

# “XVI SIMPOSIO PERUANO DE ENERGÍA SOLAR”

**PRESENTE Y FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ**

**Rafael Espinoza Paredes**

**CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA DE LIMA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN AGUSTÍN**



CER - UNI

**Arequipa, 02 al 06 de noviembre de 2009**



## EL PERÚ

**Extensión**      **1 285 216 km<sup>2</sup>**

**Población**      **28 220 764 hb.**

**30% concentrada en Lima,**

**24% identificada como rural**

**74% tiene acceso a la  
electricidad**

**864 kWh-e/cabeza**

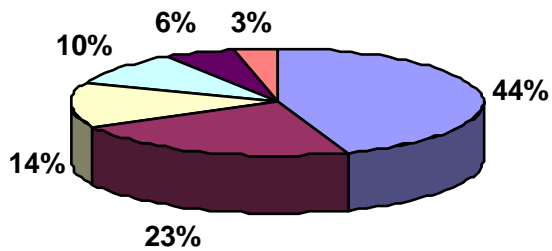
**3 718 kWh-final/cabeza**

**(<> a 0,319 tep/cabeza)**

**Poder energético costa/selva:**

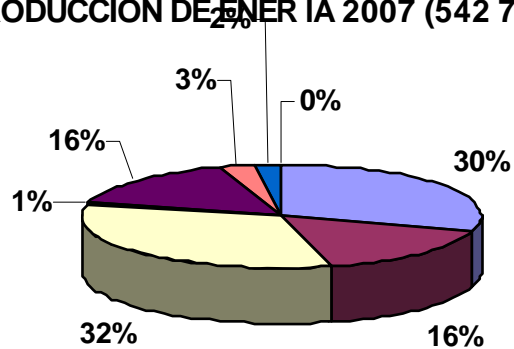
**30 : 1**

**RESERVAS PROBADAS DE ENERGÍA COMERCIAL 2007  
(26 031 712 TJ)**



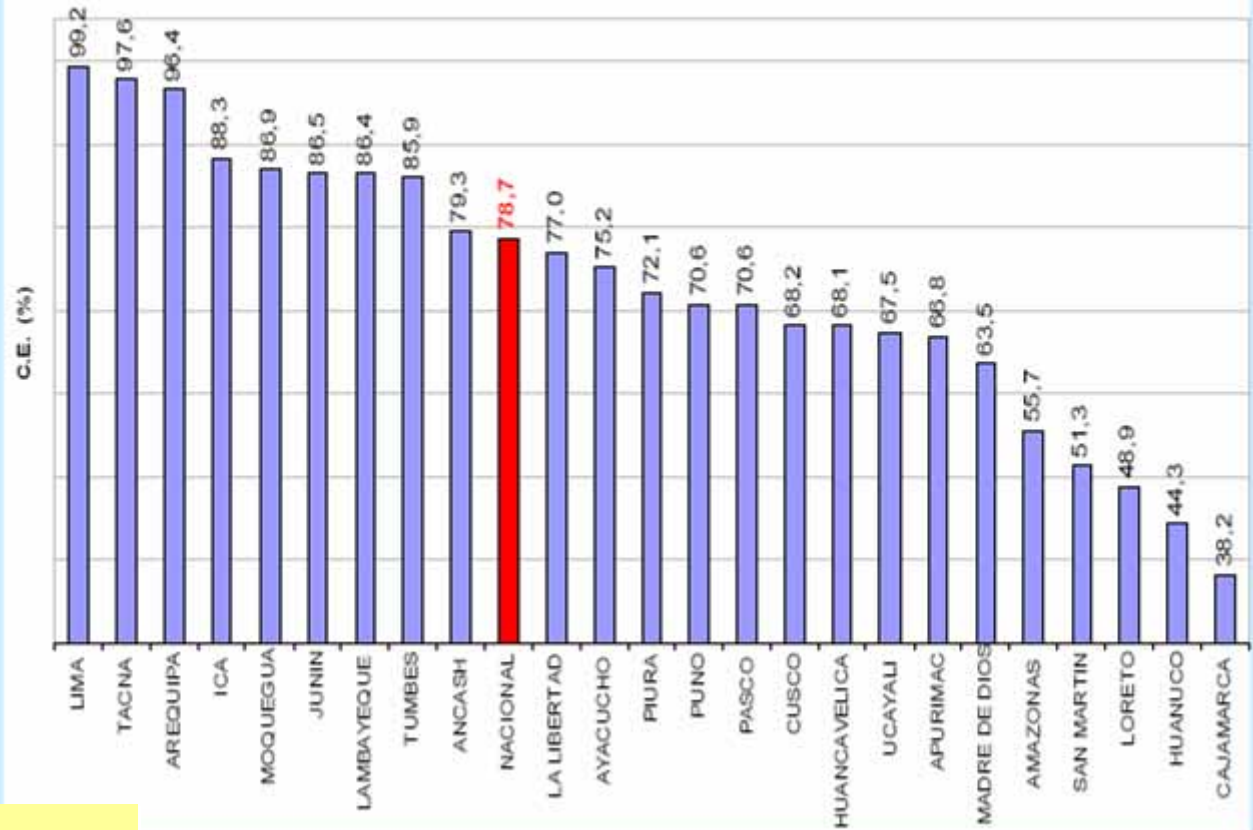
- |  |  |  |
|--|--|--|
| <span style="color: blue;">■</span> Gas Natural    | <span style="color: maroon;">■</span> Hidroenergía   | <span style="color: yellow;">■</span> Líquidos del Gas Natural |
| <span style="color: cyan;">■</span> Petróleo Crudo | <span style="color: purple;">■</span> Carbón Mineral | <span style="color: red;">■</span> Uranio                      |

**PRODUCCIÓN DE ENERGÍA 2007 (542 769 TJ)**



- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: blue;">■</span> Petróleo Crudo | <span style="color: maroon;">■</span> Hidroenergía          | <span style="color: yellow;">■</span> Gas Natural + LGN (*) |
| <span style="color: cyan;">■</span> Carbón Mineral | <span style="color: purple;">■</span> Leña                  | <span style="color: red;">■</span> Bagazo                   |
| <span style="color: blue;">■</span> Bosta & Yareta | <span style="color: lightblue;">■</span> Energía Solar (**) |   |

# COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION POR DEPARTAMENTO : AÑO 2006



**Lima: 99%**

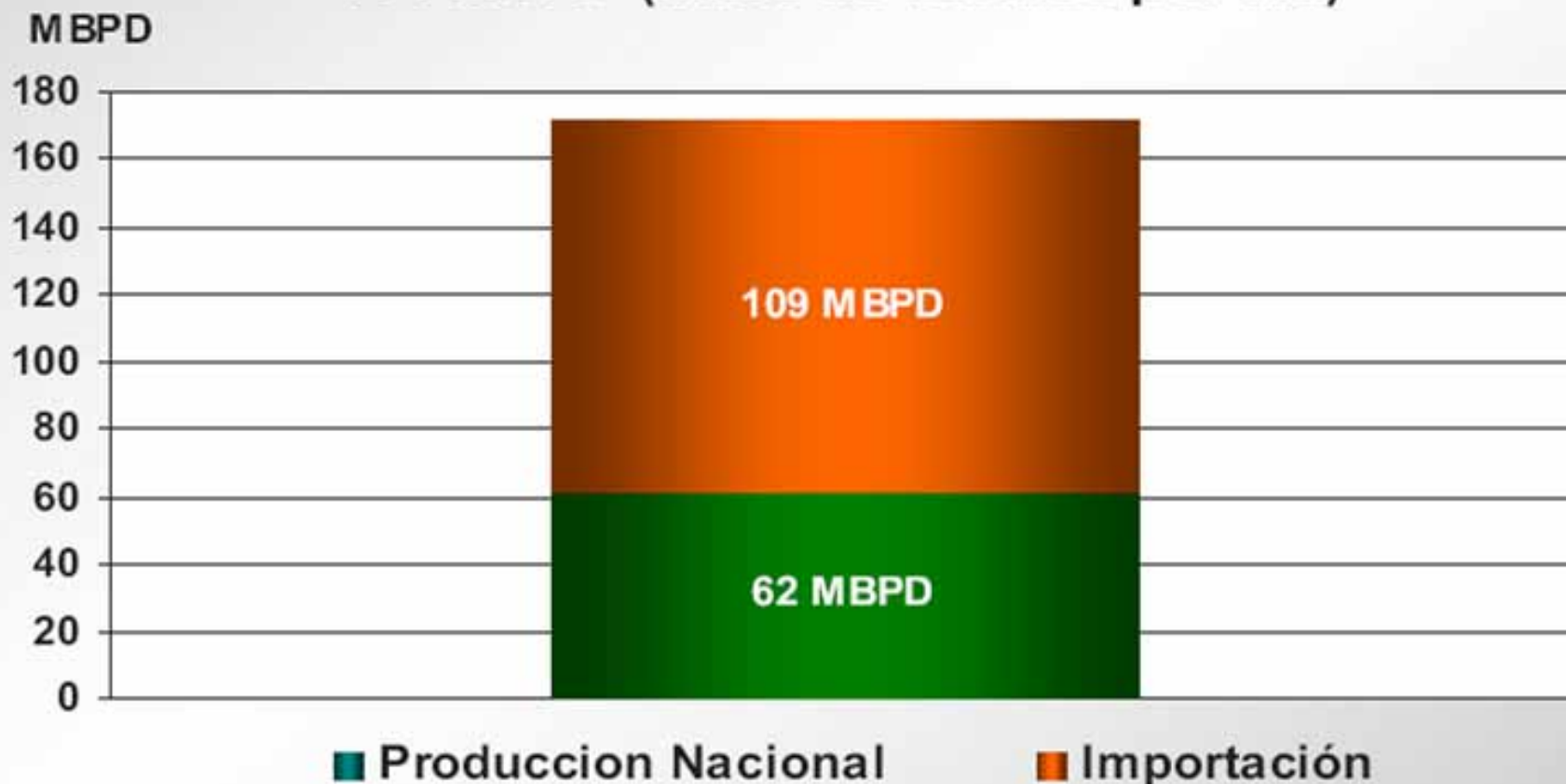
**Perú: 74%**

**Resto del Perú: 63%**

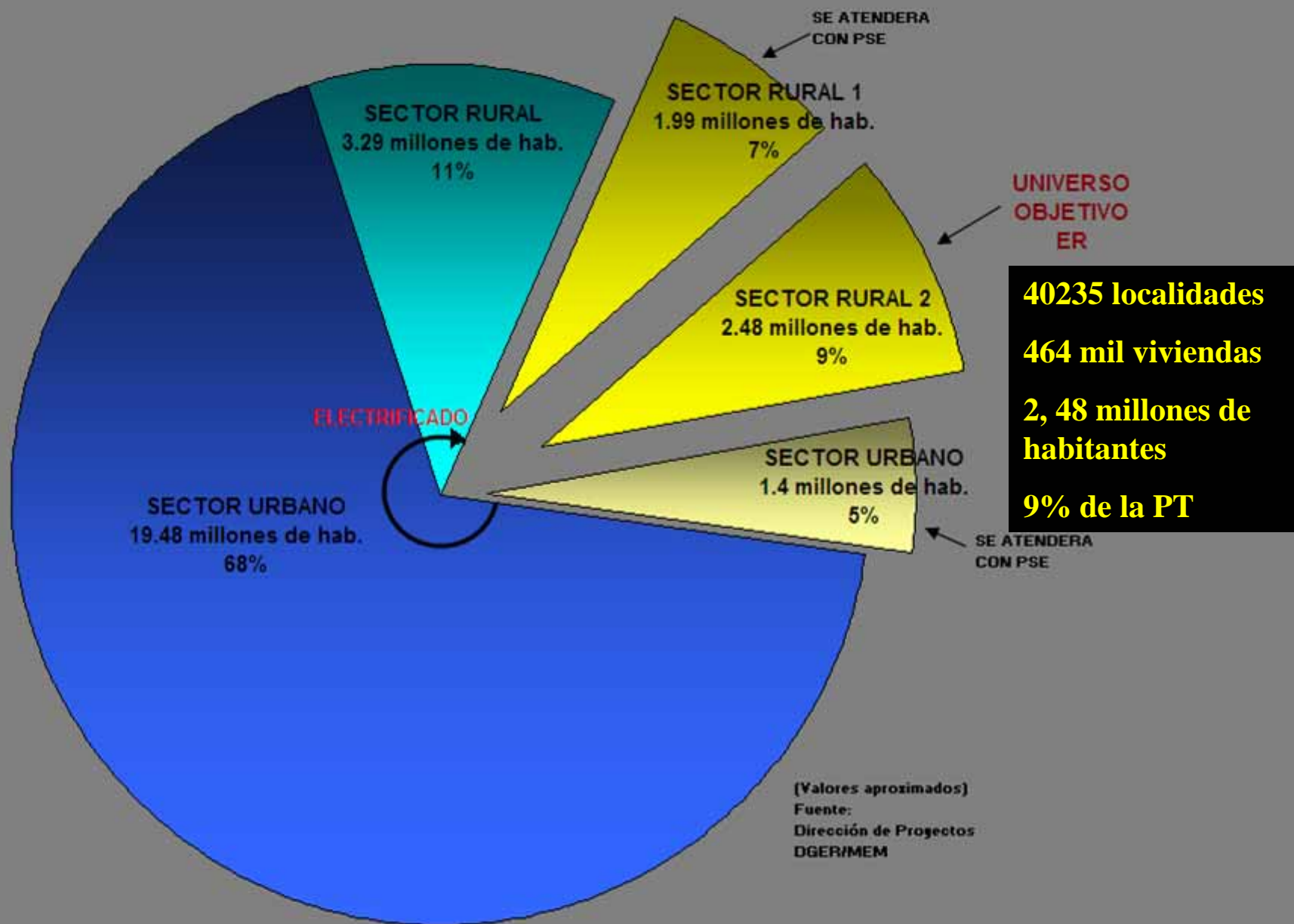
**Perú rural: 32%**

## El Perú es un país importador de petróleo crudo

### Demanda de Petróleo Crudo - Año 2007 171 MBPD (Miles de barriles por día)



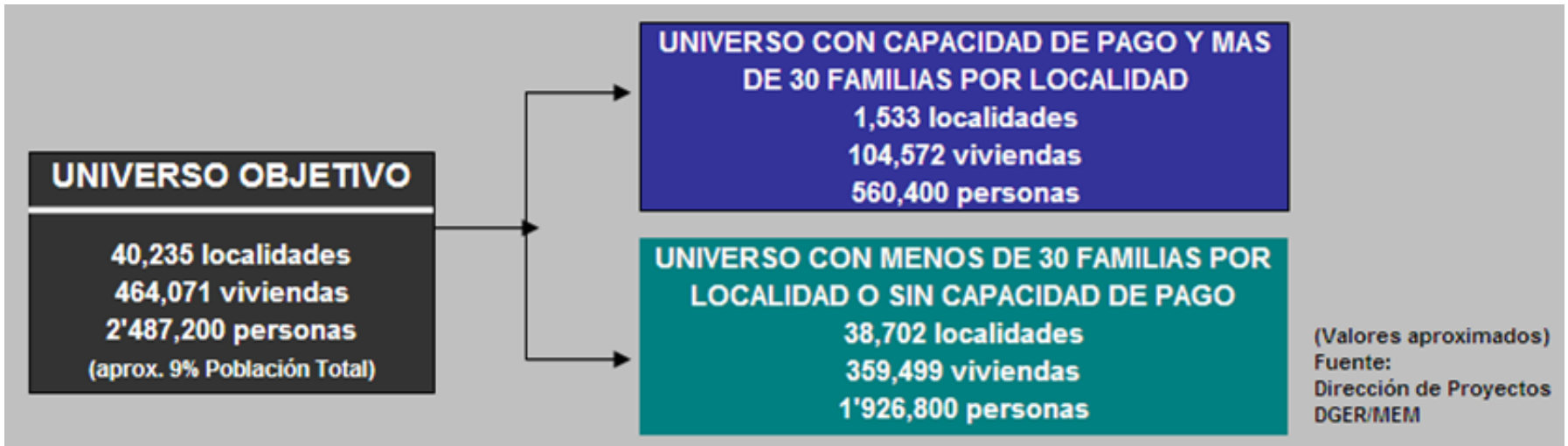
**Más del 63% de la carga a las refinerías es importado.**



SECTOR NACIONAL	POBLACIÓN (millones de habitantes)			COEFICIENTE
	CON SERVICIO	SIN SERVICIO	TOTAL	
URBANO	19.48	1.40	20.88	93.3%
RURAL	3.29	4.47	7.76	42.4%
TOTAL	22.77	5.87	28.64	79.5%

Fuente: DEP-DGER-MEM

(VALORES ESTIMADO) Fuente DPR/DGER/MEM



Fuente: DEP-DGER-MEM

Totales	
<b>FONER</b>	<b>900.00</b>
<b>ELSE</b>	<b>247.18</b>

Fuente: DFC-DGER-MEM

**Tarifa sin Subsidio a la inversión**

Tarifa por usuario	US\$	15.72
Tarifa por usuario	S/:	47.15

**Tarifa con subsidio a la inversión, = 78.45%**

Tarifa por usuario	US\$	6.01
Tarifa por usuario	S/:	18.03

**Tarifa con subsidio a la inversión y subsidio cruzado (FOSE)**

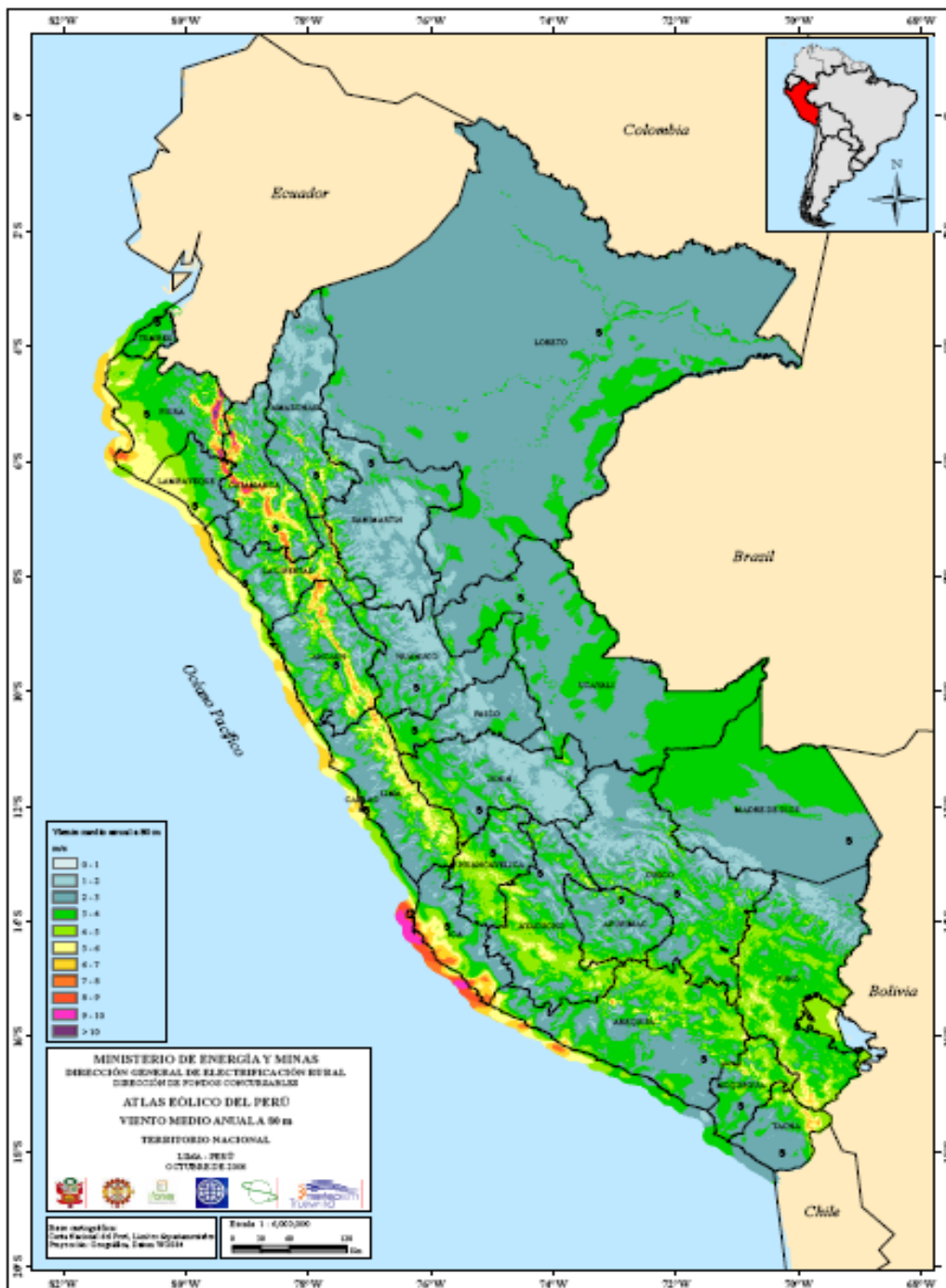
= 62.5%

Tarifa por usuario	US\$	2.25
Tarifa por usuario	S/:	6.76



## MAPA SOLAR PROMEDIO ANUAL W/m2

Fuente: ATLAS SOLAR DEL  
 PERÚ  
 MEM - 2003



# MAPA EÓLICO VIENTO MEDIO ANUAL A 80m

**m/s**

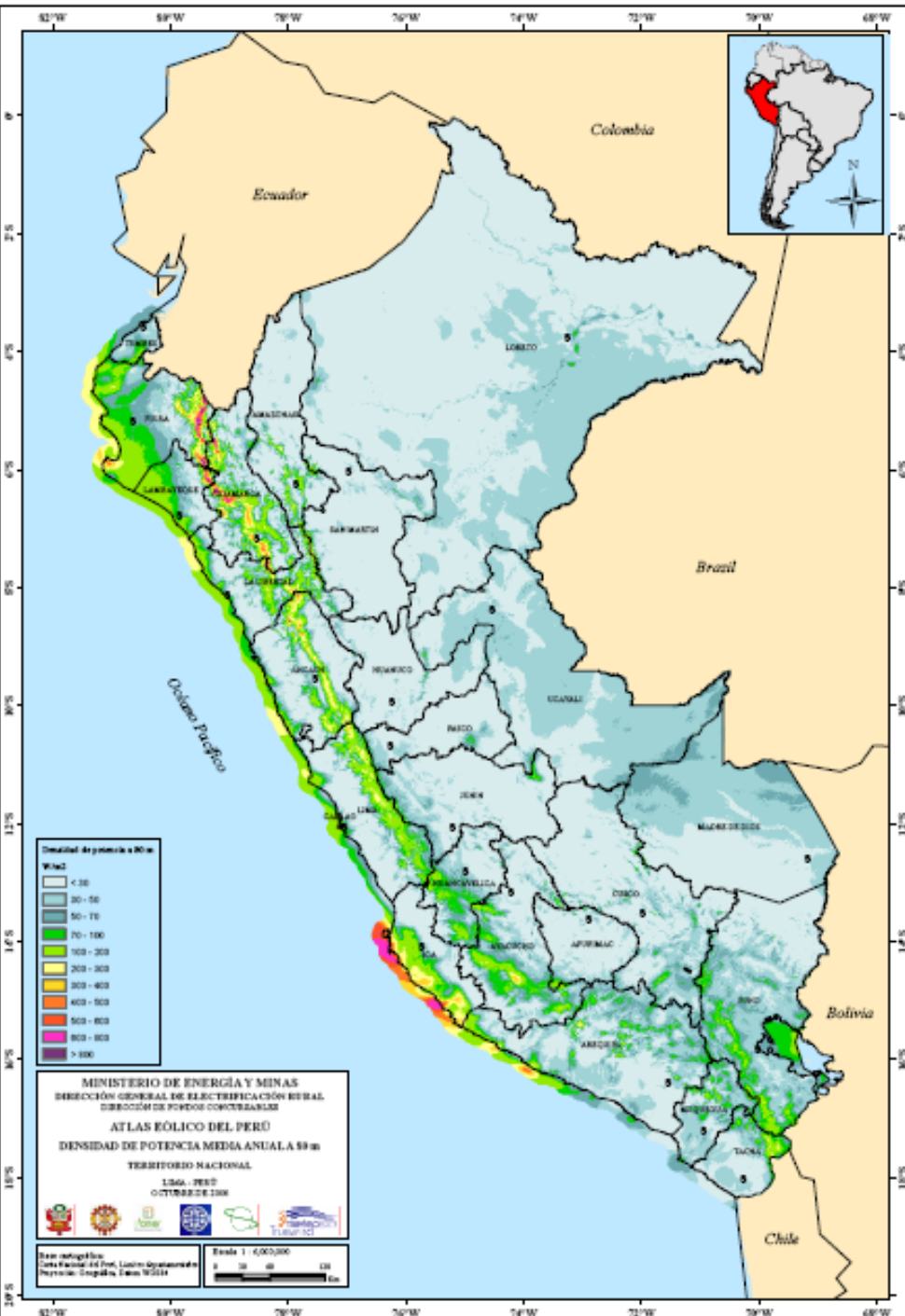
**Fuente: ATLAS  
 EÓLICO DEL PERÚ  
 2008**

**[www@minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)**

**MAPA EÓLICO  
DENSIDAD DE  
POTENCIA  
MEDIA ANUAL A  
80m  
W/m<sup>2</sup>**

**Fuente: ATLAS  
EÓLICO DEL PERÚ  
2008**

**[www@minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)**



**LEY N° 28749**  
**LEY GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL**

**LEY N° 28546**  
**LEY DE PROMOCIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS  
ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN  
ZONAS RURALES AISLADAS Y DE FRONTERA DEL PAIS**

Ley para Promover la Generación de Electricidad con Energías Renovables  
D.L. N° 1002 (2008-05-02)

# **NORMAS TÉCNICAS PERUANAS EN FER**

## **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS HASTA 500 Wp.**

**Especificaciones Técnicas y Método para la Calificación Energética de un Sistema Fotovoltaico.**

## **COLECTORES SOLARES.**

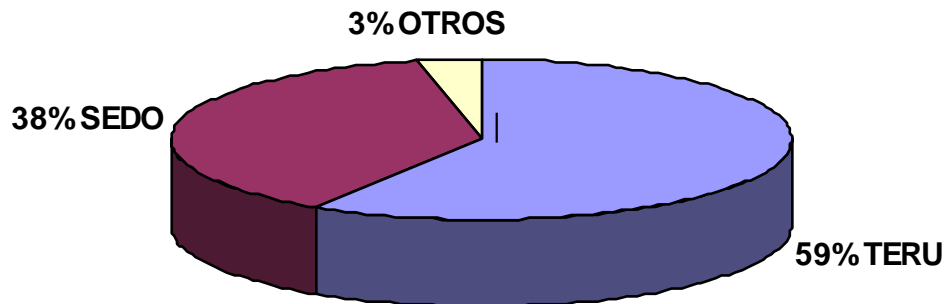
**Método de Ensayo para Determinar la Eficiencia de los Colectores Solares**

## **SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES)**

- 1.- Fundamentos para su dimensionamiento eficiente.**
- 2.- Procedimientos para su instalación eficiente.**
- 3.- Caracterización y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior.**
- 4.- Límites y Etiquetado.**

## ESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE SFV

TOTAL: 20 895 SFV

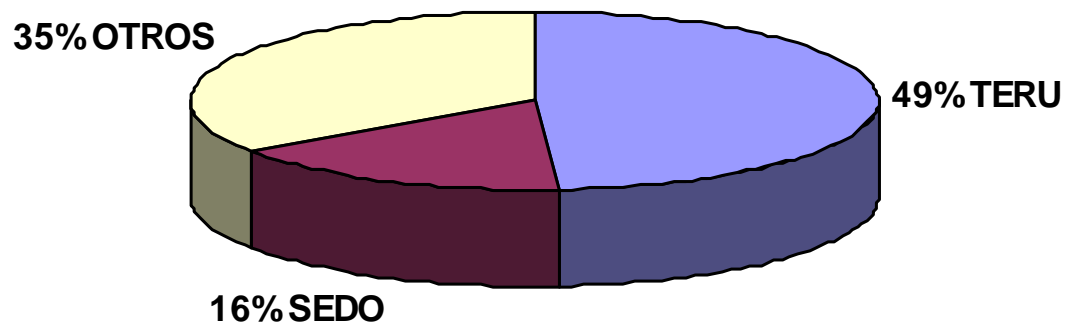


**CANTIDAD DE SISTEMAS FV INSTALADOS EN EL PERU, DE CARÁCTER PÚBLICO**

**POTENCIA CORRESPONDIENTE A LA CANTIDAD DE SFV INSTALADOS EN EL PERÚ, DE CARÁCTER PÚBLICO**

## ESTRUCTURA ENERGÉTICA DE SFV

TOTAL: 2 521,81 kWP



## MERCADO COTIDIANO EN LIMA, PERÚ

Todo tipo de:

1. Paneles FV, desde medio W hasta 100 W, cristalino y amorfo (chinos).
2. Reguladores de carga (Steca, Phocos, chinos), de 10 – 45 A
3. Lámparas y linternas, muchas con su pequeño panel FV

COSTOS:

Panel FV 100W, película delada (chino): \$ 300,00

Panel FV 15W, cristalino \$ 45,00

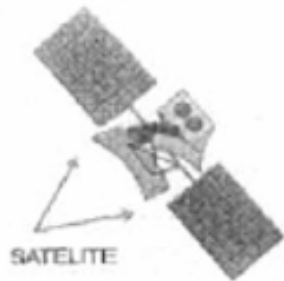
LFC, socket E27, 12VDC, 15W \$ 2,50

Además, baterías “solares” selladas diversas : 2, 5 Ah, 6V (\$ 5,0) - 150 Ah, 12V, (\$ 120,0)

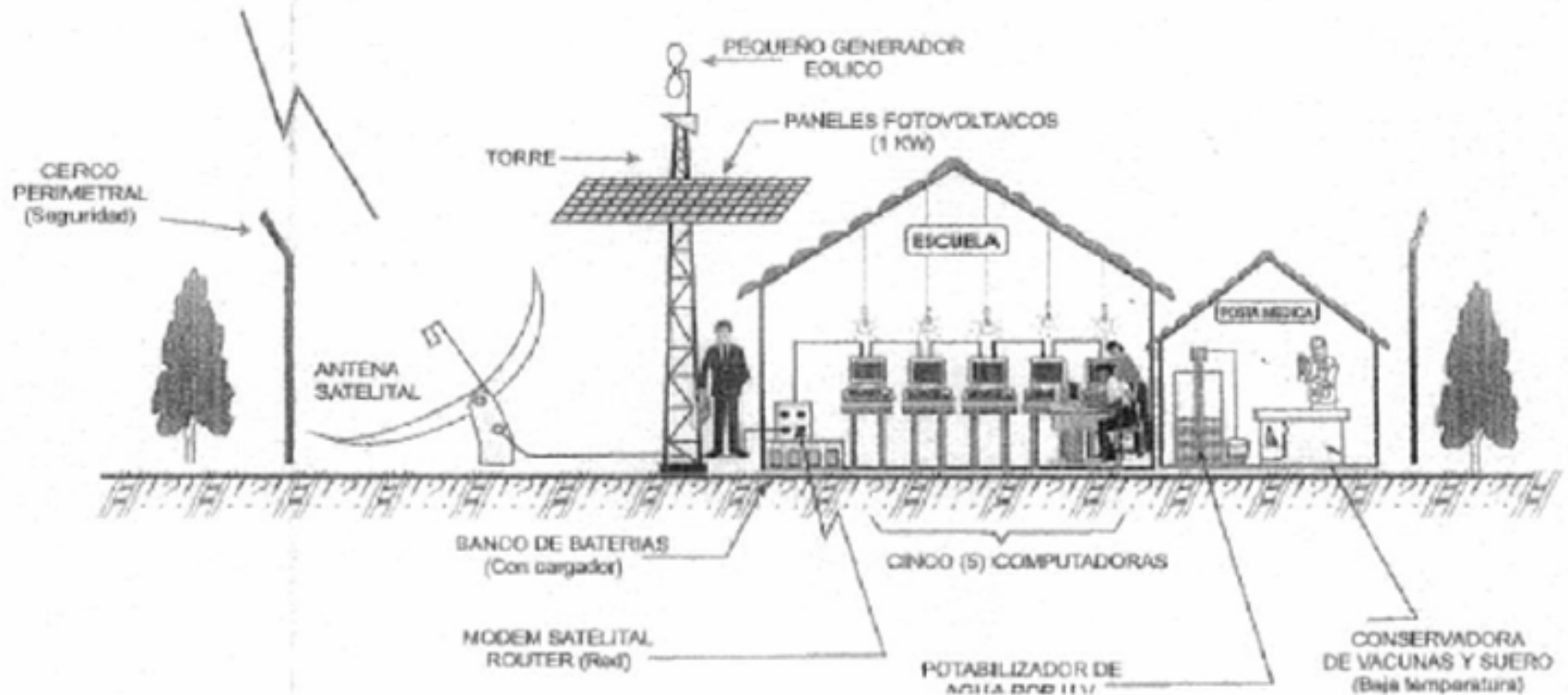
Fuente: MHM

# Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico de 1,4 kW del Programa Euro-Solar

## Componentes del Kit



PROYECTO PARA EL DESARROLLO RURAL INTEGRAL EN EL PERÚ			
"TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs) EN COMUNIDADES RURALES AISLADAS DE LAS RED PUBLICA DE ELECTRICIDAD"			
PROYECTISTA	FECHA	ESCALA	APOYO AL DESARROLLO SECTORIAL INTEGRAL
Ing. Manuel Luque Casanave	17-05-06	8E	ENERGÍA <input checked="" type="checkbox"/> AGRICULTURA <input checked="" type="checkbox"/> EDUCACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> GÉNERO <input checked="" type="checkbox"/> SAUD <input checked="" type="checkbox"/> TURISMO <input checked="" type="checkbox"/>



# ELABORACIÓN DE LISTA FINAL DE LOCALIDADES

Se recepcionó información de campo levantada por los consultores de corto plazo, a través de las Formularios de cada localidad, conformándose base de datos y lista de 167 localidades.

Se descartaron 22 localidades por estar consideradas en proyectos de electrificación de pronta ejecución, quedando 145.

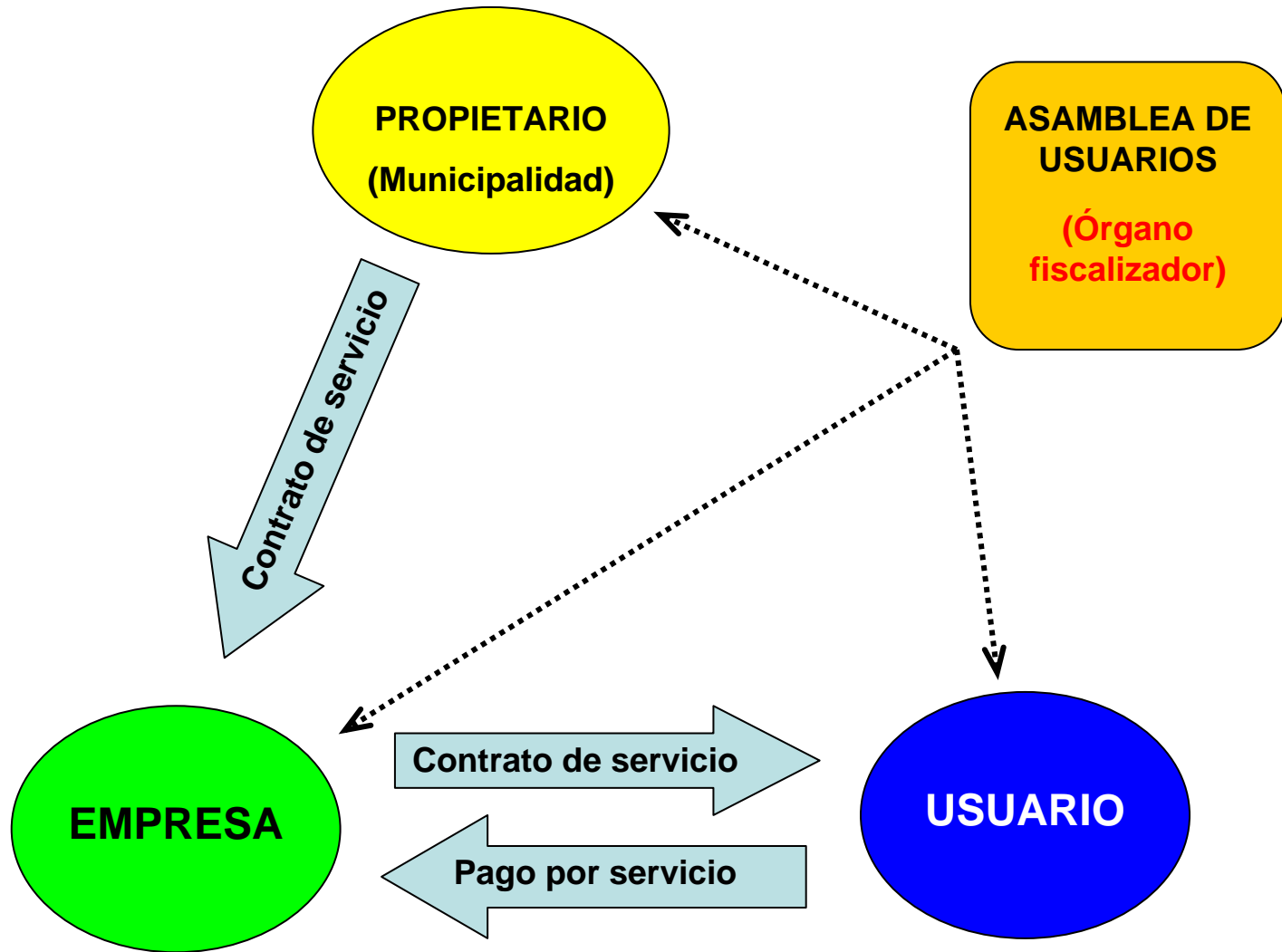
Se aplicó a esta lista la “Metodología para la Selección de Localidades Receptoras del Programa EURO-SOLAR” (criterios obligatorios y competitivos).

Se priorizó lista, trazándose línea de corte en la número 130, quedando 15 localidades de respaldo.

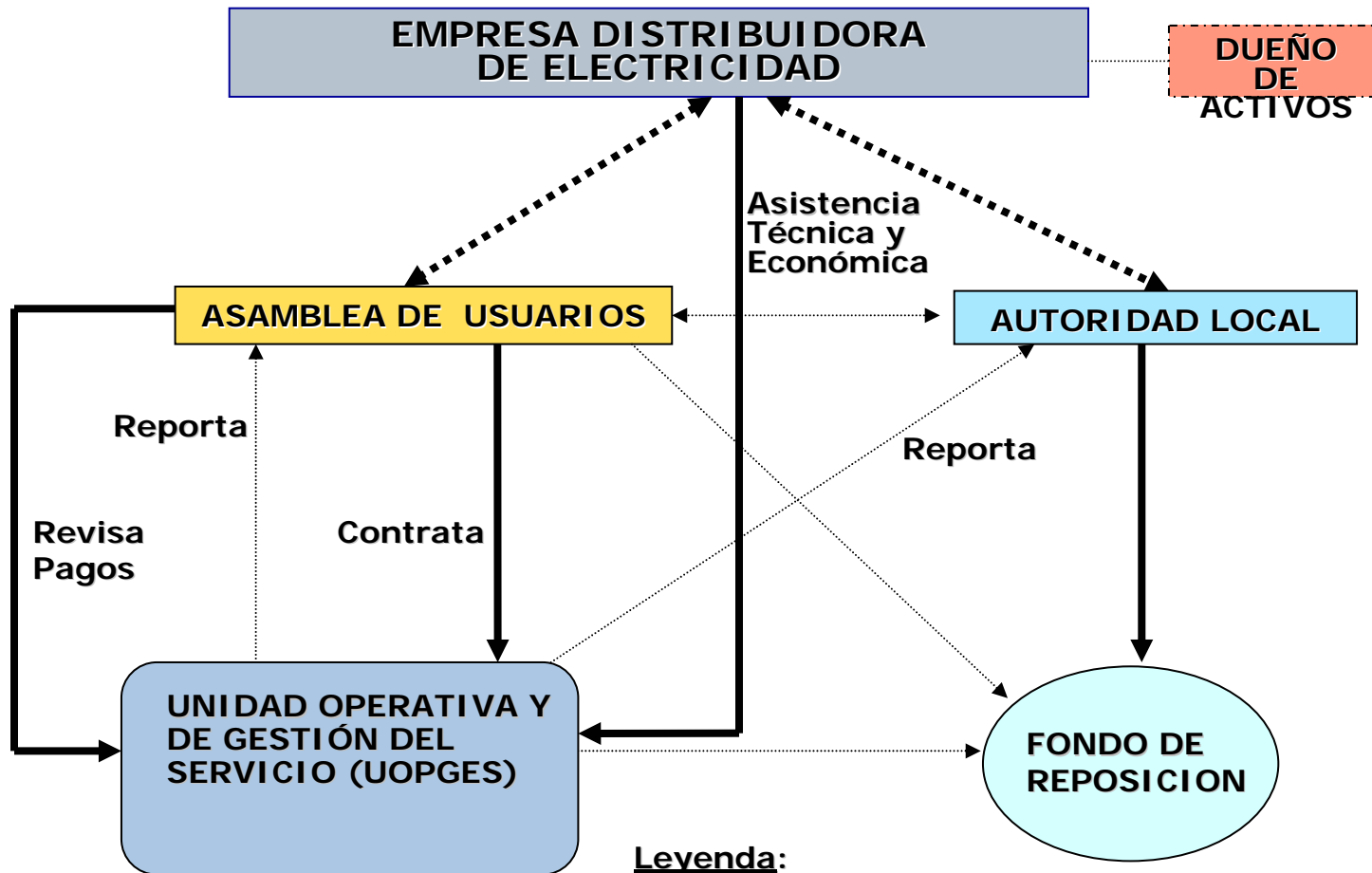
Fuente: PGA



# ESQUEMA MODELO DE GESTIÓN

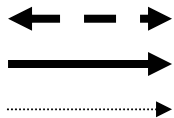


# ESQUEMA DEL MODELO DE GESTIÓN



## Leyenda:

- Relación permanente:** coordinación y comunicación
- Relación contractual:** apoyo técnico y administrativo
- Reportes:** supervisión y fiscalización



# Analizar los paradigmas de la sostenibilidad

- La asistencia técnica como criterio único de sostenibilidad
- La rentabilidad económica.
- La opción multicriterio o integradora
  - **Consolida lo técnico**
  - **Define lo económico**
  - **Responsable con el medio ambiente**
  - **Fortalece lo social**

# Los instrumentos para su aplicación

- **Esquema tarifario**
- **Contrato Empresa - propietario**
- **Reglamentos sobre el servicio**
- **Contrato usuario - empresa**
- **Capacitación** (usuarios, operadores, autoridades)
- **Fiscalización**

# INSTALACIÓN DE 4200 SFD (210 kW<sub>p</sub>)



Fuente: DEP-DGER-MEM

# INSTALACIÓN DE 4200 SFD



# PROYECTO: HÍBRIDO EÓLICO - FOTOVOLTAICO



# COMPONENTES DE UN SISTEMA FV PRODUCTIVO VILCALLAMAS – PUNO (4 500 msnm)

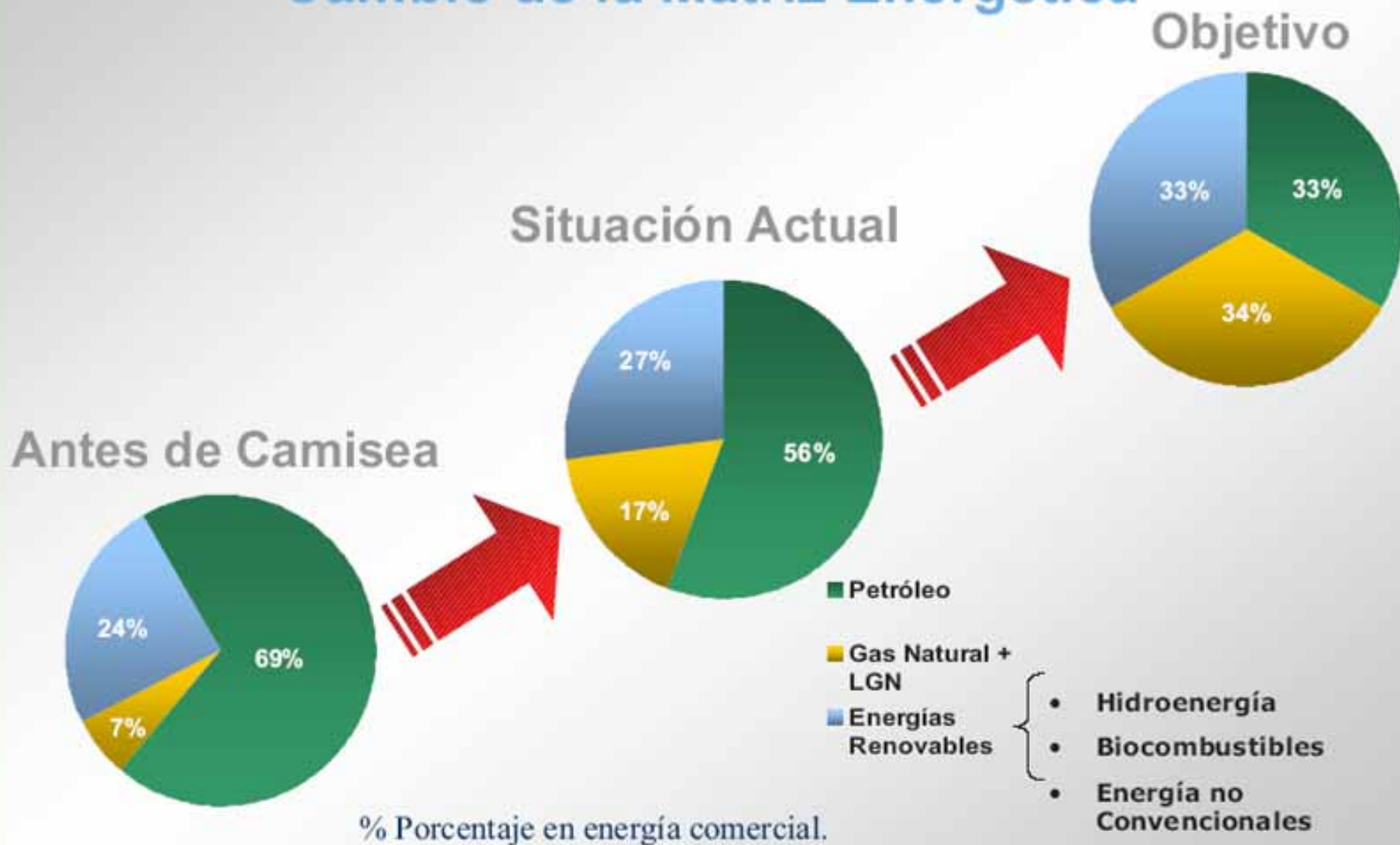


Fuente: CER-UNI

# EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ

... lo más saltante y accesible...

# Cambio de la Matriz Energética



# CONVOCATORIA OSINERGMIN

## Subasta para el suministro de energía, con Recursos Energéticos Renovables (RER)

Decreto Supremo N° 050-2008-EM, Reglamento del Decreto Legislativo  
N° 1002, de Generación de Electricidad con Energías Renovables

### CONDICIONES PRINCIPALES:

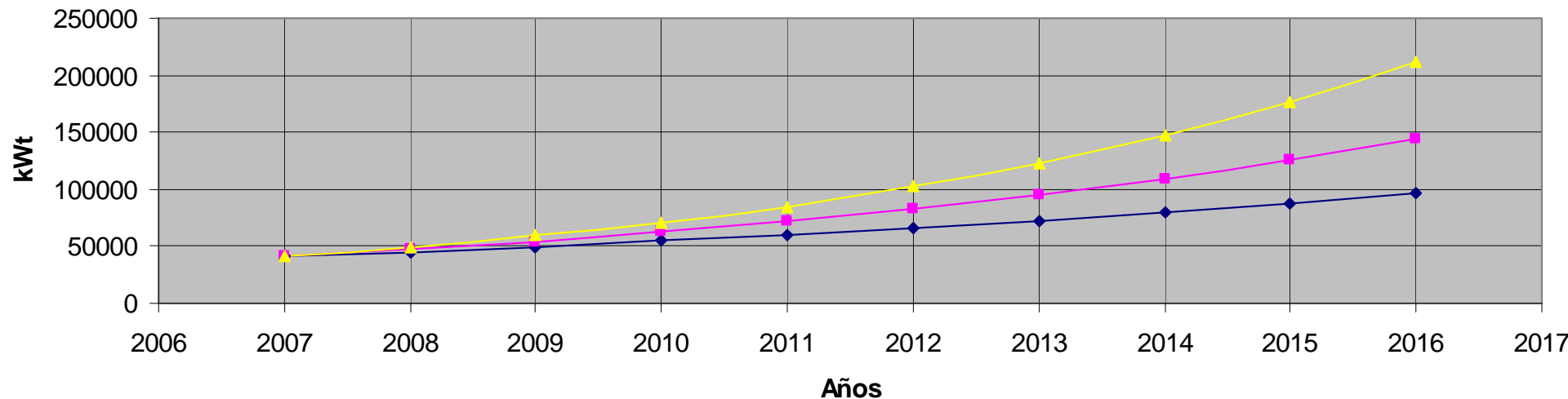
1. Para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)
2. La Energía Requerida total será hasta por 1 314 GWh anuales equivalentes a 500 MW con un factor de planta de 0,3
3. Energía Requerida será asignada por tecnología, de acuerdo al resultado de la subasta
4. El inicio de la operación comercial será a más tardar el 31 de diciembre de 2012.
5. El plazo de adjudicación de la tarifa será de 20 años.
6. OSINERGMIN deberá escoger a las empresas que pidan los menores subsidios para iniciar los proyectos de generación con energías renovables.

## PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL CON SFV

SE ESPERA 10 000 CONEXIONES (aprox.) para el 2010 y continuar los años siguientes con cantidades iguales o mayores

## ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Proyección en Potencia de la Demanda de Energía Solar Térmica en el Perú



**AL AÑO 2009, RESULTA 55 MWT y 240 GWh/año**

**AÑO 2010: INICIAR UN PROGRAMA NACIONAL DE MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE VIVIENDAS RURALES UBICADAS ENTRE 3 000 Y 5 000 msnm. SE REQUIERE MÁS DE 100 000**

# PROYECTO DE DESARROLLO RURAL CON ENERGÍAS RENOVABLES Y PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN

IMPLEMENTACIÓN  
DE LAS BASES  
TECNOLÓGICAS  
PARA UN SISTEMA  
MULTIPRODUCTIVO  
Y EDUCATIVO EN LA  
COMUNIDAD DE SAN  
FRANCISCO DE  
RAYMINA DE  
AYACUCHO



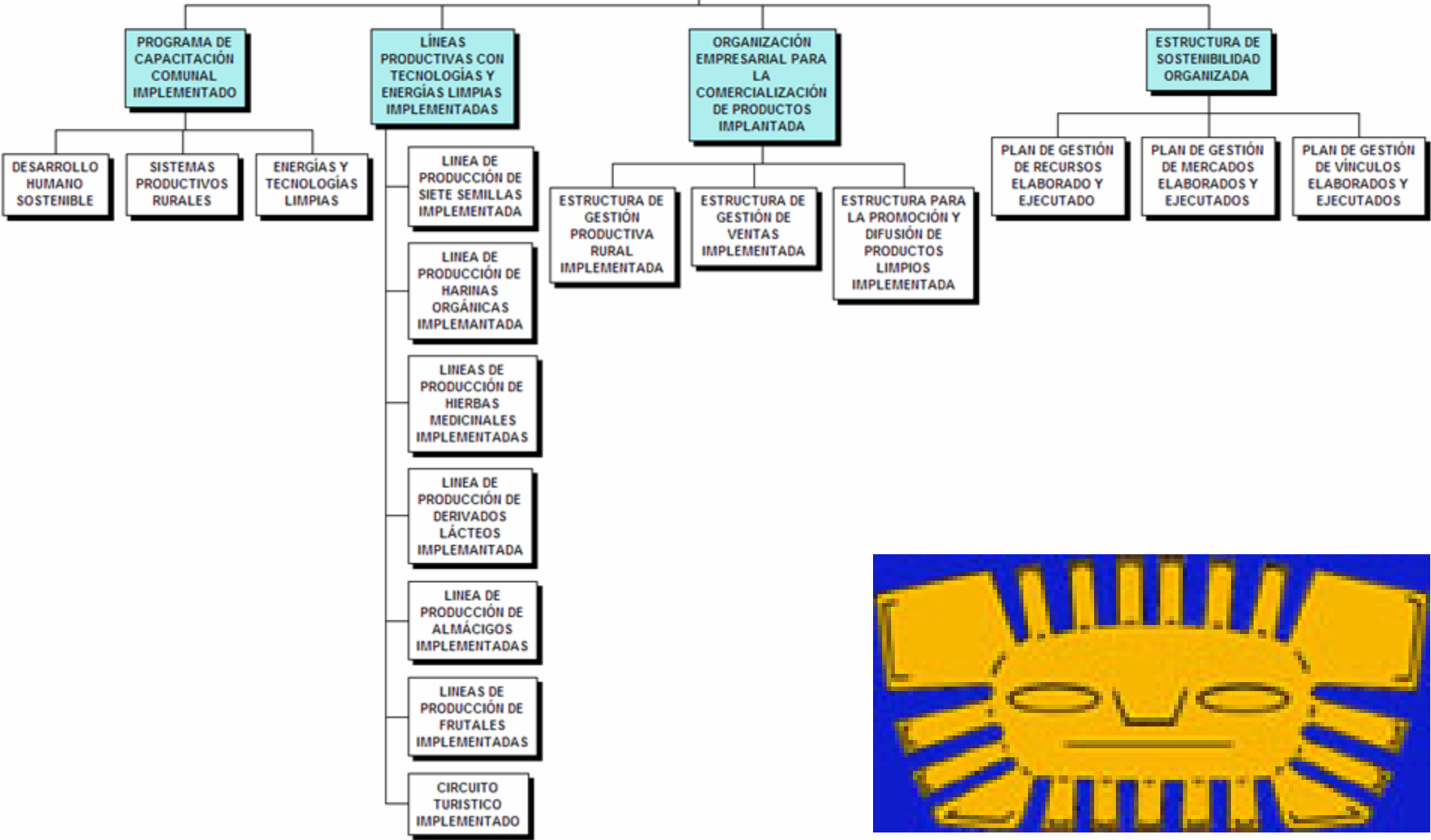
PROGRAMA DE  
CAPACITACIÓN  
COMUNAL  
IMPLEMENTADO

LÍNEAS  
PRODUCTIVAS CON  
TECNOLOGÍAS Y  
ENERGÍAS LIMPIAS  
IMPLEMENTADAS

ORGANIZACIÓN  
EMPRESARIAL PARA  
LA  
COMERCIALIZACIÓN  
DE PRODUCTOS  
IMPLANTADA

ESTRUCTURA DE  
SOSTENIBILIDAD  
ORGANIZADA

**IMPLEMENTACIÓN DE LAS BASES TECNOLÓGICAS PARA UN SISTEMA MULTIPRODUCTIVO Y EDUCATIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN FRANCISCO DE RAYMIHA DE AYACUCHO**



**REPUBLICA DEL PERU**  
**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS**



**PLAN NACIONAL**  
**DE ELECTRIFICACION RURAL**  
**(PNER)**  
**PERIODO 2008 - 2017**

**DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL**

Setiembre 2008

**6 POLITICAS DE ELECTRIFICACION RURAL**

Las políticas en las cuales se enmarca la electrificación rural son:

- Mejoramiento permanentemente de la tecnología aplicada a los proyectos de electrificación rural, promoviendo el uso de energías renovables.

**7 OBJETIVOS**

Los objetivos que se pretende lograr con la electrificación rural son :

- Objetivo 4 .- Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable en sistemas de generación distribuida embebidos en las redes de distribución eléctrica.

**8 ESTRATEGIAS**

Las estrategias con las cuales se lograrán los objetivos de la electrificación rural son :

Del Objetivo 4 .-

- Desarrollar estudios que permita el desarrollo de las energías renovables (hidráulica, solar y eólica) y la actualización de los diseños de los sistemas eléctricos rurales.
- Priorizar los proyectos mediante la utilización de fuentes de energías renovables en las áreas pertinentes.
- Formular el Plan Maestro de Energías Renovables.

# Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú

## Informe Final <Resumen Ejecutivo>

Agosto 2008

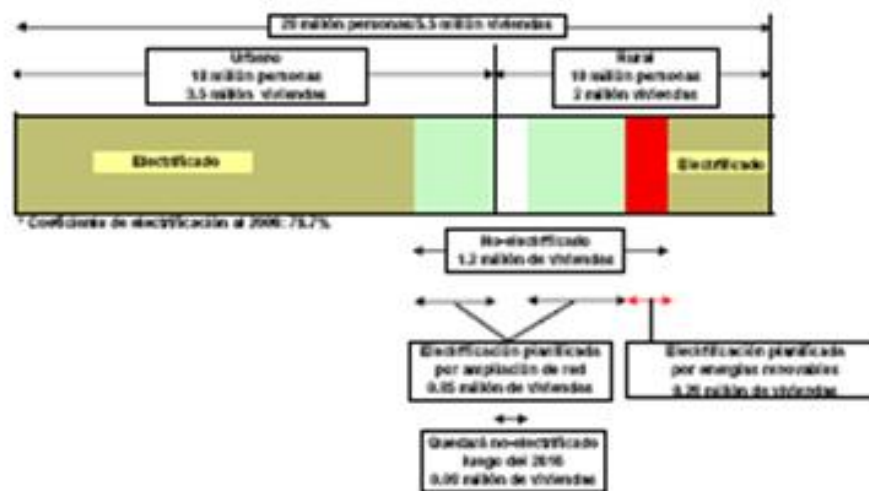
Agencia de Cooperación Internacional de Japón

Electric Power Development Co., Ltd.  
Nippon Koei Co., Ltd.

### Conclusiones y Recomendaciones

#### (1) Objetivo de Electrificación Rural por Energías Renovables

Como se muestra en el gráfico abajo, el objetivo de electrificación rural por energías renovables de este Plan Maestro es unas 280 mil viviendas.



**PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL 2008 - 2017**  
**CENTRALES HIDROELECTRICAS Y SISTEMAS ELECTRICOS RURALES ASOCIADOS**

Item	Año	Proyecto	Departamento	Fuente Financiamiento	Nivel actual del Proy.	Inversión (miles US\$)	Potencia (KW)	Longitud (Km)	Numero de Localidades	Población
						Total				
		SUB-TOTAL AÑO 2008				2,176		32	19	8,966
1	2008	CHIPIÑA BLANCA Y REDES ELECTRICAS ASOCIADAS	CAJAMARCA	CONVOPOL	FOR INICIAE	561	53	14	4	2,066
		SUB-TOTAL AÑO 2009				566		14	4	2,056
		SUB-TOTAL AÑO 2011				42,441	2,600	1,745	518	93,625
		TOTAL AÑO 2008 - 2011				45,183	2,600	1,791	541	103,747

CUADRO N° II-6

**PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL 2008 - 2017**  
**MODULOS FOTOVOLTAICOS**

Item	Año	Proyecto	Departamento	Fuente Financiamiento	Nivel actual del Proy.	Inversión (miles US\$)	Potencia (KW)	Numero de Localidades	Población
						Total			
		SUB-TOTAL AÑO 2008				4,916	224	147	22,500
		SUB-TOTAL AÑO 2010				14,310	1,246	663	120,227
		SUB-TOTAL AÑO 2017				17,365	954	600	90,000
		TOTAL AÑO 2008 - 2017				137,890	8,254	4,910	782,727

**CUADRO N° II-7**  
**PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL 2008-2017**  
**CENTRALES EOLICAS**

N°	AÑO	PROYECTO	DEPARTAMENTO	FUENTE FINANCIAMIENTO	NIVEL ACTUAL	INVERSION (US\$ x 1000)	POTENCIA (kW)	POBLACION BENEFICIADA
1	2008	PROYECTO PILOTO	CAJAMARCA	PPTO 2008	EJECUCION	115	3	100
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 008</b>				<b>115</b>	<b>3</b>	<b>100</b>
2	2010	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	1,500	150	5,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 010</b>				<b>1,500</b>	<b>150</b>	<b>5,000</b>
3	2011	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	1,500	150	5,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 011</b>				<b>1,500</b>	<b>150</b>	<b>5,000</b>
4	2012	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	1,500	150	5,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 012</b>				<b>1,500</b>	<b>150</b>	<b>5,000</b>
5	2013	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	3,000	300	10,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 013</b>				<b>3,000</b>	<b>300</b>	<b>10,000</b>
6	2014	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	3,000	300	10,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 014</b>				<b>3,000</b>	<b>300</b>	<b>10,000</b>
7	2015	PROYECTO	NACIONAL	SIN FINANCIAMIENTO	CONFIG. BASICA	3,000	300	10,000
		<b>SUB TOTAL AÑO: 2 015</b>				<b>3,000</b>	<b>300</b>	<b>10,000</b>
		<b>TOTAL AÑO 2008 - 2017</b>				<b>13,615</b>	<b>1,353</b>	<b>45,100</b>

**•Composición de la Energía Requerida:  
•Cronograma del Proceso Subasta:**

Tecnología RER	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía Requerida (GWh/año)	813	320	181	1314

CRONOGRAMA		
Actividades	Fecha Inicio	Fecha Final
Registro de Participantes	21-ago-2009	21-dic-2009
Convocatoria a Subasta	15-oct-2009	15-oct-2009
Venta de Bases	15-oct-2009	21-dic-2009
Sugerencias y Consultas a las Bases	15-oct-2009	12-nov-2009
Publicación web de Bases consolidadas	10-dic-2009	11-dic-2009
Comunicación individual electrónica de la fecha de presentación de sobres de Calificación y Oferta	11-dic-2009	11-dic-2009
Presentación de Sobres de Calificación	22-dic-2009	24-dic-2009
Publicación de relación de Postores	30-dic-2009	30-dic-2009
Acto Público de apertura de Sobres de Oferta y Adjudicación de la Buena Pro	15-ene-2010	15-ene-2010
Publicación de resultados de la Subasta	16-ene-2010	16-ene-2010

**SUBASTA DE  
ENERGÍA EE  
GENERADA CON  
TECNOLOGÍAS  
DE FUENTES  
RENOVABLES DE  
ENERGÍA**

**CONVOCA:**

**MEM – PERÚ**

**Octubre 2009**



## Producción y Comercialización de Biocombustibles

- Según la reglamentación aprobada a partir 1° de Enero de 2009 en todo el país se utilizará el Diesel B2 que es una mezcla de 2 % de Biodiesel con 98 % de Diesel 2. El porcentaje obligatorio se elevará a 5 % a partir del 1° de enero del 2011.
- En cuanto al Etanol, a partir del 1° de Enero de 2010 en todo el país será obligatorio del uso de 7,8 % de Alcohol Carburante (Etanol Anhidro Desnaturalizado) en las gasolinas.
- Estos nuevos productos nos permiten promover la producción de materias primas para la fabricación de etanol y Biodiesel y representa una posibilidad de inversión que puede ser tomada en cuenta por los inversionistas.



**MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**Rafael L. Espinoza Paredes**

**[cer@uni.edu.pe](mailto:cer@uni.edu.pe)**

**[respinoza@uni.edu.pe](mailto:respinoza@uni.edu.pe)**

