

Capítulo 8 Enfoques para Examinar la Posibilidad de Implementación de las Energías Renovables

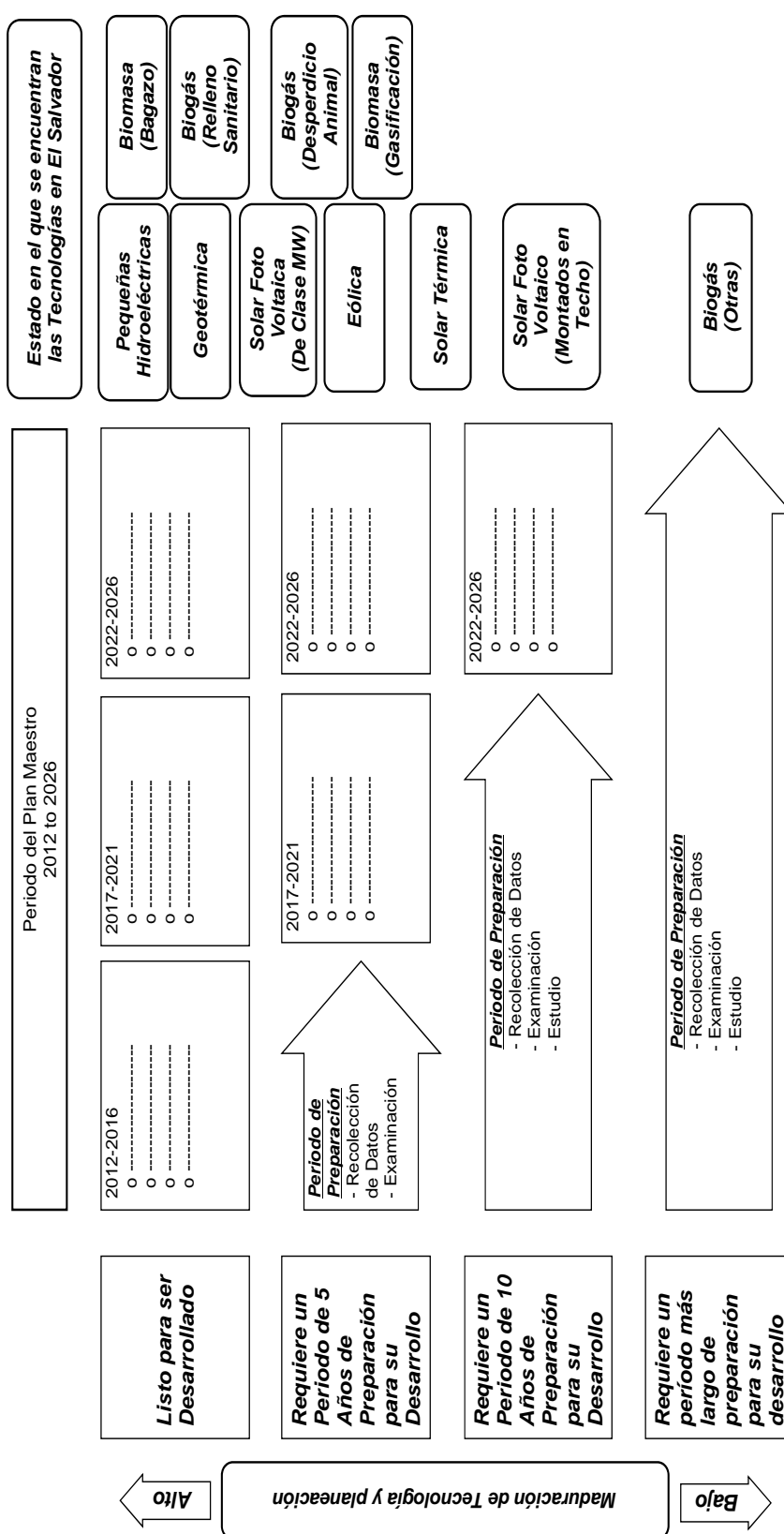
Basándose en los resultados de los estudios y análisis realizados, se evaluarán las posibilidades de introducción de energía renovable en El Salvador. Los aspectos a considerar son: a) "técnicos", b) "Económicos y Financieros" y c) "Medioambientales".

8.1 Aspectos Técnicos

De los resultados obtenidos en el estudio, se puede categorizar el desarrollo de las tecnologías y planes para cada fuente de energía renovable en El Salvador de acuerdo con la Figura 8.1.1. La figura ha sido preparada tomando en cuenta un Plan Maestro con un período de 15 años en el eje horizontal, y el desarrollo de las tecnologías y planes en el eje vertical. Dependiendo del avance en la tecnología y planeación, fueron establecidas las siguientes cuatro categorías: (1) Listo para ser desarrollado, (2) requiere un período de 5 años de preparación para su desarrollo, (3) requiere un período de 10 años de preparación para su desarrollo y (4) requiere un período más largo de preparación para su desarrollo.

Además, basado en el análisis de la información existente, cada tecnología de energía renovable fue posicionada en el mismo diagrama para mostrar el estado en el que se encuentran las energías renovables en El Salvador. Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) y las centrales geotérmicas están clasificadas como de mayor avance en tecnología y planeación, y los paneles solares fotovoltaicos para montaje en techo junto con las plantas de biogás se clasifican como de menor avance.

Teniendo en cuenta el desarrollo de las tecnologías, como se muestra en la Figura 8.1.1, los análisis realizados determinarán las posibilidades de introducción de energía renovable en El Salvador.



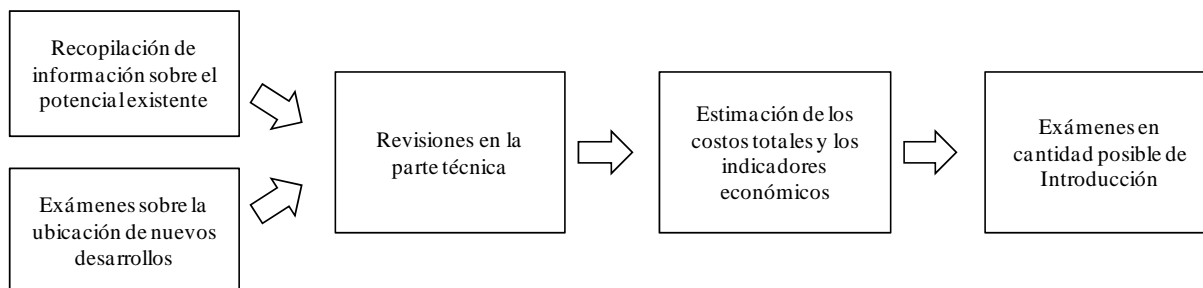
(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.1 Relación entre el avance en tecnologías y planeación, métodos de planeación y estado de las energías renovables en El Salvador

El método de análisis para cada fuente de energía renovable se describe a continuación. Los resultados de dicho análisis se presentan en el "Capítulo 10 Plan Maestro de Energía Renovable (Proyecto)".

8.1.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Existe un buen número de estudios para las PCHs en comparación con otras fuentes de energía. Después de una simple revisión de la información existente se hará una evaluación de la cantidad de proyectos con posibilidad de desarrollo de PCHs. Además, los costos de implementación serán llevados a cabo a partir de los resultados de la revisión y se prepararán los programas de desarrollo. Dichos programas se prepararán quinquenalmente entre 2012 y 2026.

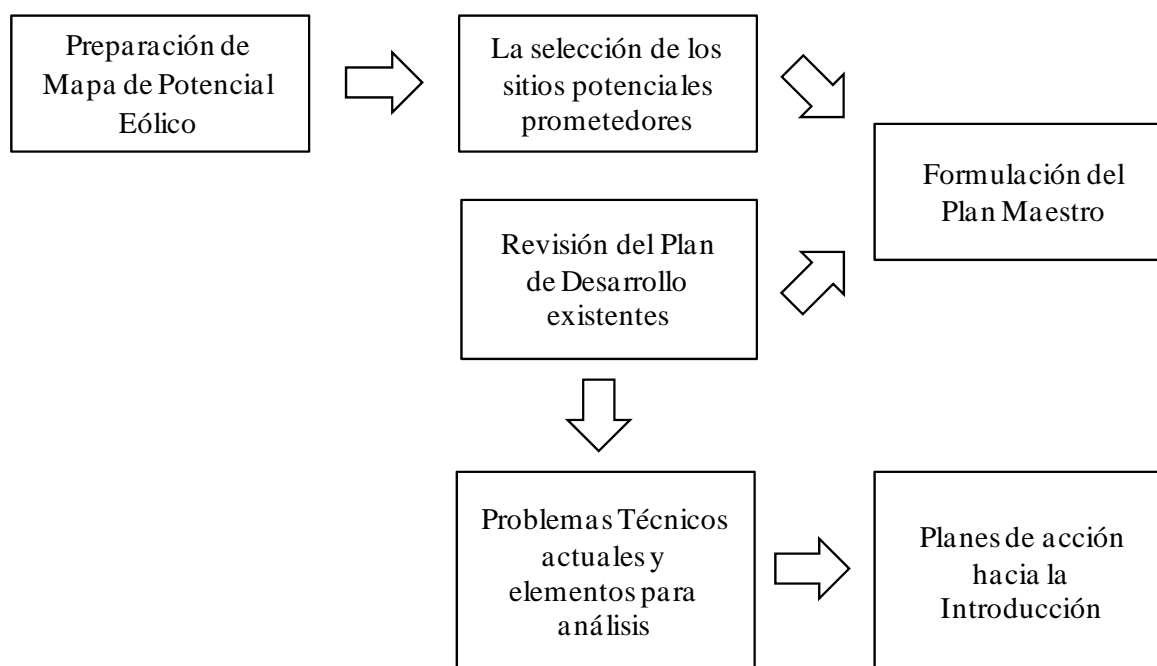


(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.2 Flujo de Análisis Técnico sobre la energía hidroeléctrica pequeña

8.1.2 Energía Eólica

Durante el desarrollo del estudio se considera una selección de áreas con un alto potencial eólico, para lo cual se utiliza el mapa de potencial eólico. Adicionalmente, serán revisados los planes preparados por las compañías de electricidad para formular el programa de acción hacia la implementación de la energía eólica. Tales planes y programas de acción incluirán los problemas técnicos actuales, estudios y evaluaciones que se puedan necesitar más adelante. Los pasos del examen técnico sobre el desarrollo de la energía eólica son los que se muestran en la Figura 8.1.3.

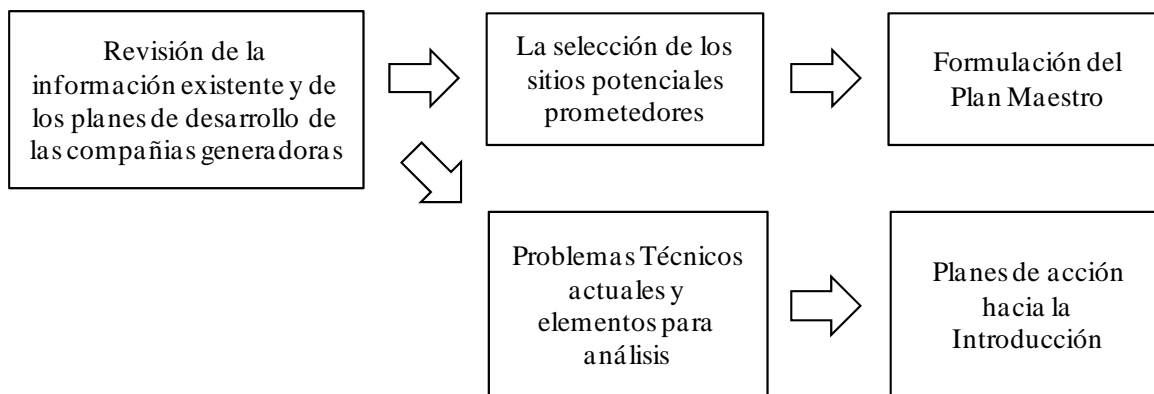


(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.3 Flujo de Análisis Técnico en Energía Eólica

8.1.3 Energía Solar Fotovoltaica

Luego de la revisión de la información disponible y los planes elaborados por las empresas de energía, el plan de Implementación será preparado. Además, se elaboraran planes de acción para describir los problemas técnicos actuales, estudios adicionales requeridos y evaluaciones concernientes a la problemática de implementación de la energía solar fotovoltaica, como se muestra en la Figura 8.1.4

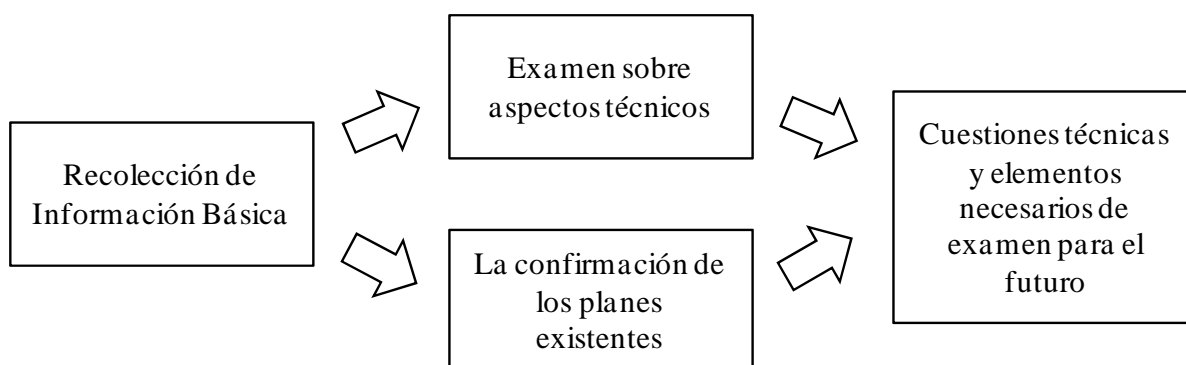


(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.4 Flujo de Análisis Técnico en energía solar fotovoltaica

8.1.4 Energía Solar Térmica

La energía solar térmica todavía requiere un alto costo inicial en comparación con los costos de otras fuentes de energía, por lo que será requerido un mayor tiempo para su implementación. Solo existe un plan para desarrollar energía solar térmica en El Salvador, el cual pertenece a una empresa privada. Se harán evaluaciones principalmente en la recolección de información básica relacionada con aspectos técnicos, además de conocer el estado del plan actual. Como se muestra en la Figura 8.1.5

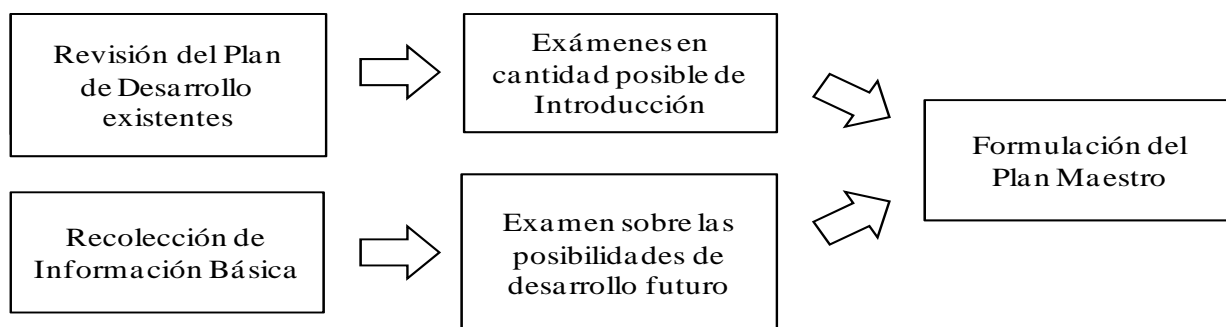


(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.5 Flujo de Análisis Técnico en energía solar térmica

8.1.5 Energía Geotérmica

Mediante la revisión de la información existente y las entrevistas con las organizaciones relacionadas se desarrollará y formulará un plan con proyección al año 2017. Después del año 2017, serán necesarios, estudios adicionales para identificar el potencial que será introducido. Por lo tanto, después del año 2017, el desarrollo del potencial restante será indicado como figuras guías.



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.6 Flujo de Análisis Técnico en energía Geotérmica

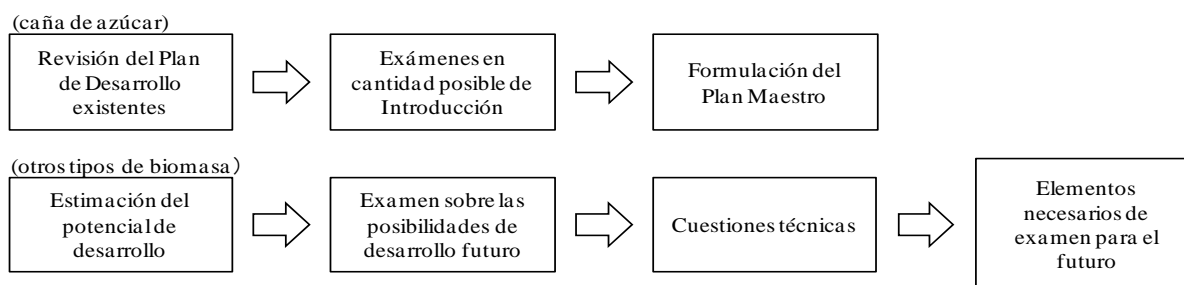
8.1.6 Energía de la Biomasa

A través de la revisión de la información existente se identificaron fuentes provenientes del bagazo de los ingenios productores de azúcar. La cáscara de café y arroz tendrán posibilidades y, aun cuando no son significativas, deben ser evaluadas para la implementación futura de la energía de biomasa.

Con relación a la generación de energía proveniente del bagazo producido por los ingenios productores de azúcar, la evaluación del monto implementado se hará mediante la revisión del plan existente.

Por otro lado, el potencial de desarrollo de la cáscara de café y arroz, será evaluado al aplicar la producción anual por región, usando la información proveniente de los beneficios de café y las empresas arroceras.

Además, será evaluada la posibilidad de implementar la generación por energía de la biomasa indicando los problemas técnicos y los recursos necesarios para evaluaciones a futuro. Los pasos para esta evaluación se muestran en la figura 8.1.6

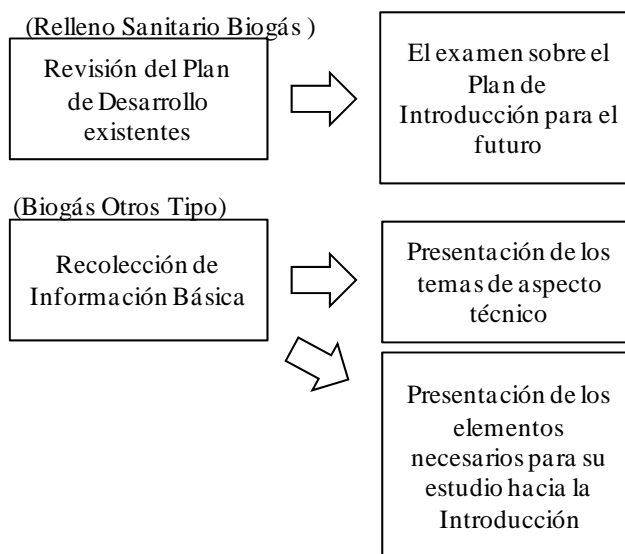


(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.7 Flujo de Análisis Técnico en energía Biomasa

8.1.7 Energía del Biogás

Considerando la revisión de la información existente y las visitas de campo realizadas a las organizaciones involucradas, actualmente solo existe una central de biogás operando que usa los recursos provenientes de los rellenos sanitarios. Al revisar la operación de la energía del biogás proveniente de los rellenos sanitarios, se hará una evaluación para determinar la futura implementación de la energía del biogás. Para otras opciones de biogás se recolectará información básica, ya que no existe información respecto a generación eléctrica con otras tecnologías. Además, será necesario analizar los problemas técnicos y realizar futuras evaluaciones. Considerando experiencias de implementación en otros países, si se encuentran disponibles.



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.1.8 Flujo de Análisis Técnico en energía del Biogás

8.2 Análisis Económico y Financiero

Se propuso el análisis económico y financiero en la fase inicial de acuerdo con los siguientes aspectos:

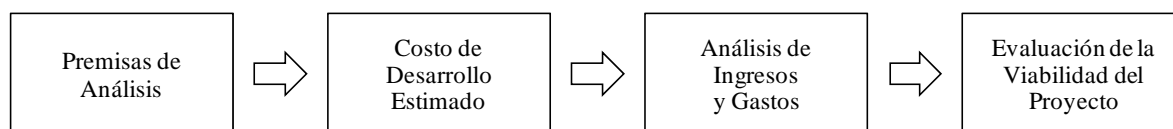
- Consideración sobre los factores que incrementan el costo de vida en El Salvador,
- Estimación del costo de introducir tecnologías basadas en energías renovables, y
- Estudio de la matriz energética óptima mediante el modelo económico.

El equipo de Estudio de JICA tuvo diversas reuniones con el CNE y recolectó información relevante sobre la base de las consideraciones anteriores. Como resultado de las consultas realizadas al CNE, las cuales trataban sobre el suministro de energía actual y futuro de El Salvador, fueron consideradas ligeras modificaciones de los aspectos anteriores y se acordó proceder de la siguiente forma:

- (1) El análisis financiero se hará para las fuentes de energía renovables que se esperan implementar, pero que tienen menos ejemplos de implementación. El análisis de flujo de caja para el proyecto se hará por los patrones de desarrollo típico, como el tipo de fuente de energía eléctrica y la escala de desarrollo;
- (2) Basado en el análisis, las consideraciones financieras y económicas serán aclaradas para la introducción en sus patrones de desarrollo requeridos (políticas e instituciones);
- (3) En particular, las fuentes de energía renovables en análisis serán de tres tipos, es decir, será evaluado el flujo de caja con varios patrones de desarrollo múltiple de las pequeñas centrales hidroeléctricas, energía eólica y energía solar fotovoltaica;
- (4) Otras fuentes de energía renovables no serán evaluadas por las siguientes razones:
 - (a) Energía solar térmica: Es difícil implementar la energía solar térmica en este momento debido a que sus niveles actuales de tecnología presentan altos costos de inversión inicial. Una mayor reducción de los niveles de costos serán obtenidos a través de la innovación.
 - (b) La energía geotérmica, biomasa y biogás: Las empresas privadas tienen sus propios planes de desarrollo y de inversión y los sitios que han identificado para su desarrollo son limitados. Por lo tanto, parece que el gobierno no necesita tener una estimación propia. Pero si requiere disponer de la información para la elaboración del Plan Indicativo de expansión de la generación eléctrica

Los resultados del estudio se describen a continuación seguido de la descripción del flujograma de estudio y las condiciones de las fuentes de energía renovables consideradas. Algunas consideraciones se harán basadas en los resultados del estudio.

8.2.1 Flujograma de Estudio



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.2.1 Flujograma de Estudio del Análisis Económico y Financiero

La posibilidad para la introducción de las energías renovables (factibilidad) será examinada para cada caso en base a indicadores financieros generales, tales como la tasa interna de retorno (TIR).

8.2.2 Propósito del Análisis

Los factores de la planta o la eficiencia de generación de energía varían dependiendo del tipo de fuente de energía renovable. Por lo tanto, se harán evaluaciones para los patrones de desarrollo típico esperados (es decir, la escala de desarrollo y factor de planta, el cambio de desarrollo anual en términos de reducción de costos por investigación y desarrollo, la exclusión de los costos de conexión a red, etc.) con el fin de averiguar la posibilidad de desarrollo de las fuentes de energía renovables en el plan maestro.

8.2.3 Precondiciones de Análisis

8.2.3.1 Política de Promoción Energética

Para fomentar la implementación de las energías renovables en Europa y Japón, la política de introducción se desarrolla en concordancia con los esquemas RPS (Renewable Portfolio Standard), feed-in-tariff (FIT), y la prestación de subsidios a los desarrolladores. Sin embargo, en El Salvador, la promoción de las energías renovables depende sólo de la “Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad”, que fue promulgada en diciembre de 2007 (Decreto Legislativo No. 462). Dicha ley tiene por objeto promover la introducción de energías renovables. La legislación sobre promoción de la energía renovable aplica un incentivo de exención fiscal de cinco a diez años para el desarrollo de la energía con la capacidad dentro de una determinada escala (hasta 20 MW, referido la sección 3.4.3 del Capítulo 3). Dentro de este marco legal, si la energía renovable se acelera o no, la viabilidad comercial del desarrollo o comercialización de energía renovable será identificada mediante análisis.

8.2.3.2 Precondiciones del Análisis

Para el análisis de la energía eólica y la solar fotovoltaica (conectada a la red eléctrica), el tamaño de desarrollo se fija en 20 MW, que es el tamaño máximo que puede ser beneficiado con los incentivos fiscales mencionados anteriormente. Para el caso de las pequeñas centrales hidroeléctricas, en las cuales poco se ha podido desarrollar a la fecha, muchos de los sitios potenciales de desarrollo con menos de 1 MW son indicados en el Capítulo 4. El potencial de desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidades de 100 kW a 5 MW es analizado de acuerdo a las factibilidades de sus proyectos. Hay dos tipos de mercados de la electricidad en El Salvador llamados Mercado Mayorista y Minorista. De acuerdo con el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado

en Costos de Producción (SIGET, julio 2011), la capacidad de generación de más de 5 MW puede vender energía al mercado mayorista. Mientras, la capacidad de generación de menos de 5 MW puede vender energía al mercado minorista. Por lo tanto, este análisis está dirigido en el mercado minorista en términos de desarrollo a gran escala.

Tabla 8.2.1 Escala de Desarrollo por Tipo de Energía

Estudio de Desarrollo por Tipo de Energía	Escala del Proyecto
Pequeñas Hidroeléctricas	100 kW – 5 MW
Granjas Eólicas	20 MW
Fotovoltaica (conectada a red)	20 MW

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.3.3 Índice de Rentabilidad

Los índices de rentabilidad en el desarrollo de proyectos se determinan por el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno, y la relación Costo/Beneficio. Los criterios de evaluación se mencionan a continuación. Estos indicadores son comúnmente usados en la industria de energía y las compañías eléctricas en El Salvador.

Tabla 8.2.2 Índice de Rentabilidad

Indicador de Rentabilidad	Criterio de Evaluación
Valor Actual Neto (VAN) con 10% de tasa de descuento	Mayor que "0"
Tasa Interna de Retorno (TIR)	Mayor que 12%
Ratio Beneficio / Costo (B / C)	Mayor que 1.5

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.3.4 Precondiciones del Flujo de Caja para el Desarrollo de Proyectos

De acuerdo con la recopilación de información sobre las condiciones en El Salvador y las tendencias en el desarrollo global de las energías renovables, el flujo de caja para el desarrollo de proyectos se prepara con base a los siguientes supuestos:

Tabla 8.2.3 Precondiciones para las Estimaciones de Rentabilidad

Ítem	Premisa
1. Período de Construcción (1) Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (2) Energía Eólica (3) Energía Solar FV (conectada a la red eléctrica)	El período de construcción establecido de la siguiente forma: Un proyecto de pequeñas centrales hidroeléctricas toma más de 3 años, incluyendo los estudios de factibilidad. También se espera que se tomen dos años para el análisis. Los reportes de la Agencia Internacional de Energía IEA sugieren dos años para proyectos eólicos. Se espera tomar alrededor de dos años para el análisis. Los reportes de la IEA sugieren dos años para proyectos fotovoltaicos. También se espera tomar alrededor de dos años para el análisis.
2. Condiciones de Préstamo (1) Aporte de Capital (2) Período del Préstamo (3) Tasa de Interés	Las condiciones de préstamo para el desarrollo de proyectos se aplican de acuerdo a los términos del país. Préstamo del 70% del capital por parte del banco. Pago total del préstamo en 10 años. 8% anual.
3. Período de Evaluación y Amortización de los Proyectos	20 años. El período de evaluación puede fijarse de 30 a 50 años para pequeñas centrales hidroeléctricas y hasta 20 años para proyectos de energía eólica y solar PV. El periodo de depreciación es considerado para las PCH un periodo de 20 años , y las FV un periodo de 15 años , se ocupa el método de línea recta para la depreciación
4. Impuesto Renta	25% de los ingresos anuales antes de deducir impuestos
5. Exención de Impuestos	-10 años período de exención para unidades menores a 10MW, y - 5 años para unidades de 10-20 MW
6. Inflación anual	Se reconoce que los precios de electricidad puedan crecer con la tasa de inflación en las condiciones de las licitaciones. Para ello referirse a las proyecciones del Fondo Monetario Internacional u otra organización internacional, en este análisis se aplica un 4% anual.

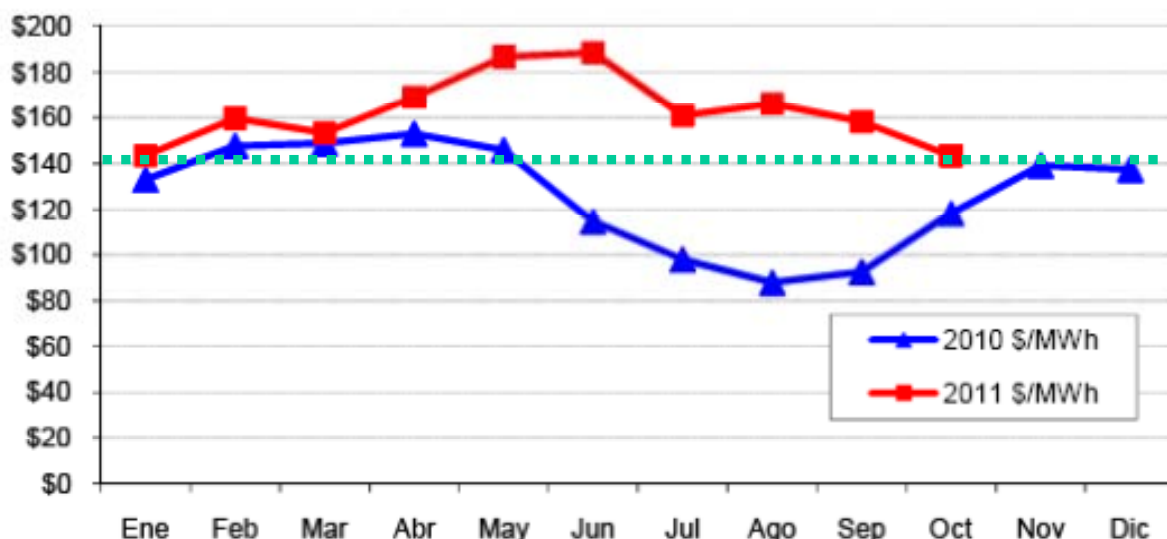
(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.3.5 Supuestos en los ingresos del proyecto

Los ingresos anuales de los proyectos se calculan mediante el precio unitario de venta de electricidad (EE.UU. \$ / MWh) y la generación de ingresos anual de energía (MWh)

1) Precio Unitario

Para el primer año, el precio de venta de la energía se fija en \$ 140 / MWh tomando como referencia los tarifas actuales anunciadas por SIGET. Considerando que los precios de venta en el 2010 han cambiado significativamente desde US\$ 87.91/MWh a US\$ 162.90/ MWh, y de US\$ 143.53/ MWh a US\$ 186.68/MWh en el 2011 (ver Figura 8.2.2.). Por lo tanto, se aplica el valor promedio US\$ 140/MWh.



(Fuente: Diagrama de Variación de la UT a Septiembre 2011)

Figura 8.2.2 Cambios en el Precio 2010 y 2011

2) Generación anual de energía y ventas de electricidad

La generación anual de energía se verifica en forma diferente dependiendo del factor de planta y la eficiencia de la generación. Puesto que la producción de energía anual es de gran impacto en los ingresos operativos, éstos pueden establecerse mediante el factor de planta (Caso Base), lo cual se establece como se muestra a continuación. También varios escenarios de desarrollo resultan como caso de estudio con varios factores de planta distintos respecto del caso base para considerar su impacto en la rentabilidad.

Tabla 8.2.4 Factor de Planta por Tipo de Energía

Tipo de Energía	Factor de Planta (Eficiencia de Generación de Energía)
Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	El factor de planta se estima en un 50% para pequeñas centrales hidroeléctricas menores a 20MW. Se logra una generación de energía de 675 GWh con una capacidad de 158MW según indicado en el capítulo 4. Por otro lado, algunos de los proyectos observan hasta un 60%, de acuerdo a estadísticas de SIGET. En el caso base, para este análisis se fija en 50% y en otro caso de estudio se aplica entre 40% a 60%
Energía Eólica	Factor de planta de energía eólica depende básicamente de los indicadores de velocidad del viento. Por lo tanto la viabilidad económica del proyecto difiere en gran medida por la velocidad del viento. El factor de planta del proyecto de Metapán (42 MW) se estima actualmente en 34.4%. El factor de planta para el análisis del caso base se supone que el 25% en referencia la información proporcionada por NEDO.
Energía Solar FV (Conectada a la Red Eléctrica)	La eficiencia de la generación de energía solar es altamente afectada por los sistemas fotovoltaicos (conectada a la red eléctrica) y las condiciones naturales en los sitios de desarrollo (particularmente la radiación solar). La eficiencia media de generación de energía se estima en un 12% en Japón. La radiación solar en El Salvador es alta en el 1.5 a 1.6 veces el promedio en Tokio. Para el Caso Base se aplica una eficiencia de la generación de energía del 18%.

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.3.6 Estimación de Costos de Desarrollo

(1) Costos de Desarrollo

Los costos de desarrollo de una pequeña hidroeléctrica consideran su interconexión a la red de distribución como adicionales a los costos de generación porque los costos de interconexión deben ser cargados por el generador o desarrollador de acuerdo con la regulación vigente. Los costos de interconexión a la red para renovables eólicos y fotovoltaicos ya están incluidos en los costos de desarrollo. Los costos de desarrollo por tipo de energía se establecieron de la siguiente forma:

Tabla 8.2.5 Costos de Desarrollo por Tipo de Energía

Tipo de Energía	Costos de Desarrollo																									
Pequeñas Centrales Hidroeléctrica	<p>Aunque los pequeños proyectos hidroeléctricos potenciales con menos de 20 MW se han listado en el Capítulo 4, se hace un análisis como caso base para las pequeñas centrales hidroeléctricas en el rango de 200kW a 5MW. Los costos de desarrollo incluyen costos de construcción como se establece a continuación, tomando como referencia los costos estimados de desarrollo de los estudios de factibilidad de pequeñas centrales hidroeléctricas de CECSA.</p> <p>Para los proyectos que no pueden identificar el sitio de desarrollo, el costo de un proyecto pequeño hidroeléctrico fue considerado para la conexión a la red eléctrica de aproximadamente 3 km desde el sitio.</p> <table border="1"> <tr> <td>Capacidad Instalada</td> <td>5MW ~ 1.0 MW</td> <td>1.0 MW ~ 100 kW</td> </tr> <tr> <td>Capital (US \$ 000/MW)</td> <td>2,500</td> <td>3,000</td> </tr> <tr> <td>Costo de Interconexión (US \$ 000/Km)</td> <td colspan="2">50</td> </tr> </table>		Capacidad Instalada	5MW ~ 1.0 MW	1.0 MW ~ 100 kW	Capital (US \$ 000/MW)	2,500	3,000	Costo de Interconexión (US \$ 000/Km)	50																
Capacidad Instalada	5MW ~ 1.0 MW	1.0 MW ~ 100 kW																								
Capital (US \$ 000/MW)	2,500	3,000																								
Costo de Interconexión (US \$ 000/Km)	50																									
Energía Eólica	<p>Los costos de desarrollo de generación eólica por kW se establecen conforme a la siguiente tabla, como referencia de los reportes de IEA y GWEC. En caso de las diferentes estimaciones por escenario en estos reportes, se adopta el valor promedio. Se espera que los costos de desarrollo en el 2030 se reduzcan aproximadamente en un 20% o más con respecto a los costos de 2010.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>2010</th> <th>2015</th> <th>2020</th> <th>2025</th> <th>2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IEA (\$/kW)</td> <td>1,725</td> <td></td> <td>-</td> <td></td> <td>1,420</td> </tr> <tr> <td>GWEC (\$/kW)</td> <td>1,890</td> <td></td> <td>1,730</td> <td></td> <td>1,590</td> </tr> <tr> <td>JICA Study Team (\$/kW)</td> <td>1,800</td> <td>1,700</td> <td>1, 00</td> <td>1, 00</td> <td>1,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>Notas: 1) Precio IEA a 2008 se aplica en 2010 2) IEA: Internatio al Energy Agency 3) GWEC: Global Wind Energy Council</p>		Año	2010	2015	2020	2025	2030	IEA (\$/kW)	1,725		-		1,420	GWEC (\$/kW)	1,890		1,730		1,590	JICA Study Team (\$/kW)	1,800	1,700	1, 00	1, 00	1,500
Año	2010	2015	2020	2025	2030																					
IEA (\$/kW)	1,725		-		1,420																					
GWEC (\$/kW)	1,890		1,730		1,590																					
JICA Study Team (\$/kW)	1,800	1,700	1, 00	1, 00	1,500																					

Tipo de Energía	Costos de Desarrollo																								
Energía Solar Fotovoltaica (Conectada a Red Eléctrica)	<p>Los costos por kW de la tecnología fotovoltaica conectada a la red se establecen como se muestra a continuación, tomando como referencia los reportes de EPIA y IEA. En el caso de varias estimaciones para los escenarios de desarrollo en este reporte, se adoptará el valor promedio. Los costos de desarrollo se espera reduzcan a un 1/3 de su valor para el 2030 con respecto a los costos de desarrollo del 2010.</p> <p>Los costos de desarrollo en el 2020 se espera que reduzcan a un poco menos de la mitad de los precios en el 2010.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>2010</th> <th>2015</th> <th>2020</th> <th>2025</th> <th>2030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IEA (\$/kW)</td> <td>4,060</td> <td></td> <td>,830</td> <td></td> <td>1,220</td> </tr> <tr> <td>EPIA (\$/kW)</td> <td>3,600</td> <td></td> <td>1,380</td> <td></td> <td>1,060</td> </tr> <tr> <td>JICA Study Team (\$/kW)</td> <td>3,800</td> <td>2,700</td> <td>1,600</td> <td>1,300</td> <td>1,100</td> </tr> </tbody> </table> <p>Notas: 1) Precio IEA a 2008 se aplicó para el 2010 2) IEA: International Energy Agency 3) EPIA; European Photovoltaic Industry Association</p>	Año	2010	2015	2020	2025	2030	IEA (\$/kW)	4,060		,830		1,220	EPIA (\$/kW)	3,600		1,380		1,060	JICA Study Team (\$/kW)	3,800	2,700	1,600	1,300	1,100
Año	2010	2015	2020	2025	2030																				
IEA (\$/kW)	4,060		,830		1,220																				
EPIA (\$/kW)	3,600		1,380		1,060																				
JICA Study Team (\$/kW)	3,800	2,700	1,600	1,300	1,100																				

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

(2) Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de Operación y Mantenimiento (O/M) para pequeñas centrales hidroeléctricas, eólicas y solar fotovoltaica, se establecen a continuación. Los costos de O/M se reflejan con ajuste de inflación anual.

Tabla 8.2.6 Costos de Operación y Mantenimiento (O/M)

Tipo de Energía	Costos de Operación y Mantenimiento
Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	Los costos anuales de O/M los conforman costos de rutinas y costos especiales para reparaciones urgentes. Los costos de rutina se asumen en un 5% de las ventas de energía anuales y los costos especiales a una tasa de US\$ 0.35 / MWh para las pequeñas hidroeléctricas. Estos costos incluyen costo directo como personal y otros gastos relacionados con reparación y mantenimiento de las plantas así como costos indirectos tales como impuestos locales y otros sobrecargos.
Energía Eólica	Los costos O/M para eólicas en tierra para son de US\$12 ~ 32 / MWh como se muestra en los reportes de IEA (IEA Annual Report 2010). Se ha adoptado un valor de US\$22/MWh en este análisis conforme a los reportes de USA (DOE).
Solar FV (Conectada a la Red Eléctrica)	Los costos de O/M para solar fotovoltaica (conectada a la red eléctrica) son de US\$4 / MWh como se muestra en los reportes de IEA (IEA Annual Report 2010). Se ha adoptado un valor de US\$4/MWh en este análisis.

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.3.7 Premisas para el Caso de Estudio

Las simulaciones de ingresos y egresos se registrarán bajo el efecto de los siguientes factores que impactan en la rentabilidad del proyecto:

- Escala del Proyecto: La rentabilidad del proyecto es altamente afectada por la escala de tamaño tanto en los costos de desarrollo como en los costos de O/M.
- Factor Capacidad: Los ingresos del proyecto aumentan cuando se incrementa el factor de planta establecido en el Caso Base. Los ingresos del proyecto se disminuyen cuando se reduce el factor de planta establecido en el Caso Base.
- Año de Desarrollo: A medida que el año de desarrollo se pospone, se espera que reduzcan los costos de desarrollo con respecto a los valores actuales, debido a mejoras por investigación y desarrollo, especialmente en tecnología eólica y fotovoltaica.
- Condiciones del sitio de desarrollo: Para las pequeñas hidroeléctricas, los costos de desarrollo del proyecto son afectados significativamente por las condiciones del sitio y la distancia al punto de conexión. El costo de la conexión a la red representa una gran parte de los costos de desarrollo

La simulación de ingresos y egresos por tipo de proyecto se rige por las siguientes condiciones:

Tabla 8.2.7 Premisas para la simulación ingresos y egresos

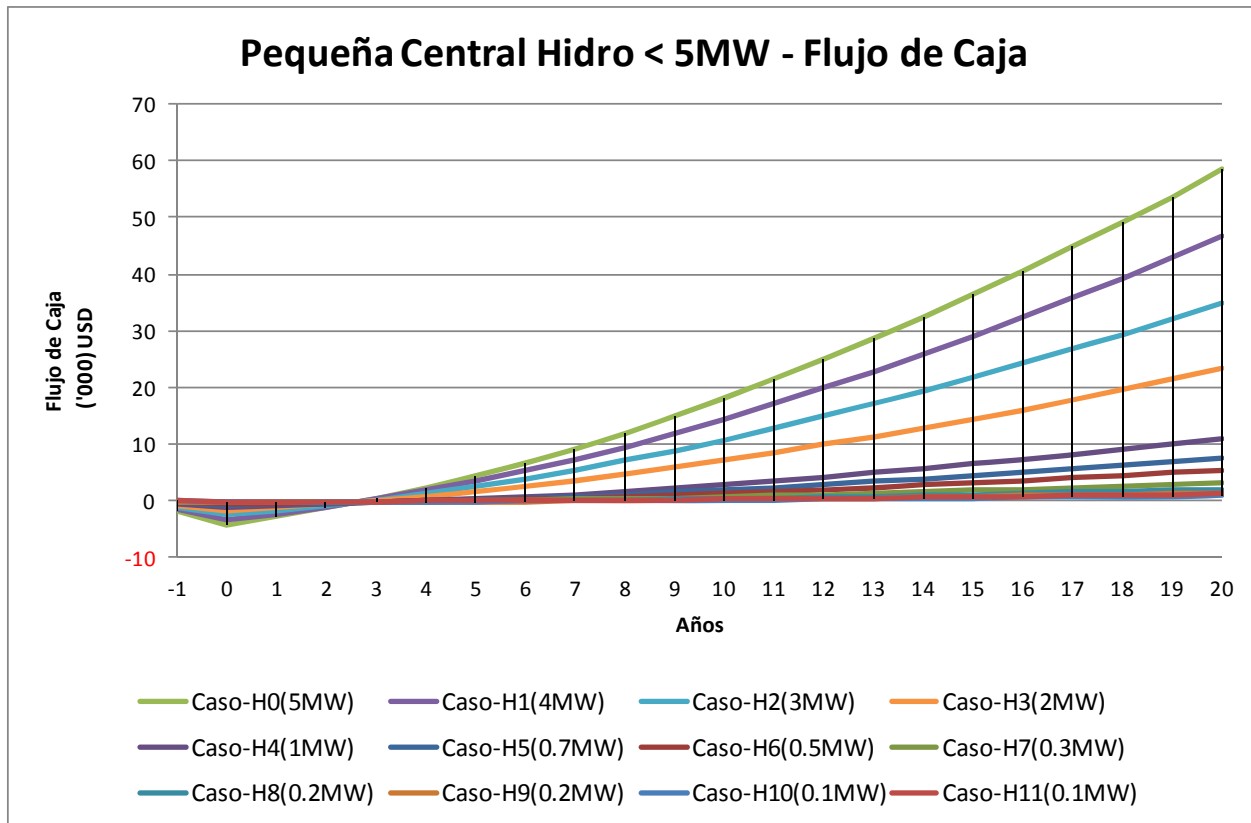
Caso de Estudio por tipo de Tecnología	Escala de Proyecto	Premisas de Simulación
Pequeña Hidroeléctrica		
Caso-H0	5 MW	Flujo de efectivo creado con base en las premisas mencionadas anteriormente en la simulación del caso base.
Caso-H1	4 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido al cambio de la escala de desarrollo respecto del caso base.
Caso-H2	3 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido al cambio de la escala de desarrollo respecto del caso base.
Caso-H3	2 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido al cambio de la escala de desarrollo respecto del caso base.
Caso-H4	1 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido al cambio de la escala de desarrollo respecto del caso base.
Caso-H5	0.7 MW	Cambio en los costos de desarrollo y el factor de planta debido al cambio de las condiciones del sitio de desarrollo
Caso-H6	0.5 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido a exclusión de costos de interconexión con respecto al Caso H5
Caso-H7	0.3 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido al cambio de la escala de desarrollo respecto del Caso H5.
Caso-H8	0.2 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido a exclusión de costos de interconexión con respecto al Caso H5..
Caso-H9	0.2 MW	Cambio de factor de planta a 40% con respecto al caso H8.
Caso-H10	0.1 MW	Cambio en los costos de desarrollo debido a exclusión de costos de interconexión con respecto al Caso H5.
Caso-H11	0.1 MW	Cambio en el factor de planta a un 60% con respecto del Caso H10.
Eólica		
Caso-W0	20 MW	Flujo de efectivo creado con base en las premisas mencionadas anteriormente en la simulación del caso base (20MW)
Caso-W1	20 MW	Cambio en los costos de desarrollo con precios del 2015 y factor de planta de 25%
Caso-W2	20 MW	Cambio en el factor de planta a 34% similar al proyecto Metapan Changed the operation factor is 34% similar to Metapan project.
Caso-W3	20 MW	Cambio en los costos de desarrollo con precios del 2020 y factor de planta de 34%
Solar FV		
Caso-S0	20 MW	Flujo de efectivo creado con base en las premisas mencionadas anteriormente en la simulación del caso base
Caso-S1	20 MW	Cambio en los costos de desarrollo con precios del 2015 y eficiencia de la tecnología (30%) con respecto al Caso Base.
Caso-S2	20 MW	Costo de desarrollo igual al caso s1 ya que en el 2015 los precios cambiaran .
Caso-S3	20 MW	Los costos de desarrollo cambiaran en el 2020 y la eficiencia en la generación cambiara un 25 %.

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.4 Evaluación de la rentabilidad del proyecto

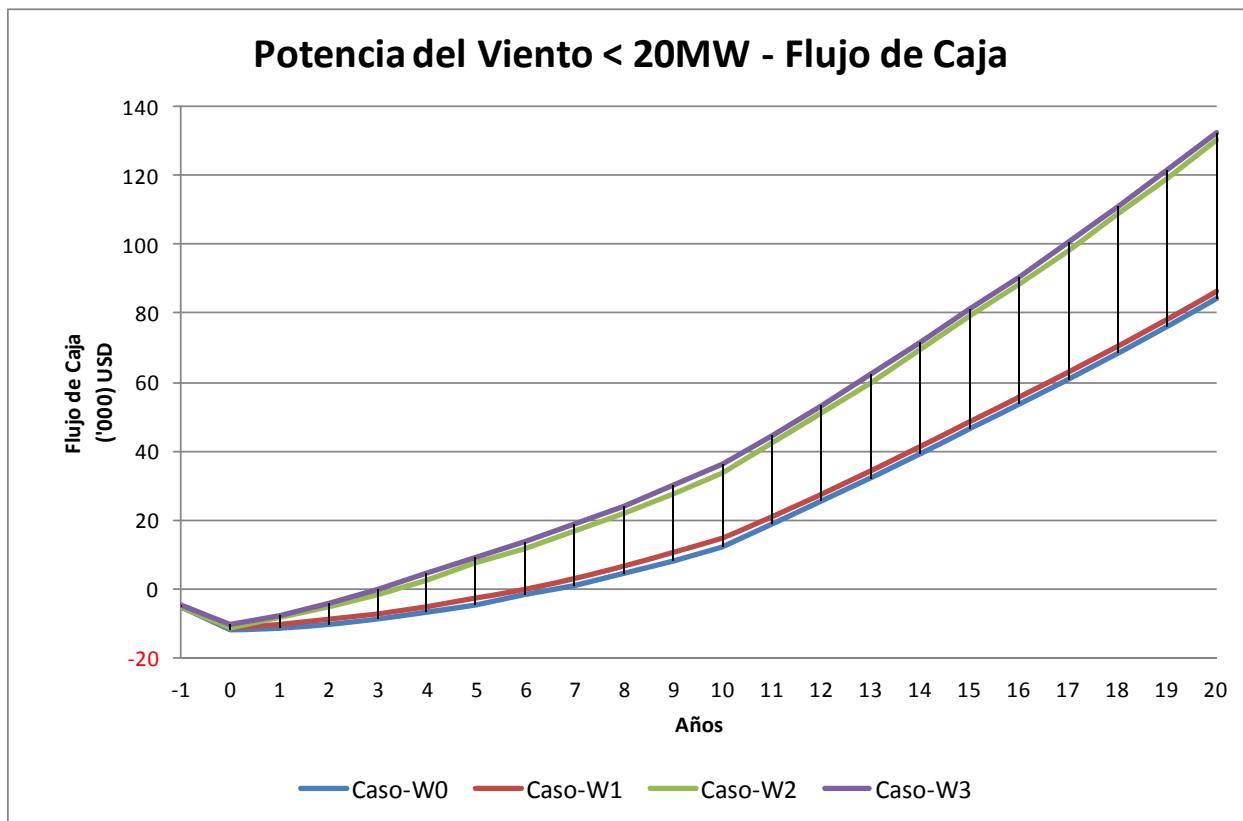
8.2.4.1 Flujo de Caja por Caso

Las siguientes figuras muestran el resultado del flujo de caja preparado de acuerdo con las premisas mostradas con anterioridad. Adicionalmente, los resultados se muestran en forma respectiva en el Apéndice-E.



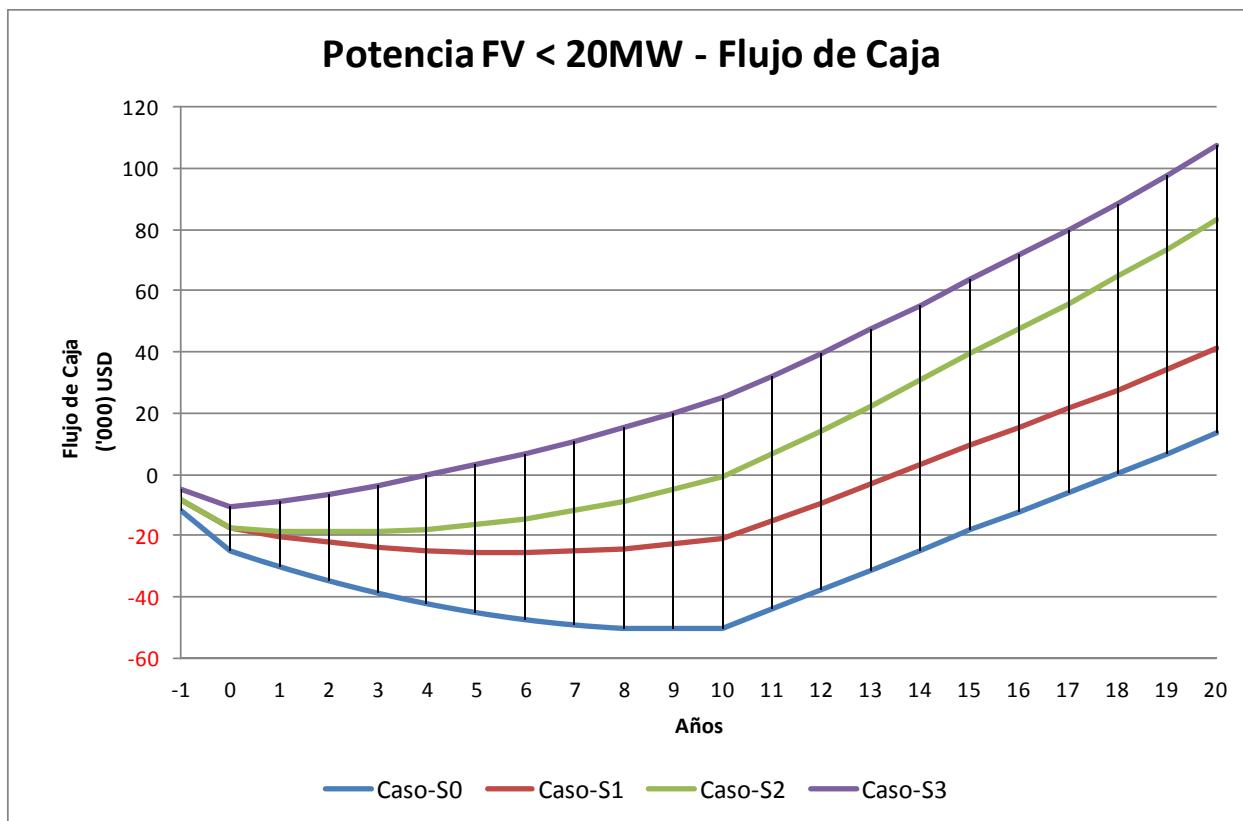
(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.2.3 Resultados de Simulación para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.2.4 Resultados de Simulación para Energía Eólica



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Figura 8.2.5 Resultados de Simulación para Energía FV (conectada a la red eléctrica)

Los cálculos y la evaluación de los resultados de flujo de efectivo se muestran en la siguiente tabla. Adicionalmente, la evaluación se elaboro utilizando las siguientes tres categorías.

"A": indica que un proyecto es viable, no necesita incentivos especiales.($B/C > 1.5$)

"B": indica que un proyecto es viable sujeto a condiciones del desarrollo del sitio o a factores de capacidad alta en el sitio potencial.(B/C 1.0 a 1.5)

"C": indica dificultad para desarrollar el proyecto sin apoyo financiero o costos absorbidos por terceros o subsidios.($B/C < 1.0$)

Se hizo un análisis tomando de referencia un precio de venta de energía de \$140 dólares por MWh , sin embargo se hizo un análisis tomado el precio de venta de energía de \$100 por MWh para obtener un análisis de sensibilización de los precios, y lograra así tener un mejor panorama del comportamiento de los mismo

Tabla 8.2.8 Resultados de la Evaluación por Caso de Estudio

Type of Energy	Case Study	Pre-conditions							Calculation Result						Overall Evaluation
		Plant Capacity (MW)	Capacity Factor (%)	Plant Cost (\$000)	Inter-Connection Cost (\$000)	O/M Cost		Tax Exemption (year)	A. Unit Price (\$140/MWh)			B. Unit Price (\$100/MWh)			
									NPV (\$000)	FIRR (%)	B/C	NPV (\$000)	FIRR (%)	B/C	
Small Hydro	Case-H0	5	50%	12,500	150	5	%	10	16,024	37.7%	2.05	8,294	24.2%	1.59	A
	Case-H1	4	50%	10,000	150	5	%	10	12,793	37.5%	2.04	6,609	24.1%	1.59	A
	Case-H2	3	50%	7,500	150	5	%	10	9,563	37.3%	2.04	4,925	24.0%	1.58	A
	Case-H3	2	50%	5,000	150	5	%	10	6,332	36.9%	2.02	3,240	23.7%	1.57	A
	Case-H4	1	50%	3,000	150	5	%	10	2,666	28.5%	1.74	1,120	17.7%	1.33	A
	Case-H5	0.7	50%	2,100	150	5	%	10	1,827	27.8%	1.71	745	17.2%	1.31	A
	Case-H6	0.5	50%	1,500	150	5	%	10	1,268	26.8%	1.68	495	16.5%	1.28	A
	Case-H7	0.3	50%	900	150	5	%	10	710	24.9%	1.61	246	15.1%	1.22	A
	Case-H8	0.2	50%	600	150	5	%	10	430	22.6%	1.52	121	13.5%	1.16	A
	Case-H9	0.2	40%	600	150	5	%	10	214	16.3%	1.27	-34	9.0%	0.96	B
	Case-H10	0.1	50%	300	150	5	%	10	151	17.4%	1.32	-4	9.8%	0.99	B
Case-H11	0.1	60%	300	150	5	%	10	259	22.8%	1.53	73	13.6%	1.16	A	
Wind	Case-W0	20	25%	36,000	-	22	\$/MWh	5	15,796	19.6%	1.34	163	10.1%	1.00	B
	Case-W1	20	25%	34,000	-	22	\$/MWh	5	17,384	21.2%	1.38	1,915	11.2%	1.04	B
	Case-W2	20	34%	34,000	-	22	\$/MWh	5	33,365	31.9%	1.64	12,900	18.3%	1.27	A
	Case-W3	20	34%	32,000	-	22	\$/MWh	5	34,954	34.5%	1.70	14,489	19.9%	1.31	A
Solar PV	Case-S0	20	18%	76,000	-	4	\$/MWh	5	-26,811	1.7%	0.63	-38,621	#NUM!	0.45	C
	Case-S1	20	18%	54,000	-	4	\$/MWh	5	-7,518	6.9%	0.86	-19,235	1.6%	0.63	C
	Case-S2	20	25%	54,000	-	4	\$/MWh	5	7,889	13.2%	1.14	-8,299	6.5%	0.84	B
	Case-S3	20	25%	32,000	-	4	\$/MWh	5	25,745	27.8%	1.70	10,677	17.3%	1.31	A

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.2.4.2 Evaluación de la Comercialización

Los comentarios en relación a la viabilidad financiera para el desarrollo de proyectos con energías renovables, basados en los resultados de la simulación con los siguientes:

1) Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Cualquier caso de PCHs con potencia entre (0.3~5MW) pueden ser desarrolladas con las condiciones dichas anteriormente. En otras palabras, los incentivos y otro tipo de subsidios no son necesarios para el desarrollo de dichos proyectos. Sin embargo, en algunos casos con potencias entre (0.1~0.2 MW), que se le conocen como micro centrales son más difíciles de desarrollar y no son muy factibles para su comercialización debido a la magnitud de los costos de desarrollo. El desarrollo de esta escala de proyectos requiere de un subsidio bastante grande o exención de los costos de conexión a la red, y que estén sujetos a las condiciones de desarrollo del sitio.

2) Generación de Energía Eólica

La comercialización es posible en todos los casos. Este tipo de energía no se espera que reduzca los costos de desarrollo comparado con la energía solar fotovoltaica en el futuro. Sin embargo, las condiciones de desarrollo de los sitios son muy escasas para la producción de este tipo de energía. Ya que las condiciones de los sitios son similares a las del Proyecto de Metapán que se está estudiando desarrollar en la parte noroeste del país, y este tipo de proyectos podría ser desarrollado por el sector privado

Generación de Energía Solar Fotovoltaica (conectada a red eléctrica)

La comercialización solo es posible en los Casos “S2” y “S3” de los 4 casos estudiados. Este tipo de tecnología se espera que tenga reducción en los costos de desarrollo para el 2020, el cual mejorará hasta en un 25% la eficiencia del sistema. Sin embargo la energía solar fotovoltaica, es muy difícil desarrollar por el sector privado actualmente, y la razón principal es los altos costos de la tecnología para la producción de este tipo de energía

8.2.5 Factores que Incremento el Costo

En el desarrollo de las fuentes de energía antes mencionadas es necesario tener en cuenta los siguientes factores que incrementarían el costo en El Salvador

1) Prevención de Desastres Naturales

En El Salvador, han ocurrido ocasionalmente, grandes desastres naturales como huracanes, terremotos y erupciones volcánicas. Por dicha razón, para la selección del sitio potencial para el desarrollo de las energías renovables se deben tener en cuenta esos factores, los cuales se asume que incrementan los costos para el desarrollo, debido a la necesidad de la ejecución de obras de prevención y mitigación contra desastres naturales.

2) Fomento de la tecnología de mantenimiento para los sistemas nuevos de energía.

Las pequeñas hidroeléctricas se han desarrollado en este país, sin embargo las tecnologías eólicas y solares fotovoltaicas serán implementadas como nuevos sistemas de generación eléctrica. La adquisición de estos sistemas de generación nueva se hará en el extranjero y se llevara a cabo mientras se recibe asistencia técnica de los proveedores, tales como las obras de instalación. Es necesario capacitar al

personal en la tecnología de la construcción y el mantenimiento de los sistemas nuevos. Se espera que estos factores afecten los costos de desarrollo y de mantenimiento para la capacitación de nuevos técnicos mientras se obtiene la asesoría técnica de un fabricante extranjero.

3) Sistema de adquisición de repuestos

Es necesario implementar la inspección periódica y remplazo de las partes consumibles y de repuestos de acuerdo a los planes de inspección de rutina para evitar interrumpir la operación debido a la falla en los sistemas de energía eléctrica. Para lograr esta condición, es necesario desarrollar la adquisición de piezas necesarias a que sea rápida y regular, para el mantenimiento del sistema de energía eléctrica a través de las agencias locales en el país. Este sistema podría aumentar los costos de mantenimiento, pero la operación continua del sistema de generación de energía eléctrica es necesaria para la implementación de este sistema de adquisición.

4) Condiciones de financiamiento

El desarrollo del sector de energía eléctrica en El Salvador ha sido liderado por el sector privado. Las empresas privadas pueden conseguir los fondos necesarios para desarrollar un nuevo proyecto de las instituciones financieras públicas como el BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica), además de los bancos comerciales. Sin embargo, la tasa de interés anual no es menor a 8%, que es considerablemente más caro en comparación con las tasas de interés de préstamos en el extranjero. Esta tasa de interés es uno de los factores que incrementan los costos. Es necesario considerar la creación de un mecanismo para obtener préstamos del exterior.

8.3 Aspectos Ambientales

En la planificación y diseño de un proyecto, es importante tomar en cuenta, las consideraciones ambientales y sociales, como parte de la sostenibilidad y viabilidad de éste. En este capítulo se enfocan los aspectos ambientales como áreas protegidas, barreras, impactos imprevistos, así como también las prioridades, que se deben tomar en cuenta en la implementación de energías renovables, con el propósito de armonizar las consideraciones socio ambiental en la ejecución de los proyectos.

8.3.1 Identificación de barreras para promover Energía Renovables

En base a investigaciones y entrevistas realizadas con diferentes entidades relacionadas a la actividad de las Energías Renovables y tomando en cuenta los aspectos ambientales y sociales, al igual que las experiencias y condiciones actuales en los proyectos existentes en El Salvador, el equipo de estudio ha identificado las siguientes barreras a superar para poder promover dichas energías:

Barreras Políticas

- Falta de un Plan Maestro para el desarrollo de las energías renovables
- Falta de una ley de incentivos que promueva las energías renovables en relación a las medidas nacionales socio ambientales
- Falta de los formatos de permiso ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con enfoque de cada energía renovable

Como consecuencia de las barreras existentes, resulta difícil que las instituciones y el sector privado relacionados con energías renovables tengan definidos los instrumentos para la implementación de proyectos de generación de energía con recursos renovables.

(2) Barreras Institucionales

- Falta de expertos en temas de energías renovables en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Falta de un sistema de información compartida entre las instituciones relacionadas para unificar criterios relacionados sobre el tema de medio ambiente particularmente en relación al impacto ambiental y los daños causados por los proyectos de energías renovables, así como el progreso logrado durante la implementación del plan de manejo ambiental.

(3) Barreras hacia la Implementación de los Proyectos

- Altos costos en estudios ambientales, especialmente el Estudio de Impactos Ambientales (EsIA), lo cual impiden que las empresas se arriesguen a invertir en estos estudios
- Mala distribución en la tenencia de la tierra, por falta de un ordenamiento territorial adecuado, con enfoque ambiental y social
- Procedimientos complejos para obtención de los permisos ambientales y sociales en muchos casos los proyectos orientados a áreas rurales se estancan debido a estos procesos
- Falta de recursos humanos específicamente capacitados para la obtener aprobación de permisos

ambientales y sociales, especialmente en las empresas pequeñas y ONGs

Como resultado de estas barreras, es difícil que el sector privado involucrado con energías renovables ejecute fácilmente los proyectos de energías renovables considerando los aspectos socio-ambientales.

8.3.2 Impactos Esperados en el entorno Socio-ambiental debido a la implementación de Energías Renovables (alcance)

En base a un análisis estratégico realizado en el presente estudio, las siguientes Tablas 8.3.1 al 8.3.6 muestran el alcance e impactos socio-ambientales que se esperan afecten como resultado del desarrollo de energía renovable en El Salvador.

Tabla 8.3.1 Alcance para los proyectos de Energía Renovable <PCH>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	B-	C	[Etapa de Construcción] - Posible desplazamiento de algunas familias que residen en el entorno inmediato [Etapa de Funcionamiento] - Se debe ejecutar el Plan de seguimiento.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción] - Posibilidad de generación de empleos directos (mano de obra para construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana de la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	D	D	- Impactos negativos no significativos o ningún impacto previsto.
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos, se prevé posibles beneficios a los lugareños
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se espera la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos
7	Descontrol de daños y beneficios	D	D	- No se prevé daños significativos. Posibles beneficios a los lugareños
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se espera a generar conflictos locales, sin embargo se realizarán Consulta Pública para conocer las opiniones de la población.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	B-	B-	- Se prevé gestionar permiso para el uso del agua
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- Poco o ningún impacto previsto.
12	Condición de trabajo	D	D	- Poco o ningún impacto previsto
13	Topografía y Geografía	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se supone la generación de impactos negativos a la topografía y geografía donde se realicen las obras de ingeniería.
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se espera la generación de impactos negativos a las aguas subterráneas.
15	Erosión del Suelo	B-	D	[Etapa de Construcción] - Posible afectación al suelo por procesos erosivos debido a movimiento de tierra por descapote, etc.
16	Hidrología.	C	C	- Se prevé impactos negativos al recurso hídrico.
17	Flora y Fauna / Biodiversidad	B-	B-	[Etapa de Construcción y Etapa de Funcionamiento] - Hay posibilidad de afectar a la flora, fauna y biodiversidad de la zona.
18	Clima	D	D	- Se prevé impactos negativos no significativos.
19	Paisaje	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje de la zona por las obras de corte, movimiento de tierra, etc. [Etapa de Funcionamiento] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje de la zona por la altura de las torres eólicas.

20	Áreas Naturales Protegidas	C	C	- Se debe identificar las áreas naturales protegidas.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- Se espera muy poco impacto negativo ya que se recomienda utilizar el sitio de disposición de desechos, autorizado por la institución competente..
22	Calentamiento Global	D	D	- Poco o ningún impacto previsto
23	Contaminación de aire	D	D	- No se espera la emisión de gases químicos que contaminen el aire.
24	Contaminación del agua	D	D	- No se espera la emisión de líquidos químicos que contaminen el agua.
25	Contaminación de Suelo	D	D	- No se espera la emisión de líquidos químicos que contamina en el suelo.
26	Residuos Sólidos	D	D	- No se prevé la generación de residuos sólidos significativos por las obras.
27	Ruidos y vibraciones	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de ruidos y vibraciones debido a la operación de maquinaria pesada, por las actividades de construcción. [Etapa de Funcionamiento] - Generación de ruidos por la operación de la pequeña central .
28	Hundimiento del terreno	D	D	- No se prevé impactos al respecto
29	Olores ofensivos	D	D	- No se prevé impactos al respecto
30	Accidentes de tránsito	B-	D	[Etapa de Construcción] Se prevé la posibilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito en el área de la obra, debido a la circulación de vehículos del proyecto y lugareños.

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Tabla 8.3.2 Alcance para los proyectos de Energía Renovable <EÓLICA>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	B-	C	[Etapa de Construcción] - Posible desplazamiento de algunas familias que residen en el entorno inmediato [Etapa de Funcionamiento] - Se debe ejecutar el Plan de seguimiento.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción] - Posibilidad de generación de empleos directos (mano de obra para construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana de la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se afectarán las zonas agrícola y pecuaria. Se cortará parte de la vegetación (principalmente arbustiva).
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos, se prevé posibles beneficios a los lugareños
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se espera la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	C	C	- Se debe identificar la población indígena si hubiere en unos sitios de la instalación.
7	Descontrolada de daños y beneficios	D	D	- No se prevé daños significativos. Posibles beneficios a los lugareños
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se espera a generar conflictos locales, sin embargo se realizaran Consultas Públicas para conocer las opiniones de la población.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	D	D	- No se prevé impactos al agua.
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- No se prevé ningún impacto.
12	Condición de trabajo	D	D	- No se prevé ningún impacto.
13	Topografía y Geografía	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se supone la generación de impactos negativos a la topografía y geografía donde se realicen las obras de corte y relleno.
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se espera la generación de impactos negativos a las aguas subterráneas.
15	Erosión del Suelo	B-	D	[Etapa de Construcción] - Posible afectación al suelo por procesos erosivos debido a movimiento de tierra por descapote, etc.
16	Hidrología.	D	D	- No se prevé impactos negativos a la hidrología.
17	Flora y Fauna / Biodiversidad	B-	B-	[Etapa de Construcción y Etapa de Funcionamiento] - Hay posibilidad de afectar a la fauna y biodiversidad de la zona, específicamente a las aves.
18	Clima	D	D	- No se prevé impactos negativos al clima
19	Paisaje	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje de la zona por las obras de corte, movimiento de tierra, etc. [Etapa de Funcionamiento] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje de la zona

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
				por la altura de las torres eólicas.
20	Áreas Naturales Protegidas	C	C	- Se debe identificar las áreas naturales protegidas.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- No se prevé impactos por generación de desechos sólidos.
22	Calentamiento Global	D	D	- No se prevé ningún impacto a la atmosfera.
23	Contaminación de aire	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo al aire.
24	Contaminación del agua	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo al agua.
25	Contaminación de Suelo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo al suelo.
26	Residuos Sólidos	D	D	- No se prevé ningún impacto por la generación de residuos sólidos.
27	Ruidos y vibraciones	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de ruidos y vibraciones debido a la operación de maquinaria pesada, por las actividades de construcción. [Etapa de Funcionamiento] - Generación de ruidos por la operación de las torres. - Generación de micro-onda por la operación de las torres.
28	Hundimiento del terreno	D	D	- No se prevé impactos al respecto
29	Olores ofensivos	D	D	- No se prevé impactos al respecto
30	Accidentes de tránsito	B-	D	[Etapa de Construcción] Se prevé la posibilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito en el área de la obra, debido a la circulación de vehículos del proyecto y lugareños.

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Tabla 8.3.3 Alcance para los proyectos de Energía Renovable < SOLAR FV>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapas de Construcción	Etapas de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de generación de empleos directos (mano de obra para construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana de la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se espera la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto, especialmente las facilidades públicas como escuela, puesto de salud, etc.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
7	Descontrolada de daños y beneficios	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se espera a generar conflictos locales, sin embargo se realizarán Consulta Pública para conocer las opiniones de la población.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
12	Condición de trabajo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
13	Topografía y Geografía	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se espera la generación de impactos negativos a las aguas subterráneas.
15	Erosión del Suelo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
16	Hidrología.	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
17	Flora y Fauna / Biodiversidad	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
18	Clima	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
19	Paisaje	C	C	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje por el tamaño de los paneles solares.
20	Áreas Naturales Protegidas	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
22	Calentamiento Global	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
23	Contaminación de aire	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo a la atmósfera.
24	Contaminación del agua	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo al agua.
25	Contaminación de Suelo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo al suelo.
26	Residuos Sólidos	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo por residuos sólidos.
27	Ruidos y vibraciones	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
28	Hundimiento del terreno	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
29	Olores ofensivos	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
30	Accidentes de tráfico	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Tabla 8.3.4 Alcance para los proyectos de Energía Renovable <SOLAR TÉRMICA>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción] - Se prevé la generación de empleos directos (mano de obra para construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana de la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se prevé la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto, especialmente las facilidades públicas como escuela, puesto de salud, etc.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
7	Descontrol de daños y beneficios	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se prevé generar conflictos locales, sin embargo se realizarán Consultas Públicas para conocer la opinión de la población involucrada.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	D	D	- No se prevé ningún impacto.
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
12	Condición de trabajo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
13	Topografía y Geografía	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo.
15	Erosión del Suelo	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
16	Hidrología.	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
17	Flora y Fauna / Biodiversidad	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo significativo
18	Clima	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo significativo
19	Paisaje	C	C	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Se prevé impactos negativos al paisaje por el tamaño de los paneles solares.
20	Áreas Naturales Protegidas	C	C	- Se debe identificar las áreas naturales protegidas.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- No se prevé impacto negativo significativo.
22	Calentamiento Global	D	D	- No se prevé impactos negativos a la atmósfera.
23	Contaminación de aire	D	D	- No se prevé impactos por contaminación de emisiones al aire ambiente.
24	Contaminación del agua	D	D	- No se prevé impactos negativos al agua.
25	Contaminación de Suelo	D	D	- No se prevé contaminación por derrames de líquidos contaminantes al suelo.
26	Residuos Sólidos	D	D	- No se prevé generación de residuos sólidos por las obras.

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
27	Ruidos y vibraciones	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
28	Hundimiento del terreno	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
29	Olores ofensivos	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo
30	Accidentes de tráfico	D	D	- No se prevé ningún impacto negativo

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Tabla 8.3.5 Alcance para los proyectos de Energía Renovable <GEOTÉRMICA>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	B-	C	[Etapa de Construcción] - Posible desplazamiento de algunas familias que residen en el entorno inmediato. [Etapa de Funcionamiento] - Se debe ejecutar el Plan de Monitoreo.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción y Etapa de Funcionamiento] - Hay posibilidad de generación de empleos directos (mano de obra para construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana de la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se afectarán las zonas agrícola y pecuaria. Se cortará parte de la vegetación (principalmente arbustiva). [Etapa de Funcionamiento] - Impactos negativos no significativos o ningún impacto previsto.
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos, se prevé posibles beneficios a los lugareños
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se espera la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto, especialmente unos caminos de acceso.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	C	C	- Se debe identificar la población indígena si hubiere en unos sitios de la instalación.
7	Distribución desequilibrada de daños y beneficios	D	D	- No se prevé daños significativos. Posibles beneficios a los lugareños
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se espera a generar conflictos locales, pero se realizaran Consultas Pública para confirmar las opiniones de la población.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	B-	C	[Etapa de Construcción] - Se prevé gestionar permiso para el uso del agua no solo durante la etapa de construcción sino también la etapa de perforación de pozos.
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- Poco o ningún impacto previsto.
12	Condición de trabajo	D	D	- Poco o ningún impacto previsto
13	Topografía y Geografía	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se supone la generación de impactos negativos donde se realicen posibles obras de corte y relleno.
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se espera la generación de impactos negativos a las aguas subterráneas por los procesos de perforación, construcción y funcionamiento.
15	Erosión del Suelo	B-	D	[Etapa de Construcción] - Posible afectación al suelo por procesos erosivos, debido a las modificaciones de los terrenos donde se construyen las plataformas de perforación y las instalaciones de las plantas.
16	Hidrología.	D	D	- Se prevé afectación no significativa al recurso hídrico.
17	Flora y Fauna /	B-	B-	[Etapa de Construcción y Etapa de Funcionamiento]

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
	Biodiversidad			- Hay posibilidad de afectar a la flora, la fauna y biodiversidad de la zona
18	Clima	D	D	- Se prevé impactos negativos no significativos.
19	Paisaje	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de impactos negativos al paisaje de la zona por la construcción de las plantas [Etapa de Funcionamiento] - Durante la operación se observa emisión de vapor a la atmosfera.
20	Áreas Naturales Protegidas	C	C	- Se debe identificar las áreas naturales protegidas.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- Se espera muy poco impacto negativo, se tratara de utilizar los sitios autorizados por las instituciones competentes.
22	Calentamiento Global	D	D	- Poco o ningún impacto previsto
23	Contaminación de aire	B-	D	[Etapa de Construcción y funcionamiento] - Hay posibilidad de generar deterioro del aire debido a la emisión de gases de maquinaria de la obra (CO ₂ y H ₂ S), y también de las partículas de polvo en suspensión por las actividades de construcción.
24	Contaminación del agua	B-	D	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de generar deterioro de la calidad del agua debido a contaminación y aceite provenientes de los sitios de construcción
25	Contaminación de Suelo	B-	B-	[Etapa de Construcción y Etapa de Funcionamiento] - Posible contaminación del suelo debido a derrame de aguas geotérmicas contaminantes.
26	Residuos Sólidos	B-	D	[Etapa de Construcción] - Generación de residuos sólidos por las obras.
27	Ruidos y vibraciones	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de ruidos y vibraciones debido a la operación de máquinas de construcción y tráfico de vehículos pesados. [Etapa de Funcionamiento] - Generación de ruidos por la operación de la Central.
28	Hundimiento del terreno	B-	B-	- Posible generación de hundimiento del terreno debido al súper-extracto de aguas termales.
29	Olores ofensivos	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de olores ofensivos debido a las emisiones de gases de combustión de la maquinaria de la construcción y perforación de pozos [Etapa de Operación] - Generación de olores ofensivos permanentes debido a las emisiones de H ₂ S en las Centrales.
30	Accidentes de tráfico	B-	D	[Etapa de Construcción] Posible ocurrencia de accidentes de tránsito en el área de la obra, debido al movimiento interno de vehículos por todas las actividades del proyecto..

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Tabla 8.3.6 Alcance para los proyectos de Energía Renovable <BIOMASA>

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
1	Desplazamiento de Población	B-	C	[Etapa de Construcción] - Posible desplazamiento de algunas familias que residen en el entorno inmediato [Etapa de Funcionamiento] - Se debe ejecutar un Plan de Seguimiento.
2	Economía local y medios de vida	B+	B+	[Etapa de Construcción] - Hay posibilidad de generación de empleos directos (mano de obra para la construcción) e indirectos (vendedores, restaurantes, etc., de la zona cercana a la construcción) [Etapa de Funcionamiento] - Se tiene prevista la reactivación industrial por disminución del costo de energía.
3	Uso de suelo y Uso de Recursos Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos
4	Capital Social y Organizaciones Locales	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos
5	Infraestructura y Servicios Sociales Existentes	D	B+	[Etapa de Funcionamiento] - Se espera la estabilidad de los servicios de electricidad en el área del Proyecto.
6	Etnias minoritarias e Indígenas	D	D	- No se prevé afectación a población indígena
7	Descontrol de daños y beneficios	D	D	- No se espera la generación descontrolada de daños y/o beneficios en el sitio del Proyecto, la planta se proyecta en un área pequeña.
8	Conflictos locales provocados por los intereses comunes	C	C	- No se espera generar conflictos locales, sin embargo se realizaran Consultas Públicas para confirmar las opiniones de la población involucrada.
9	Patrimonio Cultural	C	D	[Etapa de Construcción] - Se realizará la inspección del área del Proyecto por parte de la Secretaría de Cultura.
10	Uso del agua	C	C	- Se debe identificar y controlar el uso del agua.
11	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	- No se prevé impactos por el VIH
12	Condición de trabajo	D	D	- No se prevé afectación a las condiciones de trabajo
13	Topografía y Geografía	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se prevé generación de impactos negativos no significativos a la topografía y geografía donde se realicen las obras de construcción.
14	Aguas Subterráneas	D	D	- No se prevé la generación de impactos negativos significativos a las aguas subterráneas.
15	Erosión del Suelo	B-	D	[Etapa de Construcción] - Se prevé la afectación al suelo, por efectos erosivos, debido a las actividades de remoción de tierra, etc.
16	Hidrología.	D	D	- No se prevé generar impactos a la hidrología en donde se instalen las centrales.
17	Flora y Fauna / Biodiversidad	D	D	- No se prevé impactos negativos significativos a estos componentes
18	Clima	D	D	- Poco o ningún impacto previsto.
19	Paisaje	D	D	- Poco o ningún impacto previsto.
20	Áreas Naturales Protegidas	C	C	- Se debe identificar las áreas naturales protegidas, si las hubieren.
21	Control de sitios de disposición de desechos	D	D	- Se espera muy poco impacto negativo ya que se utilizará el sitio de disposición de desechos, autorizado por las

	Componentes	Evaluación		Impactos Previstos
		Etapa de Construcción	Etapa de Funcionamiento	
				instituciones competentes.
22	Calentamiento Global	D	B-	[Etapa de Funcionamiento] - Se prevé posibles impactos negativos debido a emisiones de gas metano.
23	Contaminación de aire	B-	B-	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Se prevé contaminación por emisión de gases al aire ambiente por el uso de la maquinaria en la obra y partículas de polvo en suspensión por las actividades en general.
24	Contaminación del agua	B-	B-	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Hay posibilidad de generar deterioro de la calidad del agua para beber, debido a derrame puntual de aceites y combustible provenientes de la maquinaria.
25	Contaminación de Suelo	B-	B-	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Hay posibilidad de generar deterioro de la calidad del suelo debido a contaminación por derrame de aceites y combustibles provenientes de la maquinaria.
26	Residuos Sólidos	B-	B-	[Etapa de Construcción y Funcionamiento] - Se prevé generación de residuos sólidos por las obras y la operación.
27	Ruidos y vibraciones	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de ruidos y vibraciones debido a la operación de máquinas de construcción y del tráfico eventual de vehículos pesados. [Etapa de Funcionamiento] - Generación de ruidos por la operación de la Central.
28	Hundimiento del terreno	D	D	- Ningún impacto previsto
29	Olores ofensivos por gases de combustión y desechos sólidos	B-	B-	[Etapa de Construcción] - Generación de olores ofensivos debido a las emisiones de gases de combustión de las maquinas y generación de residuos sólidos. [Etapa de Funcionamiento] - Generación de olores ofensivos debido a las emisiones de gases al aire ambiente, por combustión al operar la planta
30	Accidentes de transito	D-	D	[Etapa de Construcción] No se prevé la posibilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito en el área de la obra.

A: Impacto significativo previsto

B: Impacto moderado previsto

C: No se encuentra ninguna información, se requiere más investigación.

D: Ninguno o impacto leve previsto

+: Positivo

-: Negativo

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

8.3.3 Prioridades para las Energías Renovables dentro del marco de las Consideraciones Ambientales y Sociales

Como resultado del análisis de las barreras existentes para la implementación de los proyectos de energías renovables así como los EIA, antes mencionados, se recomiendan las siguientes prioridades a tomar en cuenta para promover el desarrollo de energías renovables en El Salvador:

(1) Prioridades para las Políticas

- Las políticas energéticas en El Salvador debe tener en cuenta el marco ambiental y social.- La Ley General de Electricidad debe estar armonizada con las diversas leyes relacionadas al sector eléctrico..
- Crear un estándar en interconexión eléctrica de la red de recursos distribuidos, tales como pequeñas centrales hidroeléctricas y la energía solar fotovoltaica.
- Es urgente modificar la Ley del Medio Ambiente y armonizarla con las leyes relacionadas.

(2) Prioridades para las Instituciones

- Es imprescindible darle la prioridad máxima a la publicación de directrices para las instituciones gubernamentales con el fin de establecer un patrón general con respecto a las energías renovables y su aplicación final.
- El Estado debe ser parte del proceso para fortalecer el conocimiento relacionado mediante la capacitación del personal de las instituciones gubernamentales involucradas en asuntos relacionados con las energías renovables y el medio ambiente
- Apoyo al intercambio de información orientado a la transferencia de tecnologías de los recursos energéticos renovables, con el objetivo de enriquecer las capacidades de los técnicos para desarrollar estos proyectos.
 - El Estado debe aprovechar al máximo el recurso humano existente del país, específicamente a los profesionales especializados en las disciplinas relacionadas las fuentes de energía renovables.
 - Acuerdos con universidades centradas en proyectos relativos a fuentes de energía renovables, tanto a nivel científico como a su aplicación.
 - El Estado debe apoyar la generación de información sobre los recursos energéticos renovables, y también debería proporcionar directrices para las instituciones involucradas en este tema. Con esto se espera que permita que su personal maneje la información sin discreción y en el marco de la Ley de Derecho a la Información.

(3) Prioridades para la Implementación del Proyecto

- Prioridades financieras: Implementar un sistema adecuado de protección que dará seguridad a la inversión en este sector, reducir los altos porcentajes de las inversiones y aumentar los incentivos económicos, y lograr tarifas razonables, que beneficiaría a la población en general.