



***Curso de actualización:***

***APLICACIONES PRODUCTIVAS DE LA ENERGIA SOLAR***

***Parte 2: Usos productivos de la energía***

*L. Roberto Valer M.*

*LSF - IEE – USP*

*Email: [robvaler@usp.br](mailto:robvaler@usp.br)*

*Cusco, 02 de noviembre de 2010*

# *Sumario de la Presentación*

Parte I: Contextualización del tema

Parte II: Usos productivos de la energía

Parte III: La energía solar fotovoltaica

Parte IV: Aplicaciones productivas de la energía solar fotovoltaica

## Definiciones

*“El uso productivo de la energía implica el aprovechamiento de la energía eléctrica y no eléctrica (calor o energía mecánica) para actividades que mejoren los ingresos económicos y el bienestar de las familias”*

*Kapadia, 2004*

*“En un contexto que envuelve el desarrollo sostenible de las zonas rurales, esta energía debería ser producida por fuentes renovables y tener una influencia positiva en alguna de las tres principales componentes del índice de desarrollo humano (producto bruto interno, expectativa de vida y nivel de educación.”*

*White, 2002*

## Usos productivos de la energía - Beneficios

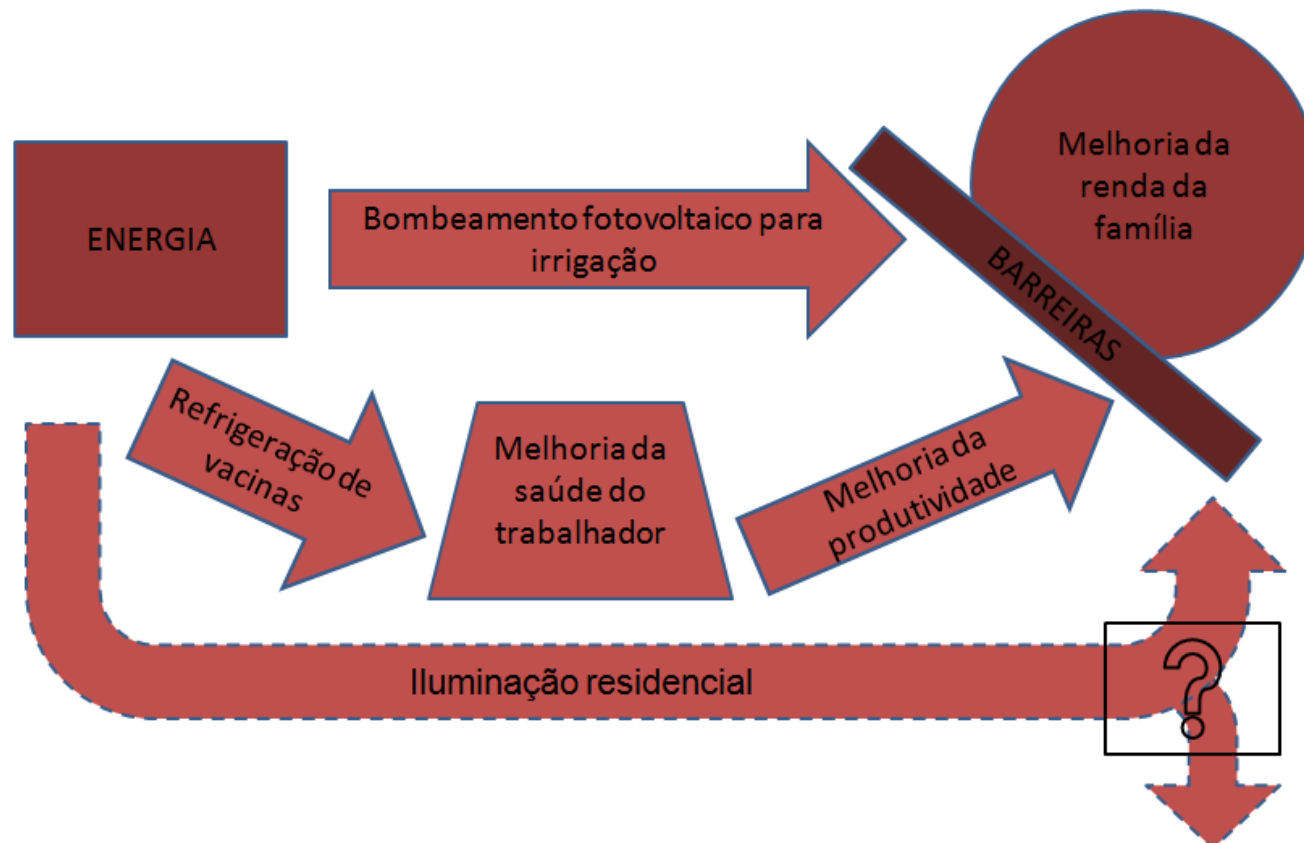
- Mejora del ingreso económico de las familias y microempresas
- Mejora de la productividad
- Aumento del valor agregado del producto al mejorar el proceso de producción, procesamiento, conservación y distribución.
- Reducción de costos de operación relacionados al uso de energía.
- Mejora de las condiciones para la creación de microempresas y la generación de empleos
- Mejora de la sostenibilidad de los proyectos de electrificación, principalmente por aumentar la demanda eléctrica y crear condiciones más atractivas para nuevas inversiones y de obtención de créditos por entidades financieras.
- Obtención de los objetivos del milenio porque se crean beneficios en diversas áreas como la salud y educación cuando los proyectos son implementados en planos que favorezcan las mejoras de las condiciones de vida, la reducción del trabajo pesado y la reducción de los impactos ambientales.

### Referencias Bibliográficas:

- White (2002)      - US NREL (2002)
- Meadows (2003)   - Shrestha (2005)

# Usos productivos de la energía

## Usos productivos de la energia - beneficios



### Referencias Bibliográficas:

- White (2002)
- US NREL (2002)
- Meadows (2003)
- Shrestha (2005)

## Proyectos con usos productivos de la energía - directrices

- Deben ser creados como proyectos de desarrollo y no de electrificación o difusión de tecnologías con energías renovables porque se deben solucionar no sólo problemas de ingeniería sino también de logística y organización.
- Deben ser trabajados con entidades multisectoriales.
- Deben capturar y expresar las lecciones ya aprendidas por proyectos anteriores
- Deben ser sustentables e replicables.
- Deben ser diseñados en conjunto con los usuarios potenciales.

### Referencias Bibliográficas:

- White (2002)      - Kapadia(2004)

# Usos productivos de la energía

## Preguntas sobre el proyecto

- ¿Cuál es el producto? ¿Qué mercado tiene? ¿El precio es competitivo? ¿Cómo se promociona el producto?
- ¿Qué objetivos se quiere alcanzar con el proyecto? (reducción de costo de producción, mejora de productividad, etc.)
- ¿El proyecto será aceptado por los usuarios?
- ¿El mercado absorberá la nueva oferta producida ?
- ¿El proyecto será viable para ser financiado por los bancos?
- ¿Quién recibirá el beneficio? ¿Cuáles son las personas afectadas con el proyecto?
- ¿El proyecto puede ser replicado sin mayor intervención del gobierno?

# Usos productivos de la energía

## 1. Selección de la comunidad y estudio de las condiciones para el desarrollo de la actividad productiva

### Criterios para la selección de la comunidad

- Localización del lugar
- Número o el porcentaje total de los posibles beneficiarios con respecto a la población total
- Sistema de organización local existente
- Nivel socioeconómico de la población
- Dependencia y afinidad de la población a una o más actividades productivas
- Nivel educativo
- Voluntad de participación de los beneficiarios en el proyecto
- Abundancia de fuentes de energía utilizables
- Existencia de proyectos de desarrollo complementarios anteriores o simultáneos

# Usos productivos de la energía

## 1. Selección de la comunidad y estudio de las condiciones para el desarrollo de la actividad productiva

### Factores internos

- Dependencia de la actividad con los recursos naturales (el clima, la riqueza del suelo, el acceso al agua)
- Recursos humanos (la calidad y cantidad necesaria de la mano de obra y su afinidad hacia la actividad productiva)
- Recursos tecnológicos
- Infraestructura
- Recursos financieros disponibles.

### Factores externos

- Características del mercado (oferta y demanda)
- Servicios de apoyo (acceso a insumos, asistencia técnica, créditos, medios de transporte para la mercadería y los servicios de seguridad para producir, almacenar, transportar y comercializar la mercadería).

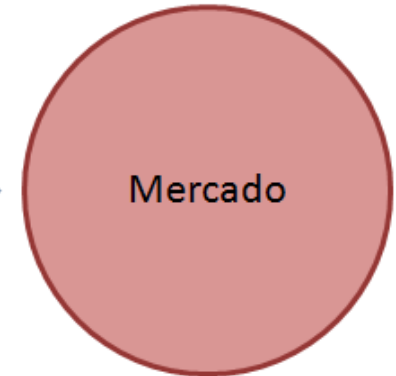
# Usos productivos de la energía

## 1. Selección de la comunidad y estudio de las condiciones para el desarrollo de la actividad productiva

- Energía
- Equipamentos, maquinarias e ferramentas
- Financiamento
- Recursos humanos



- Infraestrutura para o transporte e a comercialização
- Marco legal adequado
- Segurança



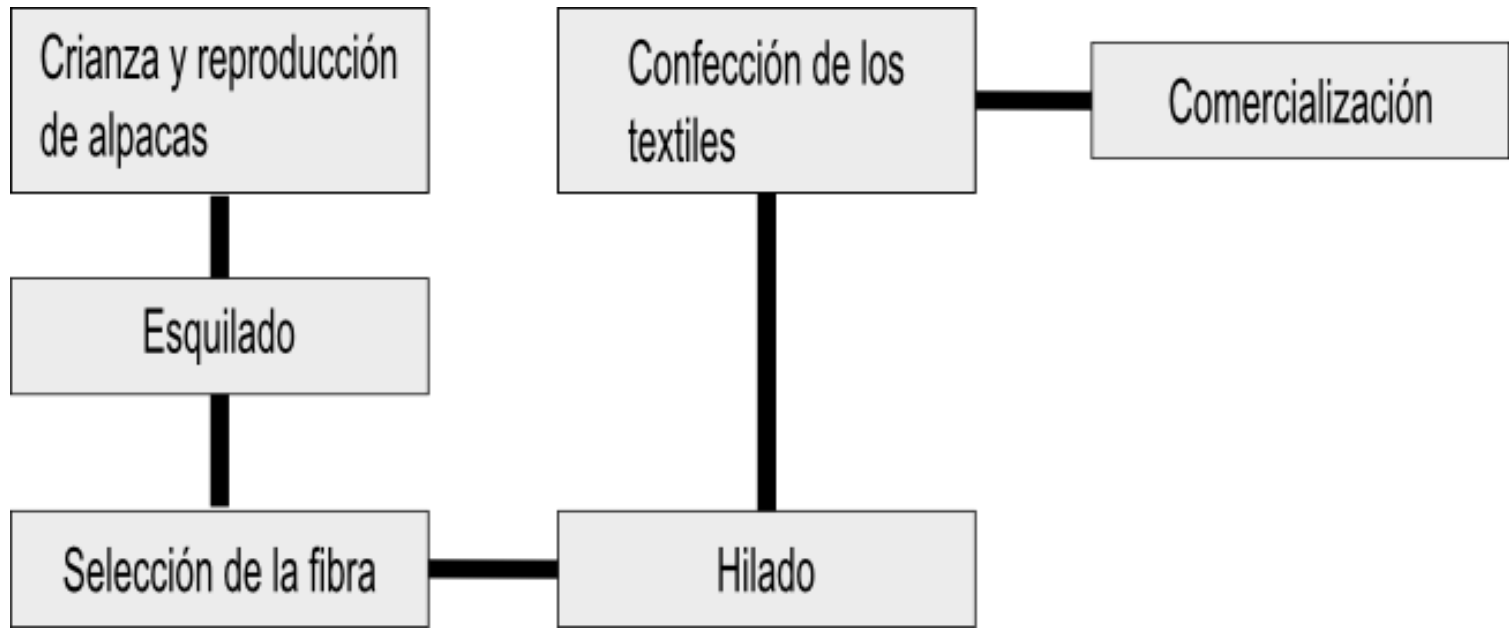
### Referencias Bibliográficas:

- White (2002)
- US NREL (2002)
- Meadows (2003)
- Shrestha (2005)

# Usos productivos de la energía

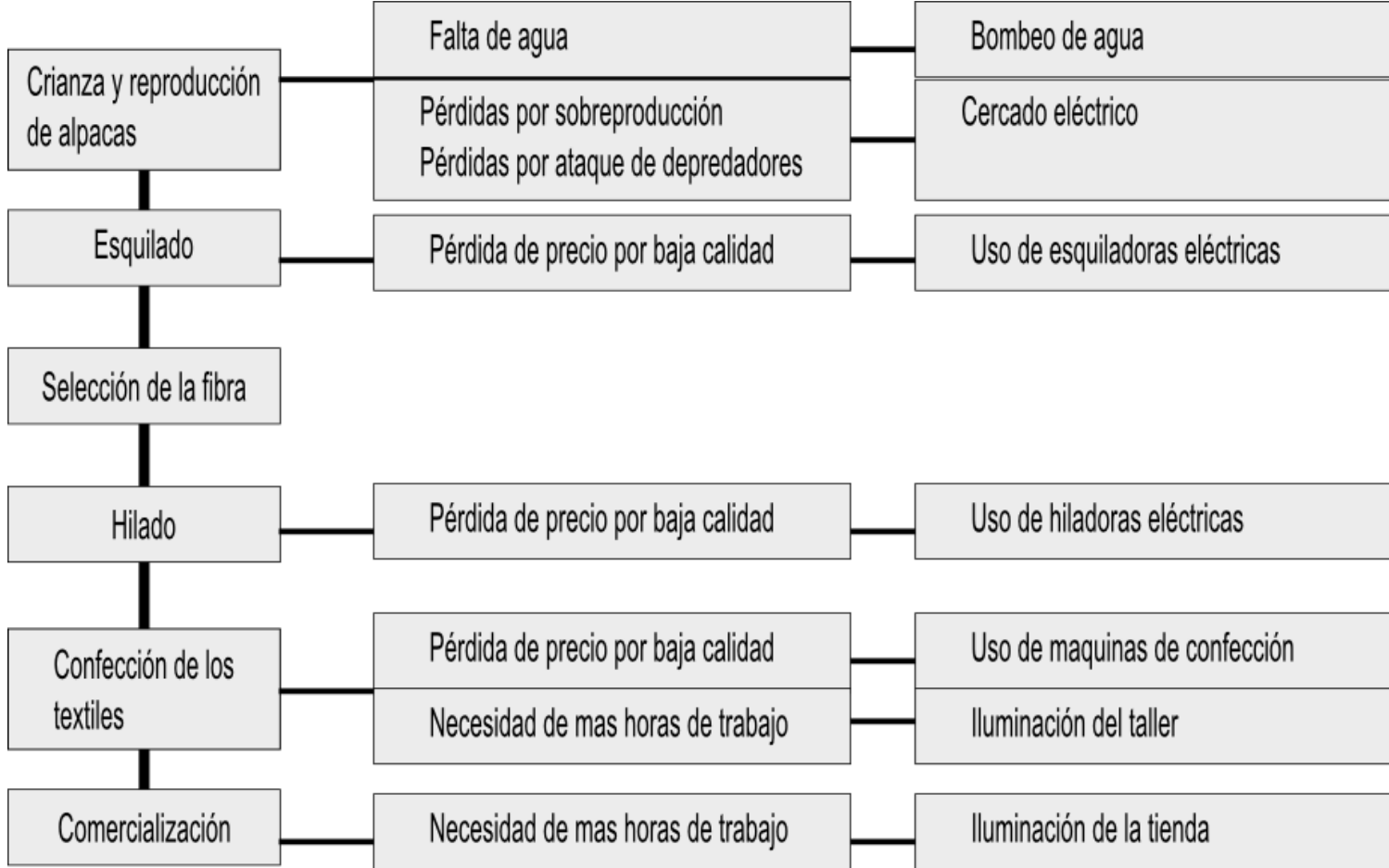
## 2. Analisis de la cadena productiva

Cadena productiva de confección artesanal a base de fibra de alpaca.



# Usos productivos de la energía

## 2. Analisis de la cadena productiva

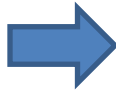


# Usos productivos de la energía

## 2. Analisis de la cadena productiva

### Solución tecnológica

Bombeo de agua para bebederos



### Viabilidad tecnológica

#### ¿Qué tipo de energía es necesaria en cada eslabón?

#### Pesquisa de requerimientos de energía

- Consumo pico.
- Tasas de energía.
- Demanda promedio.
- Calidad.
- Estabilidad de frecuencia y voltaje.
- Horario de disponibilidad.
- Sensibilidad a los apagones.

#### Referencias Bibliográficas:

- Weingart (2003)

# Usos productivos de la energía

## 3. Evaluación de los recursos energéticos disponibles

### Viabilidad tecnológica

#### **¿Qué fuentes de energía están disponibles?**

##### Levantamiento de los recursos energéticos disponibles

- Existencia y confiabilidad de abastecimiento de electricidad local.
- Existencia de recursos renovables.
- Infraestructura para combustibles.
- Sistema de electrificación primaria o de respaldo.

¿Estas fuentes son compatibles con las características de la demanda?

¿Existen beneficios o problemas potenciales en la salud o en el medio ambiente?

¿Existe una infraestructura adecuada para el mantenimiento, la operación y la compra de repuestos?

# Usos productivos de la energía

## 3. Evaluación de los recursos energéticos disponibles

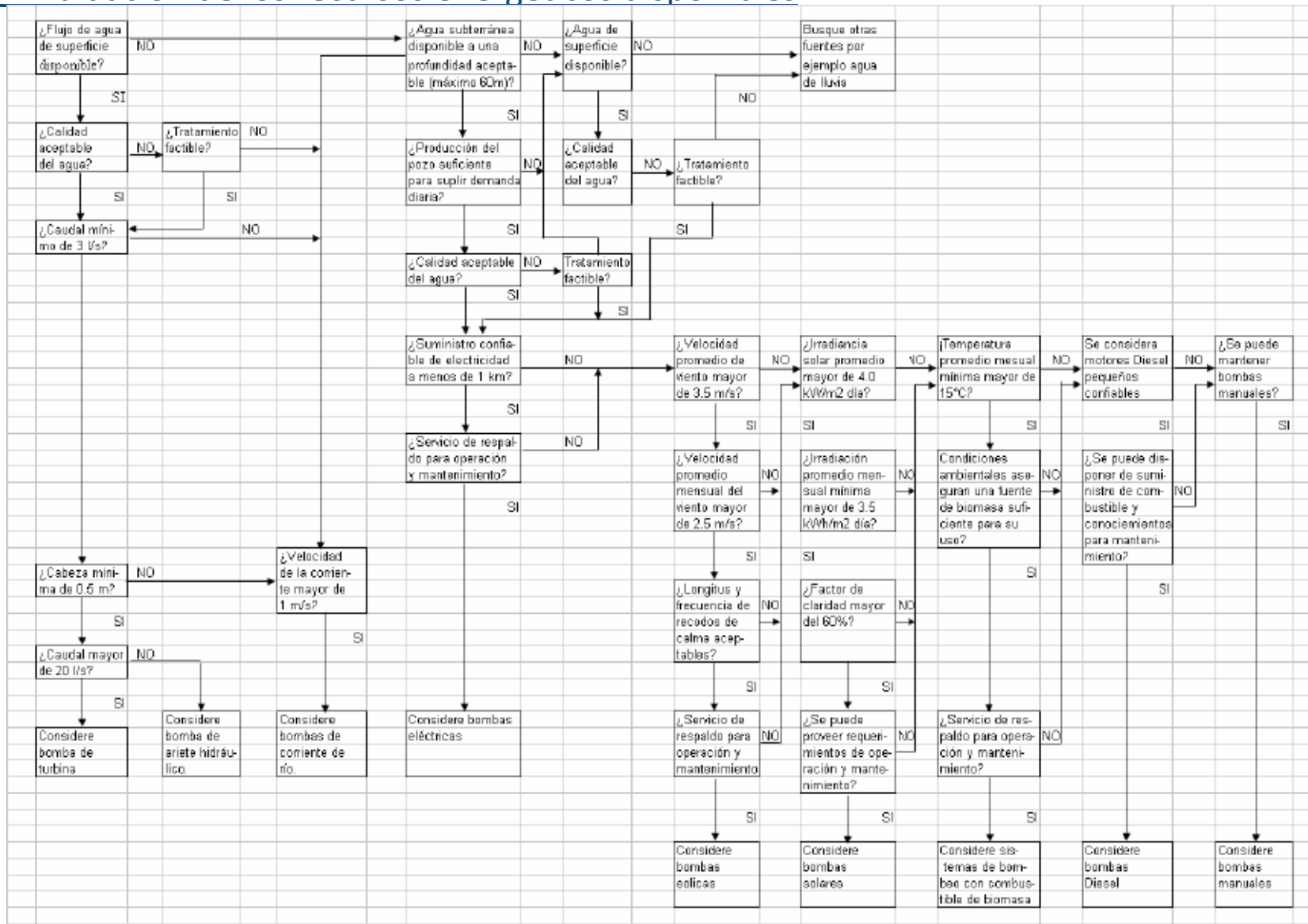
FUENTE RENOVABLE	SISTEMA ELECTRICO RURAL CON ER	GENERACIÓN TIPO	TENSIÓN DE ENTREGA
SOL	Sistema Fotovoltaico	Centralizada	220 VCA
		Individual	220 VCA
			12 VCC
	Sistema Fototérmico	Centralizada	220 VCA
VIENTO	Sistema Eólico	Centralizada	220 VCA
		Individual	220 VCA
			12 VCC
AGUA	Central Hidroeléctrica	Centralizada	220 VCA
		Individual	12 VCC
GEOTÉRMICA	Central Geotérmica	Centralizada	220 VCA
BIOMASA	Central Biogás	Centralizada	220 VCA

Referencias Bibliográficas:

- Ramos(2008)

# Usos productivos de la energía

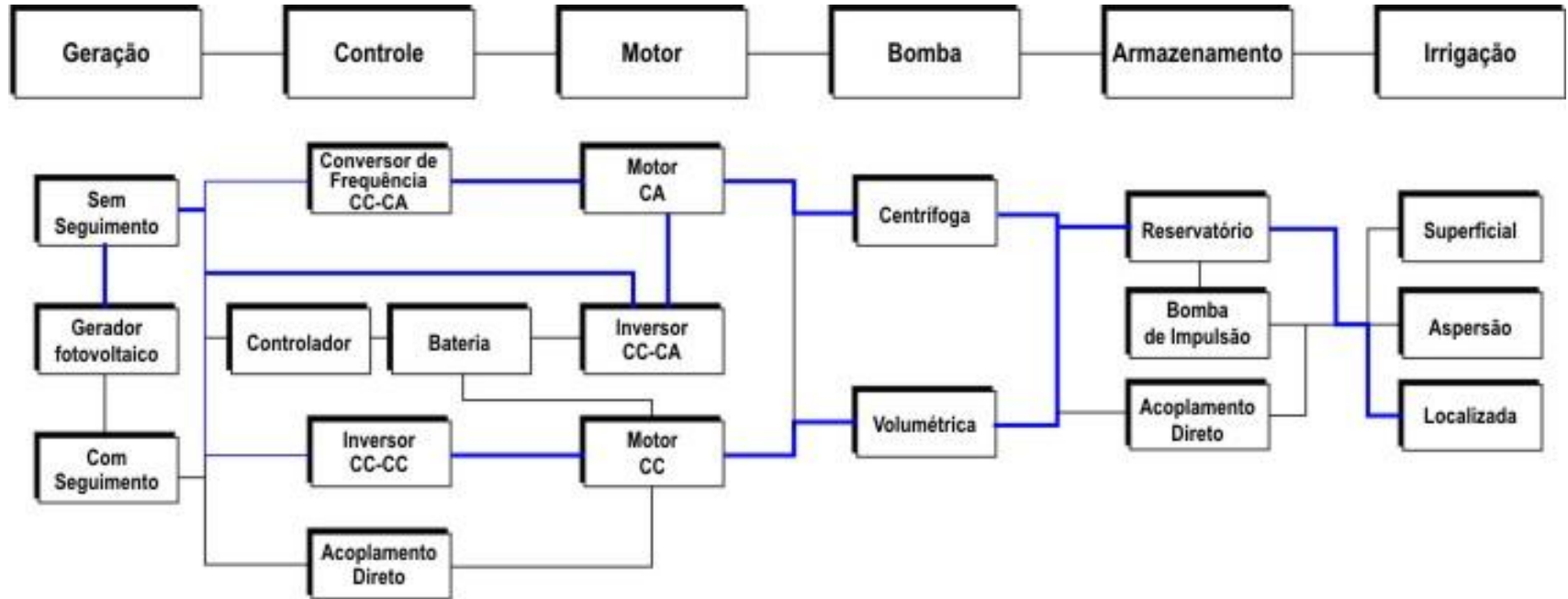
## 3. Evaluación de los recursos energéticos disponibles



Fuente: Herrera (2006)

# Usos productivos de la energía

## 3. Selección de las componentes



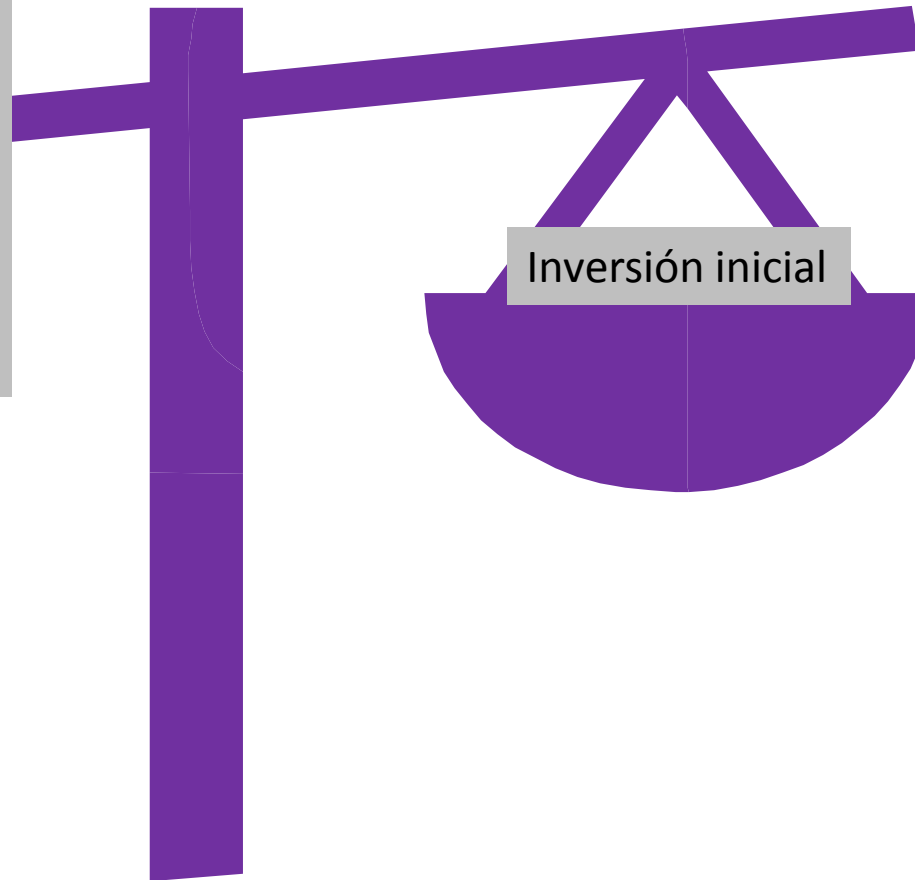
Fuente: Valer, 2010

- Inversión inicial
- Compatibilidad de uso con hábitos y practicas locales
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Confiabilidad y duración de las componentes.
- Disponibilidad de equipos y repuestos.

# Usos productivos de la energía

## 3. Selección de las componentes

- Compatibilidad de uso con hábitos y practicas locales
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Confiabilidad y duración de las componentes.
- Disponibilidad de equipos y repuestos.



# Usos productivos de la energía

## 3. Selección de las componentes

- ¿Subdimensionar, dimensionar correctamente o sobredimensionar el generador?
- ¿Estandarizar o no las tecnologías ofrecidas?
- ¿Tecnologías de menor costo inicial o de menos costo de ciclo de vida?
- ¿Selección de componentes nacionales o importadas?
- ¿Sistemas centralizados o independientes?

# Usos productivos de la energía

## 3. Selección de las componentes

### Problemas técnicos presentados en proyectos con SFVB

#### Programa PRODEEM – Brasil

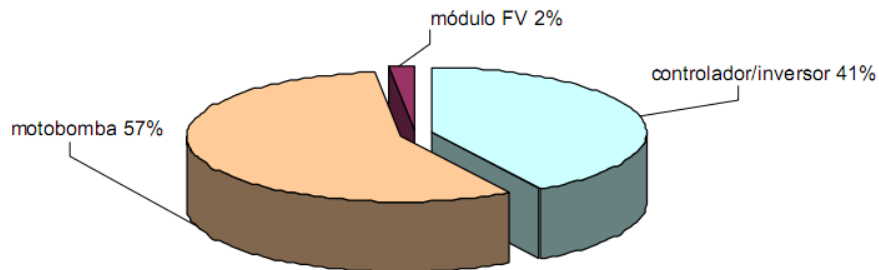
(1995 – 2002) 2.485 SFVB

Levantamiento – CHESF (PRODEEM – NE)

801 sistemas (8 Estados del NE)

Registrado 337 ocurrencias (~40%)

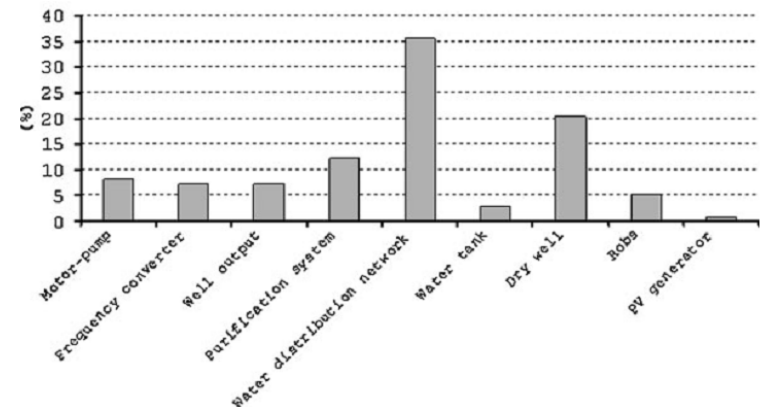
Problemas adicionales con redes  
hidráulicas y eléctricas ño registrados.



Fuente: Bezerra, 2002

#### Programa MEDA – Marrocos, Argelia e Tunisia

52 SFVB



Fuente: Poza (2007)

# Usos productivos de la energía

## 4. Factores que influyen en la viabilidad económica del proyecto

- Potencia del sistema
- Recurso solar
- Configuración del sistema
- Modo de operación (automático o manual, sistema de apoyo).
- Factor de descuento
- Vida útil de las componentes individuales del sistema
- Grado de utilización del sistema

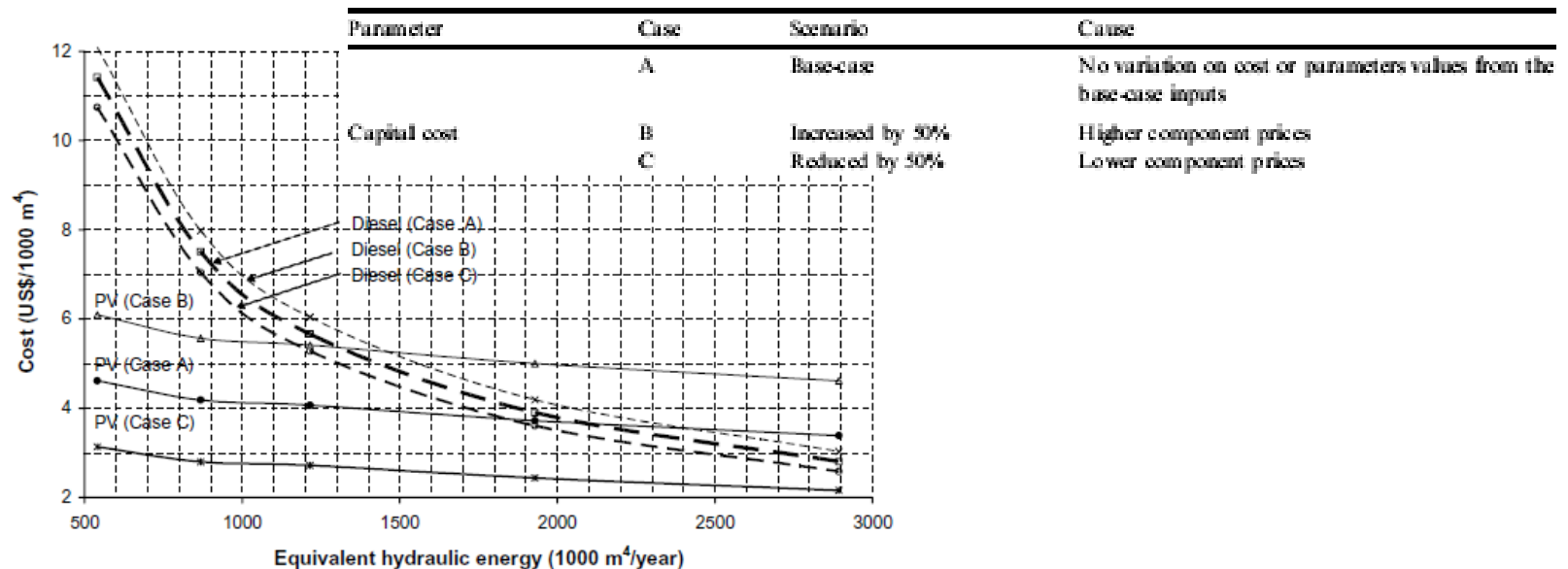


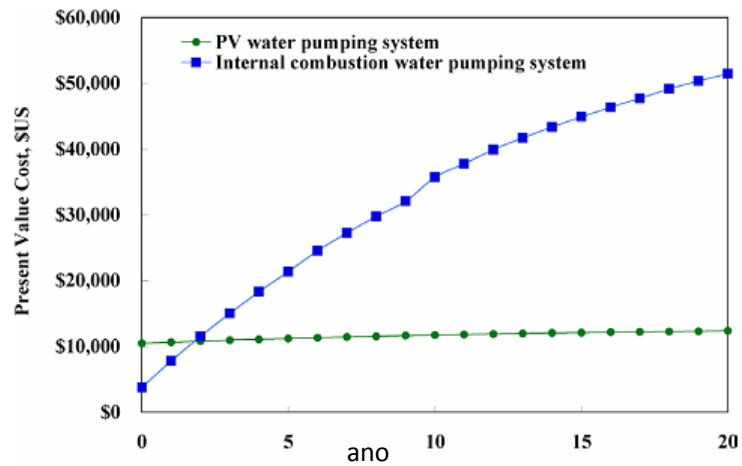
Fig. 1. Cost of water as a function of equivalent hydraulic energy capacity for PV and diesel water pumping systems: Case A (base case), Case B (capital cost increased by 50%) and Case C (capital cost reduced by 50%).

# Usos productivos de la energía

## 4. Factores que influncian en la viabilidad economica del proyecto

### Análisis de costo de ciclo de vida de un SFVB y un generador diesel

Espericueta et al. 2004.



### Análisis de costo de ciclo de vida de un SFVB, un generador diesel y un sistema convencional.

Fedrizzi, M.C. , Sauer, I. 1998

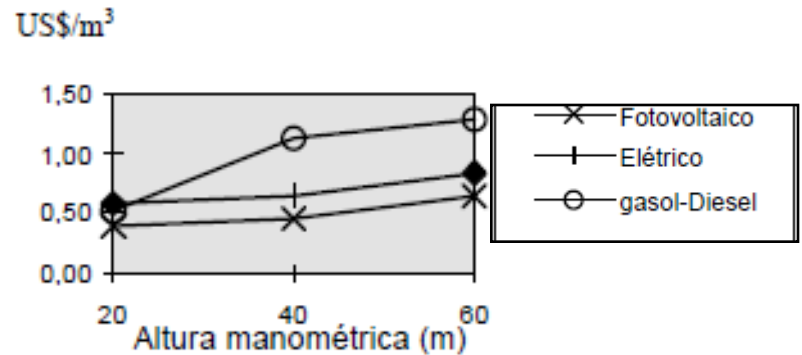


Figura 3

Costo do volume bombeado para 2 m³/dia,

i=12%aa, 7,0 US\$/Wp, 2 km de rede

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

SOSTENIBILIDAD



Social



Técnico



Económico



Ambiental

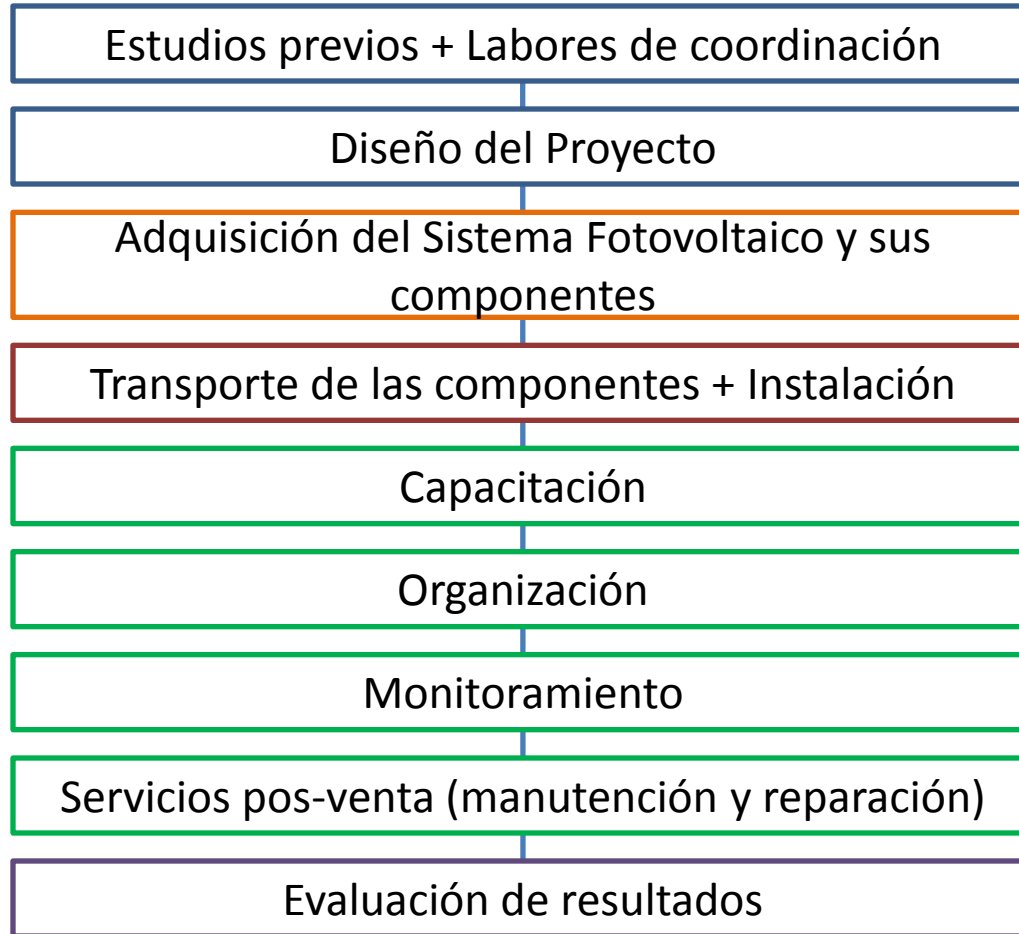
# *Usos productivos de la energía*

## 5. Transferencia de la tecnología

- El proceso de transferencia depende de factores técnico, sociales, económicos, políticos y ambientales.
- El fin de la transferencia debe ser la adopción de la tecnología por parte de los usuarios.

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología



# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### **Capacitación**

- Sirven para transferir la tecnología a los usuarios de tal manera que ellos la hagan propia.
- Pueden darse en varios niveles:
  - Capacitaciones a los usuarios
  - Capacitaciones a los técnicos
  - .....
- Las capacitaciones deben tomar en cuenta el nivel de alfabetismo y de educación del público objetivo, el conocimiento previo sobre el tema y la semejanza con actividades similares realizadas por los usuarios.

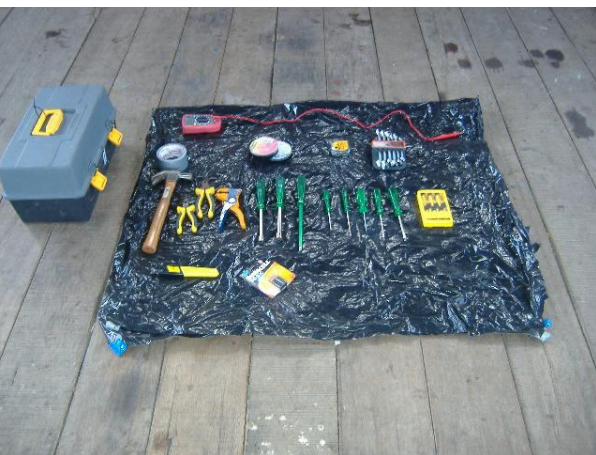
#### Referencias Bibliográficas:

- Morante (2006)

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### Capacitación



# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### **Sistema de financiamiento**

- Donación (fondo perdido)
- Préstamo de los equipos (Cesión en uso)
- Subvenciones
- Venta a Crédito
- Venta al contado

¿Quién paga (¿usuario? ¿La empresa administradora? ¿El estado? ¿Todos los usuarios del mercado eléctrico ?)

... y como lo paga? ¿Cobramos una tarifa eléctrica? ¿Venta a plazos? ¿Regalamos todo el equipo?

## 5. Transferencia de la tecnología

### **Sistema de financiamiento**

¿Para qué se paga , que se cubre con ese pago?

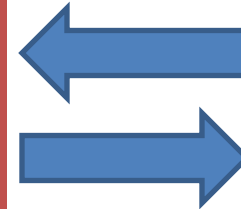
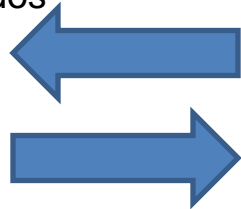
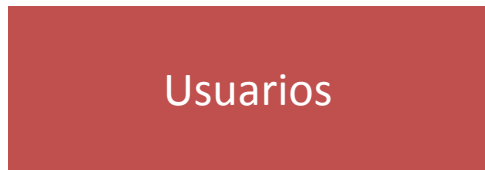
- Costo por administración, cobranzas, traslados, atención de averías, etc.
- Costo por mantenimiento preventivo
- Costo por reparaciones menores y reposiciones no previstas
- Costo por mantenimiento correctivo
- Costo por reposición de componentes

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### Sistema de Organización

Usuario vende su producto a través de la empresa.  
Ganancias según el número de productos vendidos



Empresa compra productos según la oferta del usuario

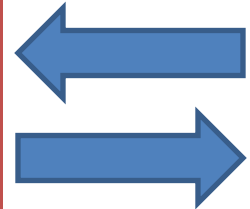
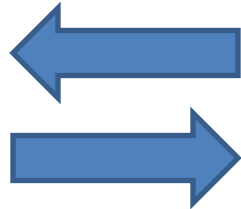
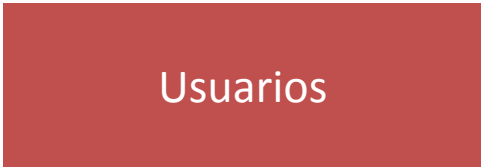
Empresa debe ver la manera de ofertar todo lo comprado.

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### Sistema de Organización

Usuario es dueño de un porcentaje de la empresa.  
Ganancias según el número de acciones



Empresa compra productos según la demanda del mercado

Empresa debe ver la manera de satisfacer el mercado sin saturarse de productos

# Usos productivos de la energía

## 5. Transferencia de la tecnología

### **Servicios pos venta**

- Mantenimiento y reparación
  - ¡No instalar e huir!
  - Capacitación de técnicos locales y regionales
  - Utilizar componentes que duren y tengan pocos problemas
- Tener repuestos e insumos para evitar paradas del sistema

## 5. Transferencia de la tecnología

### **Monitoreo**

- Foco de estudio:
  - Impacto técnico
  - Impacto social
  - Impacto económico
  - Impacto ambiental
  
- Datos : cuantitativos o cualitativos
  
- Instrumentos:
  - Entrevistas a los usuarios finales y los actores del proyecto
  - Visitas de campo
  - Monitoreo de los parámetros eléctricos
  - Elaboración de reportes por parte de los usuarios, los técnicos y los encargados del proyecto

# Usos productivos de la energía

## 6. Evaluación de resultados

- Se realiza cuando el proyecto está próximo a concluir o concluido.
- Etapas:
  - Diseño de la evaluación (definición de los ejes a ser evaluados)
  - Análisis evaluativo (recolección, análisis e interpretación de la información recolectada de diversas fuentes)
  - Elaboración de las recomendaciones
- Foco de estudio:
  - Criterio de selección de las comunidades
  - El diagnóstico de la localización
  - La selección de la problemática
  - La planificación
  - El sistema de implementación
  - La autoevaluación del proyecto
  - Impactos obtenidos.

# Gracias!

Consultas: [robvaler@usp.br](mailto:robvaler@usp.br)  
[robvaler@gmail.com](mailto:robvaler@gmail.com)

Blog: [soluccionessolares.blogspot.com](http://soluccionessolares.blogspot.com)

---

Agradecimientos especiales:



*Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos*

*Instituto de Eletrotécnica e Energia - USP*

