árbol <sup>-1</sup>	g CO <sub>2</sub> Árbol <sup>-1</sup>
Raíz	6.242	2.788	55,33	44,98	103	1,0	1.254	4.599
Ramas	3.615	1.387	61,62	45,89	52,2	0,5	637	2.335
Hojas	5.187	1.737	66,58	46,18	65,8	0,7	802	2.941
Frutos	47.500	6.992	85,28	47,17	270,4	2,7	3.298	12.093
Tronco	1.624	800	50,74	45,89	30	0	367	1.347
Total	64.168	13.704			521,4	5,2	6.358	23.315

Densidad de plantación: 0,082 plantas/m<sup>2</sup>

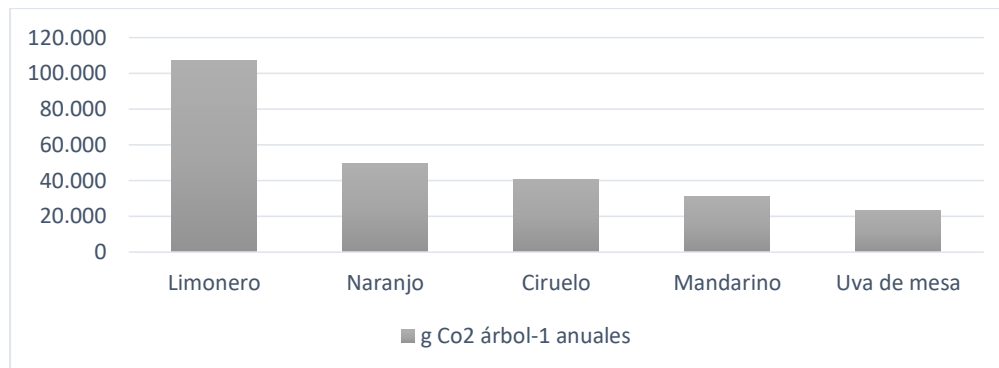
Fuente: Adaptado de *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> en los cultivos más representativos* (Carvajal, 2009)

Realizando un cuadro comparativo de las características presentes en estas especies de árboles, se pudo determinar la siguiente tabla:

**Tabla 17**

Resumen de gramos de CO<sub>2</sub> absorbidos anualmente

Árbol	Peso fresco	Peso seco	Total C	Total C	Total Árbol	
	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g árbol <sup>-1</sup> )	(g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	(g ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	(g C árbol <sup>-1</sup> )	(g CO <sub>2</sub> árbol <sup>-1</sup> )
<b>Limonero</b>	284.830	67.233	831	8,3	29.163	106.933
<b>Naranja</b>	133.510	31.833	565,2	5,6	13.458	49.345
<b>Ciruelo</b>	97.011	22.987	633,3	6,3	11.121	40.777
<b>Mandarino</b>	89.010	19.587	353	3,5	8.482	31.101
<b>Uva de mesa</b>	64.168	13.704	521,4	5,2	6.358	23.315

**Figura 23***Árboles frutales y cítricos*

En la Figura 23 podemos observar los gramos de CO<sub>2</sub> captados anualmente por cada una de las especies de árboles estudiados, en donde, inicialmente se evidencia que predomina el árbol de limón como sumidero de carbono más relevante para la absorción de CO<sub>2</sub> entre todas las especies estudiadas.

La densidad de plantación de árboles considerados en la investigación también es de importancia en la realización del proyecto:

**Tabla 18***Densidad de plantación*

Árbol	Densidad de plantación
<b>Limonero</b>	0,028 árboles/m <sup>2</sup>
<b>Naranja</b>	0,042 árboles/m <sup>2</sup>
<b>Ciruelo</b>	0,057 árboles/m <sup>2</sup>
<b>Mandarino</b>	0,042 árboles/m <sup>2</sup>
<b>Uva de mesa</b>	0,082 árboles/m <sup>2</sup>

Para determinar la cantidad de árboles que se pueden sembrar se utiliza la siguiente fórmula:



$$\text{Número de árboles} = \text{Densidad de plantación} \times \text{área de sembrado}$$

En donde, tanto la densidad de plantación como el área de sembrado tienen que estar expresadas en metros cuadrados.

Para determinar la superficie a utilizar para realizar el resembrado de árboles se utilizó la aplicación web denominada “Google Earth” que me permite visualizar múltiple cartografía con base a fotografías satelitales.

En base a la necesidad de neutralizar el CO<sub>2</sub> producido en los ejercicios contraincendios se analizaron 4 posibles lugares para colocar el sembrado de árboles, obteniendo así un sumidero natural de carbono introducido en las instalaciones de la ESCICA.

Primera opción: Área correspondiente a 599,02 m<sup>2</sup> en el sector junto al simulador de control de averías.

## Figura 24

### Área 1



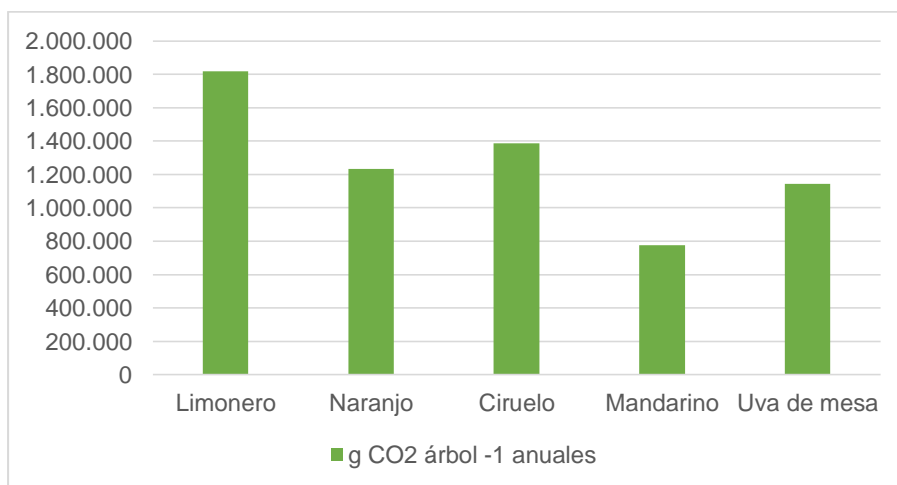
Fuente: Adaptado de Google Earth, 2020 (Google Earth, 2020)

Tabla 19

Área 1

Árbol	Área	Densidad de plantación	Número de árboles	g CO <sub>2</sub> capturados anualmente
Limonero	599,02 m <sup>2</sup>	0,028 árboles/m <sup>2</sup>	17	1.817.861
Naranja		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	25	1.233.625
Ciruelo		0,057 árboles/m <sup>2</sup>	34	1.386.418
Mandarino		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	25	777.525
Uva de mesa		0,082 árboles/m <sup>2</sup>	49	1.142.435

Figura 25

Captación de CO<sub>2</sub> Área 1

Segunda opción: Área correspondiente a 907,36 m<sup>2</sup> en el sector detrás del simulador de control de averías y laberinto de práctica contra incendio.

**Figura 26**

Área 2



**Nota.** Adaptado de Google Earth, 2020.

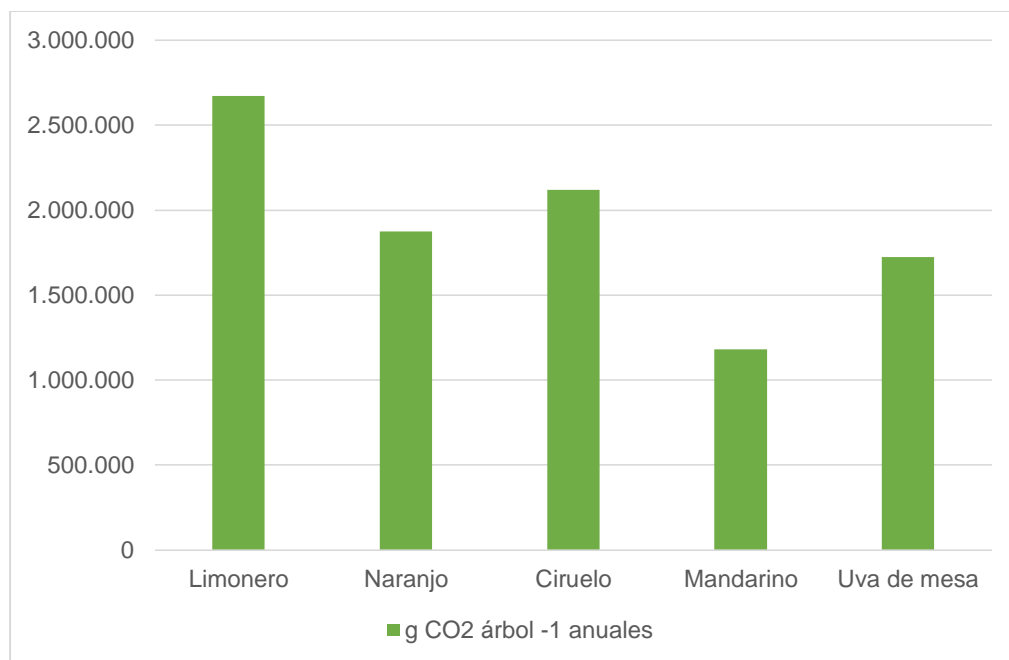
**Tabla 20**

Área 2

Árbol	Área	Densidad de plantación	Número de árboles	g CO <sub>2</sub> capturados anualmente
Limonero	907,36 m <sup>2</sup>	0,028 árboles/m <sup>2</sup>	25	2.673.325
Naranja		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	38	1.875.110
Ciruelo		0,057 árboles/m <sup>2</sup>	52	2.120.404
Mandarino		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	38	1.181.838
Uva de mesa		0,082 árboles/m <sup>2</sup>	74	1.725.310

**Figura 27**

*Captación de CO<sub>2</sub> Área 2*



Tercera opción: Área correspondiente a 1.586,01 m<sup>2</sup> detrás de las oficinas de la Escuela Contraincendios.

**Figura 28**

*Área 3*

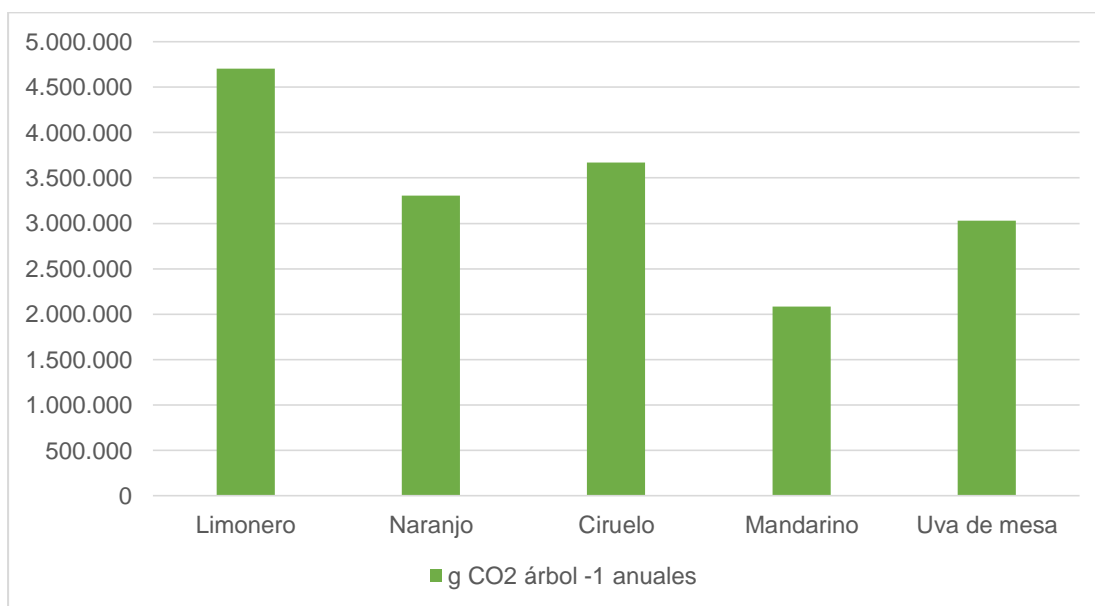


*Fuente:* Adaptado de Google Earth, 2020 (Google Earth, 2020)

**Tabla 21**

Área 3

Árbol	Área	Densidad de plantación	Número de árboles	g CO <sub>2</sub> capturados anualmente
<b>Limonero</b>	1.586,01 m <sup>2</sup>	0,028 árboles/m <sup>2</sup>	44	4.705.052
<b>Naranja</b>		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	67	3.306.115
<b>Ciruelo</b>		0,057 árboles/m <sup>2</sup>	90	3.669.930
<b>Mandarino</b>		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	67	2.083.767
<b>Uva de mesa</b>		0,082 árboles/m <sup>2</sup>	130	3.030.950

**Figura 29**Captación de CO<sub>2</sub> Área 3

Cuarta opción: Área correspondiente a 2.390,3 m<sup>2</sup> ubicada frente a la Escuela Contraincendios.

Figura 30

Área 4

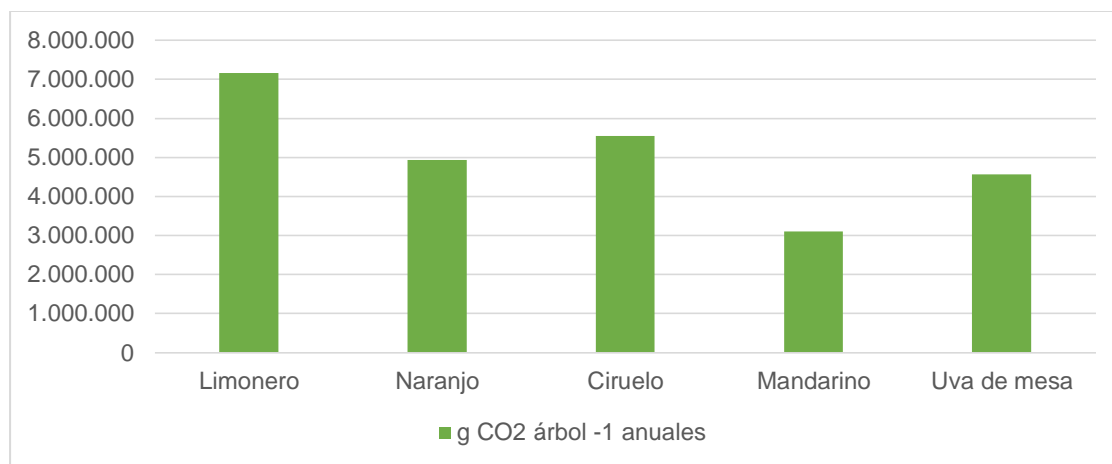


Fuente: Adaptado de Google Earth, 2020. (Google Earth, 2020)

Tabla 22

Área 4

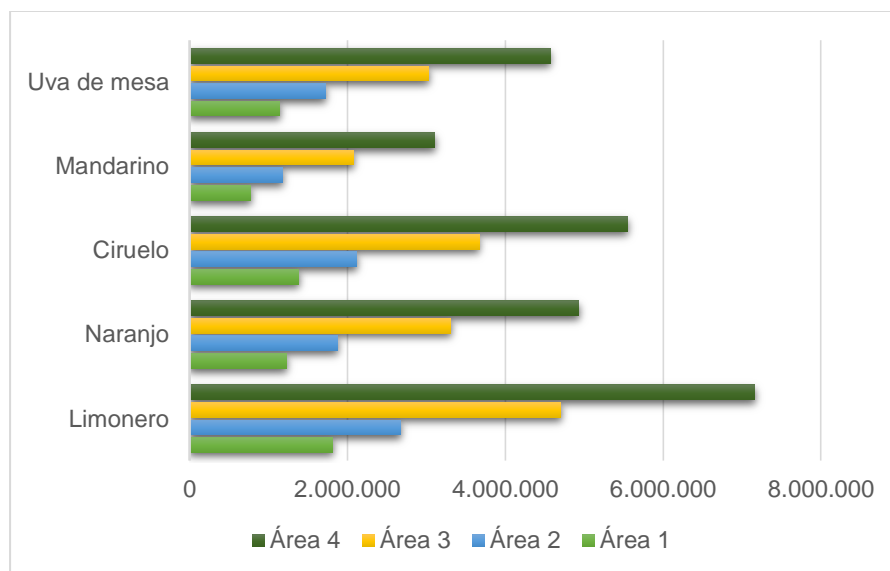
Árbol	Área	Densidad de plantación	Número de árboles	g CO <sub>2</sub> capturados anualmente
<b>Limonero</b>	2.390,30 m <sup>2</sup>	0,028 árboles/m <sup>2</sup>	67	7.164.511
<b>Naranja</b>		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	100	4.934.500
<b>Ciruelo</b>		0,057 árboles/m <sup>2</sup>	136	5.545.672
<b>Mandarino</b>		0,042 árboles/m <sup>2</sup>	100	3.110.100
<b>Uva de mesa</b>		0,082 árboles/m <sup>2</sup>	196	4.569.740

**Figura 31***Captación de CO<sub>2</sub> Área 4*

Sintetizando toda la información obtenida podemos obtener el siguiente cuadro comparativo junto con los gramos de CO<sub>2</sub> que serán captados por los sumideros de carbono naturales:

**Tabla 23***Resumen de información*

	Área 1 m <sup>2</sup>	Área 2 m <sup>2</sup>	Área 3 m <sup>2</sup>	Área 4 m <sup>2</sup>	Área total m <sup>2</sup>
<b>Limonero</b>	1.817.861	2.673.325	4.705.052	7.164.511	16.360.749
<b>Naranja</b>	1.233.625	1.875.110	3.306.115	4.934.500	11.349.350
<b>Ciruelo</b>	1.386.418	2.120.404	3.669.930	5.545.672	12.722.424
<b>Mandarino</b>	777.525	1.181.838	2.083.767	3.110.100	7.153.230
<b>Uva de mesa</b>	1.142.435	1.725.310	3.030.950	4.569.740	10.468435

**Figura 32***Captación de CO<sub>2</sub> total*

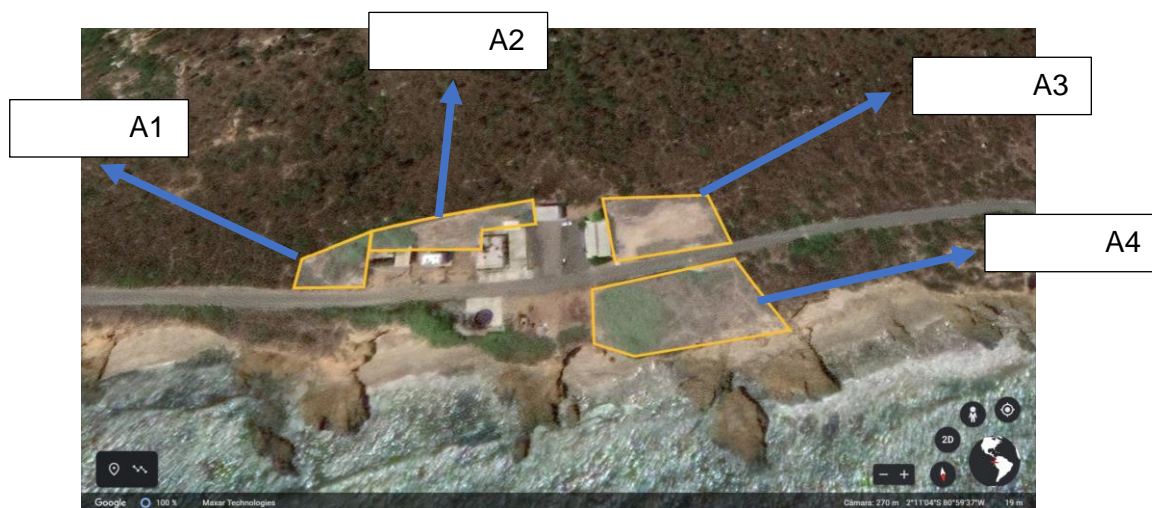
Una vez analizados los sectores de sembrado de árboles y la captación de CO<sub>2</sub> que cada una de las especies obtendrían anualmente, se analizó la opción más acorde para la planificación de la propuesta.

El árbol de limón muestra una mayor capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>, con lo cual se desarrolló la organización de las áreas consideradas.



**Figura 33**

*Área de sembrado de árboles frutales y cítricos*



Fuente: Adaptado de Google Earth, 2020. (Google Earth, 2020)

Cantidad de árboles que deben ser sembrados:

Área 1: 17

Área 2: 25

Área 3: 44

Área 4: 67

Total: 153

Presupuesto para la adquisición de las plantas de limón, traslado, limpieza del terreno y sembrado:

**Tabla 24***Presupuesto del proyecto*

Cantidad	Detalle	Precio unitario	Precio total
153	Planta de limón	\$1,25	\$191,25
1	Transporte	\$40,00	\$40,00
1	Trabajos varios	\$30,00	\$30,00
4	Insecticidas	\$20,00	\$80,00
<b>Total</b>			<b>\$341,25</b>

Tanto el transporte como las plantas se consideraron comprar en la ciudad de Guayaquil. Los trabajos varios consisten en la limpieza del área donde se van a colocar las plantas y los insecticidas son para curar el suelo previo a la siembra de las plantas de limón.

Sólo es necesario limpiar el lugar en donde se van a colocar las plantas de limón, para que toda la vegetación que se encuentre alrededor de estos lugares sea usada a su vez como sumidero de carbono adicional, mediante esto, estas plantas también captarían CO<sub>2</sub> en una pequeña cantidad.

**Porcentaje de absorción de CO<sub>2</sub>**

Gramos de CO<sub>2</sub> emitidos al ambiente anualmente: 39.498.000 gramos

Gramos de CO<sub>2</sub> captados por el sumidero natural anualmente: 16.360.749  
gramos

$$\% \text{ gases emitidos a la atmósfera: } \frac{39.498.000 - 16.360.749}{39.498.000} \times 100 = 58,58\%$$

Mediante este cálculo obtenemos el porcentaje de gases que se emitirían a la atmósfera anualmente luego de la aplicación del sumidero de carbono natural. El estudio realizado en el trabajo de investigación indica también, que parte del 58,58% de

los gases de CO<sub>2</sub> que quedarían en el ambiente va a ser absorbido por el océano que se encuentra frente a la ESCICA, demostrando así que a la atmósfera se emitirían aún menos gases de efecto invernadero, por consiguiente, se mitigaría la contaminación ambiental que se produce gracias a las prácticas contra incendios.

## Conclusiones

- Las matrices de identificación de impacto ambiental emitidas por la Dirección de Sistema Integrado de Seguridad de la Armada del Ecuador (DIGSIS) permitieron identificar que las actividades realizadas, conocidas como las prácticas contraincendios en la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA) generan un impacto ambiental grave al ambiente.
- Una vez realizado el cálculo de la Huella de Carbono de la Escuela Contraincendios y Control de Averías (ESCICA) se determinó que realizando un total de 29 prácticas contraincendios junto a la Armada del Ecuador (ARE) y la Escuela Marina Mercante (ESMENA) se emite un total de 39498 KgCO<sub>2</sub>e, permitiendo así evidenciar un gran impacto ambiental negativo en el sector, contribuyendo al calentamiento global.
- Analizando los sumideros artificiales y naturales para reducir el impacto ambiental en la Escuela Contra incendios permitió precisar que con la siembra de 153 árboles de limoneros, distribuidos en las diferentes áreas en el sector, facilitaría la reducción de un 60% de contaminación producida por las prácticas contraincendios de la piscina y el simulador del combate de incendios.

### **Recomendaciones**

- Establecer políticas para el uso de buenas prácticas ambientales y la capacitación del personal que labora en la Escuela Contra incendios y Control de Averías para mitigar los impactos ambientales.
- Considerar el uso de un plan de acción ambiental, permisos ambientales y licencia de funcionamiento emitidos por el Ministerio del Ambiente (MAE), para precautelar la seguridad ambiental para minimizar el impacto ambiental negativo en el sector.
- Presentar a la Dirección de Sistema Integrado de Seguridad de la Armada del Ecuador (DIGSIS) el análisis realizado sobre los sumideros de carbono y su influencia positiva en la mitigación de la contaminación ambiental, para así, designar un presupuesto para la aplicación de dicha propuesta, a fin de poder continuar con las prácticas contra incendios con menor incidencia de contaminación.

## Bibliografía

- Ana. (2014). *Ciclos del Carbono*. ORT Campus Virtual. (2014). Recuperado de <https://campus.almagro.ort.edu.ar/cienciasnaturales/2do/articulo/422647/ciclo-del-carbono>
- Aguilar, J. (2003). *El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la Tierra*. Madrid: Real Academia de Medicina.
- Ballesteros, H. O. (Diciembre de 2007). Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. Colombia: IDEAM.
- Bartis, P. (1985). *Tradición Popular o investigación de Campo*. Washington, D.C.: American Folklife Center.
- Benjamín, J., & Masera, O. (2001). *Captura de carbono ante el cambio climático*. Xalapa: Madera y Bosques.
- Bermudez, M. M. (2010 de Enero de 01). *Galeon*. Recuperado el 26 de Enero de 2020, de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson. Recuperado el 30 de Mayo de 2020
- Bioenciclopedia.com. (s.f.). *BioEnciclopedia.com*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de <https://www.bioenciclopedia.com/ciclo-del-carbono/>
- Cabrera, H. E. (Diciembre de 2018). La Escuela Contra incendios y control de averías y su impacto ambiental en la rada de salinas. *la escuela contra incendios y control de averías y su impacto ambiental en la rada de salinas*. Salinas, Santa Elena, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Carvajal, M. (2009). *Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> sobre los cultivos más representativos*. Murcia: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Castillero, O. (3 de Abril de 2017). *Psicología y Mente*. Obtenido de <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Codificación, C. d. (10 de Septiembre de 2004). Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Pichincha, Quito, Ecuador: Lexis S.A.
- Datosmacro.com. (s.f.). *Ecuador sube sus emisiones de CO2*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/ecuador>
- Delgado, R. C. (1 de Julio de 2009). Decreto N°1815. Quito, Quito, Ecuador.
- Desarrollo, S. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021*. Quito .
- Ecuador, A. N. (2008). *Constitucion de Ecuador*. Ciudad Alfaro, Montecristi , Ecuador.
- El Telegráfo . (12 de Enero de 2020). Los efectos del cambio climatico se aceleran. *El Telegráfo - Noticias del Ecuador y del Mundo* , pág. 1.
- El Telegráfo. (26 de Septiembre de 2019). *Noticias del Ecuador y del mundo*. Obtenido de El Telegráfo: [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec)
- EPA. (23 de ENERO de 2020). *Environmental Protection Agency*. Obtenido de EPA: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos-y>
- Escobar Perez, J., & Cuervo Martinez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Colombia: Avances en medicion.
- Espindola, C., & Valderrama, J. O. (2011). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimacion y Complejidades Metodologicas*. La Serena - Chile: Casilla 554.
- Europea, C. (2006). *El cambio climático: ¿qué es?* Luxemburgo: Comunidades Europeas. Obtenido de [file:///C:/Users/jairn/Desktop/climate\\_change\\_youth\\_es.pdf](file:///C:/Users/jairn/Desktop/climate_change_youth_es.pdf)

Fers, C. (5 de Agosto de 2010). *Eco Portal*. Obtenido de Eco Portal:

[https://www.ecoportel.net/temas-especiales/contaminacion/s\\_o\\_s\\_contaminacion\\_ambiental/?cn-reloaded=1](https://www.ecoportel.net/temas-especiales/contaminacion/s_o_s_contaminacion_ambiental/?cn-reloaded=1)

Frohmann, A., & Olmos, X. (Diciembre de 2013). *HUELLA DE CARBONO,*

*Exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático.*

Garapen, I. (Junio de 2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales.*

Inhobe. Obtenido de <https://bit.ly/3kNtJum>

García, C. (Abril de 2014). *El cambio climático: Los Aspectos Científicos y Económicos más relevantes*. *Nómadas*. Revista Crítica de Ciencia Sociales y Jurídicas, 32.

Obtenido de [revistas.ucm.es › index.php › NOMA › article › download](http://revistas.ucm.es/index.php/NOMA/article/download)

Guerrero, J. (2018 de Octubre de 2018). *Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y*

*Cambio Climático*. Obtenido de IDIGER: <https://www.idiger.gov.co/rcc>

Harrould-Kolieb, E., & Savitz, J. (Junio de 2009). *OCEANA*. Obtenido de

[1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51163595/Acidificacion-oceanos.pdf?1483449521=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DACIDIFICACION\\_COMO\\_AFECTA\\_EL\\_CO\\_2\\_A\\_LOS.pdf&Expires=1591078536&Signature=EneqizSSZ31tylaW~bxWxZjKWmQOGSVqM7W9gNsgdToj57Dxxl9H~AFH](https://1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51163595/Acidificacion-oceanos.pdf?1483449521=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DACIDIFICACION_COMO_AFECTA_EL_CO_2_A_LOS.pdf&Expires=1591078536&Signature=EneqizSSZ31tylaW~bxWxZjKWmQOGSVqM7W9gNsgdToj57Dxxl9H~AFH)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014).

*Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F: McGrawHill.

Recuperado el 30 de Mayo de 2020

IBERDROLA. (s.f.). *IBERDROLA*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/sumideros-carbono>

Instituto distrital de Cambio Climático. *Causas del Cambio Climático*. (2020).

Recuperado de <https://www.idiger.gov.co/rcc>



- Jackson, J. (2001). *Guía del Mundo*. Montevideo: Instituto del Tercer Mundo.
- Jiménez, E. (2018). *Realización de auditorías e inspecciones ambientales, control de las desviaciones del SGA*. España: Elearning S.L.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en Investigación Cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Madsen, M. A. (Junio de 2015). Acidificación de los océanos: el escaso conocimiento de las repercusiones de las emisiones de CO<sub>2</sub>. *Boletín del OIEA*, 20-21. Obtenido de International Atomic Energy Agency :  
[https://www.iaea.org/sites/default/files/5622021\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/5622021_es.pdf)
- Magaña, V. (noviembre de 2004). *Cambio Climático: Una Visión desde México*. Instituto Nacional de Ecología.
- Marimar. (10 de Mayo de 2020). *ELBLOGVERDE.COM*. Obtenido de  
<https://elblogverde.com/el-medio-ambiente/>
- Maza, C. (2007). Evaluación de Impactos Ambientales. Obtenido de  
[https://issuu.com/elebon/docs/carmen\\_l\\_de\\_la\\_maza\\_evaluacion\\_de\\_i](https://issuu.com/elebon/docs/carmen_l_de_la_maza_evaluacion_de_i)
- Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas. *Conferencia del Cambio Climático*, (pág. 27). New York.
- Naciones Unidas. (16 de Febrero de 2005). *Convencion de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 2 de Febrero de 2020, de Convencion de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático:  
<https://www.britannica.com/event/Kyoto-Protocol>
- Naciones Unidas. (11 de Diciembre de 2015). Convencion Marco sobre el Cambio Climático. *Convencion Marco sobre el Cambio Climático*. Paris, Paris.
- Pardos, J. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. España: Solprint S.L.

- Rojas Higuera, P. J., & Pabón Caicedo, J. D. (2015). Sobre el calentamiento y la acidificación del océano mundial y su posible expresión en el medio marino costero colombiano. *Calentamiento y acidificación en el medio marino colombiano*, 203. doi:10.18257/raccefyn.135
- Romero, A. A. (2010). *Contaminación ambiental y calentamiento global*. Mexico: Trillas Sa De Cv.
- S.L., M. V. (11 de Mayo de 2020). *¡Cuidemos el planeta!* Obtenido de ¡Cuidemos el planeta!: <https://cuidemoselplaneta.org/contaminacion-ambiental/>
- Semarnat. (2009). Cambio Climático. *Ciencia, evidencia y acciones*. Mexico.
- Sociedad Publica de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo . (1 de Noviembre de 2009). *Sociedad Publica de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo* . (M. M. taldea, Ed.) Recuperado el 2018 de Mayo de 2020, de Ihobe: PUB-2009-033-f-C-001\_analisis%20ACV%20y%20huella%20de%20carbonoV2CAST.pdf
- Toro, C. G. (Abril de 2007). *Agricultura UPRM* . Obtenido de <http://agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/Calentamiento%20global.pdf>
- UNDRR. (Junio de 2001). *Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres*. Obtenido de <https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/5-Med-Ambiente.pdf>