

---

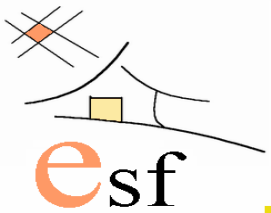
## **II ENCUENTRO INTERNACIONAL DE REGULACION 2009**

### **SESION 7: SERVICIO UNIVERSAL DE ENERGIA ELECTRICA**

# **LA ELECTRIFICACION DE LAS ZONAS RURALES AISLADAS MEDIANTE SOLUCIONES OFF-GRID**

José María Arraíza

Jesús Gómez Martín



## CONTENIDO

---

- 1. Presentación de Energía sin Fronteras**
- 2. La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
- 3. La planificación del suministro de las ZRA**
- 4. Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
- 5. Regulación: Principios y desarrollo necesario**
- 6. Conclusiones**



## CONTENIDO

---

- 1. Presentación de Energía sin Fronteras**
- 2. La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
- 3. La planificación del suministro de las ZRA**
- 4. Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
- 5. Regulación: Principios y desarrollo necesario**
- 6. Conclusiones**



## ENERGÍA SIN FRONTERAS: IDENTIDAD

---

**La Fundación Energía sin Fronteras es una  
ONG de Desarrollo  
cuyo objetivo es contribuir al  
**acceso universal a la energía y al agua****

**Su misión es extender y facilitar el acceso a los servicios energéticos y de agua potable, de modo continuado, a los que todavía no los tienen, o los tienen en condiciones precarias o por procedimientos primitivos e impropios.**

### **PATRONATO**

**16 empresas e instituciones  
españolas del sector energético**



## ENERGÍA SIN FRONTERAS: OBJETIVOS

---

**Facilitar el acceso a la energía y al agua mediante el desarrollo de programas específicos** para llevar agua y energía a centros comunitarios y comunidades de zonas rurales aisladas

**Influir** sobre los decisores de políticas energéticas y de cooperación al desarrollo, e impulsar la regulación específica, para facilitar el acceso al agua y a la energía a los más pobres.

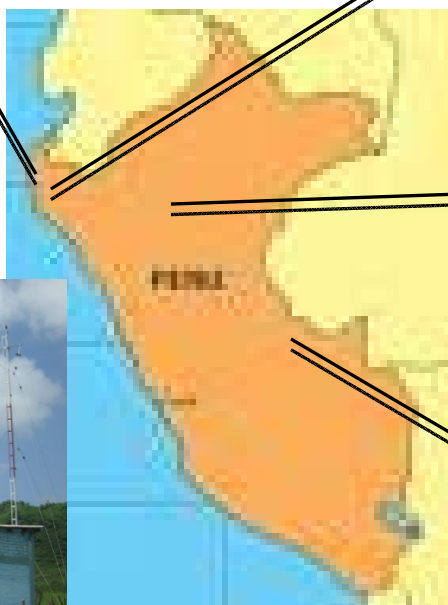
**Sensibilizar** a la sociedad de que el problema de la pobreza es **responsabilidad de todos**, y todos debemos colaborar en su solución

- 16 proyectos terminados, 6 en ejecución y 6 en preparación
- 11 países de África, Asia y Latinoamérica
- 225.000 beneficiarios directos



### ESCUELAS CHALACO

Electrificación FV para  
iluminación, medios  
audiovisuales y  
radiofonía en 24  
escuelas



### CENTROS DE SALUD MORROPÓN

Electrificación FV para  
iluminación, refrigeración  
y radiofonía en 9  
comunidades

### CENTROS DE SALUD YURIMAGUAS

Electrificación FV para  
iluminación y radiofonía  
en 44 comunidades

### RADIO SEPAHUA

Electrificación FV para  
radiofonía



### Líneas de trabajo actuales

- \*La energía en la estrategia de la cooperación.
- \*Modelo de Regulación para Electrificación Zonas Rurales Aisladas (ZRA)
- \*Posibilidades para la colaboración público privada en la Ayuda al Desarrollo.
- \*Incidencia de los biocombustibles a pequeña escala en los países en desarrollo.
- \*Sensibilización social y formación para el Desarrollo





## ENERGÍA SIN FRONTERAS y Electrificación de Zonas Rurales Aisladas (ZRA) (I)

---



II Seminario  
sobre  
Energía y pobreza

Antigua (Guatemala) Marzo 2007

### “El reto de electrificar las zonas rurales aisladas de Centroamérica”

- **OBJETIVO:** Identificar y asumir el rol de cada parte implicada en la electrificación de las zonas rurales aisladas
- **Países:** Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá
- **Representantes de:** Comunidades afectadas. Gobiernos. Organismos financiadores. Universidades. Reguladores. Empresas. ONG´s



## ENERGÍA SIN FRONTERAS y Electrificación de Zonas Rurales Aisladas (ZRA) (I)

---

### **Proyecto REGEZRA:** **Regulación Eléctrica de las Zonas Rurales Aisladas de Guatemala**

**Objetivo:** Propuesta de un modelo de regulación para la electrificación de las zonas rurales aisladas de Guatemala.

**Participantes:** CNE de España y CNEE e INDE de Guatemala, varias Universidades de España y Guatemala, CENER, Mercados Energéticos, U Fenosa y varias ONGD's y agrupaciones locales de Guatemala.

**Periodo de ejecución:** Enero 2008 - Junio 2009 , más 12 meses de seguimiento.

**Coste total:** 192.000€

**Financiación:** parcial de AECID (92.081€), más diversas aportaciones no dinerarias.



## CONTENIDO

---

1. **Presentación de Energía sin Fronteras**
2. **La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
3. **La planificación del suministro de las ZRA**
4. **Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
5. **Regulación: Principios y desarrollo necesario**
6. **Conclusiones**

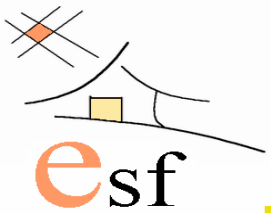


## LAS ZONAS RURALES AISLADAS (I)

---

### ZRA : Definición

El término de **“zona rural aislada”** se circunscribe a aquellas zonas que por su dificultad de acceso o por razones económicas, hacen muy difícil su conexión a las redes de distribución, y por ello, han quedado excluidas del proceso de electrificación mediante la extensión de redes en un plazo de tiempo razonable.



## LAS ZONAS RURALES AISLADAS (II)

---

### ZRA : Características

#### De carácter técnico

- **alta dispersión geográfica**

alejadas de los núcleos habitados  
débiles infraestructuras y dificultad de acceso  
orografías complicadas y medioambientalmente valiosas

#### De carácter económico

- **baja densidad de consumo,**
- **bajo e irregular nivel de ingresos,**

#### De carácter social

- **escaso nivel de formación y capacitación técnica**
- **alejadas de los centros administrativos y de toma de decisiones .**



## LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZRA (I)

---

Es **responsabilidad de los gobiernos** abordar la electrificación de las ZRA en aras de lograr el acceso universal a una energía moderna

La electrificación de las ZRA debe enfocarse con **criterios de sostenibilidad**, y debe entenderse como un **problema multidisciplinar**, que integra aspectos técnicos, económicos, regulatorios, sociales y culturales diversos.

Debe hacerse dentro de las **normas de la competencia**, y de acuerdo a **normas técnicas y de calidad del servicio específicas** para estas instalaciones.

En ningún caso, la electrificación de las ZRA debe entenderse como un fin en si misma, sino como un **instrumento necesario para el desarrollo social y económico** de las comunidades.



## LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZRA (II)

---

### Electrificación por extensión de redes

- > **Alto coste de conexión**, por su dispersión y lejanía
- > **Tiempo de retorno de la inversión previsiblemente demasiado largo**, por sus bajos consumos unitarios.

**\*Está bien regulada**

### Electrificación descentralizada

Todas las características de las ZRA aconsejan la **descentralización del servicio eléctrico**, no solo de los sistemas de generación, sino también de los aspectos de gestión, financiación y control.

- > **La capacidad de la tecnología ya esta demostrada.**
- > **Existen emprendedores preparados para participar en el proceso**

**\*Carencia de regulación específica**



## LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZRA (III)

---

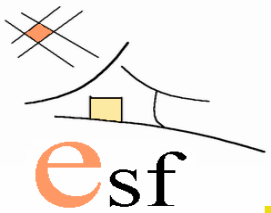
**La experiencia demuestra que el proceso descentralizado no se ha extendido**

**Tres aspectos a considerar:**

- La planificación
- El marco económico
- El marco regulatorio

**> Se requiere abordar el problema de una manera integral y bien planificada**  
**> Deben encontrarse soluciones económicas sostenibles**  
**> La Administración debe proporcionar el marco adecuado para ello.**





## CONTENIDO

---

1. **Presentación de Energía sin Fronteras**
2. **La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
3. **La planificación del suministro de las ZRA**
4. **Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
5. **Regulación: Principios y desarrollo necesario**
6. **Conclusiones**



## PLANIFICACION DEL SUMINISTRO A ZRA (I)

---

Es obligado planificar el proceso, debido a:

- **El importante volumen de inversiones** que serán llevadas a cabo durante un largo periodo de tiempo
- La necesidad de que estas inversiones sean financiadas, en su mayor parte, **mediante subsidios**

La planificación de la electrificación de las ZRA debe **formar parte de los Planes Generales de Electrificación Rural**, pero debe ser **específica e independiente** para estas zonas, ya que las ZRA tienen características técnicas, económicas y sociales muy particulares.

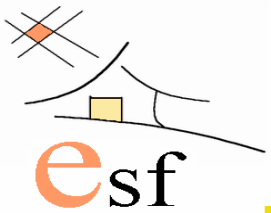


## PLANIFICACION DEL SUMINISTRO A ZRA (II)

---

### Aspectos considerados esenciales en la Planificación

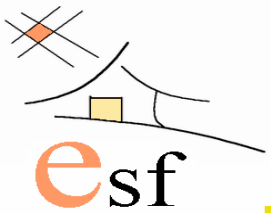
- **Identificar claramente las zonas rurales** que serán objeto de electrificación por sistemas aislados (ZRA)
- Seleccionar **las tecnologías** a utilizar.
- Determinar las **comunidades a electrificar** y el **monto anual de los recursos económicos** requeridos.
- Establecer **criterios básicos para la priorización** de las actuaciones
- Especificar los **organismos responsables de desarrollar el Plan** y establecer sus **competencias**
- **Implicar**, desde el comienzo, **a las autoridades regionales y locales** y a los representantes de **las comunidades receptoras**



## CONTENIDO

---

1. **Presentación de Energía sin Fronteras**
2. **La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
3. **La planificación del suministro de las ZRA**
4. **Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
5. **Regulación: Principios y desarrollo necesario**
6. **Conclusiones**

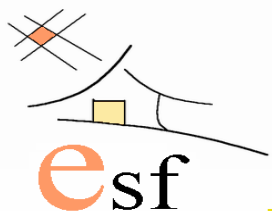


## LOS COSTES DEL SUMINISTRO DE ENERGIA A LAS ZRA

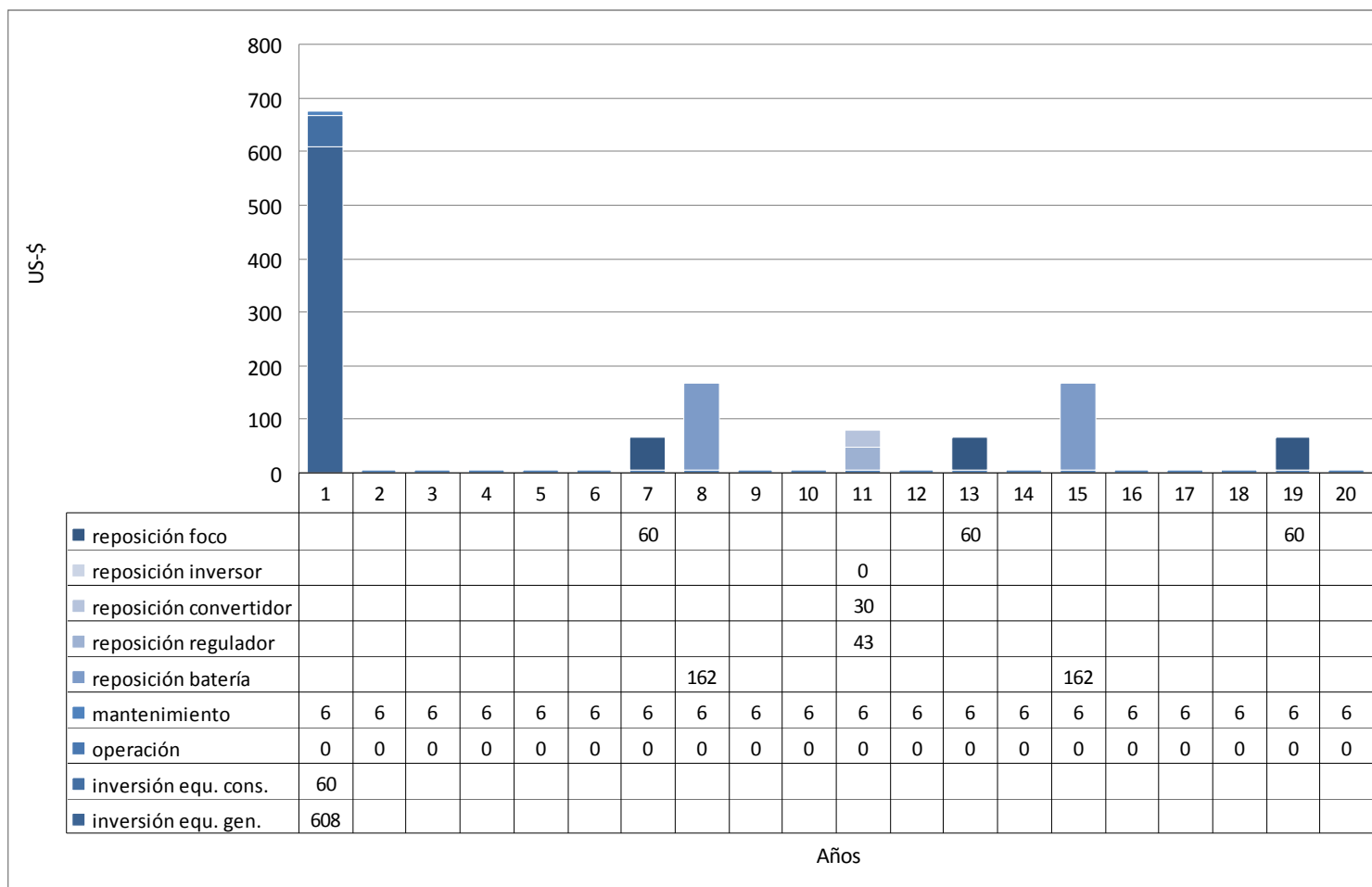
---

### Conceptos de coste:

- Inversión
- Reposición
- Operación
- Mantenimiento



## COSTE DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMESTICO EN 20 AÑOS



(Consumos de 150Wh/día)

## CONSUMOS E INSTALACIONES

### Tipología de consumos

- Centros médicos: 1100Wh/día
- Viviendas: (150Wh – 900Wh)/ día
- Escuelas rurales: 1500Wh/día
- Usos productivos: 1600Wh/día

### Instalaciones: Ventajas e inconvenientes

SISTEMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Fotovoltaico aislado	Cercanía usuario, bajo mantenimiento, sencillez instalación	Tarea mantenimiento Alta inversión. Economía de escala
Generación diesel aislado	Inversión inicial reducida	Precio combustible (volatilidad)
Estaciones de recarga baterías	Optimizan sistema generación Facilitan el mantenimiento	Desplazamiento baterías Riesgo vertido ácido
Microrredes	Optimizan generación. Gestión comunitaria. Minihidráulica	Necesidad contador consumo
Híbridos	El diesel soporta la instalación, evita o reduce el uso de batería	Complejidad técnica de diseño



## INGRESOS EN LA ELECTRIFICACION DE LAS ZRA (I)

---

### La capacidad de pago de los usuarios

- La **disponibilidad a pagar** (Willingness to pay **WTP**) es el importe máximo que esta dispuesto a desembolsar el consumidor para satisfacer su demanda de servicios energéticos.

Lo habitual es usar el consumo actual en fuentes alternativas (velas, queroseno, baterías subvencionadas) para medir el WTP

La existencia de la Tarifa Social proporciona una indicación del importe que se puede pagar por el uso de la electricidad en las ZRA





## INGRESOS EN LA ELECTRIFICACION DE LAS ZRA (II)

---

### **Tratamiento equivalente a los usuarios de las ZRA y los suministrados a través de la red**

- . Los habitantes de las ZRA coinciden con las clases mas pobres.**
- El principio de equidad justifica que los consumidores de las ZRA no paguen mas por el suministro eléctrico que los que están conectados a la red en zonas vecinas-**
- En consecuencia, se establece como limite de pago de los consumidores de las ZRA la Tarifa Social establecida para los conectados a la red.**
- La referencia para un consumo básico de 150 Wh/día es de 30 \$/año por vivienda**



## INGRESOS EN LA ELECTRIFICACION DE LAS ZRA (III)

---

### Análisis financiero (i)

. La viabilidad financiera de las instalaciones se calculará teniendo en cuenta los costes de las mismas y los ingresos que puede obtener el inversor a partir de las tarifas establecidas para los usuarios de las ZRA.

- El **Valor Actual Neto (VAN)** es la suma de los ingresos y gastos actualizados de la instalación calculado mediante la tasa de descuento (interés legal mas prima de riesgo), permite comparar las distintas alternativas de electrificación de las ZRA.



## INGRESOS EN LA ELECTRIFICACION DE LAS ZRA (IV)

### Análisis financiero (ii)

**VAN de distintas opciones de suministros a viviendas de consumo bajo (150 Wh/día)**

<u>Sistemas individuales</u>	<u>VAN</u>	<u>Estaciones de recarga (40 viv)</u>	<u>VAN</u>
Fotovoltaica	- 588	ERB Fotovoltaica	- 289
Diesel	- 259	ERB Diesel	- 307

<u>Microrredes (40 viviendas)</u>	<u>VAN</u>
Fotovoltaica	- 636
Hidráulica	- 424
FV / Diesel	- 557
Diesel sin baterías	- 414
Diesel con baterías	- 655

*Cálculos realizados en \$ USA . Vida útil de las instalaciones 20 años y tasa de descuento del 12%.*

El modelo de cálculo permite analizar las opciones deseadas adaptando parámetros y variables a las características específicas del Plan de Electrificación y los proyectos en él contenidos



## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (I)

---

- La solución debe respetar los **principios generales** de:
  - **Acceso universal**. Necesidad de compensar inicialmente la diferencia entre el mayor coste y la capacidad de pago de los usuarios.
  - **Precios equitativos**. El suministro se realizara en condiciones económicas y de calidad equivalentes a las de las personas que tienen acceso a través de redes de distribución. El precio a pagar nunca será superior a la tarifa social pagada en estas zonas.

**Necesidad de subsidios**



## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (II)

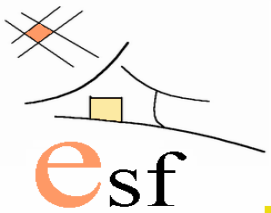
---

**La solución se basa en los siguientes puntos:**

### **1. Promoción de la iniciativa privada y Competencia**

**Para facilitar el acceso al volumen de capital requerido, es necesaria la participación de la iniciativa privada.**

- **La participación se canaliza mediante **licitación competitiva**.**
- **Los inversores **compiten por los subsidios disponibles** identificados en los planes de electrificación.**
- **Los subsidios serán atendidos por la entidad administrativa responsable del desarrollo del Plan**



## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (III)

---

### 2. Tipos de promotores:

Se **incentiva la contribución local** y la participación de las comunidades en la presentación de propuestas, desarrollo y gestión de los proyectos.

### 3. Financiación de los subsidios:

Los subsidios necesarios podrán tener su origen en presupuestos públicos, organismos de cooperación, etc.

Para garantizar la existencia y disponibilidad de las subvenciones se propone la creación de un **fondo para uso exclusivo** para la electrificación de las ZRA.



## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (IV)

---

### 4. Régimen legal:

Para garantizar la sostenibilidad de los proyectos, la liberación de los subsidios se hará **parcialmente, sujeta a la provisión del servicio** y no a la realización de la inversión correspondiente.

El adjudicatario del subsidio se compromete con la Administración al suministro a **cualquier usuario que lo solicite** en la zona licitada, en unas condiciones determinadas de calidad y tiempo igual al de la vida útil de las instalaciones.

La tarifa de suministro se calculará en **referencia a la Tarifa Social** existente y no podrá superarla



## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (V)

---

### 5. Régimen de propiedad:

El modelo de negocio propuesto esta basado en garantizar la continuidad del servicio ( **sostenibilidad de los proyectos** ) durante la vida de las instalaciones y no en la exclusiva financiación subvencionada de las instalaciones iniciales.

Esta concepción del modelo se traduce en:

- La propiedad de los equipos es de la **empresa suministradora**.
- La conservación y mantenimiento corresponde por lo tanto a la empresa





## PROPUESTA DE SOLUCION ECONOMICA SOSTENIBLE (VI)

---

### 6. Garantías de sostenibilidad:

- Estabilidad regulatoria.
- Recuperación de los costes de reposición, operación y mantenimiento incluidos **en toda la vida útil** de las instalaciones.
- El pago de la tarifa del suministro subvencionado **involucra a los usuarios** en la sostenibilidad del proyecto.
- La **descentralización a través de los entes locales** facilita el proceso e identifica las necesidades reales.
- En los fondos subvencionados debe contemplarse la **“alfabetización”** energética y la **capacitación técnica** de la comunidad.



## REGULACION. PRINCIPIOS Y DESARROLLO NECESARIO (I)

---

El suministro de electricidad a las ZRA exige una adecuada **intervención de los poderes públicos**, realizada a través de una **regulación específica** que garantice los **derechos y deberes** de los agentes intervinientes y la **sostenibilidad** de los proyectos.

El desarrollo regulatorio incorporará al marco legal vigente aquellos aspectos **imprescindibles** para asegurar el proceso de electrificación.

En todo momento hay que tener presente que el **objetivo principal** de la electrificación de las ZRA es **el desarrollo social y económico** de las comunidades a las que va dirigida.



## REGULACION. PRINCIPIOS Y DESARROLLO NECESARIO (II)

---

**El necesario desarrollo regulatorio deberá dar respuesta a los siguientes principios:**

- El objetivo será facilitar a todos los habitantes de las ZRA el acceso al **suministro de electricidad** en condiciones de calidad y precio **acorde con sus posibilidades de pago (subsidios), y en equivalencia** con los vecinos suministrados a través de las redes eléctricas.
- **Los subsidios** responderán a **criterios de neutralidad** que eviten riesgos de distorsión económica, y serán objeto del correspondiente desarrollo normativo.
- Es imprescindible la **presencia de los órganos reguladores** en el desarrollo control y vigilancia del proceso.



## REGULACION. PRINCIPIOS Y DESARROLLO NECESARIO (III)

---

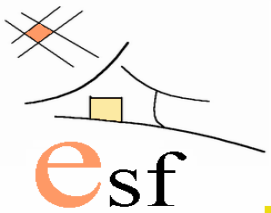
- Es necesaria **la gestión descentralizada** de los diferentes agentes públicos y privados
- Debe ordenarse la **participación de las comunidades implicadas** en los procesos de: **planificación, diseño, construcción y gestión del mantenimiento.**
- Debe facilitarse la creación de **mercados de suficiente dimensión** que garanticen la **sostenibilidad comercial y aseguren el suministro** al mayor número posible de consumidores.
- Debe conseguirse una eficiente asignación de los recursos a través de medidas **de competencia leal**, basadas en la **transparencia y universalidad** de la información pública.
- Los procesos de licitación garantizarán la **minimización de los costes** de suministro



## CONTENIDO

---

1. **Presentación de Energía sin Fronteras**
2. **La electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (ZRA)**
3. **La planificación del suministro de las ZRA**
4. **Marco económico. Soluciones económicas sostenibles**
5. **Regulación: Principios y desarrollo necesario**
6. **Conclusiones**



## CONCLUSIONES

---

**El estudio de las experiencias de electrificación de las ZRA realizadas hasta la fecha recomienda seguir los siguientes pasos**

- **Identificar claramente las ZRA, su situación geográfica y económica y su desarrollo social.**
- **Analizar los obstáculos que impiden el suministro de energía eléctrica a las ZRA.**
- **Ejecutar un Plan de electrificación de las ZRA incorporado al Plan general de electrificación rural.**
- **Desarrollar el marco regulatorio específico e imprescindible que cubra las lagunas que el marco legal vigente tenga, y ordenar, impulsar y garantizar las actuaciones de los agentes públicos y privados.**
- **Implementar un modelo de negocio regulado, que impulse la electrificación y garantice la sostenibilidad de los planes y proyectos.**
- **Facilitar la financiación de los fondos necesarios, asegurar su disponibilidad temporal y exclusiva dedicación a la electrificación de las ZRA.**