

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL  
TRANSPORTE MARÍTIMO ELÉCTRICO MODALIDAD TAXI EN  
PUERTO AYORA, ISLA SANTA CRUZ - GALÁPAGOS

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA/O AMBIENTAL

WILSON DAVID ORTIZ TORRES

[wilsond.ortiz@gmail.com](mailto:wilsond.ortiz@gmail.com)

SOFÍA SALOMÉ SALINAS SANTAMARÍA

[sofiasalomesalinas@gmail.com](mailto:sofiasalomesalinas@gmail.com)

DIRECTOR: ANA LUCÍA BALAREZO AGUILAR, PhD

[ana.balarezo@epn.edu.ec](mailto:ana.balarezo@epn.edu.ec)

CODIRECTOR: ING. GEOVANNA VILLACRESES RIVADENEIRA

[geovanna.villacreses@iner.gob.ec](mailto:geovanna.villacreses@iner.gob.ec)

Quito, Octubre 2015

## DECLARATORIA

Nosotros, Wilson David Ortiz Torres y Sofía Salomé Salinas Santamaría, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

WILSON DAVID ORTIZ TORRES

---

SOFÍA SALOMÉ SALINAS SANTAMARÍA

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado por Wilson David Ortiz Torres y Sofía Salomé Salinas Santamaría, bajo mi supervisión.

---

**ANA LUCÍA BALAREZO, Ph.D**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Wilson y Verónica, por apoyarme e incitarme a sacar lo mejor de mí, durante toda mi vida estudiantil.

A mi hermana Camila, por el ejemplo de valentía, perseverancia y empeño que ha representado en mí, y a mi hermano Francisco, por alegrar con sus locuras cada uno de mis días.

A Sofi, por ser mi compañera y amiga, demostrándome su apoyo y amor ilimitado en todo momento.

A mi tía Elisa y a mis otras hermanas, por acogerme cariñosamente en su casa sin importar horarios, y a mi familia en general, por ser un motivo de mi felicidad.

A Ana Balarezo, por los consejos brindados para la consecución de esta tesis, a Geovanna, Alejandra y Marco, por la manera generosa en que nos obsequiaron su tiempo y sus conocimientos, y al INER por la ayuda y apertura mostrada ante este proyecto de titulación.

*Wilson David*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia Lucy y Enrique, por todo el apoyo brindado para que pudiera culminar con éxitos esta etapa de mi desarrollo profesional. Por su comprensión y consejos.

A Wilson, mi mejor amigo, por su amor incondicional.

A mi otra familia, por alegrar mis días.

A la Virgen Dolorosa.

Al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables por su apertura para la realización de este proyecto de titulación.

A la Dra. Ana Balarezo, Geovanna, Alejandra y Marco por su apoyo, tiempo y consejos para que este proyecto de titulación sea posible.

*Sofía*

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis, el esfuerzo entregado y la experiencia adquirida en la etapa universitaria, a la vida que me queda por delante.

*Wilson David*

## DEDICATORIA

A mis seres queridos.

*Sofía*

## CONTENIDO

DECLARATORIA .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
PRESENTACIÓN .....	3
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN .....	4
1.1 Alcance.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos .....	6
1.3 Justificación .....	6
CAPÍTULO 2 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Marco teórico.....	8
2.1.1 Evaluación de impactos ambientales.....	8
2.1.2 Plan de manejo ambiental, PMA.....	20
2.1.3 Generalidades del Archipiélago de Galápagos.....	23
2.2 Marco legal aplicable .....	25
2.2.1 Competencia nacional .....	27
2.2.2 Competencia local .....	29
CAPÍTULO 3 - DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	31
3.1 Descripción del proyecto .....	31
3.1.1 Fases del proyecto .....	33
3.2 Diagnóstico ambiental .....	39
3.2.1 Línea base física.....	40
3.2.2 Línea base biótica.....	49
3.2.3 Línea base socioeconómica .....	59
3.3 Área de influencia .....	77
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS .....	80
4.1 Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	80
4.1.1 Metodología.....	80

4.1.2 Desarrollo de la metodología .....	95
4.1.3 Resultados y discusión .....	113
4.2 Determinación del beneficio ambiental del cambio de tecnología .....	120
CAPÍTULO 5 - PLAN DE MANEJO DE AMBIENTAL .....	123
5.1 Plan de manejo ambiental para la etapa de construcción y mantenimiento de la estación de recarga .....	124
5.1.1 Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	124
5.1.2 Plan de manejo de desechos .....	126
5.1.3 Plan de capacitación.....	127
5.1.4 Plan de seguridad y salud ocupacional .....	128
5.2 Plan de manejo ambiental para etapa de operación y mantenimiento de acua-taxis con motor eléctrico .....	129
5.2.1 Plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.....	129
5.2.2 Plan de manejo de desechos .....	132
5.2.3 Plan de capacitación.....	134
5.2.4 Plan de contingencias.....	135
5.2.5 Plan de seguridad y salud ocupacional .....	136
5.3 Plan de manejo ambiental para la etapa de abandono.....	137
5.3.1 Plan de cierre o abandono.....	137
CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	148
6.1 Conclusiones .....	148
6.2 Recomendaciones .....	151
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	152

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Tipología de impactos ambientales.....	10
<b>Tabla 2.2</b> Ventajas y desventajas del método lista de chequeo.....	15
<b>Tabla 2.3</b> Ventajas y desventajas de la matriz causa-efecto .....	16
<b>Tabla 2.4</b> Ventajas y desventajas del método matriz de leopold .....	17
<b>Tabla 2.5</b> Ventajas y desventajas del método batelle-columbus.....	18
<b>Tabla 2.6</b> Factores a evaluar para análisis costo beneficio .....	19
<b>Tabla 2.7</b> Ventajas y desventajas del método panel de expertos .....	20
<b>Tabla 2.8</b> División política de la provincia de galápagos.....	25
<b>Tabla 2.9</b> Normativa de competencia nacional .....	27
<b>Tabla 2.10</b> Normativa de competencia local .....	29
<b>Tabla 3.1</b> Destinos y tiempos de viaje de los acuataxis .....	35
<b>Tabla 3.2</b> Caracterización del peligro sísmico.....	47
<b>Tabla 3.3</b> Territorio expuesto a tsunamis .....	48
<b>Tabla 3.4</b> Zonas de vegetación en Santa Cruz.....	51
<b>Tabla 3.5</b> Hábitats de la zona intermareal .....	56
<b>Tabla 3.6</b> Hábitats de aguas costeras.....	57
<b>Tabla 3.7</b> Hábitat de aguas abiertas .....	58
<b>Tabla 3.8</b> Demografía del cantón Santa Cruz.....	60
<b>Tabla 3.9</b> Población inmigrante en la provincia de Galápagos .....	62
<b>Tabla 3.10</b> Población inmigrante en el cantón Santa Cruz .....	62
<b>Tabla 3.11</b> Población emigrante .....	63
<b>Tabla 3.12</b> Infraestructura educativa en el cantón Santa Cruz .....	70
<b>Tabla 3.13</b> Información relevante del hospital República del Ecuador.....	71
<b>Tabla 3.14</b> División político administrativa del cantón Santa Cruz.....	74
<b>Tabla 3.15</b> Áreas del cantón Santa Cruz .....	74
<b>Tabla 3.16</b> Zonificación del espacio humano .....	74
<b>Tabla 3.17</b> Zonificación del espacio natural .....	75
<b>Tabla 4.1</b> Actividades del proyecto MCI.....	81
<b>Tabla 4.2</b> Descripción de actividades del proyecto MCI .....	82
<b>Tabla 4.3</b> Actividades del proyecto ME .....	83
<b>Tabla 4.4</b> Descripción de actividades del proyecto ME.....	83
<b>Tabla 4.5</b> Factores ambientales específicos de los escenarios .....	85

<b>Tabla 4.6</b> Impactos ambientales identificados en la etapa de operación y mantenimiento – MCI .....	86
<b>Tabla 4.7</b> Impactos ambientales identificados en la etapa de abandono – MCI .....	87
<b>Tabla 4.8</b> Impactos ambientales identificados en la etapa de construcción y mantenimiento del punto de recarga – ME .....	88
<b>Tabla 4.9</b> Impactos ambientales identificados en la etapa de operación y mantenimiento – ME .....	88
<b>Tabla 4.10</b> Impactos ambientales identificados en la etapa de abandono – ME .....	89
<b>Tabla 4.11</b> Atributos para determinación de importancia .....	91
<b>Tabla 4.12</b> Matriz de identificación de impactos MCI .....	95
<b>Tabla 4.13</b> Matriz de identificación de impactos ME .....	96
<b>Tabla 4.14</b> Matriz de importancia MCI .....	97
<b>Tabla 4.15</b> Matriz de importancia ME .....	99
<b>Tabla 4.16</b> Matriz de magnitud MCI .....	101
<b>Tabla 4.17</b> Matriz de magnitud ME .....	103
<b>Tabla 4.18</b> Matriz de leopold MCI .....	105
<b>Tabla 4.19</b> Matriz de leopold ME .....	107
<b>Tabla 4.20</b> Matriz multiplicada de leopold MCI .....	109
<b>Tabla 4.21</b> Matriz multiplicada de leopold ME.....	111
<b>Tabla 4.22</b> Jeraquización de impactos ambientales obtenidos en la matriz multiplicada de leopold – MCI .....	113
<b>Tabla 4.23</b> Jeraquización de impactos ambientales obtenidos en la matriz multiplicada de leopold – ME.....	113
<b>Tabla 4.24</b> Impacto ambiental sobre factores ambientales MCI .....	114
<b>Tabla 4.25</b> Impacto ambiental sobre factores ambientales ME.....	115
<b>Tabla 4.26</b> Impacto ambiental por actividad MCI.....	117
<b>Tabla 4.27</b> Impacto ambiental por actividad ME .....	118
<b>Tabla 5.1</b> Costos del PMA para la construcción y el mantenimiento de la estación de recarga .....	139
<b>Tabla 5.2</b> Costos del PMA para la operación y el mantenimiento de acuataxis con motor eléctrico .....	142
<b>Tabla 5.3</b> Costos del PMA para el abandono del proyecto .....	146
<b>Tabla 5.4</b> Costo total de implementación del PMA.....	147

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Definición de impacto ambiental.....	9
<b>Figura 2.2</b> División política de la provincia de Galápagos .....	26
<b>Figura 3.1</b> Destinos de viaje de acuataxis en Puerto Ayora .....	36
<b>Figura 3.2</b> Climograma de Santa Cruz .....	41
<b>Figura 3.3</b> Isoyetas de la estación cálida y fría.....	42
<b>Figura 3.4</b> Humedad relativa media mensual en la ECCD .....	43
<b>Figura 3.5</b> Mapa de pisos litológicos en Santa Cruz.....	44
<b>Figura 3.6</b> Temperatura mensual de la superficie del mar ECCD .....	46
<b>Figura 3.7</b> Mapa de zonificación sísmica.....	48
<b>Figura 3.8</b> Estructura de las categorías de la lista roja de especies.....	50
<b>Figura 3.9</b> Zonas de vegetación en Santa Cruz .....	53
<b>Figura 3.10</b> Área de la Reserva Marina de Galápagos.....	55
<b>Figura 3.11</b> Tasas de crecimiento anual (1950 – 2010) Galápagos .....	60
<b>Figura 3.12</b> Mapa político del cantón Santa Cruz.....	61
<b>Figura 3.13</b> Autoidentificación de la población del cantón Santa Cruz .....	62
<b>Figura 3.14</b> Principal motivo de emigración.....	63
<b>Figura 3.15</b> Tenencia o propiedad de la vivienda .....	64
<b>Figura 3.16</b> Tipo de vivienda .....	64
<b>Figura 3.17</b> Fuentes de disponibilidad de agua .....	65
<b>Figura 3.18</b> Tratamiento para agua de consumo.....	65
<b>Figura 3.19</b> Otros servicios.....	66
<b>Figura 3.20</b> Habitantes por edad escolar.....	69
<b>Figura 3.21</b> Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió.....	69
<b>Figura 3.22</b> Rama de actividad económica.....	72
<b>Figura 3.23</b> Zonificación del PNG en Santa Cruz .....	76
<b>Figura 3.24</b> Área de influencia directa (AID) del proyecto .....	78
<b>Figura 3.25</b> Milla náutica de navegación de acuataxis .....	78
<b>Figura 3.26</b> Área de influencia indirecta (AII) del proyecto .....	79
<b>Figura 4.1</b> Transformación de escalas de importancia .....	92
<b>Figura 4.2</b> Impacto ambiental sobre factores ambientales MCI.....	115
<b>Figura 4.3</b> Impacto ambiental sobre factores ambientales ME.....	116

<b>Figura 4.4</b> Impacto ambiental por actividad MCI .....	118
<b>Figura 4.5</b> Impacto ambiental por actividad ME.....	119

## LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 3.1</b> Taxi acuático en el muelle de Puerto Ayora.....	32
---	----

**SIGLAS**

<b>A.M.</b>	Acuerdo Ministerial
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>DPNG</b>	Dirección del Parque Nacional Galápagos
<b>ECCD</b>	Estación Climatológica Charles Darwin
<b>EIA</b>	Evaluación de Impactos Ambientales
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>HC</b>	Hidrocarburos
<b>INER</b>	Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
<b>INOCAR</b>	Instituto Oceanográfico de la Armada
<b>MAE</b>	Ministerio del Ambiente de Ecuador
<b>MCI</b>	Motor de Combustión Interna
<b>ME</b>	Motor Eléctrico
<b>MEER</b>	Ministerio de Electricidad y Energías Renovables
<b>MINEM</b>	Ministerio de Energía y Minas de Perú
<b>NEC</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción
<b>NO<sub>x</sub></b>	Óxidos de nitrógeno
<b>PDOT</b>	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>PMA</b>	Plan de Manejo Ambiental
<b>PNG</b>	Parque Nacional Galápagos
<b>RMG</b>	Reserva Marina de Galápagos
<b>R.O.</b>	Registro Oficial
<b>SUMA</b>	Sistema Único de Manejo Ambiental
<b>UIA</b>	Unidades de Impacto Ambiental
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura
<b>UNRN</b>	Universidad Nacional de Río Negro
<b>ZCIT</b>	Zona de Convergencia Intertropical

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue aportar de forma valiosa a la conservación del medio natural de Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos, mediante el análisis de las condiciones actuales del área en la cual se implementará el proyecto de conversión de la tecnología de propulsión de taxis acuáticos con motores de combustión interna (MCI) por motores eléctricos (ME), así, realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos socio-ambientales de los dos escenarios, y elaborar el plan de manejo ambiental que evite, minimice y controle las alteraciones negativas del proyecto propuesto y que impulse las positivas.

La metodología utilizada para la valoración de impactos fue la matriz de causa-efecto, desarrollada por Leopold, que permitió relacionar con mucha versatilidad las actividades de ambos proyectos con los factores socio-ambientales que resultan afectados por las mismas.

De esta manera se pudo evidenciar el beneficio ambiental que el cambio de tecnología de propulsión a ME conlleva en todas las etapas de realización del proyecto, sobre todo al desarrollarse en un ecosistema de primordial preocupación ambiental como es el Archipiélago de Galápagos.

**Palabras clave:** plan de manejo ambiental, evaluación de impactos ambientales, línea base, Galápagos.

## ABSTRACT

The aim of this research was to positively contribute to the Puerto Ayora's natural environment conservation in Santa Cruz Island, Galapagos Archipelago, by analyzing the current conditions of such area, where the project "Development of a sustainable mobility model for maritime transport through the replacement of the current internal combustion engines by electric engines" will be implemented. As a result of that, a qualitative and quantitative evaluation, from social-environmental impacts that both types of engines cause, could be performed. In addition, it enables not only to design an environmental management plan to avoid, minimize, and control the unfavorable alterations of the exposed project but also to boost the positive changes.

The methodology that was followed to estimate the impacts of the utilization of both types of engines, exposed above, was a cause-effect matrix, developed by Leopold, which permits the researchers to thoroughly relate the activities of both machines with social-environmental factors that are affected by them.

Consequently, it was possible to highlight the environmental benefit that the implementation of electric engine in maritime transport brings about in every stage of the accomplishment of this project especially when an assignment like this is looking forward to having place in an ecosystem of top priority regarding to environmental concerns as Galapagos Archipelago is.

**Keywords:** environmental management plan, environmental impact assessment, baseline, Galapagos

## **PRESENTACIÓN**

El Capítulo 1 presenta una introducción al presente trabajo, detallando los antecedentes, objetivos y justificación del mismo.

El Capítulo 2 muestra el marco teórico base, resumiendo la información recopilada sobre conceptos básicos de evaluación de impactos ambientales y planes de manejo ambiental, así como generalidades del Archipiélago de Galápagos. Se describe también el marco legal de competencia nacional y local aplicable al estudio.

El Capítulo 3, como parte del desarrollo de la metodología, presenta la descripción del proyecto, el diagnóstico ambiental del área de estudio con la línea base física, biótica y socio-económica, y se establece el área de influencia.

El Capítulo 4 detalla la identificación y evaluación de impactos ambientales, con su respectiva metodología, desarrollo y discusión de los resultados obtenidos; además se incluye un análisis del beneficio ambiental de la aplicación del proyecto.

El Capítulo 5 trata del desarrollo del plan de manejo ambiental (PMA) propuesto para el proyecto.

El Capítulo 6 presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la investigación.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ALCANCE

El Archipiélago de Galápagos, considerado un referente mundial de biodiversidad de flora y fauna, fue nombrado por la UNESCO Patrimonio Natural de la Humanidad en 1978 y Reserva de la Biósfera en 1984. A pesar de ello, en la actualidad, se lo ha identificado como un ecosistema frágil<sup>1</sup> debido a la amenaza que sufre a causa de la creciente presión humana.

El incremento del turismo y el deseo de un mejor estilo de vida por parte de los habitantes de las Islas Galápagos han originado una creciente demanda de energía y por lo tanto de consumo de combustibles fósiles, cuyo transporte y posterior quema constituyen una importante fuente de contaminación. El Gobierno Nacional, mostrando su preocupación ante la degradación del hábitat y el impacto sobre el equilibrio ecológico, desarrolló en el año 2007 la iniciativa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos, con el fin de erradicar el uso de combustibles derivados del petróleo hasta el año 2020.

Con el fin de contribuir con el programa antes mencionado, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) con el respaldo del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), ha desarrollado el proyecto “Desarrollo de un modelo de movilidad de transporte marítimo sostenible reemplazando motores de combustión interna por motores eléctricos”, con el cual busca reemplazar los motores de combustión interna en taxis acuáticos por motores eléctricos accionados por energía proveniente de la red eléctrica de distribución.

El proyecto se encuentra en la fase de planificación y diseño, por tanto requiere obtener los permisos ambientales para poder continuar con las demás fases, para

---

<sup>1</sup> Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2000

lo cual se debe realizar una identificación y cuantificación de impactos ambientales y sociales que permitan establecer las acciones del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Mientras no se realice el proceso antes descrito, no se podrá contar con una valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos positivos y negativos del proyecto, que permita al promotor, además de cumplir con los requisitos normativos, realizar una correcta gestión ambiental que beneficie directamente al área de influencia del proyecto y sea un referente para el resto del país.

Con dichos antecedentes, ésta investigación tiene como finalidad levantar la línea base socio-ambiental del área de influencia para una posterior identificación, valoración y evaluación de impactos ambientales, que sirvan de insumo en la formulación de los planes de manejo ambiental del proyecto.

Con base en lo anterior, se puede mencionar que la elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el transporte marítimo eléctrico modalidad taxi en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz–Galápagos permitirá al promotor cumplir con los requisitos normativos y realizar una correcta gestión ambiental, contribuyendo así con la conservación del medio natural en el área de influencia del proyecto.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir con la conservación del medio natural de Puerto Ayora, Isla Santa Cruz – Galápagos, mediante la elaboración de planes de manejo ambiental aplicables al proyecto “Desarrollo de un modelo de movilidad de transporte marítimo sostenible reemplazando motores de combustión interna por motores eléctricos”.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una descripción de la situación pre-operacional que permita prever posibles alteraciones en el entorno mediante la recopilación de información de los factores bióticos, abióticos y socio-económicos del medio.
- Establecer una relación entre las acciones del proyecto y los factores del entorno que permita valorar cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales positivos y negativos generados.
- Determinar la incidencia del proyecto de conversión de tecnología de propulsión de los taxis acuáticos sobre el medio en el cual se implantará.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto de titulación es importante ya que realizar un plan de manejo ambiental para actividades o proyectos que se desarrollan en lugares susceptibles a sufrir afectaciones ambientales, como el Archipiélago de Galápagos, permitirá la prevención, reducción, mitigación, corrección o eliminación de los impactos negativos y la potenciación de los impactos positivos.

El trabajo en cuestión permitirá determinar la situación del medio ambiente antes de que se realice el proyecto, e identificar y valorar los posibles impactos ambientales y sociales que traerá consigo la consecución del mismo.

El proyecto de titulación nace de la preocupación profesional por realizar una evaluación de los impactos ambientales generados por proyectos gubernamentales que a pesar de ser estratégicos, aún no cuentan con un permiso ambiental.

La investigación introducirá una nueva perspectiva de análisis, al insertar el componente socio-ambiental en un modelo de movilidad para el transporte marítimo, tomando en cuenta la presión que conlleva la creciente demanda de recursos y servicios por parte de colonos y turistas nacionales e internacionales sobre el ecosistema frágil de Galápagos.

La elaboración de este tipo de estudios tiene relevancia desde el punto de vista económico, ya que la identificación clara y precisa de posibles impactos ambientales negativos que podría generar el proyecto permitirá tomar acciones correctas y oportunas, evitando así multas por incumplimiento de la normativa ambiental nacional y local, o costos de remediación e indemnización.

El proyecto de titulación será de interés para instituciones públicas y privadas que quieran profundizar en el campo de la movilidad marítima sustentable, ya que la identificación de impactos, al igual que varios de los planes de manejo ambiental especificados en el mismo, podrán ser de utilidad en la formulación de nuevos proyectos en las Islas Galápagos.

Las estrategias establecidas en el plan de manejo ambiental propuesto en esta tesis, pueden ser profundizadas por el GAD Municipal o por el Gobierno Central para generar nuevas líneas de acción en la gestión ambiental en la Isla Santa Cruz.

## CAPÍTULO 2

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo a Conesa (2009), la Evaluación de Impactos Ambientales - EIA constituye un procedimiento jurídico-administrativo, que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Autoridades competentes.

La importancia de la EIA radica en que:

- Incorpora la variable ambiental en la resolución de problemas.
- Evita graves problemas ambientales al ser una herramienta preventiva de planificación.
- Reduce costos económicos debido a que prevenir es más barato que corregir.
- Fomenta la participación ciudadana en la toma de decisiones al incluir criterios justificados y factibles expresados por la población afectada.
- Brinda un enfoque a largo plazo y una visión integrada de las acciones humanas sobre el ambiente.

Según Espinosa (2002), existe la necesidad de realizar una EIA cuando se presentan las siguientes peculiaridades:

- Cuando el ambiente puede sufrir alteraciones significativas.
- Cuando el ambiente tiene valores merecedores de especial protección.
- Cuando existen varias alternativas para emprender una acción.

La EIA debe considerar todos los factores de medio ambiente susceptibles de ser afectados, entendiéndose como medio ambiente al conjunto de factores físicos, biológicos y socioeconómicos y sus interacciones.

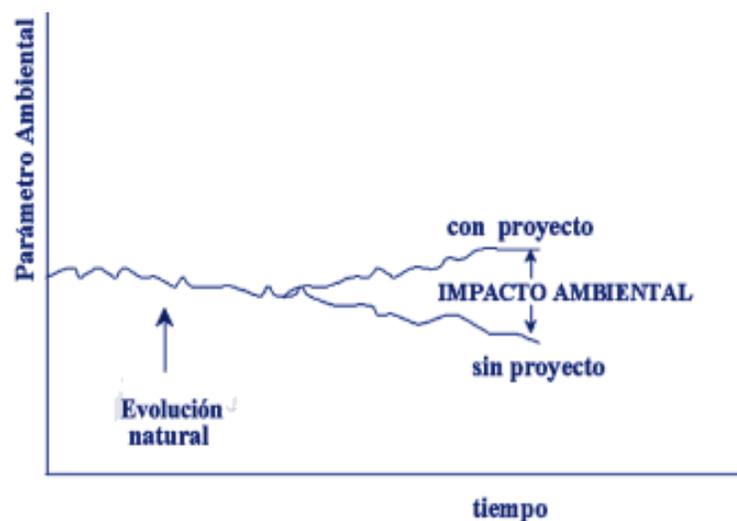
- El medio físico lo constituyen elementos y procesos del ambiente natural;
- el medio biótico, componentes naturales biológicos u organismos presentes en el ambiente;
- y el medio socioeconómico, estructuras, condiciones sociales, culturales, patrimoniales y económicas de una población determinada (Conesa, 2009).

#### 2.1.1.1 Impacto Ambiental

Es cualquier alteración positiva o negativa de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio ambiente causada por acciones humanas involucradas directa o indirectamente.

Como se observa en la Figura 2.1, el impacto de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente constituye la diferencia entre la condición del medio ambiente con la ejecución de la acción humana y la condición del medio ambiente antes de la acción humana.

**FIGURA 2.1** DEFINICIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



FUENTE: Espinoza, 2002

### 2.1.1.1.1 Tipos de Impactos Ambientales

Al caracterizar los impactos se debe considerar el signo, la intensidad, la extensión, el momento en que se manifiestan, la persistencia, la capacidad de recuperación, la relación causa-efecto, los efectos y la periodicidad. En la Tabla 2.1 se expone la clasificación de los distintos tipos de impacto.

**TABLA 2.1 TIPOLOGÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES**

CRITERIO	TIPOS
<b>Por el Signo</b>	<p><i>Positivo o beneficioso:</i> aquellos que ayudan a mejorar el medio ambiente.</p> <p><i>Negativo o perjudicial:</i> aquellos que causan degradación o deterioro del área natural.</p>
<b>Por la Intensidad</b>	<p>Se refiere al grado de incidencia o modificación de la acción sobre el factor ambiental.</p> <p><i>Impacto bajo:</i> expresa una modificación mínima.</p> <p><i>Impacto medio:</i> expresa mediano grado de alteración.</p> <p><i>Impacto alto:</i> expresa una alteración elevada.</p> <p><i>Impacto muy alto:</i> expresa una destrucción casi total.</p> <p><i>Impacto total:</i> expresa una destrucción total.</p>
<b>Por la Extensión</b>	<p>Refleja la fracción del medio afectada por la acción del proyecto.</p> <p><i>Impacto Puntual:</i> cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.</p> <p><i>Impacto Parcial:</i> aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.</p> <p><i>Impacto Amplio o Extenso:</i> aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del área de estudio.</p> <p><i>Impacto Total:</i> aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.</p> <p><i>Impacto de Ubicación Crítica:</i> aquel en que la situación en que se produce el impacto sea crítica.</p>

TABLA 2.1 CONTINUACIÓN

CRITERIO	TIPOS
<b>Por el momento en que se manifiesta</b>	<p>Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.</p> <p><i>Largo plazo</i>: tiempo de manifestación superior a 10 años.</p> <p><i>Medio plazo</i>: tiempo de manifestación entre 1 y 10 años.</p> <p><i>Corto plazo</i>: tiempo de manifestación inferior a un año.</p> <p><i>Inmediato</i>: aquel en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.</p> <p><i>Impacto de Momento Crítico</i>: aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.</p>
<b>Por la Persistencia</b>	<p>Se refiere al tiempo de permanencia del efecto desde su aparición.</p> <p><i>Impacto fugaz</i>: permanencia mínima o nula.</p> <p><i>Impacto momentáneo</i>: permanencia menor a 1 año.</p> <p><i>Impacto temporal</i>: permanece por un tiempo entre 1 y 10 años, haya o no culminado la acción.</p> <p><i>Impacto persistente</i>: permanencia entre 11 y 15 años.</p> <p><i>Impacto permanente</i>: se manifiesta continuamente por un tiempo superior a 15 años.</p>
<b>Por la Reversibilidad</b>	<p>Denota la posibilidad de reconstrucción del factor afectado a través de medios naturales, una vez que el proyecto deja de actuar sobre el medio.</p> <p><i>Reversibles</i>: cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno sin la intervención humana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corto plazo: asimilable en menos de 1 año.</li> <li>- Medio plazo: asimilable en un tiempo entre 1 y 10 años.</li> <li>- Largo plazo: asimilable en un tiempo entre 11 y 15 años.</li> </ul> <p><i>Irreversibles</i>: cuando existe imposibilidad o dificultad extrema para que factor ambiental alterado pueda retornar a sus condiciones originales, sin la intervención humana. El tiempo de asimilación puede tardar mucho más de 15 años.</p>

TABLA 2.1 CONTINUACIÓN

CRITERIO	TIPOS
<b>Por la sinergia</b>	<p>Se entiende como reforzamiento, es decir la interacción de dos o más causas que producen un efecto superior a la suma de los efectos individuales.</p> <p><i>Sin sinergismo o simple:</i> su interacción no produce efectos sinérgicos.</p> <p><i>Sinergismo moderado:</i> su interacción produce sinergia media o baja.</p> <p><i>Muy sinérgico:</i> su interacción es bastante sinérgica.</p>
<b>Por la acumulación</b>	<p>Indica el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma reiterada la acción que lo genera.</p> <p><i>No acumulativo o simple:</i> cuando la acción produce efectos individualizados, no induce a la generación de nuevos efectos.</p> <p><i>Acumulativo:</i> cuando la acción prolongada en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto.</p>
<b>Por la Relación Causa-Efecto</b>	<p>Se refiere a la manera en que se manifiesta un efecto como consecuencia de una acción.</p> <p><i>Directos:</i> son aquellos efectos que acusa la acción y que ocurren en el mismo tiempo y lugar de esta.</p> <p><i>Indirectos:</i> cambios que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de la acción.</p>
<b>Por la Periodicidad</b>	<p>Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto.</p> <p><i>Irregular (aperiódico y esporádico):</i> cuando la manifestación se repite en el tiempo de manera irregular e imprevisible, sin cadencia.</p> <p><i>Periódico:</i> cuando se manifiestan de manera cíclica, con una cadencia establecida.</p> <p><i>Continuo:</i> cuando la manifestación es regular.</p>

TABLA 2.1 CONTINUACIÓN

CRITERIO	TIPOS
<p><b>Por la Recuperabilidad</b></p>	<p>Según la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales del medio, previas a la actuación, a través de la intervención humana (medidas correctoras).</p> <p><i>Recuperables</i>: efecto neutralizable dentro de un tiempo determinado por medio de medidas correctoras y restauradoras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inmediato: tiempo de neutralización mínimo o nulo.</li> <li>- Corto plazo: neutralizable en menos de 1 año.</li> <li>- Medio plazo: neutralizable entre 1 y 10 años.</li> <li>- Largo plazo: neutralizable entre 11 y 15 años.</li> </ul> <p><i>Mitigables</i>: cuando la alteración puede paliarse por el establecimiento de medidas correctivas.</p> <p><i>Compensables</i>: cuando la alteración puede paliarse por el establecimiento de medidas compensatorias.</p> <p><i>Irrecuperables</i>: cuando la alteración del medio es imposible de reparar en su totalidad por medios humanos. El tiempo de neutralización puede tomar más de 15 años.</p>

FUENTE: Conesa, 2009

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

### 2.1.1.2 Metodologías de Evaluación de Impactos Ambientales

Existen varias metodologías que permiten llevar a cabo una EIA y cada una presenta criterios y ponderaciones distintas. Se carece de metodologías de uso común, por lo cual es necesario detallar los procedimientos utilizados y los alcances de cada técnica a utilizar.

De acuerdo con Espinosa (2002), las metodologías de EIA corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de una acción. Consisten en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden

ser afectados de manera significativa. Los impactos pueden ser establecidos cuantitativamente con indicadores, o cualitativamente según criterios de valoración preestablecidos. Esto se consigue mediante una Valoración de Impactos Ambientales.

La valoración de impactos ambientales consiste en transformar los impactos medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de manera que permita comparar distintas alternativas (Conesa, 2009).

Para Espinosa (2002), los factores que influyen en la selección de una metodología son:

- El tipo y tamaño de la propuesta
- Las alternativas
- La naturaleza de los impactos
- La adecuación del ambiente afectado
- La experiencia del equipo de trabajo
- Los recursos disponibles (información, especialistas, etc.)
- La experiencia del proponente
- La limitación y/o procedimientos administrativos
- La participación ciudadana

#### **2.1.1.2.1 Descripción de Metodologías Principales**

##### **a. Lista de chequeo**

Constituyen un método exhaustivo de identificación de todos los posibles impactos que pudieran ocurrir como consecuencia de la realización del proyecto, obra o actividad, asegurando que ninguna alteración significativa sea omitida.

Pueden ser cualitativas (indicativas) o cuantitativas, donde se establece una escala para valorar los impactos.

Debe ser lo más amplia posible para permitir identificar impactos sobre: suelo (uso de suelo, rasgos físicos únicos, etc.), agua (calidad y cantidad), aire (calidad del aire, cambios de temperatura, etc.), flora (especies en peligro, deforestación, etc.), fauna (especies en peligro, etc.), recursos (paisajes naturales, etc.), recreación (pérdida de pesca, picnic, etc.), culturales (cambios de costumbres, etc.), además de especificar las actividades del proyecto.

Algunos de los tipos de listas que existen son:

- Listados Simple
- Listados Descriptivos
- Listados Escalonados
- Cuestionarios

**TABLA 2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO LISTA DE CHEQUEO**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura etapas iniciales de la EIA.</li> <li>• Instrumento de apoyo para definición de impactos significativos del proyecto.</li> <li>• Asegura que ningún factor esencial sea omitido.</li> <li>• Permite comparar diversas alternativas del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son rígidas, unidimensionales, lineales y limitados para evaluar impactos individuales.</li> <li>• No identifica impactos indirectos ni las probabilidades de ocurrencia.</li> <li>• No ofrecen indicaciones sobre la ubicación espacial del impacto.</li> <li>• No permiten establecer un orden de prioridad relativa de los impactos.</li> </ul>

FUENTE: Espinoza, 2002

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

#### b. Matriz Causa-Efecto

Consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relaciona en un diagrama matricial.

**TABLA 2.3** VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA MATRIZ CAUSA-EFECTO

Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiten identificar el origen de los impactos.</li> <li>• Permite esquematizar los resultados de la EIA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos indirectos y realizar consideraciones temporales o espaciales.</li> <li>• El proceso de incorporación de valores puede ser controversial</li> </ul>

FUENTE: Espinoza, 2002

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

#### i. Matriz de Leopold

Fue diseñada para proyectos de construcción y es especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. Permite únicamente identificar impactos y su origen sin proporcionarles un valor (Espinoza, 2002).

Consiste en un listado de 100 acciones que pueden causar impactos ambientales y 88 características ambientales. Esta combinación genera una matriz con 8800 casilleros. En cada casillero se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala del uno al diez (Espinoza, 2002).

Por lo general se utiliza esta matriz en forma reducida, tomando en cuenta únicamente las acciones aplicables al proyecto y los impactos considerados como relevantes.

En cada celda obtendremos una fracción donde en el numerador se coloca la Magnitud y en el denominador la Importancia. La sumatoria por columnas nos indicará las incidencias de las acciones del proyecto sobre cada factor ambiental, por tanto su fragilidad; mientras que la sumatoria por filas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción produciría en el medio y por tanto, su agresividad.

**TABLA 2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO MATRIZ DE LEOPOLD**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.</li> <li>• Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.</li> <li>• Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.</li> <li>• Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de evaluación es subjetivo. No contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.</li> <li>• No considera la interacción entre diferentes factores ambientales.</li> <li>• No distingue entre efectos a corto y largo plazo, aunque pueden realizarse dos matrices según dos escalas de tiempo.</li> <li>• Los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.</li> </ul>

FUENTE: UNRN, 2013

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

## ii. Matriz de Batelle Columbus

Método cuantitativo diseñado para evaluar el impacto de proyectos relacionados con recursos hídricos. Permite una evaluación sistemática de los impactos por medio de la utilización de indicadores.

Según Espinoza (2002), constituye un tipo de lista de verificación con escalas de ponderación que considera la descripción de los factores ambientales, la ponderación valorativa de cada aspecto y la asignación de unidades de importancia.

La matriz propone una clasificación de los impactos ambientales comprendida en cuatro niveles, denominándose a los de primer nivel: categorías (4), a los de segundo: componentes (18), a los de tercero: parámetros (78) y a los de cuarto:

medidas ambientales. Los niveles van en orden directamente proporcional a la información que aportan.

Para determinar la importancia de cada variable se recurre a la opinión de un grupo de expertos con información de los actores involucrados (método DELPHI).

El resultado de la evaluación puede ser:

Positiva: Cuando la calidad ambiental de la situación Con Proyecto supera a la situación Sin Proyecto, por tanto el impacto global es beneficioso.

Negativa: Cuando ocurre lo contrario, por lo que el impacto global es adverso.

Cero: Cuando no existe impacto global.

**TABLA 2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO BATELLE-COLUMBUS**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta resultados cuantitativos y que pueden ser comparados con otros proyectos.</li> <li>• Permite comparar alternativas ya que muestra el impacto neto de cada una sobre el ambiente.</li> <li>• Para asignar pesos se utiliza el método DELPHI, que minimiza la subjetividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las funciones de calidad ambiental que presenta elaborados para los Estados Unidos, no son universales.</li> <li>• Fue desarrollado para proyectos hidráulicos, por lo que debe adaptarse para otro tipo de proyectos.</li> <li>• No toma en cuenta la interacción entre componentes ambientales.</li> </ul>

FUENTE: Espinoza, 2002

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

### c. Análisis Costo - Beneficio

Se trata de un sistema analítico de tipo económico. El objetivo de este tipo de análisis es sintetizar todos los beneficios económicos, sociales y ambientales en relación a los costos económicos, sociales y ambientales del proyecto.

Para desarrollarlo se debe evaluar todos los impactos positivos y negativos del proyecto que afectan los medios físico, biológico, socioeconómico y de interés humano. Los elementos específicos de los ambientes afectados que deben ser considerados en el análisis de costo-beneficio se presentan en la Tabla 2.6.

**TABLA 2.6 FACTORES A EVALUAR PARA ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

<b>Medio Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Área de alteración</li> <li>○ Impactos a la calidad y cantidad de agua</li> <li>○ Impactos a la calidad del aire</li> <li>○ Desarrollo de productos de desechos</li> </ul>
<b>Medio Biótico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pérdida de hábitat para flora o fauna</li> <li>○ Pérdida de diversidad</li> </ul>
<b>Medio Socioeconómico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Impactos a la tierra agrícola</li> <li>○ Ingresos personales e impactos a los estándares de vida</li> <li>○ Uso de suelo</li> <li>○ Impactos sobre el empleo</li> <li>○ Impactos económicos regionales</li> </ul>
<b>Interés Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Impactos a los recursos culturales</li> <li>○ Impactos históricos significativos</li> <li>○ Consecuencias sociales</li> </ul>

FUENTE: MINEM Perú, s.f.

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

Los factores considerados permitirán realizar una evaluación acumulativa del proyecto y los principales efectos positivos y negativos que ocurrirán en el área del proyecto. En la mayoría de casos, los aspectos positivos contribuirán a las utilidades del proyecto en general y al mejoramiento social. En algunos casos, el proyecto puede generar un impacto negativo acumulativo en el ambiente circundante que debe ser considerado y tal vez no beneficie a la mayoría (MINEM Perú, s.f.).

#### d. Panel de Expertos

Es un método *ad hoc* que consiste en la sistematización de consultas a un grupo de expertos familiarizados con el proyecto y en el campo específico de su especialidad. Los mismos identifican la información adecuada y elaboran modelos cualitativos y cuantitativos que permiten la predicción o identificación de impactos (Espinoza, 2002).

**TABLA 2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO PANEL DE EXPERTOS**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un método informal.</li> <li>• Es fácilmente adaptable a circunstancias particulares.</li> <li>• Es rápido y fácil de desarrollarse con poco esfuerzo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requieren experiencia y disponibilidad del grupo de expertos que lo lleva a cabo.</li> <li>• Requiere formar equipos para cada proyecto particular.</li> <li>• No brindan seguridad de ser exhaustivos o comprensibles.</li> </ul>

FUENTE: Espinoza, 2002

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

#### 2.1.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, PMA

Según el A.M. 061 del MAE (2015), se lo define como un documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta.

Además el PMA tiene por objetivo asegurar que la comunidad no pague costos mayores a los necesarios (Espinoza, 2002).

Está conformado de varios sub-planes, detallados y articulados entre sí, que dependen de las características de proyecto, obra o actividad propuesta. A continuación se describen aquellos contenidos en el A.M. 061 de MAE.

#### **2.1.2.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos**

Como lo indica Espinoza (2002), a la hora de establecer medidas preventivas para reducir o eliminar impactos negativos, se debe tener en consideración que siempre es mejor no generarlos antes que establecer medidas de mitigación.

La mitigación de impactos constituye el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar o disminuir los impactos negativos que un proyecto, obra o actividad puede generar sobre el entorno humano y natural, en sus fases de construcción, operación o abandono. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad al daño causado (Espinoza, 2002).

#### **2.1.2.2 Plan de Manejo de Desechos**

De acuerdo con Betancourt (2004), el PMD tiene por objetivos:

- Cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.
- Eliminar o minimizar los impactos generados por los desechos sólidos y líquidos en el ambiente y la salud de la población.
- Reducir costos asociados con el manejo de desechos sólidos y líquidos, y la protección del medio ambiente.
- Realizar un inventario y monitorear los desechos generados en las diferentes acciones de un proyecto, obra o actividad.
- Realizar una disposición adecuada de los mismos.
- Monitorear su cumplimiento.

### **2.1.2.3 Plan de Capacitación**

Comprende actividades de capacitación hacia el personal propio o contratado, sobre elementos de gestión ambiental con el fin de desarrollar una actividad acorde a los mejores estándares ambientales

### **2.1.2.4 Plan de Relaciones Comunitarias**

Tiene como objetivo establecer nexos de sana convivencia entre las comunidades y las instituciones y ayudar a gestionar problemas sociales que enfrenta el área de influencia directa del proyecto, obra o actividad.

### **2.1.2.5 Plan de Contingencias**

Puede ser corporativo y envolver varios proyectos, o ser específico para un proyecto.

### **2.1.2.6 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional**

Detalla acciones y actividades a tomar para enfrentar eventuales accidentes y emergencias durante cualquiera de las fases del proyecto.

### **2.1.2.7 Plan de Monitoreo y Seguimiento**

Se puede definir como un conjunto de acciones que buscan prevenir, identificar, controlar y minimizar los riesgos de accidentes que pueden provocar daños a personas, instalaciones y al medio ambiente y para preparar al personal para actuar ante casos de emergencia, para este se debe seguir normas y procedimientos establecidos en la normativa nacional o internacional.

Constituye un conjunto de acciones que buscan garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas de protección ambiental establecidas.

Mecanismo de Seguimiento: Mecanismos o herramientas para aplicar seguimiento a proyectos, obras u actividades.

- Inspecciones
- Auditorías
- Planes de monitoreo
- Entrega de Informes periódicos

#### **2.1.2.8 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas**

Comprende el conjunto de acciones que servirán para reestablecer áreas que han sido afectadas como consecuencia de las actividades de construcción, operación o mantenimiento del proyecto.

#### **2.1.2.9 Plan de Abandono y Entrega del Área**

Permite conocer las actividades a aplicarse una vez que concluyan la vida útil del proyecto, obra o actividad.

### **2.1.3 GENERALIDADES DEL ARCHIPIÉLAGO DE GALÁPAGOS**

El Archipiélago de Galápagos, constituye un conjunto de islas situado a 972 km / 525 millas náuticas al oeste de la costa ecuatoriana, entre las coordenadas 01°40'N; 01°36'S; 089°16'W y 092°01'W, atravesadas por la línea ecuatorial en los volcanes Wolf y Ecuador de la isla Isabela (INOCAR, 2011).

La superficie total del Archipiélago es de 8 010 km<sup>2</sup>, con un mar interior de 45 666 km<sup>2</sup>, y un mar territorial insular de 817 392 km<sup>2</sup> (INOCAR, 2011). La distancia máxima entre dos puntos en el archipiélago son los 431 km que separan la esquina noroeste de la isla Darwin de la esquina sudeste de la isla Española (PNG, 2005).

Según lo indica el Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos (2005), el Archipiélago incluye 233 unidades terrestres emergidas (islas, islotes y rocas), cifra

que permanece abierta debido al carácter altamente dinámico de los procesos geológicos que lo modelan. Existen 13 islas grandes, con una superficie mayor a 10 km<sup>2</sup>; cinco (5) islas consideradas medianas, con un tamaño de entre 1 y 10 km<sup>2</sup>; y las restantes 215 unidades constituyen islotes de tamaño pequeño, además de numerosos promontorios rocosos de pocos metros cuadrados de superficie.

El Archipiélago es de origen volcánico y en términos geológicos y volcánicos sus islas son jóvenes ya que emergieron hace cinco millones de años y se consideran aún en proceso de formación. Constituye uno de los grupos volcánicos más activos del mundo.

Posee una superficie total emergida de 7 995,4 km<sup>2</sup> y una línea de costa de 1 688 km. En conjunto las islas Isabela, Santa Cruz, Fernandina, Santiago y San Cristóbal representan el 93,2% de la superficie total del archipiélago. La Isla Isabela es la de mayor tamaño, con 4 696,5 km<sup>2</sup>, abarcando el 58,7% de la superficie total del archipiélago (PNG, 2005).

Galápagos constituye una de las 24 provincias del país y se encuentra dividida políticamente en tres cantones, como se puede apreciar en la Tabla 2.8 y en la Figura 2.2 (PNG, 2005).

En 1959, el Estado ecuatoriano reconoció oficialmente la importancia de este rico patrimonio natural, protegiendo bajo la figura de “Parque Nacional” a cerca de un 97% de la superficie emergida del archipiélago (PNG, 2005).

En 1998, se creó la Reserva Marina de Galápagos (RMG) a través de la Ley de Régimen Especial para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de la provincia de Galápagos. La misma posee condiciones oceanográficas, biológicas y ecológicas únicas en el mundo, y es una fuente importante de recursos pesqueros y turísticos para la población local (Danulat & Edgar, 2002).

Debido a su importancia ecológica, cultural, educacional y económica para la conservación y mantenimiento de especies únicas en el mundo, la UNESCO

declaró en 1979 su área terrestre como “Patrimonio Natural de la Humanidad”, en 1985 le otorgó el galardón de “Reserva de la Biosfera” y en 2001 se incluyó a la RMG en la lista de Patrimonios Naturales de la Humanidad.

**TABLA 2.8** DIVISIÓN POLÍTICA DE LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS

<b>Cantón</b>	<b>Capital</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% Superficie</b>	<b>Islas principales</b>
<b>San Cristóbal</b>	Puerto Baquerizo Moreno	848,5	12,8	San Cristóbal, Española, Genovesa, Santa Fe, Floreana.
<b>Santa Cruz</b>	Puerto Ayora	415,5	6,3	Santa Cruz, Marchena, Pinta, Pinzón, Santiago, Rábida, Seymour, Baltra.
<b>Isabela</b>	Puerto Villamil	5 367,5	80,9	Isabela, Darwin, Wolf, Fernandina.

FUENTE: INEC, 2012

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

Sin embargo en 2007, la UNESCO declaró al Archipiélago como “Patrimonio de la Humanidad en Riesgo Medioambiental”, debido a amenazas como la introducción de especies invasoras, turismo descontrolado y la sobrepesca, y estuvo incluido en la “Lista del Patrimonio de la Humanidad en Peligro” hasta el año 2010.

## **2.2 MARCO LEGAL APLICABLE**

La normativa nacional y local sobre la que se desarrolló el proyecto de transporte marítimo eléctrico y en el cual se enmarcan las actividades de construcción y operación, comprende la siguiente:



## 2.2.1 COMPETENCIA NACIONAL

TABLA 2.9 NORMATIVA DE COMPETENCIA NACIONAL

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
<p><b>Constitución de la República</b>  <b>Fecha: 20-10-2008</b>  <b>R.O. # 449</b></p>	<p>Se reconocen los derechos de la población a un ambiente sano (<b>Arts. 14, 15</b>) y los derechos de la naturaleza (<b>Arts. 71, 72, 73</b>).</p> <p>Se instituye a la provincia de Galápagos como un Gobierno de Régimen Especial (<b>Art. 258</b>) y establece objetivos para el desarrollo (<b>Art. 276</b>).</p> <p>Se establecen varios principios a favor de la naturaleza y el ambiente (<b>Arts. 395, 396, 397</b>) enfocándose en la conservación del patrimonio natural (<b>Art. 406</b>) mientras promueve el desarrollo de tecnologías ambientalmente limpias (<b>Art. 413</b>).</p>
<p><b>Ley de Gestión Ambiental, Codificación #19</b>  <b>Fecha: 10-09-2004</b>  <b>R.O. Suplemento # 418</b></p>	<p>Establece principios y directrices de la política ambiental que brindan instrumentos de aplicación de la gestión ambiental para una correcta evaluación de impactos ambientales (<b>Arts. 19, 20, 21, 23</b>).</p> <p>Aclara el derecho de la población a participar en la gestión ambiental (<b>Art. 28</b>) y a ser informada de forma oportuna (<b>Art. 29</b>)</p>
<p><b>Código Orgánico Integral Penal</b>  <b>Fecha: 10-02-2014</b>  <b>R.O. # 180</b></p>	<p>Se establecen los delitos contra el ambiente y la naturaleza (<b>Art. 251</b>) y contra la gestión ambiental (<b>Art. 255</b>)</p>

TABLA 2.9 CONTINUACIÓN

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
<p><b>Libro VI De la Calidad Ambiental, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente</b>  <b>Fecha: 31-03-2003</b>  <b>R.O. Edición Especial N° 2</b></p>	<p>El <i>SUMA</i> establece un conjunto de elementos mínimos que constituye un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales (<b>Art. 13</b>).</p> <p>El <i>Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental</i> establece normas generales nacionales aplicables a la prevención (<b>Arts. 45, 46, 57</b>) y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades, (<b>Arts. 59, 64, 70, 71</b>), así como también los deberes del ejecutor del proyecto (<b>Arts. 83, 89</b>).</p>
<p><b>Ley Forestal y De Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Codificación #17</b>  <b>Fecha: 10-09-2004</b>  <b>R.O. Suplemento # 418</b></p>	<p>Realza los valores de las áreas protegidas y muestra su contribución con el equilibrio del medio ambiente (<b>Arts. 66, 67</b>)</p> <p>Decreta a la reserva marina dentro de las áreas que necesitan de protección especial (<b>Art. 106</b>).</p>
<p><b>Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Codificación # 20</b>  <b>Fecha: 11-09-2004</b>  <b>R.O. Suplemento # 418</b></p>	<p>Establece prohibiciones a las acciones que provoquen la degradación de la calidad del aire (<b>Arts. 1, 5</b>), de las aguas (<b>Art. 6</b>) y de los suelos (<b>Art. 10</b>)</p>
<p><b>Ley de Turismo</b>  <b>Fecha: 27-12-2002</b>  <b>R.O. Suplemento # 733</b></p>	<p>En el territorio insular de Galápagos las actividades turísticas y deportivas en el deben regirse por la Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos (<b>Art.20</b>)</p>

TABLA 2.9 CONTINUACIÓN

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
<p><b>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.</b></p> <p><b>Fecha: 19-10-2010</b></p> <p><b>R.O. Suplemento # 303</b></p>	<p>Establece normas para la administración territorial de Galápagos como régimen especial, asegurando la transparencia y una correcta toma de decisiones (<b>Art. 104</b>)</p>

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

## 2.2.2 COMPETENCIA LOCAL

TABLA 2.10 NORMATIVA DE COMPETENCIA LOCAL

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
<p><b>Ley Orgánica de Régimen Especial para la Provincia de Galápagos</b></p> <p><b>Fecha: 11-06-2015</b></p> <p><b>R.O. Segundo Suplemento # 520</b></p>	<p>Incluye al Parque Nacional Galápagos y a la Reserva Marina de Galápagos como parte del SNAP (<b>Arts. 16, 18 y 19</b>). Así mismo define su administración y manejo (<b>Art. 20</b>).</p> <p>Establece obligaciones de la Autoridad Ambiental Nacional en el control ambiental en Galápagos (<b>Art. 82</b>) al igual prohibiciones frente a acciones que degraden la calidad ambiental de las islas (<b>Art. 83</b>).</p>
<p><b>Estándares ambientales para la operación de embarcaciones en la Reserva Marina de Galápagos</b></p> <p><b>Fecha: 22-05-2013</b></p> <p><b>Resolución N° 050</b></p>	<p>Instrumento generado por la DNPG que establece estándares para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión sobre los desechos sólidos (<b>Arts. 3 – 5</b>).</li> <li>- Gestión sobre los desechos líquidos (<b>Arts. 6 – 14</b>).</li> <li>- Mitigación de impactos al ambiente (<b>Arts. 15 – 26</b>).</li> </ul>

TABLA 2.10 CONTINUACIÓN

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
<b>Libro VII Del Régimen Especial: Galápagos, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente</b> <b>Fecha: 31-03-2003</b> <b>R.O. Edición Especial N° 2</b>	El Reglamento para la Gestión Integral de los Desechos y Residuos para las Islas Galápagos muestra una clasificación de los residuos ( <b>Art. 7</b> ) y la correcta gestión del manejo de los mismos por parte del municipio y de los generadores ( <b>Arts. 8, 10</b> ).

ELABORACIÓN: Ortiz, W.; Salinas S., 2015

## CAPÍTULO 3

### DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La movilización de la población entre los puertos o muelles habitados de una misma isla, en el archipiélago de Galápagos, se realiza por medio de embarcaciones denominadas *taxis acuáticos*. En la isla Santa Cruz estas embarcaciones se encuentran situadas en el muelle de Puerto Ayora siendo su área de navegación 1 milla náutica a la redonda. Esto permite a la población y a los turistas que diariamente visitan la isla, trasladarse a muelles cercanos y hacia los barcos que se encuentran fondeados alrededor de la zona.

Los taxis que funcionan actualmente utilizan motores de combustión interna cuya fuente de energía es la gasolina (combustible fósil). Su operación genera emisiones de gases y material particulado, olores, ruido y vibraciones, y derrames accidentales de combustible y aceite, afectando perjudicialmente al ecosistema frágil donde se desarrolla y produciendo molestias en los usuarios. La Fotografía 3.1 muestra la manera en que operan los taxis acuáticos en el muelle de Puerto Ayora.

Con el fin de contribuir a la conservación del medio ambiente en la Isla, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) con el respaldo del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) lleva a cabo el proyecto “Desarrollo de un Modelo de Movilidad de Transporte Marítimo Sostenible reemplazando Motores de Combustión Interna por Motores Eléctricos”.

El proyecto involucra la conversión de la tecnología de propulsión de las embarcaciones. El objetivo principal del mismo es poner en funcionamiento una lancha construida exclusivamente para funcionar con motor eléctrico, y reemplazar el motor de combustión interna de una lancha actualmente en operación, por un

motor eléctrico, luego de las respectivas adecuaciones a la misma. La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de ambas embarcaciones provendrá de una estación de recarga que se situará en el muelle, misma que se abastecerá de energía de la red eléctrica pública generada en su mayoría por la quema de combustibles fósiles (energía térmica). Así mismo se adecuarán paneles solares en las embarcaciones, que otorgarán mayor autonomía a las mismas y permitirán disminuir la demanda de energía de la red.

Se ha seleccionado el segmento de taxi acuático, puesto que cumple con las siguientes consideraciones: el consumo de combustible es bajo, los recorridos que realiza son cortos, la embarcación es liviana lo que reduce el esfuerzo del motor al impulsarla, su tamaño permitirá la recarga de energía sin complicaciones y representa beneficio para un mayor número de usuarios.

El proyecto tiene un plazo de ejecución de 36 meses y se encuentra actualmente en la fase de diseño.

### **FOTOGRAFÍA 3.1 TAXI ACUÁTICO EN EL MUELLE DE PUERTO AYORA**



FOTO: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### **3.1.1 FASES DEL PROYECTO**

#### **3.1.1.1 Planificación**

Planificar un proyecto consiste en establecer las acciones sistemáticas que se llevarán a cabo durante el mismo y su programación temporal. De igual manera, se deberán definir claramente los objetivos a lograr y los recursos humanos y materiales requeridos. En la etapa de planificación se identifican los actores esenciales y la población beneficiada.

Actividades de planificación:

- Realizar un diagnóstico de la movilidad marítima en el muelle de Puerto Ayora.
- Definir estrategias posibles para corregir el modelo de movilidad no sostenible.
- Seleccionar la opción más conveniente.
- Justificar la estrategia asumida.

#### **3.1.1.2 Diseño y Construcción**

a) Actividades de Diseño:

- Investigar modelos comerciales de cascos de lanchas y sus respectivos materiales.
- Seleccionar alternativas de diseño, en cuanto a posibles formas del casco y dimensiones de la lancha, que cumplan con requisitos de eficiencia respecto a velocidades de desplazamiento, ligereza, materiales contaminantes, funcionalidad y estética.
- Realizar el diseño naval y mecánico del casco prototipo seleccionado.
- Realizar la proyección y diseño del casco en software.
- Realizar la simulación del casco en software especializado.
- Evaluar el desempeño eficiente del casco de la lancha.
- Establecer el diseño eléctrico de la estación de recarga.
- Establecer el diseño estético de la estación de recarga.
- Seleccionar el emplazamiento de la estación de recarga.

b) Actividades de Construcción:

Embarcaciones:

- Construir una lancha monocasco eléctrica prototipo con las siguientes especificaciones:
  - o Estructura del casco de fibra de vidrio reforzada con resina poliéster y protegido contra impacto mediante un rodón de madera alcanfor. El laminado interior será protegido mediante balsa core y plywood marino.
  - o Casco recubierto con pintura anti-incrustante libre de estaño.
  - o Cubierta superior (techo) será construida usando láminas sánduches de resina poliéster, reforzada con fibra de vidrio y balsa core.
  - o Motor potencia 8Kw, Corriente alterna trifásico de imanes permanentes.
  - o Baterías de Ion Litio 12 V.
  - o Paneles Solares.
  
- Realizar la conversión de una embarcación convencional, por medio del recambio del motor de combustión interna por un motor eléctrico, incluyendo adecuaciones necesarias para el funcionamiento del sistema eléctrico como: baterías, cargador de baterías, caja de conexiones, mando electrónico, cubierta superior y paneles solares.

Estas actividades se llevarán a cabo en un astillero continental que cuente con todos los permisos de funcionamiento y con la experiencia necesaria, con el fin de evitar posibles impactos negativos en el archipiélago que se generen en esta etapa.

Estación de Recarga:

El punto de recarga se ubicará en el muelle de Puerto Ayora en un sitio de fácil acceso para que las embarcaciones puedan proveerse de energía eléctrica.

- Conformar una base rectangular de hormigón donde se asentará la estructura de la torre de abastecimiento.
- Construir la torre de abastecimiento eléctrico con las siguientes especificaciones:

- Caseta de acero inoxidable marino resistente a la corrosión, cubierto con pintura electrostática.
- Tableros con barras de cobre o aluminio.
- Accesorios eléctricos como interruptores, cables conductores, tomacorrientes, bornes de conexión y varilla pararrayos.

### 3.1.1.3 Operación y mantenimiento

#### a) Operación:

Las embarcaciones han sido diseñadas para brindar el servicio de transporte a la población de Santa Cruz y a turistas que visitan la isla. Estas funcionarán durante 12 horas al día y 6 días por semana, cumpliendo el horario de 6:30 a 18:30 horas.

Actualmente en el muelle operan dos cooperativas de acuataxis: *Flamingos* con 13 embarcaciones y *Charles Darwin* con 12 embarcaciones. De la flota operativa se seleccionará la embarcación más óptima para la conversión tecnológica, una vez manifestada la disposición del armador. De igual manera, la nueva embarcación reemplazará una de las existentes.

Tendrán, al igual que las actuales, una capacidad para 16 personas con su respectivo equipaje y realizarán los recorridos especificados en la Tabla 3.1 y Figura 3.1.

**TABLA 3.1** DESTINOS Y TIEMPOS DE VIAJE DE LOS ACUATAXIS

Origen	Destino	Tiempo promedio de viaje
Muelle de Puerto Ayora	Punta Estrada	8 minutos
Muelle de Puerto Ayora	Barcos de Cabotaje	8 minutos
Muelle de Puerto Ayora	Cruceros	10 minutos

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

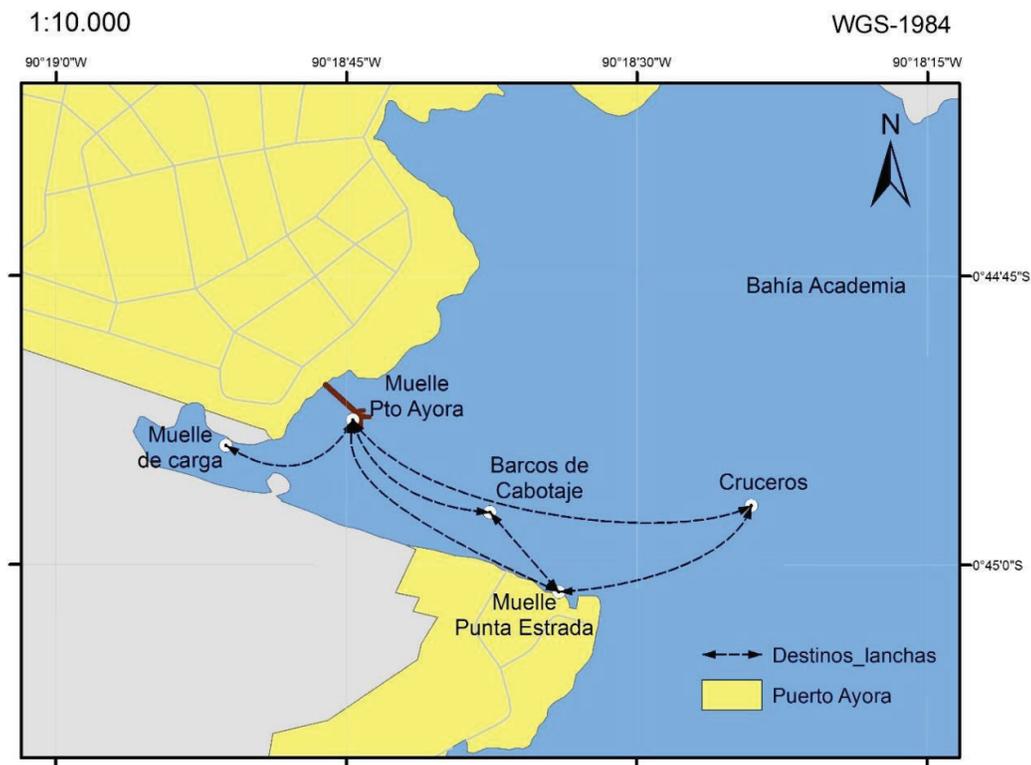
Los usuarios del servicio de taxi acuático que se trasladan a Punta Estrada lo hacen por motivos de trabajo en instalaciones hoteleras y turísticas, o por turismo hacia

destinos como la playa de Los Alemanes y Las Grietas. Además, los acuataxis son utilizados para abordar yates de turismo y cruceros fondeados en la Bahía Academia.

Mediante monitoreos de tiempos de viaje y destinos, realizados por los autores de esta tesis a las embarcaciones durante la jornada laboral, se determinó que la demanda diaria de usuarios del servicio es de 225 personas, donde el 83% son turistas nacionales y extranjeros y el 17% pobladores de Santa Cruz.

La demanda del servicio por turistas crecerá de acuerdo a la tasa anual de crecimiento compuesto, determinada por el Observatorio de Turismo de Galápagos, 2015, a partir de los datos de visitantes durante el periodo 2007 – 2014, en un 3,7%; mientras que la demanda por pobladores crecerá en un 3,4% según la tasa de crecimiento anual del cantón Santa Cruz (INEC, 2010). Esto generará para el año 2017, cuando empiece a operar el proyecto, una demanda de 242 usuarios/día.

**FIGURA 3.1 DESTINOS DE VIAJE DE ACUATAXIS EN PUERTO AYORA**



ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

Para movilizarse, las nuevas embarcaciones utilizarán energía eléctrica procedente de una estación de recarga la misma que se alimentará de electricidad proveniente de la red pública suministrada por la empresa Elecgalápagos, misma que se obtiene en su gran mayoría a partir de la quema de combustible fósil.

b) Mantenimiento:

Motor:

En el motor eléctrico el mantenimiento es casi nulo, pero se debe tomar en cuenta no superar los límites de tensión y corriente, ni someterlos a cargas superiores a las establecidas por el fabricante. Los únicos elementos que pueden sufrir deterioro son los componentes mecánicos como rodamientos, cojinetes, elementos de sujeción y elementos móviles.

El plan de mantenimiento que se debe realizar es el siguiente:

- Reengrase y auscultación de rodamientos en el motor cada 1 000 a 2 000 horas de servicio. Desechos generados: grasa, limallas y piezas obsoletas.
- Chequeo de vibraciones con motor en marcha (ocasional). Sin generación de desechos.
- Fijación del motor y alineación con motor parado (ocasional). Sin generación de desechos.
- Chequeo de corriente consumida con motor en marcha (ocasional). Sin generación de desechos.
- Medición de tensión de red con motor en marcha (ocasional). Sin generación de desechos.
- Verificación de arranque de los motores (ocasional). Sin generación de desechos.
- Limpieza de los bornes de conexión con producto limpia contactos (anual). Desechos líquidos.
- Revisión del rotor y otros elementos del motor (en caso de abrir al motor). Sin generación de desechos.
- Medición de la resistencia de los bobinados (en caso de abrir conexiones). Sin generación de desechos.

- Prueba de rigidez dieléctrica. Sin generación de desechos.
- Mantenimiento de baterías. Sin generación de desechos.

#### Embarcación:

- Limpieza de casco y cubierta con detergentes biodegradables (quincenal). Desechos líquidos y sólidos.
- Pintado de casco (anual). Desechos líquidos y sólidos.
- Arreglo de daños en el casco por colisiones (anual). Desechos sólidos.

#### Estación Recarga:

- Inspección del circuito eléctrico y conexiones del cableado. Cambio de cables cuando sea necesario. Desechos sólidos.

### **3.1.1.4 Cierre y abandono**

#### Embarcación:

La nueva embarcación se ha construido para tener un tiempo de vida útil de 15 años, sin embargo, con un eficiente y pronto mantenimiento este periodo podría alargarse.

Terminada su operación, el equipamiento eléctrico de la nave será desconectado y se procederá con el desmantelamiento de la estructura. Todo esto se convertirá en desecho sólido.

#### Motor y baterías:

Cada 7 años se deberá reemplazar de baterías de ion-litio, que almacenan energía eléctrica de la red y de los paneles solares para abastecer al motor.

El motor eléctrico tiene un tiempo de vida útil de 15 años, por lo que al alcanzarse el mismo deberá ser reemplazado por un motor de las mismas especificaciones.

Ambos desechos deberán ser entregados a la Autoridad Ambiental para su correcta disposición.

#### Paneles Solares:

El tiempo promedio de vida útil de los paneles solares es de 25 años o incluso menor si sufren colisiones, después de este tiempo deberán ser dispuestos de manera adecuada.

### **3.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

El diagnóstico ambiental describe el estado de los componentes físicos, bióticos y antrópicos del área de influencia de un proyecto, obra o actividad en un momento particular, antes de llevarse a cabo la acción. A partir de esta información se realizará la identificación y evaluación de los posibles impactos a generarse o presentarse sobre el medio ambiente, lo que permitirá la elaboración del plan de manejo ambiental.

La caracterización del medio ambiente debe incluir tanto las condiciones del área de influencia directa del proyecto; como también las áreas indirectamente relacionadas con las instalaciones.

La metodología usada para levantamiento de los componentes físico, biológico y socio-económico estuvo basada en la recolección de información cualitativa y cuantitativa proveniente de fuentes:

- Primarias: Información obtenida en campo por medio de herramientas cualitativas como entrevistas semiestructuradas, observación directa, entre otras.
- Secundarias: Información proveniente de instituciones, documentos y publicaciones oficiales del Gobierno local, regional o nacional, así como portales electrónicos y publicaciones no gubernamentales.

### 3.2.1 LÍNEA BASE FÍSICA

En la línea base física se describen componentes importantes para el proyecto en el área de interés, se incluyen aspectos como: clima y meteorología; geología, geomorfología y suelos; oceanografía; zonas de riesgo; y el medio perceptual.

#### 3.2.1.1 Clima y Meteorología

La temperatura de la superficie del mar es el principal regulador del clima del Archipiélago de Galápagos, misma que determina una estación caliente de altas temperaturas de enero a mayo y una estación fría de junio a diciembre (Trueman & d'Ozouville, 2010).

La variación estacional se debe a la interrelación entre las corrientes oceánicas que rodean a las islas y los vientos predominantes del sureste. Tanto las corrientes como los vientos se rigen de manera intra-anual por la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Trueman & d'Ozouville, 2010).

Todas estas condiciones determinan en Santa Cruz un clima subtropical.

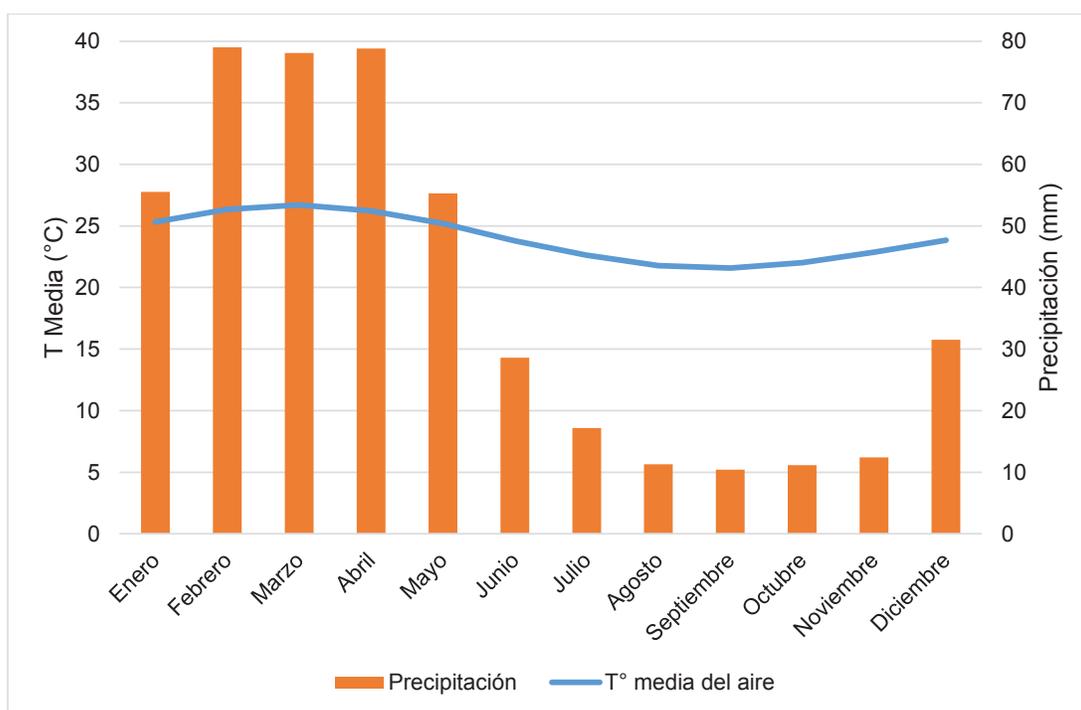
En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 – 2027 de Santa Cruz, se establecen cuatro fajas climáticas:

- Primera Faja – Temperaturas de 21°C a 22°C. Clima completamente seco. Playas que se encuentran junto al nivel del mar.
- Segunda Faja – Temperaturas de 18°C a 19°C. Clima completamente seco. Desde los límites de la primera faja hasta 200 m de altura en la parte Sur y 250 m en la parte Norte.
- Tercera Faja – Temperaturas de 16°C a 17°C. Alto régimen de lluvias. Vegetación exuberante. Desde los 200 m o 250 m hasta los 450 m de altura.
- Cuarta Faja - Temperaturas de 10°C a 12°C. Cielo frecuentemente cubierto de nubes, que producen lloviznas y pequeños aguaceros. Sobre los 450 m de altura.

### 3.2.1.1.1 Precipitación

En Santa Cruz, los meses de mayor precipitación van de enero a mayo, y los de menor de junio a diciembre (Figura 3.1). Por esta razón, las dos estaciones climáticas presentes en la isla pueden también denominarse como estación húmeda y seca al referirse a la cálida y a la fría respectivamente (ECCD Estación Climatológica Charles Darwin, 1965 – 2015). Sin embargo, la nomenclatura de húmeda y seca no es aplicable para la zona alta de la isla, que comúnmente es más húmeda durante la estación fría (Trueman & d'Ozouville, 2010).

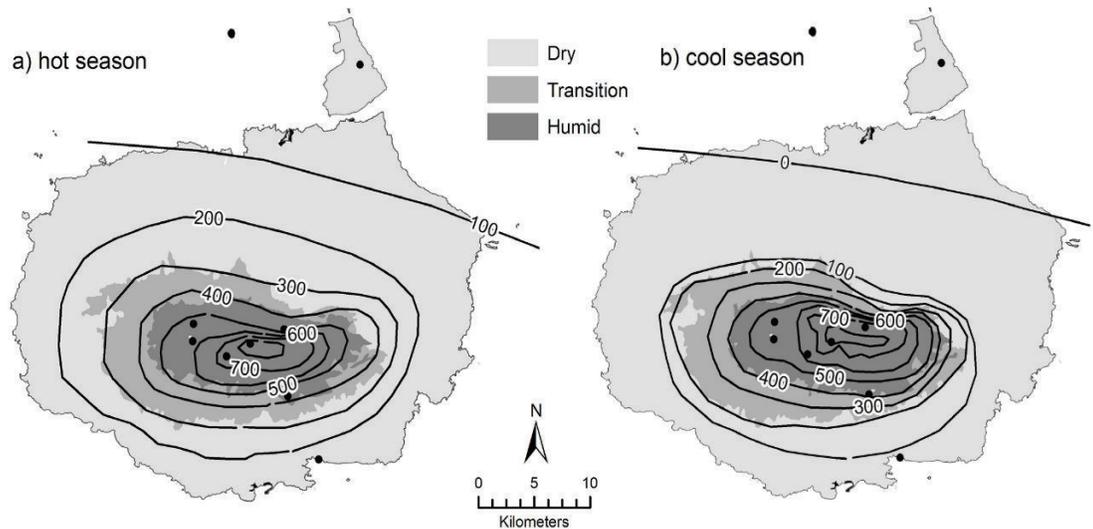
**FIGURA 3.2 CLIMOGRAMA DE SANTA CRUZ**



FUENTE: Estación Climatológica Charles Darwin, 1965 – 2015

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

La temporada cálida está caracterizada por lluvias orográficas que aumentan con la altitud (Snell & Rea, 1999 cit. Trueman & d'Ozouville, 2010) (Figura 3.2), mientras que la temporada fría se caracteriza por lluvias suaves llamadas localmente “garúa” que se manifiestan por sobre los 250 m de altitud (Colinvaux, 1984 cit. Trueman & d'Ozouville, 2010).

**FIGURA 3.3 ISOYETAS DE LA ESTACIÓN CÁLIDA Y FRÍA**

FUENTE: Trueman & d'Ozouville, 2010

### 3.2.1.1.2 Temperatura del aire

En los últimos 50 años la temperatura media alcanzó valores de 27°C durante los meses de enero a mayo, mientras que en el resto del año la temperatura media se mantuvo en 22°C, lo que determina la época cálida y fría respectivamente (Figura 3.1).

### 3.2.1.1.3 Humedad del aire

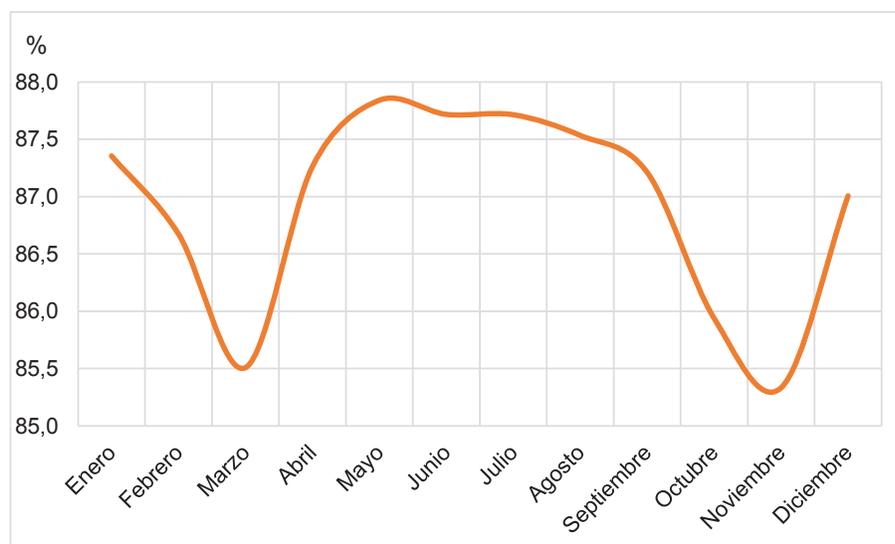
La humedad atmosférica representa la cantidad de agua en forma de partículas presentes en el aire. Por tanto, la humedad relativa es la relación entre la cantidad de agua presente en el aire y el máximo de vapor de agua que necesita para su saturación (Figura 3.3).

### 3.2.1.2 Geología

Santa Cruz, al igual que el resto de islas del archipiélago, es de origen volcánico. Emergió hace aproximadamente 2 millones de años y el flujo de lava más reciente data alrededor de los 0,6 millones de años atrás (Adelinet *et al.*, 2007).

Al ser una isla de origen basáltico (lavas porosas) con un fuerte fracturamiento, la infiltración de agua es acelerada y la acumulación de agua es temporal (PDOT Santa Cruz, 2012). El escurrimiento superficial se presenta únicamente durante temporadas de fuertes lluvias e intensa garúa (Adelinet *et al.*, 2007).

**FIGURA 3.4** HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL EN LA ECCD



FUENTE: Estación Climatológica Charles Darwin, 1965 – 2015

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 3.2.1.3 Geomorfología

La parte baja de Santa Cruz, cerca de la costa, es relativamente plana, mientras que en la parte alta la morfología se vuelve abrupta con pendientes más inclinadas (Adelinet *et al.*, 2007).

### 3.2.1.4 Suelos

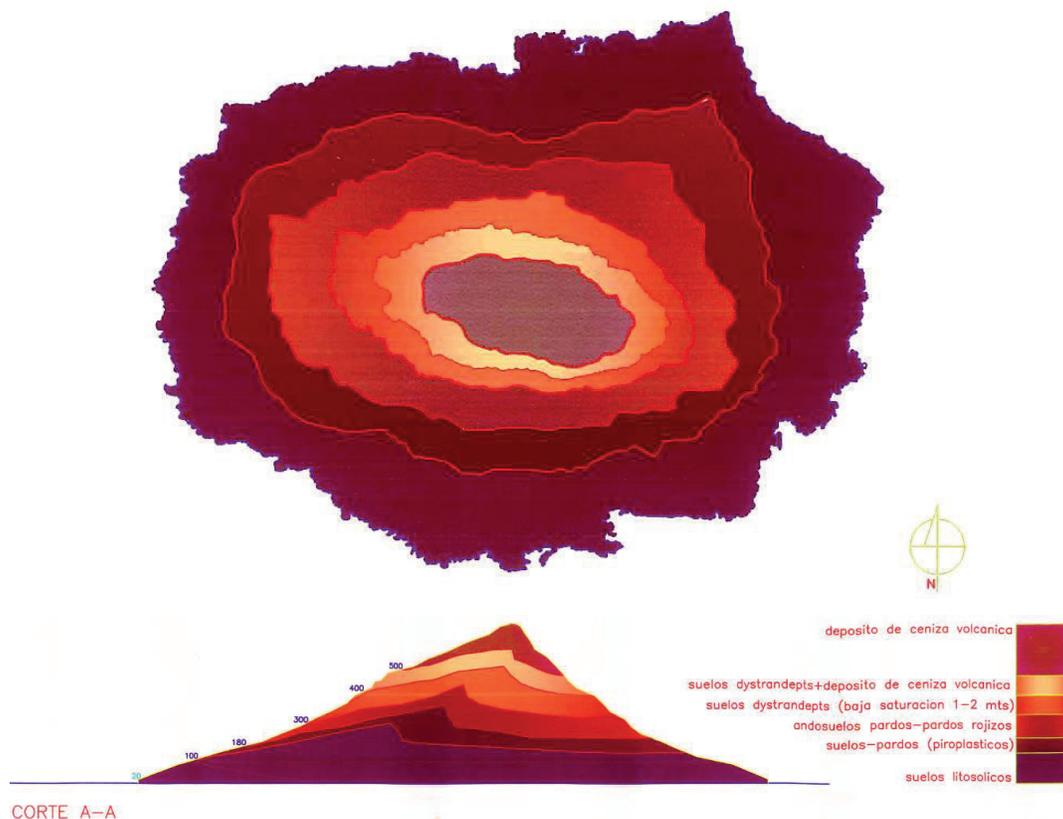
Las zonas altas presentan mayor precipitación que las zonas costeras. En estas tierras se presentan suelos arcillosos, lo cual permite que el agua se acumule durante un tiempo largo, acción que ocurre desde los 600 m.s.n.m. hasta la cumbre (840 m.s.n.m.). La zona media, que va desde 200 hasta 600 m.s.n.m., presenta menor acumulación de agua respecto a las zonas altas, debido a que las

pendientes son menos pronunciadas y presentan fallas geológicas, lo que coloca a la infiltración sobre la escorrentía. Por último en la zona baja, que se extiende desde 0 hasta 200 m.s.n.m., la escorrentía superficial es casi nula, ya que los suelos son más porosos y las grietas más abiertas, además de la presencia de túneles de lava que podrían conducir rápidamente el agua al océano (Domínguez, 2011 cit. en PDOT Santa Cruz, 2012).

Las costas, con suelos litosólicos (poco desarrollados), reflejan una variedad de formas que van desde superficies planas hasta bahías, acantilados, grietas, estrechos y zanjas de todo tamaño.

En la Figura 3.4 se puede distinguir los 6 tipos de suelo que se encuentran en Santa Cruz y que básicamente son formaciones de roca, piroclástos y ceniza volcánica.

**FIGURA 3.5** MAPA DE PISOS LITOLÓGICOS EN SANTA CRUZ



FUENTE: PNG, 2015

### **3.2.1.5 Oceanografía**

#### **3.2.1.5.1 Circulación Oceánica**

En las Islas Galápagos confluyen tres sistemas de corrientes oceánicas que actúan estacionalmente modificando el clima al igual que la presencia de nutrientes en el mar (Chávez & Brusca, 1991).

Los principales sistemas de corrientes que afectan Galápagos (Chávez & Brusca, 1991) son:

- La corriente fría superficial Sur Ecuatorial que fluye hacia el oeste baña las islas la mayor parte del año. Esta corriente es alimentada desde el este por el sistema de corrientes de Perú.
- La corriente fría sub-superficial Ecuatorial que fluye desde el oeste y choca contra Galápagos.
- La contra-corriente cálida Nor Ecuatorial que fluye hacia el este y presenta una variación estacional considerable al norte de Galápagos.

#### **3.2.1.5.2 Temperatura del mar**

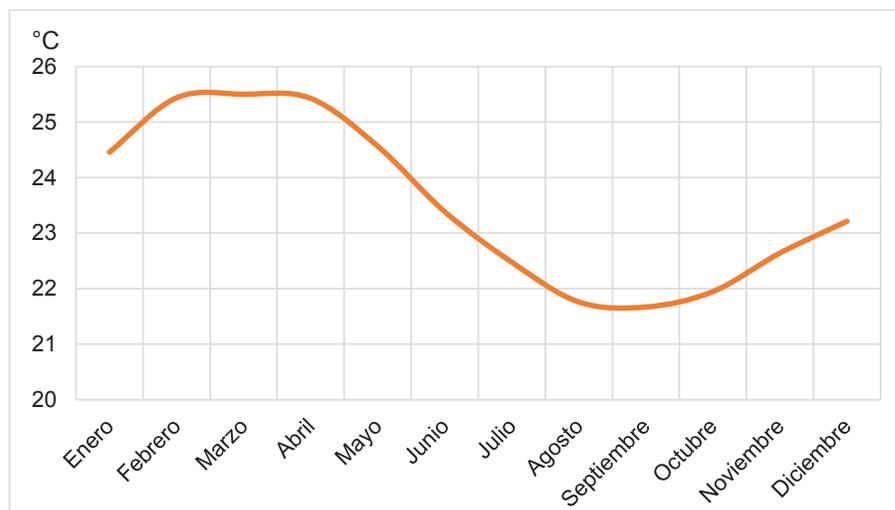
La temperatura de las aguas que bañan las islas está determinada por la presencia de las corrientes oceánicas.

En la Figura 3.5 se representa una variación mensual de la temperatura del mar durante el periodo 1965 – 2015. Se observa que entre los meses de enero a mayo la temperatura del mar se eleva alrededor de los 26°C, esto corresponde a la estación cálida en la isla, por el otro lado, entre los meses de junio a diciembre la temperatura del mar desciende a alrededor de los 22°C, lo que se corresponde con la estación fría.

De mayo a noviembre, en el Archipiélago predomina la corriente fría superficial del sur, que provoca una disminución de temperatura en las aguas marinas. Por otra

parte, a causa del descenso del flujo de la corriente fría del sur y del debilitamiento de los vientos alisios, la corriente cálida Nor-Ecuatorial predomina en la estación más caliente y lluviosa de la isla (Banks, 2002 cit. por Coloma, 2007).

**FIGURA 3.6** TEMPERATURA MENSUAL DE LA SUPERFICIE DEL MAR ECCD



FUENTE: Estación Climatológica Charles Darwin, 1965 – 2015

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 3.2.1.6 Paisaje Natural

Representa la apariencia del lugar, el impacto que las características del terreno crean en el observador, dándole cierta particularidad al sitio.

Todos los componentes físicos, bióticos y culturales influyen en la decisión del observador a la hora de calificar un paisaje, siendo netamente subjetivo.

### 3.2.1.7 Riesgos y amenazas naturales

#### 3.2.1.7.1 Sismos

En Santa Cruz y en general todo el archipiélago de Galápagos, el proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental de Sudamérica ocasiona sismos superficiales (PDOT Santa Cruz, 2012).

El riesgo sísmico se cuantifica mediante la estimación de la aceleración sísmica, que constituye una medida de la intensidad de los daños que produce un terremoto sobre edificios e infraestructura, por lo que puede ser correlacionada con la escala de Mercalli. Para el Archipiélago de Galápagos, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), ha estimado una aceleración sísmica de 0,3g que representa un peligro sísmico relativamente alto (Tabla 3.2 y Figura 3.6).

**TABLA 3.2** CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
<b>Aceleración sísmica</b>	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0,50
<b>Peligro sísmico</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

FUENTE: NEC, 2011

#### 3.2.1.7.2 Erupciones volcánicas

Las Islas Galápagos, al ubicarse en un punto caliente, se considerada parte de uno de los centros volcánicos más activos del mundo. Las erupciones se caracterizan por ser efusivas con la generación de grandes flujos de lava basáltica, expulsada por el cráter o por grandes fisuras localizadas en los flancos de los volcanes.

En Santa Cruz no existe ningún centro volcánico activo y los presentes en islas cercanas se encuentran a distancias tan extensas que los flujos piroclásticos, lavas y lahares no afectarían de ningún modo a esta isla. Sin embargo la presencia de ceniza volcánica podría representar riesgos a la salud humana, contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua o deterioro de viviendas (PDOT Santa Cruz, 2012).

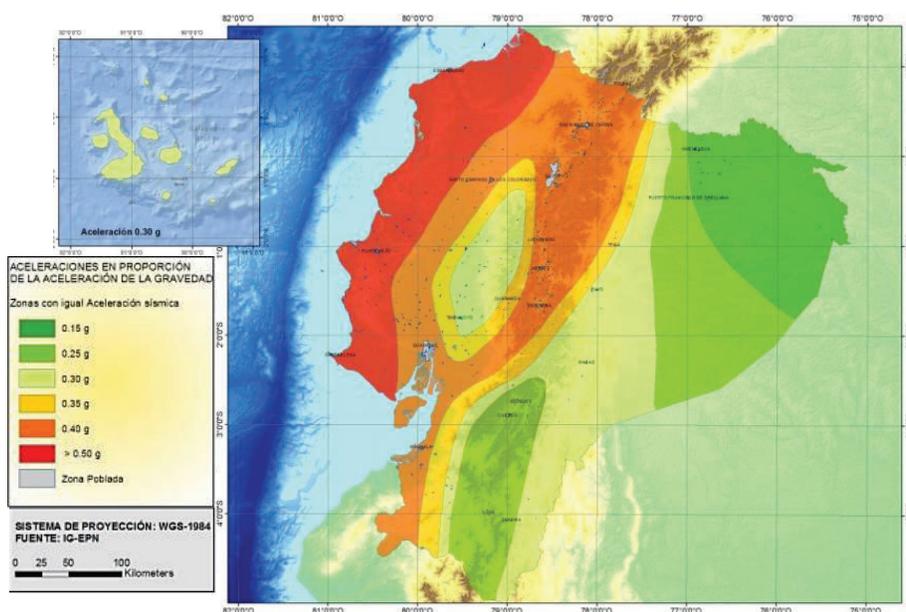
#### 3.2.1.7.3 *Tsunamis*

La sismicidad y el volcanismo existente en el Cinturón de Fuego del Pacífico, incrementa el riesgo de tsunami de distinta intensidad y que pueden causar daños en la isla.

Según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG) y el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR), el escenario más desfavorable para la isla Santa Cruz considera olas de hasta 30 m aproximándose a 800 km/h, dando un tiempo de reacción de entre 5 a 90 minutos (PDOT Santa Cruz, 2012).

Las zonas litorales son las únicas que podrían resultar afectadas, sin embargo, Puerto Ayora fue clasificado dentro de las zonas litorales de menor peligro. Tanto Bellavista como Santa Rosa no se consideran expuestos a tsunamis por estar por sobre los 200 m.s.n.m. (Tabla 3.3).

**FIGURA 3.7 MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA**



FUENTE: NEC, 2011

**TABLA 3.3 TERRITORIO EXPUESTO A TSUNAMIS**

Parroquia	Zona de tsunamis	Descripción	Área expuesta (Ha)	% de territorio expuesto
Puerto Ayora	Zona litoral	Peligro menor	182,30	0,19
Bellavista	Zona no litoral	Sin peligro	0	0
Santa Rosa	Zona no litoral	Sin peligro	0	0

FUENTE: IGEPN, 2010; INOCAR, 2010.

ELABORACIÓN: PDOT Santa Cruz, 2012.

### **3.2.2 LÍNEA BASE BIÓTICA**

La línea base biótica proporciona una descripción de la ubicación y abundancia de la flora y fauna, así como de las características y representatividad de los ecosistemas terrestres y/o marinos del área de influencia del proyecto.

Para la descripción de la flora y fauna existente en la isla Santa Cruz se recopiló información proporcionada por la Fundación Charles Darwin (FCD) en su Lista de Especies de Galápagos, la cual constituye un registro actualizado de las especies conocidas en el Archipiélago, información que ha sido recopilada por científicos pertenecientes a la FCD y expertos a nivel mundial.

Una especie puede ser clasificada según su origen como nativa (NA) o introducida (IN). Se la agrupa como nativa, cuando la especie es originaria o autóctona de la zona donde habita, y de manera contraria, se la considera introducida cuando la especie que ha sido transportada más allá de su distribución geográfica nativa, por acción humana, ha logrado aclimatarse o adaptarse a las condiciones ambientales de lugar. Dentro de la categoría de nativa se puede encontrar especies endémicas, las cuales son especies que se encuentran en un solo lugar, área o región geográfica.

A su vez, una especie puede clasificarse por su riesgo de extinción según la Lista Roja de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como de Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT), vulnerable (VU), en Peligro de Extinción (EN), en Peligro Crítico (CR), Extinguida en la Naturaleza (EW) y Extinta (EX) (Figura 3.7).

#### **3.2.2.1 Flora y Vegetación**

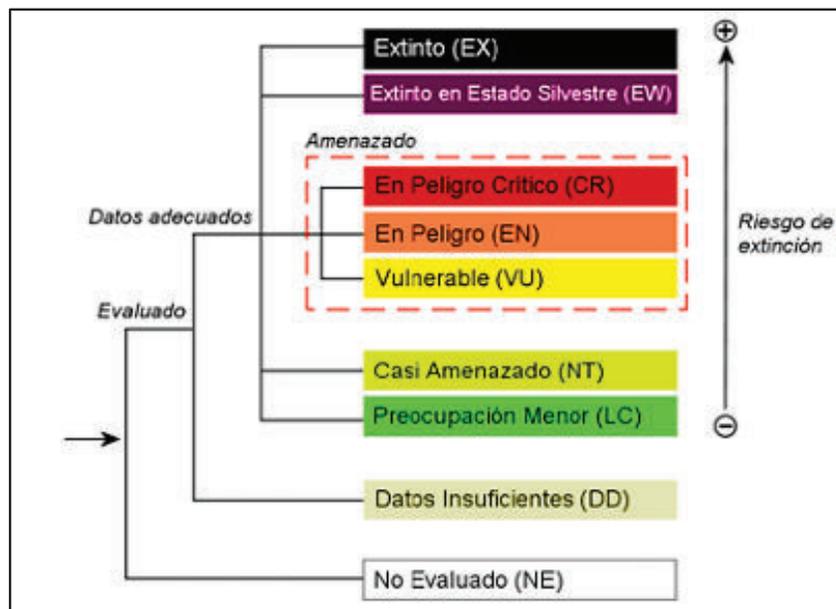
##### **a. Plantas Vasculares**

Constituyen el grupo más abundante de plantas terrestres. Dentro de este se encuentran las plantas sin semilla (pteridophytas), plantas con semilla desnuda

(cicadophyta y pinophyta) y plantas con semillas encerradas dentro del fruto (magnoliophyta).

En Santa Cruz se han registrado 103 especies nativas (11 endémicas) de helechos y grupos relacionados (pteridofitas), de las cuales, cuatro están catalogadas bajo las categorías EN y VU por el Lista Roja de la UICN; además se registran 11 especies introducidas de origen cultivado para su uso ornamental. Las especies de cicadofitas y pinofitas registradas (siete) son introducidas de origen cultivado. Por último las magnoliofita representan el taxón con mayor abundancia, con 356 especies nativas registradas (148 endémicas), de las cuales una se encuentra Extinta (EX) y 61 bajo las categorías de CR, EN y VU.

**FIGURA 3.8** ESTRUCTURA DE LAS CATEGORÍAS DE LA LISTA ROJA DE ESPECIES



FUENTE: UICN, 2012

#### b. Briofitas

Se trata de plantas terrestres, típicamente de lugares húmedos, que dispersan esporas en lugar de semillas y no carecen de raíces. Se dividen en tres grupos Bryophyta (musgos), Hepatophyta (hepáticas) y Anthocerotophyta (antocerotes).

De las especies registradas, que cuentan con datos sobre su origen, en Santa Cruz existen cuatro especies de musgos, una especie de antocerotes y 13 especies de hepáticas endémicas.

### 3.2.2.1.1 Zonas de Vegetación

Las zonas de vegetación presentes en el archipiélago son el resultado del clima y los vientos provenientes del sureste, que provocan una mayor precipitación hacia el sur de las laderas por la formación de nubes y la condensación, especialmente en las partes altas (Coloma, Rivadeneira & Rivera, 2007).

En Santa Cruz se han identificado siete zonas de vegetación (Valdebenito, 2004 cit. por Coloma, Rivadeneira & Rivera, 2007), que se presentan en la Tabla 3.4 y la Figura 3.8.

**TABLA 3.4 ZONAS DE VEGETACIÓN EN SANTA CRUZ**

Zona	Características y Vegetación
<p><b>Zona Litoral</b></p> <p>Superficie estimada: 50 ha.</p>	<p>Se distribuyen como manchas alrededor de la isla. Vegetación de transición al ecosistema terrestre. Especies Representativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manglar: Rojo (<i>Rizophora magle</i>), negro (<i>Avicenia germinans</i>), blanco (<i>Lagunacularia racemosa</i>) y botón o jeli (<i>Conocarpus erectus</i>).</li> <li>- Hierbas y arbustos suculentos: flor de mañana (<i>Ipomoea pescaprae</i>), cola de escorpión (<i>Heliotropium curassacicum</i>), montesalado (<i>Cryptocarpus pyriformis</i>), rompeollas o arrayancillo (<i>Maytenus octogona</i>), barilla (<i>Batis maritima</i>, <i>Portulaca howellii</i>), manzanillo (<i>Hippomane mancinella</i>).</li> </ul>
<p><b>Zona Árida</b></p> <p>Localización: Bajo los 80 m.s.n.m. al sur y bajo los 360 m.s.n.m. al norte.</p>	<p>En su mayoría se trata de vegetación endémica. Especies Representativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosques: palo santo (<i>Bursera gravolens</i>), castela (<i>Castela galpageia</i>), caco (<i>Erythrina velutina</i>), muyuyo (<i>Cordia lutea</i>), palo verde (<i>Parkinsonia aculeata</i>), romerillo (<i>Macraea laricifolia</i>) y lechoso (<i>Scalesia affinis</i>).</li> <li>- Especies suculentas: cactus, candelabros y tunas.</li> </ul>

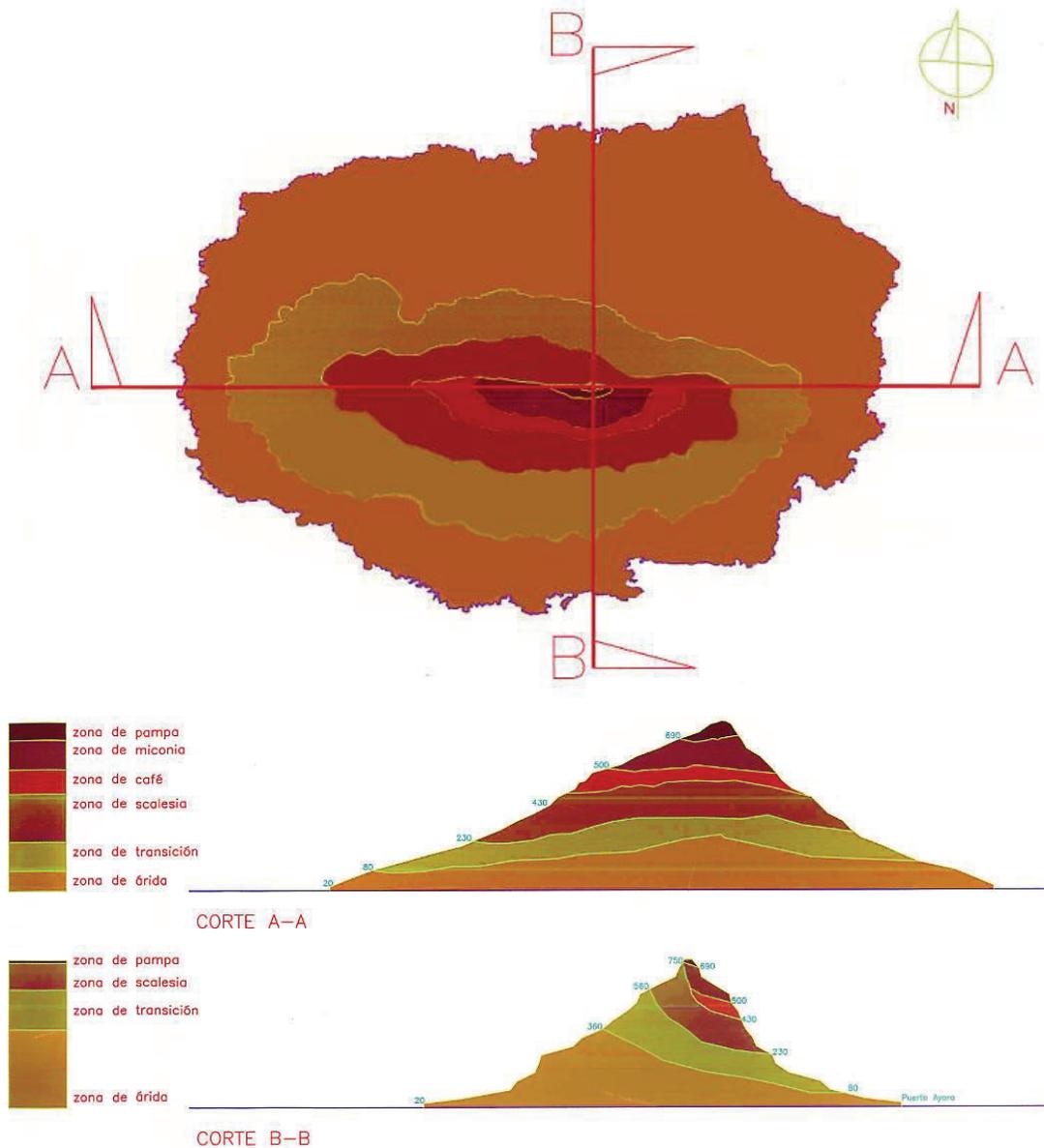
TABLA 3.4 CONTINUACIÓN

Zona	Características y Vegetación
<p><b>Zona de Transición</b></p> <p>Localización: Entre los 80 y 230 m.s.n.m. al sur y entre 360 y 560 m.s.n.m. al norte.</p>	<p>Esta zona presenta mayor cantidad de epífitas y líquenes.</p> <p>Especies Representativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies nativas: matazarno (<i>Piscidia cathagenensis</i>), Sena café (<i>Senna occidentalis</i>), frigolillo (<i>Rhynchosia minima</i>), tuna (<i>Opuntia echios</i>).</li> <li>- Especies introducidas: pomarroja (<i>Syzygium jambos</i>) y achogcha china (<i>Mormordica charantia</i>).</li> </ul>
<p><b>Zona de Scalescia</b></p> <p>Localización: Entre los 230 y 430 m.s.n.m. al sur y entre 560 y 750 m.s.n.m. al norte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosques siempreverdes de lechoso (<i>Scalesia pedunculata</i>).</li> <li>- Gran cantidad de epífitas y orquídeas.</li> </ul>
<p><b>Zona Parda</b></p> <p>Localización: Entre los 430 y 500 m.s.n.m. al sur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su coloración se debe a los briófitos: musgo (<i>Zelometeorium patulum</i>) y hepática (<i>Frunallia sp.</i>).</li> <li>- Dominada por uña de gato (<i>Zanthoxylum fagara</i>), pequeño árbol siempreverde nativo.</li> <li>- Gran cantidad de epífitas sobre los árboles.</li> <li>- Especies endémicas: lengua de ternera (<i>Tournefortia pubescens</i>) y cogojo (<i>Acnistus ellipticus</i>).</li> </ul>
<p><b>Zona Miconia</b></p> <p>Localización: Entre los 500 y 690 m.s.n.m. al sur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbusto endémico cacaotillo (<i>Miconia robinsoniana</i>) que forma bosques de hasta 3 m de altura.</li> <li>- Numerosas especies de hepáticas y de helechos terrestres y epífitos.</li> </ul>
<p><b>Zona de Pampas y Helechos</b></p> <p>Localización: Sobre los 690 m.s.n.m. al sur y sobre los 750 m.s.n.m. al norte.</p>	<p>Caracterizado por la presencia de varias especies de helechos terrestres.</p> <p>Especies Representativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especies nativas: helecho arborescente (<i>Cyathea weatherbyana</i>), el cual puede alcanzar hasta 6 m de altura, lobelia (<i>Lobelia xalapensis</i>), jaegeria de Galápagos (<i>Jaegeria gracilis</i>) y orquídea monja o maya (<i>Habenaria monorrhiza</i>).</li> <li>- Poaceas, representadas por el pasto (<i>Asistida sp.</i>), y Ciperáceas, como <i>Cyperus grandifolius</i> y <i>C. virens</i>.</li> </ul>

FUENTE: Coloma, Rivadeneira & Rivera, 2007

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.9 ZONAS DE VEGETACIÓN EN SANTA CRUZ**



FUENTE: PNG, 2015

### 3.2.2.2 Fauna Silvestre

#### a. Peces

La isla Santa Cruz tiene una abundante riqueza ictiológica con 544 especies nativas (78 endémicas), el bacalao (*Mycteroperca olfax*) constituye la única especie catalogada como VU de acuerdo a la Lista Roja de la UICN.

#### b. Anfibios

No existen anfibios nativos en las Islas Galápagos, pero en Santa Cruz se ha encontrado la rana de árbol (*Scinax quinquefasciatus*), especie introducida de manera accidental desde el continente.

#### c. Reptiles

Se han registrado 23 especies nativas (18 endémicas) en Santa Cruz, de las cuales 14 se encuentran catalogadas bajo categorías de CR, EN y VU, en su mayoría pertenecen al género *Chelonoidis*, y una se encuentra Extinta (EX), gecko de Rábida (*Phyllodactylus sp. 1*). También se han registrado cinco especies introducidas pertenecientes a las familias Gekkonidae, Iguanidae y Bataguridae.

#### d. Aves

Existen 154 especies nativas (41 endémicas) en la isla, de las cuales 21 se encuentran en estado de conservación Amenazada (CR, EN y VU) y 10 especies introducidas, como resultado de las actividades antrópicas.

#### e. Mamíferos

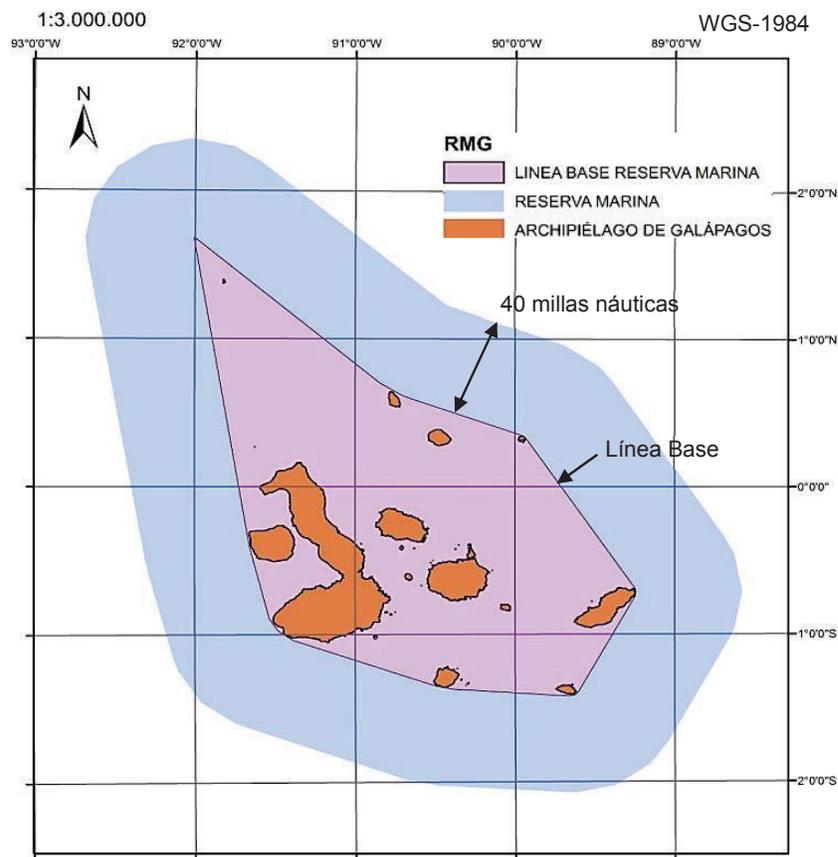
En Santa Cruz se han registrado 37 especies nativas (10 endémicas), donde especies como la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y el lobo marino de un pelo (*Zalophus wollebaeki*) se encuentran catalogas dentro de las categorías EN y VU y ocho especies pertenecientes a la familia Muridae se encuentran Extintas (EX). Además se registran 14 especies introducidas como resultado de la actividad agropecuaria de subsistencia.

### 3.2.2.3 Ecosistema Marino

En 1998 se crea la Reserva Marina de Galápagos con una extensión de 40 millas náuticas medidas a partir de la línea base del archipiélago, esta línea base se forma

al unir los puntos más externos del mismo (Figura 3.9). La superficie que se incluye dentro del polígono es de 135.000 km<sup>2</sup> de superficie marina e incorpora las aguas interiores (50.100 km<sup>2</sup>) (Piu, s.f.).

**FIGURA 3.10** AREA DE LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS



FUENTE: Cartografía PNG, s.f.

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

La flora característica de la reserva marina está conformada por fitoplancton, compuesto en su mayoría por algas microscópicas (diatomeas y dinoflagelados), por macroalgas (316 especies con un 29% de endemismo, Garske 2002 cit. por Coloma, 2007), y por manglares.

En la Reserva Marina se distinguen tres ambientes: Zona Intermareal, aguas costeras y aguas abiertas o pelágicas (Vinuesa & Flores 2002 cit. por ECOLAP & MAE 2007).

### 3.2.2.3.1 Zona Intermareal

Se extiende desde la línea de marea más baja hasta la línea de marea más alta, constituye un ambiente de transición entre ambientes marinos y terrestres, y se caracteriza por presentar cambios abruptos de temperatura, nutrientes y salinidad (Vinueza & Flores, 2002 cit. por Coloma, 2007). En esta zona existen cinco hábitats característicos (Tabla 3.5).

**TABLA 3.5 HABITATS DE LA ZONA INTERMAREAL**

Hábitat	Características
<b>Playas rocosas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hábitat predominante alrededor del litoral.</li> <li>▪ Largas extensiones de lava negra con pozas intermareales que albergan algas, anémonas, cangrejos, peces pequeños, pulpos y morenas.</li> <li>▪ Expuestas a drásticos cambios de temperatura y oleaje.</li> <li>▪ Especies representativas: Cangrejo zayapa (<i>Grapsus grapsus</i>), moluscos gasterópodos (<i>Plicopurpura columellaris</i> y <i>Nodilittorina galapagensis</i>), erizo lapicero (<i>Eucidaris thouarsii</i>) y erizo verde (<i>Lytechinus semituberculatus</i>).</li> </ul>
<b>Manglares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Árboles adaptados a crecer en ambientes salinos.</li> <li>▪ Pueden formar lagunas y tierras bajas sumergidas.</li> <li>▪ La especie dominante es el mangle rojo (<i>Rizophora magle</i>), que crece al filo del mar y que puede alcanzar hasta 25 m de altura.</li> </ul>
<b>Lagunas costeras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagunas de agua salada de poca profundidad y elevada turbidez, importante para el control de inundaciones y de la erosión, y por su productividad.</li> <li>▪ Vegetación dominante: manglares.</li> <li>▪ Habitadas por especies permanentes o migratorias, pequeñas y de vida corta.</li> <li>▪ Fauna: Peces, crustáceos, anguilas de agua salobre e insectos en estado larvario o adulto.</li> </ul>
<b>Playas arenosas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Retienen agua, detritus o nutrientes en sus capas inferiores, en ellas residen invertebrados como conchas, caracoles y cangrejos.</li> <li>▪ Flora dominante: flor de mañana (<i>Ipomoea pes-caprae</i>) y uva de mar (<i>Scaevola plumieri</i>).</li> </ul>

TABLA 3.5 CONTINUACIÓN

Hábitat	Características
<b>Barrancos o despeñaderos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rocas verticales formadas por el levantamiento de bloques submarinos de lava y repartidos en la línea costera.</li> <li>▪ Diversidad de aves marinas anidan en sus grietas y cavidades.</li> </ul>

FUENTE: Coloma, 2007

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.2.3.2 Aguas Costeras

Constituyen hábitats marinos de poca profundidad, donde la penetración de la luz solar favorece la presencia de plantas y animales (Coloma, 2007). En esta zona existen tres hábitats característicos (Tabla 3.6).

TABLA 3.6 HABITATS DE AGUAS COSTERAS

Hábitat	Características
<b>Comunidades submareales rocosas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hábitat de mayor abundancia, extensión y distribución, a lo que debe su alta biodiversidad.</li> <li>▪ Arrecifes y costas de lava, comúnmente negra, solidificada.</li> <li>▪ Se registran 175 especies de peces y 47 de macroinvertebrados.</li> <li>▪ Especies endémicas: langostino (<i>Scyllarides astori</i>), venera (<i>Nodipecten magnificus</i>), coral (<i>Tubastraea faulkneri</i>) y estrellas de mar (<i>Heliaster solaris</i> y <i>Luidia superba</i>).</li> </ul>
<b>Arrecifes de coral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conformados por pequeños organismos coloniales llamados pólipos, unidos unos a otros por su exoesqueleto.</li> <li>▪ Habitan en zonas de poca profundidad, hasta 60 m.</li> <li>▪ Son escasos, en Santa Cruz únicamente existen comunidades coralinas pequeñas.</li> <li>▪ Especies de coral que forman arrecifes: <i>Pavona gigantea</i>, <i>Pocillopora meandrina</i>, <i>P. elegans</i>, <i>Pocillopora sp.</i>, <i>Pavona clavus</i> y coral negro de Galápagos (<i>Antipathes galapagensis</i>).</li> </ul>

TABLA 3.6 CONTINUACIÓN

Hábitat	Características
<b>Fondos arenosos o parches de arena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hábitat ideal para organismos que viven cubiertos por el sustrato.</li> <li>▪ Especies representativas: dólares de arena (<i>Encope galapaguensis</i>, <i>Clypeaster rotundus</i>, <i>C. ochrus</i>), pepinos de mar (<i>Holothuria kefersteini</i>, <i>H. fuscocinerea</i>), estrellas de mar (<i>Astropecten armatus</i>, <i>Luidia foliolata</i>, <i>Luidia bellonae</i>, <i>Leiaster teres</i>, <i>Pentaceraster cumingi</i>), arañas de mar (<i>Ophiocoma aethiops</i>), anguila jardín de Galápagos (<i>Heteroconger klausewitzi</i>), roncador (<i>Haemulon scudderi</i>), lisa (<i>Mugil sp.</i>), lenguado moteado (<i>Bothus leopardinus</i>), rayas (<i>Aetobatus narinari</i>, <i>Taeniura meyeri</i>) y tiburón tintorera (<i>Triaenodon obesus</i>).</li> </ul>

FUENTE: Coloma, 2007

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.2.3.3 Aguas Abiertas o Pelágicas

El ambiente pelágico abarca tanto la superficie como el seno del mar, excluyendo el fondo; los organismos que habitan esta zona se encuentran alejados del fondo marino. En este tipo de agua existe un único hábitat denominado “los bajos” (Tabla 3.7).

TABLA 3.7 HABITAT DE AGUAS ABIERTAS

Hábitat	Características
<b>Los bajos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cordilleras submarinas.</li> <li>▪ Zona muy productiva, ideal para alimentación, reproducción y refugio de muchas especies.</li> <li>▪ Especies representativas: Delfín nariz de botella (<i>Tursiops truncatus</i>), pez espada (<i>Xiphias gladius</i>), manta raya (<i>Manta birostris</i>), palometa (<i>Seriola rivoliana</i>), tiburón de Galápagos (<i>Carcharhinus galapagensis</i>), tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>), atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) y barracuda (<i>Sphyraena idiaestes</i>).</li> </ul>

FUENTE: Coloma, 2007

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### **3.2.3 LÍNEA BASE SOCIOECONÓMICA**

La línea base socio-económica proporciona información relevante sobre las variables antrópicas más importantes en el área de estudio y sirve de referente para identificar la influencia que la ejecución del proyecto podría tener en la evolución de las mismas.

Para definir la línea base socio-económica se analizaron varios indicadores y variables demográficas, sociales, económicas y culturales, que brindan información relevante sobre la calidad de vida de los habitantes del área de estudio. De manera adicional se describe el equipamiento, obras de infraestructura y entre otros aspectos relevantes para el análisis.

#### **3.2.3.1 Demografía**

Según el INEC, 2010, la provincia de Galápagos registró una población de 25 124 habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 3,32% respecto al censo de 2001.

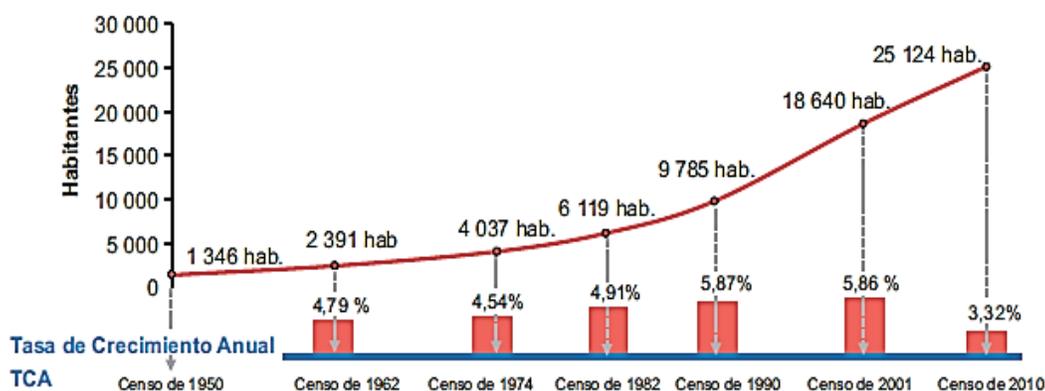
En la Figura 3.10 se puede observar la distribución de la población y las tasas de crecimiento anual a partir de 1 950. Cabe destacar que en la última década el crecimiento poblacional en la provincia se ha reducido debido a la implementación de una política de restricción de ingreso a la provincia, establecida en la Ley Orgánica del Régimen Especial Galápagos (Granda & Chóez, 2013).

Santa Cruz es el cantón con mayor población de la provincia, registrando para el año 2010 un total de 15 393 habitantes (61,26% del total provincial), con una tasa de crecimiento anual del 3,40%, respecto al censo de 2001, y una distribución de género homogénea, con 50,9% de habitantes hombres (7 832 personas) y 49,1% de habitantes mujeres (7 561 personas).

La población estimada para el año 2015 es de 18 070 habitantes, valor proyectado por el INEC mediante la estimación temporal de fenómenos demográficos básicos como son: fecundidad, mortalidad y migración, y su interrelación. Este incremento

poblacional tiene una repercusión significativa para el ambiente ya que determina una mayor presión sobre los recursos naturales únicos del archipiélago.

**FIGURA 3.11** TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL (1950 – 2010) GALÁPAGOS



FUENTE: Censos de Población INEC

ELABORACIÓN: Granda & Chóez, 2013

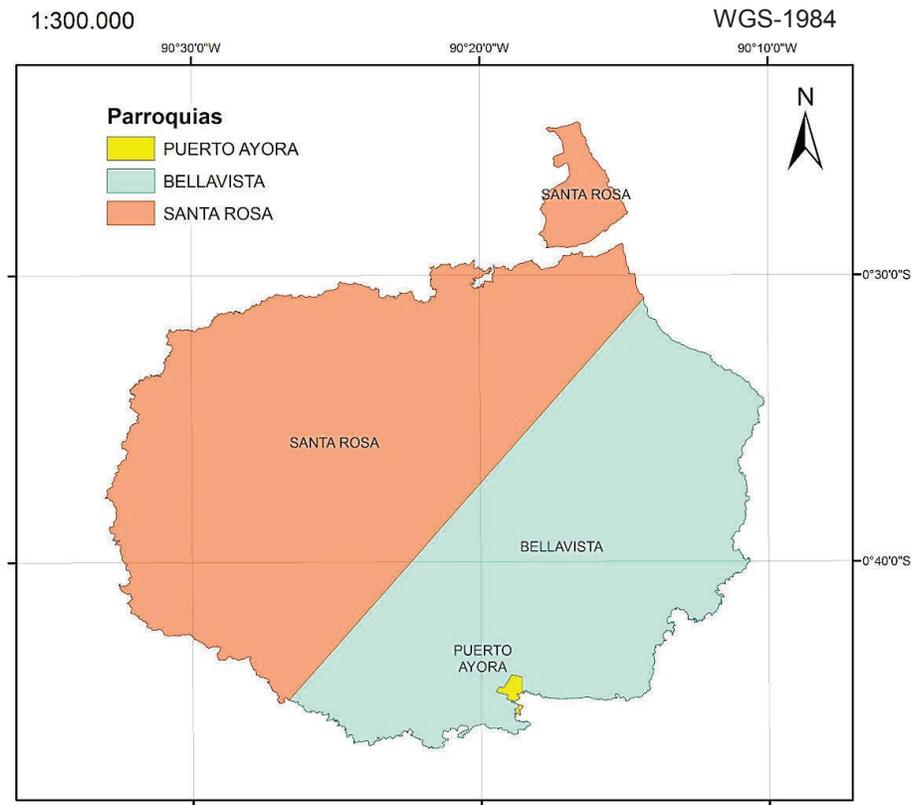
El cantón Santa Cruz está constituido por tres parroquias (Figura 3.11), una urbana (Puerto Ayora) y dos rurales (Bellavista y Santa Rosa). La población está concentrada en el área urbana, que con una superficie total de 1,84 km<sup>2</sup>, alberga al 77,8% de la población del cantón, alcanzando una densidad poblacional de 6 507,6 habitantes por km<sup>2</sup>. El porcentaje de población dispersa en las áreas rurales es el 22,2% (3,419 personas), con una densidad poblacional de 5,6 habitantes por km<sup>2</sup> en Bellavista y de 1,7 habitantes por km<sup>2</sup> en Santa Rosa. En la Tabla 3.8 se puede apreciar la distribución y densidad poblacional de este cantón.

**TABLA 3.8** DEMOGRAFÍA DEL CANTÓN SANTA CRUZ

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total	% Pob.	Área (Km <sup>2</sup> )	Dens. Pob. (Hab/Km <sup>2</sup> )
Puerto Ayora	6 064	5 910	11 974	77,8	1,84	6507,6
Bellavista	1 251	1 174	2 425	15,75	434,10	5,6
Santa Rosa	517	477	994	6,45	571,98	1,7
<b>Total</b>	<b>7 832</b>	<b>7 561</b>	<b>15 393</b>	<b>100</b>	<b>1007,92</b>	<b>15,3</b>

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.12** MAPA POLÍTICO DEL CANTÓN SANTA CRUZ

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

a. Autoidentificación según Cultura y Costumbres y Lengua

Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, en el cantón Santa Cruz el 72,31% de la población se ha identificado, de acuerdo a sus costumbres y cultura, como mestiza (Figura 3.12).

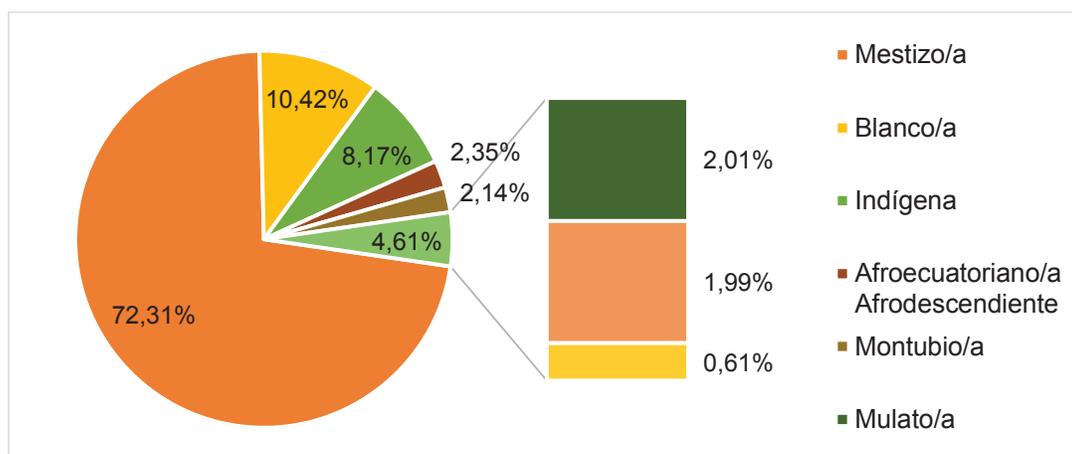
Lo anterior convierte al castellano en el idioma predominante del cantón, muy por encima de idiomas extranjeros e indígenas.

b. Migración

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2010, el 65,9% de la población de la provincia de Galápagos y el 69,8% de la población del cantón Santa Cruz, está

conformada por inmigrantes nacionales y extranjeros que residen en el territorio (Tablas 3.9 y 3.10).

**FIGURA 3.13** AUTOIDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN SANTA CRUZ



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**TABLA 3.9** POBLACIÓN INMIGRANTE EN LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS

Provincia de Nacimiento	Personas	Porcentaje
Galápagos	8 571	34,1 %
Otra provincia	14 773	58,8 %
Extranjero	1 780	7,1 %
<b>Total</b>	<b>25 124</b>	<b>100,0 %</b>

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**TABLA 3.10** POBLACIÓN INMIGRANTE EN EL CANTÓN SANTA CRUZ

Provincia de Nacimiento	Personas	Porcentaje
Cantón Santa Cruz	4 646	30,2 %
Otra provincia	9 390	61,0 %
Extranjero	1 357	8,8 %
<b>Total</b>	<b>15 393</b>	<b>100,0 %</b>

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

El motivo principal de inmigración a la provincia de Galápagos es la demanda de mano de obra por parte del sector administrativo público, que registra un alto crecimiento en los últimos tiempos, el cual ofrece mejores condiciones de trabajo y remuneraciones mayores (Bustamante T., 2010).

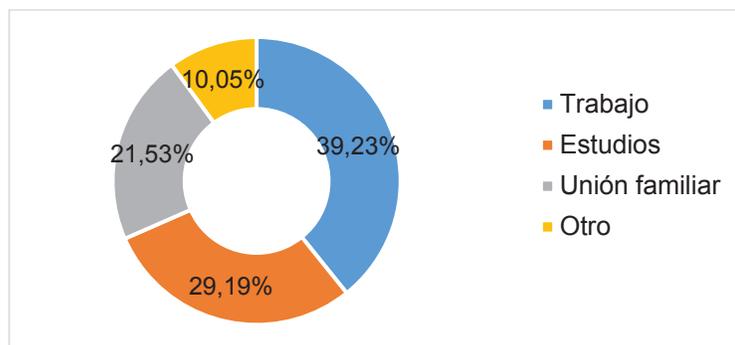
Para el año 2010, 209 personas emigraron del cantón, principalmente por motivos de trabajo (Tabla 3.11 y Figura 3.13).

**TABLA 3.11** POBLACIÓN EMIGRANTE

Sexo del migrante	Casos	%
Hombre	101	48,33
Mujer	108	51,67
<b>Total</b>	<b>209</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: INEC, 2010

**FIGURA 3.14** PRINCIPAL MOTIVO DE EMIGRACIÓN



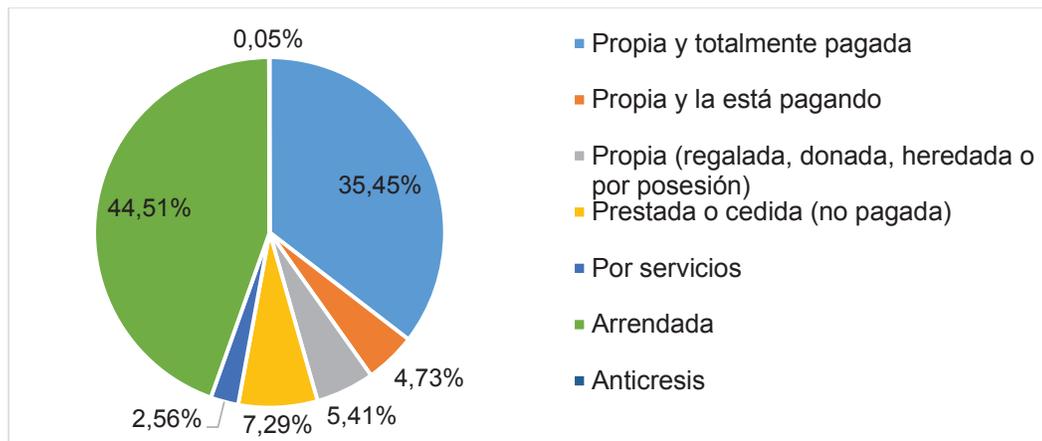
FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.3.2 Vivienda y Servicios Básicos

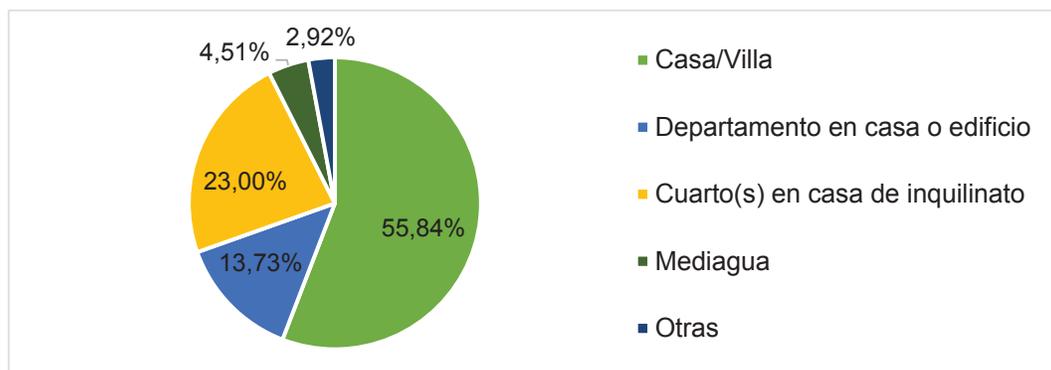
#### a. Condiciones de Vivienda

El 44,51% de las familias del cantón Santa Cruz habita en viviendas arrendadas y el 35,45% en viviendas propias y totalmente pagadas (Figura 3.14). Las casas constituyen el tipo de infraestructura de vivienda predominante en el cantón con el 55,8%. (Figura 3.15).

**FIGURA 3.15** TENENCIA O PROPIEDAD DE LA VIVIENDA

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.16** TIPO DE VIVIENDA

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

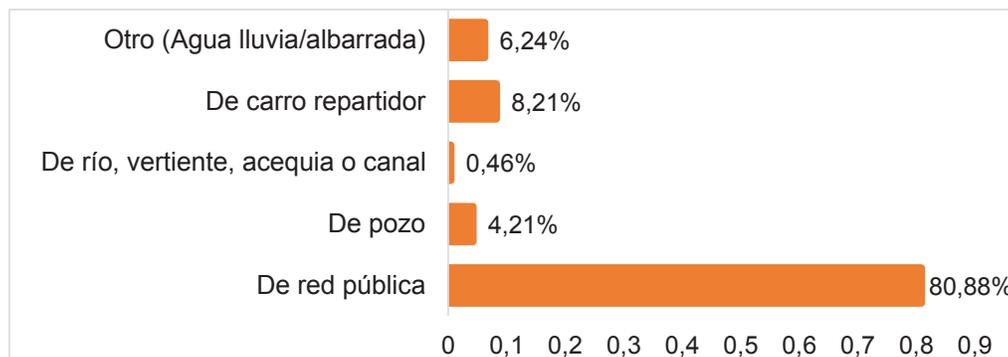
#### b. Acceso al Agua

El 80,88% de la población del cantón Santa Cruz se abastece de agua por medio de la red pública. La fracción restante obtiene agua mediante: carro repartidor, fuentes superficiales, pozo y sistemas de captación de agua lluvia (Figura 3.16).

Si bien el cantón tiene una alta cobertura del servicio de agua, la misma no recibe tratamiento de potabilización para consumo directo, por lo que el 64,9% de la

población adquiere agua purificada embotellada y el 24,34% opta por hervir el agua para consumirla (Figura 3.17).

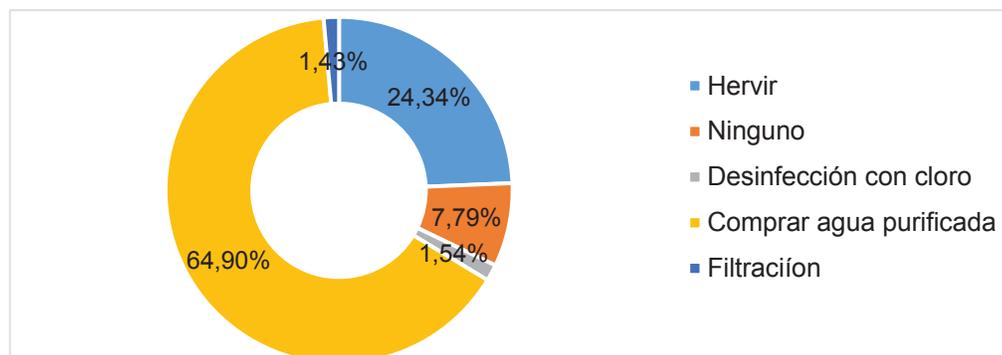
**FIGURA 3.17 FUENTES DE DISPONIBILIDAD DE AGUA**



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.18 TRATAMIENTO PARA AGUA DE CONSUMO**



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### c. Servicios Sanitarios

En cuanto al tema sanitario, según el Censo de Población y Vivienda de 2010, en Santa Cruz la eliminación de basura se realiza principalmente por medio de camiones recolectores, alcanzando una cobertura del 98,47%; el 88,89% de las viviendas estuvieron conectadas a pozos sépticos para eliminación de excretas y aguas servidas, ya que únicamente el 3,54% de las viviendas se encontraban

conectadas a la red pública de alcantarillado; en vista de esto, desde el 2011 el GAD Municipal se encuentra implementando sistemas de alcantarillado por medio de tuberías PVC con su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales, que den cobertura a las áreas urbanas del cantón, según las perspectivas de crecimiento (PDOT Santa Cruz, 2012).

#### d. Cobertura Eléctrica

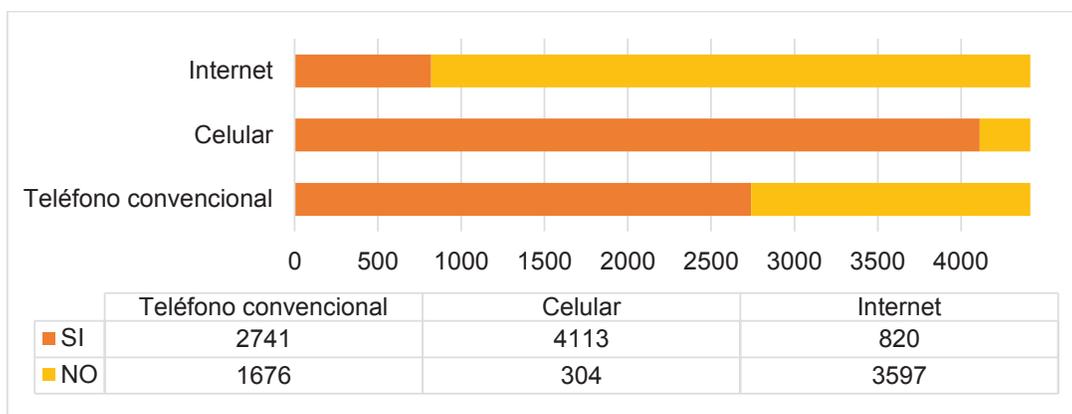
El 99,13% de la energía eléctrica en Santa Cruz proviene de la empresa pública provincial Elecgalápagos S.A. El 0,53% de viviendas no posee energía eléctrica y la fracción restante cuenta con paneles solares, generadores eléctricos particulares y otras fuentes de generación.

Además el principal combustible utilizado en las viviendas para cocinar es el GLP, con un 93,43%; mientras que electricidad, leña, carbón y gasolina o diésel, ocupan el porcentaje restante.

#### e. Otros Servicios

En la Figura 3.18 se observa la disponibilidad de servicios como internet, celular y teléfono convencional en Santa Cruz.

**FIGURA 3.19 OTROS SERVICIOS**



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.3.3 Bienestar social y desarrollo humano

Se entiende por bienestar social al conjunto de factores que precisa una persona para gozar de una buena calidad de la vida, para determinarlo se puede emplear varios métodos, siendo el más común el de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

El NBI mide la pobreza no monetaria tomando en consideración un conjunto de indicadores que evalúan el bienestar individual en función de las necesidades básicas estructurales, como vivienda, educación, salud, infraestructura pública, entre otras. De acuerdo al método se considera como población en situación de pobreza a aquella que tiene al menos una necesidad básica insatisfecha y como pobres extremos a los que presentan dos o más carencias básicas, nombradas a continuación:

- Vivienda con características físicas inadecuadas.
- Vivir en condiciones de hacinamiento.
- Carecer de sistemas sanitarios adecuados.
- Tener niños, entre 6 y 12 años, que no asisten a la escuela.
- Tener alta dependencia económica.

En la provincia de Galápagos el 51,8% de la población presenta una o más necesidades básicas insatisfechas, de este porcentaje, el 40,2% presenta carencia de una necesidad básica, es decir se consideran en condición de pobreza, y el 11,6% de la población pertenece a hogares carentes de más de una necesidad básica, por lo que se encuentran en condición de pobreza extrema. Las condiciones de pobreza más comunes en la provincia son: carecer de sistemas sanitarios adecuados y vivir en condiciones de hacinamiento (León, González & Calvopiña, 2013).

Similar situación se registra en el cantón Santa Cruz donde el 56,8% de la población presenta una o más necesidades básicas insatisfechas; en el área urbana el 50,66% de la población presenta carencia de una o más necesidades básicas,

mientras que en el área rural es el 80,7% de la población (León, González & Calvopiña, 2013).

#### **3.2.3.4 Educación**

##### **a. Analfabetismo**

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010, del total de la población cantonal en Edad Escolar (14 097 habitantes, mayores a 3 años) el 96,78% (13 643 habitantes) saben leer y escribir, siendo el 3,22% (454 habitantes) analfabetos.

##### **b. Escolaridad**

En la Figura 3.19 se puede observar la distribución de la población de Santa Cruz de acuerdo a las edades escolares.

En el cantón Santa Cruz el 26,37% de la población en edad escolar (3 718 habitantes) ha alcanzado o se encuentra cursando el nivel primario de educación, el 23,22% (3 274 habitantes) ha alcanzado o se encuentra cursando el nivel secundario de educación y el 16,98% (2 393 habitantes) ha alcanzado o se encuentra cursando el nivel superior de educación; por lo que el nivel de instrucción más alto en el cantón es el primario. La distribución porcentual de los niveles de instrucción alcanzados por la población se presenta en la Figura 3.20.

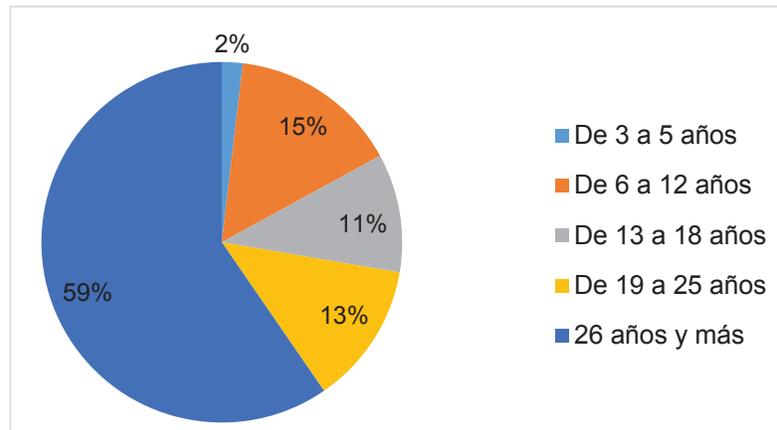
##### **c. Infraestructura educativa**

Santa Cruz cuenta con 15 instituciones educativas que satisfacen la demanda de educandos a nivel de educación inicial, básica y bachillerato, las características generales de las mismas se describen en la Tabla 3.12.

En el Cantón la oferta educativa de tercer nivel es baja debido a la falta de infraestructura física y de profesionales especializados. Entre los establecimientos de este tipo se encuentran sedes de la Universidad Central del Ecuador,

Universidad Particular de Loja y Don Bosco, que atienden bajo las modalidades presencial, semipresencial y a distancia.

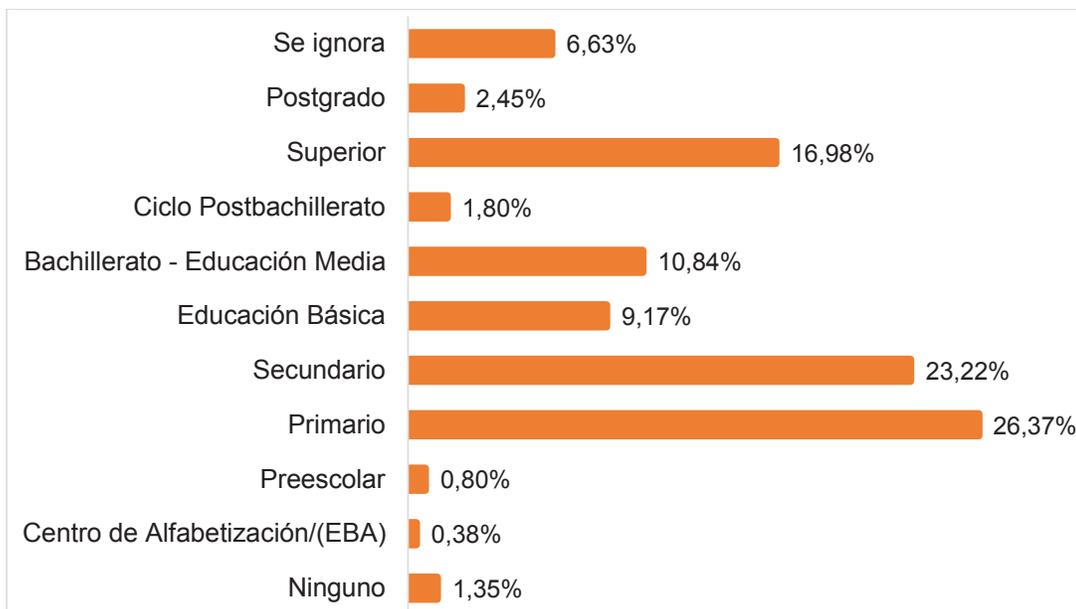
**FIGURA 3.20** HABITANTES POR EDAD ESCOLAR



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.21** NIVEL DE INSTRUCCIÓN MÁS ALTO AL QUE ASISTE O ASISTIÓ



FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**TABLA 3.12** INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN EL CANTÓN SANTA CRUZ

Nombre de la Institución	Tipo	Nivel Educativo ofertado
Centro de Educación Básica Galo Plaza Lasso	Fiscal	Inicial y Básica
Colegio Nacional Galápagos	Fiscal	Básica y Bachillerato
Colegio Miguel Ángel Cazares	Fiscal	Inicial, Básica y Bachillerato
U.E.F. San Francisco de Asis	Fiscomisional	Básica y Bachillerato
U.E. Tomás de Berlanga	Particular	Inicial, Básica y Bachillerato
U.E. Loma Linda	Particular	Inicial, Básica y Bachillerato
Colegio Don Bosco del Guayas	Fiscomisional	Básica y Bachillerato
Colegio Islas Galápagos	Fiscal	Básica y Bachillerato
Escuela Caupolican Marín	Fiscal	Inicial y Básica
Escuela Delia Ibarra de Velasco	Fiscal	Inicial y Básica
Escuela Julio Puebla Castellano	Fiscal	Inicial y Básica
Centro de Educación Básica Oswaldo Guayasamín	Fiscal	Inicial y Básica
Aula de Educación Integral	Fiscal	Inicial y Básica
Escuela Runakunapak Yachay	Fiscal	Inicial y Básica
Centro de Educación María Montessori	Particular	Inicial

FUENTE: Dirección de Educación de Galápagos, 2011

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.3.5 Salud

El Consejo Insular de Salud de Santa Cruz (COINSAC) es la institución encargada de crear, dirigir y administrar el Sistema Descentralizado de Salud en el cantón. Tiene entre sus responsabilidades la optimización de la red de salud para mejorar la calidad de vida de la población.

En la parroquia Puerto Ayora se encuentra el Hospital Público Básico “República del Ecuador”, cuyos servicios se pueden observar en la Tabla 3.13.

Existe un subcentro de salud en cada una de las parroquias rurales del cantón (Bellavista y Santa Cruz), que brindan atención médica básica a la población en medicina general y servicios de odontología, pero no cuentan con la infraestructura física necesaria (PDOT Santa Cruz, 2012).

**TABLA 3.13** INFORMACIÓN RELEVANTE DEL HOSPITAL REPÚBLICA DEL ECUADOR

Servicios que brinda	Equipamiento	Horario de Atención
- Consulta externa	- Rayos X	Emergencias 24 horas.
- Emergencia	- Ecosonógrafo	Consulta externa: de 7h30 a 20h00.
- Centro quirúrgico y obstétrico	- Mamógrafo	
- Laboratorio clínico		
- Imagenología		
- Hospitalización		

FUENTE: MSP Cartera de Servicios Hospitalarios, s.f.

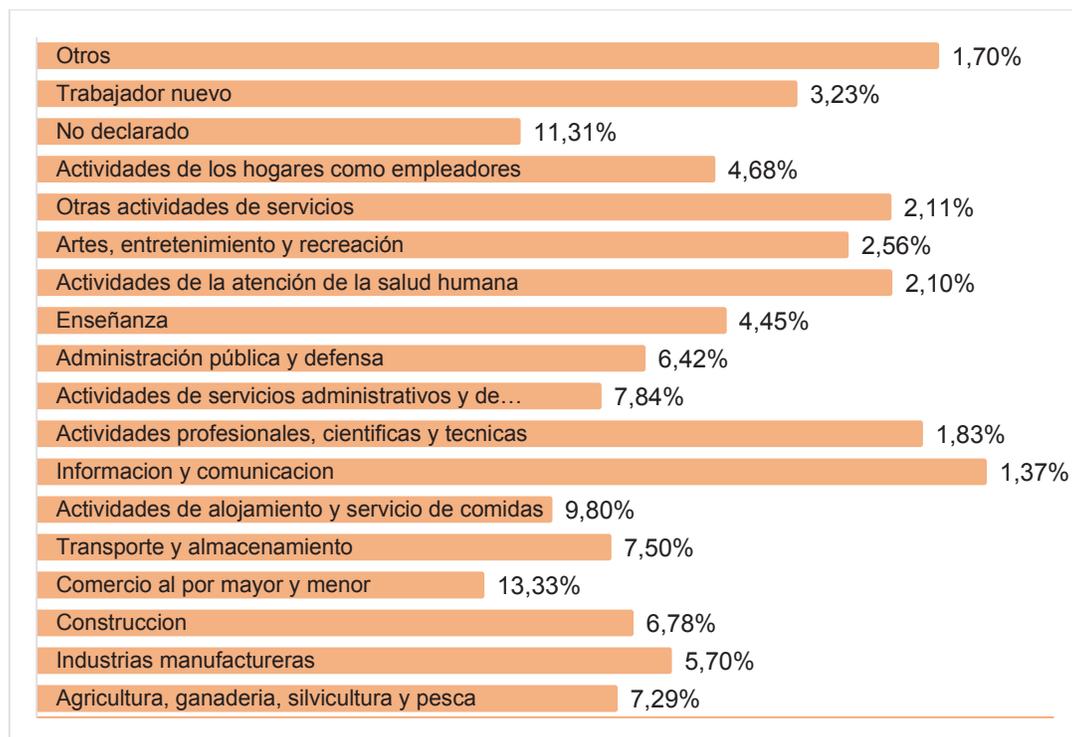
ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

Debido a la escasez de profesionales especializados, falta de equipamiento e infraestructura adecuada en los servicios locales de salud, la población tiene que salir al continente para buscar atención de calidad y especializada (PDOT Santa Cruz, 2012).

### 3.2.3.6 Aspectos Económicos

La población económicamente activa PEA en el cantón Santa Cruz la conforman 8 044 personas, de las cuales 4 763 son hombres y 3 281 mujeres. Las ramas de actividad económica que se desarrollan en el cantón se pueden observar en la Figura 3.21, siendo las principales: comercio al por mayor y menor (13,33%), actividades de alojamiento y servicio de comidas (9,80%), actividades de servicios administrativos y de apoyo (7,84%), transporte y almacenamiento (7,50%), agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (7,29%) y construcción (6,78%).

Los tres ejes principales de la economía en el territorio insular son: turismo, que constituye el principal eje debido a la biodiversidad de especies y ecosistemas; pesca, dada la riqueza de recursos marinos del archipiélago, y por último la agricultura, que en su mayoría es de subsistencia.

**FIGURA 3.22 RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA**

FUENTE: INEC, 2010

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

### 3.2.3.7 Organización Social

En el cantón Santa Cruz se encuentran registradas 48 organizaciones sociales de distintos índoles, de estas, 32 están activas y 16 inactivas pero no disueltas. La mayoría de organizaciones (34) se crearon durante la última década, debido al crecimiento poblacional y económico de la isla (PDOT Santa Cruz, 2012).

La mayoría de organizaciones legales existentes son de tipo gremial o comercial, es decir están conformadas por trabajadores dependientes, trabajadores autónomos y de propietarios (PDOT Santa Cruz, 2012).

Entre las organizaciones activas están asociaciones de empleados municipales, de armadores y pescadores artesanales, de guardaparques, de trabajadores agrícolas, de comerciantes minoristas y mayoristas, de vendedores artesanales, de

marinos mercantes, de vendedores de comida, de guías turísticos, de trabajadores indígenas Salasakas, de aserradores, de hoteleros, de discotecas, bares y billares, de jubilados y pensionistas del IESS, de trabajadores y empleados públicos, comités de barrios y promejoras, y diversas fundaciones (MIES, 2012 cit. por PDOT Santa Cruz, 2012).

Así mismo se puede encontrar una asociación de taxis acuáticos a la que pertenecen 2 cooperativas que operan en el muelle de Puerto Ayora: Flamings y Charles Darwin, cada una con su respectivo presidente, brindando el servicio de transporte a la población de Santa Cruz como a sus turistas.

#### **3.2.3.8 Aspectos Culturales**

En Galápagos habitan diferentes culturas provenientes de diferentes partes del país, que aportan con sus costumbres y tradiciones y se interrelacionan, por lo que no existe una identidad cultural marcada.

En Santa Cruz, la isla más poblada, los Galapagueños celebran las fiestas de provincialización el 18 de febrero con campeonatos deportivos, festivales artísticos y gastronómicos, desfiles cívicos y bailes.

#### **3.2.3.9 Usos del territorio**

La Tabla 3.14 presenta las parroquias del cantón Santa Cruz con sus respectivos recintos e islas que lo conforman y la Tabla 3.15 el uso del territorio con su respectiva área.

La zonificación del territorio permite definir, delimitar espacialmente y clasificar zonas del Parque Nacional Galápagos y la Reserva Marina Galápagos según intensidades de uso diferentes, con el propósito de proteger, restaurar o utilizar sustentablemente el capital natural protegido de Galápagos (Plan de Manejo del PNG, 2005) (Figura 3.22).

**TABLA 3.14** DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL CANTÓN SANTA CRUZ

Parroquias	Islas
<b>Urbana</b>	Puerto Ayora
<b>Rural</b>	Bellavista
	Recintos: Bellavista, El Cascajo, El Camote, Guayabillos, Miramar
	Santa Rosa
	Recintos: El Carmen y Salazaca. E Isla Baltra
	Santa Cruz, Baltra, Marchena, Pinta, Pinzón y Seymour con sus islotes

FUENTE: INEC, 2001

ELABORACIÓN: PDOT Santa Cruz, 2012

**TABLA 3.15** ÁREAS DEL CANTÓN SANTA CRUZ

Descripción	Área (km <sup>2</sup> )	%
Área urbana	3,30	0,34
Área agrícola	114,76	11,64
PNG	876,82	88,02
<b>Total</b>	<b>985,88</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: PDOT Santa Cruz, 2012

Se ha dividido el territorio del cantón Santa Cruz en dos espacios, el humano y el natural, cada uno comprendido por distintas zonas (Tablas 3.16 y 3.17). El Espacio Humano lo conforman las áreas del cantón donde se desarrollan actividades antrópicas, cuyo manejo y ordenamiento se encuentra a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal. El Espacio Natural está conformado por zonas del territorio protegido donde no existen asentamientos humanos, salvo en situaciones especiales y su manejo está a cargo de la administración del Parque Nacional Galápagos.

**TABLA 3.16** ZONIFICACIÓN DEL ESPACIO HUMANO

Zona	Descripción
<b>Zona Agropecuaria</b>	Áreas del cantón destinadas a actividades de cultivo, manejo y acondicionamiento de la tierra y de crianza y cuidado de ganado.
<b>Zona Urbana</b>	Áreas de cantón donde se asienta el núcleo de la población, se desarrollan actividades domésticas, de comercio y servicios.

TABLA 3.16 CONTINUACIÓN

Zona	Descripción
<b>Centros de Distribución y Acopio</b>	Puertos y aeropuertos. Establecimientos donde se produce movimientos y flujos internos y externos de personas y materiales, que deben ser controlados para no generar posibles alteraciones en los ecosistemas protegidos.
<b>Vías de Transporte y Comunicación</b>	Carreteras y caminos. Permiten la comunicación entre las zonas urbanas y agropecuarias, que pueden atravesar el Parque Nacional.

FUENTE: Plan de Manejo del PNG, 2005

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

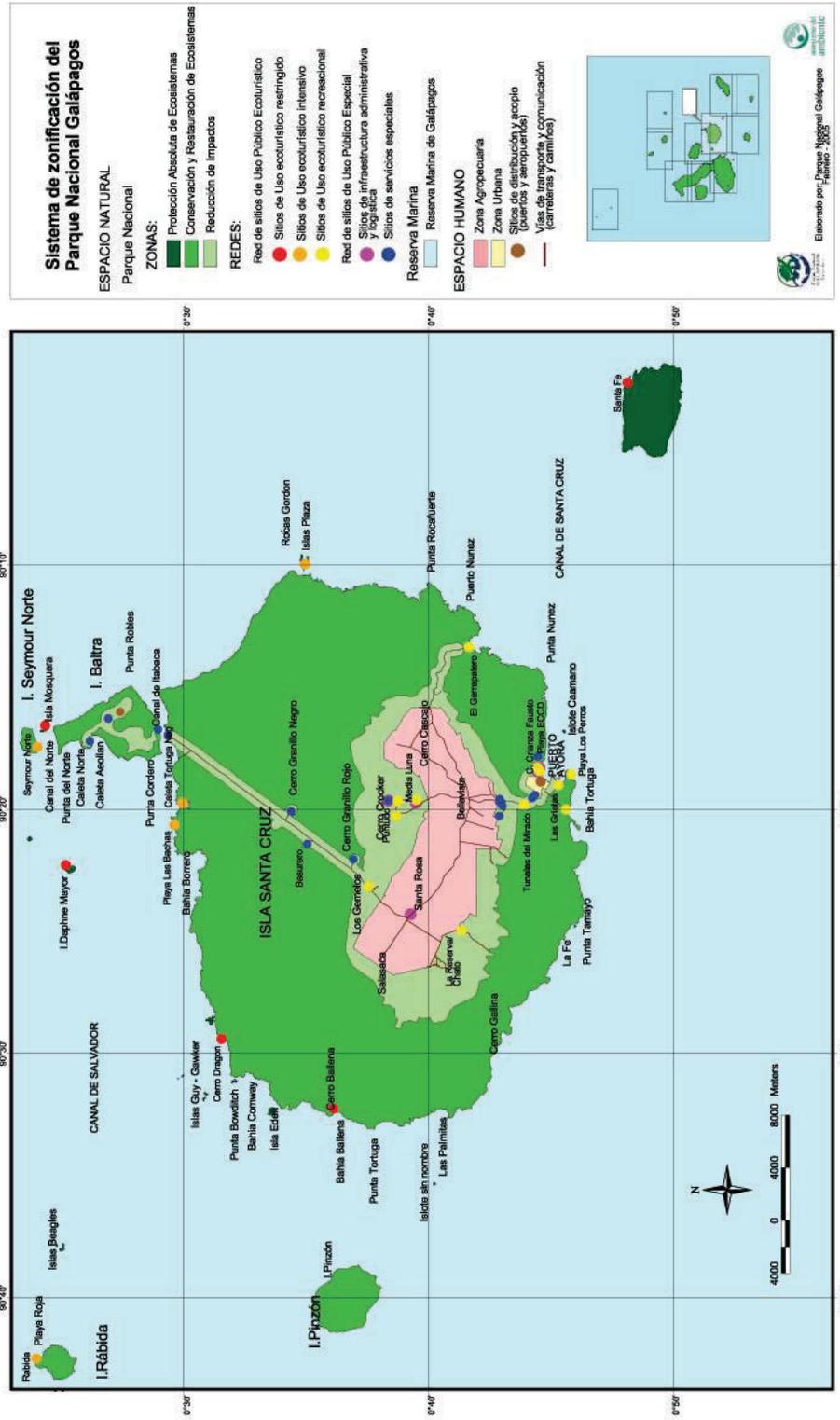
TABLA 3.17 ZONIFICACIÓN DEL ESPACIO NATURAL

Zona	Descripción
<b>Zona de Conservación y Restauración de Ecosistemas</b>	Áreas que pueden o no presentar organismos introducidos u otro tipo de impactos de origen humano.
<b>Zona de Reducción de Impactos</b>	Áreas periféricas del Parque Nacional Galápagos con un grado de alteración importante aunque variable por estar situadas en sectores adyacentes a las zonas agropecuarias o urbanas. Entran en esta clasificación los sitios de uso Público Ecoturístico y Público Especial.
<b>Zona de Transición</b>	Zona periférica aledaña al espacio protegido, asociada a los efectos derivados de las actividades agrícolas, ganaderas, expansión urbanística y de vías, que presenta una importante, aunque variable, pérdida de hábitats naturales y disminución de especies nativas.

FUENTE: Plan de Manejo del PNG, 2005

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

FIGURA 3.23 ZONIFICACIÓN DEL PNG EN SANTA CRUZ



FUENTE: Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos, 2005  
ELABORACIÓN: Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos, 2005

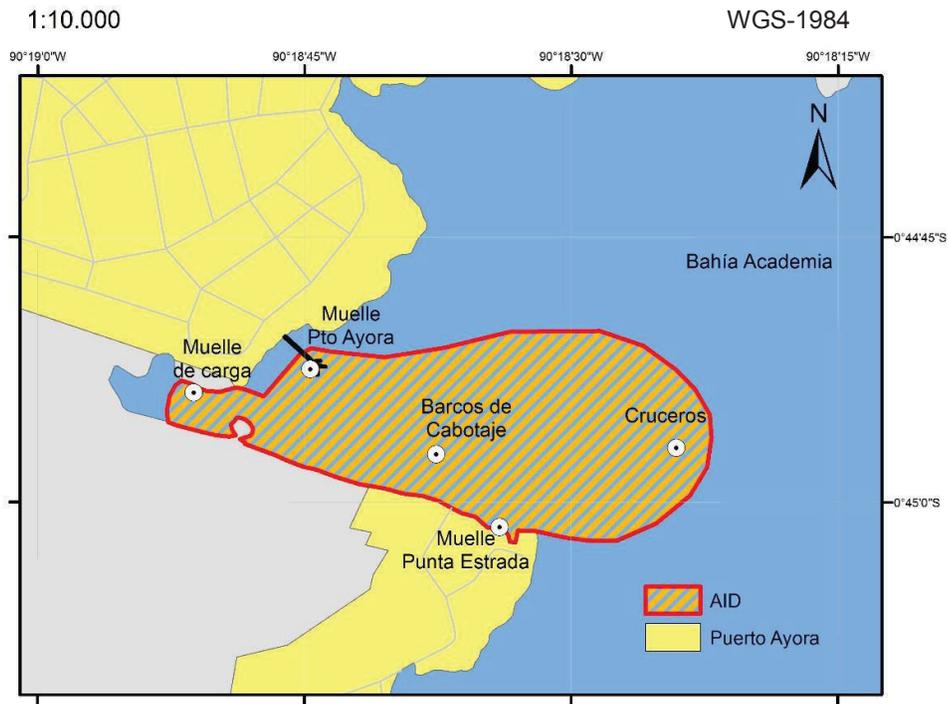
### 3.3 ÁREA DE INFLUENCIA

El Área de Influencia de un proyecto es el espacio conformado por componentes bióticos, abióticos y socio-económicos, susceptibles de receptor impactos ambientales positivos o negativos durante o después de la ejecución de las actividades que conforman dicho proyecto.

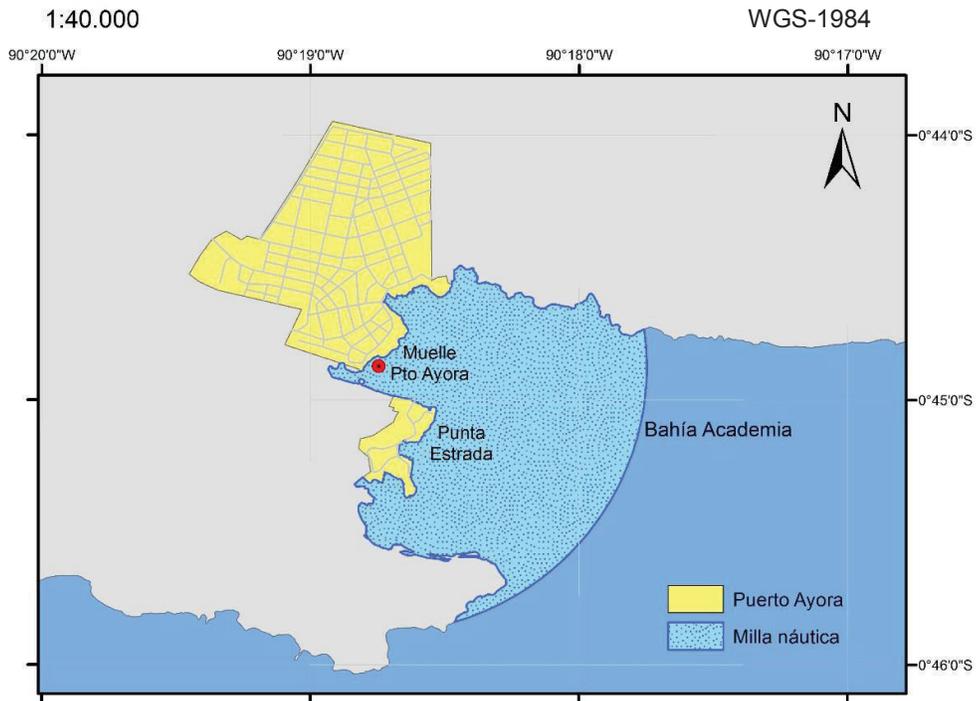
El Área de Influencia Directa (AID) se define como el territorio directamente afectado por las actividades de un proyecto, es decir, el área donde la manifestación de potenciales impactos es evidente de manera inmediata o en un plazo corto desde el momento en el que la acción se ejecutó.

El Área de Influencia Indirecta (AII) se considera como el límite espacial donde los componentes del medio no son impactados por la ejecución de las actividades del proyecto, sin embargo podrían experimentar alteraciones colaterales por la existencia del mismo en un plazo mediano o largo.

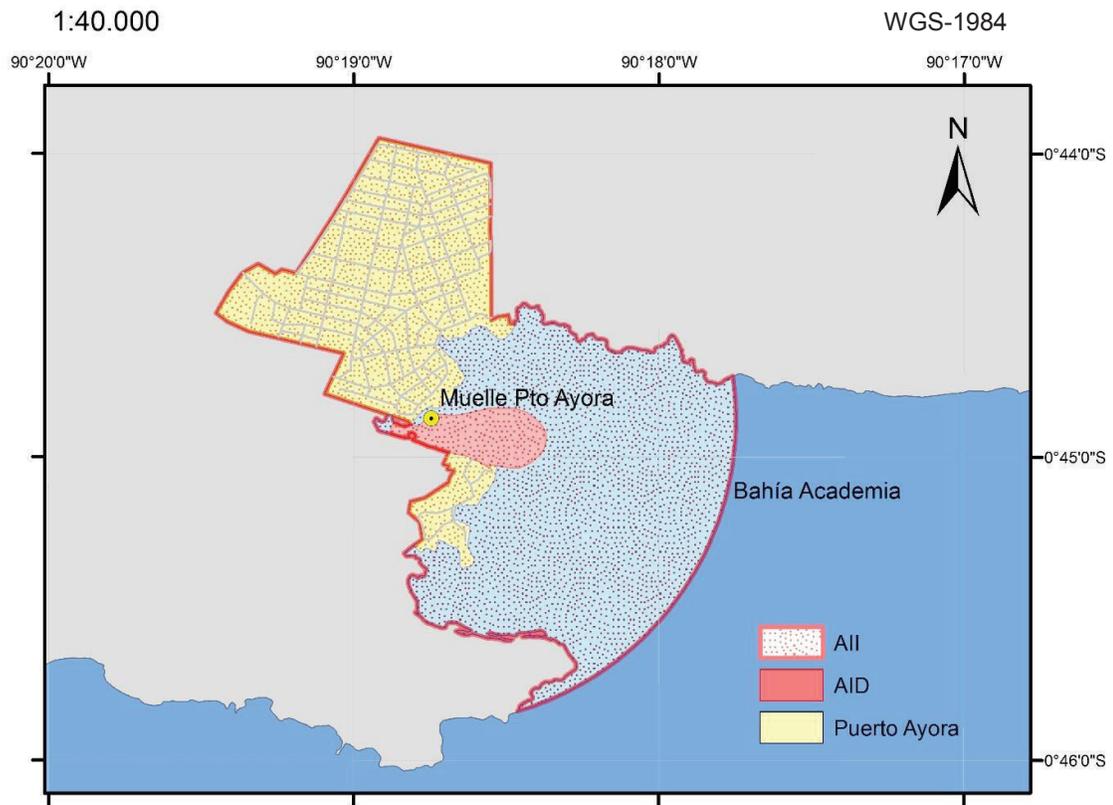
Para este estudio, el AID se estableció en el espacio marino comprendido entre el muelle de Puerto Ayora y cada uno de los destinos visitados por las embarcaciones durante su funcionamiento además de las áreas donde encallan (Figura 3.23). De igual manera el AII, para el medio físico y biótico, se estableció en el espacio marino que abarca 1 milla náutica a la redonda del muelle de Puerto Ayora (Figura 3.24), y para el medio socioeconómico, se incluyó todo el asentamiento poblacional de la Parroquia, ya que es la que está beneficiándose del servicio (Figura 3.25).

**FIGURA 3.24** ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID) DEL PROYECTO

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.25** MILLA NÁUTICA DE NAVEGACIÓN DE ACUATAXIS

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

**FIGURA 3.26** ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII) DEL PROYECTO

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

##### **4.1.1 METODOLOGÍA**

Dado que el proyecto consiste en el reemplazo de un sistema de propulsión marítimo convencional (motor de combustión interna - MCI), por un sistema de propulsión eléctrico (motor eléctrico – ME), se ha realizado la valoración de impactos ambientales en ambos escenarios con fines de comparación.

La metodología empleada para la valoración está basada en la matriz causa-efecto desarrollada por Leopold, misma que fue adaptada a las condiciones de los dos escenarios, que, como se explicó en el Capítulo 2, relaciona las actividades del proyecto con los factores ambientales susceptibles de sufrir impactos.

Se seleccionó esta metodología por su facilidad de uso y bajos costos de aplicación, que debido a su carácter integral permite identificar, calificar y cuantificar el impacto de un proyecto y compararlo con diferentes alternativas.

El desarrollo metodológico contempla las siguientes etapas:

- Identificación de actividades impactantes del proyecto.
- Identificación de factores ambientales susceptibles a ser impactados.
- Evaluación de impactos ambientales.
  - Valoración cualitativa de impactos
  - Valoración cuantitativa de impactos

#### 4.1.1.1 Identificación de Actividades Impactantes del Proyecto

Las actividades de un proyecto constituyen acciones específicas dentro de las etapas que conlleva la realización del mismo, y que suponen una probable afectación al medio socio-ambiental en el que se desarrollan.

En las Tabla 4.1 se enumeran las actividades del funcionamiento de lanchas con motor de combustión interna (MCI) y en la Tabla 4.2 su respectiva descripción. El mismo procedimiento se realiza para el motor eléctrico (ME) en las Tablas 4.3 y 4.4.

**TABLA 4.1 ACTIVIDADES DEL PROYECTO MCI**

<b>Etapas</b>	<b>Simbología</b>	<b>Actividades</b>
<b>Operación</b>	MCI-A1	Logística de abastecimiento de combustible
	MCI-A2	Desplazamiento de lanchas
	MCI-A3	Recarga de combustible
<b>Mantenimiento del motor</b>	MCI-A4	Cambio de aceite y filtro
	MCI-A5	Cambio de filtro de combustible
	MCI-A6	Cambio de filtro de aire
	MCI-A7	Engrase de rodamientos
	MCI-A8	Reparación del motor
<b>Mantenimiento de la embarcación</b>	MCI-A9	Limpieza del casco
	MCI-A10	Pintado del casco
	MCI-A11	Cambio de lona de la cubierta
	MCI-A12	Arreglo de daños en el casco por colisiones
<b>Cierre o abandono</b>	MCI-A13	Cambio de baterías
	MCI-A14	Retiro del motor
	MCI-A15	Renovación o cambio del casco

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

TABLA 4.2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO MCI

Simbología	Actividades	Descripción de Actividades
MCI-A1	Logística de abastecimiento de combustible	Traslado de combustible desde el continente hasta la isla y su distribución interna.
MCI-A2	Desplazamiento de lanchas	Movimiento de las lanchas por la trayectoria de servicio.
MCI-A3	Recarga de combustible	Abastecimiento de combustible para funcionamiento de la lancha, desde la estación de servicio hasta el llenado del tanque.
MCI-A4	Cambio de aceite y filtro	Retiro del aceite de motor usado y su respectivo filtro para renovarlos.
MCI-A5	Cambio de filtro de combustible	Sustitución del filtro de combustible al término de su vida útil.
MCI-A6	Cambio de filtro de aire	Sustitución del filtro de aire al término de su vida útil.
MCI-A7	Engrase de rodamientos	Lubricación de rodamientos internos del motor y de la hélice.
MCI-A8	Reparación del motor	Mantenimiento correctivo del motor cuando este haya sufrido daños.
MCI-A9	Limpieza del casco	Limpieza submarina de la obra viva del casco con agua y jabón, utilizando esponjas abrasivas para desprender incrustaciones.
MCI-A10	Pintado del casco	Pintado del casco con pintura anti-incrustante, previo a esto se le debe: lavar el casco con agua y jabón, retirar la cera mediante productos disolventes, lijar la superficie y realizar reparaciones del casco de ser necesario.
MCI-A11	Cambio de lona de la cubierta	Renovación de la cubierta de lona por desgaste.
MCI-A12	Arreglo de daños en el casco por colisiones	Corrección de grietas, golpes, agujeros y otros daños presentes en el casco, mediante la rectificación de la fibra de vidrio.
MCI-A13	Cambio de baterías	Reemplazo de baterías de plomo al término de su vida útil. (cada 2 años)
MCI-A14	Retiro del motor	Retiro y disposición del motor de combustión interna. (Tiempo promedio de vida útil 25 años)
MCI-A15	Renovación o cambio del casco	Retiro del casco de la embarcación para enfibrarlo o disponerlo en un relleno sanitario continental. (Tiempo promedio de vida útil 15 años)

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

TABLA 4.3 ACTIVIDADES DEL PROYECTO ME

Etapa	Simbología	Actividades
Construcción y mantenimiento de estación de recarga	ME-A1	Conformación de una base rectangular de hormigón
	ME-A2	Instalación de una torre de abastecimiento eléctrico
	ME-A3	Mantenimiento de la estación de recarga
Operación	ME-A4	Desplazamiento de las lanchas
	ME-A5	Recarga de energía
Mantenimiento del motor	ME-A6	Engrase de rodamientos
	ME-A7	Limpieza de bornes de conexión
	ME-A8	Reparación del motor
Mantenimiento de la embarcación	ME-A9	Limpieza del casco y cubierta
	ME-A10	Pintado del casco
	ME-A11	Arreglo de daños en el casco por colisiones
Cierre o abandono	ME-A12	Cambio de baterías
	ME-A13	Cambio de motor
	ME-A14	Renovación o cambio del casco
	ME-A15	Reparación de paneles solares

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

TABLA 4.4 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO ME

Simbología	Actividades	Descripción de Actividades
ME-A1	Conformación de una base rectangular de hormigón	Construcción de una pequeña base de hormigón para asentamiento de la estación de recarga eléctrica.
ME-A2	Instalación de una torre de abastecimiento eléctrico	Colocación de estructura metálica y conexiones respectivas para la torre de abastecimiento.
ME-A3	Mantenimiento de la estación de recargar	Inspección del circuito eléctrico y conexiones del cableado. Cambio de cableado cuando se requiera.
ME-A4	Desplazamiento de las lanchas	Movimiento de las lanchas por la trayectoria de servicio.
ME-A5	Recarga de energía	Abastecimiento de energía para recarga de baterías que permiten el funcionamiento del motor.
ME-A6	Engrase de rodamientos	Lubricación de rodamientos internos del motor y de la hélice.

TABLA 4.4 CONTINUACIÓN

Simbología	Actividades	Descripción de Actividades
ME-A7	Limpieza de bornes de conexión	Remoción de incrustaciones en los bornes de la batería mediante el uso de una solución ablandadora de bicarbonato de sodio.
ME-A8	Reparación del motor	Mantenimiento correctivo del motor cuando este haya sufrido daños.
ME-A9	Limpieza del casco y cubierta	Limpieza submarina de la obra viva del casco con agua y jabón, utilizando esponjas abrasivas para desprender incrustaciones. Limpieza de paneles solares de la cubierta con agua y detergente mediante cepillos o esponjas para vidrio.
ME-A10	Pintado del casco	Pintado del casco con pintura anti-incrustante, previo a esto se le debe: lavar el casco con agua y jabón, retirar la cera mediante productos disolventes, lijar la superficie y realizar reparaciones del casco de ser necesario.
ME-A11	Arreglo de daños en el casco por colisiones	Corrección de grietas, golpes, agujeros y otros daños presentes en el casco, mediante la rectificación de la fibra de vidrio.
ME-A12	Cambio de baterías	Reemplazo de baterías de litio, del motor y de los paneles solares, al término de su vida útil (cada 7 años)
ME-A13	Cambio de motor	Reemplazo del motor al término de la vida útil (Tiempo promedio de vida útil 15 años)
ME-A14	Renovación o cambio del casco	Retiro del casco de la embarcación para enfiararlo o disponerlo en un relleno sanitario continental (Tiempo promedio de vida útil 15 años)
ME-A15	Reparación de paneles solares	Reemplazo de paneles solares al término de la vida útil (Tiempo promedio de vida útil 25 años o menos si sufre colisiones)

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

#### 4.1.1.2 Identificación de Factores Ambientales susceptibles a ser impactados

Los factores ambientales constituyen componentes del medio biótico, abiótico y socio-económico susceptibles a ser impactados positiva o negativamente, por una o varias acciones.

La Tabla 4.5 contiene una lista de factores ambientales y sus respectivos parámetros específicos para los casos de estudio.

**TABLA 4.5 FACTORES AMBIENTALES ESPECÍFICOS DE LOS ESCENARIOS**

Medio	Factor Ambiental	Parámetro Ambiental
<b>Biótico</b>	Flora y Fauna	Diversidad y abundancia
		Combustibles y aceites
<b>Abiótico</b>	Agua	Tensoactivos
		pH
		Vibraciones
		Desechos sólidos
		CO <sub>2</sub>
	Aire	HC no combustionado
		NO <sub>x</sub>
		Material Particulado
		Ruido
	Suelo	Residuos líquidos
		Desechos sólidos
	Estético	Paisaje
<b>Socio-económicos</b>	Economía	Empleo
	Social	Salud y seguridad ocupacional
		Salud y seguridad turistas
		Experiencia de viaje

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

#### 4.1.1.3 Evaluación de Impactos Ambientales

Con el fin de identificar los posibles impactos ambientales y sociales, se relacionaron las actividades de los casos de estudio con los parámetros ambientales, de esta manera se pueden identificar las actividades que ejercen influencia sobre el o los medios analizados.

En las Tablas 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10 se presentan los impactos identificados para cada caso de estudio.

**TABLA 4.6 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – MCI**

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Flora y Fauna	Diversidad y abundancia	MCI-A1	Alteración del hábitat y/o pérdida de especies o individuos por negligencia en el transporte de hidrocarburos.
		MCI-A2	Afectación a individuos por remoción, colisión o por intoxicación con sustancias peligrosas.
		MCI-A3, MCI-A4, MCI-A5, MCI-A7	Alteración del hábitat de especies por contaminación del agua con sustancias peligrosas.
		MCI-A9	Intoxicación de individuos por ingesta de residuos de limpieza y pintura.
Agua	Combustibles y aceites	MCI-A1, MCI-A2, MCI-A3, MCI-A4, MCI-A5, MCI-A7, MCI-A8	Alteración de la calidad del agua por derrames.
	Tensoactivos	MCI-A2, MCI-A3, MCI-A4, MCI-A5, MCI-A8	Alteración de la calidad del agua por uso de tensoactivos como agentes secuestrantes de combustibles y aceites.
	pH	MCI-A2, MCI-A3, MCI-A4, MCI-A5, MCI-A8	Incremento de pH por presencia de detergentes.
	Vibraciones	MCI-A2	Incremento de vibraciones en el agua.
	Desechos sólidos	MCI-A2	Alteración de la calidad del agua por basura arrojada desde embarcaciones.
		MCI-A9	Alteración de la calidad del agua por presencia de material particulado.
Aire	CO2	MCI-A1, MCI-A2	Contaminación atmosférica por incremento de emisiones gaseosas.
	HC no combustionado	MCI-A1, MCI-A2	Contaminación atmosférica por incremento de emisiones gaseosas.
	NOx	MCI-A1, MCI-A2	Contaminación atmosférica por incremento de emisiones gaseosas.
	Material Particulado	MCI-A1, MCI-A2, MCI-A6, MCI-A8, MCI-A10, MCI-A12	Contaminación atmosférica por emisión de material particulado.
	Ruido	MCI-A1, MCI-A2, MCI-A10, MCI-A12	Aumento de la presión sonora.
Suelo	Residuos líquidos	MCI-A1	Alteración de la calidad del suelo por derrames en el transporte de hidrocarburos.
		MCI-A8, MCI-A10, MCI-A12	Alteración de la calidad del suelo por goteo de sustancias contaminantes.
	Desechos sólidos	MCI-A1, MCI-A4, MCI-A5, MCI-A6, MCI-A7, MCI-A8, MCI-A9, MCI-A10, MCI-A11, MCI-A12	Alteración de la calidad del suelo por inadecuada disposición de desechos peligrosos (filtros, envases, waypes, trapos, guantes).

TABLA 4.6 CONTINUACIÓN

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Estético	Paisaje	MCI-A1	Alteración de la calidad escénica por abastecimiento de combustible a la isla.
		MCI-A2	Alteración de la calidad escénica por operación de las embarcaciones.
Economía	Empleo	MCI-A1, MCI-A2, MCI-A8, MCI-A10, MCI-A11, MCI-A12	Aumento temporal de plazas de trabajo e incremento de la economía.
Social	Salud y seguridad ocupacional	MCI-A1, MCI-A2, MCI-A3, MCI-A8, MCI-A9, MCI-A10, MCI-A11, MCI-A12	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.
	Salud y seguridad turistas	MCI-A2	Riesgos a la salud y seguridad de usuarios.
	Experiencia de viaje	MCI-A2	Malestar de los usuarios por el ruido y emisiones generadas por el MCI.

FUENTE: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

TABLA 4.7 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE ABANDONO – MCI

ABANDONO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Flora y Fauna	Diversidad y abundancia	MCI-A13, MCI-A14	Alteración del hábitat de especies por contaminación del suelo con sustancias peligrosas.
Agua	Combustibles y aceites	MCI-A14	Alteración de la calidad del agua por derrames.
	Tensoactivos	MCI-A14	Alteración de la calidad del agua por uso de tensoactivos como agentes secuestrantes de combustibles y aceites.
	pH	MCI-A14	Incremento de pH por presencia de detergentes.
Suelo	Residuos líquidos	MCI-A13, MCI-A14	Alteración de la calidad del suelo por goteo de sustancias contaminantes.
	Desechos sólidos	MCI-A13, MCI-A14	Alteración de la calidad del suelo por inadecuada disposición de desechos peligrosos.
		MCI-A15	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de desechos.
Estético	Paisaje	MCI-A15	Alteración de la calidad escénica por acumulación de desechos.
Social	Salud y seguridad ocupacional	MCI-A13	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.

Fuente: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.8** IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PUNTO DE RECARGA – ME

CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PUNTO DE RECARGA			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Flora y Fauna	Diversidad y abundancia	ME-A1	Alteración del hábitat y/o pérdida de especies o individuos por caída de material de construcción.
Agua	Desechos sólidos	ME-A1	Alteración de la calidad del agua por caída de material de construcción.
		ME-A2	Alteración de la calidad del agua por caída de piezas metálicas o de caucho.
Aire	Material Particulado	ME-A1	Contaminación atmosférica por generación de material particulado.
	Ruido	ME-A1	Aumento de la presión sonora.
Suelo	Desechos sólidos	ME-A1	Alteración de la calidad del suelo por vertidos de materiales de construcción.
		ME-A1, ME-A2	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de escombros.
		ME-A3	Alteración de la calidad del suelo por presencia de residuos de material eléctrico en el suelo.
Estético	Paisaje	ME-A1, ME-A2	Alteración de la calidad escénica por introducción de un elemento no acorde al medio.
Economía	Empleo	ME-A1, ME-A2	Aumento temporal de plazas de trabajo e incremento de la economía.
Social	Salud y seguridad ocupacional	ME-A1, ME-A2, ME-A3	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.

FUENTE: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.9** IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – ME

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Flora y Fauna	Diversidad y abundancia	ME-A4	Afectación a individuos por remoción y/o colisión.
			Disminución de individuos por ingesta de pintura del casco.
		ME-A6, ME-A7	Alteración del hábitat de especies por contaminación del agua con sustancias peligrosas.
		ME-A9	Disminución de individuos por ingesta de residuos de limpieza.

TABLA 4.9 CONTINUACIÓN

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Agua	Combustibles y aceites	ME-A6	Alteración de la calidad del agua por derrames.
	pH	ME-A7	Alteración del pH por sustancias químicas.
Agua	Vibraciones	ME-A4	Incremento de vibraciones en el agua.
	Desechos sólidos	ME-A4	Alteración de la calidad del agua por basura arrojada desde embarcaciones.
		ME-A9	Alteración de la calidad del agua por presencia de material particulado.
Aire	Material Particulado	ME-A10, ME-A12	Contaminación atmosférica por emisión de material particulado.
	Ruido	ME-A4, ME-A10, ME-A11	Aumento de la presión sonora.
Suelo	Residuos líquidos	ME-A10, ME-A11	Alteración de la calidad del suelo por goteo de sustancias contaminantes.
	Desechos sólidos	ME-A6, ME-A7, ME-A8, ME-A9, ME-A10, ME-A11	Alteración de la calidad del suelo por inadecuada disposición de desechos.
Estético	Paisaje	ME-A4	Alteración de la calidad escénica por operación de las embarcaciones.
Economía	Empleo	ME-A4, ME-A8, ME-A10, ME-A11	Aumento temporal de plazas de trabajo e incremento de la economía.
Social	Salud y seguridad ocupacional	ME-A4, ME-A5, ME-A8, ME-A9, ME-A10, ME-A11	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.
	Salud y seguridad turistas	ME-A4	Riesgos a la salud y seguridad de usuarios.
	Experiencia de viaje	ME-A4	Satisfacción de los usuarios por la calidad del servicio.

FUENTE: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

TABLA 4.10 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE ABANDONO – ME

ABANDONO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Flora y Fauna	Diversidad y abundancia	ME-A12, ME-A13	Alteración del hábitat de especies por contaminación del suelo con sustancias peligrosas.
Suelo	Residuos líquidos	ME-A14	Alteración de la calidad del suelo por goteo de sustancias contaminantes.

**TABLA 4.10 CONTINUACIÓN**

ABANDONO			
Factor Ambiental	Parámetro Ambiental	Actividades	Impacto
Suelo	Desechos sólidos	ME-A12, ME-A13	Alteración de la calidad del suelo por inadecuada disposición de desechos peligrosos.
		MCI-A14, ME-A15	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de desechos.
Estético	Paisaje	MCI-A14, ME-A15	Alteración de la calidad escénica por acumulación de desechos.
Social	Salud y seguridad ocupacional	ME-A12	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.

FUENTE: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

#### 4.1.1.3.1 Valoración Cualitativa de impactos

El valor mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental se denomina *importancia*. La metodología utilizada para determinarlo se basó en la “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental” (2009) de Vicente Conesa.

La estimación de la importancia se realiza en función del grado de incidencia de la alteración producida (intensidad) y de la caracterización del efecto, determinada por varios atributos tales como: área de influencia, plazo de manifestación, permanencia del efecto, reconstrucción por medios naturales, potenciación de la manifestación, incremento progresivo, relación causa-efecto, regularidad de la manifestación y reconstrucción por medios humanos (la definición de los atributos se encuentra en la Tabla 2.1).

A cada atributo de la importancia se le ha otorgado una ponderación en función del efecto que produciría la acción sobre el parámetro ambiental, de acuerdo a los valores presentados en Tabla 4.11.

**TABLA 4.11** ATRIBUTOS PARA DETERMINACIÓN DE IMPORTANCIA

Signo (S)		Intensidad (IN)		Extensión (EX)	
Impacto beneficioso	+	Baja o mínima	1	Puntual	1
		Media	2	Parcial	2
Impacto perjudicial	-	Alta	4	Amplio o extenso	4
		Muy alta	8	Total	8
		Total	12	Crítico	12
Momento (MO)		Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Largo plazo	1	Fugaz o efímero	1	Corto plazo	1
Medio plazo	2	Momentáneo	1	Medio plazo	2
Corto plazo	3	Temporal o transitorio	2	Largo plazo	3
Inmediato	4	Pertinaz o persistente	3	Irreversible	4
Crítico	8	Permanente y constante	4		
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Efecto (EF)	
Sin sinergismo o simple	1	No acumulativo o simple	1	Indirecto o secundario	1
Sinergismo moderado	2	Acumulativo	4	Directo o primario	4
Muy sinérgico	4				
Periodicidad (FR)		Recuperabilidad (MC)			
Irregular (aperiódico y esporádico)	1	Recuperable de manera inmediata	1		
		Recuperable a corto plazo	2		
Periódico o de regularidad intermitente	2	Recuperable a medio plazo	3		
		Recuperable a largo plazo	4		
Continuo	4	Mitigable, sustituible y compensable	4		
		Irrecuperable	8		

FUENTE: Conesa, 2009

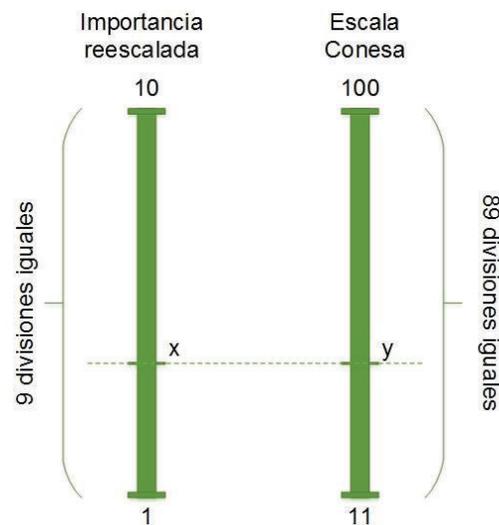
La importancia de cada impacto se calcula mediante el siguiente algoritmo (Ec 4.1) propuesto por el autor:

$$Importancia (I) = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + FR + MC) \quad (4.1)$$

Al analizar la aplicabilidad de este método sobre ambos escenarios, se encontró que para determinar la importancia del parámetro *Empleo*, el atributo *Recuperabilidad* no debe ser considerado, mientras que para el parámetro *Experiencia de viaje* no deben considerarse los atributos *Reversibilidad* y *Recuperabilidad*; ya que son criterios no medibles para aquellos parámetros sociales.

Con base en lo anterior, el rango de valores de importancia estará entre 11 y 100. Sin embargo, con el fin de utilizarlo en la matriz de Leopold, se ha reescalado a un rango de valores que van del 1 al 10 (Figura 4.1, Ecuación 4.2 y 4.3).

**FIGURA 4.1** TRANSFORMACIÓN DE ESCALAS DE IMPORTANCIA



FUENTE: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

(4.2)

$$\begin{aligned}\frac{x-1}{9} &= \frac{y-11}{89} \\ x &= \frac{9(y-11)}{89} + 1 \\ x &= \frac{9y-10}{89}\end{aligned}$$

Donde:

$x = \text{Importancia Reescalada (IR)}$

$y = 3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + FR + MC$

Obteniendo:

$$Importancia R. (IR) = \pm \frac{[9*(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+FR+MC)]-10}{89} \quad (4.3)$$

#### 4.1.1.3.2 Valoración Cuantitativa de impactos

Para medir cuantitativamente el impacto ambiental se utiliza la variable *magnitud*, que constituye el cambio de la calidad del parámetro ambiental como consecuencia de la acción, es decir, la valoración del parámetro antes y después de ser impactado (Conesa, 2009).

Para la definición de la magnitud se optó por la metodología *panel de expertos*, el mismo que estuvo conformado por especialistas del INER en varias ramas como: medio ambiente, mecánica, eléctrica y por los autores de esta tesis.

Se estableció una escala de valores entre 1 y 10 para indicar la magnitud, misma que se especifica a continuación:

Rango	Impacto
1 – 2	Irrelevante
3 – 4	Bajo
5 – 6	Medio
7 – 8	Alto
9 – 10	Muy alto

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

#### 4.1.1.3.3 Matriz multiplicada de Leopold

Una vez colocada la importancia en el numerador y la magnitud en el denominador, tal como se dispone en la matriz de Leopold, el último paso de la evaluación de impactos ambientales consiste en multiplicar ambas variables con el fin de obtener el valor del impacto generado por la acción sobre el parámetro ambiental. Este resultado estará contenido en un rango de valores de 1 a 100, pudiendo ser positivo o negativo.

Además, el panel de expertos ha propuesto una escala de valores intermedios con la respectiva jerarquización del impacto, de la siguiente manera:

Impacto Negativo	Rango	
Crítico	$-100 \leq \text{Impacto} \leq -75$	Red
Alto	$-75 < \text{Impacto} \leq -50$	Red
Medio	$-50 < \text{Impacto} \leq -25$	Orange
Bajo	$-25 < \text{Impacto} \leq -1$	Yellow
Impacto Positivo	Rango	
Bajo	$1 \leq \text{Impacto} < 25$	Light Green
Medio	$25 \leq \text{Impacto} < 50$	Green
Alto	$50 \leq \text{Impacto} \leq 100$	Dark Green

FUENTE: Panel de expertos, 2015.

#### Impacto Negativo:

- Impacto ambiental crítico (-75 a -100): es aquel que produce sobre el factor ambiental, pérdida permanente de su calidad ambiental, imposible de recuperar, inclusive al aplicar medidas correctoras.
- Impacto ambiental alto (-50 a -74): es aquel que provoca efectos severos sobre el factor ambiental exigiendo la aplicación de medidas correctoras y precisando un tiempo mayor para recuperarse.
- Impacto ambiental medio (-25 a -49): es aquel que provoca efectos moderados sobre el factor ambiental el cual requerirá cierto tiempo para recuperarse completamente, muchas veces con la ayuda de prácticas correctoras sencillas.
- Impacto ambiental bajo (-1 a -24): denominado también compatible o irrelevante es aquel que al culminar la actividad que lo produce, deja de impactar al factor ambiental permitiendo su recuperación inmediata.

#### Impacto Positivo:

Los impactos positivos se clasificaron en Bajo (1 a 24), Medio (25 a 49) y Alto (50 a 100), dependiendo de su actuación benéfica sobre el factor ambiental, contrario al impacto negativo.

## 4.1.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

### 4.1.2.1 Identificación de Impactos

**TABLA 4.12** MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS MCI

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Flora y Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	X	X	X	X	X		X		X				X	X	
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites	X	X	X	X	X		X	X							X
Tensoactivos		X	X	X	X			X							X
pH		X	X	X	X			X							X
Vibraciones		X													
Desechos sólidos		X							X						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2	X	X													
HC no combustionado	X	X													
NOx	X	X													
Material particulado	X	X				X		X		X		X			
Ruido	X	X								X		X			
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos	X							X		X		X	X	X	
Desechos sólidos	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	X	X													X
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	X	X						X		X	X	X			
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	X	X	X					X	X	X	X	X	X		
Salud y seguridad turistas		X													
Experiencia de viaje		X													

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.13** MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ME

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Flora y Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	X			X		X	X		X			X	X		
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites						X									
Tensoactivos															
pH							X								
Vibraciones				X											
Desechos sólidos	X	X		X					X						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2															
HC no combustionado															
NOx															
Material particulado	X									X	X				
Ruido	X			X						X	X				
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos										X	X	X			
Desechos sólidos	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	X	X		X										X	X
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	X	X		X				X		X	X				
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			
Salud y seguridad turistas				X											
Experiencia de viaje				X											

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

4.1.2.2 Importancia del Impacto

TABLA 4.14 MATRIZ DE IMPORTANCIA MCI

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	-6,1	-4,1	-4,0	-3,4	-3,8	-2,6	-2,6	-2,8	-2,8	-2,8	-2,6	-2,6	-2,6	-1,6	-1,6
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites	-5,7	-2,4	-2,9	-2,6	-2,6	-2,8	-2,8	-2,4	-2,4	-2,4	-2,8	-2,8	-2,4	-2,5	-2,5
Tensoactivos		-2,3	-2,5	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
pH		-2,0	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,9	-1,9
Vibraciones		-3,0													
Desechos sólidos		-2,6							-3,1						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2	-3,0	-3,1													
HC no combustionado	-3,0	-3,1													
NOx	-3,0	-2,8													
Material particulado	-3,0	-2,8				-1,6		-1,8	-1,8	-2,8	-2,0	-2,0	-2,0	-2,5	-2,5
Ruido	-2,2	-3,0								-1,9	-1,9	-1,9	-1,9		

**TABLA 4.14 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos	-5,0							-3,3		-2,9		-2,8	-3,6	-2,8	
Desechos sólidos	-2,4			-3,0	-3,0	-3,0	-2,3	-3,2	-2,9	-3,0	-2,6	-2,6	-3,0	-2,9	-3,2
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-3,4	-3,9													-2,8
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	2,6	3,2						2,3		1,9	1,8	1,8			
<b>3.2.. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-4,9	-3,2	-2,0					-2,3	-3,1	-3,3	-2,3	-2,3	-2,6		
Salud y seguridad turistas		-2,5													
Experiencia de viaje		-1,7													

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.15 MATRIZ DE IMPORTANCIA ME**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Abundancia	-2,2			-2,8		-2,6	-2,4		-2,8			-2,3	-1,6		
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites						-2,3									
Tensoactivos															
pH							-1,9								
Vibraciones															
Desechos sólidos	-3,4	-2,5		-2,8					-3,1						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2															
HC no combustionado															
NOx															
Material particulado	-3,4									-2,8		-2,0			
Ruido	-2,4			-2,4						-1,9		-2,5			
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos										-2,9	-2,8	-2,9			
Desechos sólidos	-2,6	-3,0	-2,5			-3,0	-2,8	-3,0	-2,9	-3,0	-2,6	-3,3	-3,0	-3,2	-3,0

**TABLA 4.15 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-2,7	-2,7		-3,6										-2,8	-2,5
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	1,7	1,7		2,3				2,0		1,9	1,8				
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-2,2	-2,5	-3,4	-2,8	-2,6			-2,3	-3,1	-3,3	-2,3	-2,3			
Salud y seguridad turistas				-2,2											
Experiencia de viaje				2,6											

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

4.1.2.3 Magnitud del Impacto

TABLA 4.16 MATRIZ DE MAGNITUD MCI

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	2	4	7	5	5	5	5	5	6				5	3	
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites	2	6	7	5	5	5	5	5						2	
Tensoactivos		6	7	5	5			5						2	
pH		6	7	5	5			5						2	
Vibraciones		7													
Desechos sólidos		3							6						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2	2	7													
HC no combustionado	2	7													
NOx	2	7													
Material particulado	2	7				4		3		2		4			
Ruido	2	8								2		4			

**TABLA 4.16 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos	2							6		5		5	5	2	
Desechos sólidos	2			5	5	5	5	6	3	5	3	5	5	2	7
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	1	6													7
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	1	1						3		3	3	3			
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	1	8	8					8	7	7	2	4	3		
Salud y seguridad turistas		8													
Experiencia de viaje		8													

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.17 MATRIZ DE MAGNITUD ME**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	4			2		2	2		1			3	2		
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites						2									
Tensoactivos							2								
pH															
Vibraciones				6											
Desechos sólidos	8	3		3					1						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2															
HC no combustionado															
NOx															
Material particulado	5									1	1				
Ruido	5			1						1	1				
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos										1	1	2			
Desechos sólidos	6	5	4			3	3	3	3	1	1	1	1	3	3

**TABLA 4.17 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>2.4. Estético</b>	1	4		1										3	4
Paisaje															
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	3	3		1				3		1	1				
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	2	6	8	4	4			6	1	1	1	1			
Salud y seguridad turistas				4											
Experiencia de viaje				8											

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

4.1.2.4 Matriz de Leopold

TABLA 4.18 MATRIZ DE LEOPOLD MCI

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	-6,1/2	-4,1/4	-4,0/7	-3,4/5	-3,8/5		-2,6/5		-2,8/6				-2,6/5	-1,6/3	
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites	-5,7/2	-2,4/6	-2,9/7	-2,6/5	-2,6/5		-2,8/5	-2,4/5						-2,5/2	
Tensoactivos		-2,3/6	-2,5/7	-2,2/5	-2,2/5			-2,2/5						-2,2/2	
pH		-2,0/6	-1,9/7	-1,9/5	-1,9/5			-1,8/5						-1,9/2	
Vibraciones		-3,0/7													
Desechos sólidos		-2,6/3							-3,1/6						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2	-3,0/2	-3,1/7													
HC no combustionado	-3,0/2	-3,1/7													
NOx	-3,0/2	-2,8/7													
Material particulado	-3,0/2	-2,8/7			-1,6/4			-1,8/3		-2,8/2		-2,0/4			
Ruido	-2,2/2	-3,0/8								-1,9/2		-2,5/4			

**TABLA 4.18 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos	-5,0 / 2							-3,3 / 6		-2,9 / 5		-2,8 / 5	-3,6 / 5	-2,8 / 2	
Desechos sólidos	-2,4 / 2			-3,0 / 5	-3,0 / 5	-3,0 / 5	-2,3 / 5	-3,2 / 6	-2,9 / 3	-3,0 / 5	-2,6 / 3	-2,6 / 5	-3,0 / 5	-2,9 / 2	-3,2 / 7
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-3,4 / 1	-3,9 / 6													-2,8 / 7
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	2,6 / 1	3,2 / 1						2,3 / 3		1,9 / 3	1,8 / 3	1,8 / 3			
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-4,9 / 1	-3,2 / 8	-2,0 / 8					-2,3 / 8	-3,1 / 7	-3,3 / 7	-2,3 / 2	-2,3 / 4	-2,6 / 3		
Salud y seguridad turistas		-2,5 / 8													
Experiencia de viaje		-1,7 / 8													

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.



**TABLA 4.19 CONTINUACIÓN**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-2,7 / 1	-2,7 / 4		-3,6 / 1										-2,8 / 3	-2,5 / 4
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	1,7 / 3	1,7 / 3		2,3 / 1				2,0 / 3		1,9 / 1	1,8 / 1				
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-2,2 / 2	-2,5 / 6	-3,4 / 8	-2,8 / 4	-2,6 / 4			-2,3 / 6	-3,1 / 1	-3,3 / 1	-2,3 / 1	-2,3 / 1			
Salud y seguridad turistas				-2,2 / 4											
Experiencia de viaje				2,6 / 8											

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

TABLA 4.20 MATRIZ MULTIPLICADA DE LEOPOLD MCI

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	-12,2	-16,4	-28,0	-17,0	-19,0	-13,0	-13,0	-16,8	-13,0	-4,8					
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites	-11,4	-14,4	-20,3	-13,0	-13,0	-14,0	-12,0	-5,0							
Tensoactivos		-13,8	-17,5	-11,0	-11,0		-11,0	-4,4							
pH		-12,0	-13,3	-9,5	-9,5		-9,0	-3,8							
Vibraciones		-21,0													
Desechos sólidos		-7,8						-18,6							
<b>2.2. Aire</b>															
CO2	-6,0	-21,7													
HC no combustionado	-6,0	-21,7													
NOx	-6,0	-19,6													
Material particulado	-6,0	-19,6				-6,8	-5,4	-5,6	-8,0						
Ruido	-4,4	-24,0						-3,8	-10,0						
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos	-10,0						-19,8	-14,5	-14,0	-5,6					
Desechos sólidos	-4,8			-15,0	-15,0	-15,0	-11,5	-8,7	-13,0	-7,8	-15,0	-15,0	-5,8	-22,4	

TABLA 4.20 CONTINUACIÓN

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	MCI-A1	MCI-A2	MCI-A3	MCI-A4	MCI-A5	MCI-A6	MCI-A7	MCI-A8	MCI-A9	MCI-A10	MCI-A11	MCI-A12	MCI-A13	MCI-A14	MCI-A15
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-3,4	-23,4													-19,6
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	2,6	3,2					6,9			5,7	5,4	5,4			
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-4,9	-25,6	-16,0					-18,4	-21,7	-23,1	-4,6	-9,2	-7,8		
Salud y seguridad turistas		-20,0													
Experiencia de viaje		-13,6													
<b>IMPACTO TOTAL POR ACCIÓN (UIA)</b>	<b>-72,5</b>	<b>-271,4</b>	<b>-95,1</b>	<b>-65,5</b>	<b>-67,5</b>	<b>-21,8</b>	<b>-38,5</b>	<b>-87,9</b>	<b>-65,8</b>	<b>-56,3</b>	<b>-7,0</b>	<b>-48,8</b>	<b>-53,8</b>	<b>-29,4</b>	<b>-42,0</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.21 MATRIZ MULTIPLICADA DE LEOPOLD ME**

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>1. BIÓTICOS</b>															
<b>1.1. Fauna</b>															
Diversidad y abundancia	-8,8			-5,6		-5,2	-4,8		-2,8			-6,9	-3,2		
<b>2. ABIÓTICOS</b>															
<b>2.1. Agua</b>															
Combustibles y aceites						-4,6									
Tensoactivos															
pH							-3,8								
Vibraciones				-19,8											
Desechos sólidos	-27,2	-7,5		-8,4					-3,1						
<b>2.2. Aire</b>															
CO2															
HC no combustionado															
NOx															
Material particulado	-17,0									-2,8	-2,0				
Ruido	-12,0			-2,4						-1,9	-2,5				
<b>2.3. Suelo</b>															
Residuos líquidos										-2,9	-2,8	-5,8			
Desechos sólidos	-15,6	-15,0	-10,0			-9,0	-8,4	-9,0	-8,7	-3,0	-2,6	-3,3	-3,0	-9,6	-9,0

TABLA 4.21 CONTINUACIÓN

FACTORES AMBIENTALES	ACTIVIDADES IMPACTANTES														
	ME-A1	ME-A2	ME-A3	ME-A4	ME-A5	ME-A6	ME-A7	ME-A8	ME-A9	ME-A10	ME-A11	ME-A12	ME-A13	ME-A14	ME-A15
<b>2.4. Estético</b>															
Paisaje	-2,7	-10,8		-3,6										-8,4	-10,0
<b>3. SOCIO-ECONÓMICOS</b>															
<b>3.1. Económico</b>															
Empleo	5,1	5,1		2,3				6,0		1,9	1,8				
<b>3.2. Social</b>															
Salud y seguridad ocupacional	-4,4	-15,0	-27,2	-11,2	-10,4			-13,8	-3,1	-3,3	-2,3	-2,3			
Salud y seguridad turistas				-8,8											
Experiencia de viaje				20,8											
<b>IMPACTO TOTAL POR ACCIÓN (UIA)</b>	<b>-82,6</b>	<b>-43,2</b>	<b>-37,2</b>	<b>-36,7</b>	<b>-10,4</b>	<b>-18,8</b>	<b>-17,0</b>	<b>-16,8</b>	<b>-17,7</b>	<b>-12,0</b>	<b>-10,4</b>	<b>-18,3</b>	<b>-6,2</b>	<b>-18,0</b>	<b>-19,0</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 4.1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite se presentan los resultados de las matrices multiplicadas de Leopold para los escenarios de movilidad analizados.

De acuerdo a la escala de valores propuesta por el panel de expertos para la jerarquización del impacto ambiental, en la matriz multiplicada de Leopold se obtuvieron los resultados mostrados en las Tablas 4.22 y 4.23, para el escenario MCI y ME respectivamente.

**TABLA 4.22 JERAQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES OBTENIDOS EN LA MATRIZ MULTIPLICADA DE LEOPOLD – MCI**

Jerarquía		Rango	N° de impactos	Porcentaje %
<b>Impacto Negativo</b>	Crítico		0	0
	Alto		0	0
	Medio		2	2,3
	Bajo		79	90,8
<b>Impacto Positivo</b>	Bajo		6	6,9
	Medio		0	0
	Alto		0	0
<b>Total de impactos</b>			<b>87</b>	<b>100</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.23 JERAQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES OBTENIDOS EN LA MATRIZ MULTIPLICADA DE LEOPOLD – ME**

Jerarquía		Rango	N° de impactos	Porcentaje %
<b>Impacto Negativo</b>	Crítico		0	0
	Alto		0	0
	Medio		2	3,3
	Bajo		51	85,0
<b>Impacto Positivo</b>	Bajo		7	11,7
	Medio		0	0
	Alto		0	0
<b>Total de impactos</b>			<b>60</b>	<b>100</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

En el escenario MCI se determinaron 87 impactos de los cuales 79 (90,8%) recaen en la categoría de negativo bajo, 2 (2,3%) en la categoría de negativo medio y 6 (6,9%) constituyen impactos positivos bajos. Para el modelo ME se determinaron en total 60 impactos, teniéndose 51 (85,0%) en la categoría de negativo bajo, 2 (3,3%) en la de negativo medio y 7 (11,7%) impactos positivos bajos. Para ambos escenarios no se obtuvieron impactos en el extremo negativo de la jerarquización, es decir críticos y altos, y tampoco impactos positivos medios ni altos.

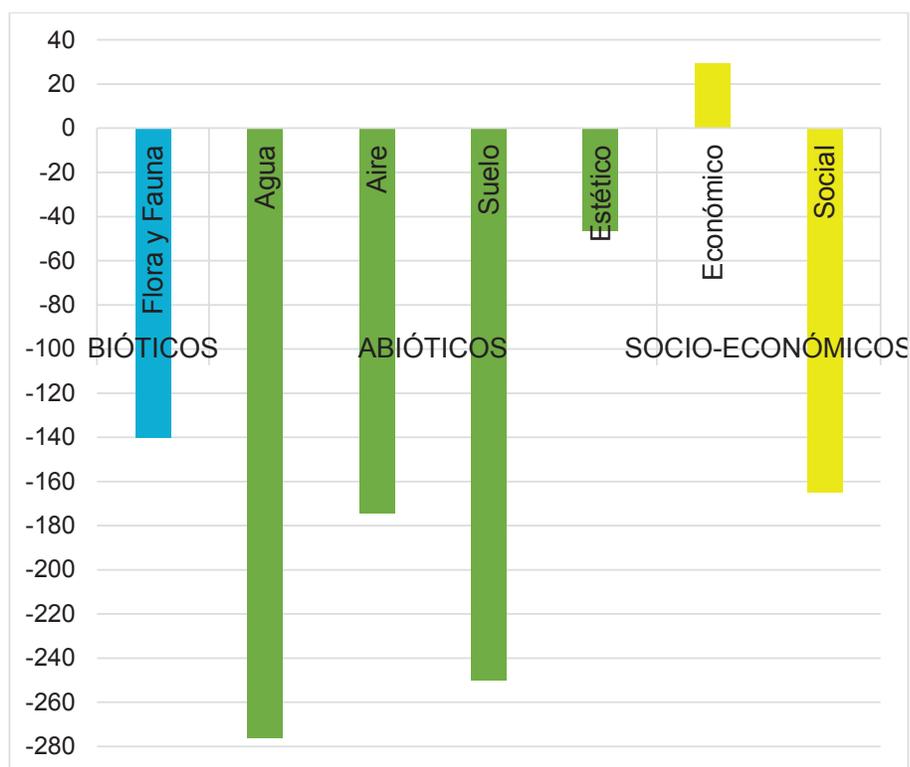
Esto indica que el impacto de ambos escenarios es primordialmente negativo y con un carácter general de afectación socio-ambiental bajo. Sin embargo, el proyecto ME propone un modelo de propulsión marítima sustentable que induce una disminución en el número de impactos sobre el medio.

Los resultados del impacto ambiental de cada escenario sobre los factores y medios ambientales se presentan en las Tablas 4.24 y 4.25 y Figuras 4.2 y 4.3, respectivamente.

**TABLA 4.24 IMPACTO AMBIENTAL SOBRE FACTORES AMBIENTALES MCI**

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO AL FACTOR	IMPACTO AL MEDIO
<b>BIÓTICOS</b>	Flora y Fauna	- 140,2	- 140,2
<b>ABIÓTICOS</b>	Agua	- 276,3	- 747,4
	Aire	- 174,6	
	Suelo	- 250,1	
	Estético	- 46,4	
<b>SOCIO-ECONÓMICOS</b>	Económico	29,2	- 135,7
	Social	- 164,9	
<b>IMPACTO TOTAL</b>		<b>- 1023,3</b>	<b>- 1023,3</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

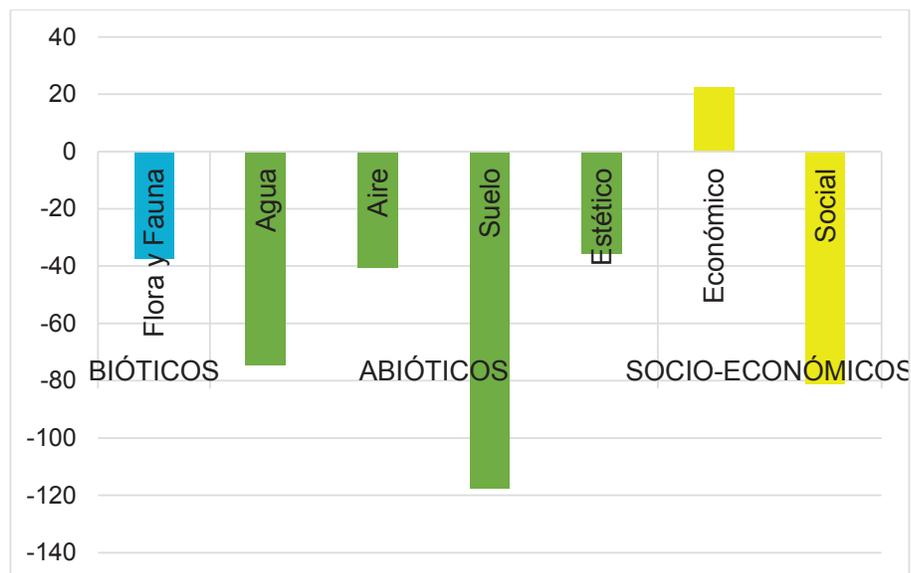
**FIGURA 4.2** IMPACTO AMBIENTAL SOBRE FACTORES AMBIENTALES MCI

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.25** IMPACTO AMBIENTAL SOBRE FACTORES AMBIENTALES ME

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO AL FACTOR	IMPACTO AL MEDIO
<b>BIÓTICOS</b>	Flora y Fauna	- 37,3	- 37,3
<b>ABIÓTICOS</b>	Agua	- 74,4	- 268,2
	Aire	- 40,6	
	Suelo	- 117,7	
	Estético	- 35,5	
<b>SOCIO-ECONÓMICOS</b>	Económico	22,2	- 58,8
	Social	- 81,0	
<b>IMPACTO TOTAL</b>		<b>- 364,3</b>	<b>- 364,3</b>

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**FIGURA 4.3** IMPACTO AMBIENTAL SOBRE FACTORES AMBIENTALES ME

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

Con la metodología desarrollada se obtuvo un valor de impacto ambiental total de 1023,3 UIA para el MCI y de 364,3 UIA para el ME, en ambos casos negativos, lo que demuestra que ambos proyectos generan un impacto perjudicial sobre el ecosistema frágil de las Islas Galápagos. Sin embargo, la afectación que produce la alternativa a implementar (ME) es 2,8 veces inferior al modelo actual, repercutiendo positivamente en su viabilidad.

Ambos escenarios generan un impacto positivo sobre el aspecto económico, 29,2 UIA para MCI y 22,2 UIA para ME, ya que generan fuentes de trabajo (e ingresos económicos) para la población, en las distintas actividades que los conforman. Esta variación es mínima, por lo que se considera que el aporte de ambos escenarios sobre este aspecto es similar.

Al analizar el escenario de movilidad con sistema de propulsión convencional, se identificó que el medio afectado negativamente en mayor medida es el abiótico con 747,4 UIA, donde el factor *agua* aporta una alta proporción a este valor con 276,3 UIA. Esto se debe a que este medio está expuesto a diferentes alteraciones en la operación y mantenimiento como derrames de combustible, aceites y grasas,

vertidos de productos de limpieza y contaminación por desechos sólidos arrojados desde la embarcación.

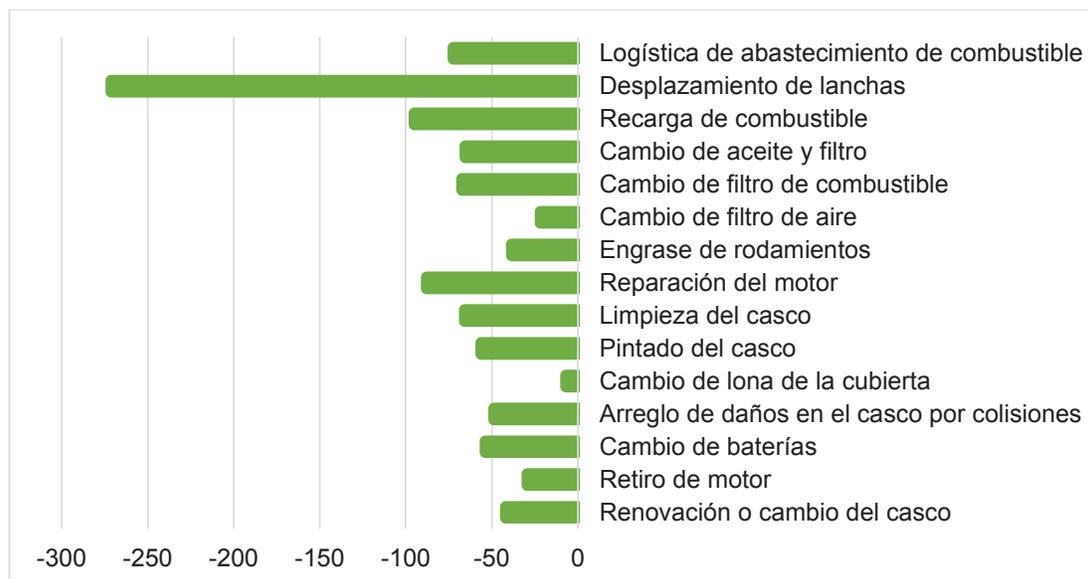
Así mismo, en el escenario de movilidad con sistema de propulsión eléctrico, el medio abiótico sufre el mayor impacto negativo con un valor de 268,2 UIA, valiendo destacar que este valor es significativamente menor al registrado en el escenario MCI. Dentro del medio abiótico, el mayor impacto recae sobre el factor *suelo* con 117,7 UIA. La alteración de la calidad del suelo se debe principalmente a la mala disposición de diferentes tipos de residuos como: escombros de construcción, material eléctrico, paños de limpieza con sustancias contaminantes, papel abrasivo, sobrantes de pintura y residuos tecnológicos.

En las Tablas 4.26 y 4.27 y Figuras 4.4 y 4.5, se muestran los resultados del impacto ambiental que cada actividad genera sobre el medio socio-ambiental.

**TABLA 4.26 IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDAD MCI**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO POR ACTIVIDAD (UIA)	IMPACTO POR ETAPA (UIA)
<b>OPERACIÓN</b>	MCI-A1	Logística de abastecimiento de combustible	- 72,5
	MCI-A2	Desplazamiento de lanchas	- 271,4
	MCI-A3	Recarga de combustible	- 95,1
<b>MANTEMIENTO DEL MOTOR</b>	MCI-A4	Cambio de aceite y filtro	- 65,5
	MCI-A5	Cambio de filtro de combustible	- 67,5
	MCI-A6	Cambio de filtro de aire	- 21,8
	MCI-A7	Engrase de piezas móviles	- 38,5
	MCI-A8	Reparación del motor (Correctivo)	- 87,9
<b>MANTEMIENTO DE LA EMBARCACIÓN</b>	MCI-A9	Limpieza del casco	- 65,8
	MCI-A10	Pintado del casco	- 56,3
	MCI-A11	Cambio de lona de la cubierta	- 7,0
	MCI-A12	Arreglo de daños en el casco por colisiones	- 48,8
<b>ABANDONO</b>	MCI-A13	Cambio de baterías	- 53,8
	MCI-A14	Retiro del motor	- 29,4
	MCI-A15	Renovación o cambio del casco	- 42,0

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

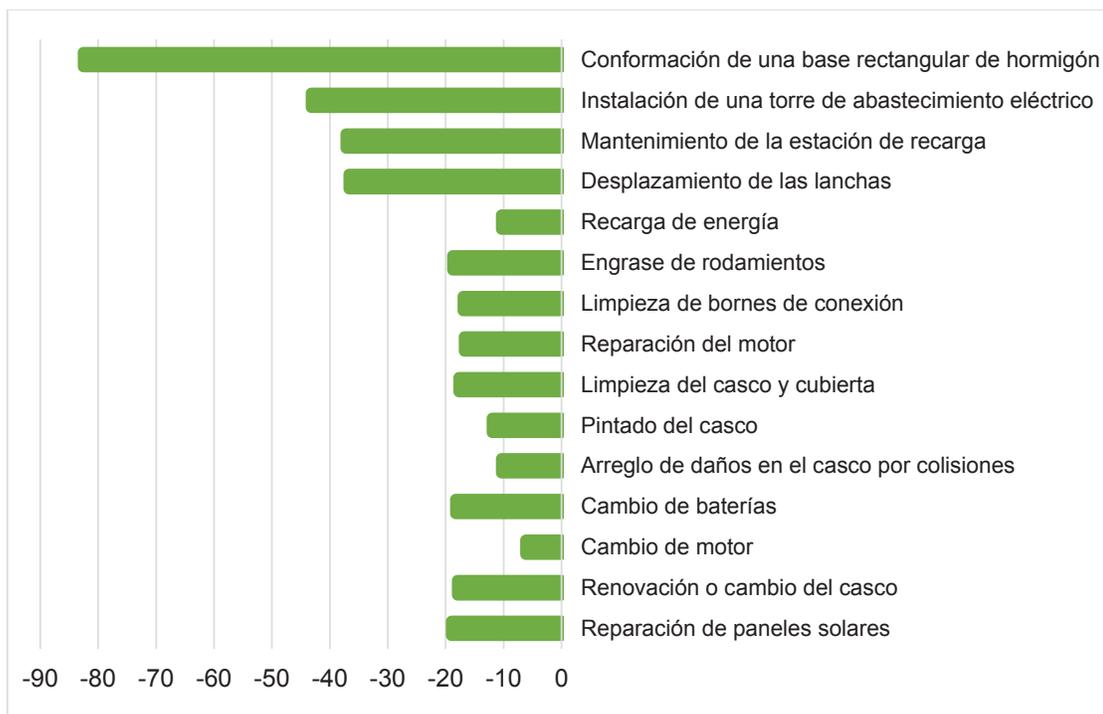
**FIGURA 4.4 IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDAD MCI**

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**TABLA 4.27 IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDAD ME**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO POR ACTIVIDAD (UIA)	IMPACTO POR ETAPA (UIA)
<b>CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE RECARGA</b>	ME-A1	Conformación de una base rectangular de hormigón	- 82,6
	ME-A2	Construcción de una torre de abastecimiento eléctrico	- 43,2
	ME-A3	Mantenimiento de la estación de recarga	- 37,2
<b>OPERACIÓN</b>	ME-A4	Desplazamiento de las lanchas	- 36,7
	ME-A5	Recarga de energía	- 10,4
<b>MANTENIMIENTO DE MOTOR Y BATERÍA</b>	ME-A6	Engrase de rodamientos	- 18,8
	ME-A7	Limpieza de bornes de conexión	- 17,0
	ME-A8	Reparación del motor	- 16,8
<b>MANTENIMIENTO DE EMBARCACIÓN</b>	ME-A9	Limpieza del casco y cubierta	- 17,7
	ME-A10	Pintado del casco	- 12,0
	ME-A11	Arreglo de daños en el casco por colisiones	- 10,4
<b>ABANDONO</b>	ME-A12	Cambio de baterías	- 18,3
	ME-A13	Cambio de motor	- 6,2
	ME-A14	Renovación o cambio del casco	- 18,0
	ME-A15	Reparación de paneles solares	- 19,0

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

**FIGURA 4.5 IMPACTO AMBIENTAL POR ACTIVIDAD ME**

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

Todas las actividades que conforman cada una de las etapas estudiadas para ambos escenarios producen una transformación negativa del medio.

Analizando el impacto ambiental que cada etapa del escenario MCI ejerce sobre el medio, se determinó que la operación de las lanchas constituye la de mayor impacto con 439,0 UIA, en donde el desplazamiento de las lanchas es la actividad que provoca la alteración más alta con 271,4 UIA debido a que impacta a la mayoría de factores ambientales, emitiendo gases contaminantes y material particulado en la combustión de gasolina, alterando la calidad del agua por derrames o vertidos de combustibles y aceite, generando vibraciones en el agua y ruido, afectando el hábitat de las especies y representado riesgo para la salud y seguridad de lancheros y turistas.

Para el escenario ME, la etapa de construcción y mantenimiento de la estación de recarga provocará el más alto impacto socio-ambiental con un valor de 163,0 UIA, ya que inducirá a la alteración de la calidad del suelo y del agua por la mala

disposición de los desechos sólidos generados y también de la calidad del aire por el ruido y material particulado emitidos en su construcción.

Se evidencia una reducción significativa del impacto que la actividad desplazamiento de lanchas produce sobre el medio, ya que pasó de 271,4 UIA en el escenario MCI a 36,7 UIA en el ME, un valor 7,4 veces menor, relacionado con la eliminación de la contaminación al agua y aire, y con la mejora de la experiencia de viaje tanto para usuarios como lancheros.

De igual manera se demuestra un descenso en el impacto socio-ambiental que la etapa de mantenimiento del motor conlleva, disminuyendo su valor en 5,3 veces al cambiar de 281,2 UIA para el MCI a 52,6 UIA para el ME, variación debida a la reducción en la generación de desechos peligrosos como: aceites y grasas usadas, trapos contaminados, derrames de combustibles, entre otros.

## **4.2 DETERMINACIÓN DEL BENEFICIO AMBIENTAL DEL CAMBIO DE TECNOLOGÍA**

Es conveniente indicar algunos beneficios que aporta el uso del motor eléctrico en el transporte marítimo de pasajeros:

- Ahorro energético

Los motores de combustión interna poseen altas pérdidas de energía en la conversión de combustible a energía mecánica para el movimiento, ya que alrededor del 70% de la energía del mismo se disipa en forma de calor, obteniendo una eficiencia energética de apenas 30%. Por el contrario, los motores eléctricos, alimentados por energía proveniente de la red pública que se almacena en la batería, presentan una eficiencia energética de alrededor del 90% (Gil & Prieto, 2012). De esta manera la eficiencia energética del ME es alrededor de tres veces superior que la registrada el MCI.

Además de su alta eficiencia, los ME no consumen energía cuando la embarcación se encuentra encendida sin moverse, difiriendo de los MCI que continúan consumiendo combustible cuando la embarcación se encuentra en las mismas condiciones anteriores (Gil & Prieto, 2012).

- Cero emisiones contaminantes en la operación

Los ME, al no utilizar combustibles fósiles para su funcionamiento, no generan emisiones perjudiciales para el ambiente y la salud como CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, HC no combustionado y material particulado, las cuales son efectos directos del funcionamiento de embarcaciones con MCI.

Cabe destacar que para considerar la supresión de generación de emisiones contaminantes como un beneficio ambiental integral, la energía necesaria para la recarga de los ME deberá provenir de fuentes renovables como parques eólicos, campos solares e inclusive del aprovechamiento de la energía mareomotriz.

Las emisiones sonoras de motores eléctricos también se reducen en gran proporción evitando la contaminación del aire y generando una mejor experiencia de viaje para usuarios del servicio y conductores de la embarcación.

- Riesgos ambientales a componentes bióticos y abióticos

Con el uso de ME como medios de propulsión en embarcaciones marinas se evitará derrames de combustibles que suceden al momento de la recarga, cambio de filtro o debido a fugas por desperfectos en el tanque que lo contiene o por averías en el motor. De igual forma con los vertidos de aceite producidos durante el cambio del mismo y de su filtro. Al librarse del vertido de estos productos se evitará la alteración de la calidad del agua marina y de la afectación a la biota en el lugar del siniestro.

Al no usar combustible ni aceite para su funcionamiento, los ME suprimen la generación de filtros y residuos peligrosos de esta clase de mantenimientos, obviando alteraciones al suelo.

En adición a lo anterior, es necesario tomar en cuenta la disminución de perjuicios ambientales debidos al cambio de tecnología en las baterías, ya que una de plomo, usada en MCI, durante su disposición final corre el riesgo de lixiviarse y liberar mayor cantidad de metales altamente tóxicos. Además está la periodicidad del cambio, que varía de 2 años en el MCI a 7 años en el ME, aproximadamente.

- Iniciativa tecnológica

La introducción del ME como tecnología de propulsión de los acuataxis en Puerto Ayora al igual que toda la innovación y desarrollo que esto conlleva, como la construcción del punto de recarga y la modernización de las flotas, servirá de refuerzo para el posicionamiento de Galápagos localización preferente para el desarrollo de iniciativas tecnológicas públicas, privadas o mixtas bajo los mayores estándares de calidad ambiental.

En las Islas Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad, se debe dar prioridad al desarrollo de iniciativas sustentables como esta, ya que representa un mercado potencial para la introducción de motores eléctricos, con el fin de preservar su fragilidad ecosistémica, belleza escénica, especies únicas, etc.

## CAPÍTULO 5

### PLAN DE MANEJO DE AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental se enfocará en el desarrollo de actividades aplicables al escenario de transporte marítimo con motor eléctrico, dado que el proyecto está orientado en la implementación de esta tecnología.

El PMA contempla los siguientes planes aplicables a las circunstancias de realización de este proyecto:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos
- Plan de Manejo de Residuos
- Plan de Capacitación
- Plan de Contingencias
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional
- Plan de Cierre y Abandono

La estructura de cada plan está basada en los lineamientos establecidos en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del Ministerio de Ambiente del Ecuador.

Para la elaboración de los mismos se tomó como base los siguientes documentos oficiales:

- Estándares Ambientales para la Operación de Embarcaciones en la Reserva Marina de Galápagos, establecidos por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DNPG), del 22 de mayo de 2013. (Resolución N° 0050)
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector de la Construcción menor o igual a veinte mil metros, del Sistema Único de Información Ambiental, del 14 de mayo de 2014.
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector del Transporte y Almacenamiento, del Sistema Único de Información Ambiental, del de mayo de 2013.

## 5.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE RECARGA

### 5.1.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
Flora y Fauna	Alteración del hábitat y/o pérdida de especies o individuos por caída de material de construcción al agua.	Colocar una caseta de lona alrededor del área de construcción para proteger el medio circundante.	GAD Municipal / Elecgalápagos	m <sup>2</sup> de lona instalada / área de construcción	- Factura de compra de la lona - Fotografías	Previo al inicio de actividades.
	Alteración de la calidad del agua por caída de material de construcción.					
Agua	Alteración de la calidad del agua por caída de piezas metálicas o de caucho.	Evitar el uso de máquinas manuales y herramientas que generen altos niveles de ruido de manera simultánea, alternando tareas.	Constructor	% de cumplimiento	Lista de chequeo	Continuo
	Contaminación atmosférica por generación de material particulado.					
Aire	Aumento de la presión sonora.					

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (CONTINUACIÓN)

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Aire</b>	Aumento de la presión sonora.	Realizar las actividades durante el día, cuando la afluencia de personas es máxima con el fin de no alterar a la biota.	Constructor	Horario de trabajo	Registro de ingreso y salida del personal	Continuo
		Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario, ya que evitará la emisión de ruido al área circundante.		Horario de uso de maquinaria	Registro de horario de uso de maquinaria	
		Realizar en talleres aislados las operaciones de corte de materiales.		N° fotografías	Registro fotográfico	
<b>Suelo</b>	Alteración de la calidad del suelo por vertidos de materiales de construcción.	Usar bateas para preparación de mezclas de concreto.	Constructor	% de cumplimiento	Listado de materiales para construcción	Continuo
<b>Paisaje</b>	Alteración de la calidad escénica por introducción de un elemento no acorde al medio.	Adecuar el punto de recarga con materiales acordes al medio.	GAD Municipal / Eleagalápagos	N° de materiales acordes al medio	Factura de compra de materiales	Previo al inicio de actividades
				N° fotografías	Registro fotográfico	Al término de actividades de construcción

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 5.1.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por vertidos de materiales de construcción.	Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear para evitar residuos o sobrantes en las mezclas efectuadas.	Constructor	Cálculo de proporciones de materia prima a utilizar	Cantidades de materiales adquiridos / Cantidades de materiales sobrantes	Al inicio de las actividades
	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de escombros.	No verter los restos de hormigón en el suelo.  Recoger los escombros y colocarlos en un tanque de metal ubicado en un área determinada para esa función.  Disponer los escombros recogidos en una escombrera autorizada.		N° de fotografías	Registro Fotográfico	Al término de actividades de construcción
			GAD Municipal / Eleccalápagos	Vol. escombros recogidos / Vol. tanque	- Registro de escombros recogidos. - Factura compra del tanque.	Continuo
			Constructor	N° de escombreras autorizadas	Registro de entrega de escombros	Al término de actividades de construcción

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 5.1.3 PLAN DE CAPACITACIÓN

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
Social	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral en la construcción.	Capacitar al personal en el manejo adecuado de herramientas y equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo.	GAD Municipal / PNG	N° de asistentes	Registro de capacitación firmado por los actores involucrados.	Previo al inicio de actividades.
	Contaminación del suelo por mala disposición de desechos de construcción y mantenimiento.	Capacitar a los trabajadores sobre actividades que generan residuos así como su correcto manejo.				
	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral en el mantenimiento de la estación de recarga.	Charlas sobre el riesgo eléctrico al que se exponen los trabajadores.	Elecgálappos	N° de asistentes	Registro de capacitación firmado por los actores involucrados.	Continuo

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

#### 5.1.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
		Señalización correcta de la zona de trabajo mediante: rótulos, vallas delimitadoras de áreas y cintas delimitadoras de peligro.		N° de señales instaladas	Facturas de compra de señalética	Previo al inicio de actividades de construcción.
	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral en labores de construcción.	Proveer de equipos de protección individual (EPP) tales como: casco, chaleco retroreflectivo, zapatos de punta de acero, respiradores, protección auditiva, guantes, overol y gafas.	GAD Municipal / Elecgalápagos	N° de EPP entregados	- Registro de entrega/recepción de EPI. - Facturas de compra.	Previo al inicio de actividades de construcción
<b>Social</b>		Controlar el uso obligatorio de EPP.		Lista de trabajadores	Registro de verificación	Continuo
	Riesgos a la salud por exposición a altos voltajes en labores de mantenimiento.	Colocar señalética que indique "Alto Voltaje" y "Riesgo Eléctrico" en la estación de recarga.  Proveer de equipos de protección individual (EPP) tales como: casco, guantes para trabajos en tensión, overol, gafas y zapatos de seguridad; de materiales aislantes sin metal.	Proponente INER / Elecgalápagos	N° de señales instaladas	Facturas de compra de señalética	Previo al funcionamiento
			Elecgalápagos	N° de EPP entregados	- Registro de entrega/recepción de EPI. - Facturas de compra.	Previo a actividades de mantenimiento

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

## 5.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACUA-TAXIS CON MOTOR ELÉCTRICO

### 5.2.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Flora y Fauna</b>	Afectación a individuos por colisiones en el desplazamiento de lanchas.	Mantener la velocidad establecida por la norma.  Instalar protectores de hélice.	Lanchero <sup>2</sup>  Proponente INER	Monitoreo de velocidad  N° protectores instalados	Informe de cumplimiento  Protectores instalados	Continuo  Previo a iniciar operaciones
	Alteración del hábitat de especies por contaminación del agua con sustancias peligrosas provenientes de actividades de mantenimiento.	Realizar la limpieza de bormes de conexión procurando que la solución de bicarbonato de sodio caiga sobre un recipiente, mismo que deberá ser dispuesto en una alcantarilla.	Lanchero	N° de fotografías	Registro Fotográfico	Continuo
	Disminución de individuos por ingesta de residuos de limpieza.	Utilizar detergentes biodegradables y libres de fosfatos para limpieza de la embarcación.	Lanchero	Ficha técnica del producto	- Ficha técnica de biodegradabilidad certificada. - Factura de compra.	Continuo

<sup>2</sup> Se considera lanchero a la persona que maneja la embarcación.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (CONTINUACIÓN)

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Flora y Fauna</b>	Disminución de individuos por ingesta de pintura del casco.	Al momento de pintar la embarcación exigir el uso de un tratamiento de pintura anti incrustante, libre de metales pesados, como plomo, estaño u otros, con el fin de evitar su desprendimiento al momento del desplazamiento.	Lanchero / INER	Ficha técnica del producto	- Ficha técnica de pintura anti incrustante y libre de metales certificada.  - Factura de compra.	Semestral
		Realizar la limpieza de bormes de conexión procurando que la solución de bicarbonato de sodio caiga sobre un recipiente, misma que deberá ser dispuesto en una alcantarilla.		Valor de pH	Registro de medición de pH.	
<b>Agua</b>	Alteración del pH por sustancias químicas.	Utilizar detergentes biodegradables y libres de fosfatos para limpieza de la embarcación.	Lanchero	Ficha técnica del producto	- Ficha técnica de biodegradabilidad certificada.  - Factura de compra.	Continuo
		Mantener la velocidad establecida por la norma.		Monitoreo de velocidad	Informe de cumplimiento	
<b>Agua</b>	Alteración de la calidad del agua por presencia de material particulado en labores de limpieza.	Aumentar a dos veces por año la periodicidad del pintado del casco.	Lanchero / INER	Registro de pintado	Factura de servicio de pintura.	Bianual

**PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (CONTINUACIÓN)**

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Aire</b>	Contaminación atmosférica por emisión de material particulado en labores de mantenimiento de la embarcación.	Contactar con un taller especializado donde realicen las actividades de mantenimiento en un sitio cerrado, para evitar corrientes de aire y dispersión de material particulado.	Lanchero / INER	N° talleres especializados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Listado de talleres.</li> <li>- Facturas de trabajo.</li> </ul>	Cuando se requiera

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

## 5.2.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Agua</b>	Alteración de la calidad del agua por basura arrojada desde embarcaciones.	Colocar rótulos en español e inglés que indiquen la prohibición de arrojar basura al mar.	Proponente INER	N° rótulos instalados	Facturas de compra del número de rótulos.	Previo al inicio
		Colocar contenedores para desechos sólidos, adecuados, visibles, identificados y ubicados estratégicamente con su respectiva funda, con el fin de separarlos y clasificarlos.			Registro fotográfico	Continuo
<b>Suelo</b>	Alteración de la calidad del suelo por goteo de sustancias contaminantes.	Contactar con un taller especializado donde realicen las actividades de mantenimiento sobre suelo de cemento y con debidas adecuaciones. Y que cuenten con una correcta disposición de desechos peligrosos.	Lanchero / INER	N° registro de talleres especializados	- Listado de talleres	Cuando se requiera
		Contactar a un gestor para que de tratamiento y/o disposición final correcta los desechos reciclables y peligrosos.			- Convenio de trabajo - Facturas de trabajo	
<b>Suelo</b>	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de desechos.	Colocar contenedores para desechos sólidos, adecuados, visibles, identificados y ubicados estratégicamente con su respectiva funda, con el fin de separarlos y clasificarlos.	Lanchero / INER	N° registro de gestores autorizados	- Listado de gestores.	Cuando se requiera
		Colocar contenedores para desechos sólidos, adecuados, visibles, identificados y ubicados estratégicamente con su respectiva funda, con el fin de separarlos y clasificarlos.			- Registro de entrega a gestor	

**PLAN DE MANEJO DE DESECHOS (CONTINUACIÓN)**

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Suelo</b>	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de desechos.	La embarcación deberá llevar un registro de desechos sólidos peligrosos, donde se indique el nombre del desecho, origen, cantidad y fecha de generación.	Lanchero / INER	N° de productos que generan o se convierten en desecho peligroso	Libro de registro	Continuo
		Contactar con un taller especializado que cumpla con las especificaciones de la autoridad ambiental en cuanto al almacenamiento de residuos sólidos contaminados.		N° talleres especializados	- Listado de talleres. - Facturas de servicio	Cuando se requiera

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 5.2.3 PLAN DE CAPACITACIÓN

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
Todos los componentes	Todos los impactos	Charla inductiva del funcionamiento de motores eléctricos y del mantenimiento de motores eléctricos.	Proponente INER	N° de asistentes	Registro de capacitación firmado por los actores involucrados	Previo al inicio del funcionamiento de lanchas.
		Charla sobre el Plan de Manejo Ambiental.				
Suelo	Contaminación del suelo por mala disposición de desechos.	Charla de Manejo de Residuos peligrosos, reciclables, no reciclables y orgánicos.	GAD Municipal / PNG	N° de asistentes	Registro de capacitación firmado por los actores involucrados	Anual
Social	Posible afectación a la salud y seguridad de la fuerza laboral.	Charla inductiva sobre Seguridad en el trabajo.	Naval / PNG	N° de asistentes	Registro de capacitación firmado por los actores involucrados.	Previo al inicio del funcionamiento de lanchas. Anual
Social	Potenciación de la experiencia de viaje	Comunicar a los usuarios potenciales del servicio acerca de la conversión tecnológica y del beneficio ambiental que esta conlleva, con el fin de aumentar la demanda de este nuevo servicio y su promoción a nivel nacional e internacional.	Proponente INER	N° de personas comunicadas	Registro de firmas de haber recibido inducción	Continua

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

## 5.2.4 PLAN DE CONTINGENCIAS

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Social</b>	Riesgos a la salud y seguridad por exposición a altos voltajes.	<p><u>Peligro de Electrocuación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenergizar el circuito en el área del siniestro.</li> <li>- Informar inmediatamente al Sistema de Emergencias.</li> <li>- Trasladar inmediatamente al afectado/s al centro de salud más cercano.</li> <li>- Señalizar el área del siniestro.</li> <li>- Reparar el área.</li> </ul>	Simulacro por: Elecgalápagos	Nº simulacros realizados		Realizar simulacros 2 veces al año
		<p><u>Peligro de Incendios por cortocircuito:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislar la zona afectada y evacuar la misma.</li> <li>- Desenergizar el circuito en el área del siniestro.</li> <li>- Informar inmediatamente al Cuerpo de Bomberos.</li> <li>- Si hubiese herido/s evacuarlos inmediatamente hacia el centro de salud más cercano.</li> <li>- Señalizar el área del siniestro.</li> </ul>	Aplicación de la medida: Armadores		Informe de simulacros	Aplicar la medida en caso de ocurrencia del siniestro

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 5.2.5 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Social</b>	Riesgos a la salud y seguridad de la fuerza laboral.	Usar chaleco salvavidas mientras se esté operando la lancha.	Lanchero	N° fotografías	Registro fotográfico	Continuo
		Colocar un extintor tipo C (riesgo eléctrico) dentro de la embarcación.	Proponente INER	N° fotografías	Registro fotográfico	Previo al funcionamiento
	Riesgos a la salud y seguridad de usuarios.	Proveer chalecos salvavidas suficientes para los usuarios.	Lanchero	N° de chalecos salvavidas disponibles	Registro fotográfico	Continuo
		Adecuar la embarcación con boyas salvavidas por posibles contingencias.	Proponente INER	N° de boyas adquiridas	Factura de compra	Previo al funcionamiento

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

### 5.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ETAPA DE ABANDONO

#### 5.3.1 PLAN DE CIERRE O ABANDONO

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
Todos los componentes	Todos los impactos	Al tiempo que la batería alcance su vida útil (7 años) se deberá entregar el desecho peligroso al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que la disponga de manera adecuada.	Proponente INER	Diagnóstico de fin de vida útil de la batería	Registro de entrega al DPNG	Al término de vida útil
Flora y Fauna	Alteración del hábitat de especies por contaminación del suelo con sustancias peligrosas.	Cuando el motor haya acabado su plazo de funcionamiento (25 años) se deberá entregarlo al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que se encargue de su disposición.	Proponente INER	Diagnóstico de fin de vida útil del motor	Registro de entrega al DPNG	Al término de vida útil
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por inadecuada disposición de desechos peligrosos.	Una vez que la embarcación haya cumplido su tiempo de vida útil (20 - 25 años) y puesto que la fibra de vidrio no es un material reciclable, se deberá retirar la embarcación del agua y contactar con un gestor que pueda compactar la embarcación y enviar el residuo al continente para su disposición final en un relleno sanitario.	Proponente INER	Diagnóstico de fin de vida útil de la fibra de vidrio	Registro de entrega a gestor	Al término de vida útil
Agua / Suelo	Alteración de la calidad del suelo/agua con sustancias peligrosas.					

**PLAN DE CIERRE O ABANDONO (CONTINUACIÓN)**

Componente Ambiental	Impacto Identificado	Medida Propuesta	Responsable	Indicador	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>Suelo</b>	Alteración de la calidad del suelo por mala disposición de desechos.	Cuando los paneles solares hayan alcanzado su tiempo de funcionamiento óptimo deberán ser entregados al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que trate de manera adecuada estos desechos electrónicos.	Proponente INER	Diagnóstico de fin de vida útil de paneles solares	Registro de entrega al DPNG	Al término de vida útil
<b>Estético</b>	Alteración de la calidad escénica					

ELABORACIÓN: Ortiz W.; Salinas S., 2015.

## 5.4 COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 5.4.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE RECARGA

**TABLA 5.1 COSTOS DEL PMA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE RECARGA**

Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales		
Actividades	Descripción	Costo Total (\$)
Colocar una caseta de lona alrededor del área de construcción para proteger el medio circundante.	Compra de materiales	40,00
Evitar el uso de máquinas manuales y herramientas que generen altos niveles de ruido de manera simultánea, alternando tareas.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Realizar las actividades durante el día, cuando la afluencia de personas es máxima con el fin de no alterar a la biota.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario, ya que evitará la emisión de ruido al área circundante.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Realizar en talleres aislados las operaciones de corte de materiales.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Usar bateas para preparación de mezclas de concreto.	Compra de bateas de 28 Lt	15,00
Adecuar el punto de recarga con materiales acordes al medio.	Compra de materiales	200,00

**TABLA 5.1 CONTINUACIÓN**

<b>Plan de Manejo de Desechos</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear para evitar residuos o sobrantes en las mezclas efectuadas.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00	0,00
No verter los restos de hormigón en el suelo.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00	0,00
Recoger los escombros y colocarlos en un tanque de metal ubicado en un área determinada para esa función.	Compra del tanque de 55 gal	50,00	50,00
Disponer los escombros recogidos en una escombrera autorizada.	Transporte de escombros hasta Parque Ambiental Fabricio Valverde	20,00	20,00
<b>Plan de Capacitación</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Capacitar al personal en el manejo adecuado de herramientas y equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo.	Taller de capacitación	200,00	200,00
Capacitar a los trabajadores sobre actividades que generan residuos así como su correcto manejo.	Taller de capacitación	150,00	150,00
Charlas sobre el riesgo eléctrico al que se exponen los trabajadores.	Taller de capacitación	200,00	200,00

**TABLA 5.1 CONTINUACIÓN**

<b>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Señalización correcta de la zona de trabajo mediante: rótulos, vallas delimitadoras de áreas y cintas delimitadoras de peligro.	Compra de elementos de señalización y advertencia	150,00
Proveer de equipos de protección individual (EPP) tales como: casco, chaleco retrorreflectivo, zapatos de punta de acero, respiradores, protección auditiva, guantes, overol y gafas.	Compra de EPP para construcción	450,00
Controlar el uso obligatorio de EPP.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Colocar señalética que indique "Alto Voltaje" y "Riesgo Eléctrico" en la estación de recarga.	Compra de elementos de señalización y advertencia	30,00
Proveer de equipos de protección individual (EPP) tales como: casco, guantes para trabajos en tensión, overol, gafas y zapatos de seguridad de materiales aislantes sin metal.	Compra de EPP para trabajos eléctricos	120,00
<b>TOTAL</b>		<b>1625,00</b>

#### 5.4.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACUATAXIS CON MOTOR ELÉCTRICO

**TABLA 5.2 COSTOS DEL PMA PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE ACUATAXIS CON MOTOR ELÉCTRICO**

Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales		
Actividades	Descripción	Costo Total (\$)
Mantener la velocidad establecida por la norma.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Instalar protectores de hélice.	Compra de protectores	40,00
Realizar la limpieza de bornes de conexión procurando que la solución de bicarbonato de sodio caiga sobre un recipiente, mismo que deberá ser dispuesto en una alcantarilla.	Compra de recipiente y productos de limpieza	15,00
Utilizar detergentes biodegradables y libres de fosfatos para limpieza de la embarcación.	Compra de detergentes biodegradables e implementos	70,00
Al momento de pintar la embarcación exigir el uso de un tratamiento de pintura anti incrustante, libre de metales pesados, como Pb, Sn u otros, con el fin de evitar su desprendimiento al momento del desplazamiento.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00
Aumentar a dos veces por año la periodicidad del pintado del casco.	Pintado del casco en taller especializado	500,00
Contactar con un taller especializado donde realicen las actividades de mantenimiento en un sitio cerrado, para evitar corrientes de aire y dispersión de material particulado.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00

**TABLA 5.2 CONTINUACIÓN**

<b>Plan de Manejo de Desechos</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>	
Colocar rótulos en español e inglés que indiquen la prohibición de arrojar basura al mar.	Compra de rótulos	20,00	
Colocar contenedores para desechos sólidos, adecuados, visibles, identificados y ubicados estratégicamente con su respectiva funda, con el fin de separarlos y clasificarlos.	Compra e instalación de contenedores	60,00	
Contactar con un taller especializado donde realicen las actividades de mantenimiento sobre suelo de cemento y con debidas adecuaciones. Y que cuenten con una correcta disposición de desechos peligrosos.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00	
Contactar a un gestor para que de tratamiento y/o disposición final correcta los desechos reciclables y peligrosos.	Transporte de desechos hasta Parque Ambiental Fabricio Valverde	20,00	
La embarcación deberá llevar un registro de desechos sólidos peligrosos, donde se indique el nombre del desecho, origen, cantidad y fecha de generación.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00	
Contactar con un taller especializado que cumpla con las especificaciones de la autoridad ambiental en cuanto al almacenamiento de residuos sólidos contaminados.	El responsable debe vigilar el cumplimiento	0,00	

**TABLA 5.2 CONTINUACIÓN**

<b>Plan de Capacitación</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Charla inductiva del funcionamiento y mantenimiento de motores eléctricos.	Viáticos del personal y charla inductiva	400,00
Charla sobre el Plan de Manejo Ambiental.	Viáticos del personal y taller de capacitación	400,00
Charla de Manejo de Residuos peligrosos, reciclables, no reciclables y orgánicos.	Taller de capacitación	200,00
Comunicar a los usuarios potenciales del servicio acerca de la conversión tecnológica y del beneficio ambiental que esta conlleva, con el fin de aumentar la demanda de este nuevo servicio y su promoción a nivel nacional e internacional.	Folletos informativos, personal que brinde información y propaganda visual	1000,00
<b>Plan de Contingencias</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Peligro de electrocución	Actuación y simulacro	500,00
Peligro de incendios por cortocircuito	Actuación y simulacro	500,00

**TABLA 5.2 CONTINUACIÓN**

<b>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Anual (\$)</b>
Usar chaleco salvavidas mientras se esté operando la lancha.	Compra de chaleco	30,00
Colocar un extintor tipo C (riesgo eléctrico) dentro de la embarcación.	Compra de extintor	62,00
Proveer chalecos salvavidas suficientes para los usuarios.	Compra de chalecos	480,00
Adecuar la embarcación con boyas salvavidas por posibles contingencias.	Comprar boyas salvavidas	240,00
<b>TOTAL</b>		<b>4537,00</b>

### 5.4.3 ETAPA DE CIERRE O ABANDONO

**TABLA 5.3 COSTOS DEL PMA PARA EL ABANDONO DEL PROYECTO**

Plan de Cierre o Abandono		
Actividades	Descripción	Costo Total (\$)
Al tiempo que la batería alcance su vida útil (7 años) se deberá entregar el desecho peligroso al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que la disponga de manera adecuada.	Transporte de batería hasta Parque Ambiental Fabricio Valverde	20,00
Cuando el motor haya acabado su plazo de funcionamiento (25 años) se deberá entregarlo al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que se encargue de su disposición.	Transporte de motor hasta Parque Ambiental Fabricio Valverde	20,00
Una vez que la embarcación haya cumplido su tiempo de vida útil (20 - 25 años) y puesto que la fibra de vidrio no es un material reciclable, se deberá retirar la embarcación del agua y contactar con un gestor que pueda compactar la embarcación y enviar el residuo al continente para su disposición final en un relleno sanitario.	Transporte de embarcación hasta el continente	500,00
Cuando los paneles solares hayan alcanzado su tiempo de funcionamiento óptimo deberán ser entregados al DPNG/GAD municipal de Santa Cruz para que trate de manera adecuada estos desechos electrónicos.	Transporte de paneles Ambiental Fabricio Valverde	20,00
<b>TOTAL</b>		<b>560,00</b>

**5.4.4 COSTO TOTAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL****TABLA 5.4** COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PMA

<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Costo (\$)</b>
Construcción y operación de la estación de recarga	1625,00
Operación y mantenimiento de acuataxis con motor eléctrico	4537,00
Cierre o abandono	560,00
<b>TOTAL</b>	<b>6722,00</b>

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- Las islas Galápagos, al poseer los títulos de Patrimonio Natural de la Humanidad y Reserva de la Biósfera, constituyen un ecosistema frágil en el cual se debe promover que las actividades desarrolladas utilicen fuentes de energía alternativa y renovable, para de esta manera minimizar actividades que con el uso de combustibles fósiles contaminan el ambiente y emiten gases de efecto invernadero.
- Se evidenció, mediante visita al área de influencia, que la operación del modelo actual de transporte marítimo en el sector taxi genera afectaciones negativas sobre el agua, aire, suelo, paisaje, salud y seguridad de lancheros, ya que no posee documento ambiental alguno que exija su funcionamiento bajo óptimos estándares de calidad a pesar de encontrarse en un área de alta fragilidad ecosistémica.
- Para la realización de este proyecto de titulación se concluyó que la metodología mejor adaptada a los requerimientos fue la matriz causa-efecto desarrollada por Leopold, ya que permitió insertar factores ambientales y actividades aplicables a los escenarios de movilidad marítima actual (motor de combustión interna) y futuro (motor eléctrico) para realizar la valoración de impactos y establecer una comparación entre las dos opciones.
- Con el fin de disminuir la subjetividad dentro de la metodología escogida para la valoración de impactos socio-ambientales, se decidió que el método desarrollado por Vicente Conesa para la determinación de la importancia es altamente aplicable, puesto que considera varios atributos para su caracterización y establece una escala de valores para cada uno de ellos; así

mismo, para la magnitud, se utilizó el método panel de expertos, conformado por especialistas en el tema y el área de estudio, buscando unificar criterios desde varios puntos de vista y obtener un valor consensuado.

- Una vez realizada la evaluación de impactos socio-ambientales para comparar las tecnologías de propulsión de una embarcación con motor de combustión interna y otra con motor eléctrico, se determinó que esta última generaría 2,8 veces menos afectación al medio de implantación, esto debido a que se suprime la contaminación del aire por la no emisión de gases y material particulado producto de la combustión y se disminuye la alteración de la calidad del agua y del suelo al no utilizar combustibles y aceites, mismos que generan o se convierten en desechos peligrosos; lo anterior se traduce en un menor impacto negativo sobre la biota y el hábitat marino, y en una mejora de la experiencia de viaje tanto para turistas como para lancheros cuyos riesgos a la salud se minimizan.
- Para el análisis de impactos socio-ambientales se consideró que las labores de mantenimiento de la embarcación futura (limpieza del casco y cubierta, pintado del casco y arreglo de daños en el casco por colisiones) serán las mismas que la de la actual, ya que para ambos casos el material de construcción es el mismo (fibra de vidrio), por lo que los impactos detectados se asemejarán.
- El plan de manejo ambiental propuesto para la inserción del nuevo modelo de propulsión establece un grupo de medidas que colaborarán directa e indirectamente con la conservación y mantenimiento de la calidad del ecosistema, debido a que están basadas en normas y estándares de prevención y mitigación de impactos, pudiendo ser replicado y adaptado a embarcaciones similares existentes y futuros proyectos relacionados. Para la ejecución del mismo se identificaron varios actores responsables como lancheros, proponente del proyecto, empresa constructora, GAD Municipal, PNG y Elecgalápagos.

- Si bien el proyecto a desarrollarse generará impactos negativos sobre el ambiente, tomando las medidas especificadas en el PMA propuesto en este trabajo, estos se minimizarán o se evitarán por completo, lo que no sucede con la operación de lanchas taxi con MCI, ya que no existen medidas ambientales que logren el mismo objetivo.
- El proyecto de propulsión de taxis acuáticos con motores eléctricos aplicado a las condiciones frágiles de las Islas Galápagos contribuirá de manera sustancial a la conservación de este ecosistema con la mejora de la calidad de los componentes ambientales demostrada en la evaluación de impactos ambientales y en estudios que denotan el beneficio ambiental de este tipo de tecnología.
- El uso de paneles solares colocados en el techo de la embarcación contribuirá a que el consumo de energía proveniente de la estación de recarga se vea reducido, ya que esta proviene de la red pública y podría ser utilizada en otros sectores socio-económicos de la isla, y favorecerá el uso de una energía alternativa limpia.
- El alcance de esta tesis no abarca la determinación de costos económicos, debido a que al ser el cambio de tecnología de propulsión marítima un proyecto piloto vinculado a la iniciativa “Cero combustibles fósiles en Galápagos”, se prioriza la conservación del ecosistema frágil del archipiélago y se desestima los valores monetarios que su implementación conlleva.
- Una limitación que se presentó durante la realización de este trabajo fue la imposibilidad de realizar toma de muestras de agua y aire debido a las estrictas normas que rigen a las islas. Sin embargo mediante la visita e interacción con los lancheros, se evidenció la afectación del modelo actual al medio biótico, físico y socio-económico.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Para un análisis a profundidad de la situación actual del medio marino afectado por la operación de taxis acuáticos y demás embarcaciones ubicadas en el área de influencia, se debería trabajar conjuntamente con la Autoridad Ambiental, en este caso la Dirección del Parque Nacional Galápagos, para la toma y análisis de muestras de agua y suelo que permita obtener una estimación más precisa de su contaminación, y de este modo estimar el impacto del cambio de tecnología propuesta.
- Se recomienda, en el caso de desarrollar proyectos direccionados hacia el uso de energías alternativas o de conversión de tecnologías en el transporte, que se seleccione una fracción del mismo en la cual sean más evidentes los impactos socio-ambientales, para que de esta se contribuya de forma significativa con la mejora de las condiciones ambientales.
- El proyecto de conversión de tecnologías de propulsión constituye una prueba piloto para determinar su factibilidad en el Archipiélago, por lo que se recomienda su ampliación al resto de embarcaciones y un seguimiento adecuado del desempeño energético del mismo.
- Para que el beneficio ambiental del proyecto sea completo, en un futuro, la estación de recarga debería ser abastecida por energía limpia proveniente de fuentes alternativas que alimenten únicamente a dicha estación.
- El uso de planes de manejo constituye una herramienta para prevenir afectaciones socio-ambientales, por lo que deberán ser establecidos antes de que se desarrolle la actividad y estar basados en estándares nacionales de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Constituyente. (20 de octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador.*  
[http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Asamblea Nacional. (11 de junio de 2015). *Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos.*
- Betancourt, L. (2004). *Plan de Manejo de Desechos Sólidos en la Gestión Ambiental Empresarial.* <http://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos-solidos.shtml>
- Bungartz, F., Herrera, H. W., Jaramillo, P., Tirado, N., Jiménez-Uzcátegui, G., Ruiz, D., . . . Ziemmeck, F. (2009). *Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin.*  
<http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/>
- Coloma, A. (2007). Reserva Marina de Galápagos. *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador.* (ECOFUND, FAN, DarwinNet, & IGM, Edits.)
- Coloma, A., Rivadeneira, J., & Rivadeneira, C. (2007). Parque Nacional Galápagos. *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador.* (ECOFUND, FAN, IGM, & DarwinNet, Edits.)
- Conesa, V. (2009). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (cuarta ed.).
- Congreso Nacional. (27 de diciembre de 2002). *Ley de Turismo.*  
<http://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/Ley-de-Turismo-MINTUR.pdf>
- Coronel, F. (2013). *Planificación Estratégica del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón San Cristóbal.*  
<http://sancristobalgalapagos.gob.ec/wp-content/gallery/InformacionLegal/Plan%20Estrategico%20Institucional.pdf>

Danulat, E., & Edgar, G. (2002). Reserva Marina de Galápagos: Línea Base de la Biodiversidad.

[http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG\\_linea\\_base\\_rmg.pdf](http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG_linea_base_rmg.pdf)

Dirección del Parque Nacional Galápagos. (22 de mayo de 2013). Estándares ambientales para la operación de embarcaciones dentro de la Reserva Marina de Galápagos.

Espinoza, G. (2002). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2009/03/gestion-y-fundamentos-de-eia.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Cruz. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Cruz 2012 - 2027.

Heylings , P., Bensted-Smith , R., & Altamirano, M. (2002). Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad.

[http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG\\_linea\\_base\\_rmg.pdf](http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG_linea_base_rmg.pdf)

Honorable Congreso Nacional, Comisión de Legislación y Codificación. (10 de septiembre de 2004). Codificación de la Ley de Gestión Ambiental.

<http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

Honorable Congreso Nacional, Comisión de Legislación y Codificación. (10 de septiembre de 2004). Codificación de la Ley Forestal y De Conservación De Áreas Naturales y Vida Silvestre. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/LEY-FORESTAL-Y-DE-CONSERVACION-DE-AREAS-NATURALES-Y-VIDA-SILVESTRE.pdf>

INOCAR. (2011). Derrotero Capítulo VI: Islas Galápagos.

[http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero\\_cap\\_VI.pdf](http://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_VI.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda de 2010.

<http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction>

Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (s.f.). Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental.

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/gelaboestuimpacambi.pdf>

- Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Dirección General de Asuntos Ambientales. (2001). Guía de Relaciones comunitarias.  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaelectrical.pdf?pvhvqgkumixbjsku?ceszfvvhfqiieqq>
- Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos. (10 de febrero de 2014). Código Orgánico Integral Penal. [http://www.justicia.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/c%C3%B3digo\\_org%C3%A1nico\\_integral\\_penal\\_-\\_coip\\_ed.\\_sdn-mjdhc.pdf](http://www.justicia.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/c%C3%B3digo_org%C3%A1nico_integral_penal_-_coip_ed._sdn-mjdhc.pdf)
- Ministerio de Salud Pública. (s.f.). Cartera de Servicios Hospitalarios.  
[http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/varios/folleto\\_hospitales.pdf](http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/varios/folleto_hospitales.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). Guía General de Buenas Prácticas Ambientales.
- Ministerio del Ambiente. (29 de abril de 2014). Acuerdo Ministerial 006: Reforma al Título I y IV del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Acuerdo-Ministerial-006.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (mayo de 2014). Guía de Buenas Prácticas Ambientales el sector de Construcción menor o igual a veinte mil metros.
- Observatorio de Turismo de Galápagos. (2015). Boletín Galápagos.  
[http://www.observatoriogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/2015/04/Boletin\\_GPS\\_2015.pdf](http://www.observatoriogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/2015/04/Boletin_GPS_2015.pdf)
- Parque Nacional Galápagos. (2005). Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos.  
[http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG\\_plan\\_de\\_manejo.pdf](http://www.galapagospark.org/documentos/DPNG_plan_de_manejo.pdf)
- Piu, M. (s.f.). La Reserva Marina de Galápagos.  
<http://www.reservasmarinas.net/eventos/pdf/galapagos.pdf>
- Presidencia de la República. (31 de marzo de 2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Libro VI De la Calidad Ambiental. <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI.pdf>
- Presidencia de la República. (31 de marzo de 2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Libro VII Del Régimen Especial: Galápagos.

Presidencia de la República. (19 de octubre de 2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.*

[http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_org.pdf)

Universidad Nacional Rio Negro. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental.*

<http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>