

**Estudio de Recopilación  
de  
Información sobre  
el Sector Energético  
en  
El Salvador**

**Reporte Final  
(Resumen)**

**Marzo 2014**

**Japan International Cooperation Agency**

**Nippon Koei Co., Ltd.  
KRI International Corp.**

5R
JR
14-012



Japan International Cooperation Agency

**Estudio de Recopilación  
de  
Información sobre  
el Sector Energético  
en  
El Salvador**

**Reporte Final  
(Resumen)**

**Marzo 2014**

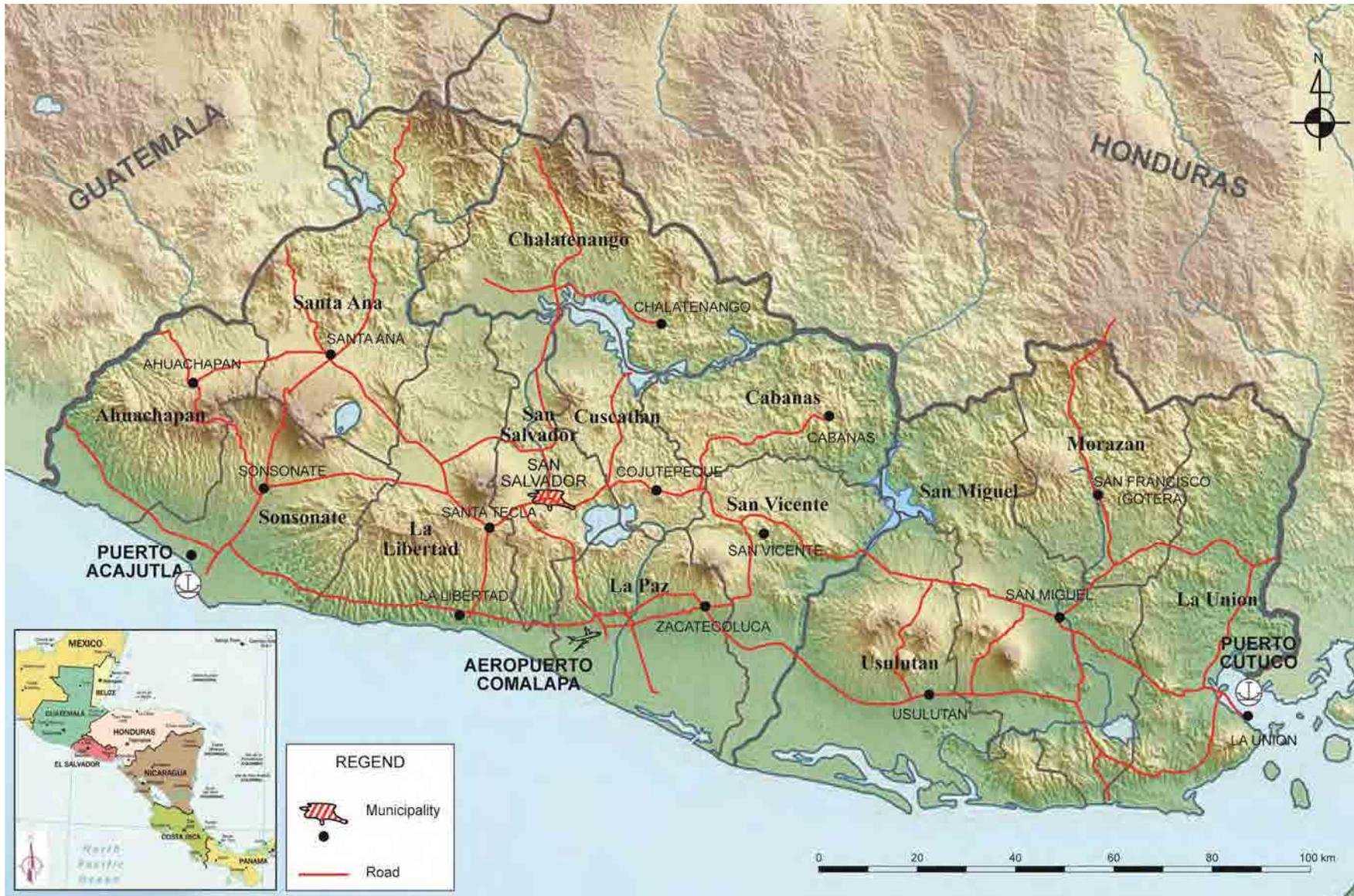
**Japan International Cooperation Agency**

**Nippon Koei Co., Ltd.  
KRI International Corp.**

**Tasa de conversion de divisas**

**1US\$ = 102.35 yenes**

**(Al 26 de febrero de 2014)**



**MAPA DE UBICACIÓN (EL SALVADOR)**

**Estudio de Recopilación  
de  
Información sobre  
el Sector Energético  
en  
El Salvador**

**Reporte Final  
(Resumen)**

**Tabla de Contenido**

**Mapa de Ubicación**

**Abreviaturas**

	<b>Página</b>
<b>1. Antecedentes del Estudio .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos del Estudio .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Flujo de Trabajo General del Estudio .....</b>	<b>2</b>
<b>4. Estudio detallado de la Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....</b>	<b>3</b>
4.1 Propósito del Estudio Detallado de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	3
4.2 Situación Actual y Problemas de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	3
4.2.1 Situación Actual de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	3
4.3 Leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs .....	6
4.4 Instituciones Relacionadas al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.....	7
4.5 Pequeño Potencial Hidroeléctrico .....	7
4.5.1 Pequeño Potencial Hidroeléctrico indefinido en el Plan Maestro de Energías Renovables .....	7
4.5.2 Identificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en el Estudio Teórico.....	7
4.6 Selección de Sitios Potenciales para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	8
4.7 Estudio Preliminar de los Sitios Potenciales para las 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.....	11
4.7.1 Diseño Descarga.....	11
4.7.2 Resultado Detallado de la Encuesta .....	13
4.8 Proyectos de CECSA.....	14
4.9 Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en instalaciones de ANDA .....	15
4.10 Resultado Preliminar del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	17
4.11 Plan de Implementación .....	18
4.11.1 Prioridad de la Implementación .....	18
4.11.2 Retos y Contramedidas para el Desarrollo de Pequeñas Centrales	

---

	Hidroeléctricas .....	20
4.11.3	Implementación de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Financiamiento .....	21
4.11.4	Recomendación para el Futuro Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	22
<b>5.</b>	<b>Estudio de Recopilación de Datos Sobre Ahorro de Energía en el Sector público .....</b>	<b>23</b>
5.1	Detalle de Auditoria Energética del Sector Público .....	23
5.1.1	Los Lineamientos de la auditoría energética detallada.....	23
5.1.2	Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán de ANDA .....	24
5.1.3	Hospital Regional Santiago de María.....	25
5.1.4	Dirección General de Aduanas de San Bartolo .....	28
5.1.5	Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate.....	30
5.2	Alumbrado Publico.....	32
5.3	Conclusión.....	32
5.3.1	Resumen .....	32
5.3.2	Recomendación .....	33

## Lista de Tablas

Tabla 4.2.1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en El Salvador .....	3
Tabla 4.2.2	Resumen del Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas del Plan Maestro (hasta 20 MW) .....	4
Tabla 4.3.1	Grupos y Categoría de Requerimientos Ambientales .....	6
Tabla 4.6.1	Selección de Tres Proyectos .....	10
Tabla 4.7.1	Resultado Detallado de la Encuesta para la Selección de Tres Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	13
Tabla 4.8.1	Resumen de Características del Proyecto San Luis III .....	15
Tabla 4.9.1	Ubicaciones Propuestas para Centrales Hidroeléctricas de ANDA.....	15
Tabla 4.9.2	Estimación preliminar de los Años de Amortización de los lugares Potenciales Hidroeléctrico de ANDA .....	16
Tabla 4.10.1	Resumen del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	17
Tabla 5.1.1	Descripción General de la Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán de ANDA	24
Tabla 5.1.2	Resultado de la Auditoria Detallada Energética para la “Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán” .....	24
Tabla 5.1.3	Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional .....	25
Tabla 7.1.5	Descripción General del “Hospital Regional de Santiago María” .....	25
Tabla 5.1.5	Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (1).....	26
Tabla 5.1.6	Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (2).....	26
Tabla 5.1.7	Número y Consumo Anual de Electricidad en los Hospitales del País.....	27
Tabla 5.1.8	Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional .....	27
Tabla 5.1.9	Descripción General de “Dirección General de Aduanas de San Bartolo” .....	28
Tabla 5.1.10	Resultado de la Auditoria de Energía Detallada de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo” .....	28
Tabla 5.1.11	Número y Consumo Anual de Electricidad de Edificios de Oficinas en el País....	29
Tabla 5.1.12	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional .....	29
Tabla 5.1.13	Descripción General del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”.....	30
Tabla 5.1.14	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional .....	30
Tabla 5.1.15	Numero y Consumo Anual de Energía de Escuelas en el País .....	31
Tabla 5.1.16	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional .....	31
Tabla 5.2.1	Ahorro de Energía y Costo de Inversión de Alumbrado Público a Nivel Nacional	32
Tabla 5.3.1	Resumen de los Resultados del Ahorro de Energía para el Sector Gubernamental	33

**Lista de Figuras**

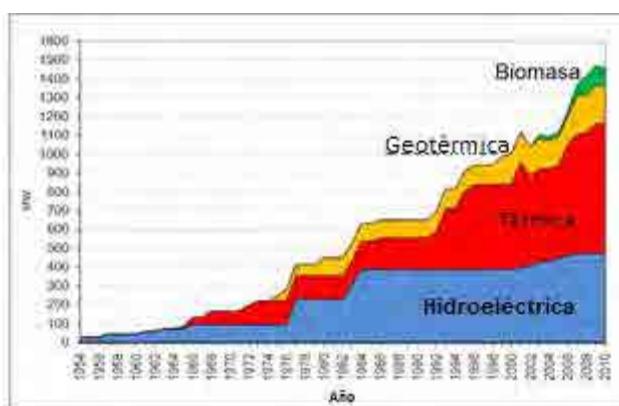
Figura 1.1.1	Variación Histórica de la Fuente de Energía (2010) .....	1
Figura 4.2.1	Mapa de ubicación de los sitios Potenciales de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas seleccionados del Plan Maestro 2012-2027.....	4
Figura 4.5.1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio.....	8
Figura 4.6.1	Procedimiento del Proceso de Selección.....	9
Figura 4.6.2	Detalle del Estudio de Selección.....	10
Figura 4.7.1	Calendarización de Trabajo del Estudio Preliminar de 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas .....	11
Figura 4.7.2	Diseño de Monograma para la Selección de Turbina.....	12
Figure 4.8.1	Ubicación de los Proyectos Recomendados por CECSA .....	14
Figura 4.11.1	El Posible Plan de Implementación.....	19
Figura 4.11.2	Imagen de Proveer Préstamo Soberano a CEL .....	21
Figure 4.11.3	Imagen de Proveer Préstamo Soberano a CECSA.....	21

### Abreviaturas

Abreviaturas	Español	Inglés
AES	Corporación AES	AES Corporation
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	National Administration of Aqueducts and Sewers
B/C	Costo/Beneficio	Benefit/Cost
BANDESAL	Banco de Desarrollo de El Salvador	El Salvador Development Bank
CECSA	Compañía Eléctrica Cucumacayán S.A. de C.V.	Cucumacayán Electric Company Inc
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	Hydroelectric Executive Committee of the Lempa River
CNE	Consejo Nacional de Energía	National Energy Council
DD, D/D	Diseño Detallado	Detailed Design
DELSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A. de C.V.,	Distributor of Electricity of South Variable Capital Company
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental	Environmental Impact Assessment
FS, F/S	Estudio de Factibilidad	Feasibility Study
GAL	Galón (3.785 litro)	Gallon (3.785 liter)
GWh	Gigawatts hora	Gigawatt hour
HPMV	Mercurio de alta presión	High Pressure Mercury Vapour
IDB (BID)	Banco Interamericano de Desarrollo	Inter-American Development Bank
IRR	Tasa Interna de Retorno	Internal Rate of Return
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Japan International Cooperation Agency
kW	Kilo watt	Kilo watt
kWh	Kilowatt hora	Kilowatt hour
LED	Diodo Emisor de Luz	Light Emitting Diode
LNG	Gas Natural Líquido	Liquefied Natural Gas
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ministry of Environment and Natural Resources
MEGATEC	Modelo Educativo Gradual de Aprendizaje Técnico y Tecnológico	Gradual Learning Educational Model Technical and Technological
MP, M/P	Plan Maestro	Master Plan
MW	Megawatts (=1,000 kW)	Megawatt (=1,000 kW)
MWh	Megawatts hora	Megawatt hour
NPV	Valor Presente Neto	Net Present Value
Pre-F/S	Estudio de prefactibilidad	Pre Feasibility Study
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones	General Superintendency of Electricity and Telecommunications

## 1. Antecedentes del Estudio

La demanda de energía de El Salvador se registró en 5,650.6 GWh en el 2010, la cual se cumplió por la matriz energética compuesta por: Energía Hidroeléctrica (36.8%), Energía Térmica (34.9%), Energía Geotérmica (25.5%) y Biomasa (3.2%). De acuerdo con el pronóstico hecho por el Consejo Nacional de Energía (CNE), se espera que la demanda de energía eléctrica se incremente a una tasa de crecimiento promedio anual de 4.7% hasta el 2026. Recientemente, el aumento de la demanda de energía está cubierta por la generación de energía eléctrica de centrales eléctricas de diésel que son inversiones del sector privado de El Salvador. Sin embargo, debido a que la electricidad de las plantas de energía diésel son susceptibles a los precios del combustible, ya que éste es altamente volátil, cambiar a fuentes de energía de bajo costo e introducir las energías renovables, que son autóctonas del país son cada vez más importantes.



Fuente: Estadísticas de Energía de SIGET (Junio del 2010)

### Figura 1.1.1 Variación Histórica de la Fuente de Energía (2010)

De acuerdo con la política energética de El Salvador, que se formuló en 2010, la diversificación de la matriz energética, el fomento del ahorro de energía, y la integración energética regional se toman en cuenta como agendas importantes. Junto con la diversificación de la matriz energética, el gobierno de El Salvador promueve la energía renovable y el estudio de la introducción del gas natural licuado (GNL) en el país. En tales circunstancias, JICA llevo a cabo el estudio de "El Proyecto de Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador" (en adelante denominado como "PM Energías Renovables") en el 2012. Después del PM para el desarrollo de Energías Renovables, se espera que los proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas que Figuran en el PM se hagan realidad.

Por otro lado, JICA y el BID han estado trabajando juntos para apoyar a la región de Centro América y el Caribe bajo un esquema de "Co-financiamiento para Energías renovables y la Eficiencia Energética" (en adelante denominado como "Esquema CORE"). El Salvador está incluido como uno de los países del Esquema CORE. Como material de base para la política de apoyo al sector energía, el BID tiene la intención de preparar la "Nota del Sector de Energía para El Salvador" (en adelante denominado como Nota Sectorial) conjuntamente con JICA como socio del Esquema CORE.

Considerando las posibilidades de aplicación de la tecnología japonesa en El Salvador, las pequeñas Centrales Hidroeléctricas y el ahorro energético son las tecnologías potenciales, y el BID también está interesado en dichos temas. Bajo estas circunstancias, JICA decidió llevar a cabo este estudio en forma conjunta con el BID para recopilar información necesaria para analizar los proyectos prioritarios y potenciales a ser desarrollados.

## 2. Objetivos del Estudio

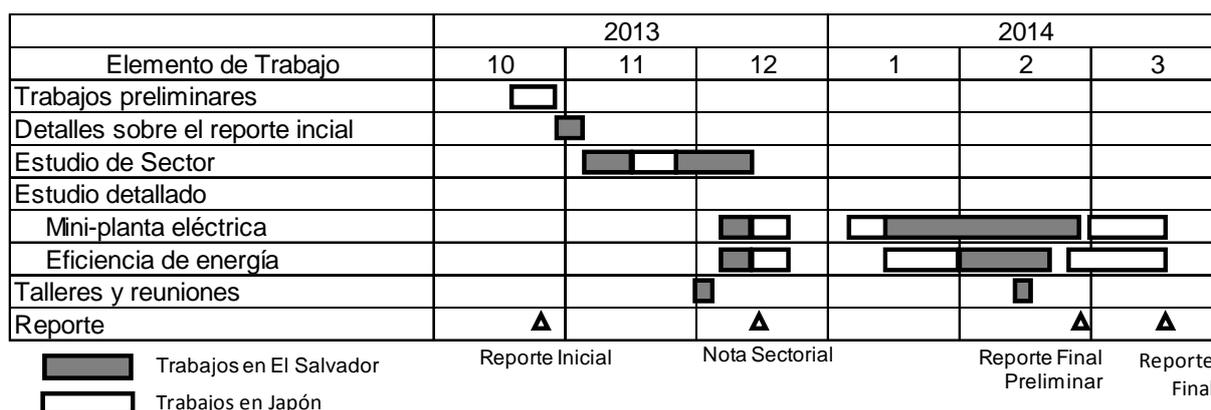
El propósito del estudio está compuesto por los siguientes 3 puntos:

- La preparación de la Nota Sectorial por medio del estudio de la situación actual y los problemas en el Sector Energía en El Salvador.
- La recolección de datos y análisis para la formulación de proyectos de ahorro energético y Energías Renovables (pequeñas Centrales Hidroeléctricas), a la vista de los futuros candidatos de préstamos en yenes. (Estudio detallado)
- Preparación de los materiales para el diálogo político sobre el Sector Energía para el nuevo gobierno en Junio del 2014.

De los tres elementos anteriores, los resultados compilados de punto a) "la situación y los problemas en el sector de la energía en El Salvador actual" no se incluyen en este informe, teniendo en cuenta la conveniencia de que el Gobierno de El Salvador y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que está estrechamente relacionada con este estudio, debido a que dichos resultados se van a utilizar para el diálogo con el nuevo Gobierno, que se celebrará en junio de 2014.

## 3. Flujo de Trabajo General del Estudio

El cronograma general del Estudio en el momento de la preparación del informe inicial se muestra a continuación:



#### 4. Estudio detallado de la Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

##### 4.1 Propósito del Estudio Detallado de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El sector privado ha tomado la iniciativa en el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador. Sin embargo, debido al desacuerdo de las comunidades hacia el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas, el desarrollo tiene poco progreso hasta el momento debido a la dificultad de obtener consentimiento por parte de las comunidades, aunque se han identificado buenos sitios potenciales en el plan maestro de energías renovables del 2012. Para promover el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador, es necesario que el sector público inicie varios proyectos que enfatizan la participación de las comunidades para promover un desarrollo sostenible de las pequeñas centrales hidroeléctricas. Bajo estas circunstancias, el estudio detallado busca seleccionar buenos proyectos como modelos hidroeléctricos que puedan ser implementados por el sector público, y proponer la formulación de un plan para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas.

En el estudio detallado, se pudo constatar la situación actual, leyes, regulaciones y problemas relacionadas al desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas, luego los prospectos de los sitios potenciales como futuros proyectos modelo fueron seleccionados a través de la detección de sitios potenciales para pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador.

##### 4.2 Situación Actual y Problemas de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

###### 4.2.1 Situación Actual de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

###### (1) Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Existentes

De acuerdo con la información proporcionada por SIGET, hay 16 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en operación desde Enero del 2014, con una capacidad total instalada de 15.4 MW que se enumeran a continuación:

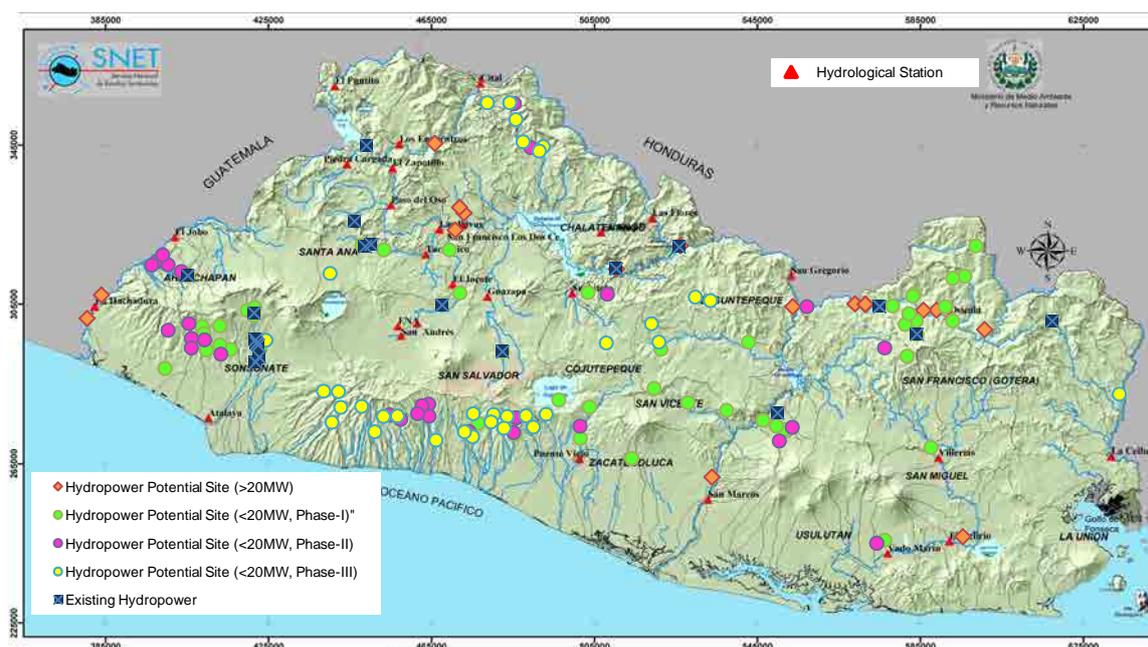
**Tabla 4.2.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en El Salvador**

No.	Central Hidroeléctrica Central Generadora	Departamento Localización	Capacidad Instalada (kW)	Propietario
1	Sensunapán Nahizalco	Sonsonate	2,797.50	Private
2	Papaloate	Sonsonate	2,000.00	Private
3	La Calera	Sonsonate	1,448.00	Private
4	Cucumacayán	Sonsonate	2,256.00	CECSA
5	Bululú	Sonsonate	680.00	CECSA
6	Sonsonate	Sonsonate	740.00	CECSA
7	San Luis I	Santa Ana	600.00	CECSA
8	San Luis II	Santa Ana	740.00	CECSA
9	Cutumay Camones	Santa Ana	298.00	CECSA
10	Río Sucio	La Libertad	2,500.00	CECSA
11	Milingo	San Salvador	640.00	CECSA
12	Atehuasías	Ahuachapán	600.00	CECSA
13	La Chacra	San Miguel	25.00	Private
14	Miracapa	San Miguel	34.00	Private
15	Junquillo	Morazán	18.00	Private
16	El Calambre	Morazán	58.00	Private
		Total	15,434.50	

Fuente: SIGET

## (2) Potencial de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

De acuerdo con el Plan Maestro de Energías Renovables preparado en el 2012 por CNE-JICA, se identificaron 209 sitios para el Desarrollo Potencial. La capacidad total se estima en 180.8 MW y la energía media anual estimada es de 756 GWh. La mayoría de los sitios potenciales se encuentran en la región occidental, especialmente en el departamento de Ahuachapán, Sonsonate y La Paz. De los 209 sitios identificados, se seleccionaron 123 sitios como proyectos candidatos para el Plan Maestro que se aplicará en tres fases, como se muestra en la figura y la tabla de abajo.



Fuente: Plan Maestro Energías Renovables, CNE-JICA, 2012

**Figura 4.2.1** Mapa de ubicación de los sitios Potenciales de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas seleccionados del Plan Maestro 2012-2027

**Tabla 4.2.2** Resumen del Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas del Plan Maestro (hasta 20 MW)

Fase Phase	Condiciones Conditions	Number of Projects	Potencia Potential (MW)	Energía Energy (MWh/Año)	Plant Factor	Inversión Total Investment Cost (x 1,000 US\$)	Costo/kW (US\$)	Base del Inversionista (con préstamo del Banco) Investment Base (with Bank)		
								TIR FIRR (Average)	VAN NPV (Average)	B/C (Average)
								(%)	(x1,000 US\$)	
Phase-I (2012-2017)	Under Const., with B/D, F/S & Pre-F/S	59	103.9	436,100	48%	305,100	2,937	27.7%	4,500	1.58
Phase-II (2017-2022)	B/C >=1, P >=0.25 (MW), 50% of Potential	32	33.5	146,100	50%	92,500	2,761	29.3%	3,500	1.72
Phase-III (2022-2027)	B/C >=1, P >=0.25 (MW), 50% of Potential	32	25.3	89,200	40%	85,800	3,391	17.6%	1,400	1.33
<b>TOTAL</b>		<b>123</b>	<b>162.7</b>	<b>671,400</b>	<b>47%</b>	<b>483,400</b>	<b>2,972</b>	<b>24.7%</b>	<b>3,248</b>	<b>1.52</b>

Fuente: Plan Maestro Energías Renovables, CNE-JICA, 2012

Entre las fuentes de energía renovables como las pequeñas centrales hidroeléctricas (con hasta 20 MW), Solar Fotovoltáica, Termo solar, eólica, biomasa y biogás, considerando el costo de inversión de las tecnologías disponibles, las pequeñas centrales hidroeléctricas pueden ser la primera opción para inversión como se indica en el plan maestro de energías renovables. En el plan maestro, el costo de generación se asume entre 10 a 14 centavos US/kWh y se espera que reduzca la generación actual de Termo entre 2 a 8 centavos/kWh.

#### **4.2.2 Retos para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

Como resultado de la reforma del sector eléctrico en 1996, se instauró un sistema que permitió la participación del sector privado en la generación y distribución de energía. Debido dicha reforma del sector, se esperaba que una buena cantidad de inversión se llevase a cabo y que el desarrollo de las pequeñas centrales se implementaría sin problemas.

Sin embargo, la realidad es que se han introducido una gran cantidad de proyectos de generación de energía a diesel debido a que sus costos de inversión iniciales son bajos y de la recuperación es relativamente rápida. En cambio, el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas no se ha implementado como se esperaba.

Por ello se realizó una encuesta para conocer las razones por las que el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas no está bien implementado, a través de la revisión de los materiales existentes y de una encuesta de campo a los organismos pertinentes. Los resultados son los siguientes:

- 1 ) Se requiere más tiempo para los estudios sobre el desarrollo de la energía hidroeléctrica pequeña , y un mayor tiempo para la obtención de la concesión de desarrollo del gobierno , en comparación con la generación de energía térmica o la biomasa.
- 2) Debido a la insuficiencia de los datos de observación de descarga, es bastante difícil calcular la cantidad exacta de la generación de energía hidroeléctrica a pequeña escala, y es difícil juzgar la viabilidad del desarrollo.
- 3 ) En caso de desarrollo de la pequeña hidroeléctrica por una empresa privada , hay menos posibilidades de que realizar un diálogo con los residentes locales , lo que hace difícil comprender las expectativas y necesidades de los residentes locales para el desarrollo . En este sentido, es difícil obtener entendimientos de los residentes locales y de la cooperación el desarrollo de estos proyectos.
- 4 ) Hay casos de fuga de información relacionada con el desarrollo , lo que da como resultado la ocupación de tierras intencional requerido para el desarrollo de la pequeña hidroeléctrica.

Para resolver los asuntos antes mencionadas, y para la adecuada ejecución del desarrollo de la energía hidroeléctrica pequeña, se espera que el sector público, incluyendo el gobierno deben participar activamente en el desarrollo. Se espera implementar un proyecto modelo que puede tomar hasta las necesidades de los residentes locales para la correcta ejecución del desarrollo. Lecciones aprendidas del proyecto modelo se deben reflejar a los futuros proyectos de desarrollo de energía hidroeléctrica pequeña.

### 4.3 Leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs

#### (1) Lista de leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs

Las leyes relacionadas a energías renovables que incluyen a las pequeñas centrales se enmarcan en varios aspectos tales como medio ambiente, aspectos de concesión y constitución. Las leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas se muestran en la Tabla 4.3.1.

#### (2) Categorización Ambiental para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Los desarrolladores de hidroeléctricas por mandato deben realizar estudios de impacto ambiental. Acorde a MARN, los requisitos de las consideraciones ambientales difieren a la escala del proyecto. Tales requisitos se clasifican en categorías de la siguiente manera;

**Tabla 4.3.1 Grupos y Categoría de Requerimientos Ambientales**

Grupo	Categoría y Requerimientos
Grupo A	<i>Bajo impacto ambiental, lo que significa que el titular del proyecto no tiene que presentar la documentación ambiental</i>
Grupo B	Categoría 1: bajo potencial en impacto ambiental, <i>que no requiere la presentación de un EIA más que un simple estudio ambiental</i>
	Categoría 2: Impacto ambiental potencial moderado o alto, <i>lo que requiere la presentación de EIA</i>

Fuente: MARN

Para el caso del desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas, las hidroeléctricas con una capacidad instalada de menos de 100kW se clasifica en el Grupo A. Los proyectos con una capacidad mayor a 100 kW y menos de 1MW se clasifican Categoría 1 en el Grupo B. Los proyectos con capacidad mayor a 1MW se clasifican Categoría 2 en el Grupo B. Como se muestra en la Tabla 4.3.1, los proyectos hidroeléctricos que son Categoría 1 en el Grupo B no necesitan presentar el reporte del EIA; solo requiere presentar una simple evaluación del estudio ambiental. Acorde a la audiencia de los desarrolladores hidroeléctricos en El Salvador, el tiempo requerido para la obtención del permiso ambiental para Categoría 1 es de entre dos a seis meses, mientras que los Categoría 2 en el Grupo B, tiene una duración de entre ocho y diez meses.

#### (3) Procedimientos de Adjudicación de Concesión

Las leyes requieren la obtención de concesión para el desarrollo de PCHs sin importar que el encargado de su desarrollo sea público o privado. La Ley de Concesión Actual no contempla el tiempo para su aprobación y ni el plazo para su concesión. Existen casos en El Salvador en que se han tardado muchos años antes de ser otorgada una concesión.

#### **4.4 Instituciones Relacionadas al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

En El Salvador, existen varias instituciones relacionadas en el desarrollo de PCHs. En particular, se encuentran la SIGET y el MARN que son de especial importancia en el desarrollo de PCHs. El listado de las instituciones relacionadas con PCHs se muestra en la Tabla 4.4.1 del Reporte Principal.

#### **4.5 Pequeño Potencial Hidroeléctrico**

##### **4.5.1 Pequeño Potencial Hidroeléctrico indefinido en el Plan Maestro de Energías Renovables**

Como se menciona en la sección 4.2.2, el plan maestro para energías renovables preparado en el 2012 por el CNE y JICA, identifica 209 sitios potenciales de desarrollo. Con una capacidad total estimada a 180.8 MW y esta estimación significa 756GWh de energía anual. De los 209 sitios identificados, se seleccionaron 123 de ellos como proyectos candidatos para el plan maestro.

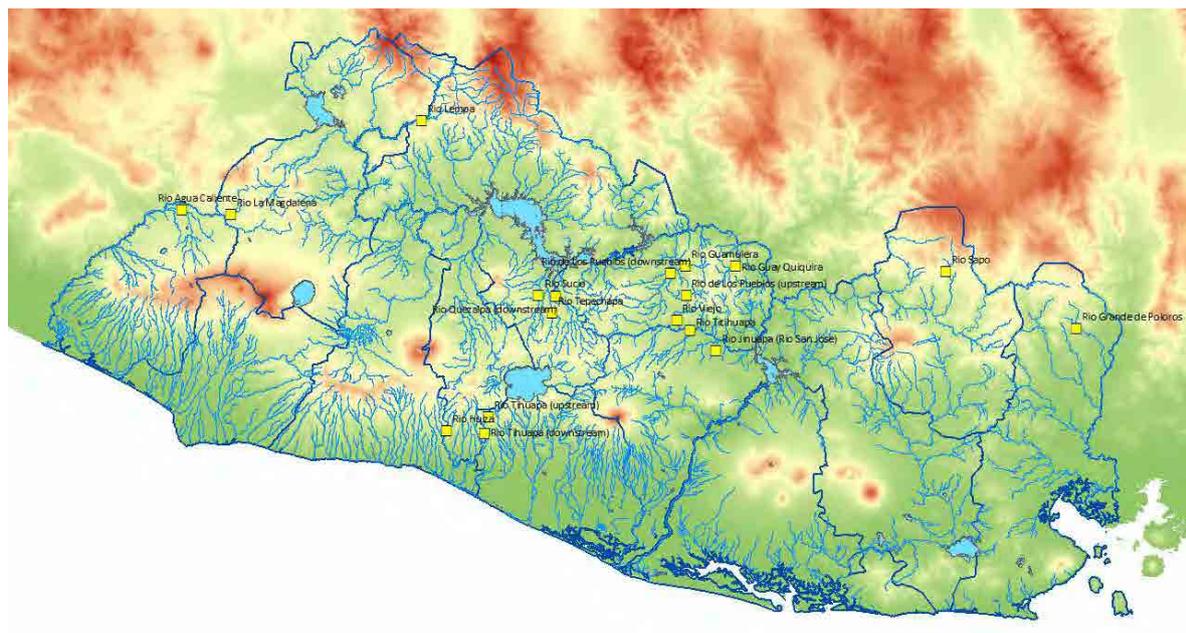
##### **4.5.2 Identificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en el Estudio Teórico**

En los estudios hidroeléctricos existentes, hay muchos proyectos realizados por universidades y empresas privadas sin información sobre las zonas de captación, descarga y la altura eficaz. Para aclarar dicha información y para revisar los sitios prospectos para pequeñas centrales hidroeléctricas en todo el país desde el punto de las zonas de captación y altura eficaz, se llevó a cabo el estudio teórico. 54 mapas topográficos con escala de 1/50, 000 que cubre todo el país se utilizaron para el estudio teórico.

El estudio teórico se llevó a cabo teniendo en cuenta dos aspectos principales, a saber, (i) los sitios candidatos deben tener por lo menos alrededor de 40 km<sup>2</sup> de área de influencia con el fin de alcanzar la descarga requerida para la generación de energía, y (ii) los sitios candidatos deberían tener por lo menos alrededor de 40 m de altura eficaz en los mapas topográficos.

Como resultado del estudio teórico, se seleccionaron 18 sitios como sitios candidatos potenciales para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Los sitios potenciales hidroeléctricos que se encontraron por el Equipo de Estudio son los que se muestra en la Figura 4.5.1



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

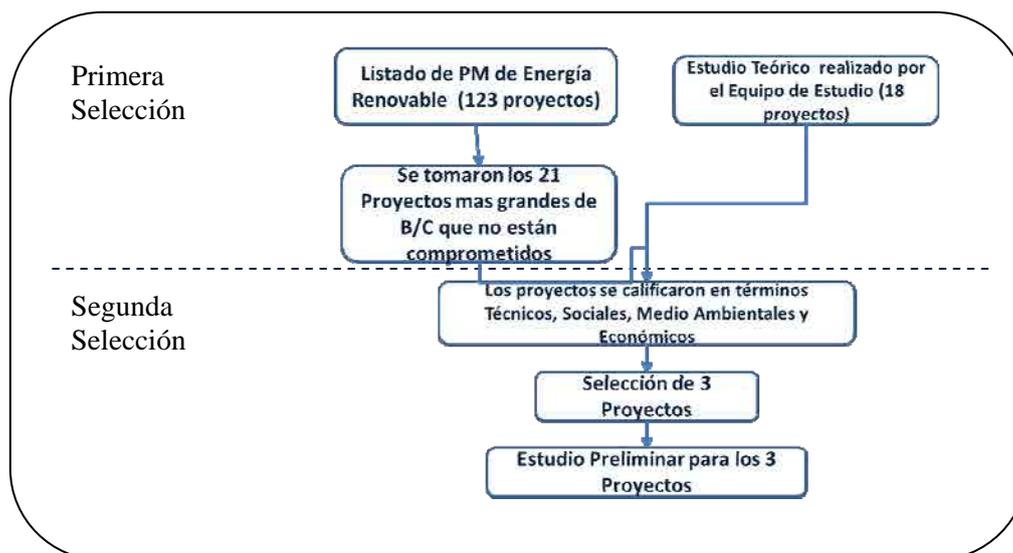
**Figura 4.5.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio**

#### 4.6 Selección de Sitios Potenciales para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

##### (1) Procedimiento

Los sitios potenciales de energía hidroeléctrica que se enumeran en el plan maestro de la energía renovable y los potenciales hidroeléctricos identificados en este estudio se examinan en detalle para identificar los sitios potenciales de futuros candidatos para el futuro candidato de inversión PCHs por parte de JICA - BID. En la primera evaluación, los proyectos que tienen un valor de B/C de más de alrededor de 2,0 se seleccionan de la lista potencial de energía hidroeléctrica en el plan maestro de energías renovables. Para esta selección, se excluyeron los posibles sitios ubicados en el área natural protegida. Y también se excluyeron los sitios potenciales en los que los promotores privados o la empresa pública ya se han comprometido a desarrollar. Estos 21 proyectos aunados a los 18 proyectos descritos en el apartado 4.5.2 , se seleccionaron como el resultado de la primera selección . Como segunda selección, 39 sitios potenciales de PCHs seleccionados durante la primera selección, fueron evaluados con respecto a los criterios de entorno técnico social, medio ambiente natural, y económico. Como el resultado de la evaluación, se seleccionan tres proyectos para su posterior estudio detallado.

El procedimiento de la investigación del proyecto se muestra en la Figura 4.6.1 .



Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA

**Figura 4.6.1 Procedimiento del Proceso de Selección**

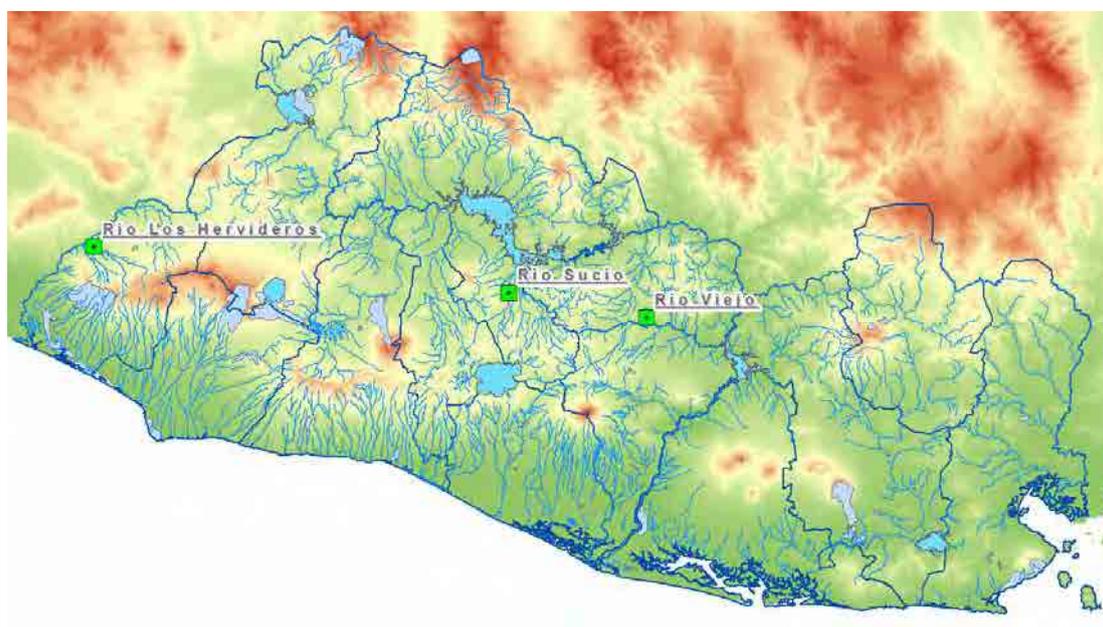
## (2) Resultados de Selección

De acuerdo a los criterios se obtuvo la clasificación de los sitios potenciales para PCHs como se muestra en la Tabla 4.6.1. Como lo muestra la tabla muestra, los sitios de alto rango se ubican en el departamento de Ahuachapán. La zona montañosa del departamento de Ahuachapán tiene abundante potencial hidroeléctrico debido a su estable flujo de calidad a través del año por grandes volúmenes de precipitación y por su abundante flujo de agua. Sin embargo, ya que los proyectos serán implementados como proyectos piloto para demostrar el desarrollo hidroeléctrico en El Salvador, es preferible que los proyectos sean seleccionados para todo el país y no concentrados en una sola área. Como resultado, Los Hervideros I que se localiza a lo largo del río de Los Hervideros, otro proyecto se localiza a lo largo de Río Sucio en el departamento Cuscatlán, y otro proyecto se localiza a lo largo del Río Viejo en Cabañas, son seleccionados. La ubicación de los tres proyectos seleccionados se muestra en la Figura 4.6.2.

**Tabla 4.6.1 Selección de Tres Proyectos**

Clasificación General		Departamento	Seleccionado
Ranking	Ubicación del Proyecto		
1	Los Hervideros I	Ahuachapan	✓
2	Rio Agua Caliente	Ahuachapan	
3	Copinula III	Ahuachapan	
3	Rio Sucio	Cuscatlan	✓
3	Rio Viejo	Cabañas	✓
6	Malancola	San Salvador/La Paz	
7	Loma de San Juan	San Salvador/La Paz	
8	Rio Sapo	Morazan	
8	Rio de Los Pueblos (downstream)	Cabañas	
8	Rio Quezalpa (Rio abajo)	Cabañas/Cuscatlan	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Fuente: Equipo de Estudio de JICA.

**Figura 4.6.2 Detalle del Estudio de Selección**

## 4.7 Estudio Preliminar de los Sitios Potenciales para las 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El Estudio Preliminar de los tres proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se llevó a cabo bajo la supervisión del Equipo de Estudio de JICA. La calendarización de trabajo del Estudio Preliminar se muestra en la Figura 4.7.1.

Actividad	1er Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana
0 Recopilación de Datos	■			
1 Visita de Campo (Topografía, Aforo)	■	■		
2 Selección del Método de Generación de Energía Hidroeléctrica		■		
3 Diseño Preliminar		■	■	
4 Estimación de Costos			■	
5 Análisis Económico				■
6 Preparación del Informe				■

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

**Figura 4.7.1 Calendarización de Trabajo del Estudio Preliminar de 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

### 4.7.1 Diseño Descarga

El supuesto utilizado para el diseño preliminar como se describe a continuación.

#### (1) Presa

El tipo de presa de admisión se fija como presa de concreto. El tipo de dissipador de energía es el tipo de salto de esquí o tipo endsil, dependiendo del material del lecho del río.

#### (2) Diseño de Descarga Máxima

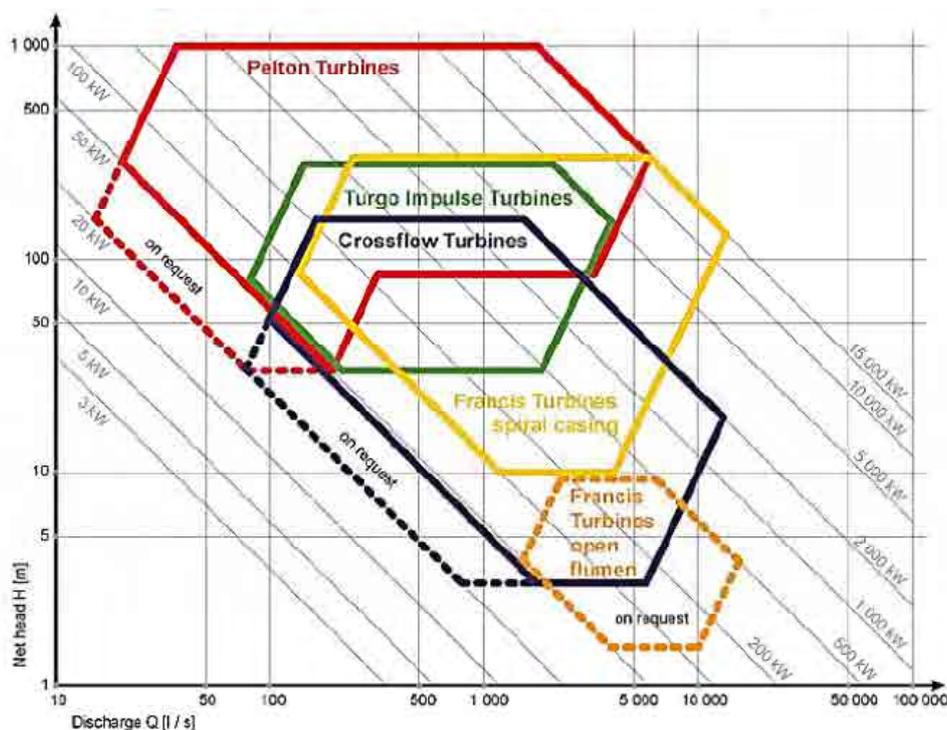
El caudal máximo de diseño de la planta se establece en el 25% de la curva de duración de caudales, ya que el caudal de diseño de la planta se encuentran generalmente en entre 20% a 30% en El Salvador.

#### (3) Cabeza hidráulica

La carga hidráulica se mide desde el nivel del agua del tanque de cabeza el nivel del centro de la turbina. La pérdida de carga hidráulica incluye la pérdida por fricción y pérdidas diversas, tales como la pérdida de la pantalla en la admisión.

#### (4) Selección del Tipo de Turbina

El tipo de la turbina se selecciona con monograma con carga hidráulica y la descarga máxima de fabricación por unidad, como se muestra en la Figura 4.7.2,



Fuente: Ingendehsa S.A. de C.V.

**Figura 4.7.2** Diseño de Monograma para la Selección de Turbina

### (1) Costo de Construcción

El costo de construcción se estima utilizando la relación entre el costo y el tamaño de la presa, o entre el costo y la escala de canal en América Latina. El costo de línea de distribución se estima en US\$20,000/km que incluye la adquisición de la tierra y los costos de construcción.

### (2) Evaluación de la Economía Financiera

La evaluación financiera del proyecto asume que la duración de vida del proyecto y sus condiciones es de 50 años, el interés del préstamo es del 8%, el período de gracia es de 2 años, los años de amortización de 10 años después del período de gracia. El precio de venta de la electricidad se fija teniendo en cuenta el precio medio de la energía de CLESA que es de US \$ 0.158/kWh, con un incremento anual del 3% sobre la base de los cambios de precios en el período anterior.

#### 4.7.2 Resultado Detallado de la Encuesta

El Resultado de Detallado de la Encuesta que contiene la selección de tres Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se muestra en la Tabla 4.7.1.

**Tabla 4.7.1 Resultado Detallado de la Encuesta para la Selección de Tres Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

Rubro	Unidad	Project Name		
		Los Hervideros I	El Manzano	Los Coyotes
Nombre del Rio		Rio Los Hervideros	Rio Sucio	Rio Viejo
Area de Captación	sq.km	95.94	73.68	28.79
Promedio de descarga	cms	3.10	0.83	0.46
Altitud de la Presa	m	5.00	2.50	2.50
Longitud de hidrovía	m	2,900	1,100	1,900
Tipo de turbina		Francis	Crossflow	Pelton
Capacidad de Turbina	kW	935	664	687
Num. De Unidaad	unit	2.00	1.00	1.00
Capacidad Total	kW	1870	1870	687
Energía anual	kWh	9,177,706	2,223,247	1,771,104
Diseño Descarga por unidad	cms	2.00	1.25	0.70
Cabezal Efectivo	m	55	67.00	123.00
Line de Transmisión	km	11.00	4.00	6.00
Tipo de Generador		Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase
Cost del Proyecto	US\$	7,900,000	2,400,000	2,700,000
TIR del Proyecto	%	24.8	10.0	1.2
Año de Recuperación de la inversión	year	5.7	7.2	10.1

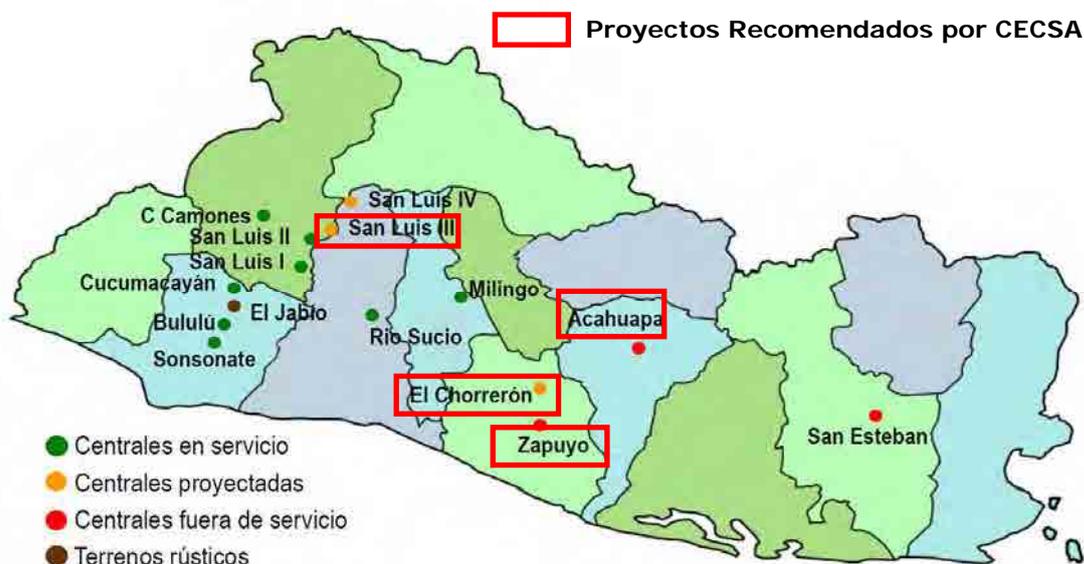
\*Considerando la venta de electricidad de US\$ 0.15/kWh con tasa de interés de 0%.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA.

Como se muestra en la Tabla, Los Hervideros es entre los tres proyectos, el que presenta el mejor futuro económico. El Manzano no se muestra como un proyecto económicamente atractivo y que podría resultar con un riesgo geológico en su fundación. Por lo tanto, es necesario un análisis cuidadoso para determinar su implementación. Por lo que respecta al proyecto de Los Coyotes, éste no resulta financieramente y por ende, no se recomienda su implementación.

## 4.8 Proyectos de CECSA

Con el objetivo de revisar los estudios realizados sobre el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas elaboradas por el sector público, el Equipo de Estudio de JICA recibió cuatro reportes de estudios de factibilidad de los proyectos de CESA. Las ubicaciones de los proyectos suministrados por CESA se muestran en la Figura 4.8.1



Fuente: CECSA

**Figure 4.8.1 Ubicación de los Proyectos Recomendados por CECSA**

Después de analizar el contenido de los reportes de factibilidad, el Equipo de Estudio de JICA determinó que el estudio de factibilidad del Zapuyo y Acahuapa no es completo ya que el diseño final no se definió claramente aun cuando se llevaron a cabo estudios alternativos en el reporte de factibilidad. La factibilidad en el estudio del proyecto de El Chorrerón demuestra las características del diseño final, aunque el plan del diseño de las instalaciones así como el perfil de la estructura del proyecto aún no es muy claro y se puede inferir que el estudio continúa incompleto.

Se determinó que en el caso de San Luis III, el estudio de factibilidad es insuficiente puesto que la geología del lugar del proyecto no es abordada en dicho estudio. Sin embargo, debido a que la característica principal del proyecto está claramente definido, se espera que el estudio pueda completarse mediante la inclusión de un estudio adicional como lo sería un estudio geológico.

De esta manera, el proyecto San Luis III se incluye en este estudio detallado como un proyecto futuro. Sin embargo, debido a que el reporte del estudio fue compartido con CECSA justamente al final del estudio de recolección de datos en El Salvador, el Equipo de Estudio de JICA no realizó la recolección de datos de San Luis III debido a lo limitado del tiempo. Así, el contenido del presente estudio deberá confirmarse mediante un estudio de recolección de datos que deberá realizar un consultor internacional en caso de que se implemente el proyecto.

En resumen, las características del proyecto San Luis III se presentan en la Tabla 4.8.1.

**Tabla 4.8.1 Resumen de Características del Proyecto San Luis III**

Nombre del Proyecto	Unidad	Valor/Nombre
Nombre del Proyecto		San Luis III
Nombre del Río		Suquiapa
Área de Captación	sq.km	165.47
Promedio de Descarga	cms	5.0
Alto de la Presa	m	-
Longitud de hidrovía	m	626
Tipo de Turbina		Crossflow
Capacidad de Turbina	kW	405
Núm. Por unidad	unit	2
Energía Annual	kWh	1,804,626
Diseño de Descarga	cms	5
Cabezal Efectivo	m	9.63
Línea de Transmisión	m	1
Tipo de Generador		Synchronous, 3phase
Costo del Proyecto	US\$	1,400,000
TIR del proyecto	%	19.9
Año de recuperación de la inversión	Año	5.2

Fuente: CECSA

#### 4.9 Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en instalaciones de ANDA

##### (1) Potencial de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en ANDA

El Equipo de Estudio de JICA recibió la información sobre el plan de ANDA para desarrollar pequeñas centrales hidroeléctricas. El sitio propuesto y la capacidad instalada esperada se resume en la Tabla 4.9.1.

**Table 4.9.1 Ubicaciones Propuestas para Centrales Hidroeléctricas de ANDA**

No.	Lugar	Diametro (pulgadas)	Diseño de Descarga (L/S)	Medida de Cabezal(m)	Capacidad de Planta (kW)
1	T-10 (Santa Tecla A)	36	590	30	157
2	Buenos Aires	30	350	60	185
3	T11 (Santa Tecla B)	24	80	65	45
4	Tanque Corinto	10	55	56	27
5	Planta Chilama	10	80	35	25
6	Río Yamabal		800	20	140
7	Río Apuniam		1000	30	475
8	Río Suquiapa (El Jardín)		3000	9	250
9	Río Amulunca		1000	30	400
10	Río El Rosario		1000	150	1000
11	Río Atehuasias		1500	70	825
12	Las Pavas (Río Lempa)		11000	10	1000

Fuente: ANDA

Los proyectos del número 1 al 5 de la tabla, están planeados como pequeñas centrales hidroeléctricas conectadas al sistema de distribución de agua. Los proyectos del número 6 al 12 son pequeñas centrales hidroeléctricas anexadas a las instalaciones de las presas ya existentes.

Las ventajas que presentan las pequeñas centrales hidroeléctricas dentro de las instalaciones de suministro de agua son: 1) mínimo impacto social y medio ambiental debido a que son construidas dentro de las instalaciones ya existentes, 2) no se requiere de concesión debido a que ANDA ya posee el derecho del uso del agua. Actualmente, ANDA busca fondos de donantes internacionales. No obstante, los estudios proporcionados por ANDA continúan en un nivel conceptual. Es necesario profundizar en los Estudios de Pre-Factibilidad y Factibilidad y en el Desarrollo del Diseño.

## (2) Examen Preliminar de Factibilidad Financiera

Para examinar la factibilidad financiera se muestra la siguiente Tabla 4.9.2 que contiene los años de devolución de inversión de los sitios hidroeléctricos potenciales y se basa, a grosso modo, en los costos de construcción en Japón (US\$10,000/kW).

En esta estimación preliminar, se utilizan tres clases de factores de planta nombrados como 60%, 70% y 80%. El precio de venta de electricidad fijado en US\$0.15/kWh, sin incluir el interés del préstamo. El beneficio de la pequeña central hidroeléctrica es el ahorro en el costo de la electricidad cubierta por la misma.

**Tabla 4.9.2 Estimación preliminar de los Años de Amortización de los lugares Potenciales Hidroeléctrico de ANDA**

No	Lugar	Capacidad Instalada	Costo de Inversión	Año de amortización (i=0%)		
		(kW)	(1000 USD)	F. P. = 80%	F. P. = 70%	F.P. = 60%
1	T-10 (Santa Tecla A)	157	1,840	11.1	12.7	14.9
2	Buenos Aires	185	2,160	11.1	12.7	14.8
3	T11 (Santa Tecla B)	45	550	11.6	13.3	15.5
4	Tanque Corinto	27	340	12.0	13.7	16.0
5	Planta Chilama	25	320	12.2	13.9	16.2
6	Río Yamabal	140	1,640	11.1	12.7	14.9
7	Río Apuniam	475	5,490	11.0	12.6	14.7
8	Río Suquiapa (El Jardín)	250	2,900	11.0	12.6	14.7
9	Río Amulunca	400	4,630	11.0	12.6	14.7
10	Río El Rosario	1000	11,530	11.0	12.5	14.6
11	Río Atehuasias	825	9,520	11.0	12.5	14.6
12	Las Pavas (Río Lempa)	1000	5,770	5.5	6.3	7.3

F.P = Factor de Planta

Fuente: ANDA. Modificado por el Equipo de Estudio de JICA

Como se muestra en la Tabla, el año de devolución de inversión excede los 10 años debido a que ANDA obtiene la electricidad con un bajo precio unitario de entre US\$0.15/kWh- US\$0.16/kWh. Si el precio de la electricidad sobrepasa de US\$0.20/kWh, la devolución de inversión se reduce a menos de 10 años. Si se realiza el estudio de Pre-Factibilidad, se deberá evaluar cuidadosamente la viabilidad financiera tomando en cuenta el factor de planta y el precio de carga eléctrica.

### (3) Ejemplo de Desarrollo de Pequeña Central Hidroeléctrica en Instalaciones Distribuidoras de Agua

El ejemplo de la pequeña central hidroeléctrica de Japón y el proyecto que actualmente se realiza bajo el esquema de auspicio de JICA se introduce en Honduras y es descrito en detalle en el reporte principal.

#### 4.10 Resultado Preliminar del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El estudio preliminar de los tres proyectos que se desarrolló durante este estudio y los resultados del estudio obtenido por CECSA se resumen a continuación.

**Tabla 4.10.1 Resumen del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

Rubro	Unidad	Nombre del Proyecto			
		Los Hervideros I	El Manzano	Los Coyotes	San Luis III
Nombre del Río		Río Los Hervideros	Río Sucio	Río Viejo	Río Suquiapa
Area de Captación	sq.km	95.94	73.68	28.79	165.47
Promedio de Descarga	cms	3.10	0.83	0.46	5.0
Alto de Presa	m	5.00	2.50	2.50	-
Longitud de canal	m	2,900	1,100	1,900	626
Tipo de Turbina		Francis	Crossflow	Pelton	Crossflow
Capacidad de Turbina	kW	935	664	687	405
Num. de Unidad	unit	2.00	1.00	1.00	2.0
Capacidad Total	kW	1870	1870	687	810
Energía Annual	kWh	9,177,706	2,223,247	1,771,104	1,804,626
Diseño de Descarga por unidad	cms	2.00	1.25	0.70	5
Cabezal Efectivo	m	55	67.00	123.00	9.63
Línea de Transmisión	km	11.00	4.00	6.00	1
Generator Type		Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase	Synchronous, 3phase
Costo de Proyecto	US\$	7,900,000	2,400,000	2,700,000	1,400,000
Project TIR del Proyecto	%	24.8	10.0	1.2	19.9
Año de Recuperación de la inversión	year	5.7	7.2	10.1	5.2

\*Considerando la venta de electricidad en US\$ 015/kWh, con 0% de tasa de interés.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA y CECSA

De estos cuatro proyectos, se recomienda a Los Hervideros I y a San Luis III para proceder con un estudio de factibilidad. Las razones para haberlos seleccionado son las siguientes:

- 1) El proyecto de Los Hervideros I tiene un abundante flujo durante la temporada seca. Esto resulta ser una ventaja para la factibilidad del proyecto. La capacidad instalada planeada excederá en 1 MW y este tamaño de capacidad instalada requiere un estudio EIA completo. Sin embargo, se espera que este proyecto hidroeléctrico pueda llegar a contribuir a mejorar la calidad del suministro en la región debido a que el municipio de Tacuba en el que se localiza el proyecto, cuenta con un bajo nivel de electrificación, solamente el 49%. De ser implementado el proyecto,

se espera que el proyecto logre mejorar el nivel de electrificación así como la calidad del suministro en el área. Es notable que el municipio de Tacuba se encuentra entre los 100 municipios más pobres de El Salvador. Por lo tanto, pueden haber varias opciones para el desarrollo de la comunidad y el proyecto puede ser un proyecto modelo para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas dentro de municipios en pobreza.

- 2) San Luis III se localiza aguas debajo de la actual pequeña central hidroeléctrica. Debido a esto, el proyecto no requiere de la construcción de una presa y con esto se puede reducir el costo del proyecto. CESA es el propietario del terreno y por lo tanto el problema de adquisición queda solucionado. El proyecto está localizado en el municipio de Coatepeque en donde se localiza en proyecto y se encuentra también dentro de los 100 municipios más pobres de El Salvador. El promedio de electrificación es de solamente del 65%, muy por debajo del 93% del nivel nacional. El proyecto San Luis III puede contribuir a mejorar el suministro eléctrico en el área rural y podría también servir como un proyecto modelo de pequeña central hidroeléctrica en el desarrollo de municipalidad pobre.

El Manzano no es financieramente atractivo y el proyecto podría tener algunos riesgos geológicos, por lo que es de baja prioridad. El proyecto de Los Coyotes no es recomendado debido a su bajo TIR.

#### **4.11 Plan de Implementación**

##### **4.11.1 Prioridad de la Implementación**

Como resultado del estudio detallado que se describe en las secciones de la 4.7 a la 4.10, se recomienda la ejecución de los proyectos en el orden siguiente:

##### **Prioridad 1: Los Hervideros I**

El resultado del estudio detallado de Los Hervideros I demuestra una alta factibilidad económica además de que el proyecto podría ayudar a la comunidad a mejorar el desarrollo de electrificación rural.

##### **Prioridad 2: San Luis III**

El estudio del proyecto San Luis III arroja un alto grado de factibilidad así como una alta factibilidad económica, sin embargo, sus condiciones geológicas y su alineación pluvial deberán ser analizadas previamente a la implementación del proyecto.

##### **Prioridad 3: El Manzano**

El Manzano podría presentar riesgos geológicos en los sitios proyectados para la presa y para la casa de máquinas, por lo tanto, para la implementación del proyecto, se debe analizar apropiadamente la geología del área.

##### **Prioridad 4: Potencial para los planes de pequeña planta hidroeléctrica de ANDA y pequeña planta hidroeléctrica de CECSA.**

El potencial de pequeña central hidroeléctrica de ANDA (12 sitios) no presenta problemas de concesión ni de entendimiento con la comunidad debido a que el proyecto se localiza dentro del área que es propiedad de ANDA. Es recomendable realizar un estudio previo

de factibilidad. Los proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas de CECSA no presentan problemas para la adquisición de tierra, por lo tanto, es recomendable hacer una revisión del contenido del estudio de factibilidad existente e implementar los proyectos de alta factibilidad económica.

La posible implementación del plan para los proyectos arriba descritos se muestra en la Figura 4.11.1.

Prioridad	Nombre del Proyecto	Identificado por	Año													
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
Prioridad 1	Los Hervideros I	Equipo de Estudio de JICA		F/S	D/D	C	P									
Prioridad 2	San Luis III	CECSA			Revisión F/S	D/D	C	P								
Prioridad 3	El Manzano	Equipo de Estudio de JICA				F/S	D/D	C	A							
Prioridad 4	El Chorreron	CECSA					F/S	D/D	C	A						
	Zapuyo	CECSA					F/S	D/D	C	A						
	Acahuapa	CECSA					F/S	D/D	C	A						
	PCH's de ANDA	ANDA					Pre F/S	F/S	D/D	A						

Nota:

F/S	F/S (Estudio de Factibilidad) o Pre F/S (Estudio de Pre Factibilidad) o Revisión F/S
D/D	D/D Desarrollo del Diseño
C	Solicitud de Concesión
A	Adquisición para la Construcción
	Construcción
- - - - -	Adquisición de la Tierra

Fuente: Equipo de Estudio de JICA.

**Figura 4.11.1 El Posible Plan de Implementación**

Para la formulación de la tabla anterior, se estimó que los proyectos podrían dar inicio en el 2015. La duración del estudio de factibilidad y de D/D se estima de un año cada uno. Para el proyecto de San Luis III, se considera necesario realizar una revisión del estudio de factibilidad y un estudio geológico para complementar el estudio de factibilidad existente.

La adquisición del terreno se realiza paralelamente con los trámites para la concesión y los permisos de construcción requeridos. De acuerdo con el plan de implementación, el proyecto de Los Hervideros I daría inicio a sus operaciones en el 2020, en caso de que el proyecto no presentara problemas en la adquisición del terreno y ni en el proceso de adjudicación de la concesión. San Luis III podría iniciar operaciones en el 2019. Para el proyecto de pequeñas centrales hidroeléctricas de ANDA, se recomienda realizar un pre-estudio de factibilidad de los sitios potenciales y así como una verificación para seleccionar los buenos proyectos para la futura implementación de estudio de factibilidad y de D/D.

Land acquisition is conducted to in parallel with concession application and procurement of construction. According to the implementation plan, Los Hervideros I will commence the operation in 2020 if the project has no problem in land acquisition and concession awarding. San Luis III may start operation in 2019. For the small hydropower projects of ANDA, it is recommended to conduct pre-F/S of the potential sites and conduct screening to select the good projects for further implementing F/S and D/D.

#### **4.11.2 Retos y Contramedidas para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

En El Salvador, el desarrollo de muchos de los proyectos de pequeñas plantas hidroeléctricas ha fracasado debido a desacuerdos con la comunidad. La reacción negativa por parte de la comunidad hacia el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas ha sido provocada debido al sentimiento de escepticismo sobre los beneficios que recibiría la comunidad. Esta reacción ha sido provocada debido a otras experiencias similares de implementación de centrales hidroeléctricas en El Salvador en donde el nivel de pobreza de las comunidades cercanas a las centrales hidroeléctricas, no ha mejorado.

##### **(1) Involucramiento de la Comunidad**

Con el fin de romper la imagen negativa del desarrollo de la energía hidroeléctrica pequeña, se propone que se incluyan las siguientes medidas para la ejecución del proyecto.

###### **a. Desarrollo de Estructura de Modelo para el Diálogo**

Es necesario construir una estructura de modelo para el diálogo entre los accionistas. La estructura deberá ser continua, el diálogo debe mantenerse de manera constante y no solo durante la etapa de construcción sino durante el funcionamiento de la planta.

###### **b. Medidas de desarrollo propuestas para el Desarrollo de la Comunidad**

A través del diálogo entre el propietario del proyecto y la comunidad local, los problemas relacionados a dichas comunidades y su grado de contribución hacia el proyecto, deberá de ser determinado. A continuación, se deberán determinar las acciones efectivas para el desarrollo de la comunidad contando con el consentimiento de los participantes.

###### **c. Designación de presupuesto para el desarrollo comunitario**

A través del diálogo, el proyecto debe determinar una medida de contribución satisfactoria. Se propone incluir un aporte al desarrollo de la comunidad de un 1-3% del costo de construcción del proyecto. Mediante el diálogo, el proyecto debe determinar satisfactoriamente, la medida de contribución de la comunidad. Se propone incluir un aporte para el desarrollo comunitario de un 1-3% del costo de construcción y del 3% de las ventas anuales de electricidad.

Con la experiencia ganada durante la implementación de diferentes proyectos, el modelo de estructura de diálogo y el promedio del costo para el desarrollo de la comunidad, deberá ser revisado y corregido.

Hay varios proyectos de energía hidroeléctrica que eran capaces de implementar con éxito el desarrollo comunitario. La breve explicación de los ejemplos de desarrollo de la comunidad se presenta en el informe principal.

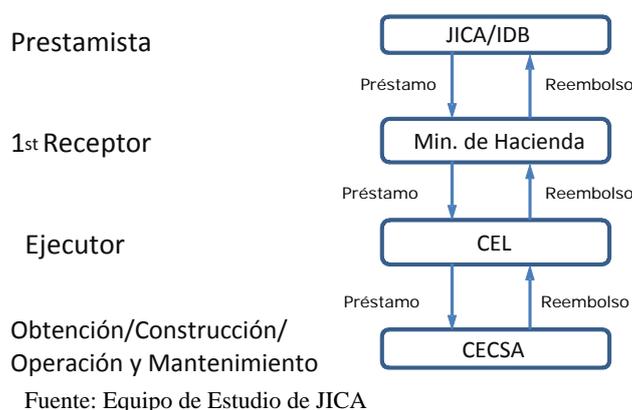
### 4.11.3 Implementación de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Financiamiento

Las posibles opciones para el financiamiento de esos proyectos, se consideran más abajo. Sin embargo, la idea que se presenta a continuación se encuentra en un nivel conceptual y se desarrolló con la información recabada durante el estudio.

#### (1) Préstamo Soberano a CEL

La primera opción para el financiamiento de desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas para el sector público, es la concesión de un préstamo soberano al CEL por parte de JICA-BID.

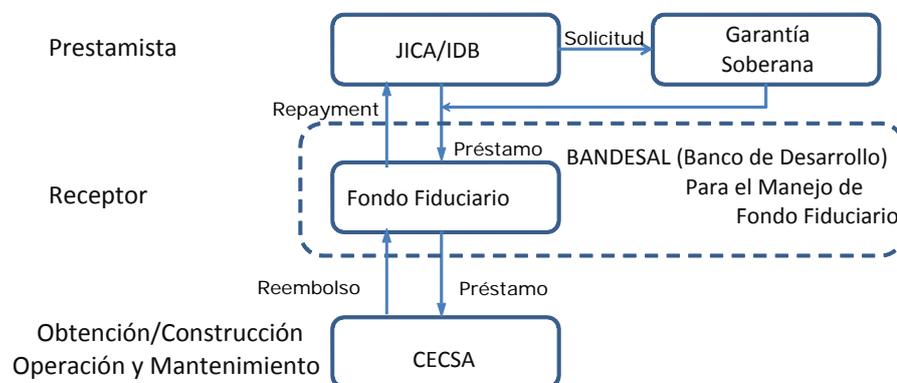
El CEL sería el receptor del préstamo y el diseño y la construcción de obra sería completada por CECSA. La devolución del préstamo se haría por CEL.



**Figura 4.11.2 Imagen de Proveer Préstamo Soberano a CEL**

#### (2) Préstamo Soberano a CECSA

Si CEL es incapaz de aceptar un préstamo soberano, la segunda opción sería la de ofrecer el préstamo a CECSA directamente. Préstamos a CECSA Podrían ser considerados como Préstamos Soberanos o Préstamos No- Soberanos. En el caso de Préstamos Soberanos, CECSA podría recibir el préstamo de un fondo fiduciario que generalmente es establecido por Bandesal. El fideicomiso puede ser establecido por designación de JICA-BID. La garantía soberana puede ser aprobada para el fondo fiduciario por la aprobación de la Asamblea. Si no se proporciona la garantía soberana, CECSA no puede pedir prestado dinero del fondo o los bancos hasta que la deuda actual de CECSA sea liquidada.



**Figure 4.11.3 Imagen de Proveer Préstamo Soberano a CECSA**

#### **4.11.4 Recomendación para el Futuro Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

Como se describe en la sección 4.2.2, el Equipo de Estudio de JICA encontró que el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador, se estancó debido a la oposición de las comunidades locales y a larga duración del proceso de adjudicación de la concesión. Se espera que la oposición de la comunidad local será resuelta por los buenos ejemplos donde se experimenta la participación de la comunidad durante la implementación del proyecto. También se espera que el Gobierno de El Salvador modifique la ley/regulación del procedimiento de adjudicación de concesión y acortar la duración del proceso.

Otro problema identificado en el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas, son las iniciativas del sector privado puede derivar en resultados desorganizados y en un desarrollo no planificado de los recursos hídricos, lo cual no es deseable para la explotación eficiente de los recursos.

Por ejemplo, se descartó el proyecto de una pequeña central hidroeléctrica de CECSA porque una empresa privada comenzó a implementar pequeños proyectos de energía hidroeléctrica justo agua arriba del sitio de la presa prevista de CECSA. Como resultado, el proyecto liberaría poca agua abajo, por lo tanto el proyecto de CECSA no podía contar con la cantidad de agua prevista.

Idealmente, sólo hay un plan de desarrollo para la alineación óptima de las plantas de energía hidroeléctrica en el río. El desarrollo no planificado por parte del sector privado, posiblemente, desvíe el curso óptima del río, y puede dar lugar a la explotación de recursos de una manera ineficiente.

Con el fin de lograr el desarrollo de la pequeña central hidroeléctrica mediante el uso óptimo de los recursos hidráulicos, se recomienda llevar a cabo el estudio de potencial por el sector público y formular un plan de desarrollo óptimo de las pequeñas centrales hidroeléctricas que se ajustan a los potenciales hidroeléctricos de los ríos . La concesión se otorgaría sólo a los sitios que se enumeran en el plan óptimo de desarrollo.

En concreto, se recomienda que: 1) la lista de datos del proyecto, que se presenta en el plan maestro de energías renovables, se actualice, ya que algunos de ellos no tienen suficiente información o parte de la información no está comprobada, 2) la extracción de ríos que tienen abundante potencial hidroeléctrico, 3) formular un plan de desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas para cada río.

En Japón, el potencial hidroeléctrico los sitios potenciales de energía hidroeléctrica se investigan a fondo y mucho de la información se da a conocer al público. Se recomienda llevar a cabo el estudio de potencial en El Salvador y divulgar la información al público para acelerar el desarrollo eficiente de los recursos.

## **5. Estudio de Recopilación de Datos Sobre Ahorro de Energía en el Sector público**

### **5.1 Detalle de Auditoría Energética del Sector Público**

En el Estudio, el Equipo de Estudio de JICA realizó auditoría energética preliminar para 20 localidades y una auditoría energética detallada para 4 ubicaciones de los edificios públicos.

Las auditorías preliminares de 20 lugares compuestas por: 5 escuelas, 6 unidades de salud, 2 hospitales, 4 edificios de oficinas y 3 estaciones de bombeo de ANDA.

Se llevaron a cabo Las auditorías energéticas detalladas para el seguimiento de la auditoría energética preliminar. El objetivo de la auditoría energética detallada fue identificar con más detalle el potencial de ahorro de energía y para estimar el costo de la inversión, mediante los parámetros eléctricos de medición y la encuesta sobre de campo.

En los resultados de la auditoría energética detallada se estima el ahorro y la inversión el costo de energía a nivel nacional en cada sector (estaciones de bombeo de ANDA, hospitales, escuelas y oficinas de gobierno).

#### **5.1.1 Los Lineamientos de la auditoría energética detallada**

Fueron seleccionados cuatro lugares para la realización de la Auditoría Energética Detallada en consulta con CNE y ANDA en la consideración de potencial de ahorro energético, el tamaño de las instalaciones y la situación de los datos de recolección de la siguiente manera:

- 1) Estación de Bombeo de ANDA de Antiguo Cuscatlán of ANDA.

La estación de bombeo es el potencial de ahorro de Energía mayor estimado en las tres estaciones de bombeo evaluadas. La estación de bombeo cuenta con medidores de flujo y manómetros adecuados para analizar el ahorro de Energía en la Auditoría Energética Detallada.

- 2) Hospital Regional Santiago de María

El personal tiene el compromiso y el interés por el uso eficiente y racional de la Energía. Hay muchos hospitales con tamaño similar en las afueras de San Salvador.

- 3) Dirección General de Aduanas de San Bartolo

El edificio de oficinas de Aduanas presenta el gran potencial de Ahorro de Energía estimado en los cuatro edificios evaluados. El edificio cuenta con espacio de oficinas, almacenes y lugares públicos exteriores similar a muchos otros edificios en el país.

- 4) Colegio Tecnológico MEGATEC de Sonsonate

El Colegio Técnico es el gran potencial de Ahorro Energético estimado en los cinco edificios evaluados. El Colegio Técnico Megatec tiene las condiciones técnicas necesarias, como medidores y datos con el fin de llevar a cabo una Auditoría Energética Detallada.

Los datos de consumo de Energía se han obtenido al estudiar medidas de Ahorro Energético aplicables a las instalaciones durante la Auditoría Preliminar. En la Auditoría Detallada, algunos dispositivos de medición se instalaron en el lugar para obtener datos más precisos de la situación actual para el Análisis de Calidad de Energía.

También las facturas de electricidad con el consumo mensual de Energía se analizaron para el estudio de los indicadores de uso de la Energía. Con la información y los datos obtenidos, se estimó un modelo de base a través de la simulación de la Energía. Con el modelo de base estimada, se evaluaron algunas medidas de ahorro de Energía para reducir el consumo de Energía.

## 5.1.2 Estación de Bombeo de Antigo Cuscatlán de ANDA

### (1) Descripción General

La Descripción General de la Estación de Bombeo de Antigo Cuscatlán de ANDA se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 5.1.1 Descripción General de la Estación de Bombeo de Antigo Cuscatlán de ANDA**

Nombre de la Instalación	Estación de Bombeo Antigo Cuscatlán	
Dirección de la Instalación	Calle Mediterráneo, Avenida Antigo Cuscatlán, Antig Cuscatlán, La Libertad	
Horas de Operación	22	horas/día
	8,030	horas/año
Consumo de Electricidad	2,650,752	kWh/año
Capacidad del suministro de Agua	392.50/8,635.00	m <sup>3</sup> /h, m <sup>3</sup> /día

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### (2) Ahorro Energético y Costo de Inversión

En caso de aplicación de las cuatro medidas de recomendación, el resultado se muestra a continuación

**Tabla 5.1.2 Resultado de la Auditoria Detallada Energética para la “Estación de Bombeo de Antigo Cuscatlán”**

	Consumo Actual		2,650,752 kWh/año		Inversion	TIR	VAN	B/C	Retorno Simple año
	kWh	US\$	US\$	%					
1 Sustitución de motores existents para motores de alta eficiencia	39,001	7,021	45,892	8.6	-2,501	1.53	6.54		
2 Sustitución de las bombas existents para bombas de alta eficiencia	268,786	48,390	245,073	14.8	47,511	1.97	5.06		
3 La instalación del dispositivo de velocidad variable	133,535	24,041	59,897	38.6	79,840	4.01	2.49		
4 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	2,015	363	2,112	11.3	108	1.72	5.82		
Total	443,337	79,815	352,974	18.5	124,959	2.26	4.42		

Ahorro Energía porcentual: 16.7%

Períod del Proyecto: 10 años  
Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### (3) Ahorro Energético a Nivel Nacional

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para la estación de bombeo se puede estimar en torno a quince por ciento (15%). El periodo de recuperación simple es alrededor de 4.5 años.

Casi toda la electricidad se utiliza para las estaciones de bombeo en ANDA. El consumo anual de Electricidad de la Estación de Bombeo se estima 509GWh. El consumo anual de Electricidad de las estaciones de bombeo en el país asume de 508.734 MWh como correcta. El ahorro de Energía y el costo de inversión se estiman 76.310 MWh/año y 38.2million dólares, como se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.3 Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional**

Consumo de Electricidad	MWh/año	508,737
Pago de Electricidad	US\$/año	56,580,399
Tasa de Ahorro Energía		15.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	76,310
Ahorro de Costos	US\$/año	8,487,060
Periodo de Recuperación	año	4.5
Costo de Inversión	US\$	38,191,769

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### 5.1.3 Hospital Regional Santiago de María

#### (1) Descripción General

La descripción general del Hospital Regional Santiago de María se muestra a continuación:

**Tabla 7.1.5 Descripción General del “Hospital Regional de Santiago María”**

Nombre de la instalación	Hospital Nacional “Dr. Jorge Arturo Mena”	
Dirección de la instalación	3ª. Calle poniente No. 15, Barrio Concepción, Santiago de María, Usulután	
Tipo de instalación	Servicio (para salud y cuidado)	
Horas de Operación	24	horas/día
	8,760	horas/año
Consumo de Electricidad	85,403	kWh/año
Total del área de piso	4,237.12	m <sup>2</sup>
Número de camas	75/100	Actual/futuro
Número de Pacientes	350/55	Externo/interno
Numero de Personal	205	

Fuente: Basado en el Equipo de Estudio de JICA

## (2) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

En caso de aplicación de las tres medidas de recomendación para el Ahorro Energético, el resultado se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.5 Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (1)**

Consumo Actual		281,762 kWh/año						
	Ahorro Anual		Inversion US\$	TIR %	VAN US\$	B/C	Retorno Simple año	
	kWh	US\$						
1	Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	41,670	10,406	34,867	27.1	26,430	2.98	3.35
2	Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	1,490	368	1,296	25.5	877	2.84	3.52
3	Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	48,630	13,563	59,170	18.8	21,972	2.29	4.36
Total		91,790	24,337	95,333	22.1	49,279	2.55	3.92

Ahorro Energía porcentual: 32.6% (Total)

Período del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En caso de aplicación de una medida de recomendación para el ahorro de combustible, el resultado se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.6 Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (2)**

Consumo Actual		3,072 GAL						
	Ahorro Anual		Inversion US\$	TIR %	VAN US\$	B/C	Retorno Simple año	
	kWh	US\$						
4	Reducción de la pérdida de calor de la tubería de vapor	345	1,413	2,079	67.6	6,003	6.80	1.47

Ahorro Energía porcentual: 11.2% (Total)

Período del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

## (3) Ahorro Energético a Nivel Nacional

El número y el consumo anual de Electricidad de los hospitales de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 se muestran a continuación. El Consumo Anual de Energía de los Hospitales se estima que es de 8.75GWh. Los datos se estiman con base en los datos de AES y DELSUR de las empresas de distribución en El Salvador.

**Tabla 5.1.7 Número y Consumo Anual de Electricidad en los Hospitales del País**

	AES	DELSUR	Total
Numero (Servicio)	29	145	174
Consumo de Electricidad (MWh/año)	1,026	7,720	8,746
Pago de Electricidad (US\$/año)	249,263	1,825,805	2,075,068

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y DELSUR

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para el hospital puede estimarse alrededor de un treinta por ciento (30%). El periodo de recuperación simple es alrededor de cuatro años.

El consumo anual de electricidad de los hospitales en el país asume 8.746 MWh como correcta. El ahorro de energía y el costo de inversión se estiman 2.624 MWh/año y 2,5 millones de dólares, como se muestra en la Tabla 5.1.8.

**Tabla 5.1.8 Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional**

Numero (Servicio)		174
Consumo de Electricidad	MWh/año	8,746
Pago de Electricidad	US\$/año	2,075,068
Tasa de Ahorro Energía		30.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	2,624
Ahorro de Costos	US\$/año	622,520
Periodo de Recuperación	año	4.0
Costo de Inversión	US\$	2,490,082

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

## 5.1.4 Dirección General de Aduanas de San Bartolo

### (1) Descripción General

La Descripción General de la Dirección General de Aduanas de San Bartolo se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.9 Descripción General de “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”**

Nombre de la Instalación	Dirección General de Aduanas de San Bartolo	
Dirección de la Instalación	Carretera Panamericana Km 17 1/2, San Bartolo, Ilopango, San Salvador	
Tipo de Instalación	Servicio (Aduanas para exportaciones e importaciones)	
Horas de Operación	8	horas/día
	2,112	horas/año
Consumo de Electricidad	1,866,690	kWh/año
Total de área de piso	36,980	m <sup>2</sup>
Número de pisos	3	
Número de usuarios	300	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### (2) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

En caso de la implementación de las cuatro medidas de recomendación, el resultado se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.10 Resultado de la Auditoría de Energía Detallada de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”**

	Consumo Actual		1,866,690 kWh/año				
	Ahorro Anual kWh	US\$	Inversión US\$	TIR %	VAN US\$	B/C	Retorno Simple año
1 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	303,000	63,488	228,752	24.7	146,686	2.78	3.60
2 Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	19,200	4,292	15,211	25.3	10,147	2.82	3.54
3 Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	228,700	55,518	241,779	18.9	90,323	2.30	4.35
4 La instalación de aislamiento térmico en techos	45,744	10,101	22,905	42.9	35,601	4.41	2.27
Total	596,644	133,399	508,647	22.9	282,756	2.62	3.81

Ahorro Energía porcentual: 32.0%

Período del Proyecto: 10 años  
Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### (3) Ahorro de Energía a Nivel Nacional

El número y el consumo anual de Electricidad de los edificios de oficinas Gubernamentales de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 se muestran a continuación. El consumo anual de Electricidad de los edificios de Oficinas Gubernamentales se estima a 95.0GWh. Los datos se estiman con base a los datos de AES y DELSUR de las empresas de distribución en El Salvador.

**Tabla 5.1.11 Número y Consumo Anual de Electricidad de Edificios de Oficinas en el País.**

	AES	DELSUR	Total
Numero (Servicio)	9,658	1,419	11,077
Consumo de Energía (MWh/año)	45,027	52,040	95,067
Pago de Energía (US\$/año)	8,233,574	12,816,650	21,050,224

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y DELSUR

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para el edificio de oficinas se puede estimar alrededor de un treinta por ciento (30%). El periodo de recuperación simple es alrededor de cuatro años.

El consumo Anual de Electricidad de los edificios de oficinas en el país se asume a 95.067 MWh como correcto. El ahorro de Energía y el costo de inversión se estiman de 28.520 MWh/año y 25.3million dólares, como se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.12 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional**

Numero (Servicio)		11,077
Consumo de Electricidad	MWh/año	95,067
Pago de Electricidad	US\$/año	21,050,224
Tasa de Ahorro Energía		30.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	28,520
Ahorro de Costos	US\$/año	6,315,067
Periodo de Recuperación	año	4.0
Costo de Inversión	US\$	25,260,269

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### 5.1.5 Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate

#### (1) Descripción General

La descripción general de la Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.13 Descripción General del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”**

Nombre de la Institución	Complejo Educativo ESFE/ÁGAPE, Colegio Técnico Megatec	
Dirección de la Institución	Km 63 Carretera de San Salvador hacia Sonsonate	
Tipo de Instalación	Educación (para nivel técnico de bachillerato)	
Horas de Operación	13.25	horas/día
	4,134	horas/año
Consumo de Energía	224,874	kWh/año
Área Total de Piso	17,809/568.64	Total/construido m <sup>2</sup>
Número de Aulas	16	7 aulas, 3 talleres & 6 laboratorios.
Número de estudiantes	700/200/125	General/idiomas/computadoras
Numero de Personal	70	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

#### (3) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

En caso de aplicación de las cuatro medidas de recomendación, el resultado se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.14 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional**

	Consumo Actual		224,874 kWh/año				
	Ahorro Anual		Inversion	TIR	VAN	B/C	Retorno Simple año
	kWh	US\$	US\$	%	US\$		
1 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	35,360	7,431	30,010	21.1	14,228	2.48	4.04
2 Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	2,290	509	1,879	23.9	1,135	2.71	3.69
3 Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	25,320	5,984	65,807	-1.7	-26,398	0.91	11.00
4 La instalación de aislamiento térmico en techos	10,037	2,330	7,946	26.5	6,368	2.93	3.41
Total-1	73,007	16,254	105,642	70	-5,244	1.54	6.50
Total-2 dela exclusión No.3	47,687	10,270	39,835	72	21,154	2.58	3.88

Ahorro Energía porcentual: 32.5% (Total)  
21.2% (Total de la Exclusión No.3)

Período del Proyecto: 10 años  
Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La Medida #3 no es eficaz en los resultados de la Auditoría Energética Detallada. Se recomiendan tres medidas que excluyan a la Medida# 3 para la escuela.

### (3) Ahorro de Energía a Nivel Nacional

El número y el consumo anual de Energía de los edificios de Oficinas Gubernamentales de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 como se muestran a continuación. El Consumo Anual de Electricidad de oficinas de Edificios Gubernamentales es estimado en 9.716MWh. Los datos se estiman con base a los datos de AES y DELSUR de las empresas de distribución en El Salvador.

**Tabla 5.1.15 Numero y Consumo Anual de Energía de Escuelas en el País**

	AES	DELSUR	Total
Numero (Servicio)	3,614	991	4,605
Consumo de Electricidad (MWh/año)	2,516	7,200	9,716
Pago de Electricidad (US\$/año)	742,221	2,013,509	2,755,730

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y de DELSUR

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para la escuela puede estimarse alrededor de un veinte por ciento (20%). El periodo de recuperación simple es alrededor de cuatro años.

El consumo anual de Energía de las escuelas en el país se asume que es de 9.716 MWh lo correcto. El ahorro de Energía y el Costo de Inversión se estiman a 1.943 MWh/año y 2.2 millones de dólares, como se muestra a continuación:

**Tabla 5.1.16 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional**

Numero (Servicio)		4,605
Consumo de Electricidad	MWh/año	9,716
Pago de Electricidad	US\$/año	2,755,730
Tasa de Ahorro Energía		20.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	1,943
Ahorro de Costos	US\$/año	551,146
Periodo de Recuperación	año	4.0
Costo de Inversión	US\$	2,204,584

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

## 5.2 Alumbrado Publico

Existen 262 municipios con 187.000 lámparas para Alumbrado Público reflejado en un censo realizado en el 2012. Un 80% de las lámparas de alta presión de uso de Vapor de Mercurio (HPMV) de 175W. El número es de alrededor de 150.000 lámparas.

Es posible reemplazar unas 150.000 lámparas de Mercurio por lámparas LED de 60W con un ahorro de alrededor de 74.3 GWh/año. Y el costo de la inversión es de unos 75 millones de dólares.

**Tabla 5.2.1 Ahorro de Energía y Costo de Inversión de Alumbrado Público a Nivel Nacional**

Tipo de Lámpara		Lámpara Actual	Lámpara Reemplazada
		Mercurio	LED
Energía	W	175	60
Numero a Reemplazar		149,578	
Consumo Mensual	kWh	9,423,414	3,230,885
Ahorros Mensuales	kWh		6,192,529
	%		65.71%
	US\$		1,238,506
Ahorro Annual	kWh		74,310,350
	US\$		14,862,070
Costo de lámpara	US\$		500
Inversión	US\$		74,789,000
Horas de la vida de lámpara	horas		50,000
Periodo de Recuperación	año		5.0

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de CNE

## 5.3 Conclusión

### 5.3.1 Resumen

En los resultados de la Auditoría Energética Detallada y el estudio de reemplazo del Alumbrado Público, que se resume en el Ahorro de Energía, Costo de la Inversión y la Viabilidad como se muestra a continuación:

**Tabla 5.3.1 Resumen de los Resultados del Ahorro de Energía para el Sector Gubernamental**

	Numero de instalacio	Actual MWh/año	Ahorro			Inversión Mill \$	Años de Recuperación	TIR	VAN Mill \$
			Potencial	MWh/año	Costo (Mill\$)				
Estaciones de Bombeo (ANDA)	450	508,734	15%	76,310	8.487	38.2	4.5	17.96%	12.7
Hospitales	174	8,746	30%	2,624	0.623	2.5	4.0	21.31%	1.21
Oficinas Gubernamentales	11,077	95,067	30%	28,520	6.315	25.3	4.0	21.36%	12.3
Escuelas	4,605	9,716	20%	1,943	0.551	2.2	4.0	21.46%	1.08
Alumbrado Publico	150,000	113,076	65%	73,499	14.862	74.5	5.0	15.03%	15.3
Total		735,339	25%	182,897	30.838	142.7	4.6	17.19%	42.5

Periodo del Proyectto 10 years  
Tasa de Interes 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La puesta en práctica del Ahorro de Energía en los cinco sectores será de mucho mas ahorro de Energía con 180GWh en total. 180 GWh es el tres por ciento (3.0%) del consumo total de Electricidad en el país.

### 5.3.2 Recomendación

Se recomienda que sean realizados en el siguiente orden de prioridad sobre la base de los resultados de la encuesta:

Prioridad 1: Estación de Bombeo de ANDA y Alumbrado Público

Estos dos sectores son los usuarios de electricidad más pesados. La puesta en práctica de Ahorro de Energía en estos sectores será de mucho más ahorro de Energía. El potencial de Ahorro de Energía en los sectores es de 150GWh en total. 150GWh es del 2.5% del consumo total de Energía en el país.

Prioridad 2: Oficinas Gubernamentales y Escuelas

El potencial de los Ahorros de Energía en estos sectores es de 20-30% actualmente. La puesta en práctica en los sectores conducirá a promover el Ahorro de Energía en el país. Además, la implementación de la escuela va a ser una educación del Ahorro de Energía.

En cuanto a la aplicación del Ahorro de Energía para el hospital, el potencial de Ahorro de Energía es del 30% actualmente. Por otro lado, el ambiente en el hospital es la prioridad más alta para los pacientes. Ahorro de Energía en los hospitales se necesitaran para proceder con cautela.

Las prioridades antes mencionadas fueron presentadas por el Equipo de Estudio de JICA en el segundo taller del 18 de Febrero del 2014, como resultado del nivel de estudios de Pre-Factibilidad. No hubo objeciones para las prioridades recomendadas por el Equipo de Estudio de JICA.