

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS
SILVOPASTORILES COMO MEDIDAS DE
COMPENSACIÓN AMBIENTAL Y
MEJORAMIENTO DEL PAISAJISMO
ESCÉNICO A LO LARGO DEL BY-PASS
PERIFÉRICO GERARDO BARRIOS DE LA
CIUDAD DE SAN MIGUEL**

PRESENTADO POR:

RICARDO AMED GUARDADO HERNÁNDEZ

KEILA TATIANA RIVERA CÁCERES

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**MAESTRO(A) EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

MSc. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE POSGRADO

DIRECTOR:

MSc. MANUEL ROBERTO MONTEJO SANTOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**MAESTRO(A) EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE
LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS**

Título :

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS
SILVOPASTORILES COMO MEDIDAS DE
COMPENSACIÓN AMBIENTAL Y
MEJORAMIENTO DEL PAISAJISMO
ESCÉNICO A LO LARGO DEL BY-PASS
PERIFÉRICO GERARDO BARRIOS DE LA
CIUDAD DE SAN MIGUEL**

Presentado por:

RICARDO AMED GUARDADO HERNÁNDEZ

KEILA TATIANA RIVERA CÁCERES

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor(a):

DR. FRANCISCO ANTONIO ÁLVAREZ ECHEVERRÍA

SAN SALVADOR, MAYO 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

DR. FRANCISCO ANTONIO ÁLVAREZ ECHEVERRÍA

DEDICATORIA

La Madre Tierra, que es en la que todos caminamos, la que día con día nos ve como crecemos y la que maltratamos de una u otro forma, ella nos da abrigo y alimentación si la labramos sin pedir nada a cambio. A Dios por permitirme la sabiduría necesaria que necesitaba para culminar esta faena, así como la vida que me ha prestado después de sobrellevar una enfermedad, y poco a poco hemos podido ir cumpliendo las metas con mucho esfuerzo y dedicación.

A mi abuela Valentina Hernández, que sé que desde el cielo está viendo que he terminado esta meta.

A mi esposa, Yenci Verónica Rosales, mi hija Aruna Alexandra Guardado y mi hijo Carlos Eduardo, la primera por darme la dicha de convertirme en padre y al segundo por dejarme llamarlo hijo y gracias por todo este tiempo que me han dado su comprensión en dejarme cumplir esta meta.

También a mi madre Sandra Elizabeth Hernández de Guardado y mi padre Ricardo guardado Mejía que siempre me han apoyado en todo lo que me he propuesto en mi vida.

Ricardo Amed Guardado Hernández

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo, en primer lugar, a Dios que ha caminado conmigo en el transcurso de mi vida y ha sido el apoyo más grande en quien yo he puesto todas las acciones que realizo día a día.

Dedicarlo a la memoria de mi abuelito Andrés, porque siempre estuvo al pendiente de mi formación académica y todos los sacrificios realizados han dado fruto al poder culminar este nuevo paso.

A mi mami Marta, por todo el apoyo brindado a lo largo de toda mi formación académica, gracias por todos los sacrificios realizados para poderme dar esta oportunidad de superación y darme todo lo necesario para superar cualquier obstáculo.

A mis hermanos, Erick, Gerson y Lito, que nunca han querido que me rinda y quiero que se sientan parte de este triunfo, gracias por el apoyo.

A mis amigos, en especial a Samuel Guzmán, Miguel, Rodrigo, Karen, Karen Doñan y Rodri, José Manuel, Alfonso, Vanessa y Manuelito, Josué, Adri, gracias por la paciencia mostrada en momentos difíciles.

A mi padrino, Armando Cisneros, por su apoyo incondicional y el cariño que siempre me ha brindado.

A mi esposo, Sam, gracias por el amor, la amistad, el cariño, la paciencia que mostraste durante este proceso, por tus atenciones y preocupaciones.

A toda mi familia que de una u otra manera han contribuido a que este logro por fin sea una realidad, obtener este título ha sido posible por todo el apoyo recibido.

Keila Tatiana Rivera Cáceres

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de El Salvador que es mi casa de estudios y también mi segunda casa, donde me he instruido profesionalmente y sigo formándome para seguir adquiriendo conocimientos que los pondré en práctica en la vida y en el trabajo. También agradezco a la Junta directiva de la FIA por darme la oportunidad de estudiar la maestría, a la escuela de Posgrados de la FIA por darme apoyo administrativo y a mis compañeros de trabajo por darme ánimos en seguir adelante.

A mis hermanos, primos y demás familiares que siempre me han dado algún tipo de ánimo en seguir adelante.

A mis compañeros de maestría (Samuel Barahona, Kei Rivera, Manuel García, Vanessa Olivar, Zulma Cerna, Guillermo Berrios, Anita Umaña, Diego León, Sonia García, Cesar González, Alfonso Bonilla, Katya Gutiérrez, Karla Baires, Lidia Marengo, Carmeline Góchez, Alison Menjívar e Iván Guzmán), que me aguantaron durante casi 3 años, iniciamos de manera presencial y terminamos de manera online debido al COVID-19, fue una bonita experiencia al compartir con ellos experiencias de trabajo, estudio y diversión, gracias a tod@s.

A los maestros Manuel Montejó, Rafael Reyes, Enrique Guerrero, Jorge Muñoz, Angela Rodríguez, Alcides Arriola, Javier Miranda, Francisco Álvarez y Margarita Castro por todo su conocimiento y experiencia compartida con todos los compañeros de clases.

También se le agradece a nuestro asesor Dr. Francisco Álvarez por sus recomendaciones y pautas técnicas que se aplicaron para el desarrollo del presente trabajo, así mismo a OIKOS Solidaridad por el apoyo con toda la información para el desarrollo del presente documento.

Y a mi compañera de tesis, Arqta. Keila Cáceres por aguantarme en todo este trabajo, a pesar de los inconvenientes de salud de ambos y de trabajo se ha podido finalizar satisfactoriamente este trabajo, no me queda más que darle las gracias a ella y a su esposo Samuel Alas por todo el apoyo brindado a mi persona... Muchas gracias de todo corazón.

“Los sueños de las personas jamás tendrán fin”

Eiichiro Oda

Ricardo Amed Guardado Hernández

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme permitido lograr cada uno de los propósitos trazados y así concluir el trabajo de Graduación y ver reflejado en este triunfo el fruto de todos los sacrificios.

Al Ingeniero Daniel Alas y a la familia de OIKOS Solidaridad, por haber depositado en nosotros la confianza para el desarrollo de este trabajo y por su colaboración en la búsqueda de la información requerida.

A mi familia, Rivera Cáceres y la Familia Alas Deleón por mostrarme la paciencia, el cariño y los consejos que han contribuido de una u otra manera en los momentos de cansancio y estar a mi lado superando las pruebas y los obstáculos a lo largo de mi formación.

A nuestros Amigos y Compañeros, con los que compartimos las mejores experiencias en el transcurso de la Maestría.

Al Doctor Francisco Álvarez, nuestro asesor por haber colaborado con el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

Al cuerpo docente de cada asignatura recibida, en especial al Ing. Manuel Montejo, Ing. Enrique Guerrero y Lic. Alcides Arriola, por su accesibilidad, disponibilidad y ayuda mostrada en el desarrollo de nuestro trabajo y transmitir sus conocimientos para solventar las dudas surgidas en el desarrollo del mismo. Y a todos los docentes que han formado parte esencial de nuestra formación profesional.

Al Ing. Carlos Milián y al resto de mis compañeros de trabajo, que me dieron la oportunidad de poder culminar mis estudios, gracias por el apoyo brindado en los momentos más críticos y la paciencia mostrada durante este proceso.

A mi Padrino Ing. Armando Cisneros y al Ing. Samuel Guzmán, por el apoyo moral y amistad sincera brindado a lo largo de estos años de formación.

Gracias a mi esposo, Samuel Alas, por tu compañía y disponibilidad en todo este proceso, por compartir conmigo este triunfo y celebran cada logro a tu lado.

A mi compañero de tesis, Ing. Ricardo Amed, gracias por compartir esta experiencia conmigo y poder culminar satisfactoriamente este proceso.

Keila Tatiana Rivera Cáceres

Contenido

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abreviaturas y siglas utilizadas en el documento. | i |
| Glosario:..... | ii |
| Introducción: | v |
| Objetivo General: | vi |
| Objetivos Específicos:..... | vi |
| Alcances: | vi |
| Hipótesis..... | vi |
| CAPÍTULO 1 - MARCO TEÓRICO | 8 |
| 1.1 Panorama general de los Sistemas Silvopastoriles..... | 8 |
| 2.2.1 Antecedentes | 8 |
| 2.2.2 Definición de los Sistemas Silvopastoriles | 9 |
| 2.2.3 Tipología de los Sistemas Silvopastoriles | 10 |
| 2.2.4 Componentes de los Sistemas Silvopastoriles..... | 11 |
| 2.2.5 Arreglos espaciales de los sistemas silvopastoriles..... | 12 |
| 1.2 Contribución de los Sistemas Silvopastoriles a la biodiversidad en paisajes fragmentados | 15 |
| 1.3 Desarrollo de los SSP como medida de compensación a la adaptación al cambio climático con sostenibilidad..... | 15 |
| 1.4 Los Sistemas Silvopastoriles y su importancia socioeconómica y ambiental | 16 |
| 1.5 Los Sistemas Silvopastoriles y el paisajismo escénico en la red vial..... | 19 |
| 1.5.1 Acceso a los paisajes | 19 |
| 1.5.2 Visión del paisaje desde la carretera | 19 |
| 1.5.3 La percepción del paisaje por el viajero en la carretera | 20 |
| 1.5.4 El motivo del viaje del conductor..... | 21 |
| 1.5.5 Integración de la carretera en el paisaje | 21 |
| 1.5.6 Ajardinamientos en la infraestructura vial | 21 |
| 1.5.7 Desafío de la infraestructura verde..... | 22 |
| 1.6 Métodos para la evaluación de proyectos..... | 22 |
| 1.6.1 Métodos para el desarrollo de la investigación | 23 |
| 1.6.2 Métodos para la evaluación económica..... | 28 |
| 1.6.3 Métodos para la evaluación social..... | 38 |
| 1.6.4 Métodos para la evaluación del Paisajismo Escénico | 40 |
| 1.6.5 Métodos para la evaluación ambiental | 45 |

| | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.7 | Los Sistemas Silvopastoriles y la legislación ambiental en El Salvador..... | 60 |
| 1.8 | Desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles como práctica a la adaptación al cambio climático a nivel internacional | 63 |
| Capítulo 2 – Metodología de la investigación..... | | 70 |
| 2.1 | Proceso Metodológico..... | 70 |
| 2.2 | Métodos para la evaluación Socioeconómica | 74 |
| 2.2.1 | Aspectos para la selección del Método para evaluación Socioeconómica..... | 75 |
| 2.3 | Métodos para la evaluación del paisajismo escénico | 77 |
| 2.3.1 | Aspectos para la evaluación del Paisajismo escénico | 78 |
| 2.4 | Métodos para la evaluación ambiental | 80 |
| 2.4.1 | Aspectos para la evaluación Ambiental | 81 |
| Capítulo 3 – Desarrollo de la investigación | | 85 |
| 3.1 | Proceso Metodológico..... | 85 |
| 3.2 | Caracterización del área de estudio | 86 |
| 3.2.1 | Antecedentes | 86 |
| 3.3 | Condiciones del área del proyecto | 86 |
| 3.3.1 | Geográficas..... | 86 |
| 3.3.2 | Demográficas. | 87 |
| 3.3.3 | Económicas (Agricultura y ganadería)..... | 90 |
| 3.4 | Sustentación del proyecto..... | 93 |
| 3.4.1 | Plan quinquenal | 93 |
| 3.4.2 | Plan de ordenamiento y desarrollo territorial | 94 |
| 3.4.3 | Plan de desarrollo territorial de la sub región de San Miguel para el año 2024 | 95 |
| 3.5 | Perfil del proyecto de Bypass de San Miguel..... | 95 |
| 3.6 | Selección del área de estudio y rutas donde realizar la implementación de los SSP | 98 |
| 3.6.1 | Estudio de alternativas donde irán los SSP | 98 |
| 3.6.2 | Selección y evaluación de tramos | 99 |
| 3.6.3 | Comparativa de selección y evaluación de tramos..... | 101 |
| 3.6.4 | Tramo seleccionado para realizar la implementación de los SSP | 105 |
| 3.7 | Evaluación socioeconómica | 106 |
| 3.7.1 | Descripción del método..... | 106 |
| 3.7.2 | Análisis del Costo Beneficio | 107 |
| 3.7.3 | Criterios de evaluación de los costos sociales | 108 |
| 3.7.3.1 | Definir problema y alternativas posibles | 108 |
| 3.7.3.2 | Identificar los involucrados | 108 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.7.3.3 Conversión de costos operativos a costos sociales..... | 110 |
| 3.7.4 Costos del proyecto | 111 |
| 3.7.4.1 Inversión propia..... | 111 |
| 3.7.4.2 Inversión requerida e inversión inicial a precios sociales | 112 |
| 3.7.4.3 Inversión inicial a precio social..... | 115 |
| 3.7.4.4 Elaboración de flujos de costos a precios sociales. | 119 |
| 3.7.5 Identificación de beneficios sociales..... | 121 |
| 3.7.5.1 Beneficio Indirecto (Análisis Cualitativo) | 121 |
| 3.7.5.2 Cuantificación de los beneficios sociales | 122 |
| 3.8 Evaluación Ambiental | 128 |
| 3.8.1 Ambiente Físico | 128 |
| 3.8.2 Ambiente Biológico | 136 |
| 3.8.3 Ambiente Socioeconómico..... | 142 |
| 3.8.4 Identificación y evaluación de impactos ambientales | 146 |
| 3.8.5 Factores ambientales a ser susceptibles de ser modificados por el proyecto. | 149 |
| 3.8.6 Identificación de impactos ambientales | 151 |
| 3.8.7 Identificación de impactos en el proyecto de implementación de SSP a lo largo del Bypass de San Miguel..... | 155 |
| 3.8.9 Consideraciones sobre la evaluación ambiental | 158 |
| 3.9 Evaluación Paisajística..... | 160 |
| 3.9.1 Variables para evaluar la fragilidad del paisaje..... | 160 |
| 3.9.2 Factores de valoración del paisaje..... | 163 |
| 3.9.3 Valoración del paisaje. | 163 |
| Capítulo 4 – Conclusiones y Recomendaciones..... | 167 |
| 4.1 Conclusiones | 167 |
| 4.2 Recomendaciones..... | 168 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 169 |
| ANEXO 1: CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO. | 171 |

Índice de Figuras

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1. Integración de los componentes en un sistema silvopastoril..... | 12 |
| Figura 2. Arreglos espaciales de los Sistemas Silvopastoriles..... | 14 |
| Figura 3. Diseño de investigación basada en métodos mixtos..... | 24 |
| Figura 4. Los Sistemas Silvopastoriles en el continente europeo..... | 64 |
| Figura 5. Los Sistemas Silvopastoriles en América del Sur..... | 65 |
| Figura 6. Los Sistemas Silvopastoriles en Costa Rica..... | 66 |
| Figura 7. Proyecto Piloto de CORDES en Chalatenango..... | 67 |
| Figura 8. Cultivo de hortalizas y frutas en la zona oriental..... | 68 |
| Figura 9. Sistemas agroforestales y silvopastoriles..... | 69 |
| Figura 10: guía para los problemas de evaluación..... | 72 |
| Figura 11: esquema general del proceso metodológico..... | 84 |
| Figura 12: protección de taludes y terracerías..... | 86 |
| Figura 13: Localización del proyecto..... | 87 |
| Figura 14: Distribución de Población de El Salvador (2007 por municipio) | 88 |
| Figura 15: Ubicación Geográfica del departamento de San Miguel..... | 89 |
| Figura 16: Distribución de los productores de Bovinos por rango según Municipio..... | 92 |
| Figura 17: Plan propuesto por MOP del Bypass de San Miguel..... | 97 |
| Figura 18. Climograma del municipio de San Miguel..... | 129 |
| Figura 19 Diagrama de temperaturas en el Municipio de San Miguel..... | 129 |
| Figura 20. Datos históricos de temperatura y precipitación del Municipio de San Miguel..... | 130 |
| Figura 21. Regiones hidrográficas aledañas al proyecto, el cual está dentro de la Cuenca del Río Grande de San Miguel..... | 132 |
| Figura 22. Mapa de Uso del Suelo..... | 133 |
| Figura 23 Clasificación del suelo por capacidad de uso. La zona del proyecto cuenta con suelos de las clases II a VIII..... | 134 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 24. Mapa Pedológico de la zona del proyecto donde predominan los suelos Grumosoles y Litosoles..... | 135 |
| Figura 25. Mapa de pendientes de la zona del proyecto, en su mayoría son menores al 15%..... | 135 |
| Figura 26: Mapa de Riesgos a Inundaciones. La zona del proyecto carece de mayores riesgos de inundación..... | 136 |
| Figura 27. Mapa de Zonas de Vida según Holdrige. La zona del proyecto se clasifica dentro de la Zona de Vida conocida como Bosque Seco Tropical, Transición a Sub Tropical bs.T (c)..... | 137 |
| Figura 28. Áreas Naturales Protegidas (en color verde) se encuentran distantes y fuera de la zona de influencia del proyecto..... | 138 |
| Figura 29: Mapa de Vegetación presente en la zona del proyecto, la cual es predominantemente de cultivos y otros sistemas productivos como ganadería..... | 138 |
| Figura 30. Composición del suelo del municipio de San Miguel..... | 161 |
| Figura 31. Embotellamiento a la entrada de la ciudad de San Miguel..... | 162 |
| Figura 32. Vistas del municipio de San Miguel..... | 163 |
| Figura 33. Ubicación del Proyecto..... | 171 |

Índice de cuadros

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 1: Resumen de las ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles..... | 17 |
| Cuadro 2: Factores para la evaluación de la fragilidad del paisaje..... | 45 |
| Cuadro 3: Componentes Ambientales..... | 54 |
| Cuadro 4: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación socioeconómica..... | 74 |
| Cuadro 5: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación del paisajismo escénico..... | 77 |
| Cuadro 6: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación ambiental..... | 80 |
| Cuadro 7: Población del país y ciudades Principales..... | 88 |
| Cuadro 8: Población Por área y sexo con Proyección al año 2021..... | 90 |
| Cuadro 9: Resumen de datos económicos en El Salvador..... | 91 |
| Cuadro 10: Superficie por uso de explotación (Mz)..... | 91 |
| Cuadro 11: Superficie forestal por tipo de manejo..... | 91 |
| Cuadro 12: número de cabezas por inventario bovino..... | 92 |
| Cuadro 13: red vial en el inventario MOPT por tipo de superficie de rodadura..... | 96 |
| Cuadro 14 Comparación de las Rutas Tramo 1: CA-1 (hacia San Salvador) – CA-7, incluye paquete 1, 2 y parte del 4..... | 101 |
| Cuadro 15 Comparación de las Rutas Tramo 2 CA-7 – CA-1 (hacia La Unión), paquete 3 y parte del 4..... | 103 |
| Cuadro 16 Comparación de las Rutas Tramo 3: CA-1 (hacia La Unión) – RN17, paquete 3..... | 104 |
| Cuadro 17: Comparación de la evaluación social y privada..... | 106 |
| Cuadro 18: Diferencias de la evaluación social y privada..... | 107 |
| Cuadro 19: Identificación de categorías de impacto e indicadores de medida..... | 109 |
| Cuadro 20: Precios sociales promedio para el Salvador..... | 111 |
| Cuadro 21: Valor del terreno para implementar SSP..... | 112 |
| Cuadro 22: Presupuesto para implementar SSP..... | 112 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 23: Cuadro resumen de costos a precios Sociales..... | 114 |
| Cuadro 24: Valor de la Inversión inicial a precios sociales..... | 115 |
| Cuadro 25: Costo para el inicio de las operaciones año 1..... | 115 |
| Cuadro 26: Costo para el inicio de las operaciones año 2..... | 117 |
| Cuadro 27: Costo para el inicio de las operaciones año 3..... | 117 |
| Cuadro 28: Costos a precios sociales..... | 119 |
| Cuadro 29: Costos a precios de mercado de venta de producción de leña..... | 123 |
| Cuadro 30: Costos a precios de mercado de venta de madera..... | 123 |
| Cuadro 31: Costos a precios de mercado de venta de compostaje..... | 124 |
| Cuadro 32: Costos a precios de mercado de venta de forraje según altura..... | 125 |
| Cuadro 33: Costos a precios sociales de beneficios..... | 125 |
| Cuadro 34: Flujo de caja durante la vida útil del proyecto..... | 126 |
| Cuadro 35: Flujo de caja actualizados por medio de tasa de descuento..... | 127 |
| Cuadro 36. Especies nativas para acciones de reforestación, preferiblemente en sitios de condiciones cálidas, tierras bajas, valles interiores y pie de monte de cordilleras recomendadas por el MARN..... | 139 |
| Cuadro 37. Especies de aves reportadas para la zona del proyecto..... | 141 |
| Cuadro 38. Especies de mamíferos reportados en la zona del proyecto..... | 141 |
| Cuadro 39. Reptiles reportados para la zona del proyecto..... | 142 |
| Cuadro 40. Anfibios reportados en la zona del proyecto..... | 142 |
| Cuadro 41. Determinación de los Factores Ambientales..... | 147 |
| Cuadro 42. Factores ambientales a ser modificados por el proyecto de Implementación de SSP..... | 150 |
| Cuadro 43. Matriz de Leopold con cuantificación de los factores ambientales que afectan el proyecto de Implementación de SSP..... | 154 |
| Cuadro 44: Factores para la evaluación de la fragilidad del paisaje..... | 165 |

Abreviaturas y siglas utilizadas en el documento.

- **BE:** Banco Energético
- **BF:** Banco Forrajero.
- **BM:** Banco de marca.
- **CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- **CENTA:** Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- **CORDES:** Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador.
- **ENMA:** Estrategia Nacional del Medio Ambiente.
- **FIAES:** Fondo de Inversión Ambiental de El Salvador.
- **FONAES:** Fondo Ambiental de El Salvador.
- **MAG:** Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- **MARN:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- **MASHAV:** Agencia israelí de cooperación internacional para el desarrollo.
- **MOP:** Ministerio de Obras Públicas
- **ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenibles.
- **PREP:** Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes.
- **PROLECHE:** Asociación de productores de leche de El Salvador.
- **SINAMA:** Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.
- **SSP:** Sistemas Silvopastoriles.
- **VIGEA:** Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental utilizado por el MARN

Glosario:

A

- **Agrología:** parte de la agronomía que estudia el suelo en sus relaciones con la vegetación.
- **Alternativa:** es una decisión de al menos dos cosas (objetos abstractos o reales) o acciones que pueden ser elegidas o tomadas en alguna circunstancia.
- **Arreglo espacial:** es el resultado de ejercer una operación de acomodo con los elementos fijos y móviles en un espacio y función determinados; en concordancia con el criterio de organización espacial aplicable. El cual permite, iniciar la concepción de un espacio arquitectónico, nos ayuda a definir la forma que el ambiente arquitectónico tendrá y visualizar qué elementos (muebles, equipos y accesorios) contendrá.

B

- **Banco de Marca:** son cultivos forrajeros que le proporcionan al ganadero la posibilidad de mantener o hasta incrementar la productividad de su hato. La combinación de árboles, arbustos y gramíneas protege el suelo, incrementa la biodiversidad biológica y el reciclaje de nutrientes, así como mejora la provisión de servicios ambientales.
- **Banco Energético:** es un área destinada para la producción de forraje de corte y acarreo, en la que no ingresa el animal. Una combinación de árboles y arbustos forrajeros con alto valor proteico y pastos de corte con alto valor energético, que buscan suplementar la dieta de los animales durante todo el año, especialmente en la época seca.
- **Banco Forrajero:** es un área donde se siembran y cultivan árboles o arbustos en bloques compactos de alta densidad, con la finalidad de maximizar la producción de biomasa de alta calidad nutritiva (proteína y digestibilidad) para la suplementación animal en la época de seca.
- **Beneficios directos:** considerados en la evaluación social de proyectos, miden el aumento en el ingreso nacional que provocará llevar a cabo dicho proyecto. En términos monetarios, el precio sombra corresponde al precio de mercado ajustado por un factor social. Asimismo, corresponden a las compras de insumos y materiales directos, cuyo precio de mercado también es corregido por un factor.
- **Beneficios y costos sociales indirectos:** son los cambios o variaciones en la producción y consumo de bienes y/o servicios relacionados, es decir complementarios y suplementarios, provocados al llevar a cabo el proyecto.
- **Beneficios y costos intangibles:** son aquellos costos que no se pueden cuantificar, por lo que se consideran en la evaluación, pero de manera cualitativa y en donde normalmente tienen que ver con el bienestar de la comunidad respecto del proyecto.

- **Biodiversidad:** se refiere a todas las partes, tanto en tierra como en el agua que poseen vida, es decir, que incluye a todos los organismos, desde las bacterias microscópicas hasta las más complejas como plantas y animales. Reflejando la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos, la forma en que varían de un lugar a otro y con el paso del tiempo.
- **Bypass:** Desvío hecho en un circuito, una vía de comunicación, etc., para salvar una interrupción o un obstáculo

C

- **Criterio:** es una regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación.
- **Costos de operación:** los recursos necesarios en cada periodo para llevar a cabo el proyecto, tales como salarios, servicios básicos, insumos, materiales, repuestos, entre otros.
- **Costos de mantenimiento:** estos son los gastos en que debe incurrir la institución encargada del proyecto a fin de mantenerlo operativo a lo largo del tiempo.

E

- **Estrés Calórico:** es una combinación muy compleja de factores metabólicos y ambientales que obliga al ganado a sufrir adaptaciones que involucran cambios fisiológicos, metabólicos y de comportamiento para mantener la temperatura corporal constante.

G

- **Geología:** Ciencia que estudia la historia del globo terrestre, así como la naturaleza, formación, evolución y disposición actual de las materias que lo componen.
- **Grado de deterioro:** es la pérdida de la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades sociales, de la biodiversidad y ambientales de la tierra. Ocurre un deterioro ambiental cuando los recursos naturales de la tierra se agotan o se dañan y el medio ambiente se ve comprometido.

H

- **Hidrografía:** Parte de la geografía física que trata de la descripción de las aguas del globo terrestre.

I

- **Impacto Ambiental:** es la alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente.

- **Indescriptible:** es un término que se emplea para calificar a aquello que no puede ser descrito, es decir que se necesitan detallar o enumerar sus características para describir el objeto de estudio.
- **Inversión:** es una actividad que consiste en dedicar los recursos con el objetivo de obtener un beneficio de cualquier tipo

M

- **Matriz de Leopold:** es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.
- **Método:** es una forma organizada y sistemática de poder alcanzar un determinado objetivo, se entiende entonces como una serie de pasos que se deben seguir para cumplir un objetivo.

N

- **Normativa Ambiental:** es la que establece la obligación del Estado y de las personas para con la conservación de las riquezas naturales y culturales de la Nación.

P

- **Pedología:** Estudio de la estructura y formación de los suelos.
- **Proceso:** es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.

R

- **Rehabilitación del paisaje:** es una forma de optimizar el uso del suelo, generalmente para devolver un paisaje a un estado en el que cuente con un conjunto mínimo de características biofísicas, por ejemplo, suministro de agua limpia, incorporación de la biodiversidad o simplemente devolver un sitio muy degradado a un nivel aceptable de funcionamiento.
- **Remesa:** Conjunto de cosas enviadas o recibidas de una vez, también se incluye dinero enviado o recibido de una región a otra.

S

- **Secuencia Lógica:** es una sucesión ordenada de ideas que guardan alguna relación entre sí.

V

- **Vulnerabilidad:** es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

Introducción:

En la actualidad, las técnicas de restauración ambiental están presentes en todos los países y según los protocolos de cambio climático que rigen El Salvador, se deben de implementar algunas para ayudar a reducir la degradación del medio ambiente, en nuestro país estas técnicas están presentes en el Plan de Acción de Restauración de Ecosistemas y Paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basado en adaptación y también en la Guía Técnica para la Restauración, con el fin de darle cumplimiento varias entidades velan por su diseño y ejecución, el énfasis de la mayoría de estos proyectos es de índole social y buscan tanto restituir la funcionalidad ecológica como mejorar el bienestar humano, donde no solo se integran los bosques sino también las diversas actividades productivas que se desarrollan en los paisajes rurales..

En el presente documento se desarrolló el caso de implementación de SSP en el cual se destacan los capítulos de marco teórico, metodología de la Investigación, desarrollo de la metodología mediante la aplicación del caso de estudio y las conclusiones respecto a la investigación. En el capítulo del marco teórico se detallan el panorama general de los sistemas silvopastoriles donde se explica su definición, tipologías y componentes que lo conforman, luego se ve cual es la contribución de los sistemas silvopastoriles a la biodiversidad, también como son utilizado para compensación ambiental y así ser sostenibles ante el cambio climático, luego se ve la importancia socioeconómica, ambiental y paisajística así como son utilizados para modificar el paisaje escénico a lo largo de una vía, posteriormente se ven los métodos para evaluar proyectos sociales y luego la legislación ambiental aplicable al país, por último se hace una remembranza sobre los sistemas silvopastoriles como práctica al cambio climático a nivel internacional, se hace un recorrido de lo general a lo específico para llegar al abordaje de esta técnica en el país. En el capítulo de metodología de la investigación definiremos el proceso metodológico que desarrollaremos para hacer el estudio de la prefactibilidad de la implementación de los Sistemas silvopastoriles, comenzaremos con la guía del libro enfoques de planeación para poder definir el marco básico, marco para la evaluación, evaluación y selección e instrumentación y control que serán los necesarios para la definición de nuestro método que explicamos y desarrollaremos en siguiente capítulo.

Luego en el capítulo de desarrollo de la metodología mediante la aplicación del caso de estudio se hace la ampliación del tema y se van desarrollando las evaluaciones, socioeconómicas, ambientales y paisajísticas de forma multidimensional con el fin de ver la viabilidad del proyecto, para finalmente dar una conclusión sobre el proyecto en estudio.

Objetivo General:

Realizar un estudio de prefactibilidad de la implementación de sistemas silvopastoriles que contribuyan a la restauración ambiental y al mejoramiento del paisajismo escénico a lo largo de la vía principal del By-Pass periférico Gerardo Barrios de la ciudad de San Miguel.

Objetivos Específicos:

- Elaborar un marco teórico referencial sobre las características técnicas, socioeconómicas y ambientales del proyecto y analizar los aspectos fundamentales de incidencia en la restauración ambiental y revitalización al paisaje a través de la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP).
- Realizar un diagnóstico integral que permita proveer los insumos necesarios para seleccionar el proceso metodológico que más se ajuste a este tipo de proyectos.
- Realizar una evaluación de la prefactibilidad de la implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) de una forma integral, que incluye las áreas económica, social y ambiental con el fin de identificar beneficios y contra beneficios del proyecto en la zona de la vía principal del By-Pass periférico.

Alcances:

- Realizar una caracterización geográfica de la microrregión conformada por los municipios de San Miguel, Quelepa y Moncagua.
- Crear un proceso metodológico que incluya herramientas y técnicas para la evaluación económica, social y ambiental del proyecto de una forma integral.
- Evaluar la prefactibilidad del proyecto de implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP), en la zona intervenida del By-Pass Gerardo Barrios de San Miguel.

Hipótesis

Los Sistemas Silvopastoriles son una opción para la restauración de la biodiversidad y la conservación de ecosistemas en la microrregión conformada por los municipios de San Miguel, Quelepa y Moncagua.

CAPÍTULO 1 - MARCO TEÓRICO

Este capítulo, explica el concepto de sistemas silvopastoriles, sus componentes como parte inherente de los mismos, la contribución para la rehabilitación al paisaje y a la biodiversidad, siendo entes generadores de cambio en el ambiente y su contribución socioeconómica a la población de la zona donde son implementados. También veremos las a) legislaciones aplicadas en El Salvador, b) la forma de selección de los métodos de evaluación económica, social y ambiental, c) método para la evaluación paisajística y finalmente ver un panorama general de los sistemas silvopastoriles a nivel mundial para llegar a El Salvador y explicarnos por qué esta práctica no es ampliamente aprovechada en nuestro país.

1.1 Panorama general de los Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP), son sistemas que tienen como objetivo la producción silvícola (madera) y pastoril (pasto), al hacer un uso correcto de dicho sistema puede proveer muchos servicios ambientales y económicos a la comunidad (Young, 1987) , tales como:

- a. Conservación de la biodiversidad para mejorar el suelo.
- b. Capacidad de fijación de carbono
- c. La función protectora de suelo y cuencas hidrográficas
- d. Mejorar los ingresos por aumentos de producción y diversificación de fuentes.
- e. Mayor rendimiento y duración de las pasturas.
- f. Alimento nutricional más balanceado para los animales.
- g. Sombra para el ganado con la planificación de árboles.
- h. Producción de madera a largo plazo.

2.2.1 Antecedentes

Desde el inicio de los asentamientos humanos, el hombre y el suelo, la transición de tierras de pasto a tierras de siembra, el auge de la madera para la construcción y la quema de la misma con el fin de procesar alimentos; ha ido deteriorando con el uso y el paso del tiempo, lo cual ha ocasionado la pérdida de bosque y erosión del suelo en donde el humano ha puesto su influencia, es por ello que en la actualidad, se buscan medidas o técnicas de restauración que traten de compensar los cambios negativos que generan al planeta.

La ganadería en El Salvador, ha sido a través del tiempo, una actividad muy importante en el aspecto económico y social, pero por diversas razones este sector, no ha mostrado el dinamismo para lograr un crecimiento sostenido, que diera la oportunidad de tener autosuficiencia, por el contrario se ha tenido que importar estos insumos para abastecer el consumo interno. La implementación de la reforma agraria fue un acontecimiento de innegables efectos negativos sobre la ganadería nacional, como consecuencia de un ambiente

de inseguridad jurídica se lleva a cabo la venta indiscriminada de ganado para el sacrificio. (Araujo Santín, 2001).

Uno de los problemas más grandes en las ganaderías, es la falta de forrajes de buena calidad, debido a las condiciones climáticas del país. Los pastos naturales y los introducidos son de muy bajo valor nutritivo en proteína y energía, es decir, sufre de limitaciones nutricionales principalmente en la época seca. La mejor forma y la más práctica de tener forraje de buena calidad para la alimentación del ganado bovino durante todo el año, fue hasta hace mucho tiempo la elaboración de ensilajes de maíz y sorgo (MAG-CENTA-PROLECHE-MASHAV, 2002). Es por todo ello, que el MAG ha comenzado a emplear técnicas de restauración que ayuden a mitigar la situación de deterioro de la biodiversidad y mejorar la producción ganadera en nuestro país.

2.2.2 Definición de los Sistemas Silvopastoriles

Existen muchas definiciones de los sistemas Silvopastoriles, entre las cuales se tienen:

- Un sistema silvopastoril (SSP), es aquel uso de la tierra y tecnologías en que leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas y otros) son deliberadamente combinados en la misma unidad de manejo con plantas herbáceas (cultivos, pasturas) y/o animales, incluso en la misma forma de arreglo espacial o secuencia temporal, y en que hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes (Young, 1987).
- De acuerdo a Velez y Moreno (1993), los Sistemas silvopastoriles se pueden considerar como una técnica que combina los principios de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, para aumentar la productividad global del suelo, también son comúnmente considerados una aproximación al uso integral de la tierra, que involucra intencionalmente o no, la retención o introducción de árboles, con vocación forrajera en los campos de producción pecuaria, con el fin de obtener (...) *“beneficios de las Interacciones ecológicas”*(...) y económicas resultantes.
- Según CIPAV (2004) los sistemas silvopastoriles (SSP), son definidos como: (...) *“usos de la tierra que en el espacio y en el tiempo asocian uno o más componentes arbustivos y/o arbóreos dentro de una pastura de gramíneas, leguminosas y otras herbáceas (naturales o cultivadas) y son destinadas a la producción de animales domésticos y eventualmente silvestres”* (...)

- Según Crespo (2008) los SSP, son una modalidad importante de la agroforestería, en la cual se combinan en el mismo espacio, gramíneas y leguminosas rastreras con especies arbustivas y árboles maderables, destinados a la alimentación animal y a usos complementarios como son: la producción de madera, frutas, sombra, regulación hídrica, hábitat de la fauna silvestre y embellecimiento del paisaje.

Los sistemas silvopastoriles, según la unificación de las definiciones anteriores, son la integración biológica, económica y ambiental de los componentes herbáceos (gramíneas y leguminosas) y leñosos (arbustos y árboles), los cuales interactúan en armonía y generan beneficios económicos, ambientales y sociales, que permiten adaptarse y mitigar el cambio climático. (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2015).

Los sistemas silvopastoriles, requieren una administración de los recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de los mismos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, haciéndolo más fértil a mediano plazo, y además, trae beneficios verificables en la producción animal. (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2015).

En este sentido, los sistemas silvopastoriles, surgen como una respuesta a las necesidades que enfrentan los productores a diario, como lo son: a) aumentar la producción animal (carne y leche), b) ser un sistema de producción sostenible no solo en lo económico sino en el ámbito ambiental y social, c) ir de la mano positivamente con el uso sostenible del medio ambiente, ya que se puede disminuir el efecto invernadero con la disminución de las emisiones de gas metano. (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2015).

2.2.3 Tipología de los Sistemas Silvopastoriles

Básicamente hay dos tipos de sistemas silvopastoriles, estas coinciden con distintas combinaciones o formas de integrar árboles y arbustos con lo que ya existe en el terreno natural. (Rivera *et al.*, 2019). Recordando que cuando se diseña un sistema silvopastoril siempre se piensa en facilitar la alimentación del ganado, manteniendo una diversidad de forrajes y pasturas. La clasificación más aceptada se basa en los componentes que conforman el sistema, las cuales se definen a continuación:

- *Sistema Silvopastoril Intensivo.* Son una modalidad agroforestal dirigida no sólo a aumentar las producciones de leche y carne, sino también obtener beneficios a la producción tales como: madera, frutas, leña, ornamentos, mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo y otros bienes asociados. En este sistema existen especies de diferentes estratos (alto, medio y herbáceo) en el mismo espacio y tiempo que interactúan entre sí.

- *Sistema Silvopastoril Extensivo.* Son una modalidad agroforestal donde el objetivo final es maximizar la producción de pasto, leña y madera, por mencionar algunas; sin alterar las características propias del ecosistema y sin que exista una interacción integral de los componentes.

2.2.4 Componentes de los Sistemas Silvopastoriles

El aumento de las amenazas a los ecosistemas naturales en todo el mundo (MORA, 2006), debido a la sobrepoblación humana, conduce a cambios en los usos del suelo, incluida la deforestación con las que se generan pérdidas de biodiversidad. Actualmente se necesitan estrategias alternativas para restaurar y conservar los ecosistemas y paisajes. A medida que los paisajes se fragmentan más y las áreas protegidas se encuentran más separadas, se requiere una mayor conectividad para garantizar un corredor para plantaciones y vida silvestre.

Los sistemas silvopastoriles, cada día se están adoptando por los beneficios que representan para los productores. Los agricultores y ganaderos se han interesado en el manejo de árboles en pasturas debido a su valor para proveer alimentos nutritivos, especialmente durante la época seca y por su importancia económica en la producción de madera y fuente de servicios ambientales para la conservación de la biodiversidad. En este sentido los SSP, están integrados principalmente por cinco componentes (MORA, 2006), como son:

1. *Suelo:* es la base principal de todo lo que va creciendo sobre él.
2. *Los pastos:* es el consumo directo del animal bajo el pastoreo.
3. *Los cultivos forrajeros y los bancos mixtos:* es un área destinada para la producción de forraje de corte y acarreo, en la que no ingresa el animal; es una combinación de árboles y arbustos forrajeros con alto valor proteico y pastos de corte con alto valor energético, que buscan suplementar la dieta de los animales durante todo el año, especialmente en la época seca.
4. *Los forrajes:* es el complemento para las épocas críticas que se presentan en el verano y el invierno intenso.
5. *El árbol:* representa el papel fundamental en el bienestar del animal. El efecto de los árboles en los sistemas silvopastoriles es modificar y mejorar las condiciones ambientales de los ecosistemas, reduciendo la estacionalidad de la producción de leche y carne, gracias a ellos en el suelo existe una mayor retención de humedad, incrementando su componente biótico, lo que a su vez mejora la fertilidad del suelo.

Los cinco componentes antes mencionados y conjuntamente integrados proporcionan un incremento de la producción de leche y de carne, ya que los animales en épocas de calor se ubican en la sombra que se generan con la implementación de estos sistemas, mejorando así

notablemente el desarrollo de la ganadería ambientalmente sostenible coadyuvando a la generación de biodiversidad en los ecosistemas.

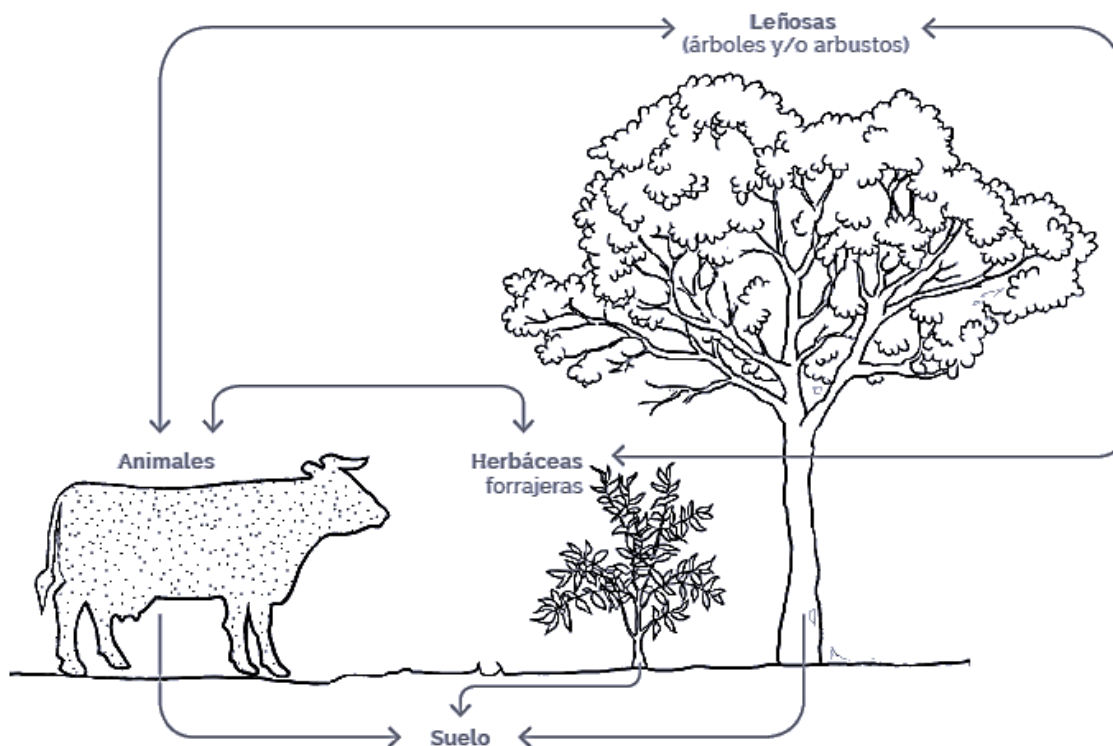


Figura 1. Integración de los componentes en un sistema silvopastoril. Fuente: Navas, 2016.

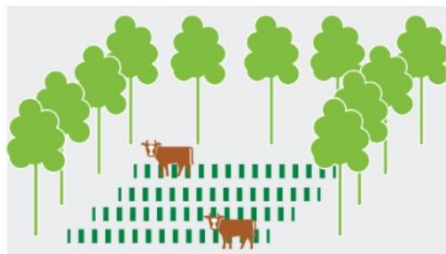
Los beneficios de los sistemas silvopastoriles pueden tener impactos positivos en el desempeño de los demás componentes, para esto se deben tener en cuenta las relaciones que facilitan (positivas) o interfieren (negativas) en el proceso, como se muestra en la Figura 1 donde gráficamente se describen los componentes integrados de los SSP. El uso de árboles en los sistemas silvopastoriles, tiene un efecto positivo en la reducción del estrés calórico al generar microclimas en las áreas de pastoreo, los cuales permiten a los animales mantenerse en ambientes con temperaturas cerca de zona de termoneutralidad. (Navas, 2010)

2.2.5 Arreglos espaciales de los sistemas silvopastoriles

En la actualidad, no hay una combinación resultante de hacer los arreglos en los sistemas silvopastoriles, (Braun, 2016) ya que estos pueden ser una combinación de árboles, arbustos y pasturas que se pueden ubicar en un terreno, como se muestra en la Figura 2, para delimitar

una zona, evitar erosiones al suelo, ser banco de comida para la ganadería o venta de maderas para los habitantes de la zona. A continuación, se describen los posibles arreglos para un sistema silvopastoril (Braun, 2016):

1. **Cerca:** Consisten en hileras de árboles que delimitan una propiedad o un potrero y que a su vez pueden servir para la protección contra el viento y para diferentes propósitos. Esta también puede utilizarse para la producción de forraje, leña, madera, frutos, postes, por mencionar algunas. (...) “Una cerca viva puede ser al mismo tiempo una cortina rompevientos” (...) (Montagnini 1992).
2. **Hilera simple:** Según Pezo e Ibrahim, (1999); los bancos forrajeros (BF) son áreas en las cuales se siembra de forma compacta las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas para maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva. Por poseer altos niveles de energía se le conoce también como banco energético, en el cual se utilizan plantas especiales que transforman la energía del sol en aceites, almidón o azúcar soluble para utilizarlos en alimentación animal (FAO, 2001).
3. **Parches boscosos:** en este sistema el objetivo principal no son los animales, estos actúan como controladores de malezas y esta asociación puede comenzar cuando los árboles tienen edad suficiente para no ser dañados por los animales (Pezo e Ibrahim, 1999, Montagnini, 1992). Por esta razón, este tipo de SSP es utilizado por aquellos productores que no tienen el ganado como su fuente principal de ingresos.
4. **Dispersos:** estos arreglos pueden ser árboles maderables o frutales que pueden crecer en forma natural debido a la diseminación de la semilla propiciada por agentes dispersores. Estos benefician a los animales con sombra y frutos, y pueden ser fuente de madera y refugio para la fauna. En Latinoamérica existen especies de árboles y arbustos en muchos agroecosistemas de pastizales (FAO, 2001).
5. **Doble hilera:** éste es un tipo de sistema agroforestal en el cual se siembran hileras de árboles que acompañan forraje de corte o pastoreo, con el objeto de reducir la erosión y el pisoteo (FAO, 2001). Las pasturas con árboles en callejones son una modificación de los cultivos en callejones, en el cual se establecen especies forrajeras dentro de bandas o hileras de árboles o arbustos leñosos (Cerrud, 2005).
6. **Barreras:** son un tipo de pasturas con árboles en callejones que se cultivan en pendientes pronunciadas, que para ser catalogadas como SSP deben de ser utilizadas para la alimentación de los animales, o cuando entre los árboles se tenga pasto de corte y acarreo. Estas barreras ayudan a prevenir la erosión y a su vez reducen la velocidad del descenso del agua (Poun y Martínez, 1985; Pezo e Ibrahim, 1999).

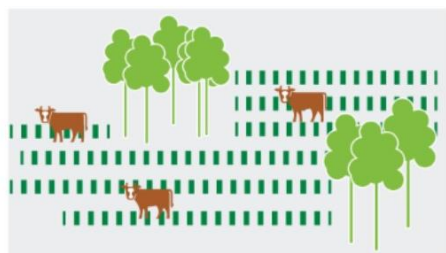
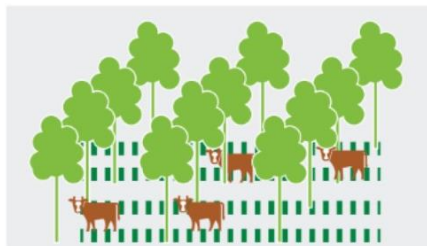


1 CERCA

Los árboles se plantan a lo largo de las cercas y se pueden utilizar como postes que dan forma a lo que se denomina cercas vivas.

2 HILERA SIMPLE

Los árboles se distribuyen a distancias regulares entre sí, con una separación de 5 x 10 mts. Ó bien 5 x 20 mts.

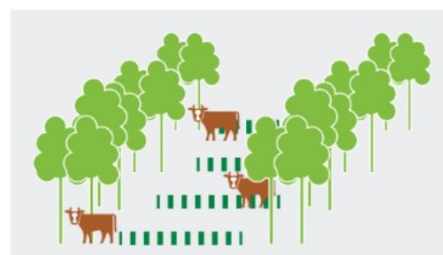
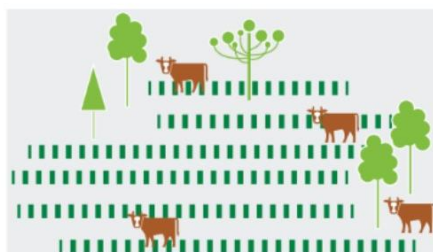


3 PARCHES BOSCOSOS

Pequeños grupos de árboles que se pueden plantar con un espaciamiento de 3 x 2 mts ó 3 x 3 mts.

4 DISPERSOS

Los árboles se plantan de manera aleatoria en la pastura con el fin de proteger el suelo, dar sombra y reciclar nutrientes.



5 DOBLE HILERA

Se plantan dos hileras de árboles cerca de sí, con separaciones de 2x3 metros o 3x3 metros y pueden generarse callejones de 10 a 20 de ancho.

6 BARRERAS

Pueden ser barreras vivas o muertas que sirven para evitar erosión del suelo.



Figura 2. Arreglos espaciales de los Sistemas Silvopastoriles.

Fuente: adaptado de Braun, 2016.

1.2 Contribución de los Sistemas Silvopastoriles a la biodiversidad en paisajes fragmentados

La fragmentación del paisaje, son áreas intactas de terreno dentro de paisajes alterados, donde especies de plantas y animales pueden prosperar sin mayores interferencias de la actividad humana. Estas islas de biodiversidad, actúan como refugios ecológicos, promoviendo restauración y conservación en ecosistemas alterados. Debido a la complejidad de su estructura los sistemas silvopastoriles, proveen mejores beneficios para la biodiversidad.

De esta misma forma los SSP, contribuyen a incrementar la rentabilidad a la zona donde se implementan y a su vez pueden contribuir como refugio y alimento para algunas especies de aves (Montagnini, 1992). Según los arreglos espaciales (Harvey *et al.* 2003), se puede evidenciar que las cercas vivas, árboles dispersos en potreros y las cortinas rompevientos son utilizados por un fragmento significativo de la flora y fauna nativa, proporcionando hábitat y sirviendo como corredores biológicos. La importancia de la diversidad arbórea de una cerca viva está relacionada también con la posibilidad de proveer alimentos, como flores, néctar y frutas para los animales a lo largo de todo el año, mientras las cercas vivas dominadas por unas pocas especies proporcionan estos recursos solamente de forma temporal. (Harvey *et al.*, 2005). Es importante, mencionar que la diversidad estructural que proporciona una cerca compuesta por diferentes especies arbustivas, leñosas y herbáceas, de modo de proveer una mayor variedad de nichos para la fauna.

Es por lo antes mencionado, que los SSP, son una alternativa para la conservación de la biodiversidad, puesto que muchas especies de fauna las utilizan como hábitat, pero es necesario mencionar que otras especies no encuentran estos nichos apropiados y los utilizan únicamente como fuente de alimento o como corredores. Es por ello, necesario mencionar que los SSP son también una integración biológica, para unir aquellas islas de biodiversidad presentes en el paisaje que permitan que aquellas especies que no encuentran en los SSP un hábitat apropiado, se desplacen a los parches de bosques en busca de condiciones para su supervivencia y desarrollo (Correa *et al.* 2001; Harvey *et al.* 2006).

1.3 Desarrollo de los SSP como medida de compensación a la adaptación al cambio climático con sostenibilidad

La vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático incide en diversos ámbitos de la vida y economía del país (Alonso, 2011), principalmente en: a) la movilidad de las personas, b) la producción y la seguridad alimentaria, c) la construcción y el desarrollo de los espacios urbanos y asentamientos rurales y d) la infraestructura física de comunicación interna y externa del país. Adaptarse proactiva y enérgicamente es urgente, para reducir los riesgos asociados al cambio climático y proteger las inversiones en infraestructura, conservar e incrementar la biodiversidad y la capacidad de almacenar carbono, y garantizar su viabilidad económica como país.

La degradación de ecosistemas y paisajes, proviene principalmente de: a) abordaje y prácticas inapropiadas agropecuarias del país, b) el desordenado patrón de desarrollo de los asentamientos y c) los procesos de construcción de la nueva infraestructura. La restauración del paisaje es una estrategia clave no sólo para recuperar la integridad ecológica, sino para generar beneficios locales y nacionales, mejorar los medios de vida y fortalecer el desarrollo territorial, la seguridad alimentaria e hídrica; permitiendo a la población adaptarse a los efectos adversos del cambio climático

Por lo anterior, los sistemas silvopastoriles son una opción para revertir los procesos de degradación, al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes. Es por ello que los SSP, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, son una de las modalidades más actuales de los sistemas agroforestales, así como una medida de compensación ambiental¹ que se está implementando a nivel mundial (Alonso, 2011).

1.4 Los Sistemas Silvopastoriles y su importancia socioeconómica y ambiental

Al analizar los SSP las ventajas sobrepasan por mucho a las desventajas, sin embargo, éstas varían mucho dependiendo del uso inicial de la tierra, de la zona en donde se implementan y de las perspectivas sectoriales de los productores (Braun, 2016). Transformar la tierra hacia un sistema silvopastoril es una inversión importante que debe ser bien planificada, la implementación de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera puede contribuir a mejorar el bienestar y reducir los impactos negativos que genera el estrés calórico especialmente en las zonas tropicales (Navas, 2010).

Los SSP son en definitiva una herramienta para obtener una ganadería eficiente en términos productivos, de rentabilidad, competitividad y de conservación de los recursos naturales. Cumplen un papel importante en la mitigación del Cambio Climático al disminuir la presión de deforestación sobre los bosques para la ampliación de la frontera agrícola ganadera y contribuir a la rehabilitación de ecosistemas degradados. A continuación, en el cuadro 1 se presentan los beneficios más importantes de estos sistemas:

¹ Compensación Ambiental: Conjunto de mecanismos que el Estado y la población puede adoptar conforme a la ley para reponer o compensar los impactos inevitables que cause su presencia en el medio ambiente. Las compensaciones pueden ser efectuadas en forma directa o a través de agentes especializados, en el sitio del impacto, en zonas aledañas o en zonas más propicias para su reposición o recuperación. (Ley de Medio Ambiente, 1998).

Cuadro 1: Resumen de las ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles.

| ASPECTOS | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ECONÓMICO | <ul style="list-style-type: none"> • Combinación de la producción de bienes en diferentes lapsos de tiempo. • Rendimientos más atractivos que aquellos sistemas puramente ganaderos. • Aportes al consumo familiar, sobre todo el aprovechamiento de productos provenientes de los árboles (leña, postes, estacas, frutos, entre otros) y que se destinan al autoconsumo. | <ul style="list-style-type: none"> • Mayores inversiones iniciales en comparación con la producción de carne bovina. |
| TECNICO Y PRODUCTIVO | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento del bienestar y productividad animal gracias al sombreado. • Mayor retención de humedad y mejor calidad del pasto. • El ganado proporciona control de malezas y de incendios forestales, reduciendo así los costos de la producción forestal. | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor complejidad en comparación con otros monocultivos. • Volúmenes menores de producción forestal y animal en comparación a los sistemas tradicionales. • Competitividad entre los árboles y la hierba; especialmente cuando los árboles son jóvenes aún, la hierba compite con ellos por nutrientes y humedad. • El ganado puede causar daño a los árboles como la compactación del suelo y roeduras a la corteza, así como en las ramas nuevas. |
| AMBIENTALES | <ul style="list-style-type: none"> • Los árboles aportan nitrógeno al suelo, adsorbiendo nutrientes desde los niveles más profundos. | <ul style="list-style-type: none"> • Posibles alteraciones en los patrones fisiológicos de los pastos (velocidad de rebrote, capacidad de producción de semillas) debido al sombrero. |

Continuación de cuadro 1

| ASPECTOS | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMBIENTALES | <ul style="list-style-type: none"> • Las hojas que caen de los árboles ayudan a incrementar la materia orgánica en el suelo, favoreciendo su estructura y beneficiando la nutrición de las pasturas. • Control de la erosión y la sombra de los árboles retrasa la pérdida de agua por evaporación. • El animal es también un agente diseminador de semillas de árboles al escarificar las mismas después de consumir sus frutos. | <ul style="list-style-type: none"> • El ganado provoca daños físicos al rascarse en los tallos, raspar la corteza e incluso al consumir intensamente los nuevos rebrotes • Durante el pastoreo, el estiércol no permitirá el crecimiento de los pastos al aplicar antiparasitarios como la ivermectina contribuyendo así a la disminución del potencial productivo del suelo. |
| SOCIALES Y CULTURALES | <ul style="list-style-type: none"> • Contribuye con la seguridad alimentaria, al generar productos alimenticios, empleos e ingresos en comparación con los sistemas tradicionales. | <ul style="list-style-type: none"> • La complejidad y la falta de familiarización son una desventaja para los productores tradicionales. |

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Andrea Braun, 2016.

Por todo lo anterior, los SSP son una alternativa holística de producción sostenible que contribuyen a la conservación de los recursos naturales, recuperación del suelo degradado y el mejoramiento de la productividad animal, para enfrentar y mitigar los efectos del cambio climático; puesto que favorecen los procesos naturales como el reciclaje de nutrientes, la fertilidad de los suelos y la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero. Incrementando la seguridad alimentaria, la productividad económica y social del sector ganadero (Alonso, 2011).

1.5 Los Sistemas Silvopastoriles y el paisajismo escénico en la red vial

Las carreteras tienen un importante papel en el mantenimiento y aprecio de la calidad del paisaje, ya que éstas nos trasladan por el territorio y nos permiten acceder a espacios, a comunidades y entornos diferentes a los nuestros. Los viajes en carretera son valiosos recorridos escénicos en los que podemos disfrutar de sus valores paisajísticos. Es decir, cada carretera posee un carácter paisajístico propio que le concede una especial cualidad (Vela, 2015). Las carreteras son consideradas, como ventanas que se asoman al paisaje, éstas vistas sucesivas, permiten una primera aproximación al paisaje que se recorre visualmente y que, una vez abandonado el vehículo, podría ser percibido con mayor detalle, amplitud y profundidad.

En este sentido, las carreteras como objetos construidos, forman parte del paisaje, su linealidad determina su presencia en ese contexto. La integración de la carretera en los procesos de rehabilitación vial es crucial a la hora de sostener valores del paisaje como son la biodiversidad, la calidad de vida de las personas o el mantenimiento de procesos básicos del entorno. Las vías terrestres, ofrecen por todo lo anterior, cualidades adicionales a la del transporte y su función frente al paisaje; las carreteras, necesita actualmente de la implementación de medidas concretas de acondicionamiento y mejora que por supuesto no alteren o comprometan su función principal de desplazamiento.

1.5.1 Acceso a los paisajes

Las carreteras, sirven para llegar a los sitios, a los pueblos y a sus paisajes, proporcionan una primera impresión del paisaje al que nos conducen, lugares en los que luego se podrá estar y conocer. Aunque la accesibilidad está ligada a esta básica función escénica de la carretera, éstas participan de la escena tridimensional del paisaje, de modo que sus itinerarios proporcionan una determinada serie de vistas. La sucesión rápida de vistas da a los viajeros un sentido de continuidad y profundidad del paisaje; las vistas se suceden en movimiento, provocando una cierta emoción, a la vez que permiten un reconocimiento de amplios espacios en poco tiempo. Aunque con frecuencia el viaje proporciona sensaciones rápidas y superficiales, éstas son muy apreciadas por los que viajan en carretera (Ardía Losada, 2013).

1.5.2 Visión del paisaje desde la carretera

Las carreteras paisajísticas incorporan elementos de diseño propio relacionados con el contexto y con las vistas del paisaje que recorren, asumiendo la observación del paisaje como un objetivo principal de la infraestructura y del desarrollo de su diseño. En la actualidad, la función escénica de las carreteras ha sido considerada como un aspecto positivo para estas infraestructuras. Observar el paisaje desde la carretera se ha convertido en una actividad muy popular. La preocupación por el medio ambiente, el interés turístico, la similitud con la experiencia cinematográfica y la demanda genérica de infraestructuras de mejor calidad han favorecido esta visión de las carreteras como itinerarios visuales (Ardía Losada, 2013).

Para explicar la percepción del paisaje desde los vehículos, es necesario considerar los aspectos que participan en la visión del paisaje desde la carretera, los cuales se pueden agrupar en tres:

- *La escena del paisaje y los contenidos que son vistos desde la carretera.* Se refiere a los aspectos del propio paisaje, a su estructura, sus rasgos y a cómo pueden ser vistos. La gestión del paisaje debe considerar este potencial de vistas, es la capacidad que tiene la escena de mostrarse al viajero.
- *El desarrollo escénico del itinerario o secuencia que siguen las vistas que se obtienen.* Se puede entender como la serie de puntos de vista que el trazado conforma al alinear las vistas en una determinada dirección y orientación. Es importante pues determina la manera que se tiene de aproximación visual al territorio recorrido y del paisaje que se percibe.
- *La atención del viajero y su marco perceptual de relación con el entorno.* Se trata aquí de variables propias de la percepción, las demandas de atención que requiere la conducción y por las condiciones del vehículo.

1.5.3 La percepción del paisaje por el viajero en la carretera

La visión del paisaje desde la carretera no se produce de una manera puramente fotográfica, aséptica y distanciada, sino que está integrada por el universo perceptual del que participa el viajero. Aunque es difícil diferenciar exactamente qué aspectos del entendimiento y aprecio del paisaje son esencialmente visuales, puramente ópticos, y cuáles perceptuales, es decir, básicamente interpretativos, se pueden constatar algunos fenómenos que participan del proceso (Ardía Losada, 2013).

La velocidad, es una característica esencial en el viaje por carretera, tiene un efecto limitante sobre la percepción del paisaje; el desplazamiento veloz del vehículo produce un efecto de estrechamiento de la visión panorámica del viajero y la amplitud del panorama perceptible se reduce cuanto más veloz se desplaza el vehículo. Los objetos que se encuentran en el margen de la carretera como pueden ser árboles o edificios, se desplazan sobre el plano visual del observador situado en el automóvil a una velocidad muy similar a la del vehículo. Cuando una carretera tiene sus márgenes ocupadas por objetos opacos y prolongados como edificaciones, setos, árboles, o el propio terreno, éstos impiden que se divise el paisaje que se encuentra detrás de ellos, cerrando la visibilidad lateral.

1.5.4 El motivo del viaje del conductor

El motivo de viaje del conductor también es importante en el proceso de percepción del paisaje, pues afecta a las actitudes personales que se tengan tanto en relación a la conducción como en cuanto al paisaje. Las expectativas y la atención son más intensas en aquellos viajeros que exploran el itinerario. Entre estos están aquellos que tratan de encontrar un determinado itinerario por primera vez, los que practican la contemplación de vistas o los que realizan recorridos intencionadamente paisajísticos. Estos viajeros no son los únicos que son exigentes con la percepción del paisaje que les proporciona la carretera. Los conductores rutinarios, como los que se desplazan diariamente desde su residencia al trabajo, mantienen una actitud especial respecto al entorno de la carretera y a la valoración del paisaje (Ardía Losada, 2013).

1.5.5 Integración de la carretera en el paisaje

Las carreteras son objetos lineales que forman parte del paisaje; el tráfico, los movimientos de tierra y su disposición lineal determinan la manera en la que pasan a formar parte del paisaje. Poseen efectos ambientales específicos, inmediatos, a corto y largo plazo que deben ser corregidos si se pretende conservar el paisaje. Las carreteras tienen un doble sentido pues pueden ser consideradas como miradores alargados por lo que discurren observadores en vehículos y también pueden considerarse un elemento más que participa de la escena.

Estéticamente, son elementos lineales de gran fuerza, continuos y geométricos y están dotados de una fisonomía funcional que a menudo contrasta con los rasgos generalmente orgánicos de los paisajes en los que se insertan. La destrucción de recursos ambientales como el suelo, la flora y la fauna y los bienes culturales ocurre durante la construcción a lo largo de la banda de territorio que ocupan la carretera y su movimiento de tierras.

Por esta razón, el trazado de las nuevas carreteras debe definirse cuidadosamente, especialmente en el caso de las carreteras que tienen secciones transversales amplias que necesitan grandes movimientos de tierra o las que cruzan áreas frágiles y valiosas. Tradicionalmente, se ha entendido la calidad de una carretera en términos exclusivos del servicio que presta al tráfico; no obstante, una carretera de calidad lo es también por integrarse adecuadamente en el paisaje.

1.5.6 Ajardinamientos en la infraestructura vial

El uso de elementos de ajardinamiento es un recurso paisajístico frecuente en el tratamiento de carreteras, tiene una función esencialmente ornamental que intenta reducir la agresividad del paisaje propio de la carretera, árido, estéril y sometido a la presión del tráfico; generalmente se componen conjuntos ajardinados que serán observados a cierta distancia y que incluyen elementos vivos como un tapiz herbáceo, arbustos y arbolado de corte ornamental. El ajardinamiento en carreteras, aunque esencialmente decorativo, sufre también

las insuficiencias de los demás elementos vivos de la carretera necesitando de tratamientos delicados que garanticen su viabilidad. Por todo lo anterior, es uno de los recursos más frecuentes que se utiliza para ablandar y naturalizar el interior de la carretera (Echániz, 2008).

Los ajardinamientos, no se limitan a las plantaciones y siembras de especies, sino que recurren a distintos elementos constructivos que complementan el ambiente vistoso del jardín y su diseño. Son condicionados por su disposición escenográfica, es decir, por la necesidad de proporcionar una visión de conjunto desde la posición del vehículo detenido o en marcha. La disposición paisajística suele recrear escenas de composiciones orgánicas y forzosamente irregulares (Vela, 2015).

1.5.7 Desafío de la infraestructura verde

El mayor desafío para la conservación de la biodiversidad en la mayoría de países, es armonizar la conservación de espacios naturales con otros tipos de uso del suelo. El concepto de infraestructura verde cumple con estos retos mediante el fortalecimiento de la coherencia y la resistencia de los ecosistemas, lo cual contribuye también a la adaptación al cambio climático y a reducirla vulnerabilidad ante catástrofes naturales. La infraestructura verde, promueve una economía sostenible a través del mantenimiento de los servicios ambientales y la mitigación de los efectos adversos de las infraestructuras de transporte, así como el desarrollo económico en general (Moreno, 2012).

Tradicionalmente, la conservación de la biodiversidad ha sido tratada mediante medidas formuladas de forma aislada a los usos del suelo y a las políticas de desarrollo económico; la infraestructura verde, reconoce las limitaciones de ese enfoque y ubica la conservación de la biodiversidad en un marco político más amplio, en el que las funciones naturales principales se logran en mayor consonancia con otras prioridades de uso del territorio, como la agricultura, la silvicultura y los usos recreativos, así como la adaptación al cambio climático (Echániz, 2008). Es por todo lo antes expuesto, que la implementación de sistemas silvopastoriles, es una respuesta integral a la degradación de ecosistemas y paisajes; es una estrategia clave no solo para recuperar la integridad ecológica sino para generar beneficios locales y nacionales.

1.6 Métodos para la evaluación de proyectos

La evaluación de proyectos de inversión, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente segura y rentable. Evaluar un proyecto consiste en determinar, mediante un análisis de costo-beneficio, si genera o no el rendimiento deseado para entonces tomar la decisión de realizarlo o rechazarlo; para ello es necesario, emplear una serie de criterios que estén en concordancia con los objetivos planteados. Para el análisis no existen reglas únicas, por lo general, surgen en función de la naturaleza por lo que se debe considerar los siguientes aspectos:

- **Pertinencia o relevancia:** Observa la congruencia entre los objetivos del proyecto, las necesidades identificadas y los intereses de la población.
- **Eficacia:** Es el grado en que se han cumplido los objetivos.
- **Eficiencia:** Indica el modo en que se han organizado y empleado los recursos disponibles en la implementación del proyecto.
- **Sostenibilidad:** Es la medida en que la población y/o las instituciones mantienen vigentes los cambios logrados por el proyecto una vez que ha finalizado.

Además, de acuerdo con Fontaine (2008), en la Evaluación Social de Proyectos, el perfil, la prefactibilidad y la factibilidad, forman parte de un ciclo de gestación, donde el perfil es la definición de los objetivos, formulado por un panel de expertos. A diferencia de un perfil, la prefactibilidad es un documento elaborado con expertos técnicos, financieros, legales, económicos, debiendo ser incluido los tiempos, insumos, la operación del proyecto. Al final será un equipo multidisciplinario, de preferencia, distinto al que elaboró el estudio, quien revise, critique y observe, y haga las recomendaciones oportunas.

Desde otra perspectiva la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM (1997), menciona los componentes de un estudio de prefactibilidad: estudio de mercado, técnico, financieros, económicos. En relación con lo técnico está la ubicación, el tamaño, programas de trabajo, estimación de costos y operación. En relación con lo financiero se menciona: presupuestos del flujo de operación, financiamiento, aportes de capital, ingresos, préstamos, entre otros. La rentabilidad del proyecto y la relación costo/beneficio forman parte de los documentos socioeconómicos.

A continuación, se presenta el diseño de la investigación con enfoque mixto, que implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema.

1.6.1 Métodos para el desarrollo de la investigación

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Sampieri y Mendoza, 2008).

Dentro de los métodos mixtos, encontramos tres tipos principales de diseño indicados como diseños concurrentes, secuenciales o transformadores, teniendo también en cuenta su carácter confirmatorio o exploratorio. La Figura 3 muestra las distintas posibilidades en el diseño de investigaciones basadas en métodos mixtos (Creswell & Clark, 2007 y Creswell, 2014).

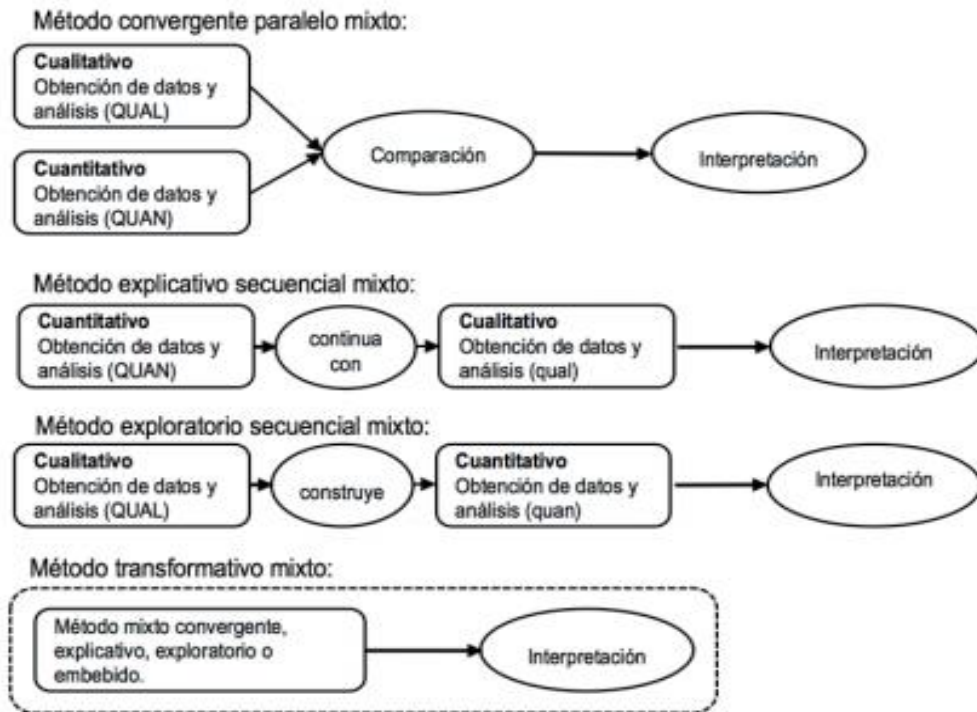


Figura 3. Diseño de investigación basada en métodos mixtos. **Fuente: Creswell 2014.**

Los diseños mixtos específicos más comunes son: a) diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS); b) diseño explicativo secuencial (DEXPLIS); c) diseño transformativo secuencial (DITRAS); d) diseño anidado o incrustado de modelo dominante (DIAC); e) diseño de triangulación concurrente (DITRIAC); f) diseño anidado concurrente de varios niveles (DIACNIV); g) diseño transformativo concurrente (DISTRAC)), los cuales se explican a continuación:

a) Diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS)

El diseño implica una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y analizan datos cuantitativos. Hay dos modalidades del diseño atendiendo a su finalidad (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008; y Creswell *et al*, 2008):

i. Modalidad derivativa

En esta modalidad la recolección y el análisis de los datos cuantitativos se construyen sobre la base de los resultados cualitativos. La mezcla mixta ocurre cuando se conecta el análisis cualitativo de los datos y la recolección de datos cuantitativos. La interpretación final es producto de la integración y comparación de resultados cualitativos y cuantitativos. El foco esencial del diseño es efectuar una exploración inicial del planteamiento. Creswell (2009), comenta que el DEXPLOS es apropiado cuando buscamos probar elementos de una teoría emergente producto

de la fase cualitativa y pretendemos generalizarla a diferentes muestras. Morse (1991), señala otra finalidad del diseño en esta vertiente: determinar la distribución de un fenómeno dentro de una población seleccionada. Asimismo, el DEXPLIS es utilizado cuando el investigador necesita desarrollar un instrumento estandarizado porque las herramientas existentes son inadecuadas o no se puede disponer de ellas. En este caso es útil usar un diseño exploratorio secuencial de tres etapas: 1) Recabar datos cualitativos y analizarlos; 2) Utilizar los resultados para construir un instrumento cuantitativo (los temas o categorías emergentes pueden ser las variables y los segmentos de contenido que ejemplifican las categorías pueden ser los ítems, o generarse reactivos para cada categoría); 3) Administrar el instrumento a una muestra probabilística de una población para validarlo.

ii. Modalidad comparativa

En este caso, en una primera fase se recolectan y analizan datos cualitativos para explorar un fenómeno, generándose una base de datos; posteriormente, en una segunda etapa se recolectan y analizan datos cuantitativos y se obtiene otra base de datos (esta última fase no se construye completamente sobre la plataforma de la primera, como en la modalidad derivativa, pero sí se toman en cuenta los resultados iniciales: errores en la elección de tópicos, áreas complejas de explorar, entre otros). Los descubrimientos de ambas etapas se comparan e integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio. Se puede dar prioridad a lo cualitativo o a lo cuantitativo, o bien, otorgar el mismo peso, siendo lo más común lo primero (CUAL). En ciertos casos se le puede otorgar prioridad a lo cuantitativo, por ejemplo: cuando el investigador intenta conducir fundamentalmente un estudio CUAN, pero necesita comenzar recolectando datos cualitativos para identificar o restringir la dispersión de las posibles variables y enfocarlas. Pero siempre se recolectan antes los datos cualitativos. En ambas modalidades, los datos y resultados cuantitativos asisten al investigador en la interpretación de los descubrimientos de orden cualitativo.

b) Diseño explicativo secuencial (DEXPLIS)

El diseño se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos. La mezcla mixta ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales informan a la recolección de los datos cualitativos. Cabe señalar que la segunda fase se construye sobre los resultados de la primera. Finalmente, los descubrimientos de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio. Se puede dar prioridad a lo cuantitativo o a lo cualitativo, o bien, otorgar el mismo peso, siendo lo más común lo primero (CUAN). Un propósito frecuente de este modelo es utilizar resultados cualitativos para auxiliar en la interpretación y explicación de los descubrimientos cuantitativos iniciales, así como profundizar en éstos. Ha sido muy valioso en situaciones donde

aparecen resultados cuantitativos inesperados o confusos. Cuando se le concede prioridad a la etapa cualitativa, el estudio puede ser usado para caracterizar casos a través de ciertos rasgos o elementos de interés relacionados con el planteamiento del problema, y los resultados cuantitativos sirven para orientar en la definición de una muestra guiada por propósitos teóricos o conducido por cierto interés.

c) Diseño transformativo secuencial (DITRAS)

Al igual que los diseños previos, el diseño transformativo secuencial incluye dos etapas de recolección de los datos. La prioridad y fase inicial puede ser la cuantitativa o la cualitativa, o bien, otorgarles a ambas la misma importancia y comenzar por alguna de ellas. Los resultados de las etapas cuantitativa y cualitativa son integrados durante la interpretación. Lo que la diferencia de los diseños secuenciales previos es que una perspectiva teórica amplia (teorización) guía el estudio (por ejemplo, feminismo, acción participativa, el enfoque de las múltiples inteligencias, la teoría de la adaptación social, el modelo de los valores en competencia, entre otros). De acuerdo con Creswell *et al.* (2008), esta teoría, marco conceptual o ideología es más importante para orientar la investigación que el propio método, debido a que determina la dirección a la cual debe enfocarse el investigador o investigadora al explorar el problema de interés, crea sensibilidad para recabar datos de grupos marginales o no representados y hace un llamado a la acción. Tal teoría o marco se introduce desde el mismo planteamiento inicial. El tipo de mezcla de métodos mixtos es de conexión. El DITRAS tiene como propósito central servir a la perspectiva teórica del investigador y en ambas fases éste debe tomar en cuenta las opiniones y voces de todos los participantes y a los grupos que ellos representan.

Una finalidad del diseño es emplear los métodos que pueden ser más útiles para la perspectiva teórica. En este diseño se pueden incluir diversos abordajes e involucrar con mayor profundidad a los participantes o entender el fenómeno sobre la base de uno o más marcos de referencia. Las variaciones del diseño se definen más bien por la multiplicidad de perspectivas teóricas que de métodos. Este modelo posee las mismas debilidades y fortalezas que sus predecesores, consume tiempo, pero es fácil de definir, describir, interpretar y compartir resultados (Creswell, 2009). Es muy conveniente para aquellos investigadores que utilizan un marco de referencia transformativo y métodos cualitativos.

d) Diseño de triangulación concurrente (DITRIAC)

Este modelo es probablemente el más popular y se utiliza cuando el investigador pretende confirmar o corroborar resultados y efectuar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos, así como aprovechar las ventajas de cada método y minimizar sus debilidades. Puede ocurrir que no se presente la confirmación o corroboración. De manera simultánea (concurrente) se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos sobre el problema de investigación aproximadamente en el mismo tiempo. Durante la interpretación y la discusión se terminan de explicar las dos clases de resultados, y

generalmente se efectúan comparaciones de las bases de datos. Éstas se comentan de la manera como Creswell (2009), denomina “*lado a lado*”, es decir, se incluyen los resultados estadísticos de cada variable y/o hipótesis cuantitativa, seguidos por categorías y segmentos (citas) cualitativos, así, como teoría fundamentada que confirme o no los descubrimientos cuantitativos. Una ventaja es que puede otorgar validez cruzada o de criterio y pruebas a estos últimos, además de que normalmente requiere menor tiempo de implementación. Su mayor reto reside en que a veces puede ser complejo comparar resultados de dos análisis que utilizan datos cuyas formas son diferentes. Por otro lado, en casos de discrepancias entre datos CUAN y CUAL debe evaluarse cuidadosamente por qué se han dado y en ocasiones es necesario recabar datos adicionales tanto cuantitativos como cualitativos. El diseño puede abarcar todo el proceso investigativo o solamente la parte de recolección, análisis e interpretación. En el primer caso, se tienen dos estudios que ocurren simultáneamente.

e) Diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC)

El diseño anidado concurrente colecta simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos. Pero su diferencia con el diseño de triangulación concurrente reside en que un método predominante guía el proyecto (pudiendo ser éste cuantitativo o cualitativo). El método que posee menor prioridad es anidado o insertado dentro del que se considera central. Tal incrustación puede significar que el método secundario responda a diferentes preguntas de investigación respecto al método primario. En términos de Creswell *et al.* (2008), ambas bases de datos nos pueden proporcionar distintas visiones del problema considerado. Por ejemplo, en un experimento mixto los datos cuantitativos pueden dar cuenta del efecto de los tratamientos, mientras que la evidencia cualitativa puede explorar las vivencias de los participantes durante los tratamientos. Asimismo, un enfoque puede ser enmarcado dentro del otro método. Los datos recolectados por ambos métodos son comparados y/o mezclados en la fase de análisis. Este diseño suele proporcionar una visión más amplia del fenómeno estudiado que si usáramos un solo método. Por ejemplo, un estudio básicamente cualitativo puede enriquecerse con datos cuantitativos descriptivos de la muestra (Creswell, 2009). Asimismo, ciertos datos cualitativos pueden incorporarse para describir un aspecto del fenómeno que es muy difícil de cuantificar (Creswell *et al.*, 2008).

Una enorme ventaja de este modelo es que se recolectan simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos (en una fase) y el investigador posee una visión más completa y holística del problema de estudio, es decir, obtiene las fortalezas del análisis CUAN y CUAL. Adicionalmente, puede beneficiarse de perspectivas que provienen de diferentes tipos de datos dentro de la indagación. El mayor reto del diseño es que los datos cuantitativos y cualitativos requieren de ser transformados de manera que puedan integrarse para su análisis conjunto. Asimismo, necesitamos un conocimiento profundo del fenómeno y una rigurosa revisión de la literatura para resolver discrepancias que

podrían presentarse entre datos. Por otro lado, como puntualiza Creswell (2009), debido a que los dos métodos no tienen la misma prioridad, la aproximación puede resultar en evidencias inequívocas cuando se interpretan los resultados finales.

f) Diseño anidado concurrente de varios niveles (DIACNIV)

En esta modalidad se recolectan datos cuantitativos y cualitativos en diferentes niveles, pero los análisis pueden variar en cada uno de éstos. O bien, en un nivel se recolectan y analizan datos cuantitativos, en otro, datos cualitativos y así sucesivamente. Otro objetivo de este diseño podría ser buscar información en diferentes grupos y/o niveles de análisis. Tal sería el caso de estudiar la calidad en el soporte y servicio que se ofrece a los pacientes de un hospital, a quienes se les podría administrar un instrumento estandarizado para medir su nivel de satisfacción sobre el servicio que se les brinda y el grado en que perciben apoyo físico y emocional (CUAN) mientras que a los familiares de los pacientes se les entrevistaría en profundidad (CUAL) y todavía podríamos ampliar el número de métodos incrustados: medir en los médicos, las enfermeras y otros empleados la autopercepción de la calidad del servicio y el soporte ofrecido a los pacientes (CUAN) y entrevistar a los directivos sobre el problema de estudio en cuestión (CUAL), además de observaciones en campo más abiertas (CUAL).

g) Diseño transformativo concurrente (DISTRAC)

Este diseño conjunta varios elementos de los modelos previos: se recolectan datos cuantitativos y cualitativos en un mismo momento (concurrente) y puede darse o no mayor peso a uno u otro método, pero al igual que el diseño transformativo secuencial, la recolección y el análisis son guiados por una teoría, visión, ideología o perspectiva, incluso un diseño cuantitativo o cualitativo (por ejemplo, un experimento o un ejercicio participativo). Una vez más, este armazón teórico o metodológico se refleja desde el planteamiento del problema y se convierte en el fundamento de las elecciones que tome el investigador respecto al diseño mixto, las fuentes de datos y el análisis, interpretación y reporte de los resultados. Puede adquirir el formato anidado o el de triangulación (Creswell, 2009). Su finalidad es hacer converger la información cuantitativa y cualitativa, ya sea anidándola, conectándola o logrando su confluencia. Por lo tanto, sus fortalezas y debilidades son las mismas que las del diseño de triangulación o el diseño anidado. Creswell *et al.* (2008).

1.6.2 Métodos para la evaluación económica

La evaluación económica, se realiza aplicando métodos que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil. El objetivo, es comparar los costos con los beneficios esperados del proyecto, con el fin de determinar cuál de todas las alternativas es

la más remunerativa; una regla útil para identificar los beneficios de un proyecto de inversión es preguntarse cuál será el impacto sin y con el proyecto.

Los métodos para realizar la evaluación son los siguientes: a) Valor presente neto (VPN - VAN); b) Tasa interna de Rendimiento (TIR); c) Costo beneficio (CB); d) Índice de Rentabilidad (IR); e) Razones Financieras; f) Análisis de sensibilidad.

a) Valor presente Neto (VPN)

El VPN también es conocido como Valor Actual Neto (VAN) y es la diferencia del valor presente neto de los flujos netos de efectivo y el valor actual de la inversión, cuyo resultado se expresa en dinero. Se define como la suma de valores actuales o presentes de los flujos netos de efectivo, menos la suma de los valores presentes de las inversiones netas. La tasa que se utiliza para descontar los flujos de fondos es la rentabilidad mínima aceptable por parte de la empresa, por debajo de la cual los proyectos de inversión no deben llevarse a cabo (Baca Urbina, 2013).

El método presupone que se va a aplicar una sola tasa de descuento a todos los flujos, es decir, presupone una tasa de descuento que puede igualarse al costo de capital y lo aplica a los ingresos y egresos futuros de la inversión a fin de llegar a obtener su valor actual neto. Si el valor actual neto es positivo, significa que la inversión tendrá una tasa de rendimiento mayor que la tasa de descuento elegida; en consecuencia, el proyecto de inversión será aceptable. Por el contrario, si el valor actual neto es negativo, significa que la inversión tendrá una tasa de rendimiento menor que la tasa de descuento elegida; en tal situación el proyecto se rechazará. Alternativamente, un valor actual neto de cero indica que la tasa de rendimiento de la inversión y la tasa de descuento son idénticas (Baca Urbina, 2013).

Por lo tanto, la elección de una tasa de descuento adecuada es esencial para el método del valor actual neto. Fundamentalmente, la tasa de descuento elegida debe ser la tasa mínima de rendimiento requerida por la empresa por los proyectos de inversión.

La fórmula para su cálculo es:

$$VPN = VAN \sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

VPN= Valor Presente Neto

VAN= Valor Actual Neto

FNE= Flujo Neto de Efectivo

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

El criterio de selección de este indicador establece que al ser cero u obtener valores positivos, el proyecto es favorable, ya que se obtiene lo exigido o más. El método de Valor Presente Neto es muy utilizado porque es muy fácil su aplicación; porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a dinero de hoy y así puede verse si los ingresos son mayores que los egresos, es decir, considera el valor del dinero a través del tiempo. Este indicador presenta incertidumbre en una economía inflacionaria, ya que se incluye de cierta manera el riesgo del país donde se realizan las operaciones de financiamiento del proyecto y la inflación se toma en cuenta en la evaluación, en el momento de realizar la proyección de los flujos netos de efectivo ((Escalona, 2009); (Morales, 2009)).

b) Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento a la que el valor presente neto de una inversión arroja un resultado de cero, o la tasa de descuento que hace que los flujos netos de efectivo igualen el monto de la inversión. Esta tasa tiene que ser mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida al proyecto de inversión. En términos generales se interpreta como la tasa máxima de rendimiento que produce una alternativa de inversión dados ciertos flujos de efectivo o la tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto (Baca Urbina, 2013); (Escalona, 2009).

Sosa, (2007) afirma que la TIR es una medida de rentabilidad que depende de la cuantía y duración de los flujos de efectivo del proyecto. Es importante señalar que debido a que los proyectos de inversión presentan dos tipos de flujos de efectivo (constantes o desiguales por cada año de duración de la inversión) y de acuerdo con el tipo de flujos de efectivo, la tasa interna de rendimiento se obtiene mediante las siguientes fórmulas:

En el caso en que los flujos de efectivo son *desiguales* se utiliza la siguiente:

$$TIR \therefore VPN = VAN \sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n} - \left[IIN - \frac{VS}{(1+i)^n} \right] = 0 \quad (\text{Ec. 2})$$

TIR= Tasa Interna de Retorno

VPN= Valor Presente Neto

VAN= Valor Actual Neto

FNE= Flujo Neto de Efectivo

IIN= Inversión Inicial Neta

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

Cuando los flujos de efectivo sean *iguales*, la fórmula que se debe utilizar es:

$$TIR \therefore VPN = VAN = FNE \left[\frac{1 - (1 + i)^n}{i} \right] - \left[IIN - \frac{VS}{(1 + i)^n} \right] = 0 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

TIR= Tasa Interna de Retorno

VPN= Valor Presente Neto

VAN= Valor Actual Neto

FNE= Flujo Neto de Efectivo

IIN= Inversión Inicial Neta

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

En cuanto a la conveniencia de realizar una inversión, debe señalarse que la decisión será favorable cuando la Tasa Interna de Retorno sea mayor que la tasa de interés del mercado, es decir, cuando el uso de los recursos en las inversiones alternativas rinde menos que si se invierten en el proyecto. Entre las ventajas de la TIR frente a otras metodologías es que elimina el cálculo de la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), esto le da una característica favorable en su utilización por parte de los administradores financieros; es una herramienta de gran utilidad nacional e internacional para la toma de decisiones financiera dentro de las organizaciones.

c) El método costo beneficio (CB)

Este parámetro representa la suma de los flujos de efectivo a valor presente dividida entre la inversión inicial neta a valor presente menos 1 por 100. Este indicador mide la cantidad de los flujos netos de efectivo que se obtienen después de recuperar la tasa de interés exigida en el proyecto de inversión. Cuando los flujos de efectivo exceden el monto de la inversión, representan la ganancia adicional en porcentaje de la inversión actualizada; en cambio, si los flujos de efectivo actualizados son menores que el monto de la inversión, muestran en porcentaje el faltante de inversión por recuperar (Baca Urbina, 2013). En caso de que exista un excedente de flujos de efectivo relacionado con la inversión, se lee como la contribución porcentual con respecto a la inversión, o también como el beneficio porcentual adicional logrado con la inversión. En la medida que este indicador es mayor refleja más el beneficio. Su fórmula es la siguiente:

$$CB = \left[\frac{\sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n}}{IIN - \left[\frac{VS}{(1+i)^n} \right]} - 1 \right] * 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

CB= Costo Beneficio

FNE= Flujo Neto de Efectivo

IIN= Inversión Inicial Neta

VS= Valor de Salvamento

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

Cuando la fórmula costo-beneficio proporciona un valor negativo se interpreta como el porcentaje de inversión faltante que no generaron los flujos netos de efectivo. En este caso es el costo que no se cubre de la inversión. Para determinar el costo-beneficio, se calcula por separado los valores actuales de la corriente de beneficios, así como los valores actuales de la corriente de egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de la corriente de beneficios entre la suma de los valores actuales de la corriente de costos. El resultado puede ser:

1. Relación beneficio / costo mayor que 1
2. Relación beneficio / costo igual a 1
3. Relación beneficio / costo menor que 1

El 1 indica que por cada dólar de costo en el proyecto se obtiene más de un dólar de beneficio; la 2 que por cada dólar de costo se obtiene un dólar de beneficio y la 3, que por cada dólar de costo se obtiene menos de un dólar de beneficio. Es necesario observar que el valor absoluto de la relación beneficio / costo variará según la tasa de actualización elegida. Cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación beneficio – costo resultante y, si se elige una tasa lo bastante elevada, se forzarán a descender a menos de uno la relación beneficio-costo. El criterio formal para la selección de la relación beneficio-costo del valor de un proyecto es aceptar todos los proyectos independientes con una relación de beneficio – costo de uno o mayor, siempre y cuando la corriente de los costos y beneficios netos haya sido actualizada a una tasa igual al costo de oportunidad del capital.

d) Índice de Rentabilidad (IR)

Este indicador representa el valor actual de los flujos de efectivo divididos entre la inversión inicial neta. En esencia, es una derivación del VPN, ya que también se utilizan los flujos netos de efectivo y la inversión inicial neta a valor presente. Sin embargo, en este caso se divide la sumatoria de los flujos netos de efectivo descontados con la tasa mínima de rendimiento entre la inversión inicial neta disminuida por el valor de salvamento a valor presente.

En el cálculo de este indicador hay que tener en cuenta los diferentes resultados: Índice de rentabilidad mayor a 1 igual a VAN positivo, se puede invertir (Sosa, 2007). Cuando el índice de rendimiento tiene un valor mayor que uno, corresponde a un valor presente neto positivo y significa que los flujos de efectivo fueron suficientes para recuperar el monto de la inversión y la tasa mínima de rendimiento que se deseaba en el proyecto respectivo.

Su fórmula es la siguiente:

$$IR = \frac{\sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n}}{IIN - \left[\frac{VS}{(1+i)^n} \right]} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

IR= Índice de Rendimiento

FNE= Flujo Neto de Efectivo

IIN= Inversión Inicial Neta

VS= Valor de Salvamento

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate

El significado de este indicador es: Cuantas veces es el total de los flujos netos de efectivo en relación con el valor presente la inversión inicial en valor presente (Morales, 2009, p 200). Este criterio de evaluación para calcular la rentabilidad del proyecto no es exacto cuando solamente está indicando uno de los posibles escenarios del proyecto.

e) **Razones financieras**

El análisis de las tasas o razones financieras es el método que no toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Esto es válido, ya que los datos que toma para su análisis provienen de la hoja de balance general y del estado de resultados. Existen cuatro tipos básicos de razones financieras. La información que surja de éstas puede ser de interés para personas o entidades externas o internas a la empresa. Los cuatro tipos básicos de razones son 1) Razones de Liquidez, 2) tasas de apalancamiento, 3) Tasas de actividad y 4) Tasas de Rentabilidad; las cuales se amplían a continuación:

1. Razones de liquidez Miden la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones (pagos) a corto plazo. Entre ellas figuran:

a) Tasa circulante: Se obtiene dividiendo los activos circulantes sobre los pasivos circulantes. Los activos circulantes incluyen efectivo, acciones vendibles, cuentas por cobrar e inventarios; los pasivos circulantes incluyen cuentas por pagar, notas por pagar a corto plazo, vencimientos a corto plazo de deudas a largo plazo, así como impuestos y salarios retenidos. La tasa circulante es la más empleada para medir la solvencia a corto plazo, ya que indica a qué grado es posible cubrir las deudas de corto plazo sólo con los activos que se convierten en efectivo a corto plazo. Su fórmula es:

$$\text{Razon Circulante} = \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo Circulante}} \quad (\text{Ec. 6})$$

b) Prueba del ácido: Se calcula al restar los inventarios de los activos circulantes y dividir el resto entre los pasivos circulantes. Esto se hace así porque los inventarios son los activos menos líquidos. Así, esta razón mide la capacidad de la empresa para pagar las obligaciones a corto plazo sin recurrir a la venta de inventarios. Se considera que 1 es un buen valor para la prueba del ácido. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de prueba Ácida} = \frac{\text{Activo circulante} - \text{inventario}}{\text{Pasivo Circulante}} \quad (\text{Ec. 7})$$

2. Tasas de apalancamiento: Miden el grado en que la empresa se ha financiado por medio de la deuda. Están incluidas:

a) Razón de deuda total a activo total: también llamada tasa de deuda. Mide el porcentaje total de fondos provenientes de instituciones de crédito. La deuda incluye los pasivos circulantes. Un valor aceptable de esta tasa es 33%, ya que los acreedores difícilmente prestan a una empresa muy endeudada por el riesgo que corren de no recuperar su dinero. Su fórmula es:

$$\text{Tasa de deuda} = \frac{\text{deuda total}}{\text{activo total}} \quad (\text{Ec. 8})$$

b) Número de veces que se gana el interés: se obtiene dividiendo las ganancias antes del pago de interés e impuestos. Mide el grado en que pueden disminuir las ganancias sin provocar un problema financiero a la empresa, al grado de no cubrir los gastos anuales de interés. Un valor aceptado de esta tasa es 8.0 veces y su fórmula es:

$$\text{Número de veces que se gana el interes} = \frac{\text{ingreso bruto}}{\text{cargo de interes}} \quad (\text{Ec. 9})$$

3. Tasas de actividad. Este tipo de tasas no se deben aplicar en la evaluación de un proyecto, ya que como su nombre lo indica, mide la efectividad de la actividad empresarial y cuando se realiza el estudio no existe tal actividad. A pesar de esto, y aunque no se calculen, se enumeran las pautas a seguir. La primera tasa es rotación de inventarios y se obtiene al dividir las ventas entre los inventarios, ambas expresadas en pesos. El valor comúnmente aceptado de esta tasa es 9. Un problema en el cálculo de esta tasa es el método de evaluación de los inventarios. El segundo problema es que las ventas están calculadas sobre un año completo y los inventarios están tomados como un punto en el tiempo. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{ventas}}{\text{inventarios}} \quad (\text{Ec. 10})$$

a) **Periodo promedio de recolección:** es la longitud promedio de tiempo que la empresa debe esperar después de hacer una venta antes de recibir el pago en efectivo. Un valor aceptado para esta tasa es de 45 días. Su fórmula es:

$$PPR = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{\text{ventas por día}} = \frac{\text{cuentas por cobrar}}{(\text{ventas anuales}/365)} \quad (\text{Ec. 11})$$

b) **Rotación de activo total:** es la tasa que mide la actividad final de la rotación de todos los activos de la empresa. Un valor aceptado para esta tasa es de 2.0. Su fórmula es:

$$\text{Rotación de activos totales} = \frac{\text{ventas anuales}}{\text{activos totales}} \quad (\text{Ec. 12})$$

inversor tenga una herramienta adicional para decidir si invierte o no en el proyecto (Baca Urbina, 2013).

1.6.3 Métodos para la evaluación social

La evaluación de proyectos implica pues, el establecimiento de criterios para la identificación y valoración de costos y beneficios, a la conveniencia y oportunidad o no de llevar a cabo el proyecto, a la vez que estos beneficios y costos ocurren en distintos momentos en el tiempo, se requiere de un coeficiente de ponderación que los haga comparables (Miranda J. J., 2010)

La evaluación social, corresponde al proceso por medio del cual se determina el grado de aceptación de un proyecto desde el punto de vista de la sociedad. Esto implica que en la función de utilidad se considera como objeto de maximización el bienestar social y, por lo tanto, en su sentido más amplio, debe incluir todas las variables aceptadas como representativas de objetivos nacionales de bienestar en un país. (Sepúlveda, 2000).

El primer paso en la evaluación social de un proyecto es la identificación del impacto sobre cada uno de los elementos de la función de utilidad o bienestar social. El impacto se divide en dos: 1) los beneficios o impactos positivos y 2) los costos o impactos negativos. Tanto los beneficios como los costos deben ser analizados teniendo en cuenta su magnitud su ubicación en el tiempo y la duración del proyecto. (Miranda J. J., 2001). Con el fin de medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Los métodos para realizar la evaluación son los siguientes: a) Costo / Beneficio; b) Costo / Eficiencia; c) Análisis de Sensibilidad; d) Análisis Multicriterio y e) Proyectos Relacionados.

a) Costo - beneficio

La técnica del Análisis del Costo Beneficio consiste en comparar los costos con los beneficios económicos del proyecto. Si éstos son mayores que los costos, existe una primera indicación de que el proyecto debería ser, en principio, aprobado (Cohen & Martínez, 2010). Cabe mencionar que las mismas variables tomadas en cuenta en la evaluación financiera se incluyen en este análisis y también se aplican los índices financieros: la VAN y la TIR, sin embargo, existe una diferencia en la presentación de los costos en general, que, a diferencia de la evaluación financiera, que son precios de mercado, en esta técnica los precios deben ser sociales.

La fórmula que se aplicará al final de la elaboración de los flujos sociales es la siguiente:

$$Relación = \frac{beneficio}{costo} = \frac{VAB}{VAC} \quad (Ec. 14)$$

Donde:

VAB= Valor Actual de los Beneficios

VAC= Valor Actual de los Costos

Y de acuerdo con los posibles resultados podrían tener las siguientes condiciones:

- Si la razón beneficio/costo mayor a 1, **se acepta el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es menor a 1, **se rechaza el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es igual a 1, **hay indiferencia en realizar o no el proyecto.**

b) Costo – eficiencia

Dado el rol que la sociedad le asigna al Estado en diferentes contextos económicos e históricos, muy frecuentemente la inversión pública se materializa en proyectos de inversión cuyos beneficios, a pesar de ser de alta valoración social, difícilmente pueden ser valorados en términos monetarios. A veces se presentan serias dificultades teóricas y metodológicas cuya superación significa altos costos en recursos y tiempos requeridos para desarrollar esas estimaciones, mientras en otros casos las dificultades surgen por discrepancias de valoración en la sociedad. Tal es la situación en algunas iniciativas de inversión en educación, salud, mejoramiento urbano, paisajismo, atención de menores, entre otras. (Aguilera *et al.*, 2011). En situaciones en que es muy difícil, o a veces imposible, valorar los beneficios sociales, no es conveniente abandonar la preocupación por la eficiencia en el uso de los recursos públicos. Para estos efectos se suele optar por aplicar el criterio de Costo-Eficiencia, en lugar del criterio Beneficio-Costo. De lo que se trata es de evaluar los proyectos de inversión procurando encontrar aquellas alternativas que generen los bienes o servicios correspondientes con el menor costo para la sociedad y, dependiendo de las circunstancias, estableciendo parámetros de referencia de máximo costo unitario aceptable. (Aguilera *et al.*, 2011).

c) Análisis de sensibilidad

La preparación, formulación y evaluación de proyectos de inversión es un proceso complejo que significa una exploración en el futuro, por tanto, en el terreno de la incertidumbre. Los resultados que se quiere obtener con un determinado proyecto dependerán de un conjunto de supuestos sobre el comportamiento de diversas variables independientes que tienen efectos sobre la variable dependiente, el resultado, y que se expresa en los valores estimados del Valor Presente Neto o Valor Actual Neto o un indicador de Costo-Eficiencia. Por su parte, habrá variables identificadas de beneficios y

costos, no cuantificables, que pueden tener efectos significativos en los resultados de un proyecto. El análisis de sensibilidad busca determinar, razonablemente, el impacto en los resultados de los comportamientos de variables independientes, diferentes a los asumidos previamente para las estimaciones de beneficios y costos del proyecto, y que podrían, eventualmente, hacer cambiar la decisión. El impacto probable en los resultados, como consecuencia de un cambio no previsto en una o más variables, es una información relevante para el tomador de decisiones y, por tanto, es necesario incluir este tipo de análisis en el proceso de evaluación. (Aguilera *et al.*, 2011).

d) Análisis multicriterio

Las técnicas de análisis más utilizadas en los procesos de evaluación de proyectos de inversión pública son aquellos basados en los enfoques de Beneficio-Costo y de Costo-Eficiencia. Sin embargo, pese a su gran utilidad, se constata con frecuencia sus limitaciones en el apoyo al decisor, cuando se trata de proyectos cuyos impactos esperados, en términos de beneficios y costos para la sociedad, son muy difíciles de valorar y expresar en términos monetarios, o cuando los métodos y técnicas para hacer esa valoración monetaria no tienen aceptación generalizada a nivel de expertos y/o no tienen suficiente legitimidad en la sociedad y los actores relevantes, dados los valores prevalecientes. (Aguilera *et al.*, 2011).

e) Proyectos relacionados

Generalmente la evaluación de proyectos se aplica a iniciativas individuales de inversión, considerando los beneficios y costos que cada una de ellas generaría, aun cuando puedan formar parte de una cartera de proyectos de un mismo decisor. En diferentes ámbitos se ha planteado la conveniencia de evaluar conjuntos de proyectos ya sea porque forman parte de un Programa, de un Proyecto Integral, o porque se observan relaciones entre proyectos que podrían influir en su rentabilidad social. (Aguilera *et al.*, 2011).

1.6.4 Métodos para la evaluación del Paisajismo Escénico

El paisaje visual, entendido como el resultado de la interacción entre el observador y su entorno, toma cada vez más importancia en el proceso de toma de decisiones relacionado con las grandes infraestructuras de transporte, tanto para las autoridades como para la sociedad. La evaluación del paisaje permite integrar las variables territoriales y su relación con el observador. Es necesario profundizar en el conocimiento de la relación del paisaje con las infraestructuras de transporte, en concreto con las autopistas, para desarrollar metodologías y herramientas científicas necesarias para su correcta evaluación.

Las autopistas son grandes infraestructuras que modifican y afectan sustancialmente al territorio. Una vez que se encuentran en operación se convierten en un elemento estructural del paisaje que interviene en el mismo más allá de su función de vías de comunicación. Las

autopistas, por el elevado número de personas que circulan por ellas, son uno de los medios más importantes de comunicación entre la población y el territorio. Por tanto, la manera en la que las autopistas transmiten el paisaje del que forman parte debe ser tomada en cuenta en los procesos de evaluación que se desarrollan cuando se planifican, proyectan y diseñan estas infraestructuras.

La evaluación del paisaje requiere prestar atención a un gran número de valores que lo caracterizan, tanto territoriales, como los de los agentes que intervienen en él. Estos valores son: a) ecológicos, b) históricos, c) culturales, d) estéticos y e) emocionales. Esto implica que existan dificultades para encontrar métodos que permitan valorar la calidad del paisaje de forma que sea válida y aceptable para todos los agentes implicados

Actualmente el proceso de evaluación del paisaje está ampliamente reconocido como un enfoque de investigación ambiental multidisciplinar. El problema que se plantea en la valoración estética del paisaje es de gran cobertura; expertos de seis disciplinas: filosofía, arquitectura paisajista, ingeniería, psicología, biología y planificación territorial, lo han tratado, pero abordándolo desde un punto de vista distinto cada uno (Carlson, 1977, Gussow, 1979, Ribe, 1982, Carlson, 1984, Dearden, 1987; Cañas - Guerrero y Otero - Pastor, 1993, Otero *et al.*, 2007).

▪ **Variables que intervienen en la evaluación del paisaje que rodea a las carreteras.**

Existen numerosas publicaciones sobre evaluación del paisaje, pero no existen muchos estudios que se centren en la relación entre el paisaje y la carretera. Las cuatro variables que contribuyen a una metodología para la evaluación del paisaje en infraestructuras, se citan a continuación:

1. **Naturalidad:** la escena presenta una falta de influencia o intervención humana. La condición de naturalidad debe entenderse desde un punto de vista general, más que desde un punto de vista científico o ecológico. Además, se debe decidir si existe o no un conflicto entre el paisaje natural y los elementos escénicos que parecen haber sido introducidos por el hombre.
2. **Viveza:** esta variable puede ser definida como la extensión hasta la cual un paisaje puede ser considerado memorable. Esta característica escénica puede estar asociada con el carácter distintivo del paisaje, lo que puede ser considerado como un nivel reconocible de la diversidad del paisaje y del contraste que existe entre los diversos elementos dentro de la escena. Se considera que un paisaje que cuenta con esta característica genera una impresión inmediata y duradera en el observador.

3. **Variedad:** se refiere a la ausencia de monotonía. Se asocia con la diversidad general de las características básicas de tipo artístico como colores, texturas, forma, espacios y otros atributos visibles que añadan diversidad o mezcla de experiencias visuales por escena.

4. **Unidad:** se refiere a la existencia de un equilibrio adecuado o apropiado o a la armonía de los elementos escénicos que existe dentro de un paisaje. En una situación pintoresca, con fuertes niveles de unidad, los diferentes elementos escénicos en la vista parece que se funden en un conjunto visual. Hay en general una sensación de que los elementos escénicos individuales van de la mano. La intención de la aplicación de la unidad como variable descriptora es evaluar si los elementos naturales y/o elementos humanos del paisaje están en armonía visual con los demás, y con la escena del paisaje en general. Unidad escénica implica que un paisaje se percibe de forma adecuada y armónica con su entorno.

Los métodos para realizar la evaluación son los siguientes: a) Dos paradigmas opuestos; b) Preferencia Cultural; c) Atributos del Paisaje y d) Fragilidad del Paisaje, los cuales se describen a continuación:

a) **Dos paradigmas opuestos**

Algunos autores proponen que la evaluación del paisaje puede abordarse tomando como base dos paradigmas opuestos: el paradigma objetivista y el subjetivista (Lothian 1999 y Otero *et al.*, 2007). El primero considera que la calidad del paisaje visual puede ser tratada, representada en mapas y clasificada de la misma manera que los usos del suelo, formas del terreno o la vegetación. Este tipo de enfoques asumen que ciertas características físicas del territorio (como las montañas y los ríos), tienen mayor calidad paisajística y evalúan el paisaje de acuerdo con las mismas. Asumen que la calidad del paisaje es una característica física intrínseca de los elementos físicos del territorio y, por tanto, puede ser evaluada de forma similar a otras variables físicas del territorio (Gobster, 1999, Carlson 2001). La alternativa a este enfoque es el paradigma subjetivista o psicológico, que usa métodos psicofísicos para examinar las preferencias de una comunidad por el paisaje mediante análisis estadísticos. De acuerdo con este enfoque, la calidad del paisaje se construye únicamente mediante la composición mental de quien lo observa (Blankson y Green, 1991; Green *et al.*, 1996, Purcel y Lamb, 1998).

b) **Preferencia cultural**

Tveit *et al.*, en su trabajo de revisión bibliográfica de 2006 dividen el marco teórico de evaluación del paisaje en dos grupos de teorías. El primero de ellos es el grupo de las teorías evolutivas. Estas teorías asumen que la percepción del paisaje se ha desarrollado y

formado a partir de la historia evolutiva del ser humano (Appleton, 1975 y Zube 1984). Desde este punto de vista, la manera en la que percibimos el paisaje es una dimensión del ser humano, que ha evolucionado junto con el sentido de supervivencia.

La preferencia de unos paisajes sobre otros se ha formado como una necesidad biológica más en el camino del ser humano para prosperar como especie. De esta forma, al tener todos los seres humanos un origen evolutivo común, todos tenemos la misma base a la hora de apreciar los paisajes. Por eso, existe un conjunto de elementos en el paisaje que todos los seres humanos perciben de forma positiva o negativa (Kaplan y Kaplan 1982, Kaplan y Kaplan, 1989). La preferencia por el paisaje sería, en consecuencia, una cualidad innata que hace que diferentes personas respondan de forma similar ante el mismo paisaje. El grupo de teorías de preferencia cultural contrastan con el grupo anterior de teorías, puesto que defienden que la percepción y la experiencia que se vive en un paisaje son el resultado de los antecedentes culturales y los atributos propios de quien lo observa (edad, género, ocupación, aficiones, formación académica, ética.) (Tuan, 1974, Abelló y Bernáldez, 1986, Bernáldez y Gallardo, 1989, Bell, 1999)

c) **Atributos del paisaje**

Otero *et al.* (2006) en su trabajo, enfoca la relación entre el paisaje y la carretera desde dos puntos de vista: a) la vía como elemento del paisaje; b) la vía como elemento de acercamiento del paisaje al observador. Para realizar la valoración del paisaje observado a través de la carretera, se propuso una metodología basada en atributos los cuales se dividen en atributos físicos, estéticos y psicológicos. Esta metodología tiene en cuenta los siguientes atributos o descriptores que se presentan en la tabla:

- Los atributos físicos son los elementos físicos visibles en el paisaje o sus propiedades medibles. Por ejemplo, vegetación, formas del terreno, entre otros.
- Los atributos estéticos o artísticos son abstracciones de los elementos físicos del paisaje, que se combinan para formar pautas o modelos con el ojo humano, por ejemplo, el color o la textura.
- Los atributos psicológicos son un grado más de abstracción. Son propiedades del paisaje que no son visibles directamente, por ejemplo, la unidad o la expresión.

d) **Fragilidad del Paisaje.**

La fragilidad visual, es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa. (Benayas, 1992).

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en Escribano et al. (1991) y MOPT (1993), que considera tres variables: a) Factores Biofísicos; b) Carácter histórico-cultural y c) Accesibilidad, las cuales se describen:

a) Factores biofísicos: que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación.

b) Carácter histórico-cultural: que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico.

c) Accesibilidad: dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados.

Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la fórmula:

$$VFVP = \sum S \frac{f}{nf} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

VFVP es el valor de la fragilidad visual del punto

f son los factores biofísicos

n es el número de factores considerados

Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3, algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrá aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la fórmula conforme el número de factores que se utilicen.

Cuadro 2: Factores para la evaluación de la fragilidad del paisaje

| EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|----------|
| FACTOR | | CARACTERISTICA | Valor de Fragilidad | |
| | | | Nominal | Numérico |
| D | Densidad de la Vegetación | 67 a 100 % suelo cubierto de especies leñosas | Bajo | 1 |
| | | 34 a 67 % suelo cubierto de especies leñosas | Medio | 2 |
| | | 0 a 34 % suelo cubierto de especies leñosas | Alto | 3 |
| E | Diversidad de estratos de la vegetación | > 3 estratos vegetacionales | Bajo | 1 |
| | | <3 estratos vegetacionales | Medio | 2 |
| | | 1 estrato vegetacional dominante | Alto | 3 |
| A | Altura de la Vegetación | >3 mts de altura promedio | Bajo | 1 |
| | | >1 m <3 m de altura promedio | Medio | 2 |
| | | <1m de altura promedio | Alto | 3 |
| ES | Estacionalidad de la Vegetación | Vegetación dominante perennifolia | Bajo | 1 |
| | | Vegetación Mixta | Medio | 2 |
| | | Vegetación dominante caducifolia | Alto | 3 |
| CV | Contraste Cromático (veg / veg) | Manchas policromáticas sin pauta nítida | Bajo | 1 |
| | | Manchas policromáticas con pauta nítida | Medio | 2 |
| | | Manchas monocromáticas | Alto | 3 |
| CS | Contraste Cromático (veg / suelo) | Contraste visual bajo | Bajo | 1 |
| | | Contraste visual medio | Medio | 2 |
| | | Contraste visual alto | Alto | 3 |
| P | Pendiente | 0 a 25 % | Bajo | 1 |
| | | 25 a 55 % | Medio | 2 |
| | | >55 % | Alto | 3 |
| O | Orientación | Exposición sur / este | Bajo | 1 |
| | | Exposición sureste / noroeste | Medio | 2 |
| | | Exposición norte / oeste | Alto | 3 |
| H | Valor Histórico y Cultural | Baja unicidad / singularidad / valor | Bajo | 1 |
| | | Medio unicidad / singularidad / valor | Medio | 2 |
| | | Alto unicidad / singularidad / valor | Alto | 3 |

Fuente: adaptado de Benayas, (1992).

1.6.5 Métodos para la evaluación ambiental

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más

apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto. Los métodos más usados, tienden a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, opiniones de expertos (dictámenes profesionales), cálculos de balance de masa y matrices, etc. Aún más, los métodos de EIA, pueden no tener aplicabilidad uniforme en todos los países debido a diferencias en su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, estándares ambientales y programas de administración ambiental.

Las características deseables en los métodos que se adopten comprenden los siguientes aspectos:

1. Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
2. Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
3. Ser económicos en términos de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

En general, las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las interrogantes sobre los impactos de un posible proyecto o conjunto de alternativas ni son libros de cocina que conduzcan a un fin con solo seguir las indicaciones. Además, que deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. En este sentido, uno de sus propósitos es asegurar que se han incluido en el estudio todos los factores ambientales pertinentes. Una de las primeras clasificaciones hecha por Warner y Bromley en 1974 relaciona los métodos en cinco grupos: a) Métodos “ad hoc”; b) Técnicas gráficas mediante mapas y superposiciones; c) Listas de chequeo; d) Matrices y e) Diagramas.

Así mismo, Canter y Sadler (1997), clasificaron las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en veintidós grupos listados alfabéticamente y no en orden de importancia o de uso, los cuales se describen a continuación:

1. **Analógicos.** Básicamente se remite a la información de proyectos existentes de un tipo similar al que está siendo analizado por un estudio de impacto. La información obtenida en la medición y seguimiento de los impactos ambientales actuales puede ser usada como una analogía a los impactos anticipados del proyecto propuesto. Además de que, clases similares de proyectos se pueden utilizar para un programa de seguimiento que desarrolle información sobre la huella del impacto de un proyecto propuesto.

2. **Listas de chequeo.** Existen muchas variedades de listas de chequeo, este tipo de metodología es la más frecuentemente utilizada en los procesos de EIA. Típicamente, la lista de chequeo contiene una serie de puntos, asuntos de impacto o cuestiones que el usuario atenderá o contestará como parte del estudio de impacto. Tales listas de chequeo representan recordatorios útiles para identificar impactos y proporcionar una base sistemática y reproducible para el proceso de EIA.
3. **Listas de chequeo.** Se enfocan a decisiones, representan un grupo de métodos los cuales están inicialmente referidas a comparar alternativas y conducir a un análisis de equilibrio. En este considerando, tales métodos son inicialmente útiles para la síntesis de información de estudios de impacto. Cada alternativa viable está sujeta a estudio. El proceso de EIA consistiría de una fase de análisis y una fase de síntesis, las listas de chequeo para decisiones pueden ser útiles para ambas fases, con particular valor asociado a la fase de síntesis. Hay varios tipos listas de chequeo para decisiones y está fuera del alcance de este trabajo resumir completamente todos los tipos.
4. **Análisis ambiental coste-beneficio (Environmental Cost-Benefit Analysis ECBA).** Este método complementa el tradicional análisis de coste-beneficio con una atención adicional a los recursos naturales y su valor económico. Su aplicación a la evaluación económica de impactos específicos de un proyecto propuesto y alternativos tiene considerables limitaciones. Las técnicas de estimación varían en complejidad y alcance, pero han tenido una considerable demanda entre los profesionales y usuarios de tales estudios (Azqueta, 1994).
5. **Opinión de expertos.** El cual también puede ser referido como Dictamen Profesional, representa un tipo ampliamente usado de métodos dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental. Este método se utiliza normalmente para señalar los impactos específicos de un proyecto sobre los diferentes componentes medioambientales. Las herramientas específicas dentro de la categoría de opinión de expertos que pueden utilizarse para delinear información, incluyen estudios Delphi y el uso del proceso adaptativo de evaluación ambiental. Con este enfoque los grupos de expertos identifican la información apropiada y elaboran modelos cualitativos/cuantitativos para la predicción de impactos o para simular procesos medioambientales.
6. **Sistemas Expertos.** Consiste en recoger el conocimiento profesional y el juicio de expertos en áreas temáticas específicas y de actualidad. Tal conocimiento es codificado, a través de una serie de reglas o experiencias prácticas (heurísticas), en entornos de sistemas informáticos computacionales. Los Sistemas Expertos son típicamente amigables al usuario y sólo requieren la respuesta a una serie de preguntas para conducir a un análisis particular. Se está incrementado la atención al desarrollo de sistemas expertos más exhaustivos para los procesos de EIA

- 7. Índices o indicadores.** Se refiere a características específicas o integradas de factores medioambientales o recursos. Se utilizan dentro de los estudios de impacto para representar parámetros de amplitud de medios o recursos. Específicamente, los índices se refieren a información numérica o bien información catalogada. Se usa como sistema auxiliar para describir los ambientes afectados, así como para la predicción y evaluación de impactos. Los índices numéricos o descriptivos se han desarrollado como una medida de la vulnerabilidad del medio ambiente y los recursos a la contaminación u otras acciones humanas y han probado su utilidad en la comparación de localizaciones para una actividad propuesta. Sobre estas bases, pueden ser formuladas las medidas para minimizar los impactos ambientales e incluir controles.
- 8. Pruebas de Laboratorio y Modelos a Escala.** Se pueden aplicar para conseguir información cualitativa / cuantitativa sobre impactos anticipados de un determinado tipo de proyecto en una localización geográfica dada. Aunque este tipo de métodos no han sido extensamente usados son apropiados para ciertos proyectos.
- 9. Evaluación de Paisajes.** Son inicialmente útiles para la valoración de recursos estéticos o visuales. Tales métodos están basados típicamente en el desarrollo de información derivada de una serie de indicadores y la subsiguiente adición de dicha información sobre una puntuación global o índice para el escenario ambiental. Esta información puede ser usada como representativa de las condiciones de partida. El potencial impacto estético o visual de un proyecto propuesto puede entonces ser estimado otra vez sobre los registros base o índices, por ejemplo, la comparación con y sin proyecto.
- 10. Revisión Bibliográfica.** Supone ensamblar información sobre los tipos de proyectos y su impacto típico. Como se notará, por analogías, este tipo de información puede ser muy útil para la pronta definición de impactos potenciales. Puede también ser usado para cuantificar anticipadamente, cambios específicos e identificar las medidas de mitigación para minimizar efectos indeseables. Actualmente está disponible una abundante información sobre impactos típicos de algunos proyectos.
- 11. Cálculos de balance de materia.** Están basados inicialmente en inventarios de condiciones existentes para compararlas con los cambios que resultarán de una acción propuesta. Tales inventarios son frecuentemente usados en los procesos de EIA en el contexto de las emisiones de contaminantes al aire, al agua, y la generación de residuos sólidos y peligrosos. Los cálculos de balance de materia requieren la descripción del área de estudio para establecer las condiciones iniciales. Una manera de expresar el impacto es considerar los cambios absolutos y porcentuales en el inventario (o balance de materia) como resultado de una acción propuesta.

12. Matrices de interacción. Representan un tipo de método ampliamente usado en los procesos de EIA. Las variaciones de las matrices sencillas de interacción han sido desarrolladas para enfatizar rasgos característicos deseables, las matrices representan un tipo de método muy útil para el estudio de diversas actividades dentro de los procesos de EIA.

13. Monitorización. Se refiere a mediciones sistemáticas para establecer las condiciones existentes de los ambientes afectados, así como dotar de una base inicial de datos para interpretar la importancia de cambios anticipados de un proyecto propuesto. La monitorización podría enfocarse a los ambientes fisicoquímico, biológico, cultural y/o socioeconómico. La selección de indicadores apropiados para el seguimiento deberá ser realizado tanto en función de la disponibilidad de la información existente como del tipo de proyecto y de los impactos previstos.

14. Estudios de campo. Representa un tipo de método muy especializado. Específicamente, monitorización y análisis de impactos evidentes, manifestados actualmente a consecuencia del proyecto, resultantes de proyectos similares al proyecto del que se quiere prevenir los impactos. Una vez más, el énfasis se dará al seguimiento de indicadores seleccionados pertinentemente para el tipo de proyecto.

15. Redes. Se refiere a un grupo de métodos que definen las conexiones o relaciones entre acciones proyectadas e impactos resultantes. Estos tipos de métodos están referenciados de alguna manera con la práctica de EIA, por ejemplo, árboles de impacto, impacto de cambios, diagramas causa-efecto o diagramas de consecuencias. Las redes son útiles para mostrar las relaciones entre impactos primarios, secundarios y terciarios, resultantes de acciones particulares. Pueden también ser utilizados junto con matrices como una herramienta para la identificación de impactos y la predicción cualitativa de los mismos.

16. Sobreposición de mapas. Propuesto por McHarg (1969) ha servido de base a otros métodos utilizados en la actualidad cuando se trata de localizar un pasillo o trazo lineal para vías de acceso, gasoductos o líneas de transmisión de energía eléctrica. Fue usado desde que comenzaron a requerirse las EIA, inicialmente consistió en un ensamble físico de mapas que desplegaban diferentes características ambientales, ahora se hace digitalmente. La tecnología de los sistemas de información geográfica (GIS) es una herramienta inspirada en este tipo de método es bastante útil en los procesos de EIA. La sobreposición cartográfica de transparencias, físicamente o digitalizada, se usa para describir condiciones existentes y desplegar cambios potenciales resultantes de una acción propuesta.

17. Fotografías o fotomontajes. Son útiles como herramientas para propósitos de desplegar la calidad visual del ambiente seleccionado e identificar los potenciales impactos visuales de una acción propuesta. En ese considerando, esta aplicación está relacionada con los métodos de evaluación del paisaje descritos anteriormente, con la ventaja adicional del uso de la fotografía digitalizada.

18. Modelización cualitativa. Hace referencia a un grupo de métodos en el que, información descriptiva es utilizada para relacionar varias acciones con cambios resultantes en los componentes ambientales. Como tal, puede ser considerada como una extensión de las categorías de redes de trabajo descritas anteriormente. El enfoque general del modelaje cualitativo está en la comprensión de las interrelaciones fundamentales de los aumentos o disminuciones en ciertos rasgos ambientales como resultado de acciones particulares. En muchos casos, el modelaje cualitativo representa el único tipo de método disponible para la predicción de impactos. Nótese que está típicamente basado en opiniones de expertos (dictámenes profesionales) como se describió oportunamente.

19. Modelización cuantitativa (matemática). Se refiere a un extenso grupo de métodos, usados específicamente para prestar atención anticipadamente a los cambios en el medio ambiente o los recursos, como resultado de acciones propuestas. Tales modelos pueden variar desde versiones simplificadas a muy complicadas simulaciones tridimensionales basadas en ordenador que requieren de una gran cantidad de datos. Es importante reconocer que los modelos cuantitativos están disponibles para muchas de las áreas típicas de impactos asociados con proyectos particulares. Por ejemplo, hay algunos modelos de dispersión que se pueden utilizar para conocer anticipadamente los impactos en la calidad del aire por fuentes fijas de emisión de propuestas de incineradores de residuos peligrosos o de plantas de producción de electricidad que queman combustibles fósiles; igualmente, existen modelos de dispersión para prever la calidad del agua en los casos de vertidos contaminantes a cuerpos receptores de agua superficial y subterránea.

20. Evaluación de riesgo. Es una herramienta emergente para la práctica de EIA. Inicialmente fue usada para establecer estándares ambientales basados en temas de salud humana. La evaluación de riesgos típicamente abarca la identificación de los riesgos, consideraciones sobre la relación dosis-respuesta, conducción de una evaluación a la exposición, y evaluación del riesgo asociado. Esta aplicación puede ser utilizada tanto para riesgo a la salud humana como para riesgo ecológico.

21. Construcción de escenarios. Involucra consideraciones alternativas futuras como resultado de suposiciones iniciales diferentes. Esta técnica se utiliza en las áreas de

planeación, pero también tiene aplicabilidad en EIA, particularmente en el contexto de la Evaluación Ambiental Estratégica (SEA) de políticas, planes y programas.

22. Extrapolación de tendencias. Utiliza tendencias históricas y las proyecta al futuro basada en suposiciones asociadas a condiciones de cambio continuo. Tales métodos son particularmente valiosos cuando se enfocan a condiciones ambientales futuras sin que haya necesariamente una acción propuesta.

Para seleccionar una metodología, se recomienda tomar en cuenta algunas características importantes como: si da una visión global, si es selectivo, mutuamente excluyente, si considera la incertidumbre, si es objetivo e interactivo.

Entre las diversas metodologías generales existentes, se pueden seleccionar en función de que representan un amplio rango de opciones, las siguientes: a) Listas de verificación; b) Matriz de Leopold; c) Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus; d) Método de transparencias (Mc Harg); e) Análisis costes-beneficios; f) Modelos de simulación y g) Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio. A continuación, se desarrollan de manera específica algunos de estos métodos.

a) Listas de Verificación

La fase de identificación de los impactos es muy importante porque una vez conocidos los efectos se pueden valorar las consecuencias, con más o menos precisión por diferentes sistemas, para no omitir ningún aspecto importante, se hace útil elaborar una lista de control lo más amplia posible, tanto de los componentes o factores ambientales como de las actividades del proyecto. La principal función de esta lista es la de servir en las primeras etapas para identificar los impactos ambientales, su contenido cambia según el tipo de proyecto y el medio de actuación, por lo que no son inmutables. Hay dos tipos de componentes a conocer, unos ambientales en los que se incluyen elementos de naturaleza física, biológica y humana y otros que serían los componentes del proyecto en el que se incluyen las actuaciones realizadas en las etapas de pre construcción, construcción y explotación. Para construir una lista de control, se puede tomar como referencia la propuesta por Leopold *et al* (1971), para su método matricial, reduciendo y adaptándola a las características del proyecto y del lugar. Desafortunadamente no propicia el establecimiento de los vínculos causa-efecto en las diferentes actividades del proyecto y generalmente no incluye una interpretación global del impacto.

b) Método de Leopold

Desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, inicialmente fue diseñado para evaluar los impactos asociados con proyectos mineros y posteriormente ha resultado útil en proyectos de construcción de obras. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características

particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto (Leopold *et al.*, 1971). Realmente, no es un sistema de evaluación ambiental, es esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados.

Para la utilización de la Matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

Cada cuadrícula marcada con una diagonal admite dos valores:

1. **magnitud**: valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.
2. **importancia**: valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Una vez llenas las cuadrículas el siguiente paso consiste en evaluar o interpretar los números colocados; un ejemplo sencillo sería el vertido de unas aguas residuales con un caudal de 30 l/h y con una concentración de DBO5 de 100mg/l, que se descargue a un río con un caudal de estiaje de 8 m³/s, o a otro río con un caudal de estiaje de 50 m³/s. La magnitud en ambos casos es la misma (se está vertiendo la misma cantidad de materia orgánica), pero el impacto es mucho más importante en el primer caso que en el segundo.

Puede haber factores ambientales que sean afectados de forma crítica, pero que, dentro del medio receptor, ese factor no tenga excesiva importancia o al contrario, un impacto de magnitud limitada, aunque solo sea temporalmente, sea de una gran importancia al afectar a un factor ambiental que posea una gran calidad ambiental. El texto que acompañe la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas estén señalados con las mayores calificaciones y aquellas celdas aisladas con números superiores. Ciertas celdas pueden señalizarse, si se intuye que una condición extrema puede ocurrir, aunque su probabilidad sea baja.

La matriz de Leopold es "global", ya que cubre las características geo biofísicas y socioeconómicas, además de que el método incluye características físicas, químicas y

biológicas. El método no es "selectivo", no se distingue, por ejemplo, entre efectos a corto y largo plazo. La propiedad de "mutuamente exclusivo" no está preservada, ya que hay la oportunidad de contar doble, siendo este un fallo de esta matriz y no de los métodos de matriz en general.

La matriz puede acomodar datos cuantitativos y cualitativos. Pero no prevé medios para discriminar entre ambos tipos de datos. Además, las magnitudes de las predicciones no están relacionadas explícitamente con las situaciones "con acción" y "sin acción". La "objetividad" no es un elemento sobresaliente en la Matriz de Leopold, ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica entre el 1 y el 10 y no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.

El enfoque matricial tiene sus limitaciones, aunque puede proveer una ayuda inicial en la configuración de los estudios necesarios y ser conveniente para efectuar un análisis preliminar entre diferentes alternativas, reducir el número de relaciones causa-efecto (impactos/celdas) a considerar y que sean preparadas una serie de matrices de acuerdo a las necesidades del estudio:

- Un conjunto para los efectos ambientales y otro conjunto para los indicadores de impacto
- Un conjunto según diferentes escalas en el tiempo
- Un conjunto para cada alternativa

A continuación, se indican distintos méritos y desventajas que este método presenta:

Méritos:

- Fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectuales sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.
- Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.

Desventajas:

- Difícil reproducibilidad, debido al carácter subjetivo del proceso de evaluación, pues no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.
- No tiene en consideración las interacciones entre diferentes factores ambientales.
- No distingue entre efectos a corto y largo plazo, aunque pueden realizarse dos matrices según dos escalas de tiempo.

- Los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.

c) Método Battelle-Columbus

Fue elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos. Al aplicarlo a otros proyectos, sirve la metodología, pero hay que revisar los valores asignados a los índices ponderales e incluso modificar sus componentes (Battelle-Columbus Laboratories, 1972). Se puede usar con dos fines: a) Medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos (análisis de proyectos, escala micro); b) Planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible (evaluación ambiental estratégica de planes y programas, escala macro).

Se basa en una lista de indicadores de impacto, con 78 parámetros o factores ambientales, que representan una unidad o un aspecto del medio ambiente que merece considerarse por separado y cuya evaluación es representativa del impacto ambiental derivado de las acciones o proyectos. Estos parámetros están ordenados en un primer nivel según los 18 “componentes ambientales” siguientes:

Cuadro 3: Componentes Ambientales

| | |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Especies y poblaciones | 10. Suelo |
| 2. Hábitat y comunidades | 11. Biota |
| 3. Ecosistema | 12. Objetivos artesanales |
| 4. Contaminación del agua | 13. Composición |
| 5. Contaminación del aire | 14. Valores educacionales y científicos |
| 6. Contaminación del suelo | 15. Valores históricos |
| 7. Ruido | 16. Cultura |
| 8. Aire | 17. Sensaciones |
| 9. Agua | 18. Estilos de vida (patrones culturales) |

Estos componentes ambientales se agrupan en cuatro “categorías ambientales”: a) Ecología; b) Contaminación; c) Aspectos estéticos y d) Aspectos de interés humano

Los niveles de información progresiva que se requiere son:



Se pretende que los parámetros se lleguen a evaluar en unidades comparables (conmensurables), representando valores que en lo posible sean resultado de mediciones reales y que: a) Representen la calidad del medio ambiente; b) Sean fácilmente medibles sobre el terreno; c) Respondan a las exigencias del proyecto a evaluar y d) Sean evaluables a nivel de proyecto.

Para transformar estos datos en “unidades de impacto ambiental” (UIA) se tienen que:

- Transformar los datos en su correspondiente equivalencia de índice de calidad ambiental para el parámetro correspondiente.
- Ponderar la importancia del parámetro considerado, según su importancia relativa dentro del medio ambiente.
- A partir de lo anterior, expresar el impacto neto como resultado de multiplicar el índice de calidad por su índice ponderal.

Para calcular el índice de calidad ambiental en unidades que sean comparables, se le asigna un valor de 1 al valor óptimo del parámetro (por ejemplo, DBO₅, COV, etc.) y al pésimo el de 0, quedando comprendido entre ambos extremos los valores intermedios para definir los estados de calidad del parámetro.

La “función de transformación $f(M_i)$ o de evaluación” de la calidad ambiental de un parámetro i en términos de su magnitud (M) se define como: $CA_i = f(M_i)$ Esta función (calidad-magnitud) puede ser lineal con pendiente positiva o negativa, puede ser una curva con un punto máximo o mínimo, directa o inversa, dependiendo del comportamiento del parámetro seleccionado y del entorno físico y socioeconómico del proyecto, pudiendo revisarse o modificarse de acuerdo con las necesidades particulares del caso.

Si consideramos que cada parámetro representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto y además, ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo. Para lograrlo, hay que reflejar la diferencia entre unos parámetros y otros, por su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal, expresado en forma de “unidades de importancia” distribuyendo cien, mil puntos o los que se establezcan (el modelo original considera mil unidades) de manera relativa entre los parámetros considerados. Para evitar interpretaciones subjetivas, se recomienda que se usen los mismos índices ponderados en contextos socioeconómicos similares o proyectos parecidos. Por esta razón, en el método Battelle-Columbus, junto a cada parámetro, se indican las UIP (unidades de importancia del parámetro), o índice ponderal, así como los que corresponden por suma de aquellos niveles de agrupación de parámetros, componentes y categorías.

Para la obtención de las unidades de impacto neto (conmensurables), en caso de que los parámetros definidos no se hallen en situación óptima, su contribución a la situación del

medio vendrá disminuida en el mismo porcentaje que su calidad y, en consecuencia, sus unidades de impacto ambiental (UIA) expresadas por:

$$(UIA)_i = (CA)_i \times (UIP)_i$$

Aplicando el sistema establecido a la situación del medio si se lleva a cabo el proyecto (“con proyecto”) y a la que tendría el medio si no se realiza (por la suma del estado cero y la evolución sin proyecto previsible), tendremos para cada parámetro unos valores cuya diferencia nos indicará el impacto neto del proyecto según dicho parámetro:

$$(UIA)_{i \text{ con proyecto}} - (UIA)_{i \text{ sin proyecto}} = (UIA)_{i \text{ con proyecto}}, \text{ que puede ser positivo o negativo}$$

Considerando además que las UIA evaluadas para cada parámetro, son conmensurables, podemos sumarlas y evaluar el impacto global de las distintas alternativas de un proyecto para obtener la óptima por comparación. Al mismo tiempo, sirve esta evaluación global para tomar las medidas conducentes a minimizar el impacto ambiental del proyecto y apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto, tanto globalmente como en sus distintos sectores (categorías, componentes o parámetros).

Para cada parámetro pueden reflejarse los valores en UIA correspondientes “con proyecto”, “sin proyecto” y el referente al proyecto por diferencia de los dos. El impacto total del proyecto será la suma de los impactos, expresados en UIA.

Del sistema original, lo válido es el marco conceptual y la metodología de cálculo de las UIA a través de las funciones de transformación. Por consiguiente, el primer paso es definir los factores ambientales e indicadores de impacto relativos al proyecto y luego establecer la matriz, con la ponderación de los parámetros.

El modelo dispone además de un “sistema de alerta” por considerar que hay que destacar ciertas situaciones críticas. Aunque el impacto ambiental de un proyecto sea admisible, puede haber ciertos parámetros que hayan sido afectados en forma más o menos inadmisibles, a tal efecto se establece la utilización de banderas o señales rojas producidas por el proyecto. Pueden reflejarse así para cada parámetro, los valores en UIA_i neto correspondientes a:

- “Con proyecto”, $(UIA)_{i,(cp)}$
- “Sin proyecto”, $(UIA)_{i,(sp)}$ y
- “Debido al proyecto”, $(UIA)_{i,(dp)}$ por la diferencia de ambos.

Si la alteración es significativa, se dispone de una bandera roja grande o pequeña. A efectos de una evaluación global o de comparación de alternativas, podemos hacer las adiciones que se crean necesarias, siendo el impacto global debido al proyecto:

$$impacto\ global = \sum_{i=0}^{i=n} (UAI)_{i(dp)} \quad (\text{Ec. 16})$$

Ventajas:

- Se trata del primer esfuerzo serio de valoración de impactos que ha servido de base a métodos posteriores.
- Los parámetros o factores ambientales se transforman a unidades conmensurables (comparables) representativas de la calidad del medio ambiente, lo que permite la adición de las magnitudes de impacto para cada acción y para cada factor ambiental.
- Para cada parámetro pueden reflejarse los valores en unidades de impacto ambiental (UIA) correspondientes “con proyecto”, “sin proyecto” y el referente al proyecto por diferencia de los dos.
- Permite el cálculo del impacto ambiental global del proyecto y la comparación de alternativas al proyecto.

Desventajas:

- Fue diseñado para determinar el impacto ambiental de proyectos hidráulicos. Para otro tipo de proyectos se deben proponer nuevos índices ponderales (UIP) y seleccionar las funciones de transformación que sean aplicables.
- Tiene el inconveniente de que las unidades ponderales de los parámetros (UIP) se asignan de manera subjetiva.
- El árbol de factores ambientales y el de acciones-actividades se deben adaptar al tipo de proyecto y al medio receptor.
- En la vida real los factores ambientales son ilimitados y no es posible contar con todas las funciones de calidad ambiental para todos los proyectos posibles.
- Las funciones de transformación que proponen los Laboratorios Batelle-Columbus son específicas para planificación y gestión de recursos hídricos.

d) Método de transparencias

Con este método propuesto por Ian L. Mc Harg (1969), se han evaluado proyectos como el trazado de una autopista, una carretera, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, oleoductos y gasoductos, aeropuertos, canales y algunos otros enfocados a la localización de usos en el territorio, para distintas actividades sociales y económicas. La razón es porque tiene en cuenta las características del territorio, sin llegar a una evaluación profunda de los impactos, pero haciendo una identificación e inventariado de los recursos

para la integración del proyecto al entorno, de la forma más armoniosa posible, dejando íntegras las zonas de gran valor social, con el costo mínimo y la obtención de plusvalía.

El procedimiento comienza con la elaboración de un inventario, que se representa en mapas con los siguientes factores de forma aislada: clima, geología, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. En el inventario se tiene en cuenta la causalidad de los factores citados, que considera como indicadores de los procesos naturales, requiriéndose así la comprensión de la naturaleza como un proceso. El clima y la geología hacen posible interpretar la fisiografía, que, a su vez, determina la hidrología y todo ello permite comprender la formación del recurso suelo. La distribución de la vegetación es el resultado de la interacción entre los factores citados, y la fauna está íntimamente ligada a ella. Por último, los usos del suelo, al menos hasta épocas recientes, han estado estrechamente relacionados con las características del medio.

Por otra parte, se interpretan los datos del inventario en relación con las actividades objeto de localización y se traduce en mapas de capacidad intrínseca para cada una de las actividades: agricultura, recreo, selvicultura y uso urbano. Se superpone en transparencias la cartografía lograda utilizando para cada componente o grupo de componentes un color con sus diferentes matices que muestre el nivel de resistencia que cada uno ofrece al proyecto, para hacer resaltar las zonas de gran sensibilidad ambiental que habrá que escatimar y aquellas otras donde las obras proyectadas se podrán llevar a cabo causando el mínimo perjuicio. Este trabajo de superposición de mapas actualmente se puede hacer en forma digital a través de un ordenador que facilita la tarea y permite una mayor riqueza y precisión de la información, con la ventaja de la estética en la presentación. Nada suple la evaluación del experto en la interpretación de las posibilidades de ordenación o planificación territorial y sus consecuencias sobre el medio ambiente.

e) Análisis costos-beneficios

Un análisis costos-beneficios, puede permitir valorar un problema ambiental mediante una comparación de los costos por daños frente a los costos para evitarlos. Cuando existen datos, este sistema analítico, de tipo económico, puede ser usado para comparar opciones alternativas. En un análisis costos-beneficios, los costos se sitúan en oposición a los beneficios. Aunque este concepto posee elementos engañosos, ya que el contrario de los beneficios son los desbeneficios. El procedimiento costos-beneficios supone un intercambio a dos bandas cuando en la realidad es un trato a tres bandas. Los desbeneficios, como tercer elemento, han estado claramente desvinculados de este proceso de análisis. Es esta una de las razones de la problemática ambiental a la cual nos enfrentamos. Como el papel de los desbeneficios no se consideró en el proceso, no se le incluyó en las cuentas. La pérdida de calidad ambiental y de diversidad tampoco se tuvo presente. (Baldasano, 2002)

Un marco utilizado para evaluar el daño a los recursos naturales y elegir entre diferentes opciones de restauración consiste en tres pasos principales:

1. ***Evaluación del daño y su significado***: concierne a la definición del estado del recurso antes del incidente que ha provocado el daño, la evaluación de la escala de daño, la evaluación del impacto y cómo determinar si el daño es significativo.
2. ***Principales posibilidades de restauración***: clarifica las medidas dirigidas a restaurar el recurso dañado y, si es posible, regresar al recurso al punto de referencia (anterior al incidente).
3. ***Posibilidades de restauración compensatoria***: trata sobre cómo establecer los objetivos para las opciones de restauración compensatoria y cómo calcular la compensación monetaria.

Lo anterior, implica definir un marco y métodos para evaluar el daño a los recursos naturales.

f) Modelos de predicción

Este modelo está basado en modelos de transporte y transformación de contaminantes en la atmósfera o el agua superficial y subterránea. Si existen datos básicos suficientes y correctos de la zona de afectación por las emisiones o vertidos de uno o varios focos, estos métodos efectúan un análisis mediante la modelización de las características básicas de los medios, emisor, difusor y receptor, considerando las interrelaciones temporales y espaciales. Los modelos matemáticos permiten obtener datos y resultados concretos de los siguientes aspectos:

1. Evaluación del impacto ambiental de un foco contaminante de la atmósfera, ya sea de nueva implantación o existentes, o de focos múltiples.
2. Estudio de situaciones pre operacionales, o de punto cero, para determinar la contaminación de fondo existente en un lugar.
3. Determinación de la capacidad de carga de un centro urbano o zona industrial.
4. Diseño de redes de vigilancia de la calidad del aire.
5. Optimización de la altura de chimenea para grandes y medianas instalaciones.
6. Predicción de la contaminación potencial.
7. Planificación urbana e industrial, en el ámbito local, regional y nacional.

g) Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), surgen como una herramienta para el manejo de los datos espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual permite mejorar la habilidad del usuario en la toma de decisiones en investigación, planificación y desarrollo. Entre las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica, se destacan los servicios ofrecidos para: a) Desarrollar proyectos de investigación interdisciplinarios; b) Procesamiento y análisis de imágenes de satélite; c)

Producción de modelos de elevación digital y d) Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

Los sistemas de información geográfica, son útiles en algunas fases del proceso de EIA. Este sistema de manejo de datos automatizado por ordenador puede capturar, gestionar, manipular, analizar, modelar y trazar datos con dimensiones espaciales para resolver la planeación compleja y la gestión de problemas. Algunas aplicaciones y/o operaciones con SIG contienen los siguientes elementos esenciales: adquisición de datos, pre procesamiento, gestión de datos, manipulación y análisis y, generación de la producción. La adquisición de datos se refiere al proceso de identificación y recopilación de los datos requeridos para la aplicación. Después del acopio de datos, el procedimiento usado para convertir un conjunto de datos dentro de un formato apropiado para introducir el SIG, se llama pre procesamiento, que también incluye proyección de mapas, reducción y generalización de datos, detección de errores e interpolación.

El administrador de la base de datos, proporciona a los usuarios de los medios para definir su contenido, insertar un nuevo dato, borrar datos antiguos, identificar el contenido y modificarlo en la base de datos. El conjunto de datos se puede manipular como lo requiera el análisis. Algunas de las operaciones usadas en la manipulación de los datos son similares a las del pre procesamiento. Con un SIG son posibles muchos tipos de análisis, entre ellos está la combinación matemática de capas, operaciones Booleanas y con programas externos usando el SIG como una base de datos, simulaciones complejas. Finalmente, la estructura de un SIG contiene software para desplegar mapas, graficas e información tabular sobre una variedad de medios de salida, esto permite al usuario maximizar el efecto la presentación de resultados.

1.7 Los Sistemas Silvopastoriles y la legislación ambiental en El Salvador

El tema del marco legal aplicable a los SSP se analiza en dos enfoques: Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODS) adoptados por El Salvador y que están relacionados al medio ambiente con la aplicación de medidas para su conservación y que ayuden al bienestar de la población; y las normas y leyes vigentes que ayudan a la conservación del ambiente en general en nuestro país. A continuación, se describen los enfoques adoptados por el Estado salvadoreño:

1. Objetivos de Desarrollo Sostenibles: Son conocidos como objetivos mundiales, se adoptaron en el año 2015 por todos los estados miembros para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que la población tenga paz y prosperidad para el año

2030, son 17 y todos están integrados², ya que la modificación de unos afectan las áreas de otros y con su desarrollo se debe de equilibrar la sostenibilidad del medio ambiente, económica y social, integrando gobiernos, entidades públicas y privadas, la población en general con el fin de cumplirlos.

Es así que, para apoyar la implementación de SSP se valen del ODS número 9 que promueve, la industrialización sostenible y el fomento a la innovación al construir infraestructuras resilientes y detener la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad; además de aplicar el ODS número 15 vida de ecosistemas terrestres, el Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales (MARN), en cumplimiento al plan acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación y el programa Nacional de restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP), propone el uso de “*infraestructura natural*” conjuntamente con la infraestructura “*gris*”, es decir, una infraestructura verde como abordaje al manejo de lluvias intensas que favorece el aumento de la vegetación en los espacios rurales y urbanos para mejorar la capacidad de regulación hídrica y reducir la erosión.

2. Ley del Medio Ambiente: publicada en el Diario Oficial de la Republica de El Salvador, tomo No 339, número 79, de San Salvador con fecha lunes 4 de mayo de 1998, decreto 233 de la Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador³, conforme a la Constitución de la Republica ve necesario conservar y proteger el medio ambiente así como sus recursos, dictamina esta legislación especial con el fin de detener el deterioro acelerado del medio ambiente debido a problemas económicos y sociales que afectan a las presentes y futuras generaciones del país, es por ello que se desarrollan políticas y reglamentos encaminados a la protección del medio ambiente y se crean instituciones que velen que se cumplan como lo es el SINAMA y el MARN. Cabe señalar que son dichas instituciones las encargadas de generar programas de apoyo para mejorar el medio ambiente y el bienestar de la población como lo es la implementación de SSP.

3. Planes de acción del MARN: La Constitución de la República en su Art. 117 establece que es “*deber del Estado de proteger los recursos naturales, relacionándolo a la sentencia de inconstitucionalidad*” (5-93 del 2-VII-98). El Salvador también cuenta con la Ley del Medio Ambiente, que brinda el marco legal para la temática de restauración del paisaje, en particular en su Art. 50 establece que “*el MARN elaborará las directrices para la zonificación ambiental y usos del suelo*”. En 1973, fue

² Para revisar el listado de ODS visitar el sitio web <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html> en donde encontrara la explicación de cada uno de ellos.

³ Para leer la ley del medio ambiente de El Salvador puede consultar la siguiente dirección <http://www.marn.gob.sv/legisla/leyes/leyma.htm>

promulgada la primera Ley Forestal, con la finalidad de establecer las bases para el desarrollo de una política forestal acorde con los intereses públicos, la cual tiene por objeto la conservación, mejoramiento, restauración y acrecentamiento de los recursos forestales, y el aprovechamiento, manejo racional de los bosques y tierras de la Nación.

Actualmente, se está en proceso de consulta de las reformas a la Ley Forestal, asimismo, está en formulación y consulta la primera Ley de Cambio Climático. Ambas herramientas normarán e impulsarán las actividades de reforestación, así como acciones vinculadas a la adaptación y mitigación al cambio climático. El Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP)⁴, que se inició en el año 2012, tiene como objetivo principal promover y facilitar la restauración de ecosistemas, cuencas y paisajes rurales como mecanismo para asegurar los servicios ecosistémicos, y la conservación de la biodiversidad como forma de adaptarse a los impactos del cambio climático (MARN, 2012). Además, se han formulado 46 planes de manejo de áreas naturales protegidas que abarcan 101 de las 109 áreas naturales protegidas tomando en cuenta que, en muchos de los casos, cada plan de manejo cubre una o más áreas protegidas. Entre estos planes está, el que propuso el Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES) en la convocatoria por invitación para el financiamiento de proyectos 2/2020, *“Medidas de compensación ambiental por el proyecto: construcción del by-pass de la ciudad de san miguel”*, de acuerdo a las acciones prioritarias identificadas en la Estrategia Nacional de Medio Ambiente y de la implementación de políticas nacionales para llevar a la práctica el Plan de Acción de Restauración de Ecosistemas y Paisajes y la Estrategia Nacional del Medio Ambiente (ENMA). La ENMA es uno de los instrumentos de la Política Nacional del Medio Ambiente 2012, que tiene como gran objetivo revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Es debido a esto que la implementación de SSP tiene gran respaldo ya que está enfocada al cumplimiento de las acciones estratégicas del Componente 2 del Plan de Acción de Restauración de Ecosistemas y Paisajes, denominado *“Prácticas de Restauración”*, en las acciones estratégicas siguientes: *“Implementar planes de capacitación y transferencia de tecnología en técnicas de bajo costo sobre restauración de suelos, ecosistemas y paisajes”*; *“Promover la recuperación y adopción de las prácticas ancestrales que contribuyan a la restauración de suelos y ecosistemas”*.

⁴ Para revisar el plan de acción de restauración consultar el enlace siguiente <http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/283>.

1.8 Desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles como práctica a la adaptación al cambio climático a nivel internacional

Existen trabajos de investigación relacionados con el tema de implementación de sistemas silvopastoriles, cuyo objetivo es diversificar, recomendar, implementar y efectuar algunas propuestas que pueden aplicarse en nuestro entorno, ya que las técnicas de implementación son las mismas, donde sea que se apliquen, a continuación, se mencionan algunos estudios efectuados en el extranjero:

a) Europa: Si bien es cierto, que Europa está conformado por aproximadamente 50 países y que su territorio abarca una extensión de bosques que en su momento fueron transformados por la expansión humana y que actualmente se están recuperando gracias a la plantación de bosques y que la mayoría de sus praderas y zonas de hierbas se dedican para la alimentación de ganado vacuno y plantación de granos para generar alimentos, es por ello que en este continente se aplican diversas técnicas agroforestales entre las que tenemos los SPP. En este caso vamos revisar el estudio de investigación de Rubio Torres, (2011). Una mirada a la agroforestería europea: evolución y tendencias en la península ibérica en el cual se menciona que, debido a los severos procesos de extinción generados por las contracciones y expansiones poblacionales producidas por los distintos periodos glaciares, magnificados en Europa por la presencia de barreras orográficas latitudinales (Alpes, Pirineos, Mar Mediterráneo, entre otras), y también por una influencia antrópica larga y sostenida en el tiempo sobre los montes. Tal ha sido la influencia humana sobre el medio natural que se considera que llega a niveles evolutivos (San Miguel *et al.*, 2002 y Sevilla, 2008).

En el continente europeo, se ha visto necesario aplicar los SSP, para solventar la necesidad de dar oportunidades socioeconómicas a la población en general, y en especial en la zona rural. Diversificar y asegurar las rentas de los agricultores y de otros habitantes rurales. Además de que las reservas de madera europeas han crecido de forma importante en las últimas décadas (FAO, 2011). Pero hay percepción mundial de falta de maderas de calidad por la esquilmación de los bosques tropicales. Se necesita producir madera de frondosas duras, que es un insumo escaso que ya está generando oportunidades de negocio y empleo. Todo ello con el fin de dar cumplimiento al proyecto *Silvoarable Agroforestry For Europe* (SAFE).



Figura 4. Los Sistemas Silvopastoriles en el continente europeo. **Fuente: adaptado de Torres, 2011**

b) América Latina: está conformado por 20 países y entre ellos conforman bosques a lo largo de sus cordilleras que son utilizados para consumo de madera, sus praderas se utilizan para la producción de ganado y siembra de hortalizas y granos básicos, su gran expansión humana ha hecho que estos bosques vayan reduciéndose considerablemente tal es el caso de Haití que han desaparecido por completo, el pulmón del planeta el gran amazonas está en peligro debido a la explotación que la industria hace en él, tanto de recurso hídrico, degradación del suelo, pérdida de bosques tropicales, muerte de fauna y flora entre muchas cosas, es por ello que para tratar de mitigar estos cambios se están implementando en todos los países técnicas de restauración del medio ambiente, entre las que tenemos los SSP y que son apoyados por diversas investigaciones en cada uno de los países de América Latina (AL). De acuerdo a Peri, (2015), que compila un libro sobre 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles : VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales, en el cual recoge diversas investigaciones que se han hecho por diferentes autores en diversos países y que de una u otra manera apoyan la implementación de SSP a lo largo de AL; entre las cuales se pueden mencionar algunas como las siguientes: a) Alternativas de modelos silvopastoriles en forestaciones de Populus SSP en zonas bajo riego en el oasis del Valle de Uco en Mendoza, b) Evaluación del componente herbáceo en el espinal del noroeste del departamento Concordia, Entre Ríos, c) Producción de carne en un Sistema Silvopastoril de Algarrobos y Grama Rhodes de la Llanura Deprimida de Tucumán, Argentina, d) Efecto del marco de plantación en la sustentabilidad de sistemas silvopastoriles en la región este de Uruguay, e) Desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles a través del Asociativismo.

A escala mundial se calcula que mil millones de hectáreas son ocupadas por sistemas agroforestales y silvopastoriles. El territorio ocupado por sistemas pecuarios en nuestro continente supera el 27%, constituyendo la mayor ocupación de tierras destinadas a la producción. En América Latina y en el Caribe, estos sistemas productivos probablemente superen los 300 millones de hectáreas, asociando en diferentes regiones cultivos, pasturas y ganado con árboles y arbustos. Los grandes desafíos generados por el incremento de la demanda mundial de alimentos de origen animal y productos forestales, los efectos del cambio climático, la pérdida de capital natural y la necesidad de todos los países para lograr el desarrollo sustentable, obligan a trabajar en soluciones innovadoras. Refuerzan la importancia de estos temas los acuerdos de las convenciones de las Naciones Unidas para la biodiversidad, el cambio climático y la degradación de las tierras. Ante este marco, los Sistemas Agroforestales y los Silvopastoriles tienen un rol importante en Latinoamérica, como herramientas para satisfacer la provisión de bienes, la generación de empleo y de servicios ambientales.



Figura 5. Los Sistemas Silvopastoriles en América del Sur. **Fuente: adaptado de Braun, 2016**

c) América Central: está compuesta por 7 países, los cuales forman la región central donde los bosques que en su mayoría están siendo talados, lo que pone en peligro la biodiversidad del istmo, la explotación de sus praderas con cultivos y pastoreo hace que cada vez sea más difícil conservar la flora y fauna de la zona, por ello se está impulsando la implementación de técnicas de restauración entre ellas los SSP, los países que más impulsan este tipo de acciones son Costa Rica, Nicaragua y Panamá, son los que cuentan con más investigadores sobre esta técnica de restauración, Guatemala, Honduras y El Salvador comienzan a aplicar estas técnicas o aplican otras que les son más convenientes a sus áreas de praderas y bosques, en cuanto a investigaciones tenemos: Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de los sistemas ganaderos en el trópico

centroamericano”⁵, Sistemas Silvopastoriles en América Central⁶, que son investigaciones desarrolladas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y en las cuales se investiga y apoya la implementación de los SSP. Las técnicas de estos sistemas agroforestales están basadas en la aplicación de cero labranzas en las fincas, el desarrollo de una cama vegetal sobre el suelo como estrato protector del suelo, retenedor de agua y propiciador de la buena germinación de la semilla del pasto, control manual de malezas, semilla mejorada y en cantidad apropiada.



Figura 6. Los Sistemas Silvopastoriles en Costa Rica. **Fuente: adaptado de FAO, 1996**

d) El Salvador: en la República de El Salvador, el uso indiscriminado de la tierra para zonas de cultivo hace que los bosques y las praderas vayan desapareciendo, aunado a esto la ganadería gana cada vez más terreno y esto ocasiona un daño irreparable a nuestro ecosistema, las investigaciones sobre la implementación de SSP en el país no existen, lo que se ha desarrollado son algunos planes en los que se explican las técnicas de restauración y áreas a restaurar, que se mencionan en Plan de Acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en adaptación. Proyecto 2018 – 2022⁷ y en el Análisis económico de acciones para la

⁵ Puede consultar este trabajo de investigación en el siguiente enlace https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2010/01/Informe_Final_Tecnico_Proyecto_FTH_10029.pdf

⁶ Puede leer las experiencias de CATIE en el siguiente enlace https://www.researchgate.net/publication/228583548_sistemas_silvopastoriles_en_America_Central_experiencias_de_CATIE

⁷ Puede consultar el documento en el siguiente enlace <http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/283>

restauración de paisajes productivos en El Salvador⁸, los cuales tienen como fin potenciar y aplicar las diferentes técnicas entre ellas los SSP.

Dentro del proyecto *“Apoyo a la formulación de Acciones Apropriadas de Mitigación en la Agricultura Centroamericana”*, se encuentra el Programa Euroclima, financiado por la Unión Europea, que promueve la ganadería resiliente baja en carbono en el país. Éste tendrá una duración de 24 meses y se trabajará en conjunto con Panamá, se ejecutará en los municipios de los departamentos de Morazán y Chalatenango. Además, en Chalatenango ya existe otro proyecto piloto para sembrar 50 hectáreas de SSP a través de la fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES), que apoya el proyecto denominado: *“Restauración de 100 hectáreas de terreno de uso agrícola a través de la implementación de sistemas productivos diversos en los municipios de Arcatao y Nueva Trinidad”*. Con el financiamiento del Fondo de Inversión Ambiental de El Salvador (FIAES), junto a familias de los municipios de Arcatao y Nueva Trinidad están implementado el establecimiento de 50 hectáreas de sistemas silvopastoriles, con el propósito de disminuir el deterioro de los suelos por prácticas inadecuadas de manejo de pastos como lo son: la quema de potreros y a la vez mejorar la producción de leche y carne del ganado bovino.



Figura 7. Proyecto Piloto de CORDES en Chalatenango. **Fuente: adaptado de CORDES, 2019**

En la zona oriental del país, existe una institución denominada Asociación Oikos Solidaridad que impulsa proyectos de desarrollo con programas de reforestación, obras de conservación de suelo y agua, trabajando en conjunto con ADESCOS y Cooperativas. Estableciendo sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, Cultivo de hortalizas en campo abierto y protegido (casa malla, macro túneles). Brindando asesoría técnica agropecuaria, construcción de plantas para el procesamiento de alimentos y de producción de insumos orgánicos con el fin de fomentar la educación ambiental mediante la elaboración de juegos lúdicos con el

⁸ La información está disponible en el enlace siguiente <https://www.iucn.org/es/content/analisis-economico-de-acciones-para-la-restauracion-de-paisajes-productivos-en-el-salvador>

objetivo de sensibilizar y concientizar a los habitantes sobre la importancia de biodiversidad de la fauna y la flora y la conservación de áreas naturales



Figura 8. Cultivo de hortalizas y frutas en la zona oriental. **Fuente: adaptado de Oikos Solidaridad, 2020.**



Figura 9. Sistemas agroforestales y silvopastoriles. **Fuente: adaptado de Oikos Solidaridad, 2020.**

Después de analizar todo el panorama descrito en el marco teórico y observar que la implementación de SSP en El Salvador es casi nula, aun sabiendo que hay algunas instituciones que apoyan el desarrollo de estas prácticas como son CORDES, FIAES, FONAES, CENTA, MAG, Oikos Solidaridad y MARN, donde su actuar principal es impulsar programas para la conservación de los recursos naturales. En el país se fomenta el desarrollo de planes de acción de restauración de ecosistemas y paisajes que permiten adaptarse y mitigar el cambio climático, únicamente se ha podido desarrollar en la zona norte de los departamentos de Morazán y Chalatenango programas pilotos sobre algunas técnicas de restauración que promueven la ganadería eficiente, la mejora del paisaje escénico en algunas áreas de cubierta vegetal y el ordenamiento sobre el uso de suelos, pero no son aprovechados ampliamente debido a que no existe un proceso metodológico estructurado que

permita evaluar proyectos donde se pueda integrar de forma multidimensional aspectos sociales, económicos, ambientales y paisajísticos.

Es por ello que se vuelve necesario desarrollar una metodología que permita evaluar de forma integral proyectos de infraestructura vial que propicien una adaptación biológica y conserven los recursos naturales propios del lugar.

En el capítulo 2, se muestra el método que los investigadores proponen para obtener la prefactibilidad del proyecto y cómo se pretenden implementar los SSP a lo largo del ByPass periférico Gerardo Barrios de la ciudad de San Miguel, además este método será un referente para otros estudios de esta índole.

Capítulo 2 – Metodología de la investigación

Este capítulo, explica el proceso metodológico necesario para desarrollar el análisis del caso de estudio, según Zenón, en su libro Enfoques de Planeación (2001), establece un proceso secuencial lógico para solucionar con claridad la necesidad a satisfacer, es decir, un proceso que permita evaluar que los Sistemas Silvopastoriles son la técnica más adecuada para la restauración de la biodiversidad y la conservación de ecosistemas en la microrregión conformada por los municipios de San Miguel, Quelepa y Moncagua. En el marco teórico, se identificó el universo de métodos los cuales servirán de base para la selección del método más idóneo para desarrollar las evaluaciones socioeconómicas, paisajismo escénico y ambiental.

2.1 Proceso Metodológico

Para describir, el proceso metodológico, se debe de tener presente, cual es el enfoque más conveniente para desarrollar el análisis del caso de estudio. Existe un universo de posibilidades del proceso secuencial, por lo cual se puede caer en confusión y convertirse en una dificultad para su desarrollo. (Flood y Jackson, 1991). Es decir, que no se debe adoptar algún proceso simplemente por intuición, porque es el único que el investigador conoce, o es aquel que está de moda. Por el contrario, se debe elegir aquel que reúna las condiciones para que los resultados sean concretos, evitando la subjetividad y logre dar una respuesta a la necesidad planteada al inicio del análisis.

Para el desarrollo del caso de estudio, se utilizará la guía básica para los problemas de evaluación, descritos en el libro Enfoques de Planeación. La cual se describe en la figura 10, esta se basa en 2 partes importantes, en la primera se establece la estructura que servirá de base para juzgar las alternativas, dada por el conjunto de criterios por considerar para definir la prefactibilidad y valorar la bondad de las distintas opciones; en la segunda, se estiman las consecuencias asociadas a cada alternativa y se procede a su calificación de acuerdo con los criterios establecidos en la parte anterior en el Marco Teórico. (Zenón, 2001).

Según la guía básica, los pasos que integran esta metodología son cuatro: 1) Marco Básico; 2) Marco para la evaluación; 3) Evaluación y selección; 4) Instrumentación y control. Las cuales se amplían a continuación:

1. **Marco básico:** el proceso de evaluación toma como punto de partida el establecer con claridad qué se va a evaluar (el conjunto de alternativas) y con qué propósito (la necesidad por satisfacer o los objetivos que se persiguen), pues si no se cuenta con una respuesta satisfactoria no se debe de avanzar.

2. **Marco para la evaluación:** consiste en definir el conjunto de criterios con los que se juzgarán las alternativas, considerando tanto los aspectos que hablan de su factibilidad como de su bondad.
 - Los criterios de factibilidad, marcan las restricciones a considerar derivadas de la disponibilidad de los recursos o cualquier otra limitante.
 - Los criterios de bondad, que se designan como atributos deseados, sirven para definir qué tan bien se cumple con los propósitos planteados.
 - Después se examinan los atributos deseados para establecer si existe un nivel mínimo de aceptación, lo que da lugar a un conjunto de requisitos por satisfacer.
 - De la misma manera, se examinan los distintos criterios para definir cuáles tienen el carácter de un atributo deseado.
3. **Evaluación y selección:** una vez que se han identificado las restricciones y requisitos por satisfacer, así como los atributos deseados, lo que procede es estimar las consecuencias asociadas a cada alternativa. De estas, se eliminan aquellas que no cumplen con alguna restricción o requisito y luego, entre las que quedan, se estudia cuál es la propuesta que mejor califica al considerar los atributos deseados.
4. **Instrumentación y control:** una vez que se ha tomado una decisión, los pasos que siguen serían los necesarios para la puesta en marcha y control del proyecto correspondiente.

No existe un método único que pueda incluir los aspectos, socioeconómicos, paisajismo escénico y ambiental, por el contrario, es necesario realizar el análisis por separado y luego integrar los resultados en un consolidado con el fin de concluir si es viable la realización del proyecto (Ackoff, 2001). Todo bajo un pensamiento sistémico, que se caracteriza por: a) descomposición de lo que será explicado; b) explicación de la conducta o propiedades de las partes, tomadas por separado; c) combinación de estas explicaciones en una explicación del todo. Utilizando este pensamiento, podemos realizar el proceso metodológico en 3 pasos, los cuales se describen a continuación:

1. Identificar un todo que contenga el objeto que se va a explicar.
2. Explicar la conducta o las propiedades del todo que contiene.
3. Explicar la conducta o las propiedades del objeto que va a ser explicado, en términos de sus funciones dentro del todo.

Debe existir, una secuencia lógica para realizar el análisis, el objeto de estudio que va a ser explicado es tratado como un todo que se va a desmembrar. Analizar sus partes por separado es una ventaja para ampliar el contenido. El resultado de cada una de las partes desmembradas el objeto de estudio como un todo integrado.

Guía para los problemas de Evaluación.

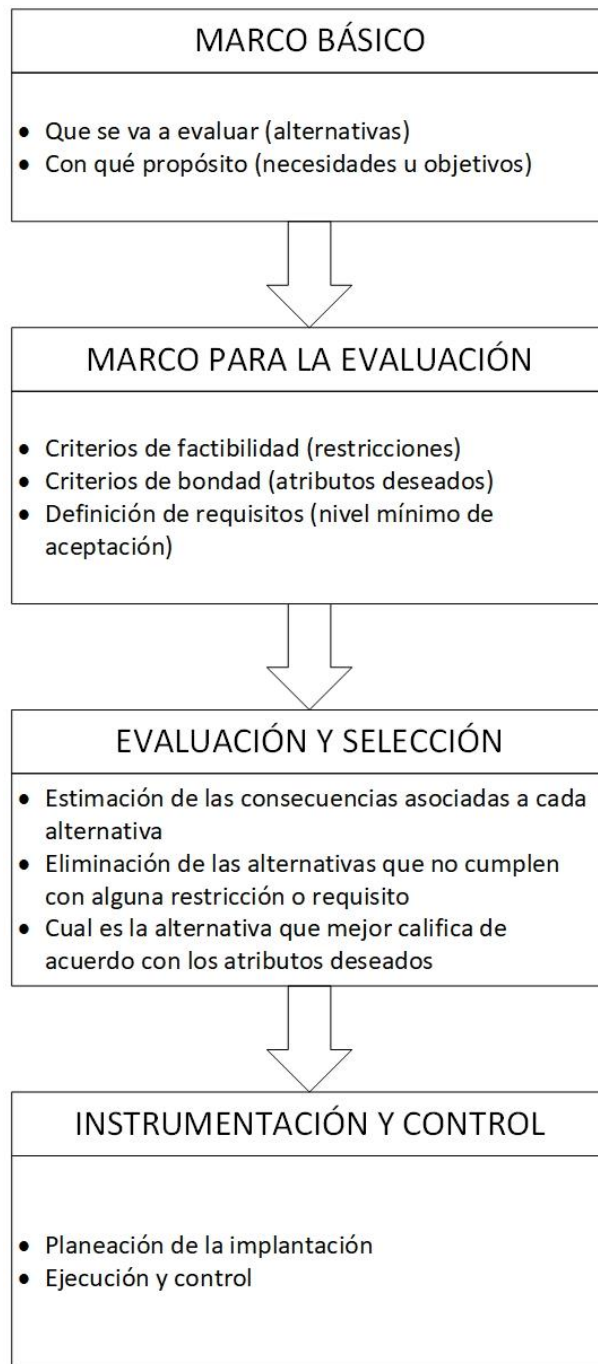


Figura 10: guía para los problemas de evaluación
Fuente: Zenón, 2001.

Para el desarrollo de la metodología se detallan los siguientes aspectos:

Paso 1: Marco Básico: se refiere a definir la necesidad a satisfacer con la realización del análisis del caso de estudio. Y con qué propósito se realiza dicha evaluación, con el apoyo de la revisión documental contenida en el capítulo 1 del Marco teórico.

Paso 2: Marco para la Evaluación: se refiere a definir los criterios necesarios que servirán como elementos esenciales para la selección de los métodos por separados, es necesario definir: a) criterios de factibilidad; b) criterios de bondad; c) requisitos mínimos aceptables, con el fin de evitar la subjetividad en la selección.

- a) Criterios de Factibilidad: a partir del desarrollo del marco teórico donde se explican todos los métodos para el desarrollo de la investigación basada en los métodos mixtos, se seleccionará aquel método que contribuya al desarrollo del caso de estudio donde intervengan las variables cuantitativas y cualitativas. Que se integran para el abordaje de las variables socioeconómicas, paisajísticas y ambientales.
- b) Criterios de Bondad: obtener un método que evalúe de forma desmembrada el objeto de estudio, pero que el resultado del análisis por separado, pueda contribuir a definir de forma integral la decisión de continuar el proyecto. Es decir, que los resultados de cada una de las partes puedan generar bienestar a la sociedad.
- c) Requisitos mínimos necesarios: que las evaluaciones por separado, al menos dos de ellas, contengan todos los requisitos de aceptación. Que cada método seleccionado para el análisis desmembrado contenga una secuencia de pasos ordenados, según el pensamiento sistémico anteriormente descrito.

Paso 3: Evaluación y selección de Métodos a utilizar para desarrollar el caso de estudio: este paso tiene como finalidad detallar la selección del método a aplicar para cada evaluación por separado que expliquen el objeto del caso de estudio, de entre un universo de autores que de una forma teórica explican cada una de las variables, se debe de eliminar aquellos métodos que no cumplan con los requisitos mínimos aceptables descritos en el paso anterior, para ello es indispensable realizar el análisis comparativo de las ventajas y desventajas de cada método descrito con anterioridad en el marco teórico.

2.2 Métodos para la evaluación Socioeconómica

Para la evaluación socioeconómica, se tomarán en cuenta todos los efectos sobre los involucrados, que puedan valorarse. A continuación, se detallan los puntos a tener en cuenta a la hora de realizar la evaluación

Sí se deben incluir en la evaluación socioeconómica:

- Todos los costos y beneficios resultantes de los efectos directos, indirectos y externalidades, valorados a precios sociales.
- Los costos asociados la obtención del resultado del proyecto que no necesariamente sean financiados por la unidad ejecutora.;
- Los costos y beneficios económicos causados por posibles externalidades sobre algún grupo de la sociedad.

No se deben incluir en la evaluación social:

- Los costos o beneficios que impliquen transferencias de un agente a otro de la economía, como es el ejemplo de los impuestos y subsidios (del Estado al agente privado).
- Los costos hundidos en los que ya se haya incurrido como consecuencia de la intervención (por ejemplo, pagos ya realizados por análisis de suelo para estudiar la viabilidad del proyecto).

Cuadro 4: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación socioeconómica

| METODO | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VAN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Observa todos los flujos de efectivo involucrados a lo largo de la vida del proyecto. ▪ Se aplica una sola tasa de descuento a todos los flujos de efectivo. ▪ Arroja una decisión correcta de aceptación o rechazo del proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es sensible al valor de la tasa de interés utilizado, por lo tanto, requiere de una buena estimación de la tasa de interés esperada con la cual se van a descontar los flujos de efectivo futuros |
| TIR | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es fácil de calcular y su resultado es una medida asimilable para la mayoría de personas. ▪ Utiliza el concepto del valor del dinero en el tiempo. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ No tiene en cuenta, el tamaño del proyecto y puede dar una decisión errónea, cuando se comparan dos o más proyectos. |

Continuación Cuadro 4

| | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CB | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un método, sencillo de usar y entender para su análisis, ya que se puede emplear bases de datos para su desarrollo. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se tiene que utilizar una medida común para también poder cuantificar los beneficios cualitativos. ▪ Se deben revisar con detalle los beneficios, porque éstos son fáciles de un conteo doble. |
| RAZONES FINANCIERAS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es necesario utilizar varias razones simultáneamente para formar un juicio adecuado en cuanto a la situación financiera del proyecto. ▪ Para su análisis se requiere que los estados financieros, correspondan a periodos similares, para que los resultados sean coherentes. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Su análisis está referido al pasado y no son sino meramente indicativos de lo que podrá suceder ▪ El resultado del análisis, permite tomar decisiones a corto plazo, para saber si se continúa o no el proyecto. |

Fuente: elaboración propia, retomado del Marco Teórico

2.2.1 Aspectos para la selección del Método para evaluación Socioeconómica

No existe un método único establecido para la evaluación social de un proyecto, sin embargo, después de realizar un comparativo de los métodos para la evaluación socioeconómica, se ha tenido el criterio de aplicar el método del Costo / Beneficio, debido a las siguientes razones:

- a) Es una herramienta de soporte para la asignación eficiente de recursos para la sociedad.
- b) Son identificables los costos y beneficios.
- c) Se realiza respecto a criterios de bienestar de la sociedad y permite informar si la ejecución del proyecto generará o no mejoras en el bienestar de la sociedad desde el enfoque de la eficiencia económica.
- d) Son medibles los costos y beneficios intangibles.
- e) Es posible la conversión de precios de mercado a precios sociales.

Análisis Costo Beneficio.

Tradicionalmente, la teoría económica define el bienestar social con base en el concepto de utilidad, el cual refiere a la satisfacción percibida por los individuos a partir del consumo de un bien o servicio (Perman *et al.*, 2003). La función de bienestar social

se define como una agregación de las utilidades de los individuos, las cuales son reveladas a través de las transacciones de mercado en el caso de los bienes con valor de mercado y, en el caso de los bienes sin valor de mercado, debe ser obtenida a partir de la disposición a pagar o aceptar compensaciones de los agentes (HM Treasury, 2003; Perman *et al.*, 2003).

El Análisis Costo Beneficio, desde una perspectiva social puede mostrar el resultado agregado a nivel de toda la sociedad, asumiendo en general el supuesto de que los cambios en el bienestar son ponderados de igual forma para todos los sectores de la sociedad. La función de bienestar social para el análisis Costo Beneficio se enfoca en la eficiencia económica, es decir, se considera que un proyecto aumenta el bienestar social cuando genera una ganancia neta para la sociedad en su conjunto (SNIP, 2013), independientemente de que la compensación finalmente ocurra o no. La fórmula que se aplicará al final de la elaboración de los flujos sociales es la siguiente:

$$\text{Relación} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}} = \frac{VAB}{VAC} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

VAB= Valor Actual de los Beneficios

VAC= Valor Actual de los Costos

Y de acuerdo con los posibles resultados podrían tener las siguientes condiciones:

- Si la razón beneficio/costo mayor a 1, **se acepta el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es menor a 1, **se rechaza el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es igual a 1, **hay indiferencia en realizar o no el proyecto.**

A partir de los conceptos descritos anteriormente, es recomendable realizar el análisis a través de una secuencia de pasos ordenados. Boardman *et al.* (2011) dividen el análisis Costo Beneficio, en etapas, según se detalla a continuación:

1. Definir el problema y las alternativas posibles.
2. Identificar los involucrados y afectados por el proyecto.

3. Identificar las categorías de impacto y los indicadores de medida.
4. Predecir cuantitativamente los impactos a lo largo de la vida del proyecto.
5. Valoración económica de los impactos.
6. Descontar los costos y beneficios para obtener valores presentes.
7. Calcular los indicadores de resumen para cada alternativa.
8. Análisis de sensibilidad y de riesgo.

2.3 Métodos para la evaluación del paisajismo escénico

Tradicionalmente, el paisajismo, ha sido enfocado y visualizado únicamente como elemento decorativo, una manipulación estética de la naturaleza para fines específicos. El paisajismo, que por su esencia, insertado en el paisaje, consiste en el ordenamiento horizontal y vertical de los elementos que se plantan en la tierra, según un orden elegido por el creador de ese paisaje. El objetivo de la evaluación paisajística es ordenar todos los atributos, la variedad de color, follaje, tamaño y texturas, de forma integral, para sus protagonistas.

Cuadro 5: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación del paisajismo escénico

| METODO | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DOS PARADIGMAS OPUESTOS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Combina características físicas y psicológicas de la percepción del paisaje. ▪ Considera la calidad del paisaje como una característica física intrínseca del territorio. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un análisis subjetivo ya que involucra preferencias del valuator, ya que la calidad del paisaje se construye únicamente mediante la composición mental de quien lo observa |
| PREFERENCIA CULTURAL | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Afirma que el paisaje se ha desarrollado y formado a partir de la historia evolutiva del ser humano | <ul style="list-style-type: none"> ▪ El origen evolutivo común de los seres humanos hace tener una la misma base a la hora de apreciar los paisajes y no son producto de características psicológicas individuales |
| ATRIBUTOS DEL PAISAJE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Para la valoración del paisaje se toma en cuenta que éste es observado a través de la carretera. ▪ Los atributos que se involucran para su valoración, se dividen en atributos físicos, estéticos y psicológicos. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un análisis subjetivo ya que las experiencias del valuator influyen en la decisión de que atributos considerar. ▪ La velocidad con la cual conduce el observador, tiene un efecto limitante sobre la percepción del paisaje. |

Continuación Cuadro 5

| | | |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FRAGILIDAD DEL PAISAJE | <ul style="list-style-type: none">▪ Toma en cuenta la vulnerabilidad y el grado de deterioro que se hace al terreno con la intervención del hombre en la modificación de sus cualidades físicas.▪ Combina atributos propios del territorio clasificándolos: biofísicos, socio culturales y de accesibilidad. Con el fin de que el resultado sea objetivo. | <ul style="list-style-type: none">▪ Para su análisis requiere utilizar la misma cantidad de atributos para que la puntuación sea real y se requiere que el valuador tenga cuidado al momento de realizar la sumatoria ya que es fácil duplicar valores. |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: Elaboración propia, retomado del Marco Teórico

2.3.1 Aspectos para la evaluación del Paisajismo escénico

La evaluación del paisaje requiere prestar atención a un gran número de valores que lo caracterizan, tanto territoriales, como los de los agentes que intervienen en él. Estos valores son: a) ecológicos, b) históricos, c) culturales, d) estéticos y e) emocionales. Esto implica que existan dificultades para encontrar métodos que permitan valorar la calidad del paisaje de forma que sea válida y aceptable para todos los agentes implicados

El paisajismo escénico busca, aumentar las áreas verdes más allá de las tradicionales plazas, parques, antejardines, patios, y jardines traseros, entre otras. Los balcones, terrazas, azoteas, puentes, túneles, techos y otras superficies novedosas, han permitido que cualquiera pueda tener su pedazo de jardín no importa dónde, ni a qué altura e incluso en el interior, con la ayuda de la tecnología y el cuidado apropiados. Que permitirá no sólo una mayor captación de CO₂ en las ciudades y disminuir con ello la contaminación y mejorar el aire que respiramos, sino recuperar algo de la fauna perdida en las urbes.

Todos los métodos descritos anteriormente, buscan categorizar los atributos que componen el paisaje, algunos de forma subjetiva o desde el punto de vista del observador. Para el análisis se ha tenido el criterio de utilizar, el método de Fragilidad del Paisaje, por las razones siguientes:

- a) Toma en cuenta la vulnerabilidad y el grado de deterioro que se hace al terreno con la intervención del hombre en la modificación de sus cualidades físicas.
- b) Combina atributos propios del territorio clasificándolos: biofísicos, socio culturales y de accesibilidad. Con el fin de que el resultado sea objetivo.

c) El análisis incluye el estudio de impactos donde se busca precisar (positivos y negativos) que se generan por la implementación de un proyecto determinado.

Fragilidad del Paisaje.

La fragilidad visual, es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa. (Benayas, 1992). El análisis considera tres variables: a) Factores Biofísicos; b) Carácter histórico-cultural y c) Accesibilidad, las cuales se describen:

a) Factores biofísicos: que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación.

b) Carácter histórico-cultural: que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico.

c) Accesibilidad: dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados.

Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la fórmula:

$$VFVP = \sum S \frac{f}{nf} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

VFVP es el valor de la fragilidad visual del punto

f son los factores biofísicos

n es el número de factores considerados

Es muy difícil que la arquitectura pueda ser sostenible si las ciudades y los alrededores no lo son, para ello es necesario que el paisajismo no sólo sea el correcto, sino extensivo y denso. La capacidad de recuperación de la naturaleza es indescriptible, hay que darle la oportunidad, las opciones son infinitas y el ser humano es cada vez más consciente de la necesidad de ser un aliado de ella. Siendo su enemigo, llevamos las de perder, démosle la oportunidad de sorprendernos.

2.4 Métodos para la evaluación ambiental

Ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Cuadro 6: Análisis comparativo de los métodos para la evaluación ambiental

| METODO | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LISTAS DE VERIFICACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un método útil, en las primeras etapas para identificar los impactos ambientales, su contenido cambia según el tipo de proyecto y el medio de actuación. ▪ Proporcionan un lugar donde registrar los datos, para análisis futuros. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Este método no incluye una interpretación global del impacto. ▪ Representan un único mecanismo de apoyo para el evaluador, sin embargo, su resultado no puede tomarse para decisiones importantes de un proyecto. |
| LEOPOLD | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental. ▪ Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción. ▪ Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Difícil reproducibilidad, debido al carácter subjetivo del proceso de evaluación, pues no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto. ▪ No tiene en consideración las interacciones entre diferentes factores ambientales. ▪ Los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces. |
| BATTELLE COLUMBUS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es el primer esfuerzo serio de valoración de impactos que ha servido de base a métodos posteriores. ▪ Permite que los parámetros o factores ambientales se transforman a unidades conmensurables (comparables) representativas de la calidad del | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fue diseñado para determinar el impacto ambiental de proyectos hidráulicos. ▪ Tiene el inconveniente de que las unidades ponderales de los parámetros (UIP) se asignan de manera subjetiva. |

Continuación Cuadro 6

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>BATTELLE COLUMBUS</p> | <p>medio ambiente, lo que permite la adición de las magnitudes de impacto para cada acción y para cada factor ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite el cálculo del impacto ambiental global del proyecto y la comparación de alternativas al proyecto. | <p>Los factores ambientales son ilimitados y no es posible contar con todas las funciones de calidad ambiental para todos los proyectos posibles.</p> |
| <p>MÉTODO DE TRANSPARENCIAS</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite evaluar proyectos enfocados a la localización de usos en el territorio, para distintas actividades sociales y económicas. ▪ Realiza una identificación e inventariado de los recursos, dejando íntegras las zonas de gran valor social, con el costo mínimo y la obtención de plusvalía. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un análisis subjetivo ya que las experiencias del valuator influyen en la decisión de que factores considerar. |
| <p>ANÁLISIS COSTOS BENEFICIOS</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir valorar un problema ambiental mediante una comparación de los costos por daños frente a los costos para evitarlos. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ El método no toma en cuenta, la pérdida de calidad ambiental y de diversidad tampoco se tuvo presente. |
| <p>SIG</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es una herramienta para el manejo de los datos automatizado. ▪ Contiene software para desplegar mapas, graficas e información tabular sobre una variedad de medios de salida. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere que recopilación de los datos sean precisos para poder alimentar la aplicación. ▪ El conjunto de datos se puede manipular como lo requiera el análisis. |

Fuente: Elaboración propia, retomado del Marco Teórico

2.4.1 Aspectos para la evaluación Ambiental

Todo proyecto origina un impacto, sea positivo o negativo, es necesario establecer un plan de mitigación, estableciendo línea de acción incluyendo su costo de

implementación incluyendo los criterios que establece el MARN para determinar si procede o no un estudio de impacto ambiental (EIA). Partiendo que Medio Ambiente, es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven, determinando su relación y sobrevivencia, en el tiempo y el espacio; es importante tener en cuenta que los factores ambientales, se dividen en:

- **Medio físico:** clima, aire, agua, ruido, geología, suelos.
- **Medio biológico:** flora, fauna, su distribución y abundancia, zonas sensibles.
- **Medio socio-económico y cultural:** población, empleo, patrimonio cultural, histórico, artístico; actividades económicas, uso del suelo, demografía, sistema territorial (núcleos, infraestructuras y equipamiento), paisaje.

Para el análisis se ha tenido el criterio de utilizar, el método de Leopold, por las razones siguientes:

- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción. Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental

Método de Leopold

Es un método que fue diseñado para evaluar los impactos asociados con proyectos mineros y posteriormente ha resultado útil en proyectos de construcción de obras. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto (Leopold *et al.*, 1971). Realmente, no es un sistema de evaluación ambiental, es esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados.

Para la utilización de la Matriz de Leopold, se describen los siguientes pasos secuenciales:

- 1. Identificar todas las acciones** (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto: consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto.

2. factores ambientales que puedan ser afectados significativamente: Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto.

3. Magnitud / Importancia: Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner ° si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo, si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).

4. Evaluar o interpretar los números colocados: El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellas cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos alistados con números superiores.

La matriz puede acomodar datos cuantitativos y cualitativos. Pero no prevé medios para discriminar entre ambos tipos de datos. Además, las magnitudes de las predicciones no están relacionadas explícitamente con las situaciones "con acción" y "sin acción". La "objetividad" no es un elemento sobresaliente en la Matriz de Leopold, ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica entre el 1 y el 10 y no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.

Paso 4: Instrumentalización y control: se refiere a la aplicación del método seleccionado por separado a través de una secuencia de pasos ordenados cuyos resultados puedan ser integrados para verificar si es factible y pertinente a los objetivos que persigue el proyecto. Es decir, comprobar si estos lineamientos se pueden realizar en la actualidad o necesitan mejores ajustes para completar la prefactibilidad y que sirva de referencia para futuros proyectos.

En definitiva, podemos resumir los 4 pasos antes mencionados, en el esquema general del proceso metodológico, que se presenta en la Figura 11, donde se explica el todo definido bajo los fines que se persiguen, partiendo de las partes desmembradas en los aspectos socioeconómicos, paisajísticos y ambiental, para posteriormente realizar el consolidado de los resultados.

Esquema general del proceso metodológico.

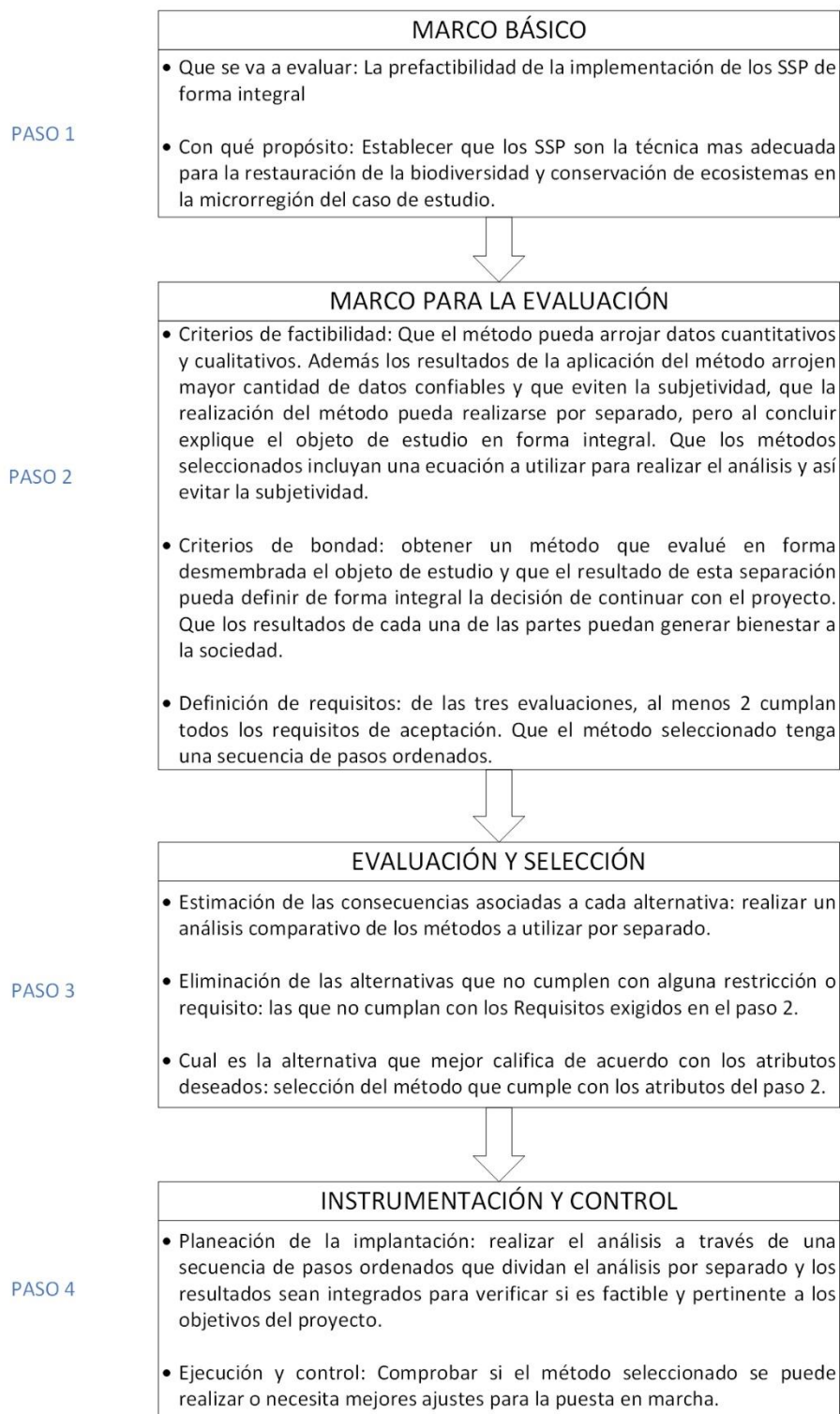


Figura 11: esquema general del proceso metodológico.

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 3 – Desarrollo de la investigación

Caso de estudio: *IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO MEDIDAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL Y MEJORAMIENTO DEL PAISAJISMO ESCÉNICO A LO LARGO DEL BY-PASS PERIFÉRICO GERARDO BARRIOS DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL.*

En el presente capítulo, se explica el desarrollo paso a paso de la metodología descrita en el capítulo 2, con el fin de mostrar todo el proceso aplicable al caso de estudio, de implementación de sistemas silvopastoriles como medidas de compensación ambiental y mejoramiento del paisajismo escénico a lo largo del By-Pass periférico Gerardo Barrios de la ciudad de San Miguel, donde se realiza una evaluación multidimensional de las variables socioeconómicas, paisajísticas y ambientales, que son de vital importancia para la prefactibilidad del caso de estudio.

3.1 Proceso Metodológico

Para el desarrollo del caso de estudio, se utilizará la guía básica para los problemas de evaluación, descritos en el libro Enfoques de Planeación, (Zenón, 2001); los pasos que integran esta metodología son cuatro: 1) Marco Básico; 2) Marco para la evaluación; 3) Evaluación y selección; 4) Instrumentación y control. Las cuales se amplían a continuación:

Paso 1: Marco Básico: se refiere a definir la necesidad a satisfacer con la realización del análisis del caso de estudio. Y con qué propósito se realiza dicha evaluación, con el apoyo de la revisión documental contenida en el capítulo 1 del Marco teórico y el capítulo 2 Metodología de la investigación.

a) Que vamos a evaluar

Primordialmente, lo que se pretende evaluar es el desarrollo del proceso metodológico planteado en el capítulo 2, dentro de la explicación del caso de estudio de la implementación de sistemas silvopastoriles a lo largo del By-Pass de San Miguel. Además, para demostrar que los Sistemas Silvopastoriles son la técnica más adecuada para la restauración de la biodiversidad y la conservación de ecosistemas en la microrregión.

b) Con que propósito

El propósito que se persigue es ver la funcionalidad del proceso metodológico diseñado y que sea aplicable a más proyectos análogos de esta área de estudio. También, evaluar los aspectos socioeconómicos, paisajísticos y ambientales del caso de estudio para apoyar la prefactibilidad del mismo.

3.2 Caracterización del área de estudio

3.2.1 Antecedentes

En el transcurso de los últimos 25 años en El Salvador, se han ido mejorando las rutas de interconexión internas en todo el territorio nacional, desde la construcción de la Carretera de Oro en los años 2000 a 2003, pasando por la construcción de la Carretera Longitudinal del Norte en los años 2011 a 2013, la Carretera hacia La Libertad en los años 2019 a 2021, hasta estos días que se está construyendo el boulevard Claudia Lars y el Bypass de San Miguel, se han visto mejoras en las carreteras del país, pero en dichas infraestructuras, el tema ambiental y paisajística se ha dejado de lado, a lo mucho lo que se hace respecto al tema, es la siembra de árboles o protección de taludes como se muestra en la figura 12, no se aplican técnicas de reforestación a lo largo de las vías construidas, desaprovechando áreas dispersas que pueden ser útiles para la rehabilitación del sitio.



Figura 12: protección de taludes y terracerías. Fuente: Nippon Koei

Es por ello, que en el proyecto de infraestructura de construcción del Bypass de San Miguel, que consta de una vía de 22 kilómetros de carretera, se pretende implementar 1500 metros de sistemas silvopastoriles que vendrán a dar protección a las obras de terracería, taludes, aguas residuales y asimismo a mejorar el paisaje escénico de la carretera. Además, la implementación de estos sistemas, por ser una técnica de restauración que genera pastos y madera, se podrá ver una mejora en las actividades agrícolas, ganaderas y ambientales de la zona y beneficiar a sus habitantes de los alrededores.

3.3 Condiciones del área del proyecto

3.3.1 Geográficas

El área del proyecto, está ubicada en la zona oriental de El Salvador, a una distancia aproximada de 140 km desde San Salvador; El Amatillo está ubicado en los alrededores

de San Miguel, en este punto cruzan tres carreteras regionales principales: La ruta Militar, la carretera Panamericana y la Carretera San Miguel RN-17S. Además, está el Puerto de La Unión, que es uno de los puertos más grandes de la zona en la costa del Pacífico y es donde se generará más tráfico de carga que transitará por esas carreteras del oriente de nuestro país. El proyecto se localiza en la subregión de San Miguel, definida en el Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial PNODT, la cual constituye el motor económico y foco organizador del desarrollo en el oriente del país; el proyecto abarca 22.27 kilómetros de longitud e inicia en la Carretera Panamericana, en el desvío a Moncagua y finaliza en el sector conocido como El Papalón, en San Miguel.

La microrregión que abarca el proyecto lo constituyen los tres municipios: Moncagua, Quelepa, y San Miguel como se muestra en la figura 13. La carretera, recorrerá territorios sobre los Municipios de Moncagua tales como: cantón Valle Alegre; en Quelepa, cantón San José y El Obrajuelo, y San Miguel pasará dentro de los Cantones: El Sitio, El Zamorán, Santa Inés, El Divisadero, Hato Nuevo, Las Delicias, El Papalón y El Jute.



Figura 13: Localización del proyecto.

Fuente: Retomado del Equipo de Estudio JICA (2011)

3.3.2 Demográficas.

El Salvador, se divide en 14 departamentos, según el censo nacional realizado en el año 2007, posee una población de 5.7 millones de habitantes, de los cuales 1.57 millones se encuentran en el departamento de San Salvador, la capital del País. El Departamento de San Miguel, posee 430 mil habitantes, es el quinto departamento más poblado

después de San Salvador, La Libertad, Santa Ana y Sonsonate, todos estos ubicados en la Zona Central y Occidental del país a excepción de San Miguel. La ciudad de San Miguel, con 220,000 habitantes es la cuarta ciudad más poblada después de San Salvador con 320,000 habitantes, según se muestra en el cuadro 7. El mismo censo indica que el 51% de la población del departamento de San Miguel vive en zona urbana y el 49% en zona rural. En la ciudad de San Miguel, 160,000 habitantes viven en la zona urbana, lo que corresponde al 72% de población de la ciudad. A nivel nacional, el 63% de la población habita en zonas urbanas, según muestra la Figura 14.

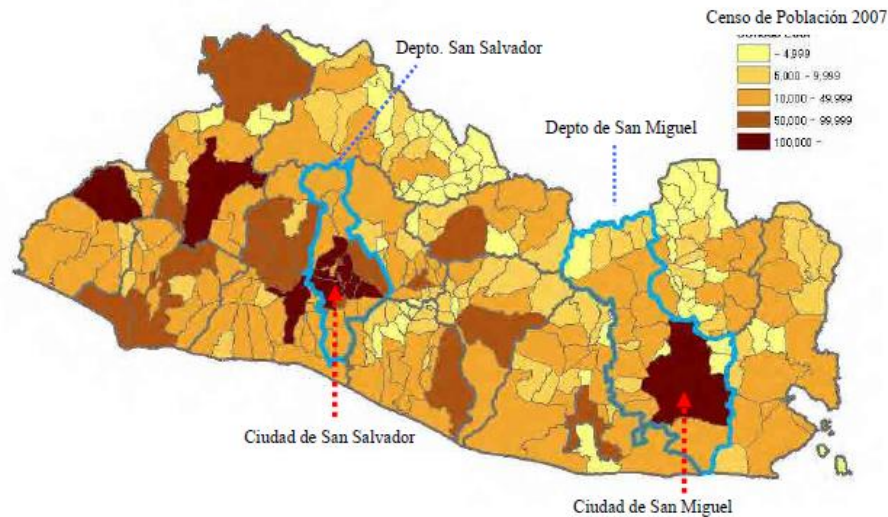


Figura 14: Distribución de Población de El Salvador (2007 por municipio).

Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) basado en el VI Censo de Población y de Vivienda 2007 (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 2007).

Cuadro 7: Población del país y ciudades Principales.

| País /Ciudad | Población (2007) | % del País | Zona Urbana | | Zona Rural | |
|------------------------|------------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | | Población | Porcentaje | Población | Porcentaje |
| El Salvador | 5,744,113 | 100.00% | 3,598,836 | 62.70% | 2,145,277 | 37.30% |
| Depto. San Salvador | 1,567,156 | 27.30% | 1,462,999 | 93.40% | 104,157 | 6.60% |
| Ciudad de San Salvador | 316,090 | 5.50% | 316,090 | 100.00% | 0 | 0.00% |
| Depto. San Miguel | 434,003 | 7.60% | 219,636 | 50.60% | 214,367 | 49.40% |
| Ciudad de San Miguel | 218,410 | 3.80% | 158,136 | 72.40% | 60,274 | 27.60% |

Fuente: Elaboración propia retomado del Equipo de Estudio JICA (2011) en base al VI Censo de Población y V de Vivienda 2007 (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 2007)

El departamento de San Miguel, ubicado en la zona oriental de la República, está delimitado al Norte, por la República de Honduras; al Este por los departamentos de Morazán y La Unión; al Sur por el Océano Pacífico y el departamento de Usulután; al

Oeste por los departamentos de Usulután, San Vicente y Cabañas. Se localiza entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°55'04" LN (extremo septentrional); 13°09'58" LN (extremo meridional); 88°01'10" LWG (extremo oriental) y 88°31'44" LWG (extremo occidental), según se muestra en la Figura 15.

El Departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 2,077.1 Km², con una población de 430 mil habitantes, en consecuencia, presenta una densidad de 209 habitantes por Km². La división política administrativa está conformada por 20 Municipios con sus respectivos cantones y caseríos, a continuación, se detallan los municipios que conforman el departamento: a) Carolina, b) Ciudad Barrios, c) Comacarán, d) Chapeltique, e) Chinameca, f) Chirilagua, g) El Tránsito, h) Lolotique, i) Moncagua, j) Nueva Guadalupe, k) Nuevo Edén de San Juan, l) Quelepa, m) San Antonio, n) San Gerardo, o) San Jorge, p) San Luis de la Reina, q) San Miguel, r) San Rafael Oriente, s) Sesorí y t) Uluazapa.

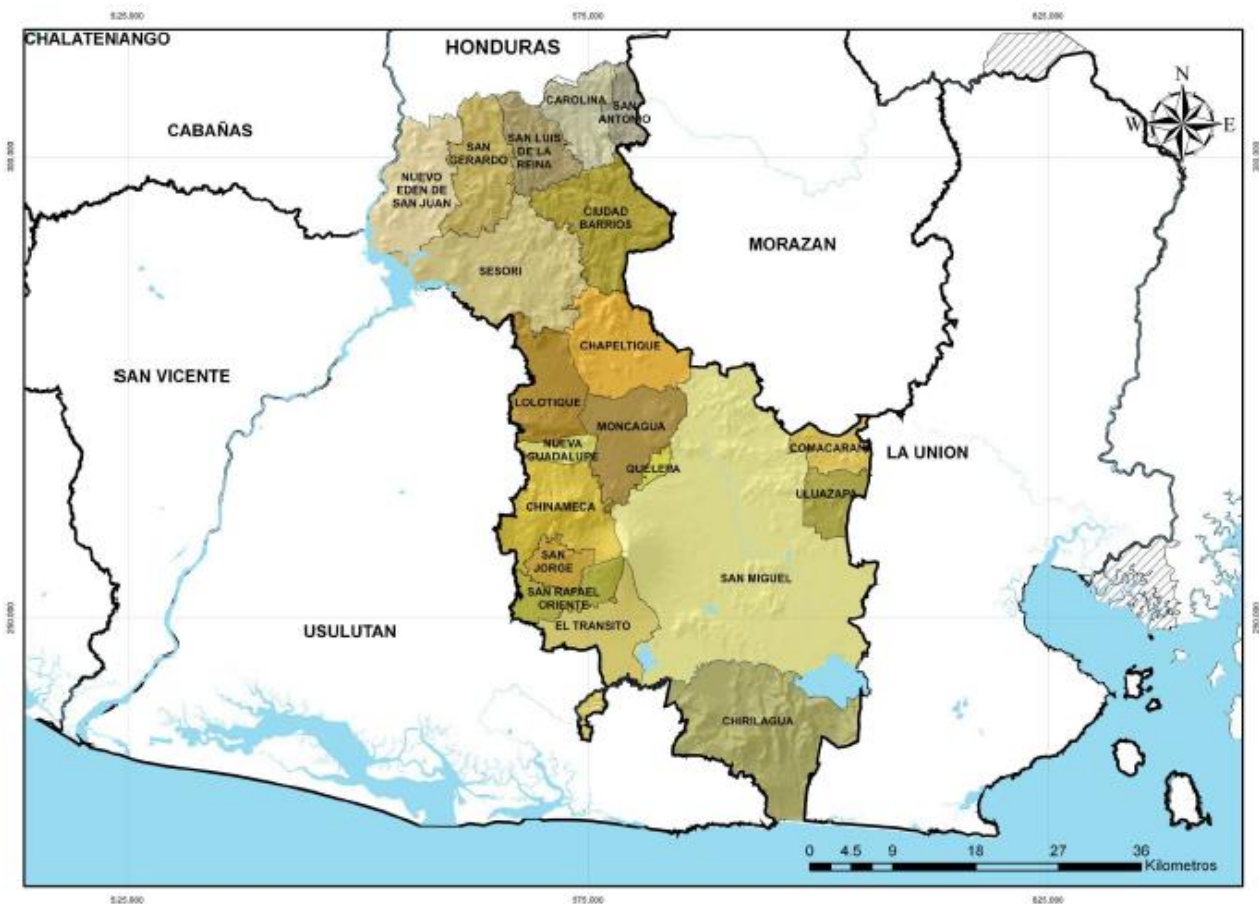


Figura 15: Ubicación Geográfica del departamento de San Miguel.

Fuente: IV censo de población y vivienda - 2007

El Censo de población y vivienda del año 2007, claramente muestra que la ciudad de San Miguel, tiene una de las poblaciones más grandes en el país. La población de los

tres municipios (San Miguel, Quelepa y Moncagua), concentra en un total de 245,118 habitantes, según se muestra en el cuadro 8. Siendo la ciudad de San Miguel el principal centro de desarrollo del departamento, el peso de la población urbana sobre la rural es determinante. Sin embargo, todavía existen áreas en lo rural que no cuentan con grandes asentamientos humanos. Las zonas de El Zamorán, El Jute y El Papalón, presentan características más rurales. Los municipios de Moncagua y Quelepa, todavía muestran una tendencia a las actividades agrícolas y ganaderas, aunque el territorio de Quelepa, en el cantón San José, se ha venido potenciando como el lugar de asentamiento de grandes empresas.

Cuadro 8: Población Por área y sexo con Proyección al año 2021.

| EL SALVADOR CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA – 2007 POBLACIÓN POR AREA Y SEXO + PROYECCIÓN 2021 | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|---------|-----------------|
| MUNICIPIO | POBLACIÓN | | | Proyección 2021 |
| | TOTAL | HOMBRES | MUJERES | Total |
| Moncagua | 22,659 | 10,664 | 11,995 | 27,899 |
| Quelepa | 4,049 | 1,920 | 2,129 | 4,361 |
| San Miguel | 218,410 | 99,672 | 118,738 | 283,262 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DIGESTYC, censo población y vivienda 2007 y Proyección de población 2005-2025

3.3.3 Económicas (Agricultura y ganadería)

Luego de haber superado la “década perdida” de la Guerra Civil entre 1980 y 1992 y los desastres naturales, tales como: terremotos y huracanes, la economía en El Salvador ha ido en ascenso en el siglo XXI, manteniendo una tasa económica promedio anual de 2% hasta el 2005, de 4 % en el 2006 y de un 2.3% hasta el 2019. Sin embargo, los daños devastadores causados por la crisis financiera mundial y el huracán “Ida” afectaron de manera adversa su economía disminuyendo en un 3.5 % en 2009, luego en el 2020 se vio afectado por la pandemia de COVID-19 disminuyendo en un 6.5%, según se muestra en el cuadro 9. En cuanto a la economía en El Salvador, la agricultura es un sector tradicional, y la manufactura está caracterizada por la industria textil en Maquiladora (Zona de Libre Comercio). Actualmente el sector terciario, tal como el comercio, se ha expandido. El sector agricultura está principalmente dividido en agricultura a gran escala con aporte de gran capital y agricultura a micro-escala, provocando una gran deficiencia en la distribución del ingreso entre ellos.

Además, el grado de explotación del uso de la tierra en cuanto a pastos permanentes, pastos estacionales y bosques que se establece para los municipios de Moncagua,

Quelepa y San Miguel según el cuadro 10, también se puede apreciar la parte de Bosque natural y plantaciones que se manejan en los 3 municipios como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 9: Resumen de datos económicos en El Salvador.

| INDICADOR | AÑOS | | | | | | |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2000 | 2006 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| PIB (US\$ millones) | 11,784 | 15,999 | 23,438 | 24,191 | 24,979 | 26,117 | 27,022 |
| INB per cápita (US\$ millones) | 1900 | 2570 | 3440 | 3510 | 3600 | 3820 | 4000 |
| Crecimiento del PIB (% anual) | 1.13 | 4.34 | 2.40 | 2.55 | 2.25 | 2.43 | 2.38 |
| Inflación (% anual) | 3.27 | 4.33 | 1.31 | 0.65 | 0.98 | 2.08 | 1.06 |
| Agricultura, valor agregado (% del PIB) | 7.17 | 6.05 | 5.53 | 5.73 | 5.39 | 5.09 | 5.08 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DIGESTYC

Cuadro 10: Superficie por uso de explotación (Mz).

| El Salvador superficie de las Explotaciones por uso de la Tierra, según Departamentos y Municipios. (Período De Mayo De 2006 A Abril De 2007) , según Censo 2007 | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Departamentos y Municipios | SUPERFICIE POR USO DE LA EXPLOTACIÓN (Mz) | | | | |
| | total superficie (mz) | cultivo | pastos permanentes | pastos estacionales | bosques |
| SAN MIGUEL | 115,644.30 | 58,274.15 | 7,767.57 | 32,463.69 | 2,297.61 |
| MONCAGUA | 4,834.83 | 3,061.12 | 428.52 | 853.35 | 37.14 |
| QUELEPA | 561.64 | 391.13 | 7.37 | 132.36 | 0 |
| SAN MIGUEL | 39,352.78 | 17,602.70 | 3,539.75 | 12,992.68 | 464.47 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAG, IV Censo Agropecuario

Cuadro 11: Superficie forestal por tipo de manejo

| El Salvador Superficie Forestal Por Tipo De Manejo, Según Departamentos Y Municipios. Censo De Población Y Vivienda - 2007 | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| Departamentos y Municipios | Total superficie (mz) | TIPO DE MANEJO | |
| | | bosque natural | plantación |
| SAN MIGUEL | 2,501.36 | 1,978.08 | 523.28 |
| MONCAGUA | 65.79 | 55.92 | 9.88 |
| QUELEPA | 0 | 0 | 0 |
| SAN MIGUEL | 472.44 | 395.99 | 76.45 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAG, IV Censo Agropecuario

También en los Municipios de Quelepa, Moncagua y San Miguel son responsables de la crianza de ganado Bovino, como se muestra en la Figura 16, éstos dependen del tipo de pastos permanentes o estacionales que se cultiven en la zona, es por ello que los sistemas silvopastoriles ayudaran a contribuir en la crianza de hatos en la zona, en el cuadro 12: número de cabezas por inventario bovino se muestra la contribución de los 3 municipios en estudio.

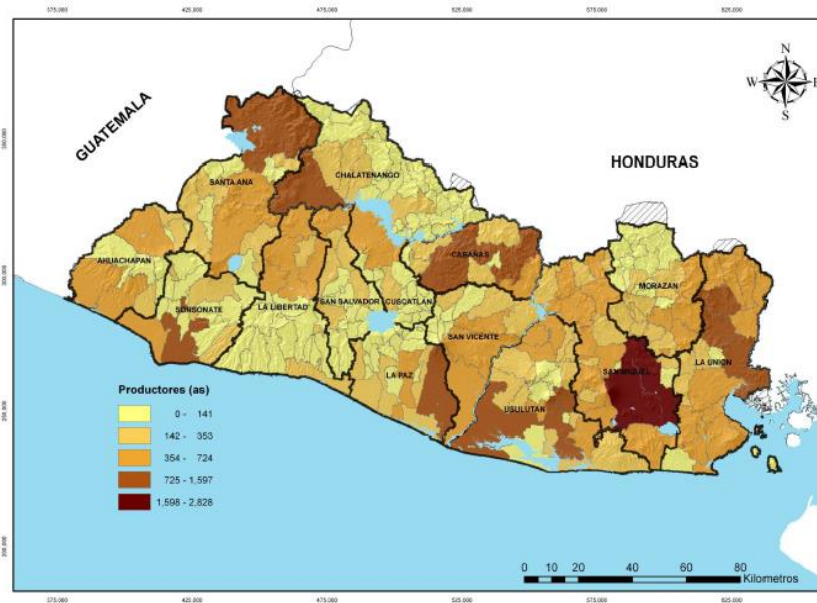


Figura 16: Distribución de los productores de Bovinos por rango según Municipios.

Fuente: MAG, IV Censo Agropecuario.

Cuadro 12: número de cabezas por inventario bovino

| El Salvador número de cabezas por inventario bovino, según departamentos y municipios. (Período de mayo de 2006 a abril de 2007). censo de población y vivienda - 2007 | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|
| Depto. y municipios | total de cabezas | INVENTARIO BOVINO | | | | | | | | |
| | | terneros | terneras | novillos | novillas | toretas | toros | bueyes | vacas horas | vacas en producción |
| San Miguel | 124,985 | 17,481 | 18,427 | 5,006 | 19,152 | 2,900 | 3,883 | 4,030 | 21,823 | 32,281 |
| Moncagua | 6,041 | 984 | 1,000 | 303 | 757 | 165 | 197 | 429 | 853 | 1,353 |
| Quelepa | 954 | 228 | 146 | 37 | 70 | 39 | 25 | 66 | 151 | 193 |
| San Miguel | 53,760 | 6,821 | 7,909 | 2,212 | 8,508 | 918 | 1,531 | 1,006 | 10,424 | 14,430 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAG, IV Censo Agropecuario

3.4 Sustentación del proyecto

3.4.1 Plan quinquenal

El Plan Cuscatlán 2019-2023⁹, prioriza el bienestar social, el fomento de obras públicas, el desarrollo territorial entre otras y siendo la reactivación económica que debe promover el mejoramiento de las carreteras en la región oriental, especialmente donde se ubica el sitio del Proyecto. Tanto el desarrollo de infraestructura, el apoyo al medio ambiente y la reactivación económica es prioritario para el actual gobierno, que aunado a la situación de pandemia que se ha vivido en el año 2020, el país ha enfrentado un alto nivel de pobreza.

Dentro de los ejes que se contemplan fomentar dentro del plan Cuscatlán, se encuentran 3 líneas de acción relacionadas directamente con el desarrollo de estos proyectos: 1) económica, 2) infraestructura y 3) medioambiental, las cuales se describen a continuación:

- 1) Línea económica: Eje pragmático 1. Crecimiento Económico Inclusivo y sostenible, se engloba la Propuesta de acción 1.2: Actividades económicas ambientalmente sustentables. Las actividades económicas ambientales centrarán su acción en el fomento al desarrollo de industrias ambientalmente responsables (reciclaje, ecoturismo y turismo arqueológico, producción agroecológica, reservorios de agua, entre otras.), teniendo proyectos relacionados con Desarrollo de infraestructura vial, férrea y carreteras.
- 2) Línea en infraestructura: Un plan que contempla a la Infraestructura como un pilar del desarrollo humano, el enfoque de este plan se centra en el hecho de que una mayor y mejor conectividad garantizará un crecimiento sostenido a largo plazo que, a su vez, cambiará la situación actual de la población salvadoreña. El resultado final: un impacto positivo en las condiciones de vida de la población. Dando prioridad a las carreteras y transporte y entre ellas se tiene que se les dará prioridad a las carreteras CA-1 y CA-2, las cuales son los corredores principales de movilidad. A lo anterior hay que agregar que se realizarán esfuerzos por garantizar la conectividad total en todas las zonas del país. Dentro de ellas se propone la construcción del Bypass en San Miguel.
- 3) Línea en Medio Ambiente: Ecotecnología. Un modelo de desarrollo ambientalmente sustentable debe incluir un proyecto de desarrollo tecnológico orientado a garantizar el uso de recursos naturales de manera limpia, integrando la ecología y la tecnología, minimizando el impacto ambiental por la actividad humana, en sus procesos y

⁹ Revisar documentación sobre plan Cuscatlán en el sitio: <https://plancuscatlan.com/home.php>

operación, y reduciendo la huella ambiental. Establecer incentivos para fomentar la adopción de tecnologías que nos permitan reducir el impacto ambiental de las obras es esencial para transitar hacia un desarrollo sostenible. Desarrollo, adaptación y adopción de técnicas de bio construcción, captación pluvial, naturación urbana, aprovechamiento de energía solar, bio filtros, permitirían reducir el daño al medio ambiente, mejorar el microclima en las ciudades, reducir inundaciones urbanas y mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos. Se deben integrar las políticas públicas con enfoque triple E (Eficiencia, Efectividad y Eficacia).

Las políticas de mitigación basada en adaptación con cobeneficios permiten orientar las acciones de reforestación y restauración para obtener impactos en adaptación, tales como la regulación hídrica, mejoramiento climático y de microclimas, mejoramiento del suelo, entre otros; y generar cobeneficios sociales, para la salud, producción, etc. El análisis de cobeneficios permite integrar la agenda climática y la agenda de desarrollo sostenible.

También se apoya la biodiversidad con la implementar asistencia técnica específica para el agro ecosistema, el cual significa la mayor parte del uso del suelo, y su impacto sería de gran magnitud para la conservación de la vida silvestre y microorganismos. Así mismo, se pretende apoyar a los gobiernos locales a enfocar esfuerzos en la adaptación al cambio climático, a través de procesos de disminución de carbono en sus municipios (Bio digestores, manejo integrado de desechos sólidos, reforestación, educación ambiental) utilización sostenible de recursos naturales, planes de control y monitoreo de nuestra flora y fauna que le dan la vida a los ecosistemas.

3.4.2 Plan de ordenamiento y desarrollo territorial

En la actual administración municipal de San Miguel, se han potencializado la posición geográfica del Municipio y las buenas comunicaciones con los municipios del entorno próximo; ya que es el centro de comercio regional y prestación de servicios particulares y centro de transporte regional y de comunicaciones. No sólo en lo que se refiere al Departamento, sino que su influencia se extiende a toda la región del Oriente del país y, en algunos casos, a las vecinas Repúblicas de Honduras y Nicaragua. Dentro de las prioridades de inversión del gobierno municipal, está la de solventar a los problemas más graves existentes en la ciudad; como lo es el colapso de la Avenida Roosevelt, nombre con el que se conoce a la Panamericana a su paso por la ciudad.

La mejora integral de la red vial, conectando tramos que hoy en día son discontinuos y que dificultan la circulación, el centro urbano actual es atravesado por dos vías de gran importancia: la Avenida Roosevelt (Carretera Panamericana) y la Ruta Militar, sobre las cuales se ha propiciado el desarrollo comercial y de servicios; produciendo un crecimiento lineal de manera desorganizada.

3.4.3 Plan de desarrollo territorial de la sub región de San Miguel para el año 2024

El Municipio de San Miguel y los Municipios aledaños en conjunto han unificado y realizado alianzas para conformar, la Microregión que comprende el Área Metropolitana de San Miguel, que en el año 2024, estará formada por San Miguel, Quelepa y Moncagua¹⁰; la ciudad de San Miguel, en el año 2024, será la principal ciudad del oriente del país, y centro de comercio y servicios de los municipios de la parte del Río Lempa; además jugará un rol muy importante en el país al constituirse como la segunda ciudad de El Salvador, y será una pieza básica en el desarrollo de Centroamérica, en especial, entre El Salvador, Honduras y Nicaragua. Es decir, una fuerte relación del área metropolitana de San Miguel, con San Salvador y otras ciudades del entorno centroamericano, en especial Tegucigalpa, mejorando la conectividad, y desarrollando las relaciones de personas, comerciales, industriales y de servicios. Produciéndose un crecimiento hacia los Municipios de Quelepa y Moncagua, transformándose a una ciudad moderna y multifuncional, donde se den condiciones óptimas para la población, es decir que existan condiciones de empleo, calidad ambiental, ocio y recreación, y tenga una economía muy diversificada, basada en: comercio, servicios, industrias, almacenamiento y logística, turismo, entre otras.

La Subregión de San Miguel para el año 2024, se constituye como un espacio de excelencia ambiental, recuperando, mejorando y ampliando los espacios naturales de la Subregión de San Miguel, y conformando una sección clave en el Corredor Biológico Mesoamericano, uniendo espacios naturales de importancia centroamericana, nacional y regional, en especial: el Volcán Chaparrastique y su entorno, el Complejo fluvial y humedales del Río Grande de San Miguel y sus afluentes, las Áreas de conservación forestal de la zona nororiental de la Subregión Comacarán, Yucuaquín, Uluazapa y Yayantique, las Áreas de conservación forestal de Chirilagua y El Carmen, y los Esteros, manglares y la playa de El Cuco.

3.5 Perfil del proyecto de Bypass de San Miguel

Actualmente en el país se cuenta con el plan maestro de infraestructura de El Salvador 2019-2030¹¹ el cual es un instrumento de planeación de infraestructura multisectorial a largo plazo que permitirá potenciar el desarrollo económico y social de El Salvador, el cual fue elaborado por el BID con acuerdo del gobierno de este país. Prioriza la

¹⁰ Puede consultar más información en <http://observatorio.vivienda.gob.sv>

¹¹ Puede consultar más información en

https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Plan_maestro_de_infraestructura_de_El_Salvador_Un_instrumento_de_planeaci%C3%B3n_de_infraestructura_multisectorial_a_largo_plazo_que_permitir%C3%A1_potenciar_el_desarrollo_econ%C3%B3mico_y_social_de_El_Salvador.pdf

infraestructura para los sectores de agua y saneamiento, energía, transporte y gestión de riesgos. Dentro del sector transporte contempla el modo carretero el cual nos menciona que la red vial carretera de El Salvador cuenta con cerca de 12,493 km de carreteras de los cuales 7,078 kilómetros se encuentran bajo administración del Ministerio de Obras Públicas y el FOVIAL. Esta red conecta los grandes centros urbanos, fronteras, puertos y aeropuertos. Por otra parte, el remanente de la red se concentra en vías terciarias y rurales, a cargo de los entes territoriales. De esta red, el 59.89% es pavimentada y el 40.11% se encuentra no pavimentada (ver Cuadro 13).

Cuadro 13: red vial en el inventario MOPT por tipo de superficie de rodadura

| INVENTARIO MOPT POR TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA | | |
|----------------------------------------------------|------------|----------------|
| Tipo de superficie | Kilómetros | Porcentaje (%) |
| Pavimentada (FOVIAL) | 4,152.18 | 58.66% |
| Pavimentada (MOPT) | 86.71 | 1.23% |
| No pavimentada (FOVIAL) | 2,493.38 | 35.22% |
| No pavimentada (MOPT) | 346.18 | 4.89% |
| Total | 7,078.45 | 100.00% |

Fuente: Centro Nacional de Registro (CNR). De los 12,493 km totales, 7,078 km están incluidos en el inventario del MOPT.

En este sentido, se planea la construcción del Bypass en la ciudad de San Miguel, debido a la persistente situación de congestión de tráfico, que se ha convertido en un grave problema para la ciudad, especialmente en el tramo de la Carretera Panamericana (CA-1) que atraviesa el centro de San Miguel, donde se mezclan el transporte urbano con el transporte de carga de paso. El Plan de Desarrollo Territorial de la Subregión San Miguel (2010-2024) identificó la necesidad de un Bypass alrededor de la ciudad para atender los problemas económicos y ambientales resultado de la congestión de la ruta, considerando que el transporte de carga representaba más del 20% de todo el tráfico que circula a través de la ciudad.

El proyecto consiste en la construcción de 20.6 Km de carretera, al norte de la ciudad de San Miguel, y se divide en 4 Paquetes de Construcción conforme a lo siguiente: 1) Ampliación de la Carretera Panamericana (CA-1) existente de dos a cuatro carriles, desde el desvío a Moncagua (Km 128.3) hasta el inicio del Bypass en El Obrajuelo en una longitud de 3.46 km; 2) Construcción de bypass de cuatro carriles desde El Obrajuelo, Km 131.77 de la CA-01 existente hasta Hato Nuevo 200 m antes de la intersección con la CA-07N; 3) Construcción de bypass de dos carriles desde 200 m antes de la intersección con la Ruta Militar (RN18) hasta El Papalón por el Km 145.38 de la CA-1 existente, con una longitud de 7.224 km, en tramo nuevo de apertura; y 4) Construcción de un puente de 0.955 km sobre el Río Grande de San Miguel y un puente de 0.595 km sobre Río Taisihuat, a continuación se presenta la Figura 17: plan propuesto por MOP del Bypass de San Miguel en el estudio inicial.

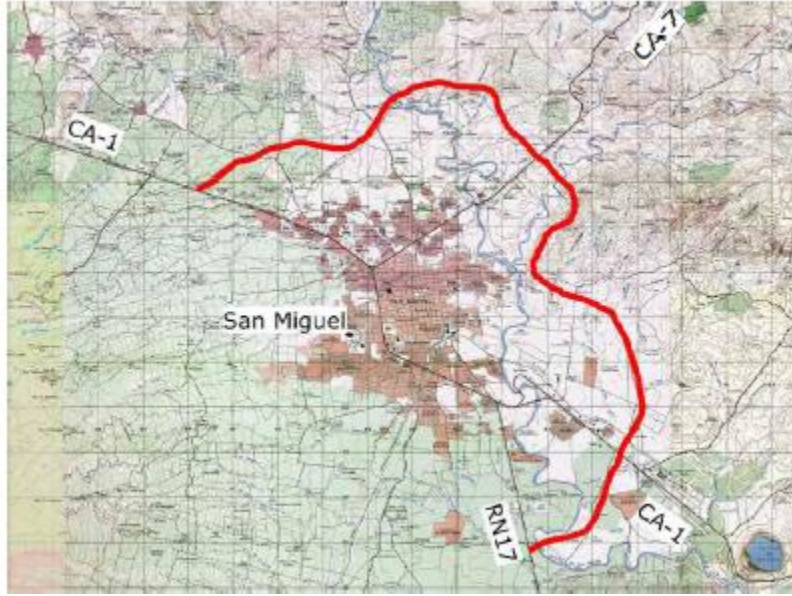


Figura 17: Plan propuesto por MOP del Bypass de San Miguel

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

Este proyecto es de alta importancia porque permitirá mejorar la conectividad centroamericana, reducir los tiempos de viaje, hacer más efectiva la movilidad de las personas y disminuir los costos de transporte de los bienes transables, cambiando así el mapa económico y de desarrollo de la región oriental. Además, sería el primer proyecto que planea introducir la implementación de sistemas silvopastoriles como medidas de compensación ambiental a lo largo del Bypass de San Miguel.

Paso 2: Marco para la Evaluación: se refiere a definir los criterios necesarios que servirán como elementos esenciales para la selección de los métodos por separados, es necesario definir: a) criterios de factibilidad; b) criterios de bondad; c) requisitos mínimos aceptables, con el fin de evitar la subjetividad en la selección.

- a) **Criterios de Factibilidad:** a partir del progreso del marco teórico donde se explican todos los métodos para el desarrollo de la investigación basada en los métodos mixtos, se seleccionó el diseño transformativo secuencial (DITRAS), donde las variables cuantitativas se obtendrán de la evaluación Socioeconómica y las variables cualitativas se obtendrán de las evaluaciones escénicas paisajísticas y ambiental.
- b) **Criterios de Bondad:** obtener un método que evalúe de forma desmembrada el objeto de estudio, pero que el resultado del análisis por separado, pueda contribuir a

definir de forma integral la decisión de continuar el proyecto. Es decir, que los resultados de cada una de las partes puedan generar bienestar a la sociedad.

- c) **Requisitos mínimos necesarios:** que el resultado de las evaluaciones al menos dos de ellas, la Socioeconómica y Ambiental se cumplan y sean factibles, quedando la evaluación paisajística en segundo orden de prioridad, para la realización del proyecto y que el resultado contenga una secuencia de pasos ordenados, según el pensamiento sistémico anteriormente descrito, en el Capítulo 2.

Paso 3: evaluación y selección

3.6 Selección del área de estudio y rutas donde realizar la implementación de los SSP

Una vez definidos los cuatro paquetes en que se dividirá la construcción del Bypass de San Miguel, se procede a evaluar en cuál de los 3 tramos el área es más idónea para implementar los 1,500 metros de SSP a lo largo de la vía.

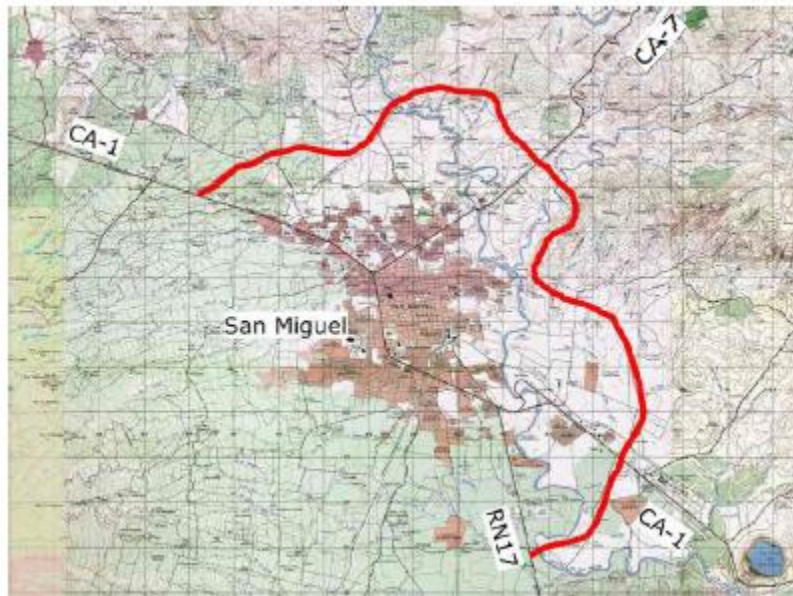


Figura 17. Propuesta MOP

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

3.6.1 Estudio de alternativas donde irán los SSP

La ruta se desarrollará casi en su totalidad sobre terreno rústico de uso agrícola, clasificado topográficamente en su mayor parte como terreno plano u ondulado, presentando afectaciones mínimas a viviendas existentes. De acuerdo a las estimaciones basadas en imágenes satelitales tomadas entre 2009 y 2010, sólo 20 ó 30 casas serán afectadas. La ruta recorre los territorios de los Cantones El Sitio, El

Zamorán, Santa Inés, El Divisadero, Hato Nuevo, Las Delicias, El Papalón y El Jute, acercándose en su recorrido a algunas urbanizaciones como: Riverside Gardens, Ana Gil Afife en el cruce con la vía SAM10N, algunas Lotificaciones del Cantón Hato Nuevo en el cruce con la vía CA-7, otras lotificaciones del Cantón las Delicias, y del Cantón El Papalón cerca del cruce con la Carretera CA-1. El Proyecto del Bypass de San Miguel se describe como una Carretera tipo Especial de 22 km de longitud aproximadamente y para una velocidad de operación de 80 km/h.

El alineamiento inicia en el Km 131+910 de la Carretera Panamericana (CA-1) y con rumbos predominantemente Norestes, de donde alternando tangentes y curvas recorre 5.20 km hasta llegar al punto donde cruza el Río Grande de San Miguel, en este punto continúa con rumbos predominantemente Surestes y alternando tangentes y curvas recorre 4.10 Km hasta llegar al punto donde intercepta a la Carretera conocida como Ruta Militar (CA-7) entre los 4 y 4.5 km medidos desde el Triángulo de San Miguel de donde continúa con rumbo SE y con una tangente recorre 0.65 km hasta llegar al punto donde cruza sobre el Río Taisihuat, de donde continúa con rumbos predominantemente Surestes y alternando tangentes y curvas recorre 7.90 km hasta llegar al punto donde intercepta a la Carretera Panamericana CA-1 en el Km 145+380 de donde continúa con rumbos predominantemente Suroestes y alternando tangentes y curvas recorre 3.00 km hasta llegar al punto donde cruza por segunda vez el Río Grande de San Miguel de donde continúa con rumbo Suroeste y con una tangente recorre 0.15 km hasta llegar al punto donde intercepta la Carretera que de San Miguel conduce al desvío El Delirio (RN17) en Km 145+080. El alineamiento del bypass conecta varias vías principales de la región para las cuales se construirán intersecciones a nivel o desnivel, las intersecciones principales son con la Carretera Panamericana CA-1 en la entrada a San Miguel desde San Salvador, con la vía SAM10N cercano a Riverside Gardens, con la Ruta Militar CA-7 a la altura de Hato Nuevo, con la Carretera Panamericana CA-1 en la salida a la Unión a la altura del puente La Gallina y con la Carretera a Usulután RN-17 cerca del acceso al Polideportivo de San Miguel, las intersecciones con caminos vecinales o cantonales se resolverán a nivel o a desnivel con accesos en un solo sentido. Con el alineamiento de la Carretera también se cruzan el río Grande de San Miguel en dos puntos y el río Taisihuat, para los mencionados cruces se construirá 2 puentes de adecuada longitud y capacidad hidráulica.

3.6.2 Selección y evaluación de tramos

En los Cuadro 14, 15 y 16; se muestran los resultados de las comparaciones a lo largo de la ruta, desde el punto de vista de las consideraciones ambientales y sociales, se han tomado en cuenta en el área afectada por el proyecto: las condiciones biológicas (Fauna y flora), Condiciones físicas (Contaminación del aire y fisiográfica) y las condiciones socioeconómicas (Condiciones de vida, adquisición de suelo y reasentamiento de personas afectadas por el proyecto). Estos criterios fueron escogidos basados en estudio de campo y las opiniones de los interesados (Stakeholders) que hizo el JICA en el año

2012. Además, los efectos del proyecto, dificultades técnicas, y el costo de construcción fueron tomados en consideración en la comparación. Esto indica que el criterio más importante de este proyecto es el impacto negativo en las condiciones socioeconómicas, adquisición de suelo y el reasentamiento. Cada comparación se realizó a través de una puntuación subjetiva de 0 a 5, siendo: 0 la puntuación más baja y 5 la más alta. Los valores se obtuvieron cualitativamente. 0 representa gran cantidad de impactos negativos y 5 un monto menor de impactos negativos. Algunos artículos de comparación fueron puntuaciones basadas en la examinación cuantitativa preliminar como se indica a continuación.

- El número de reubicaciones de construcciones se tomó en la escala 1:25,000 en el mapa geográfico e imágenes satelitales.
- Los valores de construcción fueron tomados de proyectos préstamo con características similares con el proyecto y de la construcción del Bypass de Usulután.

(1) Tramo 1:CA-1 (Hacia San salvador) CA-7

En la opción 0 no se altera las condiciones actuales de la fauna o flora. La opción 1 podría dar más impactos negativos para flora ya que pasa en áreas con más árboles, arbustos y hierbas. El impacto negativo en la fauna será lo mismo que la opción 1. Desde el punto de vista de las condiciones del impacto biológico, es preferible la opción 1. Considerando las condiciones físicas, la contaminación del aire dentro de la ciudad que será mitigada con la opción 1.

La contaminación del aire será empeorada con la opción 0 por que el volumen de tráfico se incrementa y se reduce la velocidad de operación en el tráfico. Esto significa más contaminación del aire por la combinación de mayor número de automóviles y mayores emisiones de gas por vehículo. El nivel de ruido también se incrementaría a lo largo de CA-1 por la opción 0.

Dentro de la opción 1, la contaminación del aire y el ruido por el paso de vehículos que se prevé a lo largo de la ruta del bypass aumentará, aunque se mitigará la contaminación del aire dentro de la ciudad. El impacto negativo en la fisiografía debido al corte y relleno, es previsto en toda la ruta para la opción 1. Acerca de las condiciones de vida, las condiciones del tráfico en la ciudad serán empeoradas con la opción 0, la opción 1 mejoraría las condiciones de vida debido a la mejora de flujo de tráfico. Se prevén mejoras de accesibilidad para los servicios públicos, especialmente el acceso a escuelas durante la estación lluviosa.

Hay una clara diferencia en el nivel de los impactos positivos en las condiciones vida en la opción 1. En la opción 1 se requiere de la adquisición de terrenos. Se prevén reasentamientos para 5 familias aproximadamente por la opción 1. En cuanto a la reducción del tiempo de viaje, tanto para el tráfico de paso como para el tráfico interno, se espera que disminuya para la opción 1. Eso empeoraría con la opción 0 comparando con la condición actual.

(2) Tramo 2: CA-7 – CA-1 (hacia La Unión)

Los impactos negativos en la fauna y flora serán similares al tramo 1. Con respecto a las condiciones físicas, la contaminación del aire dentro de la ciudad será mitigada con la opción 1, como se explicó en el tramo 1. La Opción 1 afectará más negativamente para las condiciones fisiográficas por que la ruta pasa por suelos montañosos. El trabajo de corte y relleno será mayor en Opción 1. Es preferible la Opción 1 que la Opción 0 desde el punto de vista de las condiciones físicas.

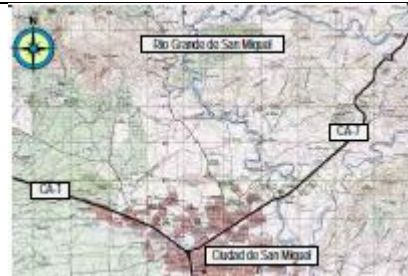

El impacto en las condiciones de vida de las personas locales será explicado de manera similar al tramo 1. También se requiere de adquisición de terrenos. 5 familias serán reubicadas con la Opción 1. El mismo efecto del proyecto se espera para el tramo 2 ya que habrá reducción del tiempo en el viaje, tanto del tráfico de paso y el tráfico interno. La congestión será peor en la Opción 0 comparada con la condición de la opción 1. En conclusión, la Opción 1 es preferible que la Opción 0, ya que se logra un mejoramiento en el medio ambiente y las condiciones de vida con menor número de reasentamientos.

(3) Tramo 3: CA-1 (hacia la unión) - RN17

Los impactos negativos en la fauna se consideran del mismo nivel que los tramos anteriores. El impacto negativo a la flora de la opción 1 es mayor ya que hay que talar árboles, arbustos y hierbas. Los impactos en la calidad de aire, fisiográfica y condiciones de vida de las personas locales se estiman mejores en la Opción1. Se requiere de adquisición de terrenos. La Opción 1 no requiere reasentamientos ya que no está poblado. Habrá una mayor reducción del tiempo de viaje, tanto para el tráfico de paso como para el tráfico interno. En conclusión, la Opción 1 es preferible que las opciones 0.

3.6.3 Comparativa de selección y evaluación de tramos

Cuadro 14 Comparación de las Rutas Tramo 1: CA-1 (hacia San Salvador) – CA-7, incluye paquete 1, 2 y parte del 4



| | Opción cero (Ruta normal) (hacer nada) | Opción 1 (Ruta propuesta) Paquete 1, 2 y 4 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional) |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plano |  |  |

Continuación Cuadro 14

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Biológico</p> <p>a) Fauna</p> <p>b) Flora</p> | <p>a) 5: no altera las condiciones actuales</p> <p>b) 5: no altera las condiciones actuales</p> | <p>a) 3: (-) Afecta a la fauna</p> <p>b) 3: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas</p> |
| <p>Físico</p> <p>a) Calidad de aire</p> <p>b) Fisiografía terrestre</p> | <p>a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido.</p> <p>b) 5: No altera las condiciones actuales</p> | <p>a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass</p> <p>b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra</p> |
| <p>Socioeconómico</p> <p>a) Vida</p> <p>b) Adquisición de DDV</p> <p>c) Reasentamiento Involuntario</p> | <p>a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico</p> <p>b) 5: No se genera</p> <p>c) 5: No se genera</p> | <p>a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos</p> <p>b)3: Sí se genera</p> <p>c)4: Sí se genera (5 familias aprox.)</p> |
| <p>f) Efecto</p> | <p>1: Empeora el congestionamiento</p> | <p>4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje</p> |
| <p>g) Técnica</p> | <p>n.a.</p> | <p>4: Técnicamente es viable construir el bypass</p> |
| <p>h) Longitud</p> | <p>2: Longitud es igual a 11,620 m por la vía existente</p> | <p>3: L = 9,990 m</p> |
| <p>i) Costo de Obra</p> | <p>n.a.</p> | <p>3: más que la Opción 0</p> |
| <p>j) Evaluación</p> | | <p>Recomendado</p> |
| <p>k) implementar SSP</p> | <p>No recomendado, zona comercial</p> | <p>No recomendado en paquete 1 (Solo es ampliación)</p> <p>Recomendado en paquete 2</p> |

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

Cuadro 15 Comparación de las Rutas Tramo 2 CA-7 – CA-1 (hacia La Unión), paquete 3 y parte del 4



| | Opción cero (hacer nada) | Opción 1: paquete 3 y 4 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plano |  |  |
| Biológico a) Fauna b) Flora | a) 5: No altera las condiciones actuales b) 5: No altera las condiciones actuales | a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 4: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas |
| Físico a) Calidad de aire b) Fisiografía terrestre | a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido. b) 5: No altera las condiciones actuales | a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Menos impacto negativo a la fisiografía terrestre comparación a la Opción 2 |
| Socioeconómico a) Vida b) Adquisición de DDV c) Reasentamiento Involuntario | a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico b) 5: No se genera c) 5: No se genera | a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b)3: Sí se genera c)4: Sí se genera (5 familias aprox.) |
| f) Efecto | 1: Empeora el congestionamiento | 4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje |

Continuación Cuadro 15

| | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| g) Técnica | n.a | 4: Técnicamente es viable construir el bypass (requiere atención por el paso de la ladera del río) |
| h) Longitud | 2: Longitud es igual a 11,620 m por la vía existente usando solamente CA-7 y CA-1 | 3: L = 10,600m |
| i) Costo de Obra | n.a. | 4: aumenta el costo por la longitud |
| j) Evaluación | | Recomendado |
| k) implementar SSP | No Recomendado | Recomendado en paquete 2 y 3 |

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

Cuadro 16 Comparación de las Rutas Tramo 3: CA-1 (hacia La Unión) – RN17, paquete 3

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Opción cero (hacer nada) | Opción 1: paquete 3 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional) |
| Plano |  |  |
| Biológico a) Fauna b) Flora | a) 5: No altera las condiciones actuales b) 5: No altera las condiciones actuales | a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 3: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas (más impacto negativo comparación a la Opción 2) |

Continuación Cuadro 16

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Físico a) Calidad de aire b) Fisiografía terrestre | a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido. b) 5: No se afecta nada | a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra |
| Socioeconómico a) Vida b) Adquisición de DDV c) Reasentamiento Involuntario | a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico b) 5: No se genera c) 5: No se genera | a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b)3: Sí se genera c)5: No se genera |
| f) Efecto | 1: Empeora el congestionamiento | 4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje |
| g) Técnica | n.a. | 4: Técnicamente es viable construir el bypass (zona de inundación) |
| h) Longitud | 2: Longitud es igual a 6,710 m por la vía existente (comparación con la Opción 1) | 3: L = 3,320m |
| i) Costo de Obra | n.a. | 3: más que la Opción 0 |
| j) Evaluación | | Recomendado |
| k) implementar SSP | No recomendado, zona habitacional | No recomendado, zona habitacional |

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

3.6.4 Tramo seleccionado para realizar la implementación de los SSP

Después de verificar las condiciones de todos los tramos tanto en las condiciones actuales como la proyectada con la construcción de la ruta específica del Bypass, en la cual se tendrá que hacer remoción de terrenos, árboles, fauna y otros elementos, el terreno seleccionado, está inmerso en el tramo 2.

3.7 Evaluación socioeconómica

3.7.1 Descripción del método

Antes de iniciar en el tema de los aspectos sociales es necesario hacer algunas valoraciones sobre la evaluación social, como lo menciona ILPES (2005), en la Metodología general de evaluación de proyectos de inversión pública, donde se hace algunas comparaciones y diferencias entre la evaluación privada y la pública, (ver Cuadros 17 y 18), en la evaluación privada, el accionista evalúa el flujo de beneficios menos los costos directos, ponderados por el riesgo o la certidumbre, que se miden a precios de mercado¹², incluyendo los impuestos, las ganancias, entre otros. Por otro lado, en la evaluación social también se valoran los flujos de beneficios menos los costos directos, con la diferencia que se agregan los costos y beneficios indirectos, medidos bajo el método del precio social, lo cual resulta en una rentabilidad “social” que atañe a la sociedad, porque maximiza el bienestar colectivo.

De las técnicas mencionadas en el Capítulo dos, de este estudio, entre ellas: Análisis Costo Beneficio (ACB) y Análisis Costo Efectividad (ACE), y tal como lo afirma Cohén (1992), en su libro Evaluación de proyectos sociales, ambas forman parte de la evaluación *ex ante*¹³, en este caso, se evaluará con el método de (ACB).

Cuadro 17: Comparación de la evaluación social y privada

| TIPOS DE EVALUACIÓN | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONCEPTO | EVALUACIÓN SOCIAL | EVALUACIÓN PRIVADA |
| Enfoque: involucrado, beneficiado | Toda la sociedad | El inversionista y accionista |
| Viabilidad | Técnica, comercial, legal, entre otros + Económica (precios sombra) | Técnica, comercial, legal, entre otros + Económica (precios de mercado) + Financiera |
| Ámbito | El país, pudiéndose distinguir zona de influencia específica y un ámbito general | La empresa u organización |

Fuente: Elaboración propia, con base a ILPES (2005)

¹² *Precio de mercado*: Condición donde un productor maximiza el beneficio por la venta de un bien o servicio y el consumidor maximiza su utilidad, o hasta donde el productor establece su precio y hasta donde el consumidor está dispuesto a pagar, denominándose punto de equilibrio, tomado de <https://economipedia.com/definiciones/precio-de-mercado.html>

¹³ *Ex ante*: Utilizado para denominar los resultados proyectados de una o varias decisiones, contrastando los posibles impactos, utilizando el análisis del costo/beneficio, además de los indicadores financieros como Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa interna de Retorno (TIR), tomado de <https://economipedia.com/definiciones/precio-de-mercado.html>

Cuadro 18: Diferencias de la evaluación social y privada

| TIPOS DE EVALUACIÓN | | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONCEPTO | EVALUACIÓN SOCIAL | EVALUACIÓN PRIVADA |
| Identificación | Efectos incrementales, cuando se define la situación con proyecto y otra sin proyecto. los tipos de efecto son: <ul style="list-style-type: none"> • Directos • Indirectos • Secundarios • Externalidades • Redistributivos • Intangibles | Efectos incrementales, cuando se define la situación con proyecto y otra sin proyecto. los tipos de efecto son: <ul style="list-style-type: none"> • Directos • Indirectos |
| Medición | Se utilizan unidades de medida específica para cada efecto, por ejemplo: horas hombre para la mano de obra; toneladas para los bienes producidos, entre otros. | Se utilizan unidades de medida específica para cada efecto, por ejemplo: horas hombre para la mano de obra; toneladas para los bienes producidos, entre otros. |
| Valoración | Se utiliza los precios sociales | Se utiliza los precios de mercado |

Fuente: Elaboración propia con base a ILPES (2005)

3.7.2 Análisis del Costo Beneficio

Como se ha mencionado anteriormente, esta técnica de evaluación está relacionada con la comparación de la razón de los beneficios entre los costos actualizados. Los valores ya incluidos en la evaluación financiera son los que se aplican en los flujos, con la salvedad que los valores en general son convertidos a precios sociales, aplicando la fórmula siguiente:

$$Relación = \frac{beneficio}{costo} = \frac{VAB}{VAC} \quad (Ec. 14)$$

Donde:

VAB= Valor Actual de los Beneficios

VAC= Valor Actual de los Costos

Y de acuerdo con los posibles resultados podrían tener las siguientes condiciones:

- Si la razón beneficio/costo mayor a 1, **se acepta el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es menor a 1, **se rechaza el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es igual a 1, **hay indiferencia en realizar o no el proyecto.**

3.7.3 Criterios de evaluación de los costos sociales

3.7.3.1 Definir problema y alternativas posibles

Con la construcción del Bypass Periférico, en la subregión de San Miguel se generan usos no compatibles con la conservación del suelo, pérdida de biodiversidad, destrucción de ecosistemas, pérdida de zonas de cultivo y pastoreo, por lo tanto es indispensable implementar acciones ambientales que contribuyan a revertir los efectos antes mencionados; la implementación de Sistemas Silvopastoriles contribuirá a la conservación de los recursos naturales, minimizar la pérdida de biodiversidad y mantener la funcionalidad del medio biótico de la zona intervenida.

El plan de acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador, con enfoque de mitigación basada en adaptación proyecto 2018-2022, propone las 9 técnicas de restauración siguientes: 1) restauración de Manglar, 2) restauración de bosques de galería, 3) sistema agroforestal de granos básicos, 4) sistema silvopastoril, 5) sistema agrosilvopastoril, 6) zafra verde de caña, 7) sistema agroforestal de cacao baja altura, 8) sistema agroforestal de cacao mosaico, pastos y vegetación y 9) renovación de café. Al ser la zona intervenida por la carretera con vocación agrícola, se selecciona la Implementación de sistemas silvopastoriles, es decir, la siembra de pastos naturales que representan superficies con hierba densa de variedades nativas sin ninguna práctica agronómica fuera del pastoreo. Y la densidad arbórea promedio, actualmente es baja con 18 árboles/ha, según Sermeño, (2009) por lo que se pueden implementar cerca de la carretera. El Sistema Silvopastoril, incluye cuatro variedades de pasto tropical mejorado, arreglos de barreras vivas y cercas vivas, así como árboles nativos y maderables que servirán para mejorar el paisaje de la zona y a futuro producirán beneficios a los pobladores de la zona.

3.7.3.2 Identificar los involucrados

Los Stakeholders del proyecto son: el Ministerio de Obras Públicas (MOP), el Viceministerio de Transporte (VMT), el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo

Urbano (VMVDU), Gobernación de San Miguel, Alcaldía Municipal de San Miguel, Quelepa y Moncagua, el MARN, CENTA, la Secretaría de Cultura, la comunidad local, ADESCOS, FONAES y OIKOS Solidaridad. Que son los que estarán inmersos en el desarrollo del proyecto.

Cuadro 19: Identificación de categorías de impacto e indicadores de medida

| CATEGORÍA DE IMPACTO | TIPO | IMPACTOS | ESPECIFICACIÓN | INDICADORES DE MEDIDA |
|----------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Ambientales | Directos | Balance de Carbono Control de erosión Exportación nutrientes (compostaje) Regulación del ciclo hídrico Reduce la pérdida de Biodiversidad | Es una opción para revertir los procesos de degradación del suelo y sirven para compensar los efectos del cambio climático. | Mayor absorción de CO ₂ Aumento de la recarga hídrica |
| | Indirectos | Conectividad del paisaje Producción de leña Recuperación de especies productivos y forestales nativos | Sirven para la conservación de la biodiversidad a través de una integración biológica ya que se reúnen condiciones para la supervivencia y desarrollo. | Incremento en la biodiversidad de la zona |
| Sociales | Directos | Creación de empleo Impacto sobre la seguridad alimentaria Impacto sobre los medios de vida | Se crean espacios de trabajo para los habitantes de la zona y ellos mismos pueden decidir qué cultivar, las jornadas de trabajo y la mano de obra familiar. | Aumento en Jornadas de trabajo Mayor cantidad de productos agrícolas |
| | Indirectos | manejo de inundaciones Beneficios por conocimientos adquiridos | Aprenden nuevas técnicas de tratamiento del bosque y nuevos cultivos, además hay mayor aprovechamiento del uso y vocación del suelo. | Incremento del número de árboles nativos sembrados |

Fuente: Elaboración propia

Continuación Cuadro 19

| | | | | |
|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Económicas | Directos | Incremento de producción agrícola Y ganadera Producción de Leña Producción de Madera | Contribuye a generar ingresos a las familias de la zona con la producción de madera, diversificación agrícola y se mejora la calidad de la leche y carne del ganado. | Mano de obra familiar Aumento en el porcentaje promedio de producción de madera y leña |
| | Indirectos | Tratamiento económico del bosque Incrementos en las utilidades de los productores | se disminuye el daño a los árboles de futura cosecha, se puede aprovechar el bosque como un destino turístico | Diversificación Agrícola |

Fuente: Elaboración propia

3.7.3.3 Conversión de costos operativos a costos sociales.

De acuerdo a un estudio efectuado por Ortega y Pacheco, CEPAL (2004), en El Salvador los sistemas para la inversión pública no presentan objetivos específicos, sino más bien generales, también se comenta que el SNIP ha sido sustituido por la Dirección General de Inversión y Crédito Pública, adscrita al Ministerio de Hacienda y que una de las instituciones vinculadas a la inversión pública es la Secretaria Técnica de la Presidencia y también afirman que los precios sociales no son utilizados en El Salvador para la evaluación social de los proyectos.

El Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), utiliza en sus proyectos precios sociales, pero no se pudo obtener la información sobre ello. A partir de esta condición, se utilizaron otros métodos para obtener los costos sociales, tomando como base algunas fórmulas que utiliza el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (2014)¹⁴ y los precios sociales de Chile¹⁵ que utiliza el Sistema Nacional de Inversiones para el año 2021 con estos se hará un cuadro con los factores y se tomara la media para aplicarlos, como se muestran a continuación:

¹⁴ Precios sociales Peru

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo11_directiva001_2019EF6301.pdf

¹⁵ Precios sociales Chile http://sni.gob.cl/storage/docs/Precios_Sociales_Vigentes.pdf

Cuadro 20: Precios sociales promedio para el Salvador

| Parámetro | Chile | Perú | Conversión | | El Salvador |
|----------------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | peso a dólar | sol a dólar | |
| 1. Parámetros Nacionales | Valor | | | | |
| Tasa Social de Descuento | 6% | 8% | | | 7% |
| Factor de Corrección Mano de Obra | | | | | |
| Mano de Obra Calificada | 0.98 | 0.82 | | | 0.90 |
| Mano de Obra Semi-Calificada | 0.68 | 0.67 | | | 0.68 |
| Mano de Obra No Calificada | 0.32 | 0.59 | | | 0.46 |
| Factor de Corrección de la Divisa | 1.00 | 1.08 | | | 1.04 |
| 2. Valor social del tiempo urbano | VST (\$/hora-pasajero) | | | | |
| Viaje | 2.43 | 3.37 | 0.0031 | 0.82 | 0.41155 |
| Espera | 4.87 | 4.5 | 0.0063 | 1.1 | 0.55315 |
| Caminata | 4.87 | 4.56 | 0.0063 | 1.11 | 0.55815 |
| 3. Valor Social del Tiempo Interurbano | VST (\$/hora) | | | | |
| Tipo Vehículo | | | | | |
| Terrestre (por pasajero) | 8.00 | 7.12 | 0.01 | 1.74 | 0.875 |
| Aéreo (por pasajero) | 16.85 | 15.22 | 0.022 | 3.72 | 1.871 |
| Camión (por vehículo) | 9.48 | 7.83 | 0.012 | 1.91 | 0.961 |
| 4. Precio Social de Mantenimiento | | | | | |
| Base | Precio Social (\$/hora-persona) | | | | |
| Mano de Obra Mantenimiento | 5.17 | 4.75 | 0.0067 | 1.16 | 0.58335 |
| 5. Precio Social del CO ₂ | | | | | |
| Base | (\$/TON CO ₂) | | | | |
| Precio Social del CO ₂ | 23.93 | 24.38 | 0.031 | 5.96 | 2.9955 |
| | Peso Chileno | Sol Peruano | | | Dólar USA |

Fuente: elaboración propia.

3.7.4 Costos del proyecto

3.7.4.1 Inversión propia

Como primer elemento financiero se estimó la inversión propia, que está integrada por los valores del terreno a precios de mercado. En un primer momento el MOP (2011), sugiere que se pague a \$60.00 dólares USD, el metro cuadrado (m²) de terreno de las personas a reasentar, tomando eso como base el costo del terreno para hacer la implementación de los SSP, el valor del terreno se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 21: Valor del terreno para implementar SSP.

| Concepto | Cantidad de terreno (mts) | precio por metro USD | valor |
|----------|---------------------------|----------------------|--------------|
| Terreno | 1,500 | \$ 60.00 | \$ 90,000.00 |

Fuente: elaboración propia

3.7.4.2 Inversión requerida e inversión inicial a precios sociales

Este segundo elemento, explica los recursos que se necesitan, para crear las condiciones óptimas para hacer la implementación de los SSP en el Bypass de San Miguel. Para ello, se tomarán los costos del personal, alimentación que se dará en las jornadas, servicios requeridos y las construcciones en las que se incurrirá, así como los suministros de materiales, transporte, alojamiento, promoción y divulgación; también el mantenimiento que se tendrá que hacer al proyecto y luego los costos indirectos que se incurrirán en el proyecto junto con los imprevistos para calcular el valor total del proyecto, todo eso tomando el valor promedio a precios sociales obtenido en el Cuadro 20, a continuación se hace un consolidado de los costos a precios sociales: 1) Personal, 2) Alimentación en jornadas, 3) Servicios técnicos y profesionales, 4) Construcciones, 5) Equipos, 6) Transporte y alojamiento, 7) Promoción, 8) Gastos Financieros y 9) Mantenimiento.

Cuadro 22: Presupuesto para implementar SSP.

| PRESUPUESTO | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
| CONCEPTOS | Contribuciones Externas | Contribuciones Locales | | COSTOS TOTALES |
| | FONAES | Grupo beneficiario | Otros | |
| COSTOS DIRECTOS | | | | |
| 1. Personal | \$ 11,423.16 | \$ - | \$ - | \$ 11,423.16 |
| 2. Locales y alimentación en jornadas | \$ 1,755.00 | \$ - | \$ - | \$ 1,755.00 |
| 3. Servicios técnicos y profesionales | \$ 700.00 | \$ - | \$ - | \$ 700.00 |
| 4. Construcciones de infraestructuras | \$ 11,793.60 | \$ 6,876.00 | \$ - | \$ 18,669.60 |
| 5. Equipos, materiales y suministros | \$ 37,528.88 | \$ 22,854.00 | \$ 700.00 | \$ 61,082.88 |
| 6. Transportes y alojamiento | \$ 4,570.00 | \$ - | \$ - | \$ 4,570.00 |
| 7. Promoción y divulgación | \$ 3,033.33 | \$ - | \$ - | \$ 3,033.33 |
| 8. Gastos financieros | \$ 16.98 | \$ - | \$ - | \$ 16.98 |
| 9. Mantenimiento | \$ 6,510.57 | \$ 3,924.36 | \$ 92.40 | \$ 10,527.33 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | \$ 77,331.52 | \$ 33,654.36 | \$ 792.40 | \$ 111,778.28 |
| % Costos directos | 89% | 95% | 95% | 91% |

Continuación Cuadro 22

| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
|--------------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| 1. Gastos de fortalecimiento institucional | \$ 5,333.40 | \$ - | \$ - | \$ 5,333.40 |
| 2. Imprevistos | \$ 3,866.58 | \$ 1,682.72 | \$ 39.62 | \$ 5,588.91 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | \$ 9,199.98 | \$ 1,682.72 | \$ 39.62 | \$ 10,922.31 |
| % Costos indirectos | 11% | 5% | 5% | 9% |
| TOTAL COSTOS | \$ 86,531.49 | \$ 35,337.08 | \$ 832.02 | \$ 122,700.59 |

Fuente: elaboración propia

Cuadro 23: Cuadro resumen de costos a precios Sociales.

| COSTOS A PRECIO SOCIAL | | | | | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| CONCEPTOS | Contribuciones Externas | Contribuciones Locales | | COSTOS TOTALES | Factor de corrección | Costo Social |
| | FONAES | Grupo beneficiario | Otros | | | |
| COSTOS DIRECTOS | | | | | | |
| 1. Personal | \$ 11,423.16 | \$ - | \$ - | \$ 11,423.16 | 0.90 | \$ 10,280.84 |
| 2. Locales y alimentación en jornadas | \$ 1,755.00 | \$ - | \$ - | \$ 1,755.00 | 0.68 | \$ 1,184.63 |
| 3. Servicios técnicos y profesionales | \$ 700.00 | \$ - | \$ - | \$ 700.00 | 0.90 | \$ 630.00 |
| 4. Construcciones de infraestructuras | \$ 11,793.60 | \$ 6,876.00 | \$ - | \$ 18,669.60 | 0.68 | \$ 12,601.98 |
| 5. Equipos, materiales y suministros | \$ 37,528.88 | \$ 22,854.00 | \$ 700.00 | \$ 61,082.88 | 0.68 | \$ 41,230.94 |
| 6. Transportes y alojamiento | \$ 4,570.00 | \$ - | \$ - | \$ 4,570.00 | 0.88 | \$ 3,998.75 |
| 7. Promoción y divulgación | \$ 3,033.33 | \$ - | \$ - | \$ 3,033.33 | 0.68 | \$ 2,047.50 |
| 8. Gastos financieros | \$ 16.98 | \$ - | \$ - | \$ 16.98 | 0.90 | \$ 15.28 |
| 9. Mantenimiento | \$ 6,510.57 | \$ 3,924.36 | \$ 92.40 | \$ 10,527.33 | 0.68 | \$ 7,105.95 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | \$ 77,331.52 | \$ 33,654.36 | \$ 792.40 | \$ 111,778.28 | | \$ 79,095.87 |
| % Costos directos | 89% | 95% | 95% | 91% | | 90% |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | | |
| 1. Gastos de fortalecimiento institucional | \$ 5,333.40 | \$ - | \$ - | \$ 5,333.40 | 0.90 | \$ 4,800.06 |
| 2. Imprevistos | \$ 3,866.58 | \$ 1,682.72 | \$ 39.62 | \$ 5,588.91 | 0.68 | \$ 3,772.52 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | \$ 9,199.98 | \$ 1,682.72 | \$ 39.62 | \$ 10,922.31 | | \$ 8,572.58 |
| % Costos indirectos | 11% | 5% | 5% | 9% | | 10% |
| TOTAL COSTOS | \$ 86,531.49 | \$ 35,337.08 | \$ 832.02 | \$ 122,700.59 | | \$ 87,668.45 |

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.3 Inversión inicial a precio social

Una vez calculados los costos a precios sociales de la inversión requerida, se procederá a elaborar el total de la inversión inicial, para ello sumamos los costos del terreno que se han calculado en el Cuadro 21, éstos no se pasan a valor social, se dejan a valor de mercado.

Cuadro 24: Valor de la Inversión inicial a precios sociales.

| Concepto | Valor USD |
|--------------------------------|----------------------|
| Inversión propia | \$ 90,000.00 |
| Inversión requerida | \$ 87,668.45 |
| Total Inversión Inicial | \$ 177,668.45 |

Fuente: elaboración propia.

Habiéndose calculado los costos del terreno, se requiere estimar los costos para el inicio de las operaciones, dichos costos están divididos en a) Jornales y Salarios, b) Administrativos y c) Mantenimiento. Éstos a su vez, se han calculado de acuerdo a las etapas del proyecto, es decir, se han calculado por separado para el año 1, año 2 y año 3; dejando este último constante a lo largo de la vida útil del proyecto. En los siguientes cuadros, se describen las actividades detalladas que se necesitaran de la mano de obra calificada y no calificada, también se describen otros gastos administrativos: papelería, insumos de limpieza e higiene, combustible para el traslado del personal y artículos promocionales.

Se ha elaborado un Plan de mantenimiento para que los 24 sistemas silvopastoriles estén en correcto funcionamiento, el cual incluye algunos aspectos rutinarios, como limpieza de canales, abono a los cultivos, siembra de semillas luego de la época de corte, entre otros, además se han incluido mantenimiento correctivo como reparaciones de cercos, cambio de grapas y colocación de postes para delimitar nuevos cercos.

Cuadro 25: Costo para el inicio de las operaciones año 1.

| JORNALES | Cantidad | Costo | Total |
|---------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Jornales de mano de obra de Limpieza de terreno | 552 | \$ 7.00 | \$ 3,864.00 |
| Jornales de mano de obra de incorporación de bocashi | 96 | \$ 7.00 | \$ 672.00 |
| Jornales para siembra de semilla mulato 2 | 144 | \$ 7.00 | \$ 1,008.00 |
| Ahoyado y siembra de postes (35 postes por cada jornal) | 240 | \$ 7.00 | \$ 1,680.00 |

Continuación Cuadro 25

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|---------------------|
| Traslado, ahoyado y siembra de árboles (25 árboles por cada jornal) | 48 | \$ 7.00 | \$ 336.00 |
| Traslado, ahoyado y siembra de árboles forrajeros (siembra de 33 árboles por cada Jornal) | 168 | \$ 7.00 | \$ 1,176.00 |
| Estacas y estaquillado para divisiones de gavetas (2 jornales x cada SSP) | 48 | \$ 7.00 | \$ 336.00 |
| Jornales de mano de obra para riego de foliar (10 jornales por cada SSP) | 240 | \$ 7.00 | \$ 1,680.00 |
| TOTAL | | | \$ 10,752.00 |
| SALARIOS | | Cantidad | Costo |
| Coordinador Técnico (salario) | 20 | \$ 244.52 | \$ 4,890.40 |
| Coordinador Técnico (Prestaciones patronales) | 20 | \$ 72.79 | \$ 1,455.80 |
| TOTAL | | | \$ 6,346.20 |
| ADMINISTRATIVOS | | Cantidad | Costo |
| Combustible para desplazamiento | 144 | \$ 20.00 | \$ 2,880.00 |
| Gorras promocionales con protector de cuello | 50 | \$ 8.00 | \$ 400.00 |
| TOTAL | | | \$ 3,280.00 |
| MANTENIMIENTO | | Cantidad | Costo |
| Herbicida tronador o bullgrass | 24 | \$ 12.00 | \$ 288.00 |
| Bocashi (Quintal) | 48 | \$ 6.00 | \$ 288.00 |
| Rastreado 2 pasadas por parcela | 24 | \$ 40.00 | \$ 960.00 |
| Semilla para pasto mulato | 6 | \$ 58.20 | \$ 349.20 |
| Alambre de púas para reparación de cerco | 8 | \$ 29.00 | \$ 232.00 |
| Grapas para cerco | 432 | \$ 1.00 | \$ 432.00 |
| Postes para reparación de cerco | 50 | \$ 2.00 | \$ 100.00 |
| Pala duplex | 4 | \$ 20.00 | \$ 80.00 |
| Agua para riego de árboles forestales y proteicos, durante el verano (3 M3 x 12 meses para 24 SSP) | 864 | \$ 3.25 | \$ 2,808.00 |
| Cosecha + (Litro) | 96 | \$ 10.18 | \$ 977.28 |
| Abono (libra) | 454 | \$ 1.30 | \$ 591.47 |
| TOTAL | | | \$ 7,105.95 |

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 26: Costo para el inicio de las operaciones año 2.

| JORNALES | Cantidad | Costo | Total |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| Jornales de mano de obra de Limpieza de terreno | 90 | \$ 7.00 | \$ 630.00 |
| Traslado, ahoyado y siembra de árboles (25 árboles por cada jornal) | 4 | \$ 7.00 | \$ 28.00 |
| Jornales de mano de obra para riego de foliar (10 jornales por cada SSP) | 120 | \$ 7.00 | \$ 840.00 |
| TOTAL | | | \$ 1,498.00 |
| SALARIOS | Cantidad | Costo | Total |
| Coordinador Técnico (salario) | 4 | \$ 244.52 | \$ 978.08 |
| Coordinador Técnico (Prestaciones patronales) | 4 | \$ 72.79 | \$ 291.16 |
| TOTAL | | | \$ 1,269.24 |
| ADMINISTRATIVOS | Cantidad | Costo | Total |
| Combustible para desplazamiento | 45 | \$ 20.00 | \$ 900.00 |
| Gorras promocionales con protector de cuello | 10 | \$ 8.00 | \$ 80.00 |
| TOTAL | | | \$ 980.00 |
| MANTENIMIENTO | Cantidad | Costo | Total |
| Herbicida tronador o bullgrass | 24 | \$ 12.00 | \$ 288.00 |
| Bocashi(Quintal) | 48 | \$ 6.00 | \$ 288.00 |
| Rastreado 2 pasadas por parcela | 24 | \$ 40.00 | \$ 960.00 |
| Semilla para pasto mulato | 6 | \$ 58.20 | \$ 349.20 |
| Alambre de púas para reparación de cerco | 2 | \$ 29.00 | \$ 58.00 |
| Grapas para cerco | 10 | \$ 1.00 | \$ 432.00 |
| Postes para reparación de cerco | 10 | \$ 2.00 | \$ 20.00 |
| Pala duplex | 2 | \$ 20.00 | \$ 40.00 |
| Agua para riego de árboles forestales y proteicos, durante el verano (3 M3 x 12 meses para 24 SSP) | 864 | \$ 3.25 | \$ 2,808.00 |
| Cosecha + (Litro) | 24 | \$ 10.18 | \$ 244.32 |
| TOTAL | | | \$ 5,487.52 |

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 27: Costo para el inicio de las operaciones año 3.

| Jornales | Cantidad | Costo | Total |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Jornales de mano de obra de Limpieza de terreno | 45 | \$ 7.00 | \$ 315.00 |
| Traslado, ahoyado y siembra de árboles (25 árboles por cada jornal) | 4 | \$ 7.00 | \$ 28.00 |
| Jornales de mano de obra para riego de foliar (5 jornales por cada SSP) | 60 | \$ 7.00 | \$ 420.00 |
| TOTAL | | | \$ 763.00 |

Continuación Cuadro 27

| Salarios | Cantidad | Costo | Total |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| Coordinador Técnico (salario) | 2 | \$ 244.52 | \$ 489.04 |
| Coordinador Técnico (Prestaciones patronales) | 2 | \$ 72.79 | \$ 145.58 |
| TOTAL | | | \$ 634.62 |
| Administrativos | Cantidad | Costo | Total |
| Combustible para desplazamiento | 24 | \$ 20.00 | \$ 480.00 |
| Gorras promocionales con protector de cuello | 5 | \$ 8.00 | \$ 40.00 |
| TOTAL | | | \$ 520.00 |
| Mantenimiento | Cantidad | Costo | Total |
| Herbicida tronador o bullgrass | 24 | \$ 12.00 | \$ 288.00 |
| Bocashi(Quintal) | 48 | \$ 6.00 | \$ 288.00 |
| Rastreado 2 pasadas por parcela | 24 | \$ 40.00 | \$ 960.00 |
| Semilla para pasto mulato | 6 | \$ 58.20 | \$ 349.20 |
| Alambre de púas para reparación de cerco | 2 | \$ 29.00 | \$ 58.00 |
| Grapas para cerco | 10 | \$ 1.00 | \$ 432.00 |
| Postes para reparación de cerco | 10 | \$ 2.00 | \$ 20.00 |
| Pala duplex | 2 | \$ 20.00 | \$ 40.00 |
| Agua para riego de árboles forestales y proteicos, durante el verano (2 M3 x 12 meses para 24 SSP) | 576 | \$ 3.25 | \$ 1,872.00 |
| Cosecha + (Litro) | 12 | \$ 10.18 | \$ 122.16 |
| TOTAL | | | \$ 4,429.36 |

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.4 Elaboración de flujos de costos a precios sociales.

De los cálculos efectuados se hace un resumen de los costos sociales durante el año 1 de operaciones (Ver Cuadro 25), que incluyen los salarios, los gastos administrativos y el mantenimiento, también se hace el cálculo para el año 2 y 3, de ahí en adelante se asumen que se mantienen constantes, luego se muestran los flujos durante los 12 años de vida útil del proyecto.

Cuadro 28: Costos a precios sociales.

| CONCEPTOS | AÑOS | | | | | |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Salarios | \$ 17,098.20 | \$ 2,767.24 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 |
| Factor de corrección mano de obra no calificada | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| Costo Social de salarios | \$ 7,865.17 | \$ 1,272.93 | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 |
| Gastos administrativos | \$ 3,280.00 | \$ 980.00 | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 |
| factor de corrección de mano de obra semi calificada | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| Costo social de gastos administrativos | \$ 2,230.40 | \$ 666.40 | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 |
| Mantenimiento | \$ 7,105.95 | \$ 5,487.52 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 |
| Mano de Obra Mantenimiento | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 |
| costo social de mantenimiento | \$ 4,145.25 | \$ 3,201.14 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 |
| Total de costos de operación y Mantenimiento | \$ 14,240.83 | \$ 5,140.48 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Cuadro 28

| CONCEPTOS | AÑOS | | | | | |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Salarios | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 | \$ 1,397.62 |
| Factor de corrección mano de obra no calificada | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| Costo Social de salarios | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 | \$ 642.91 |
| Gastos administrativos | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 | \$ 520 |
| factor de corrección de mano de obra semi calificada | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| Costo social de gastos administrativos | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 | \$ 353.60 |
| Mantenimiento | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 | \$ 4,429.36 |
| Mano de Obra Mantenimiento | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 | 0.58335 |
| costo social de mantenimiento | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 | \$ 2,583.87 |
| Total de costos de operación y Mantenimiento | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 | \$ 3,580.37 |

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5 Identificación de beneficios sociales

De acuerdo con Fontaine (2008, pág. 504), la evaluación social de proyectos se enfoca en determinar los verdaderos costos y beneficios intangibles relacionados con la mejora en la calidad de vida de las personas de los alrededores donde se implementarán los SSP, que, según el plan de acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en aceptación, se deben de valorar los siguientes:

Económicos

- Forestales maderables
- Forestales no maderables (ej. leña)
- Agrícolas (ej. granos básicos, frutas, leche, carne)

Sociales

- Creación de empleo
- Impacto sobre la seguridad alimentaria
- Impacto sobre los medios de vida

Ambientales

- Balance de carbono
- Conectividad del paisaje Producción de leña
- Control de erosión y exportación de sedimentos
- Exportación de nutrientes

Además, se incluyen los beneficios indirectos por la creación del By Pass de San Miguel que apoyan a los antes mencionados:

3.7.5.1 Beneficio Indirecto (Análisis Cualitativo)

Se refieren a los cambios que genera el proyecto a su alrededor y en el mercado de aquellos bienes y/o servicios no directamente relacionados con el proyecto, que deben ser medibles y valorables, generando costos y beneficios a terceros. Debe considerarse también aquellos beneficios y costos intangibles, es decir, que no son cuantificables o aquellos respecto de los cuales es muy difícil hacerlo, pero que son atribuibles al proyecto. Un beneficio intangible es difícil de medir, pues es subjetivo. Los beneficios indirectos para el análisis se enumeran a continuación:

1. *Respaldar y promover el desarrollo de la economía Local/Regional:* cuando la congestión de tráfico en la ciudad de San Miguel es mitigada por el bypass, la

accesibilidad a y de la Ciudad de San Miguel será significativamente mejorada y como resultado, se obtendrá un desarrollo económico sostenible.

2. *Contribuir a la Producción Agrícola:* La construcción del Bypass de San Miguel será utilizada para el transporte de los productos agrícolas locales a los mercados centrales y el “Michino-Eki (Estación de descanso) más fácil y efectivamente. Como resultado, los granjeros pueden expandir sus mercados.
3. *Promover de Desarrollo Industrial:* La construcción del Bypass de San Miguel promoverá y respaldará el desarrollo industrial y proveerá una base para incrementar la competitividad junto con la revitalización del Puerto de La Unión.
4. *Desarrollar el Turismo:* La construcción del Bypass San Miguel proporcionará un mejor acceso de la región occidental y las zonas norte, particularmente de Honduras a través de El Amatillo vía RN18. Una red de carreteras seguras y mejores podrá atraer a turistas nacionales y extranjeros y crear nuevas oportunidades de trabajo en hoteles, restaurantes y comercios.
5. *Acceso a Instalaciones de Salud:* En la actualidad, los hospitales calificados y bien organizados se encuentran principalmente en la zona central de la ciudad de San Miguel y San Salvador. A fin de transportar a un paciente gravemente lesionado a esas instalaciones de salud rápidamente y sin problemas, son esenciales mejores carreteras. El Bypass de San Miguel ofrecerá acceso fiable a las instalaciones de salud.
6. *Acceso a los servicios de Educación:* Existen 17 instituciones educativas (kindergarten, educación básica y bachillerato) ubicados a lo largo de la ruta planeada del Bypass de San Miguel. Los alumnos de estas escuelas serán capaces de utilizar el bypass para asistir a los centros educativos de manera más segura y sin problemas.

3.7.5.2 Cuantificación de los beneficios sociales

Para el análisis de los beneficios sociales que se esperan generar con la implementación de los SSP, se elaboraron una serie de proyecciones, con el fin de comprobar el impacto en el área socioeconómica que el desarrollo del proyecto tendrá para las familias que participen en el mismo. Para ello, se establecen cuatro tipos de ventas directas, entre las cuales tenemos: a) venta de producción de leña, b) venta de madera, c) venta de compostaje y d) venta de forraje. Utilizando para tal fin, los costos a precios de mercado de habitantes de la zona.

3.7.5.2.1 Venta de Producción de leña: la producción de leña, es una práctica común en las comunidades de la zona, el consumo de leña es una actividad que satisface necesidades para las familias, por lo tanto es una estrategia para la generación de ingresos. Se estima que la mitad de la población ubicada principalmente en zonas rurales del país utiliza biomasa con diferentes intenciones entre las que destacan la cocción de alimentos, la calefacción de hogar y el calentamiento del agua. En el cuadro 29, se identifican los ingresos que pueden generar la venta de leña con la realización del proyecto, cada Pante¹⁶ de leña en el área rural actualmente se comercializa con el valor de \$30.00 dólares USD, para el análisis se tiene:

Cuadro 29: Costos a precios de mercado de venta de producción de leña

| PRODUCCION DE LEÑA | | |
|--------------------|-----------|-----------|
| Pante | Valor USD | Total |
| 1 | \$ 30.00 | \$ 30.00 |
| 2 | \$ 30.00 | \$ 60.00 |
| 5 | \$ 30.00 | \$ 150.00 |
| 10 | \$ 30.00 | \$ 300.00 |
| 20 | \$ 30.00 | \$ 600.00 |
| 30 | \$ 30.00 | \$ 900.00 |

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5.2.2 Venta de Madera: actualmente la producción de madera es una actividad de gran potencial municipal, ya que las personas producen y consumen este recurso cotidianamente, los datos indican que ésta actividad incurre en una inversión mayor al construir y mantener a los hornos para la producción. El precio de la madera, varía dependiendo del tipo de árbol, de la medida de su diámetro y de la ubicación de la venta. En el cuadro 30, se identifican los ingresos que pueden generar por la venta de madera rustica con la realización del proyecto, para el análisis la venta se ha clasificado en poste y raja, de acuerdo a lo anterior se tiene:

Cuadro 30: Costos a precios de mercado de venta de madera

| MADERA | | | | | | | |
|--------|-------|---------|-------------|------------------|----------|-------------|--------------------|
| Año | POSTE | | | RAJA | | | Total Venta Madera |
| | poste | Valor | total poste | Carga (60 rajas) | Valor | Total carga | |
| 5 | 100 | \$ 2.00 | \$ 200.00 | 40 | \$ 20.00 | \$ 800.00 | \$ 1,000.00 |

¹⁶ Pante de leña: un cuadrado de trozos de leña, término rural salvadoreño para medir una pila de leña, tiene ocho cuartas de largo por ocho de alto.

Continuación de Cuadro 30

| | | | | | | | |
|---|----|---------|-----------|-----|----------|-------------|-------------|
| 6 | 75 | \$ 2.50 | \$ 187.50 | 60 | \$ 22.00 | \$ 1,320.00 | \$ 1,507.50 |
| 7 | 50 | \$ 3.00 | \$ 150.00 | 80 | \$ 25.00 | \$ 2,000.00 | \$ 2,150.00 |
| 8 | 25 | \$ 3.50 | \$ 87.50 | 100 | \$ 28.00 | \$ 2,800.00 | \$ 2,887.50 |

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5.2.3 Venta de Compostaje: la base de todo sistema agrícola sostenible es un suelo fértil y saludable. El recurso edafológico junto con el hídrico es fundamental para hacer frente al reto de mejorar la seguridad alimentaria, es por ello que, el compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura climáticamente inteligente. Ofrece un enorme potencial desde el punto de vista medioambiental, este reciclaje de materiales y su aplicación al suelo, proporciona muchos beneficios, tales como el incremento de la materia orgánica en el suelo, la reducción del metano producido en los rellenos sanitarios o vertederos municipales, la sustitución de turba como sustrato, la absorción de carbono, el control de la temperatura edáfica y el aumento de la porosidad del suelo, reduciendo de esta manera el riesgo de erosión. En el cuadro 31, se identifican los ingresos que pueden generar la venta de compostaje con la realización del proyecto; para el análisis se utilizan costos a precios de mercado, la venta de un quintal de compostaje ronda los \$8.00 dólares, puede comercializarse 2 veces por año, de acuerdo a lo anterior se tiene:

Cuadro 31: Costos a precios de mercado de venta de compostaje

| COMPOSTAJE | | | |
|------------|--------------|---------------|--------------------|
| AÑO | QUINTALES | | TOTAL VENTA USD |
| | Cada 6 meses | Total por año | |
| 2 | 2 | 4 | \$ 32.00 |
| 3 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 4 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 5 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 7 | 2 | 4 | \$ 32.00 |
| 8 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 9 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 10 | 4 | 8 | \$ 64.00 |
| 12 | 2 | 4 | \$ 32.00 |

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5.2.4 Venta de Forraje: son toda aquella planta o residuo no procesado de esta que sirve como fuente de alimentación para los animales, en el cuadro 32, se identifican los ingresos que pueden generar la venta de forraje, con la

realización del proyecto, para el análisis se utilizan costos a precios de mercado, la venta de cien metros lineales de forraje tiene un costo aproximado de \$1.00 USD cuando la altura de los mismos oscilan entre 30 a 50 cm; y cien metros lineales de forraje rondan los \$6.00 USD cuando la altura supera 1.50 metros. Puede comercializarse de 3 a 4 veces por año, para el estudio se ha tomado 3.5 veces como promedio, de acuerdo a lo anterior se tiene:

Cuadro 32: Costos a precios de mercado de venta de forraje según altura.

| FORRAJE | | | | | | |
|----------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------------|
| Año | 30 y 50 cm | Subtotal 1 | > 1.50 mts | Subtotal 2 | Total | Total Venta |
| 2 | 10 | \$ 10.00 | 0 | \$ - | \$ 10.00 | \$ 35.00 |
| 3 | 15 | \$ 15.00 | 5 | \$ 30.00 | \$ 45.00 | \$ 157.50 |
| 4 | 20 | \$ 20.00 | 8 | \$ 48.00 | \$ 68.00 | \$ 238.00 |
| 5 | 25 | \$ 25.00 | 12 | \$ 72.00 | \$ 97.00 | \$ 339.50 |
| 6 | 10 | \$ 10.00 | 3 | \$ 18.00 | \$ 28.00 | \$ 98.00 |
| 7 | 15 | \$ 15.00 | 5 | \$ 30.00 | \$ 45.00 | \$ 157.50 |
| 8 | 20 | \$ 20.00 | 8 | \$ 48.00 | \$ 68.00 | \$ 238.00 |
| 9 | 25 | \$ 25.00 | 12 | \$ 72.00 | \$ 97.00 | \$ 339.50 |
| 10 | 10 | \$ 10.00 | 3 | \$ 18.00 | \$ 28.00 | \$ 98.00 |
| 11 | 15 | \$ 15.00 | 5 | \$ 30.00 | \$ 45.00 | \$ 157.50 |
| 12 | 20 | \$ 20.00 | 8 | \$ 48.00 | \$ 68.00 | \$ 238.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Luego de cuantificar de forma separada los beneficios sociales, 1) venta de producción de leña, 2) venta de madera, 3) venta de compostaje y 4) venta de forraje; en el cuadro 33, se presentan de manera unificada utilizando el factor de corrección para obtener los costos a precio social por cada año, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro 33: Costos a precios sociales de beneficios

| BENEFICIOS | | | | | | |
|------------------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Producción de leña | \$ - | \$ 720.00 | \$ 1,440.00 | \$ 3,600.00 | \$ 1,440.00 | \$ 3,600.00 |
| Venta de madera | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 24,000.00 | \$ 36,180.00 |
| Venta de compostaje | \$ - | \$ 768.00 | \$ 1,536.00 | \$ 1,536.00 | \$ 1,536.00 | \$ - |
| Venta de forraje | \$ - | \$ 840.00 | \$ 3,780.00 | \$ 5,712.00 | \$ 8,148.00 | \$ 2,352.00 |
| Beneficios sub totales | \$ - | \$ 2,328.00 | \$ 6,756.00 | \$ 10,848.00 | \$ 35,124.00 | \$ 42,132.00 |
| factor de corrección de mano de obra semi calificada | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 |
| TOTAL | \$ - | \$ 1,583.04 | \$ 4,594.08 | \$ 7,376.64 | \$ 23,884.32 | \$ 28,649.76 |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación de Cuadro 33

| BENEFICIOS | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| AÑO | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Producción de leña | \$ 7,200.00 | \$ 3,600.00 | \$ 14,400.00 | \$ 3,600.00 | \$ 14,400.00 | \$ 21,600.00 |
| Venta de madera | \$ 51,600.00 | \$ 69,300.00 | \$ - | \$ - | \$ 51,600.00 | \$ 69,300.00 |
| Venta de compostaje | \$ 768.00 | \$ 1,536.00 | \$ 1,536.00 | \$ 1,536.00 | \$ - | \$ 768.00 |
| Venta de forraje | \$ 3,780.00 | \$ 5,712.00 | \$ 8,148.00 | \$ 2,352.00 | \$ 3,780.00 | \$ 5,712.00 |
| Beneficios sub totales | \$ 63,348.00 | \$ 80,148.00 | \$ 24,084.00 | \$ 7,488.00 | \$ 69,780.00 | \$ 97,380.00 |
| factor de corrección de mano de obra semi calificada | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 | \$ 0.68 |
| TOTAL | \$ 43,076.64 | \$ 54,500.64 | \$ 16,377.12 | \$ 5,091.84 | \$ 47,450.40 | \$ 66,218.40 |

Fuente: elaboración propia.

3.7.5.2.5 Flujo de efectivo a Precios Sociales.

De los cálculos efectuados anteriormente, se hace un resumen de los costos sociales durante los años que el proyecto estará en operaciones (Ver Cuadro 27), que incluyen los salarios, los gastos administrativos y el mantenimiento, luego se muestran los flujos durante los 12 años de vida útil del proyecto, donde los ingresos es un resumen de los beneficios que la implementación del proyecto generará en la zona (Ver Cuadro 33), y en el Cuadro 34, se muestran los beneficios netos que tendrá el proyecto, a pesar que es un proyecto social, la puesta en marcha generará beneficios que se convertirán en mejoras en la calidad de vida de los pobladores.

Cuadro 34: Flujo de caja durante la vida útil del proyecto

| FLUJO DE CAJA | | | | | |
|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Año | Ingreso | Gastos Directos | Margen Bruto | Inversiones | Beneficio Neto |
| 1 | \$ - | \$ 14,240.83 | -\$ 14,240.83 | \$ 177,668.45 | -\$ 14,240.83 |
| 2 | \$ 1,583.04 | \$ 5,140.48 | -\$ 3,557.44 | | -\$ 3,557.44 |
| 3 | \$ 4,594.08 | \$ 3,580.37 | \$ 1,013.71 | | \$ 1,013.71 |
| 4 | \$ 7,376.64 | \$ 3,580.37 | \$ 3,796.27 | | \$ 3,796.27 |
| 5 | \$ 23,884.32 | \$ 3,580.37 | \$ 20,303.95 | | \$ 20,303.95 |
| 6 | \$ 28,649.76 | \$ 3,580.37 | \$ 25,069.39 | | \$ 25,069.39 |
| 7 | \$ 43,076.64 | \$ 3,580.37 | \$ 39,496.27 | | \$ 39,496.27 |
| 8 | \$ 54,500.64 | \$ 3,580.37 | \$ 50,920.27 | | \$ 50,920.27 |
| 9 | \$ 16,377.12 | \$ 3,580.37 | \$ 12,796.75 | | \$ 12,796.75 |
| 10 | \$ 5,091.84 | \$ 3,580.37 | \$ 1,511.47 | | \$ 1,511.47 |
| 11 | \$ 47,450.40 | \$ 3,580.37 | \$ 43,870.03 | | \$ 43,870.03 |
| 12 | \$ 66,218.40 | \$ 3,580.37 | \$ 62,638.03 | | \$ 62,638.03 |
| TOTAL | \$ 55,185.02 | \$ 55,185.02 | \$ 55,185.02 | \$ 55,185.02 | \$ 243,617.86 |

Fuente: elaboración propia.

Los costos y beneficios sociales totales de operación se actualizan, por medio de la tasa de descuento social del 7% (Ver Cuadro 20), en cada año de la vida útil de los 12 años, los valores son diferentes respecto a los presentados en el Cuadro 34, como se puede apreciar en cada una de las filas que se aprecian en el Cuadro 35. En el año 11, según los datos se recuperará la inversión al 100%, por lo tanto, los beneficios que generará el proyecto son atractivos desde cualquier punto de vista.

Cuadro 35: Flujo de caja actualizados por medio de tasa de descuento

| FLUJO DE CAJA ACTUALIZADOS | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|---------------|---------------|----------------------|-----------|-------------------------|
| Año | Ingreso | Gastos Directos | Margen Bruto | Inversiones | Beneficio Neto | Tasa Desc | Beneficios Actualizados |
| 1 | \$ - | \$ 14,240.83 | -\$ 14,240.83 | \$ 177,668.45 | -\$ 14,240.83 | 1.007 | -\$ 14,340.51 |
| 2 | \$ 1,583.04 | \$ 5,140.48 | -\$ 3,557.44 | | -\$ 3,557.44 | 1.007 | -\$ 3,582.34 |
| 3 | \$ 4,594.08 | \$ 3,580.37 | \$ 1,013.71 | | \$ 1,013.71 | 1.007 | \$ 1,020.80 |
| 4 | \$ 7,376.64 | \$ 3,580.37 | \$ 3,796.27 | | \$ 3,796.27 | 1.007 | \$ 3,822.84 |
| 5 | \$ 23,884.32 | \$ 3,580.37 | \$ 20,303.95 | | \$ 20,303.95 | 1.007 | \$ 20,446.08 |
| 6 | \$ 28,649.76 | \$ 3,580.37 | \$ 25,069.39 | | \$ 25,069.39 | 1.007 | \$ 25,244.87 |
| 7 | \$ 43,076.64 | \$ 3,580.37 | \$ 39,496.27 | | \$ 39,496.27 | 1.007 | \$ 39,772.74 |
| 8 | \$ 54,500.64 | \$ 3,580.37 | \$ 50,920.27 | | \$ 50,920.27 | 1.007 | \$ 51,276.71 |
| 9 | \$ 16,377.12 | \$ 3,580.37 | \$ 12,796.75 | | \$ 12,796.75 | 1.007 | \$ 12,886.32 |
| 10 | \$ 5,091.84 | \$ 3,580.37 | \$ 1,511.47 | | \$ 1,511.47 | 1.007 | \$ 1,522.05 |
| 11 | \$ 47,450.40 | \$ 3,580.37 | \$ 43,870.03 | | \$ 43,870.03 | 1.007 | \$ 44,177.12 |
| 12 | \$ 66,218.40 | \$ 3,580.37 | \$ 62,638.03 | | \$ 62,638.03 | 1.007 | \$ 63,076.49 |
| | | \$ 55,185.02 | | | \$ 243,617.86 | | \$ 245,323.18 |

Fuente: elaboración propia.

Habiendo completado los flujos de los costos y beneficios actualizados y descontados por medio de la tasa social, se aplica la ecuación (14), obteniéndose:

$$Relación = \frac{beneficio}{costo} = \frac{VAB}{VAC} \quad (Ec. 14)$$

Donde:

VAB= Valor Actual de los Beneficios

VAC= Valor Actual de los Costos

Y de acuerdo con los posibles resultados podrían tener las siguientes condiciones:

- Si la razón beneficio/costo mayor a 1, **se acepta el proyecto.**
- Si la razón beneficio/costo es menor a 1, **se rechaza el proyecto.**

- Si la razón beneficio/costo es igual a 1, **hay indiferencia en realizar o no el proyecto.**

$$Relación = \frac{beneficio}{costo} = \frac{\$ 245,323.18}{\$ 232,853.47} = 1.05$$

Dado que los beneficios superan a los costos y que por cada dólar invertido se obtienen \$0.05 de beneficio adicional, lo cual se deduce que se cumple la condición que la razón beneficio/costo es mayor a 1, siendo rentable desde el punto de vista social.

3.8 Evaluación Ambiental.

Para realizar la evaluación ambiental al proyecto de implementación de SSP a lo largo del By Pass de San Miguel, se apoyará en la documentación antes descrita en el capítulo 2 y explicada en el apartado de condiciones del proyecto en la página 86 dentro de este documento y también en el anexo I. También en esta evaluación ambiental se describirá el *Ambiente Físico* que contiene: a) el clima, b) geología, c) hidrografía, d) uso de suelo, e) agrología, f) pedología y g) pendientes, h) riesgos en la zona del proyecto, además del *Ambiente Biológico* como: a) zonas de vida, b) zonas protegidas, c) flora, d) fauna; el *Ambiente socioeconómico* que lleva inmerso a: a) división político administrativa, b) cantidad de población, c) producción, d) educación, e) salud, f) agua potable, g) aguas lluvias, h) energía eléctrica, i) tipos de vivienda, j) telecomunicaciones, k) población económicamente activa, l) remesas, entre otros y por último se evaluarán los impactos positivos y negativos mediante la matriz de Leopold que se generen en el proyecto.

3.8.1 Ambiente Físico

En este apartado se mencionarán todos los factores que influyen en el proyecto tales como el clima, regiones hidrográficas, aguas subterráneas, geología, uso de los suelos, agrología, pedología y riesgos a los que está expuesto el proyecto.

a) Clima

El clima es tropical en San Miguel, la temperatura promedio en el municipio es de 27.4° C. La precipitación es de 1806 mm al año. (CLIMATE DATA. ORG, 2021) La clasificación del clima de Köppen-Geiger ubica al Municipio de San Miguel, dentro de la categorías “Aw” o sea “Tropical con invierno seco” esto quiere decir, que son lugares con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es inferior a la fórmula $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$ (WIKIPEDIA, s.f.).

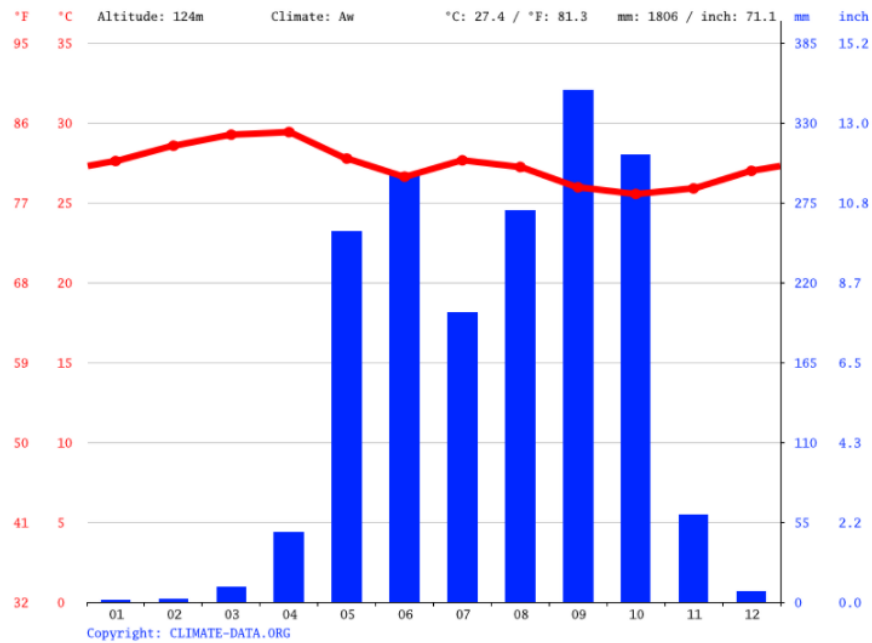


Figura 18. Climograma del municipio de San Miguel. **Fuente: Climate Data. Org. 2021.**

De acuerdo a los datos de Climate Data.org, el mes más seco es Enero, hay 1 mm de precipitación en enero, mientras que en Septiembre se tienen 352 mm, el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. Con relación a la temperatura, el municipio de San Miguel presenta un promedio de 29.4 °C durante el mes de Abril que es el más cálido. El mes más frío del año es de 25.5 °C en el medio de Octubre. A continuación, se presenta en la Figura 19, el comportamiento de la temperatura en el municipio.

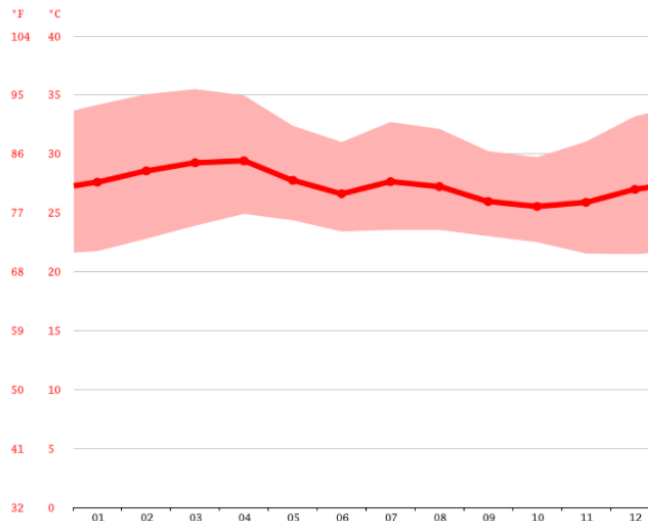


Figura 19 Diagrama de temperaturas en el Municipio de San Miguel. **Fuente: Climate Data. Org. 2021.**

La precipitación varía 351 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Las temperaturas medias varían durante el año en un 3.9 °C. Estas variaciones pueden apreciarse en la figura 20, donde se presentan los datos históricos de temperatura y precipitación para el municipio de San Miguel.

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura media (°C) | 27.6 | 28.6 | 29.2 | 29.4 | 27.7 | 26.6 | 27.6 | 27.2 | 26 | 25.5 | 25.9 | 27 |
| Temperatura mín. (°C) | 21.7 | 22.8 | 23.9 | 24.9 | 24.4 | 23.4 | 23.5 | 23.5 | 23 | 22.5 | 21.5 | 21.5 |
| Temperatura máx. (°C) | 34.2 | 35.1 | 35.5 | 35 | 32.4 | 31 | 32.7 | 32.1 | 30.2 | 29.7 | 31 | 33.2 |
| Precipitación (mm) | 1 | 2 | 10 | 48 | 255 | 295 | 199 | 269 | 352 | 308 | 60 | 7 |
| Humedad(%) | 49% | 47% | 49% | 57% | 72% | 80% | 73% | 76% | 84% | 84% | 72% | 58% |
| Días lluviosos (días) | 0 | 0 | 2 | 7 | 16 | 18 | 15 | 17 | 19 | 17 | 7 | 1 |
| Horas de sol (horas) | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.2 | 9.4 | 9.3 | 10.5 | 9.7 | 8.2 | 8.1 | 9.6 | 10.0 |

Figura 20. Datos históricos de temperatura y precipitación del Municipio de San Miguel.

Fuente: Climate Data. Org. 2021.

b) Geología

La geología de esta subregión está compuesta por materiales volcánicos de edades terciarias y cuaternarias. Las rocas más antiguas se localizan en la porción norte donde se encuentra la Formación Morazán M2a, del Oligoceno en el sector de Comacarán. Una falla de movimiento lateral derecho la separa de rocas volcánicas de menor edad. Hacia el sur se yergue la montaña Jucuarán sobresaliendo sobre la llanura y se extiende más al sur hasta tocar las aguas del mar, en el océano Pacífico, donde se estrecha en la franja de la playa El Cuco. La montaña Jucuarán está constituida por una serie de edificios volcánicos predominantemente de andesita basáltica, altamente tectonizados, meteorizados y erosionados, dificultando su reconocimiento, y entre los que se pueden todavía distinguir están el Volcán Madrecacao, El Panecito y una porción suroeste del Capulín. Más hacia el oriente y hacia el sur de la laguna de Olomega, se encuentra el pequeño edificio volcánico Panela, de mediana elevación y de composición básica.

Entre las lagunas de El Jocotal y Olomega se han emplazado unos domos ácidos, de pequeño tamaño y compuesto por riolitas e ignimbritas pleistocénicas con avanzada meteorización. Similarmente ocurre con las colinas formadas al noreste contiguo a la laguna Aramuaca. Al este de la laguna San Juan. En el sector desde Uluazapa hasta Yucuaiquín se localiza un macizo rocoso de poca altura, predominantemente básico, que está fallado y meteorizado y del que sobresale el pequeño edificio volcánico Guacarán.

Al norte de Quelepa se encuentra el cerro El Zapote formado por varios domos compuestos por dacitas parcialmente meteorizadas, de altura mediana. Al oriente y

contiguo al Zapote yace el volcán El Tamarindo, compuesto por lavas andesítico-basálticas. El volcán de San Miguel con 2,129.94 msnm, está situado al occidente de la subregión, es el edificio volcánico más sobresaliente de toda el área. El volcán tiene una forma cónica bien definida y se trata de un estrato volcán constituido por lavas andesítico -basáltico con escorias volcánicas, al que se encuentran asociado varios conos cineríticos.

c) Hidrografía

Los elementos hidrográficos con los que cuenta el municipio de San Miguel son los ríos: Las Cañas, Yamabal, El Corozal San Antonio Chávez, Villerías, El Guayabal, Grande de San Miguel, Chispas, San Esteban, Taisihuat, Budines o Vargas, El Jute, El Rebalse, Las Peñitas, El Papalón, Aramuaca, De Las Casitas, Miraflores, El Huiscoyol, El Mono, El Desagüe, Dos Aguas o La Presa y San Antonio; los desagües de la laguna de Olomega y Madre de la laguna de San Juan; los brazos: La Pezota, De Río Grande y La Pelota; las quebradas: La Querque, Las Pilas o El Marañonal, El Salto o La Peña, El Uvillal, El Havillal, El Huiscoyol, La Quebradona, La Presa, El Pacún, Agua Zarca, El Puente, Las Marías, El Tuno, Santa Anita, La Manzanilla, El Tortuguero, El Chilamate, Los Mantecos, El Caliche, Agua Fría, El Matazano, El Copinol, La Joya o El Paso, El Marielo, El Platanillo, El Tacuacín, El Chiligal, El Chile, El Roble, El Jalacatal, El Amate, El Desagüe, Tixcuco, La Escondida, El Espino, Las Trojas, Agua Salada, Los Arrieros, Seca, Las Brujas, La Flor, La Gallina, Las Lomitas, Los Coyotes, Ojo de Agua, Los Gómez, El Borbollón, Juan Yáñez, De Mangas, Las Heladas, Guacuco, El Aguaje, La Estación, Los Berríos, El Ciprés, Las Moritas, El Chiquirín, El Muro, La Quebradona, El Tigre, El Ojo de Agua, Las Piletas, Mata de Coyol, El Moral, El Zarzal, La Piedad, Madre de Altamiz, El Hoyón, Pradera, La Piedra, La Piedrita y La Piedrona. Existen en el lado sur del municipio tres lagunas alimentadas por agua subterráneas, ellas son las de: San Juan, de El Jocotal y de Olomega; a 9.3 kilómetros al sureste de la ciudad de San Miguel existe una laguna pequeña llamada Aramuaca. Se forma de la confluencia de los ríos Las Cañas y El Guayabal, a 6.7 kilómetros al norte de la ciudad de San Miguel. Desde su formación, hasta el lugar donde recibe la afluencia del desagüe de la laguna de Olomega; su curso es con rumbo de norte a sur y desde aquí hasta donde recibe la afluencia del río El Desagüe; su rumbo es de este a oeste, para luego abandonar el municipio y continuar su recorrido entre los municipios de Jucuarán y El Tránsito. La Cuenca del río Grande es la segunda en importancia del país, dentro de esta comprensión municipal tiene como afluentes a los ríos: Chispas, San Esteban, Taisihuat, el Jute, El Papalón, Miraflores y El Desagüe; las quebradas. Agua Zarca, El Tacuacín, El Desagüe, La Escondida, El Tixcuco, El Moral, El Aguaje y Madre de Altamiz; los brazos: La Pelota y de Río Grande. En una parte de su recorrido sirve como límite municipal entre este municipio y el de Chirilagua; también como límite departamental entre este municipio y el de Usulután. Su recorrido dentro del municipio tiene una longitud de 74.0 kilómetros (Centro Nacional de Registro, 1998). Cabe destacar que el proyecto

e) Agrología

En la zona del proyecto cuenta con suelos comprendidos entre las clases II, III, IV y VI, VII, VIII. Los suelos que comprende la clase IV, por lo general son tierras marginales para una agricultura anual e intensiva debido a mayores restricciones o limitaciones de uso. Requieren prácticas de manejo y conservación de suelos más cuidadosos e intensivos para lograr producciones moderadas a óptimas en forma continua. La topografía se presenta en tierras con pendientes inclinadas y complejas de moderada o baja fertilidad natural, de buen drenaje, de textura franco arcillosa a arcillosa; en la mayoría de los casos son moderadamente profundos; y suelos de las clases VII y VIII, que son suelos más aptos para el desarrollo de actividades forestales. La Figura 23, nos muestra el tipo de suelos por capacidad de uso presente en la zona.



Figura 23 Clasificación del suelo por capacidad de uso. La zona del proyecto cuenta con suelos de las clases II a VIII. Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.

f) Pedología

La zona del proyecto cuenta con una pedología cuya clasificación está dentro de los llamados Grumosoles y los Litosoles. Los Grumosoles son suelos muy arcillosos de color gris a negro con vegetación de morros, cuando están muy mojados son muy pegajosos y muy plásticos. Cuando están secos son muy duros y se rajan. En la superficie son de color oscuro, pero con poco humus o materia orgánica. El subsuelo es gris oscuro. Son muy profundos poco permeables por lo que la infiltración de agua lluvia es muy lenta. Su uso potencial es de moderada a baja, no apta para cultivos permanentes de alto valor comercial porque al rajarse rompen las raíces de las plantas (Carías Juárez, Chacón Novoa, & Martínez Márquez, 2004)

Los Litosoles son suelos de muy poca profundidad sobre roca pura, son suelos muy complejos. La mayoría son suelos cuyos horizontes superficiales han sido truncados a causa de una severa erosión laminar o sea que la erosión ocurre en láminas y no en forma de cárcavas, son suelos arcillosos como los litosoles, pero muy

superficiales. Las texturas varían de gruesa, arenas y gravas hasta muy pedregosos sobre la roca dura. El uso potencial es muy pobre de bajo rendimiento. Sin embargo, en algunos lugares muy pedregosos por la gran cantidad de piedras reduce la erosión, por lo cual pudieran generar buenos rendimientos por mata si el cultivo se hace con chuzo (Carías Juárez, Chacón Novoa, & Martínez Márquez, 2004). La Figura 24, nos muestra la zonificación pedológica de la zona del proyecto.

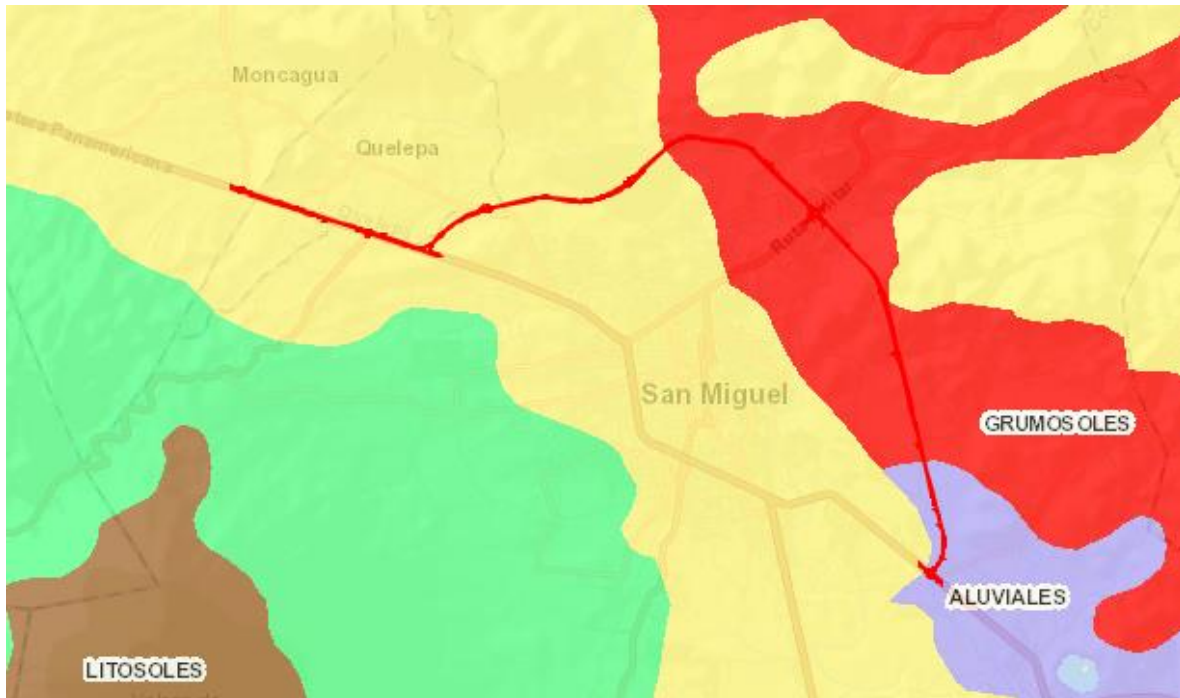


Figura 24. Mapa Pedológico de la zona del proyecto donde predominan los suelos Grumosoles y Litosoles. Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.

g) Pendientes

En la zona del proyecto predominan pendientes que no son mayores al 15%, aunque pueden existir pequeñas zonas con pendientes mayores debido a cuencas que rodean la zona. La Figura 25 muestra el mapa de pendientes de la zona.



Figura 25. Mapa de pendientes de la zona del proyecto, en su mayoría son menores al 15%.
Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.

h) Riesgos

La zona no presenta riesgos de deslizamientos por las pendientes relativamente bajas. Tampoco es una zona de inundaciones de acuerdo a los mapas nacionales, sin embargo, se tiene previsto la construcción de un puente de 0.955 km sobre el Río Grande de San Miguel y un puente de 0.595 km sobre Río Taisihuat con el fin de evitar riesgos en la zona, La Figura 26, muestra la ausencia de zonas reconocidas como amenazadas por riesgos de acuerdo al sistema de información ambiental del MARN.

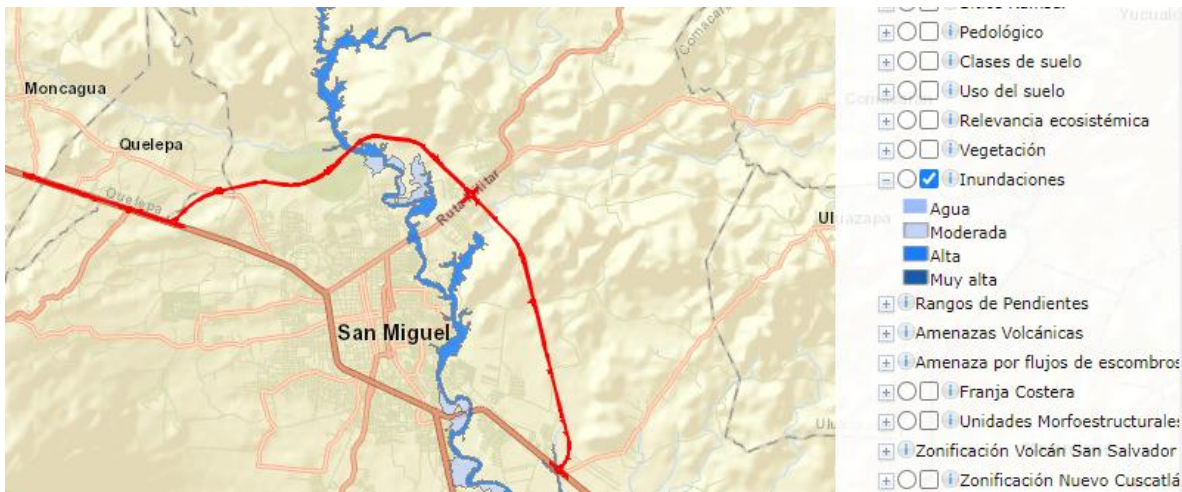


Figura 26: Mapa de Riesgos a Inundaciones. La zona del proyecto carece de mayores riesgos de inundación.
Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.

3.8.2 Ambiente Biológico

En este apartado se mencionará todo lo relacionado a las zonas de vida, áreas naturales protegidas, flora y fauna que habita en las cercanías del proyecto y que serán afectadas ya sea positivamente o negativamente con el proyecto.

a) Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida de L. R. Holdridge, el proyecto se encuentra en una zona denominada Bosque Seco Tropical, transición a sub tropical. El Bosque seco Tropical tiene las siguientes características generales:

- La falta de lluvia en la estación seca es causada por los Vientos Alisios que soplan desde el NO, y empiezan a manifestarse en Noviembre (causando en este mes la transición desde la estación lluviosa)
- Las condiciones restrictivas han ejercido presión selectiva en la evolución de plantas altamente distintivas.
- Vegetación decidua (desprende las hojas en estación seca) como adaptación para evitar la pérdida de agua en la transpiración de cada hoja.
- Presenta 4 estratos o niveles: 2 de árboles (dosel y sotobosque), uno de arbustos y el del suelo.

Parámetros como Zona de Vida Holdridge:

Según la clasificación de zonas de vida por Holdridge, podemos conseguir algunos parámetros propios del Bosque Seco Tropical durante el año (Tropical, s.f.): La Figura 27, muestra el mapa de zonas de vida de la zona del proyecto.

Clave: bs-T

Altitud: 0 -600 msnm

Precipitación: 1.100 mm a 1.500 mm/año

Temperatura: Máx: 33°C , Mín: 22°C (Promedios anuales)

Periodo Seco: 6 a 8 meses

Altura Dosel: 20-30m

Vegetación: Decidua

Estratos: 4 (2 arbóreos)

Concentración: Poco denso

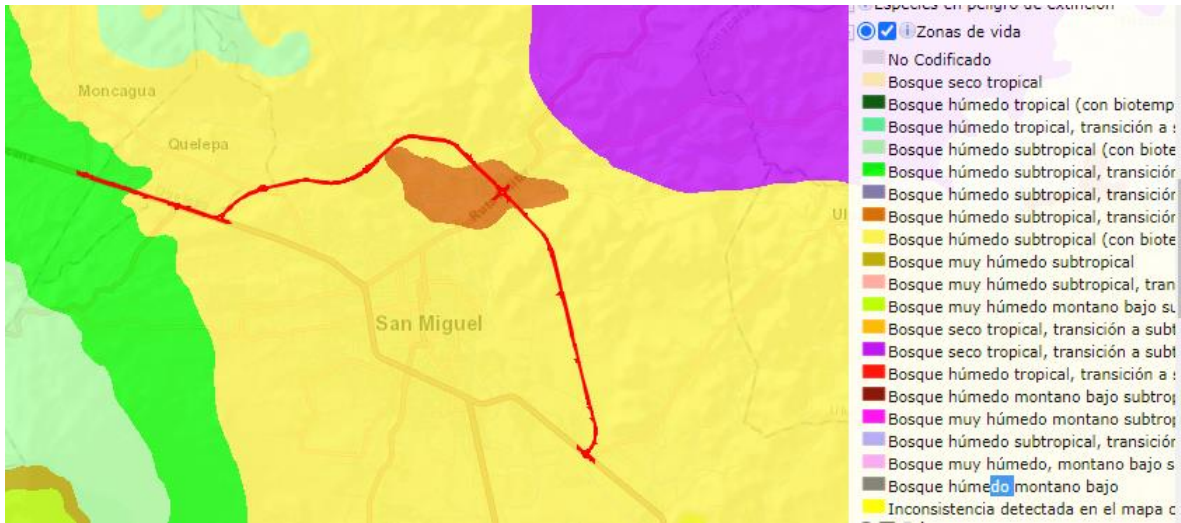


Figura 27. Mapa de Zonas de Vida según Holdridge. La zona del proyecto se clasifica dentro de la Zona de Vida conocida como Bosque Seco Tropical, Transición a Sub Tropical bs.T (c).

Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.

b) Áreas Naturales Protegidas

La zona del proyecto no está cerca de áreas naturales protegidas y por lo tanto no representa ningún riesgo para este tipo de sistemas. Las áreas más cercanas están en los municipios de san Jorge y Chinameca, alejadas varios kilómetros del área de influencia de lo que será el By Pass de San Miguel.

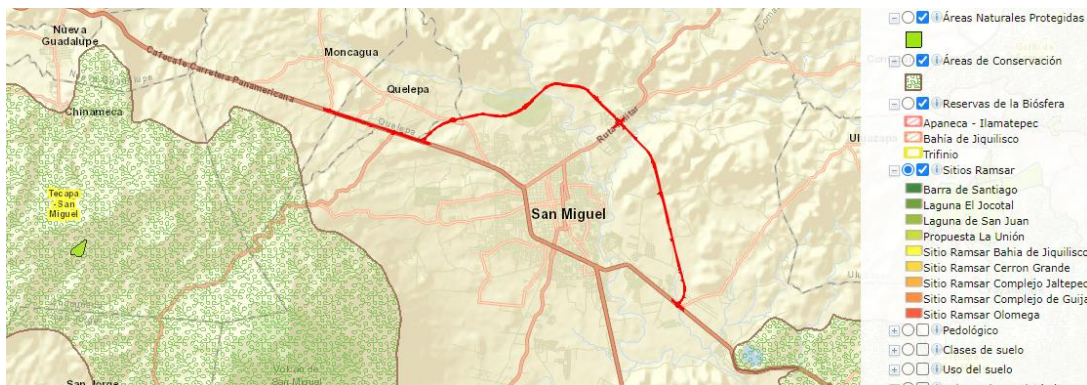


Figura 28. Áreas Naturales Protegidas (en color verde) se encuentran distantes y fuera de la zona de influencia del proyecto. **Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.**

c) Flora Identificada en la Zona del Proyecto

El Mapa de Vegetación del país refleja que la zona está dominada por una mezcla de cultivos, predominantemente de granos básicos y pasto para ganado vacuno. Esto se pudo verificar durante la visita de campo y se observó la existencia de un ecosistema muy fragmentado. El lugar donde se construirá el Bypass de San Miguel, es utilizado para cultivos de caña, maíz y frijol, además hay ganado y se siembran

pastizales, el resto es vegetación arbórea. Además, se observa la presencia de especies de árboles que son propios del lugar. La siguiente figura 29 muestra una porción del mapa nacional de vegetación.

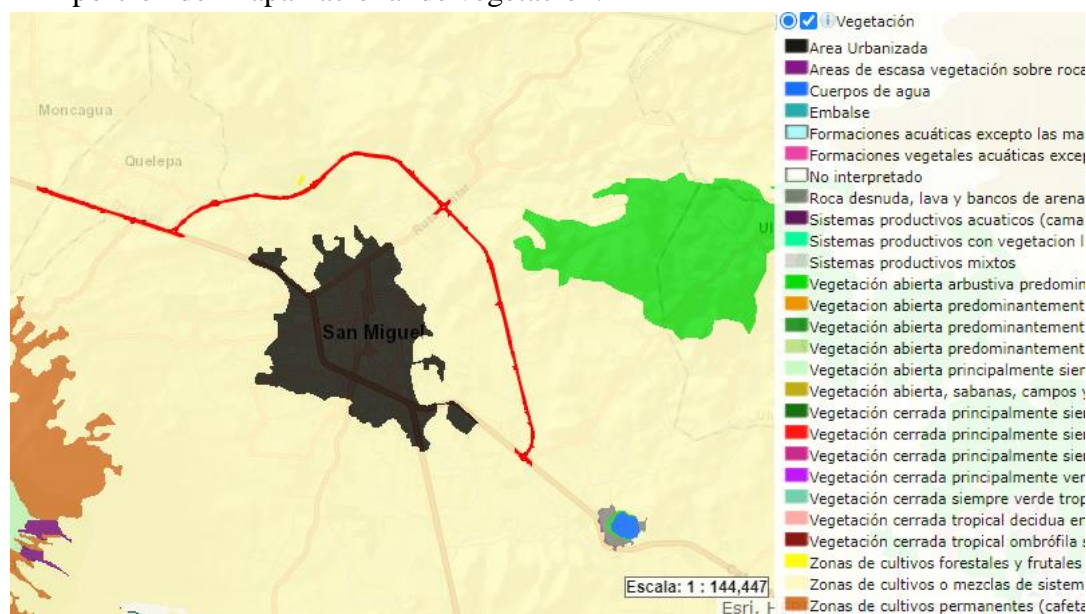


Figura 29: Mapa de Vegetación presente en la zona del proyecto, la cual es predominantemente de cultivos y otros sistemas productivos como ganadería. **Fuente: Elaboración Propia a partir de Información del VIGEA del MARN.**

Con la modificación del terreno y en base a que el MARN tiene una lista de especies arbóreas relevantes para desarrollar acciones de restauración de ecosistemas y paisajes. Para facilitar la selección de las especies, se han separado convenientemente en especies típicas de territorios con condiciones cálidas (tierras bajas, valles interiores y pie de montañas) y territorios elevados con condiciones frías (laderas, tierras altas y grandes elevaciones).

En el cuadro 36, se presenta el listado de especies de árboles que deben de ser plantados en la zona del proyecto según El MARN.

Cuadro 36. Especies nativas para acciones de reforestación, preferiblemente en sitios de condiciones cálidas, tierras bajas, valles interiores y pie de monte de cordilleras recomendadas por el MARN.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ALTITUD (MSNM) |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Achiote | Bixa orellana | 0-1500 |
| Amate | Amate Ficus spp. (Incluye amates de río, chilamates, entre otras.; excluye los Ficus exóticos y ornamentales) | 0-1500 |
| Aceituno | Simaruba glauca | 0-1200 |
| Aguacate | Persea americana | 0-1700 |

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ALTITUD (MSNM) |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| Almendra de río | <i>Andira inermis</i> | 0-100 |
| Anona rosada | <i>Annona diversifolia</i> | 150-900 |
| Bálsamo | <i>Myroxylon balsamum</i> var. <i>pereirae</i> | 0-900 |
| Barillo, Marillo, Cedro Marillo | <i>Callophylum brasiliense</i> | 50-1300 |
| Caoba | <i>Swietenia humilis</i> | 0-700 |
| Caimito | <i>Chrysophyllum cainito</i> | |
| Carreto | <i>Samanea saman</i> | 0-900 |
| Carao | <i>Cassia grandis</i> | 0-1500 |
| Castaño | <i>Sterculia apetala</i> | 0-1000 |
| Cedro, Cedro rojo | <i>Cedrela odorata</i> | 0-1000 |
| Cedro, Cedro real | <i>Cedrela salvadorensis</i> | 0-1300 |
| Cedro, Cedro | <i>Cedrela fissilis</i> | 0-1100 |
| Ceiba | <i>Ceiba pentandra</i> | 0-700 |
| Conacaste negro | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 0-1500 |
| Conacaste blanco | <i>Albizia caribaea</i> | 0-900 |
| Copinol | <i>Hymenaea ciurbaril</i> | 0-1200 |
| Cortés blanco | <i>Tabebuia donnell smithii</i> | 0-1000 |
| Cortés negro | <i>Tabebuia impetiginosa</i> | 0-1000 |
| Chaperno | <i>Lonchocarpus</i> spp | 0-1300 |
| Chaquiro | <i>Colubrina ferruginosa</i> | 0-1000 |
| Funera, Dalbergia, Panza de rana | <i>Dalbergia</i> spp. | 0-1500 |
| Flor de mayo, flor de ensarta | <i>Plumeria rubra</i> | 0-1000 |
| Guachipilín | <i>Diphysa robinoides</i> | 0-1700 |
| Guaicume | <i>Pouteria viridis</i> | 0-1500 |
| Guayacán | <i>Guaiacum sanctum</i> | 0-1000 |
| Irayol | <i>Genipa americana</i> | 0-1000 |
| Jiote | <i>Bursera simaruba</i> | 0-1500 |
| Jocote de verano, Jocote invierno | <i>Spondias purpurea</i> | 0-1000 |
| Laurel | <i>Cordia alliodora</i> | 0-1000 |
| Leucaena | <i>Leucaena salvadorensis</i> | 0-1000 |
| Mamey | <i>Mammea americana</i> | 100-1500 |
| Madrecacao | <i>Gliricidia sepium</i> | 0-1600 |
| Maquilishuat | <i>Tabebuia rosea</i> | 0-1200 |
| Marañón | <i>Anacardium occidentale</i> | 0-800 |
| Memble, Tepemisque | <i>Poepigia procera</i> | 0-1000 |
| Nance | <i>Byrsonima crassifolia</i> | 0-1500 |

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ALTITUD (MSNM) |
|------------------------------|-------------------------|----------------|
| Níspero | Manilkara sapota | 0-1000 |
| Níspero de montaña | Manilkara chicle | 700-1500 |
| Nogal | Juglans olanchana | 600-1200 |
| Pacún, Jaboncillo | Sapindus saponaria | 0-1000 |
| Papaturro | Coccoloba caracasana | 0-900 |
| Palo de mora, Mora | Maclura tinctoria 0-900 | 0-900 |
| Pepeto, Paterna | Inga spp. | 400-1500 |
| Pito | Erythrina berteroana | 200-1000 |
| Quebracho | Lysiloma divaricatum | 0-1000 |
| Ronrón | Astroniuim graveolens | 0-1000 |
| San Andrés | Tecoma stans | 0-1200 |
| Sauce, Sauce llorón | Salix spp. | 0-1000 |
| Sicahuite | Lysiloma auritum | 0-1000 |
| Sincuya | Annona purpurea | Si0-1500 |
| Ujushte | Brosimun alicastrum | 0-1500 |
| Zapote | Pouteria sapota | 0-1200 |
| Zapotillo, Zapotillo de bolo | Coupeia poliandra | 200-1200 |

Fuente Elaboración Propia retomada de: DGFCR-MAG, 2005; DEV, MARN 2015.

Fauna Identificada en la Zona del Proyecto

- **Aves:**

A continuación, se muestra el inventario de las principales especies representativas de la comunidad de aves de la zona del proyecto. Se registraron las especies por el conocimiento de la fauna de los habitantes del lugar. La presencia de aves se determinó de forma cualitativa.

Cuadro 37. Especies de aves reportadas para la zona del proyecto

| No | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA |
|----|--------------------------|----------------------------------|---------------|
| 1 | arriero de mula | <i>Thryothorus pleurostictus</i> | Troglodytidae |
| 2 | cheje o carpintero común | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Picidae |
| 3 | "chiltota" | <i>Icterus galbula</i> | Emberizidae |
| 4 | "chio" | <i>Myiozetetes similis</i> - | Tyrannidae |
| 5 | "gavilán pollero" | <i>Buteo nitidus</i> | Accipitridae |
| 6 | "gualcachia" | <i>Campylorhynchus rufinucha</i> | Troglodytidae |
| 7 | "paloma alas blancas" - | <i>Zenaida asiatica</i> | Columbidae |
| 8 | "perico" | <i>Aratinga canicularis</i> | Psittacidae |

Continuación Cuadro 37:

| | | | |
|----|-------------------|--------------------------------|---------------|
| 9 | "pijuyo" | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Cuculidae |
| 10 | "talapo" | <i>Eumomota superciliosa</i> | Momotidae |
| 11 | "tortolita común" | <i>Columbina passerina</i> | Columbidae |
| 12 | "zanate" | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Icteridae |
| 13 | "zopilote" | <i>Coragyps atratus</i> | Cathartidae - |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de lugareños de la zona del proyecto.

Nota: No se encontró ninguna especie con estatus ecológico correspondiente a categoría de amenazada o en peligro de extinción.

• **Mamíferos**

Los resultados de observaciones y determinaciones en el grupo de los mamíferos silvestres se muestran en el cuadro 38, en la cual se puede observar la presencia de 5 diferentes especies representativas en la zona del proyecto, correspondientes a 5 familias de animales que habitan en la zona.

Cuadro 38. Especies de mamíferos reportados en la zona del proyecto

| No | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA |
|----|------------------|-------------------------------|--------------------|
| 1 | "conejo montés" | <i>Sylvilagus floridanus</i> | Leporidae/Rodentia |
| 2 | "cusuco" | <i>Dasyops novemcinctus</i> - | Dasyopodidae |
| 3 | "rata montes" | <i>Ratus sp</i> | Muridae |
| 4 | "tacuazín negro" | <i>Philander opossum</i> - | Didelphidae |
| 5 | "zorriño" | <i>Conepatus leuconotus</i> | Mustelidae |

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de lugareños de la zona del proyecto.

• **Reptiles y anfibios**

Las especies de reptiles observadas se incluyen en el cuadro 39. La situación de este grupo, fue determinada como la crítica, con relación a su estatus ecológico definido por el MARN (2009), ya que de 8 especies en el grupo de los reptiles que se incluyen en el listado, 2 se encuentran en la categoría de amenazadas de extinción, según MARN (2009). Las dos especies son: "coral" *Micrurus nigrocinctus*, "iguana" Iguana.

Cuadro 39. Reptiles reportados para la zona del proyecto.

| No | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA |
|----|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | "bejuquilla verde" | <i>Oxibelis fulgidus</i> | Colubridae |
| 2 | "cascabel" | " <i>Crotalus durissus</i> | Viperidae |
| 3 | "coral" | " <i>Micrurus nigrocinctus</i> | Elapidae A/MARN |

| No | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA |
|----|-----------------------|---------------------------------|------------------|
| 4 | "garrobo" | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguanidae |
| 5 | "iguana" | <i>Iguana iguana</i> | Iguanidae A/MARN |
| 6 | "lagartija corredora" | <i>Gymnophthalmus speciosus</i> | Gymnophthalmidae |
| 7 | "masacuata" | <i>Boa constrictor</i> | Boidae |
| 8 | "zumbadora" | <i>Masticophis mentovarius</i> | Colubridae |

Fuente: MARN 2009, A/MARN: en categoría de "amenazado de extinción", 2009.

Cuadro 40. Anfibios reportados en la zona del proyecto

| No | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIA |
|----|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | "rana" | <i>Engystomops spp.</i> | Leptodactylidae |
| 2 | "sapo sabanero" | <i>Incilius (Bufo) marinus</i> | Bufoidea |

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de lugareños de la zona del proyecto.

Al igual que los dos grupos precedentes, los anfibios y reptiles no escapan a la presión ejercida por las actividades antrópicas, dada la intervención que las poblaciones vecinas ejercen sobre los ambientes utilizados para vivir por estas especies.

3.8.3 Ambiente Socioeconómico

En este apartado se mencionarán los factores sociales y económicos como división política y administrativa, población, extensión, producción, educación, salud, energía eléctrica, agua potable, vivienda social, telecomunicaciones, población económicamente activa y remesas que son influenciadas en alguna medida por el proyecto.

a) División Político Administrativa del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado dentro de 3 municipios del departamento de San Miguel, los cuales son Quelepa Moncagua y San Miguel, para lo cual se tendrá que utilizar el tramo 2 para hacer la implementación de los 24 SSP, lo cual favorecerá a los 3 municipios antes mencionados.

b) Población

El Censo de población y vivienda de 2007 claramente muestra que la ciudad de San Miguel tiene una de las poblaciones más grandes en el país. La población de los tres municipios concentra en un total de 245,118 habitantes. De acuerdo a una proyección de población, para el año 2021 el municipio de San Francisco Gotera

contará con una población de 465,394 habitantes, de los cuales 217,059 serían hombres y 248,335 mujeres (Dirección General de Estadística y Censos, 2021).

Los 3 municipios que conforman la subregión, poseen una extensión territorial de 719.16 Km cuadrados, el proyecto de construcción del Bypass de San Miguel tendrá solo 22.3 Km de longitud, que atravesará por los municipios de Quelepa, Moncagua y San Miguel.

Considerando la proyección de población para el año 2021 y la extensión del territorio, se estima que para el año mencionado la densidad de población sería de 224.06 habitantes por Km², lo cual es una densidad no tan elevada, pero no se debe olvidar que la más del 70% de las personas vive en el área urbana del municipio de los municipios en cuestión (Dirección General de Estadística y Censos, 2021).

c) Producción

La subregión, se tipifica por tener como actividad principal la agricultura, sobresaliendo la producción de cereales, frijol, caña de azúcar, hortalizas, verduras, ganado vacuno, porcino y aves. Otros cultivos como las frutas (marañón), el henequén y los pastos naturales. También aún subsiste una producción mucho más tecnificada como los son el café y el algodón.

Otra de las actividades que han tenido un mayor desarrollo, lo constituye la agroindustria, dentro de estas sobresalen la industria de alimentos, bebidas gaseosas, alcohol, hilos, hilazas y tejidos, industria textil, productos de cuero, fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas, pinturas, barnices, lacas, farmacéuticos, jabón, detergentes, cosméticos, pastas dentífricas, perfumes, materiales de construcción, curtidos de pieles y otros.

El comercio en la subregión, y en especial en la ciudad de San Miguel está muy desarrollado y como soporte importante tanto de la actividad comercial como industrial, está la presencia de un servicio financiero muy amplio y diversificado. Hay una diversidad de servicios de restaurantes y comedores, cafeterías, sorbeterías, radiodifusoras, talleres de mecánica automotriz.

d) Educación

El centro urbano de San Miguel, concentra los centros de estudios superiores y especializados a escala regional, que prestan servicio a toda la Subregión y regiones vecinas. Incluye universidades, centros de educación especial, institutos tecnológicos, tanto públicos como privados: Universidad Nacional, Universidad de Oriente (UNIVO), Universidad Gerardo Barrios, Universidad Modular Abierta, Universidad Andrés Bello, Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI), instalaciones del ITCA, entre ellos.

Según datos del Ministerio de Educación (MINED), la población estudiantil del área urbana de San Miguel es atendida en 171 centros educativos, entre públicos y

privados, e incluyen educación parvularia, básica y media, así como educación superior y especializada. (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2019).

e) Salud

Los equipamientos sanitarios y asistenciales a escala urbana consisten en: Once Unidades de Salud, cinco de las cuales están ubicadas en el centro urbano: en Colonia La Presita (Dr. Roberto Arango Carías), en la Colonia Carrillo (Martín Zaldívar), en la Colonia Milagro de La Paz, en el Cantón El Zamorán, en Asilo San Antonio; las otras seis se ubican en otros cantones, y prestan servicio a todo el municipio. Siete casas de salud ubicadas en todo el municipio, donde de proporcionan servicios preventivos y curativos, y que poseen al menos 5 camas, sala de curaciones y clínicas para ingresos o procedimientos especiales. Dos consultorios del ISSS, ubicados uno sobre la Roosevelt y 15ª Calle Poniente, y otro cerca de Metrocentro. Hospitales privados: Nuestra Señora de La Paz, Centro Médico de Oriente, Clínica San Francisco, entre los más destacados. Clínicas privadas ubicadas en todo el centro urbano, aunque una buena cantidad se concentran en el sector comprendido entre la 7ª Calle Oriente, Calle Chaparrastique, 9ª y 13ª Avenida Sur. Laboratorios clínicos ubicados en todo el centro urbano. Clínicas dentales dispersas en todo el centro urbano. Guardería infantil municipal, llamada Centro de Estimulación Temprana Wilfredo Salgado.

San Miguel es el único centro urbano de la Subregión que cuenta con equipamientos culturales y religiosos de carácter regional: Asilos de ancianos, Orfanatorios, Teatro Nacional, Museo Regional de Oriente, y Hospitales públicos y privados: el Hospital Regional San Juan de Dios, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Hospital Militar, donde actualmente funciona el hospital del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2019).

f) Agua Potable

Todos los núcleos poblados de la zona disponen de sistemas de agua potable con una cobertura aceptable en el área urbana, para el rural algunos tienen pozos de agua.

g) Aguas lluvias y negras

El casco urbano de San Miguel, Quelepa y Moncagua cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, mientras que en el sector rural no cuenta con alcantarillado, y no existen sistemas de recogidas de aguas de lluvias en ningún poblado rural.

h) Energía Eléctrica

Todos los núcleos poblados cuentan con red eléctrica, aunque en las zonas más rurales y dispersas existen significativos déficits de suministro a las viviendas.

i) Vivienda Social

Moncagua es el único municipio de la Subregión donde predominan las construcciones en adobe (55%), a pesar de estar tan cerca de San Miguel. Actualmente, sólo el 40% de las viviendas es de sistema mixto, el cual predomina en el área urbana. Existen en la actualidad varias lotificaciones en proceso de legalización, en su mayoría ubicadas sobre la carretera que conduce a la Carretera Panamericana CA01, que totalizan 1,331 lotes, y abarcan una superficie de 61.3 hectáreas. Del total de lotificaciones, se tiene un promedio de ocupación del 15%, por lo que se dispone de aproximadamente 52 hectáreas para consolidar.

Quelepa y Moncagua son los únicos municipios de la Subregión donde predominan las construcciones en adobe (45%), a pesar de estar tan cerca de San Miguel. Actualmente, sólo el 47% de las viviendas es de sistema mixto, el cual predomina en el área urbana. Existen en la actualidad varias lotificaciones en proceso de legalización, en su mayoría ubicadas sobre la carretera que conduce a la Carretera Panamericana CA01, que totalizan 3,221 lotes, y abarcan una superficie de 165 hectáreas. Del total de lotificaciones, se tiene un promedio de ocupación del 27%, por lo que se dispone de aproximadamente 120 hectáreas para consolidar.

El uso predominante en el área urbana de San Miguel es el habitacional, prevaleciendo la densidad media sobre todo al norte, oriente y sureste de la ciudad. La densidad alta predomina en el centro, en la periferia y colonias nuevas. En las afueras, cerca de otros cantones y caseríos se encuentran zonas de baja densidad. Algunos ejemplos de uso habitacional reciente son:

- Ciudad Pacífica, ubicada sobre la cota 250, en las faldas del volcán. Este desarrollo cuenta con sus propios equipamientos urbanos: parque, hospital, escuela, iglesia, terreno para centro comercial, y 5,000 viviendas de alta densidad. Está programada para desarrollarse en 5 etapas, faltando 2,000 viviendas por construir. El lote tipo es de 5x12 o 5x14 metros.
- Residencial El Sitio, de baja densidad, ubicada al norponiente de la ciudad. Es la zona más cara, y cuenta con parques, canchas y accesos controlados.
- Residencial Hacienda San Andrés, ubicada entre San Miguel y Quelepa. Proyecto de aproximadamente 2,000 viviendas de media densidad, con áreas verdes centrales. Actualmente se encuentra sin completar, con muy pocas viviendas construidas.

En San Miguel las viviendas son unifamiliares; en su mayoría constan de un nivel, y en algunos casos, de dos niveles; no existen proyectos de vivienda en altura. Según información proporcionada por la Alcaldía Municipal, no se identifican mesones ni tugurios (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2019).

j) Telecomunicaciones

En la Región de San Miguel, los servicios de telefonía en los hogares han mejorado considerablemente en los últimos 5 años, principalmente con la entrega de servicio celular, pero aun así más algunos hogares de la Región no cuenta con estos servicios (25%), proporción levemente menor al promedio nacional (54%). (Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.).

k) Población Económicamente Activa

El porcentaje de adultos, que es la edad en que la población es activa, es medio, 58,4%, lo que hace que se pueda considerar que la población activa posible es escasa. Más de la mitad (52%) de la PEA se ocupa en actividades agropecuarias. Esto se debe al fuerte ganadero y avícola de la zona. Un 10% trabaja en el sector industrial manufacturero y un 13% en Comercio. (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2019)

l) Remesas

La dependencia en la Subregión es diferenciada, pues el mayor volumen de remesas lo recibe San Miguel (66.41%), sin embargo, esas remesas únicamente benefician al 28.5% de los hogares en una cuantía de \$146.20 mensuales, además San Miguel posee una importante presencia de actividades comerciales (64% del total de establecimientos) del total de la subregión, por tanto, su dependencia es menor al resto de municipios.

Moncagua es el cuarto municipio que recibe remesas en la subregión (6.3%), llegan al 31.6% de los hogares en cuantía de \$121.7 mensuales, sin embargo, su actividad económica en término de unidades es apenas del 6%, por tanto, es un municipio con dependencia moderada de las remesas.

Quelepa recibe pocas remesas (1.6%) y la perciben relativamente pocos hogares (29.1%) respecto al resto de municipios, la cuantía es de \$123 por hogar y a pesar de poseer pocas unidades económicas (6%) existe un balance entre las remesas percibidas y las actividades económicas por tanto su dependencia es moderada. (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2019).

3.8.4 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de impactos es necesario interrelacionar las acciones del proyecto con los factores ambientales existentes. Por lo tanto se deben determinar los factores ambientales relacionados con la Implementación de los Sistemas Silvopastoriles, la carretera, sus alrededores, el paisaje, y ver como las acciones de restauración afectarán a todos estos factores que intervienen entre sí, las interacciones

posibles que existen entre ambos son finalmente los impactos. Esta sección es la más importante del Estudio de Impacto Ambiental, ya que es de acuerdo a esta predicción de los impactos y su importancia y magnitud, que se formularán las medidas apropiadas para la mitigación de impactos y serán a nivel cualitativo, ya que por ser una prefactibilidad se dejará el detalle y la valoración o cuantificación para la etapa de factibilidad y también ahí se tendrá que hacer el programa de manejo ambiental.

3.8.4.1 Factores ambientes sensibles a impacto

Si bien existe un número amplio de factores ambientales, se puede determinar que existen algunos que son más importantes que otros, además estos se utilizan para identificar los factores que se verán afectados de manera directa o indirecta por las actividades generadas por el proyecto. A continuación, se presenta el cuadro 41 resultante de la identificación de factores ambientales significativos:

Cuadro 41. Determinación de los Factores Ambientales

| Subsistema | Medio | Factores Ambientales | Sub-Factores |
|-----------------|-----------|---------------------------|-------------------------------------|
| Biológico | Biótico | Vegetación | Unidades de vegetación |
| | | Fauna | Número de individuos |
| Físico | Inerte | Aire | Contaminación del aire |
| | | | Olores |
| | | | Ruido |
| | | Agua | Calidad del agua |
| | | | Cantidad de agua (caudal ecológico) |
| | | Suelo | Calidad del suelo |
| Perceptual | Paisaje | Calidad del paisaje | |
| Socio Económico | Social | Aceptabilidad | Cobertura de servicios básicos |
| | | | Uso eficiente del recurso hídrico |
| | Económico | Empleo | Mercado laboral |
| | Salud | Salud humana | Incidencia de enfermedades |
| | | | Salud de los usuarios |
| | | Salud de los trabajadores | |

Fuente: elaboración propia

3.8.4.2 Actividades potencialmente impactantes del proyecto

En la metodología a aplicar se tendrá como base un ordenamiento cronológico de las diversas actividades que se realizarán en el Proyecto, de acuerdo a la interrelación existente entre ellas, quedando definidas las etapas de: planificación, construcción, operación y abandono.

La etapa de planificación, no será abordada en detalle por no constituir una fuente de impactos significativos para el medio ambiente del área de influencia. Debido a que el proyecto busca proveer un servicio de largo plazo y sostenible en el tiempo, igualmente no se contemplará la etapa de abandono.

- *Construcción:*

Pavimentación: pavimento con material de asfalto que cubre una longitud total de 22.65 km, con 30 m de ancho, el cual es parte del Bypass de San Miguel.

Construcción de Drenaje y cunetas laterales triangulares de 0.60 x 0.40 m (acabado) con revestimiento de concreto a la orilla del Bypass de San Miguel.

Infraestructura de protección en zonas de laderas, construcción de muros de sostenimiento con diferentes longitudes a lo largo de los tramos de la vía y son de mampostería de concreto y piedra grande considerada en lugares de relleno en las vías.

Señalización: colocación de señales preventivas, señales reguladoras, señales informativas, postes de kilometraje, postes guardavías y demarcación de pavimento, línea central y líneas laterales a lo largo de la vía.

Reposición de terrenos, acondicionamiento de depósitos de material excedente, puede ser utilizada para relleno de algunas áreas que lo demanden a lo largo de la vía.

Construcción de acequias, a lo largo de la vía se verá donde hay saturación de agua para hacer las acequias de infiltración para que no dañen los suelos donde se pretende implementar los SSP.

Revegetación, restauración de áreas afectadas con la implementación de SSP a lo largo de la vía, se elegirán áreas de los tramos para hacer la siembra de los 24 SSP, también servirá para mejorar el paisaje a lo largo de la carretera.

Construcción de Fosas de infiltración de aguas lluvias, se tendrá que ir junto con las acequias de infiltración para hacer una recolección de las aguas lluvias que servirán para regar los SSP en verano.

Construcción de reservorios de captación de aguas lluvias, una vez se identifiquen los puntos más altos a lo largo de la vía se procederá a construir los reservorios, con el fin de guardar agua y pueda ser distribuida posteriormente al ganado y sirva para regar los SSP.

- *Mantenimiento:*

Se debe de verificar los el cumplimiento de las actividades de implementación de los SSP, además se debe de llevar un control de las siembras y resiembras de

los árboles a lo largo de la vía, también que los reservorios y fosas no se hallan destruido por algún desastre natural o artificial.

3.8.5 Factores ambientales a ser susceptibles de ser modificados por el proyecto.

Se consideran algunos de los aspectos ambientales que son claves en el análisis de los efectos ambientales para la implementación de los SSP a lo largo de la carretera y es sobre ellos que se deberá prestar especial atención cuando se propongan las medidas preventivas y correctivas que permitan la integración ambiental del Proyecto en la zona de Quelepa Moncagua y San Miguel.

Cuadro 42. Factores ambientales a ser modificados por el proyecto de Implementación de SSP

| Factores Ambientales | Aspectos significativos a considerar |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Geología y Geomorfología | <ol style="list-style-type: none"> 1. La totalidad del Proyecto se asienta sobre depósitos sedimentarios del Cuaternario de la zona media cercana al volcán de san miguel, constituidos casi en su totalidad por materiales de roca fundida debido a erupciones volcánicas. 2. La estabilidad sedimentaria depende del mantenimiento del equilibrio dinámico del sistema roca/tierra caliza, y donde la alteración de dicho sistema puede conllevar la pérdida de sedimentos por erosión del suelo, debido al viento o la lluvia. <p><i>Ambos peligros son importantes y deberán considerarse en el diseño del Proyecto y deben de buscarse medios para mitigarlos</i></p> |
| Peligros naturales | <ol style="list-style-type: none"> 1. La zona de Proyecto es susceptible a incendios y sequías, en particular la zona de pastos por no haber mucha lluvia. El fenómeno más grave es cuando se combinan fenómenos como el niño que hace que sea el corredor más seco de la zona oriental. 2. La zona es, asimismo, es susceptible a sismos debido a la actividad del volcán de san miguel, el peor escenario considerado es una erupción volcánica. <p><i>Ambos peligros están latentes y deberán considerarse en el diseño del Proyecto.</i></p> |
| Climatología | <ol style="list-style-type: none"> 1. No se detectan aspectos significativos, salvo las elevadas temperaturas que pueden afectar la implementación de los SSP. <p><i>Deberá preverse por el Proyecto la siembra de especies de árboles resistentes a la sequía que reduzcan la necesidad de un uso excesivo de agua.</i></p> |

Continuación Cuadro 42

| | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Suelos</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. La zona afectada por el Proyecto presenta suelos aptos para usos agropecuarios clase II y IV, recomendándose los usos forestales (VI) o de protección (VIII). En el ámbito del Proyecto no se afecta mucho los suelos productivos. 2. El uso predominante del suelo del ámbito del Proyecto es el de bosque seco caducifolio o pastos naturales. <p><i>El Proyecto debe evitar en su diseño afectar a los suelos de clase VIII, concentrando la instalación de construcciones e infraestructuras en zona de suelos de clase VI y zonas de pastos.</i></p> |
| <p>Aguas superficiales y subterráneas</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. La calidad de las aguas de la zona del proyecto depende en gran medida de los aportes del rio grande de San Miguel ya que es el afluente que pasa por la zona y recoge las aguas lluvias y forma uno de los 4 ríos más grandes en el país. 2. La calidad de las aguas subterráneas en la zona es en general adecuada para su consumo humano con tratamientos simples. <p><i>El Proyecto debe evitar cualquier vertido no depurado al rio grande de San Miguel y debe de hacer la máxima reutilización de las aguas de escorrentía pluvial que se generen en la zona.</i></p> |
| <p>Biodiversidad</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. La zona de Quelepa, Moncagua y San Miguel presenta importancia para las aves que emigran de diversas zonas del país, aunque no anidan en la zona. 2. Además de la importancia de los mamíferos existentes, hay condiciones favorables para la reintroducción de especies amenazadas en el país. 3. Solo 2 especies están en peligro de extinción en la zona el coral y la iguana, pero con la implementación de SSP se mantendría la conservación de las mismas. <p><i>La conservación de la calidad del hábitat de la zona es fundamental para la conservación de la biodiversidad del área y en especial de aves y reptiles.</i></p> |
| <p>Ecosistemas y Paisaje</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se puede constatar la existencia de dos ecosistemas claramente definidos en el ámbito del Proyecto, la selva baja caducifolia (o bosque seco) y el pastizal. 2. La selva baja caducifolia, situada entre los tramos de la carretera es variada, ya que presenta áreas de pasto, zonas de laderas rocosas y una parte con estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; las copas cubren el 70% de su superficie en algunos puntos de la carretera. 3. El rio grande de San Miguel apenas es afectado por el ámbito del Proyecto y mantiene un buen estado de conservación, aunque se harán 2 puentes para no afectarlo, se reduce una parte de expansión de frontera agrícola y extracción de madera, que posteriormente se recuperara con la implementación de SSP. |

| | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>4. El pastizal es el hábitat antropizado menos importante ecológica y paisajísticamente. Solo cuenta con estrato herbáceo y con la implementación de SSP se regenerará en las parcelas afectadas por el Proyecto.</p> <p>5. El paisaje de la carretera mejorara significativamente al implementar SSP a lo largo de la carretera, ayudara a evitar el cansancio visual y a reducir el calor en la zona.</p> |
| | <p><i>El Proyecto debe concentrar sus instalaciones principales y construcciones en la zona de pastizal, mucho menos vulnerable y de menor valor ecológico.</i></p> <p><i>El Proyecto debe procurar ocupar lo mínimo posible la zona de bosque seco, preferentemente con instalaciones ligeras fácilmente desmontables y bien integradas en el medio</i></p> <p><i>El proyecto debe de generar paisajismo vial a lo largo del BY PASS en sus zonas laterales y también en parcelas cercanas</i></p> |
| Socioeconómicos | <p>1. Con la implementación de SSP se podrá generar empleo a los pobladores de la zona, con el fin de enseñarles la técnica de plantar SSP y que posteriormente la puedan aplicar.</p> <p>2. La efectiva implementación generara a largo plazo el aumento de la biodiversidad, lo que a futuro generara madera y leña, si se siembran frutales también serán una fuente de ingresos para los pobladores.</p> <p>3. Los pastizales los pueden ocupar para consumo animal o para venta en forraje.</p> <p><i>El proyecto generará empleo al momento de la construcción de la carretera, así como también cuando se implementen los SSP, tecnificará a los pobladores y también se les dará programas de educación ambiental.</i></p> |

Fuente: elaboración propia.

3.8.6 Identificación de impactos ambientales

En la metodología aplicada se ha tenido como base un ordenamiento cronológico de las diversas actividades que se realizarán en el Proyecto, de acuerdo a la interrelación existente entre ellas, quedando definidas las etapas de: planificación, construcción, operación y abandono. Teniendo definidas las actividades por etapas, y bajo una concepción integral es que se procedió a la identificación de impactos propiamente dichos, desde una perspectiva general a una perspectiva específica.

En cuanto a la técnica utilizada para el estudio se optó por el criterio de que ninguna de por sí, es suficiente para todas las fases del estudio. Cada una de ellas, presenta ventajas y limitaciones; por lo cual el método del estudio contempla una combinación de dichas técnicas. Es así que a continuación se procede a la identificación de impactos mediante la matriz de Leopold.

3.8.6.1 Método de Leopold:

Este método ha resultado útil en proyectos de construcción de obras. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen acciones proyectadas y factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto.

Se tuvo en cuenta que, la matriz de Leopold no es un sistema de evaluación ambiental, sino esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados. Es el análisis posterior, que se haga de la matriz, el que permitirá evaluar los efectos y dar las mejores alternativas de solución para los mismos.

El primer paso consistió en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se tomó en cuenta todas las actividades que pueden tener un lugar debido al proyecto. Se trabajó con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

Cada cuadrícula marcada con una diagonal admitirá dos valores:

A. **Magnitud:** valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.

B. **Importancia:** valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

3.8.6.2 Impactos socio ambientales

Después de identificar y describir los factores ambientales que estarán inmersos en el proyecto de implementación de Sistemas Silvopastoriles se procedió a cuantificarlos mediante el uso de la matriz de Leopold, en ella se plasman los factores ambientales que hemos considerado que afectan al proyecto. Por lo que se hace una clasificación de todas las acciones que puedan causar efectos ambientales tomando como base el Cuadro 42: Factores ambientales a ser modificados por el proyecto de Implementación de SSP. Luego se procede a ponderarlo según la magnitud e intensidad que el grupo de maestrantes dictamina en consenso. Se toma en consideración lo siguiente: en la matriz de Excel se pone el par ordenado (3),2, 1,1 o 2,2, donde el primer número entre paréntesis representa la magnitud de los

impactos negativos o positivos y el segundo número la intensidad del impacto en ese factor. Se agruparán diversos factores y se colorearán de rojo para indicar que son factores negativos y en color verde se indicaran los factores positivos del proyecto.

Cuadro 43. Matriz de Leopold con cuantificación de los factores ambientales que afectan el proyecto de Implementación de SSP

| MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|--------------|--------------------------------------------|-----------------|------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------|-----|-----|--|--|
| 1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTRUCCIONES | | A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN | | | | | | B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN | | | | C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS | | | D. PROCESOS | | E. ALTERACIÓN DEL TERRENO | | F. RECURSOS RENOVABLES | | | | K. OTROS | | | | |
| <p>1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto</p> <p>2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto</p> <p>3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido).</p> <p>4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadrillos suscritos con números superiores.</p> | | A. Introducción de flora o fauna exótica | C. Modificación del hábitat | E. Alteración de la hidrología | I. Riego | J. Modificación del clima | K. Incendios | M. Ruidos y vibraciones | A. Urbanización | L. Canales | R. Desmontes y rellenos | B. Excavaciones superficiales | D. Perforación de pozos y transporte de fluidos | F. Explotación forestal | A. Agricultura | B. Ganaderías y pastoreo | A. Control de la erosión, cultivos en terrazas o bancadas | D. Actuaciones sobre el paisaje | A. Reposición forestal | B. Gestión y control de la vida natural | C. Recarga de acuíferos subterráneos | D. Utilización de abonos | A. | B. | | | |
| | | ACCIONES PROPUESTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS | 1. TIERRA | C. Suelos | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 3,1 | 1,1 | (3),2 | (1),1 | (3),2 | 1,1 | (3),2 | (2),1 | 4,3 | (3),2 | 4,3 | (2),1 | 7,4 | 4,2 | 8,6 | 5,4 | 4,3 | 5,4 | | |
| | | | | D. Geomorfología | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (1),1 | (2),1 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | | | |
| 2. AGUA | C. Subterránea | | 2,1 | 1,1 | 3,1 | 3,1 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | (3),2 | (2),1 | (4),3 | 1,1 | 5,4 | (4),3 | (2),1 | 1,1 | 3,2 | 2,1 | 6,3 | 1,1 | 9,8 | 1,1 | | | | |
| | D. Calidad | | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | (4),3 | 1,1 | 4,2 | (3),2 | (3),2 | 1,1 | 3,2 | 1,1 | 5,3 | 1,1 | 6,4 | 1,1 | | | | |
| 3. ATMÓSFERA | F. Recarga | | 2,1 | 1,1 | 3,1 | 3,1 | (2),1 | (3),2 | (1),1 | (2),1 | (3),2 | (3),2 | (2),1 | 5,4 | (4),3 | (4),3 | 1,1 | 2,1 | 3,2 | 7,5 | 1,1 | 8,6 | 1,1 | | | | |
| | A. Calidad (gases, partícula) | | 2,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | (3),2 | (4),3 | 1,1 | (3),2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (3),2 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | 2,1 | 6,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | | | | |
| B. CONDICIONES BIOLÓGICAS | 1. FLORA | B. Clima (Micro y macro) | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | (2),1 | (3),2 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 7,6 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | | | | | |
| | | C. Temperatura | 1,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | (4),3 | (4),3 | 1,1 | (4),3 | 1,1 | (2),1 | 1,1 | 1,1 | (4),3 | (2),1 | 1,1 | 2,1 | 9,7 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | | | | | |
| | | A. Árboles | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 4,2 | (2),1 | (5),3 | 1,1 | (5),3 | (2),1 | (2),1 | (2),1 | 2,1 | (5),3 | (5),3 | (2),1 | 4,2 | 5,2 | 10,9 | 4,2 | 5,4 | 6,5 | | | | |
| | | B. Arbustos | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | (2),1 | (3),2 | 1,1 | (4),3 | (2),1 | (2),1 | (2),1 | 1,1 | (4),3 | (3),2 | (3),2 | 5,3 | 4,2 | 7,7 | 3,2 | 4,3 | 5,4 | | | | |
| | 2. FAUNA | C. Hierbas | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | (2),1 | (3),2 | 1,1 | (4),3 | (2),1 | (2),1 | (2),1 | 1,1 | (4),3 | (2),1 | (4),3 | 3,1 | 3,3 | 6,5 | 2,1 | 3,2 | 3,2 | | | | |
| | | D. Cosechas | 1,1 | 2,1 | 2,1 | 4,2 | (5),3 | (5),4 | 1,1 | (5),3 | 4,2 | (5),3 | (5),3 | 2,1 | (5),3 | 7,3 | (5),3 | 4,2 | 2,1 | 4,3 | 3,2 | 4,3 | 8,7 | | | | |
| | C. FACTORES CULTURALES | 1. USOS DEL TERRITORIO | A. Pájaros (Aves) | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | (2),1 | (5),3 | (3),2 | (2),1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (5),3 | (2),1 | 2,1 | 1,1 | 2,1 | 7,5 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | | | | |
| | | | B. Animales terrestres incluso reptiles | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,1 | (3),2 | (5),3 | (3),2 | (3),2 | 1,1 | (2),1 | (2),1 | 1,1 | (5),3 | (2),1 | 1,1 | 2,1 | 2,1 | 6,4 | 3,2 | 1,1 | 1,1 | | | |
| | | | A. Espacios abiertos o salvajes | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (3),2 | (3),2 | 1,1 | (3),2 | 1,1 | (3),2 | 1,1 | 1,1 | (3),2 | (3),2 | 1,1 | 4,2 | 3,2 | 9,7 | 3,2 | 2,1 | 2,1 | | | |
| | | | D. Pastos | 1,1 | 2,1 | 2,1 | 3,2 | (3),2 | (5),4 | 1,1 | (5),4 | 3,2 | (3),2 | 2,1 | 2,1 | (5),4 | (2),1 | (3),2 | 5,3 | 2,1 | 5,4 | 2,1 | 2,1 | 5,3 | | | |
| 3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO | | E. Agricultura | 1,1 | 3,1 | 2,1 | 4,3 | (3),2 | (5),4 | 1,1 | (5),4 | 4,3 | (3),2 | 2,1 | 2,1 | (5),4 | 9,9 | (5),4 | 3,2 | 1,1 | 3,3 | 1,1 | 4,3 | 8,7 | | | | |
| | | F. Residencial | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 2,2 | (2),1 | (3),2 | (3),2 | 4,3 | 2,2 | (2),1 | 2,1 | 2,1 | (3),2 | (5),4 | (3),2 | (3),2 | (2),1 | 2,1 | 1,1 | 2,1 | 2,1 | | | | |
| | | G. Comercial | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 1,1 | (2),1 | (3),2 | (3),2 | 4,3 | 1,1 | (2),1 | 2,1 | 2,1 | (3),2 | 5,3 | 2,1 | (2),1 | (2),1 | 4,2 | 1,1 | 3,2 | 3,2 | | | | |
| | | A. Vistas panorámicas y paisajes | 1,1 | 2,1 | 1,1 | 2,1 | (2),1 | (5),4 | 1,1 | (5),4 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | (5),4 | (2),1 | (3),2 | 4,2 | 6,4 | 10,10 | 4,3 | 1,1 | 3,2 | | | | |
| 4. NIVEL CULTURAL | C. Espacios abiertos | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (2),1 | (5),4 | 1,1 | (3),2 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | (5),4 | (2),1 | (2),1 | 3,2 | 4,2 | 9,7 | 3,2 | 1,1 | 2,1 | | | | | |
| | D. Paisajes | 1,1 | 2,1 | 1,1 | 4,2 | (3),2 | (3),2 | 1,1 | (5),4 | 2,2 | 4,2 | 1,1 | 1,1 | (3),2 | 2,2 | (3),2 | 5,4 | 8,5 | 10,10 | 4,2 | 2,1 | 4,3 | | | | | |
| | A. Estados de vida | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 3,2 | (2),1 | (5),4 | 2,1 | 4,2 | 2,2 | 3,2 | 2,1 | 3,2 | (5),4 | 7,4 | 4,2 | 2,1 | 4,2 | 8,6 | 2,1 | 3,2 | 2,1 | | | | | |
| | B. Salud y seguridad | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 2,2 | (2),1 | (5),4 | 2,1 | 3,2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | (5),4 | 5,3 | 2,1 | 1,1 | 3,2 | 7,5 | 2,1 | 4,3 | 1,1 | | | | | |
| E. OTROS | C. Empleo | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | (2),1 | (3),2 | 1,1 | 2,2 | 3,2 | 3,2 | 1,1 | 3,2 | (3),2 | 8,6 | 4,2 | 3,2 | 2,2 | 6,4 | 1,1 | 1,1 | 4,3 | | | | | |
| | D. Densidad de población | 1,1 | (2),1 | (2),1 | (2),1 | (2),1 | (3),2 | (3),2 | 6,4 | 1,1 | (3),2 | (2),1 | (3),2 | (5),4 | 4,3 | 5,4 | (2),1 | (5),4 | (5),4 | (2),1 | (3),2 | 1,1 | | | | | |
| | A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.8.7 Identificación de impactos en el proyecto de implementación de SSP a lo largo del Bypass de San Miguel.

Impactos negativos

- Modificación los recursos hídricos debido a la explotación forestal y la agricultura (MFQ)

Con la explotación forestal y debido al incremento de la agricultura en la zona del bypass se pueden generar pérdida de la calidad del agua y las zonas de recarga se verían afectadas por ser parte del corredor seco, lo que supondría pérdidas de los SSP plantados a lo largo de la vía.

- Posibilidad de incendios al bosque generando contaminación y pérdidas de los SSP plantados (MFQ)

Por ser una zona de corredor seco se pueden dar incendios o también por estar cerca de la vía pueden arrojar un cigarrillo y esto puede generar un fuego que ocasione la pérdida de los SSP, además se incrementaría la temperatura en la zona lo que dificultaría el crecimiento de pastizales.

- Disminución de la flora debido al posible incremento de urbanizaciones, agricultura y explotación forestal (MB)

Se corre un riesgo que debido al crecimiento de la zona urbana a lo largo de la vía o al hecho que se dedique más a la agricultura o cuando se siembren árboles se exploten forestalmente se puedan perder los SSP o no se lleguen a implementar.

- Disminución de la fauna debido a posibles incendios o explotación forestal (MB)
- Se corre el riesgo que debido a incendios en los SSP o a la explotación la fauna existente tienda a desaparecer o en su caso emigren a otras zonas.

- Alteración de parte del territorio de pastos y agricultura debido a incendios, aumento de urbanizaciones y explotación Forestal (MFC)

Se tiene previsto que se harán sembradíos de pasto a lo largo del By Pass, pero dependerá de cómo quieran usar el territorio, ya que muchas veces esas áreas se sacrifican para hacer urbanizaciones, o hay incendios que queman los cultivos.

- Degradación del paisaje debido a incendios, aumento de las urbanizaciones y explotación forestal (MFC)

El incremento de urbanizaciones y la explotación forestal pone en peligro el paisaje de la zona y con la implementación de SSP se pretende que haya un aumento en la escena paisajística del By Pass de San Miguel.

- Afectación a los niveles en la salud debido a posibles incendios (humo u hollín) y explotación forestal (MFC)

Los incendios pueden ocasionar problemas de salud a los pobladores de la zona, así como la explotación forestal puede generar la disminución de ingresos económicos.

Impactos Positivos

- Control de la erosión de los suelos debido al incremento de la reposición forestal (MFQ)

Al implementar los SSP en la zona se genera un control de la erosión ya que el suelo tendrá cobertura vegetal y no será afectado por el viento y el agua.

- Modificación a la recarga y calidad de agua subterránea debido a la reposición forestal (MFQ)

Los bosques que se generen a partir de la implementación de los SSP a largo plazo generaran zonas de recarga acuática subterránea.

- Baja de la temperatura, aumento de la calidad del aire y mejoramiento del clima debido a la reposición forestal (MFQ)

Al implementar los SSP a lo largo de la carretera contribuirá a mejorar el clima, se sentirá más fresco y la calidad del aire aumentará debido a la reducción de CO₂.

- Mejoramiento de cosechas en árboles y pasto debido al incremento de flora en la zona de implementación de los SSP (MB)

En los SSP se pueden plantar árboles maderables y frutales y diferentes tipos de pastos, esto ayudara a incrementar la flora y generara ganancias a los pobladores de la zona.

- Generación de bosque, recarga de acuíferos y generación de abono con la reforestación forestal (MB).

Los SSP generarán bosques que contribuirán a las zonas de recarga y el material orgánico será utilizado para generar bancos de abono.

- Aumento de la producción de abono orgánico debido a la recolección de hojas generadas por la reposición forestal (MB)

Con el tiempo los árboles y pastos se recogerán en bancos de abono y se podrán utilizar en la agricultura de las zonas cercanas.

- Incremento de las cosechas de pastos al aplicar abono orgánico e incremento de silos para la ganadería (MB)

Los pastos podrán ser abonados con material orgánico y serán más productivos para los pobladores, también podrán guardar el pasto en silos para posteriormente darlos a comer en época seca al ganado.

- Productividad de la agricultura en las zonas cercanas debido al riego de agua por medio de canales conectados a las zonas de recarga (MB).

Las acequias servirán para riego a las zonas de agricultura cercanas a la carretera y con ello incrementaran las cosechas a los pobladores que las pueden utilizar para venta o consumo.

- Mejoramiento del paisaje verde debido a la reposición forestal (MB)

El paisaje a lo largo de la vía será más agradable a la vista del automovilista y pobladores de la zona.

- Modificación de la fauna debido a los bancos de bosques generados por la Implementación de SSP (MB)

Las aves y mamíferos tendrán un espacio donde habitar, ya que el nuevo bosque les brindara protección y descanso a los que emigran y pasan por el corredor seco de la zona oriental.

- Modificación de los espacios abiertos y salvaje con la reposición forestal (FC)

Los bosques harán zonas que mejoraran y albergaran animales salvajes o árboles nativos que podrán subsistir sin verse amenazados.

- Aumento de la Producción de Madera y leña debido a los procesos de chapoda y corta programada (FC)

Con la implementación de los SSP se podrán hacer cortas programadas de leña y árboles que pueden ser ocupados como postes o para venta de madera.

- Aumento del comercio de pastos y bancos de abonos a comunidades cercanas (FC)

El comercio de pastos entre zonas aledañas, así como el abono generado por el compostaje será un incentivo económico para los pobladores de la zona

- Modificación del paisaje escénico por la reposición forestal (FC)

A lo largo de las vías se puede apreciar el cambio que es notoria cuando se aplican técnicas de reforestación, en nuestro caso los SSP harán un cambio sustancial y notorio a lo largo del Bypass de San Miguel.

- Mejoramiento de las vistas panorámicas de la zona del By Pass San Miguel. (FC)

A lo largo de la vía el automovilista podrá hacer paradas para apreciar la belleza escénica que se generará con los SSP.

- Cambio en los estados de vida de los pobladores de las zonas aledañas al By Pass San Miguel debido a la reposición forestal. (FC)

Al implementar los SSP los pobladores se beneficiarán con la madera, pasto y bancos de abono que se puedan generar, además podrán tener el ganado en las zonas de pastoreo previamente seleccionadas para su uso continuo y moderado.

- Incremento de la salud de los pobladores de la zona debido al aumento en la calidad del aire con la reposición forestal. (FC)

Al haber más bosque la zona será más fresca y por ende la calidad del aire será mejor, lo que beneficiará a los habitantes de la zona en la reducción de enfermedades respiratorias.

- Aumento del empleo en la zona del By Pass de San Miguel debido al tratamiento y mantenimiento que se le dará a los SSP, además se generará zonas de pastoreo que requerirá del cuidado de ganado y pastos. (FC)

Los pobladores de la zona podrán trabajar directamente con los SSP tanto en siembra como en mantenimiento de los mismos, además podrán disponer de zonas de pastoreo donde podrán introducir ganado que ellos mismo adquieran.

- Las zonas cercanas a la vía generaran empleo debido al incremento de la agricultura. (FC)

Al tener acequias y pozos de infiltración los pobladores podrán tener mejores cosechas y podrán comercializar sus productos en lugares cercanos a la vía o mercados locales.

- Con las oportunidades de empleo se pueden generar espacios donde se asentarán personas, permitiendo una urbanización controlada y que trate de cuidar las zonas de agricultura y pastoreo. (FC)

En zonas previamente definidas se pueden generar pequeñas urbanizaciones que podrán aumentar el empleo de los pobladores de la zona siempre y cuando haya un equilibrio con los SSP implementados en el área circundante.

La evaluación y cuantificación de impactos por el método de criterios relevantes integrados y el plan de manejo ambiental no se desarrollaron ya que, por ser una prefactibilidad, se debe de limitar u omitir ciertos aspectos; pero estos se tendrán que realizar en la etapa de factibilidad.

3.8.9 Consideraciones sobre la evaluación ambiental

- El proyecto de Implementación de Sistemas Silvopastoriles como medidas de compensación ambiental y mejoramiento del paisajismo escénico a lo largo del bypass periférico Gerardo Barrios de la ciudad de San Miguel, se encuentra ubicado a la largo de la vía y será implementado en el tramo 2 y comprende los municipios de Quelepa, Moncagua y San Miguel, será de vital importancia para la zona ya que

se pretende mejorar el paisaje y ayudar al medio ambiente, además será un polo de desarrollo económico a futuro para los pobladores de la zona.

- El objetivo del Estudio de Impacto Ambiental es proporcionar y establecer una base de información, sobre los factores ambientales existentes que podrían resultar afectados por los impactos del proyecto, para poder evaluar los impactos ambientales del mismo durante todas las fases de su implementación.
- Las actividades más impactantes del proyecto, desde el punto de vista de los impactos negativos son: los posibles incendios que puedan acechar a las plantaciones forestales, las sequias por ser parte del corredor seco que si no se le da tratamiento no podrán crecer los árboles, además el paisaje a lo largo de la vía se vería muy afectado por lo que es necesario que se le de manejo y tratamiento a esta técnica de restauración.
- La implementación del proyecto también traerá una serie de impactos ambientales positivos, especialmente sobre los factores sociales, entre ellos destacan la mayor cobertura vegetal (impacto directo), que se traducirá en una recarga de mantos acuíferos, baja en las temperaturas de la zona, mejoramiento del paisaje escénico y en una menor incidencia de enfermedades respiratorias (impacto indirecto), y por ende una mejor salud de los usuarios. Adicionalmente, durante el proyecto se generarán puestos de trabajo para la población local, especialmente durante la etapa de siembra de los SSP
- La participación ciudadana es de vital importancia para implementar los SSP ya que ellos son los que cuidaran el pastizal y bosque que se genere a partir de las plantaciones y también serán los encargados de darle tratamiento y manejo a esta y otras técnicas de restauración que se puedan implementar a futuro.
- En esta etapa solo se evalúan los impactos negativos y positivos en forma cualitativa, por lo que la evaluación y cuantificación de impactos no se realizan, además el plan de manejo ambiental se tendrá que realizar en la etapa de factibilidad de este proyecto para tener una mejor claridad de los costos y beneficios que se generan por cada impacto.

3.9 Evaluación Paisajística

Para realizar la evaluación paisajística al proyecto de implementación de SSP a lo largo del Bypass de San Miguel, se apoyará en la documentación antes desarrollada en el capítulo 2, describiendo, los factores de valoración asociados a la interpretación ordenada e integradora de la ecología del paisaje visible desde la vía; finalmente, se evaluarán los impactos positivos y negativos mediante la aplicación del método de Fragilidad del Paisaje.

El Estudio de Paisaje, es un instrumento de dinamización y de mejora de la calidad del territorio, es una herramienta muy útil para orientar los futuros desarrollos urbanísticos y territoriales, preservando la identidad del territorio (Criado, 2012). Tradicionalmente, el paisajismo ha sido enfocado y visualizado únicamente como elemento decorativo. Una manipulación estética de la naturaleza para fines específicos; siempre teniendo en consideración sólo el aspecto escénico y de esparcimiento en el área afectada. (Ugarte, 2015)

El paisaje, es a la vez, una realidad física y la representación que culturalmente nos hacemos de ella; la fisonomía externa y visible de una determinada porción de la superficie terrestre y la percepción individual y social que genera. Un tangible geográfico y su interpretación intangible. Es al mismo tiempo, significante y significado, el continente y el contenido, la realidad y la ficción (NOGUÉ, J. 2008).

Para el análisis, los beneficios asociados al paisajismo escénico a lo largo de la vía, son de carácter subjetivo, es decir, que la población que transita por lugares ambientalmente destacados, podrán percibir un estado de ánimo optimo el cual les permitirá disfrutar de la contemplación del entorno, del acceso a los recursos ambientales, patrimoniales históricos y artísticos, a las infraestructuras recreativas y de esparcimiento, a los equipamientos colectivos dispuestos como apoyo de la misma, como son áreas comerciales, áreas de servicio, miradores, ciclovía, entre otras.

3.9.1 Variables para evaluar la fragilidad del paisaje.

Para evaluar la fragilidad del paisaje, se vuelve necesario, conocer el origen, la evolución y la historia del territorio, en ellas se expresa la cultura, la naturaleza circundante y se establecen valores paisajísticos propios de su recorrido con diversas cualidades escénicas evidentes y potenciales, a continuación, se describen las variables para determinar las unidades del paisaje:

- a) **Factores biofísicos:** que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación.

- **Suelo:** La zona del proyecto cuenta con una pedología cuya clasificación está dentro de los llamados Grumosoles y los Litosoles, (ver el apartado de pedología del Ambiente Físico de la Evaluación Ambiental en la página 134).
- **Cubierta Vegetal:** La zona del proyecto, se desarrolla en su mayor parte sobre terreno rustico de uso agrícola, la mayor extensión del proyecto constituye áreas de cultivos y pastizales.
- **Pendientes:** La topografía se presenta en tierras con pendientes inclinadas y complejas de moderada o baja fertilidad natural, de buen drenaje, de textura franco arcillosa a arcillosa; predominan pendientes que no son mayores al 15%, aunque pueden existir pequeñas zonas con pendientes mayores debido a cuencas que rodean la zona, (ver el apartado de agrología y pendientes del Ambiente Físico de la Evaluación Ambiental en las páginas 135).



Figura 30. Composición del suelo del municipio de San Miguel.

Fuente: Memoria de Labores GOES 2021.

- **Condiciones físicas del sitio:** La zona del proyecto percibe entre 8 y 9 horas diarias de luz solar, lo cual se considera un promedio alto, en comparación a algunas zonas del país donde se reciben solamente 6.5 horas/ día. A lo largo del año los promedios de velocidad del viento son bastante bajos y varían de 1.1 a 1.6 puntos en la escala de Beaufort; la cuál define entre las características de este rango se menciona que la velocidad promedio del viento va de 2 a 5 km/h. La dirección predominante del viento es del sur.

- b) Carácter histórico-cultural:** No hay una carretera que pueda conectar el puerto de la Unión con otras carreteras de la región; el Municipio de San Miguel es el único centro urbano de la Subregión que cuenta con equipamientos culturales y religiosos de carácter regional: Asilos de ancianos, Orfanatorios, Teatro Nacional, Museo Regional de Oriente, y Hospitales públicos y privados, entre otros, (ver el apartado de salud del Ambiente Socioeconómico de la Evaluación Ambiental en la página 144).
- c) Accesibilidad:** Actualmente la velocidad de viaje alrededor de la ciudad de San Miguel se vuelve muy lenta, la construcción del Bypass, eliminará el cuello de botella en dirección este-oeste de manera estratégica y proporcionará un mejor acceso de la región occidental y a la zona norte, particularmente de Honduras a través de El Amatillo vía RN18, no solo proveerá una ruta alternativa entre el tráfico en dirección este-oeste sino que sirve como un buen vínculo para el tráfico en dirección norte-sur para conectar la carretera Longitudinal del Norte en las zonas aisladas del norte con la ciudad de San Miguel y el puerto de La Unión. Esta nueva infraestructura vial, podrá atraer a turistas nacionales y extranjeros y crear nuevas oportunidades de trabajo en hoteles, restaurantes y comercios, ofrecerá un acceso fiable a las instalaciones de salud y educación, mejorando el equilibrio entre el área metropolitana de San Salvador y otras regiones.



Figura 31. Embotellamiento a la entrada de la ciudad de San Miguel.

Fuente: Memoria de Labores GOES 2021.

3.9.2 Factores de valoración del paisaje.

Entre los factores de valoración relacionados con el potencial y posibilidades interpretativas del paisaje en los recorridos en la red vial territorial, se pueden enlistar los siguientes:

1. Secuencias claras de las transiciones y cambios paisajísticos apreciables a lo largo del recorrido.
2. Lecturas ordenadas de los procesos, elementos y componentes que definen los paisajes visibles desde la vía.
3. Modelos de representación del carácter paisajístico de las áreas que conforman el entorno vial.
4. Interpretaciones conjuntas e integradoras de la ecología del paisaje presente en los ámbitos territoriales.
5. Recorridos históricos, patrimonio de la obra civil e ingeniería en general.

La escena del paisaje, vistos desde la carretera, proporciona una secuencia de vistas de cubierta vegetal y cubierta arbolada, implementar los sistemas silvopastoriles aprovechará mostrar al viajero la disposición y arreglos espaciales con los cuales se ordenarán los diversos elementos, es decir, que el viajero tendrá una aproximación visual al territorio recorrido y del paisaje que se percibe desde la conducción y por las condiciones del vehículo en que transita.



Figura 32. Vistas del municipio de San Miguel.
Fuente: Memoria de Labores GOES 2021.

3.9.3 Valoración del paisaje.

Habiendo descrito las variables para determinar las unidades del paisaje, la valoración se hará según la aplicación de la ecuación (15), obteniéndose:

$$VFVP = \sum S \frac{f}{nf} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

VFVP es el valor de la fragilidad visual del punto

S valor promedio de las unidades de paisaje.

f son los factores biofísicos.

n es el número de factores considerados.

Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3, algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrá aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la fórmula conforme el número de factores que se utilicen.

- ***Cálculo del valor promedio de las unidades de paisaje S***

Según las unidades de paisaje que intervienen en el área de estudio y la interpretación a través de sus componentes, las unidades que intervienen son:

- a) *Parque con cultivo pradera* cuyo valor es de 13.1
- b) *Pradera con ganadería* cuyo valor es de 13.8

Para el análisis, se tomará el promedio de ambas unidades de paisaje, es decir que el valor de S , se obtiene de acuerdo a:

$$S = (13.1 + 13.8) / 2$$

$$S = 26.90 / 2$$

$$S = \mathbf{13.45}$$

- ***Cálculo del factores biofísicos y número de factores considerados***

Para el análisis, se hará uso del cuadro 44, donde los valores fluctúan entre 1 y 3, la evaluación se ha realizado conforme a percepción que se obtuvo al realizar las visitas de campo, en relación a todo lo anteriormente descrito, se obtienen los resultados siguientes:

Para el análisis se tiene:

f = factores biofísicos valor numérico (17).

n = número de factores considerados (9)

Cuadro 44: Factores para la evaluación de la fragilidad del paisaje

| EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|----------|
| FACTOR | | CARACTERISTICA | Valor de Fragilidad | |
| | | | Nominal | Numérico |
| D | Densidad de la Vegetación | 0 a 34 % suelo cubierto de especies leñosas | Alto | 3 |
| E | Diversidad de estratos de la vegetación | > 3 estratos vegetacionales | Bajo | 1 |
| A | Altura de la Vegetación | >1 m <3 m de altura promedio | Medio | 2 |
| ES | Estacionalidad de la Vegetación | Vegetación Mixta | Medio | 2 |
| CV | Contraste Cromático (veg / veg) | Manchas monocromáticas | Alto | 3 |
| CS | Contraste Cromático (veg / suelo) | Contraste visual medio | Medio | 2 |
| P | Pendiente | 0 a 25 % | Bajo | 1 |
| O | Orientación | Exposición sureste / noroeste | Medio | 2 |
| H | Valor Histórico y Cultural | Baja unicidad / singularidad / valor | Bajo | 1 |

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Benayas, (1992).

• ***Cálculo de fragilidad del paisaje***

Sustituyendo los resultados anteriores en la ecuación 15, se tiene que:

$$Valor\ de\ Fragilidad = \sum 13.45 \frac{17}{(9)(17)} \quad (Ec. 15)$$

$$Valor\ de\ Fragilidad = 1.48 \quad (Ec. 15)$$

Y de acuerdo con los posibles resultados podrían tener las siguientes condiciones:

- Si el valor de fragilidad es menor a 3, **se acepta el proyecto.**
- Si el valor de fragilidad es mayor a 3, **se rechaza el proyecto.**

Para el análisis, el valor de fragilidad del paisaje en un punto es de 1.48, por lo tanto, está en el rango de los resultados óptimos, es decir, se acepta el proyecto. La implementación de sistemas silvopastoriles permitirá establecer un potencial de desarrollo turístico y recreativo, además servirá como elemento útil para la gestión territorial de la subregión.

Capítulo 4 – Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados de los productos generados, como parte final del proceso de Investigación.

Con el desarrollo del trabajo de investigación se ha demostrado que los sistemas silvopastoriles es una opción de restauración y conservación de la biodiversidad viable para la microrregión de los municipios de Quelepa, Moncagua y San Miguel ya que es una técnica de restauración ambiental que el ministerio de agricultura y ganadería está impulsando en el país para tratar de mitigar los efectos del cambio climático, al implementarla en la zona antes mencionada permitirá generar beneficios socioeconómicos, ambientales y paisajística a los pobladores de la zona.

El costo social de implementar los sistemas silvopastoriles a lo largo del By-pass de San miguel son mucho menores (\$232,853.87) a los Beneficios que se generan por el proyecto (\$245,323.18), ya que se incluyen beneficios económicos, sociales, ambientales y paisajísticos, el beneficio costo obtenido es de \$1.05 y el periodo de recuperación es de 12 años, lo que indica que por cada dólar invertido en ese lapso de tiempo no se pierde la inversión y por ser un proyecto social genera más beneficios indirectos a los pobladores de la zona, como la promoción de la economía local esto es con la venta de madera y productos agrícolas, turismo al ser un área verde se puede hacer senderismo y visitas a lugares naturales de la zona, mayor producción agrícola al tener una variedad de cultivos, desarrollo agroindustrial y mejoras en los servicios de salud, educación y otros, ya que los factores contaminantes se reducen significativamente para el área intervenida; por lo tanto el proyecto se considera viable desde el punto de vista socioeconómico.

Los beneficios ambientales que se logran con la implementación de los sistemas silvopastoriles son diversos entre ellos esta: la protección del suelo con el control de la erosión, generación de nutrientes debido al compostaje, conservación de las aguas superficiales debido a la regulación del ciclo hídrico que se genera con los SSP, mejora en la climatología de la zona al tener mayor cobertura vegetal, protección de la biodiversidad al crear zonas de protección ecológicas y mejoramiento del paisajismo escénico, que se genera desde la carretera y fomenta la participación de los ciudadanos en la implementación de esta técnica de restauración ambiental, por lo tanto, el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental.

Los beneficios en el mejoramiento del paisajismo escénico en la zona del By-pass de San Miguel son los de mayor accesibilidad visual que se genera a través de la cobertura vegetal con la integración de la carretera, esta conectividad hace que los viajes por la carretera sean menos cansados, disminuye el stress de los conductores al momento de manejar y que en la

zona se generó un microclima donde la disminución de la temperatura sea perceptible para los pobladores, por lo que también es viable paisajísticamente, lo que se pretende al implementar esta técnica de restauración es generar una infraestructura verde que contraste con la intervención que se genera por la construcción de la carretera.

Finalmente se logró diseñar un proceso metodológico que permite evaluar de forma multidimensional este tipo de proyectos sociales y proporciona una visión holística de todas las partes que se van evaluando de forma individual y se integran con el fin de dar una respuesta viable a este y otros proyectos (dependerá del objeto de estudio) para así evitar respuestas ambiguas y subjetivas en la toma de decisiones para la viabilidad de proyectos.

4.2 Recomendaciones

Las recomendaciones están dirigidas para que se gestione el uso de este proceso metodológico, que está enfocado al área social, además se debe continuar haciendo este y otros tipos de investigaciones relacionados a proyectos sociales de diferentes disciplinas o áreas de interés que proporcionen beneficios a los pobladores.

Se recomienda aplicar este proceso metodológico; en otros proyectos similares para comprobar su validez y razón de diseño a fin de realizarle modificaciones en las diferentes etapas de su ejecución, ya que en el país no se cuenta con un método que evalúe de manera multidimensional los proyectos sociales.

Se recomienda, que para futuras evaluaciones de proyectos sociales se cuente con los factores de corrección a precios sociales de El Salvador, actualmente solo el FISDL posee el acceso a esta información que es reservada y privada, ya que son de vital importancia para realizar las evaluaciones a proyectos sociales.

Se recomienda, que la técnica de restauración de sistemas silvopastoriles se utilice en otras áreas del país principalmente donde sea intervenido el paisaje natural con la construcción de nueva infraestructura, ya que su implementación genera a lo largo del tiempo mayores beneficios, socioeconómicos, ambientales y paisajísticos que permiten una dinamización de la economía local y regional del país.

Se recomienda profundizar en la sistematización del método descrito en el capítulo número 2 de esta investigación, por parte de otro equipo, ya sea para trabajo de graduación de pregrado o maestría, con el fin de crear una herramienta práctica para realizar la evaluación de proyectos. Para la evaluación de proyectos privados, se deben emplear los factores cuantitativos con los que se logre obtener resultados más amplios en la prefactibilidad económica, como pueden ser: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Costo Beneficio (CB).

BIBLIOGRAFIA

- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*.
- Araujo Santín, J. (2001). *Estudio La Ganadería Bovina en El Salvador*, MAG. El Salvador.
- Ardía Losada, J. H. (2013). *PAISAJISMO VIAL, ARQUITECTURA, FUNDAMENTO Y MÉTODO*.
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Braun, A. (2016). *Incremento de los Sistemas Silvopastoriles en America del Sur*.
- Carías Juárez, B. E., Chacón Novoa, E. T., & Martínez Márquez, M. Á. (Octubre de 2004). VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS EN EL SALVADOR. San Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Centro Nacional de Registro. (1998). *Monografía del Municipio de San Miguel*. San Salvador: Centro Nacional de Registro.
- CIPAV, C. P. (2004). *Sistemas silvopastoriles. Establecimiento y manejo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas*. Cali.
- CLIMATE DATA. ORG. (2021). *CLIMA: San Miguel*. Recuperado el Abril de 2017, de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/republica-de-el-salvador/departamento-de-san-miguel/san-miguel-3769/>
- Crespo. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 329-335.
- Criado, A. M. (2012). Guía metodológica. Estudios de paisaje.
- Dirección General de Estadística y Censos. (2021). *El Salvador: Estimación y Proyección de población municipal 2005 - 2035*.
- Echániz, I. E. (2008). *La Carretera en el paisaje. Criterios para su planificación,*.
- Escalona. (2009). *Métodos de evaluación financiera en evaluación de proyectos*. Argentina: El Cid editor.
- MAG-CENTA-PROLECHE-MASHAV, C. (2002). *Documento Ensilaje*.
- MORA. (2006). Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales. TURRIALBA.
- Morales, A. &. (2009). *Proyectos de inversión. Evaluación y formulación*. Mexico: McGraw Hill.

- Moreno, O. (2012). EL PAISAJE COMO PLATAFORMA DE COMPRENSIÓN Y GESTIÓN DE LAS DINÁMICAS AMBIENTALES Y SOCIALES DEL TERRITORIO.
- Navas, A. (2010). *Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical*. Colombia.
- Rivera et al., (2019). *X Congreso internacional de Sistemas Silvopastoriles por una producción sostenible*. Paraguay: CIPAV.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2015). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos de forraje*. Colombia.
- Sosa, M. (2007). *Fundamentos teórico-metodológicos para la evaluación económico-financiera de proyectos de inversión*. Argentina: El Cid editor.
- Tropical, B. S. (s.f.). *Scrib*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/60391424/Bosque-Seco-Tropical>
- Ugarte, A. J. (2015). *Arquitectura y Paisajismo Tropical Sostenible*.
- Vela, J. D. (2015). *La carretera y el paisaje en movimiento como objeto de interpretación*.
- Velez y Moreno. (1993). *Principios de Agrosilvicultura*. EN: *Cronica Forestal y del Medio Ambiente N° 8*.
- Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. (2019). *Plan de Desarrollo Territorial de la Subregion de San Miguel*. San Miguel: FOSEP.
- WIKIPEDIA. (s.f.). *Clasificación climática de Köppen*. Recuperado el Abril de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen
- Young, A. (1987). *Soil productivity, soil conservation and land evaluation*. *Agroforest Syst* 5. Kenia.

ANEXO 1: CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO.

El proyecto y su ubicación

El Proyecto inicia desde el desvío a Moncagua pasando por Hato Nuevo hasta el Papalón cubriendo 3 municipios de Quelepa, Moncagua y San Miguel.



Figura 33. Ubicación del Proyecto.

Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

Se pretende realizar con el proyecto es implementar 24 sistemas silvopastoriles a lo largo de la Vía a construir y específicamente en el tramo 2, que es el que tendrá más afectación ambiental y con ello se pretenderá mejorar el paisaje y compensar la pérdida de Biodiversidad.

CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO

Normativa Legal Internacional

Cumpliendo con el Artículo 144 de la Constitución de la República, “Los Tratados Internacionales celebrados por El Salvador, con otros Estados o con organismos internacionales, constituyen leyes de la República al entrar en vigencia, conforme a las disposiciones del mismo tratado y de esta Constitución”. Por lo que debe considerarse dentro del análisis jurídico para una aplicación efectiva de dichas disposiciones.

Cada país suscriptor de un Tratado o Convención, debe regular los aspectos desarrollados a través de una normativa nacional, sea esta una Ley o un Reglamento, con la finalidad de dar cumplimiento a la normativa internacional y poder cumplir con los compromisos adquiridos a nivel internacional. El Proyecto debe retomar en su análisis o diagnóstico, para su Estudio de Factibilidad, lo regulado por dicha normativa, para la realización de las actividades que se llevarán a cabo en todo el proceso del Proyecto. Esta Normativa Internacional se aplicará en la Etapa de Factibilidad, ya que todas deben ser tomadas en cuenta al inicio del proceso, por ser regulaciones a nivel internacional y específicamente en la Región de Centro América.

Convenio Regional para el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales y Forestales y el Desarrollo de Plantaciones Forestales.

Objetivo: Establecer acciones concertadas dirigidas a la preservación del medio ambiente por medio del respeto y armonía con la naturaleza, asegurando el equilibrio, desarrollo y explotación racional de los recursos naturales del área con miras al establecimiento de un nuevo orden ecológico en la Región

Decreto Legislativo. Fecha de Suscripción: 29 de octubre de 1993

Publicación: Diario Oficial No 155, Tomo No 324, de fecha 24 de agosto de 1994

Autoridad Competente: Ministerio de Agricultura y Ganadería

El Artículo 3, establece que los Estados contratantes del Convenio se comprometen a mantener opciones abiertas para el desarrollo sostenible de los países Centroamericanos, se realizará mediante la consolidación de un Sistema Nacional y Regional de Áreas Silvestres Protegidas que aseguren la conservación de la biodiversidad. Deberán orientar programas nacionales y regionales agropecuarios bajo una visión integral, donde el bosque y el árbol constituyan un elemento básico de la productividad y los suelos se utilicen en concordancia con su mejor aptitud; así como orientar los programas nacionales y regionales de manejo forestal, bajo una visión conservacionista y la reforestación para recuperar tierras degradadas de aptitud preferentemente forestal, actualmente bajo uso agropecuario, que rindan usos múltiples para los diferentes usuarios y que promuevan preferiblemente el uso de especies nativas, y la participación local en la planificación, ejecución y distribución de beneficios.

Con referencia a la vinculación al Proyecto, este Convenio regula sobre el manejo del Recurso Forestal y la productividad de los suelos; aspectos que se encuentran desarrollados en la Ley Forestal; por lo cual es de respetar las disposiciones establecidas en dicha normativa y así se cumple con el compromiso de realizar un desarrollo sostenible de los países Centroamericanos suscriptores del Convenio. Por lo tanto, para la poda y tala de los árboles, deberá tomarse en cuenta lo normado en el Convenio y lo regulado en la Ley Nacional (Ley Forestal).

Protocolo de Kioto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre la Diversidad Climática

Objetivo: Promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del Artículo 3.

Decreto Legislativo: Fecha de Suscripción: 06 de junio de 1998

Fechas de Ratificación: 17 de septiembre de 1998

Publicación: Diario Oficial No 192, Tomo No 341, Fecha: 15 de octubre de 1998

Autoridad Competente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Artículo 2 establece que las Partes procurarán limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal generadas por los combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional trabajando por conducto de la Organización de Aviación Civil Internacional y la Organización Marítima Internacional, respectivamente.

Las partes se empoderan en aplicar las políticas y medidas a que se refiere el presente artículo de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos, comprendidos los efectos adversos del cambio climático, efectos en el comercio internacional y repercusiones sociales, ambientales y económicas, para otras Partes; especialmente las Partes que son países en desarrollo y en particular las mencionadas en los párrafos 8 y 9 del Artículo 4 de la Convención; teniendo en cuenta lo dispuesto en el Artículo 3 de la Convención.

Se considera que convendría coordinar cualesquiera de las políticas y medidas señaladas en el inciso a) del párrafo 1, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales y los posibles efectos, examinar las formas y medios de organizar la coordinación de dichas Políticas y medidas. El Protocolo tiene como finalidad reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual se debe tomar en cuenta en el proceso de construcción del proyecto, para tratar de evitar con contaminación con las maquinarias que se utilizarán en la etapa de construcción.

Convención sobre la Diversidad Biológica

Objetivo: De la diversidad biológica, la utilización sostenible y sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, entre otras cosas un acceso adecuado a estos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y tecnologías

Decreto Legislativo: Fecha de Suscripción: 5 de junio de 1992. Fecha de Ratificación: 23 de marzo de 1994

Publicación: Diario Oficial No 92, Tomo No 323, Fecha: 19 de mayo de 1994

Autoridad Competente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Artículo 10 establece que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

- a) Integrará el examen de la conservación y la utilización sostenible de los recursos biológicos en los procesos nacionales de adopción de decisiones;
- b) Adoptará medidas relativas a la utilización de los recursos biológicos para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica;
- c) Protegerá y alentará, la utilización consuetudinaria de los recursos biológicos, de conformidad con las prácticas culturales tradicionales que sean compatibles con las exigencias de la conservación o de la utilización sostenible;
- d) Prestará ayuda a las poblaciones locales para preparar y aplicar medidas correctivas en las zonas degradadas donde la diversidad biológica se ha reducido; y
- e) Fomentará la cooperación entre sus autoridades gubernamentales y su sector privado en la elaboración de métodos para la utilización sostenible de los recursos biológicos.

En el Artículo 14 se regula sobre la evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso, para lo cual cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, deberá realizar lo siguiente:

- a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.
- b) Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;
- c) Promoverá, con carácter recíproco, la notificación, el intercambio de información y las consultas acerca de las actividades bajo su jurisdicción o control que previsiblemente tendrían efectos adversos importantes para la diversidad biológica de otros Estados o de zonas no sujetas a jurisdicción nacional, alentando la concertación de acuerdos bilaterales, regionales o multilaterales, según proceda;
- d) Notificará inmediatamente, en caso de que se originen bajo su jurisdicción o control peligros inminentes o graves para la diversidad biológica o daños a esa diversidad en la zona

bajo la jurisdicción de otros Estados o en zonas más allá de los límites de la jurisdicción nacional, a los Estados que puedan verse afectados por esos peligros o esos daños, además de iniciar medidas para prevenir o reducir al mínimo esos peligros o esos daños; y

e) Promoverá arreglos nacionales sobre medidas de emergencia relacionadas con actividades o acontecimientos naturales o de otra índole que entrañen graves e inminentes peligros para la diversidad biológica, apoyará la cooperación internacional para complementar esas medidas nacionales y, cuando proceda y con el acuerdo de los Estados o las organizaciones regionales de integración económica interesados, establecerá planes conjuntos para situaciones imprevistas

El Proyecto deberá realizar sus actividades tomando en cuenta la protección de los Recursos Biológicos del lugar, específicamente cumplir con el artículo 14 que regula sobre la evaluación de impacto, debiendo cumplir con lo establecido en la Convención.

Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Naciones Unidas 1992)

Objetivo: Lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la Atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible

Decreto Legislativo: Fecha de Suscripción: 29 de octubre de 1994. Fecha de Ratificación: 14 de junio de 1994

Publicación: Diario Oficial No 154. Tomo No 324. Fecha: 24 de agosto de 1994

Autoridad Competente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

En el Artículo 4, se regulan los compromisos de las partes, deberán entre otras, formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, según proceda, regionales, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático, teniendo en cuenta las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático

Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria,

la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos Promover la gestión sostenible y promover y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los sumideros y depósitos de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos.

Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la ordenación de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas, particularmente de África, afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones

Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él.

Para calcular las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero a los fines del inciso b), se tomarán en cuenta los conocimientos científicos más exactos de que se disponga, entre ellos, los relativos a la capacidad efectiva.

Ello incluye las políticas y medidas adoptadas por las organizaciones regionales de integración económica, los sumideros y a la respectiva contribución de esos gases al cambio climático. La Conferencia de las Partes examinará y acordará las metodologías que se habrán de utilizar para esos cálculos en su primer período de sesiones y regularmente de allí en adelante.

El Proyecto deberá cumplir con la Convención en cuanto a mitigar los efectos que puedan ocasionar cambio climático a consecuencia de actividades dentro del proyecto; tal y como el transporte que circulará y los desechos que surgieren, debiendo desarrollar un plan que minimice dichos efectos.

Normativa Legal Nacional

La Normativa Legal Nacional, comprende desde la Constitución de la República, Leyes y Reglamentos vinculante al tema; en este apartado se analiza la normativa legal que debe considerarse en todo el proceso del proyecto, cumpliendo con los requisitos establecidos en las mismas y solicitando las autorizaciones y permisos pertinentes. Considerando a las instituciones que por mandato de ley son competentes en las diversas actividades vinculantes al proyecto, a las cuales debemos informar o solicitar autorizaciones de conformidad a las disposiciones legales vigentes.

Así mismo se analiza la normativa especial que regula sobre la igualdad, equidad y discriminación contra las mujeres y otros aspectos importantes, con el objetivo de aplicar efectivamente la normativa sobre ello en todo el proceso del proyecto.

Y por último analizar la normativa municipal, ya que los Gobiernos Locales involucrados en el proyecto, deben ser tomados en cuenta, como autoridades dentro de su jurisdicción, respetar sus Ordenanzas Municipales y solicitar los permisos correspondientes.

La principal institución gubernamental involucrada con la protección del medio ambiente y los recursos naturales en El Salvador y relacionadas con el proyecto es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) quien se encarga de evaluar el Estudio de Impacto Ambiental y emitir el Permiso Ambiental respectivo.

A continuación, se presenta una apreciación general relacionada a las leyes, reglamentos, decretos y normas ambientales aplicables al proyecto.

Constitución de la República de El Salvador

Diario Oficial No. 234, Tomo No. 281. 16 de diciembre de 1983 (Con reformas)

De conformidad al Art. 1, "El Salvador reconoce a la persona humana como el origen y el fin de la actividad del Estado, que está organizado para la consecución de la justicia, de la seguridad jurídica y del bien común.

En consecuencia, es obligación del Estado asegurar a los habitantes de la República, el goce de la libertad, la salud, la cultura, el bienestar económico y la justicia social".

De conformidad al Art. 117, "Se declara de interés social la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales. El Estado creará los incentivos económicos y proporcionará la asistencia técnica necesaria para el desarrollo de programas adecuados. La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales y del medio serán objeto de leyes especiales".

Ley del Medio Ambiente

Diario Oficial No. 79, Tomo No. 339. 04 de mayo de 1998 (Con Reformas)

El propósito de la Ley es desarrollar las disposiciones para proteger, conservar y recuperar el medio ambiente.

Entre sus disposiciones Título III, Capítulo IV.

Artículos 18-20. Establecen la Evaluación de Impacto Ambiental, la competencia del Permiso Ambiental y su alcance para actividades, obras o proyectos nuevos.

Artículo 21. Se enuncian las actividades, obras o proyectos que requerirán de un Estudio de Impacto Ambiental. Aplican los siguientes literales:

l) Proyectos urbanísticos, construcciones, lotificaciones u obras que puedan causar impacto ambiental negativo;

m) Proyectos del sector agrícola, desarrollo rural integrado, acuacultura y manejo de bosques localizados en áreas frágiles; excepto los proyectos forestales y de acuacultura que cuenten con planes de desarrollo, los cuales deberán registrarse en el Ministerio a partir de la vigencia de la presente ley, dentro del plazo que se establezca para la adecuación ambiental;

o) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano y los ecosistemas.

Artículo 25. Establece la Consulta Pública para los Estudios de Impacto Ambiental.

Artículo 29. Establece la Fianza de Cumplimiento Ambiental para asegurar el cumplimiento de los permisos ambientales.

Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente

Decreto Legislativo N° 17

Diario Oficial No. 73, Tomo No. 347. 12 de abril de 2000 (Con reformas)

Título III, Capítulo II.

Artículo 22. El Ministerio siguiendo los debidos procedimientos determinará si procede o no la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. De proceder, el Ministerio proporcionará los lineamientos para los Términos de Referencia para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental.

Artículo 23. Se lista el contenido mínimo del Estudio de Impacto Ambiental.

Artículo 24. Se describen los componentes del Programa de Manejo Ambiental.

Artículo 25. El componente de determinación, priorización, cuantificación e implementación de las medidas de prevención, atenuación y compensación de los impactos, tendrá como objetivo identificar y ejecutar las medidas ambientales que el titular de la actividad, obra o proyecto deberá realizar durante las diferentes etapas.

Artículo 26. El componente de monitoreo será aplicado durante las diferentes etapas y tendrá como objetivo garantizar la eficiencia de las medidas de prevención, atenuación y compensación implementadas permitiendo, mediante la evaluación periódica, la adopción de medidas correctivas. La frecuencia del monitoreo estará determinada por la naturaleza de la actividad, obra o proyecto.

Este componente contendrá objetivos, especificación de las medidas y acciones sujetas a monitoreo, línea de referencia, puntos y frecuencias de control, recursos requeridos, inversiones estimadas, cronograma de actividades, funciones y responsabilidades del personal involucrado, parámetros de verificación e informes.

Artículo 29. Habla sobre el componente de cierre de operaciones y rehabilitación. El Estudio de Impacto Ambiental debe ser presentado al Ministerio por el Titular o su representante legal, entregando un comprobante de su recepción.

Artículo 30. Recibido el Estudio de Impacto Ambiental, el Ministerio, de acuerdo al Art. 24 de la Ley, dispondrá de un plazo máximo de sesenta días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción, para emitir la resolución correspondiente. Este período incluye la realización de la Consulta Pública sobre el Estudio.

Artículo 32. Consulta Pública. Se detalla el procedimiento para hacer públicos los Estudios de Impacto Ambiental.

Artículo 33. Cuando el análisis del Estudio de Impacto Ambiental no satisfaga lo establecido en los términos de referencia y su contenido refleje deficiencias de forma o contenido, el Ministerio notificará al titular las correspondientes observaciones, especificando los aspectos que ameriten ampliarse, reformularse, sustituirse o eliminarse.

Artículo 34. De ser aprobado el Estudio de Impacto Ambiental, se emitirá el dictamen técnico favorable, el cual se notificará al titular, quien para obtener el Permiso Ambiental deberá rendir la Fianza de Cumplimiento Ambiental a que se refiere el Art. 29 de la Ley.

Ley de Conservación de Vida Silvestre

Decreto Legislativo N° 844

Diario Oficial No. 133, Tomo No. 352. 16 de Julio de 2001 (Reforma)

Esta ley tiene por objeto la protección restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de la vida silvestre, la cual de acuerdo al Artículo 3 es parte del patrimonio natural de la nación, y corresponde al estado su protección y manejo. Esto incluye la regulación de actividades como la cacería, recolección y comercialización, así como las demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso.

De acuerdo al artículo 5 es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales el responsable de la aplicación de esta ley, en lo que respecta a la protección, restauración, conservación y el uso sostenible de la vida silvestre.

En cuanto a la regulación de las actividades de comercialización del mencionado recurso el mismo artículo establece que será atribución del Ministerio de Agricultura y Ganadería, quien para tal efecto podrá dictar normas específicas por medio de Acuerdos Ejecutivos.

El Artículo 38 establece que aquellas especies de vida silvestre que estuvieren protegidas por Convenios y Tratados Internacionales deberán ser tratadas en la forma establecida por los mismos, siempre que éstos contengan disposiciones más estrictas que la presente Ley y sus reglamentos.

Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción en El Salvador, Acuerdo No. 36

Diario Oficial No. 103, Tomo No. 383. 05 de junio de 2008. (Reforma)

Este listado contiene la familia, nombre científico, nombre común y categoría de las especies animales y vegetales, que se reportan como amenazadas o en peligro de extinción.

Ley Forestal

Diario Oficial No. 110, Tomo No. 355. 17 de junio de 2002.

Aprovechamientos permitidos

En el Art. 17, en el literal b) se refiere a la “tala y poda de árboles aislados ubicados en suelos con vocación agrícola o ganadera”. Para la tala de dichos árboles no se requiere de cualquier tipo de autorización.

Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo

Decreto Legislativo N° 254 21 de enero de 2010

Capítulo II

Campo de Aplicación, Competencia y Definiciones.

Art. 4.- La presente ley se aplicará a todos los lugares de trabajo, sean privados o del Estado. Ninguna institución autónoma podrá alegar la existencia de un régimen especial o preferente para incumplir sus disposiciones.

Art. 5.- Será competencia del Ministerio de Trabajo y Previsión Social a través de la Dirección General de Previsión Social, y de la Dirección General de Inspección de Trabajo, garantizar el cumplimiento y promoción de la presente ley; así como desarrollar funciones de vigilancia, asesoramiento técnico y verificación del cumplimiento de las obligaciones por parte de los sujetos obligados, y sancionarlos por infracciones.

Art. 7.- Para la aplicación de la presente ley se entenderá por:

(Algunas definiciones aplicables)

Equipo de Protección Personal: equipo, implemento o accesorio, adecuado a las necesidades personales destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador o trabajadora, para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad y salud, en ocasión del desempeño de sus labores.

Gases: Presencia en el aire de sustancias que no tienen forma ni volumen, producto de procesos industriales en los lugares de trabajo.

Higiene Ocupacional: Conjunto de medidas técnicas y organizativas orientadas al reconocimiento, evaluación y control de los contaminantes presentes en los lugares de trabajo que puedan ocasionar enfermedades.

Humos: Emanaciones de partículas provenientes de procesos de combustión.

Polvos: Cualquier material particulado proveniente de procesos de trituración, corte, lijado o similar.

Ruido: Sonido no deseado, capaz de causar molestias o disminuir la capacidad auditiva de las personas, superando los niveles permisibles.

Salud Ocupacional: Todas las acciones que tienen como objetivo promover y mantener el mayor grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones y ocupaciones; prevenir todo daño a la salud de estos por las condiciones de su trabajo; protegerlos en su trabajo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a su salud; así como colocarlos y mantenerlos en un puesto de trabajo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas.