



Universidad Nacional Autónoma de México  
Centro de Investigación en Energía

## CURSO-TALLER SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

### APLICACIONES FOTOVOLTAICAS



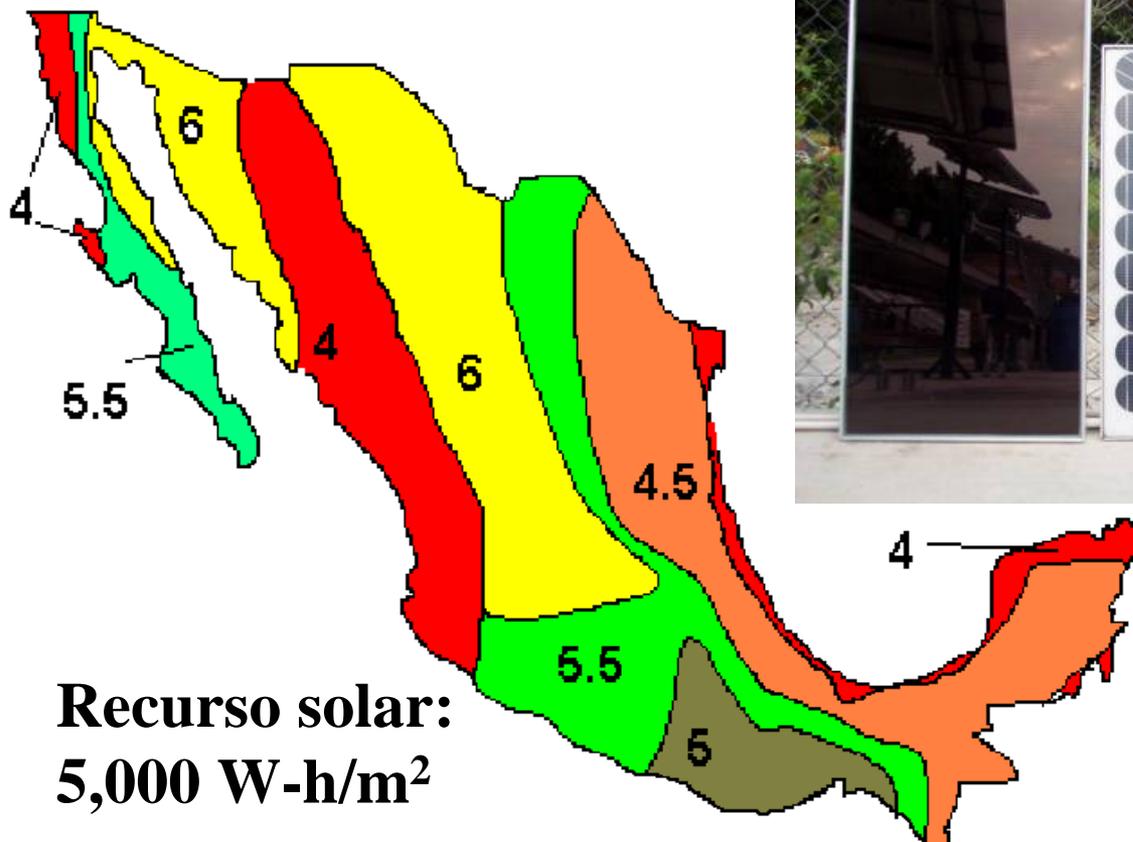
Centro de Investigación en Energía, UNAM



# ELECTRICIDAD ¿CON QUÉ?



ENERGÍA SOLAR ⇔ TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA



**Tecnología FV:**  
Segura, de larga vida,  
Confiable,

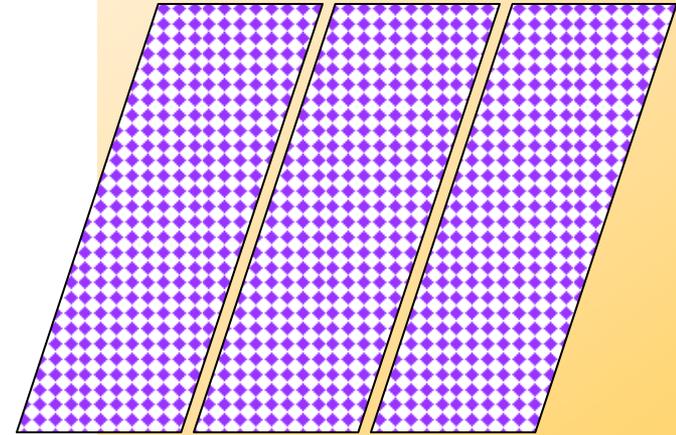
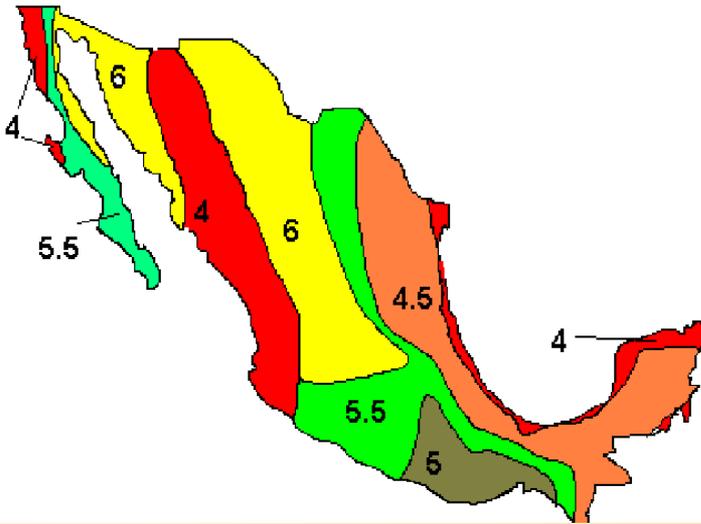


# Potencial de Generación

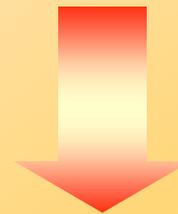


Recurso solar diario:  
**5.0 kW-hr/ m<sup>2</sup>**

Eficiencia de Módulos FV's:  
**10%**



Cuadrado de 10 m de lado



Generación de Energía:  
**50.0 kW-hr al día**



# Estimación de la energía generada

## Condiciones Standard

### Módulo Fotovoltaico

Irradiancia : 1000 W/ m<sup>2</sup>; AM1.5;

T<sub>m</sub> = 25°C      P<sub>p</sub> = 55 W

## Condiciones NOCT

### Módulo Fotovoltaico

Irradiancia : 800 W/ m<sup>2</sup>; AM1.5;

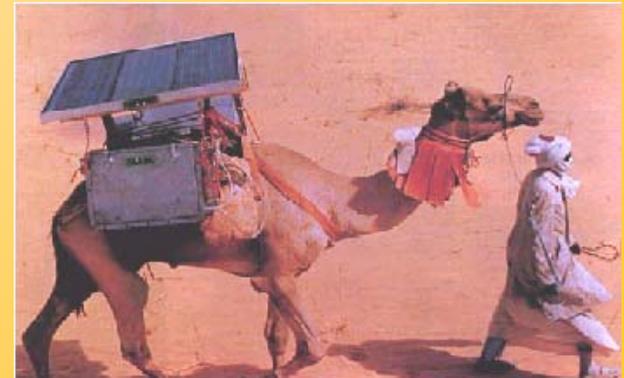
T<sub>m</sub> = 50°C      P<sub>p</sub> = 44 W

	Sonora	Sn. Cristobal	Tonalá	Unidades
Hrs - Pico	8	3.8	5.5	Al Día
Pot. C/ Módulo	44	44	44	Watts
Energía	352	167.2	242	W - h
Arreglo FV 5 Módulos	220	220	220	Watts
Energía Total	1 760	836	1 210	W - h



# ALGUNAS APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FV

Centro de Investigación en Energía, UNAM

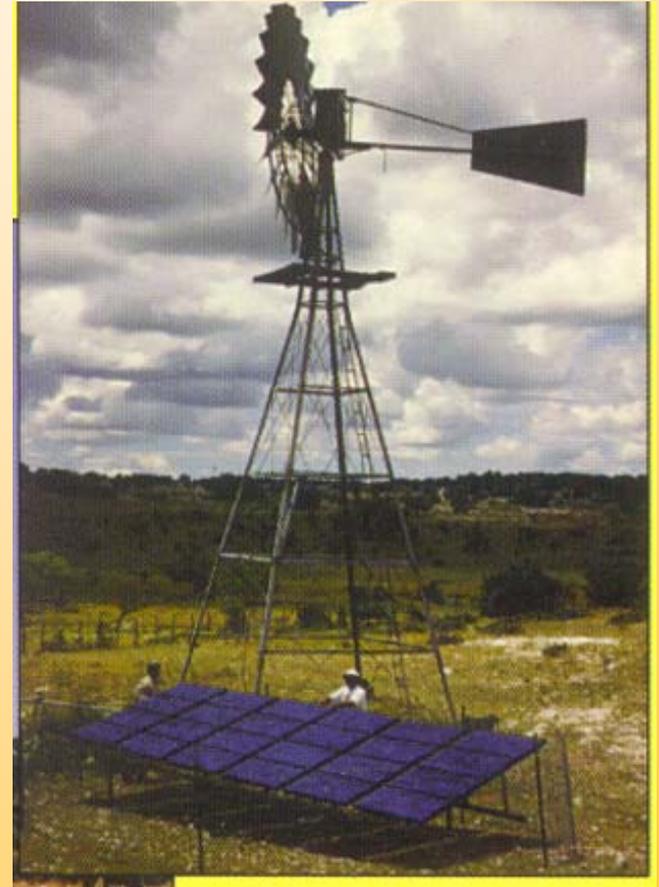




# REEMPLAZANDO TECNOLOGÍA



Centro de Investigación en Energía INAM

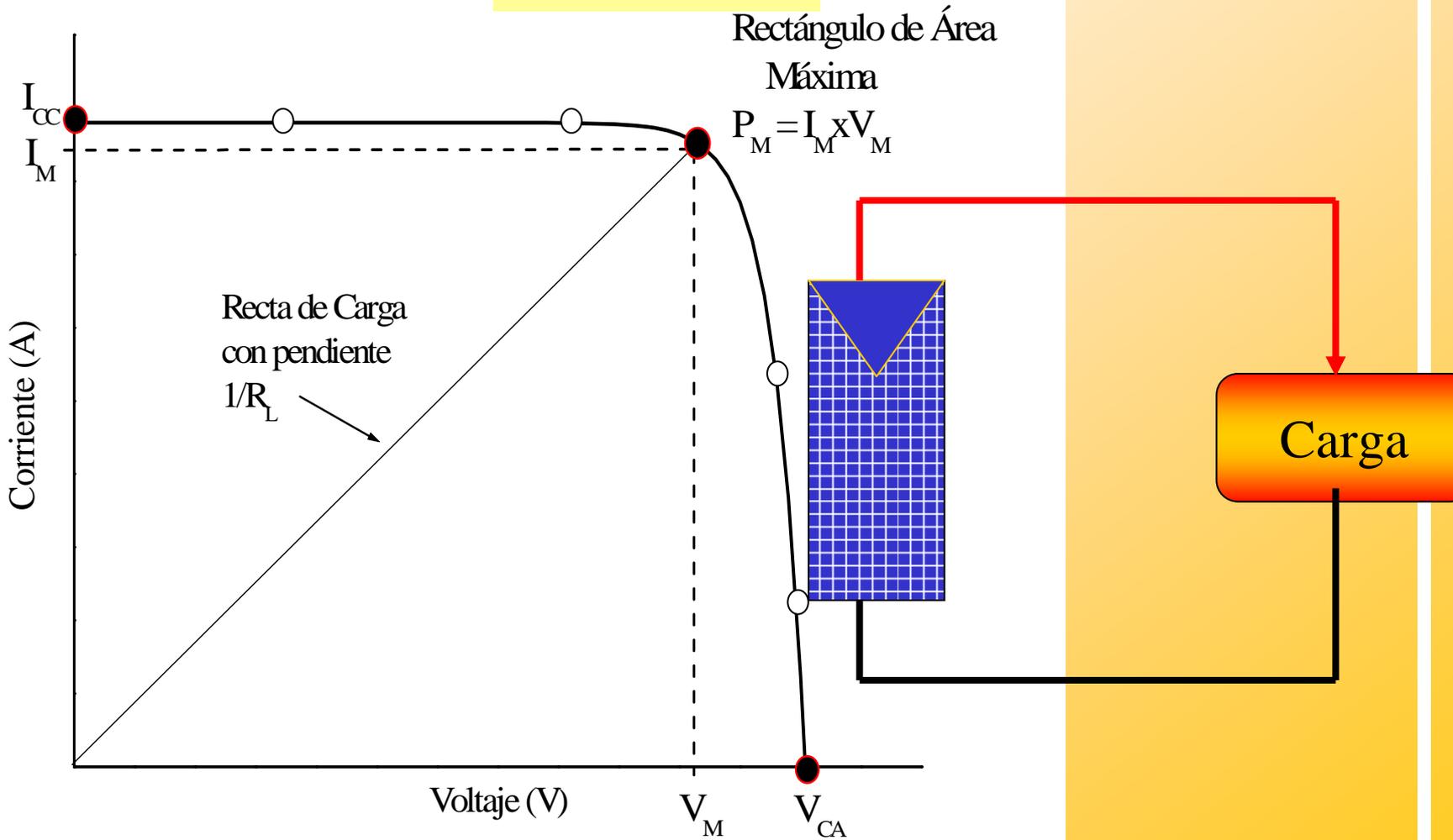




# POSIBLES ACOPLAMIENTOS



## DIRECTO

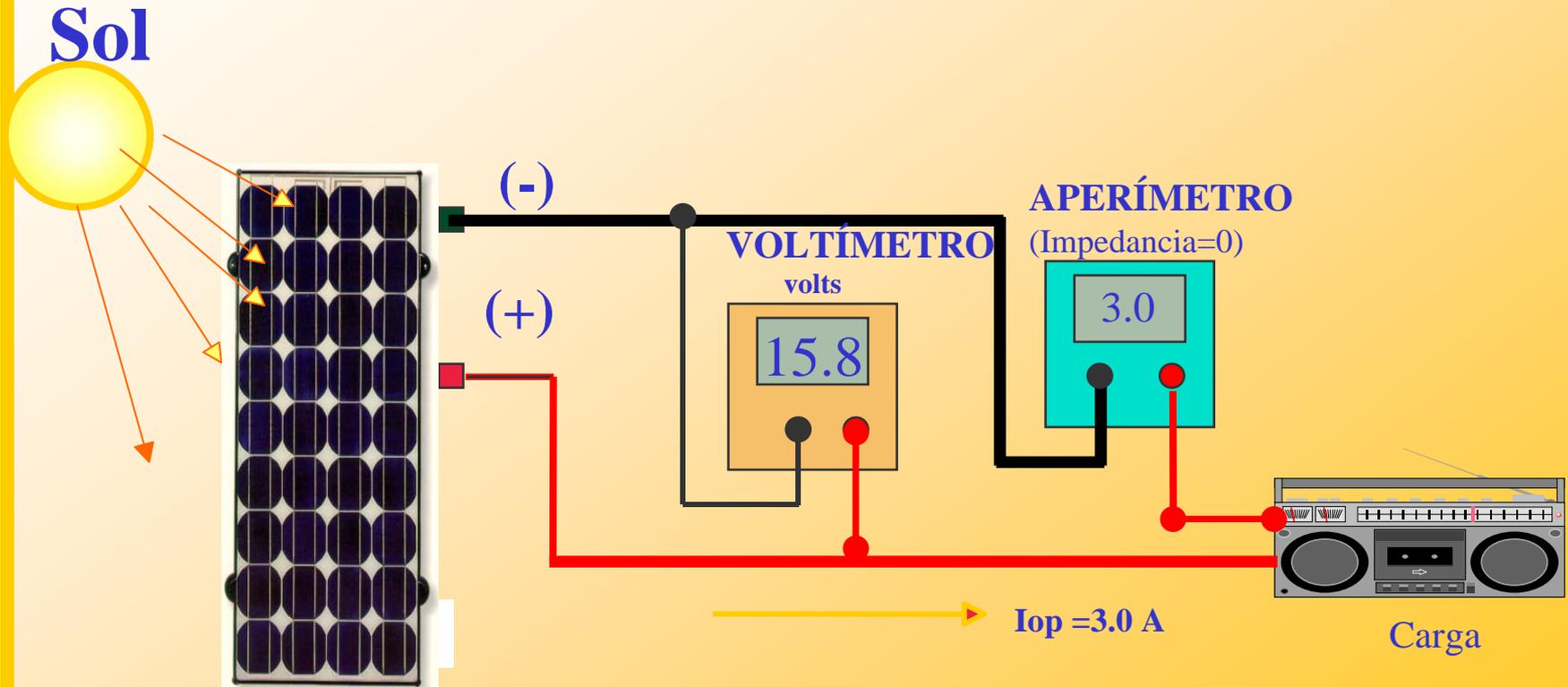




# Operación directa



## Voltaje, Corriente y Potencia de acoplamiento



Modulo FV. SIMENS PCJ4

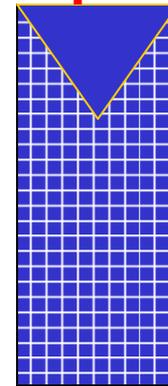
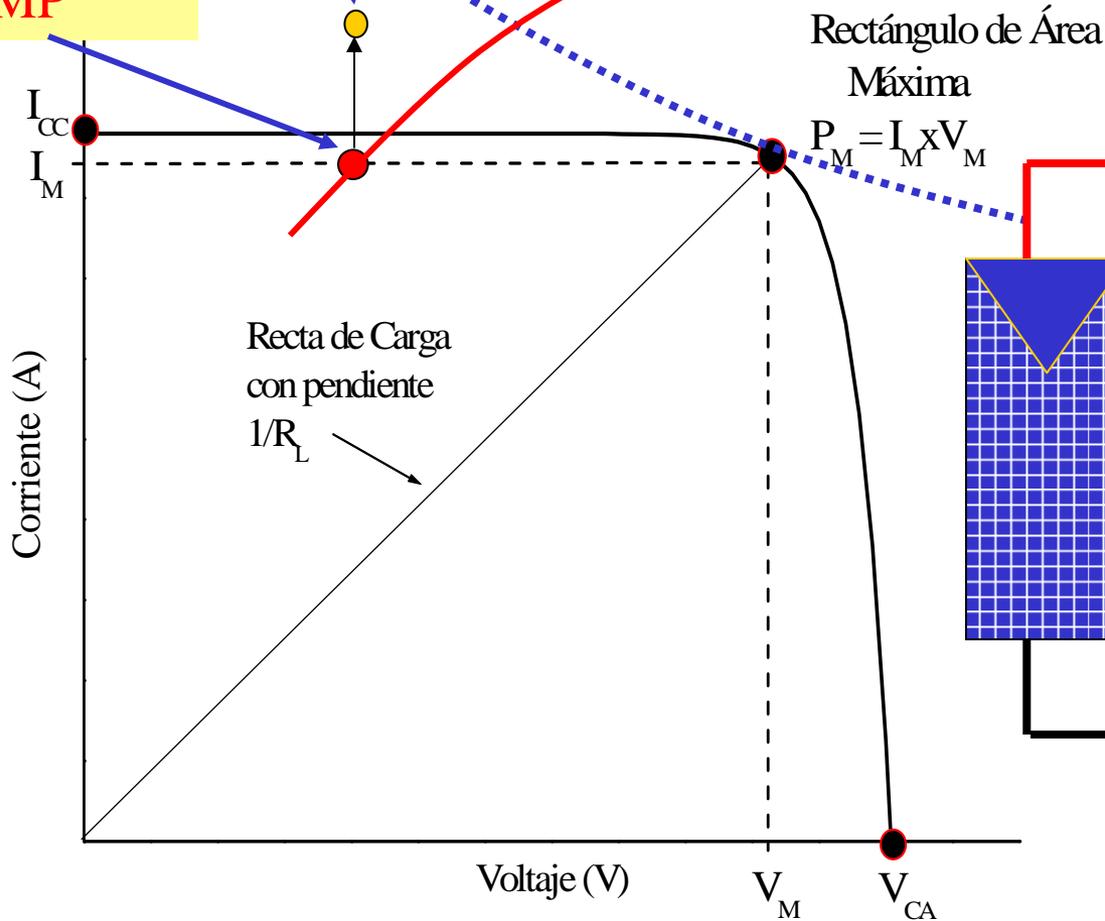


# Posibles Acoplamientos : Con SMP



Acoplamiento con SMP

Acoplamiento Sin SMP

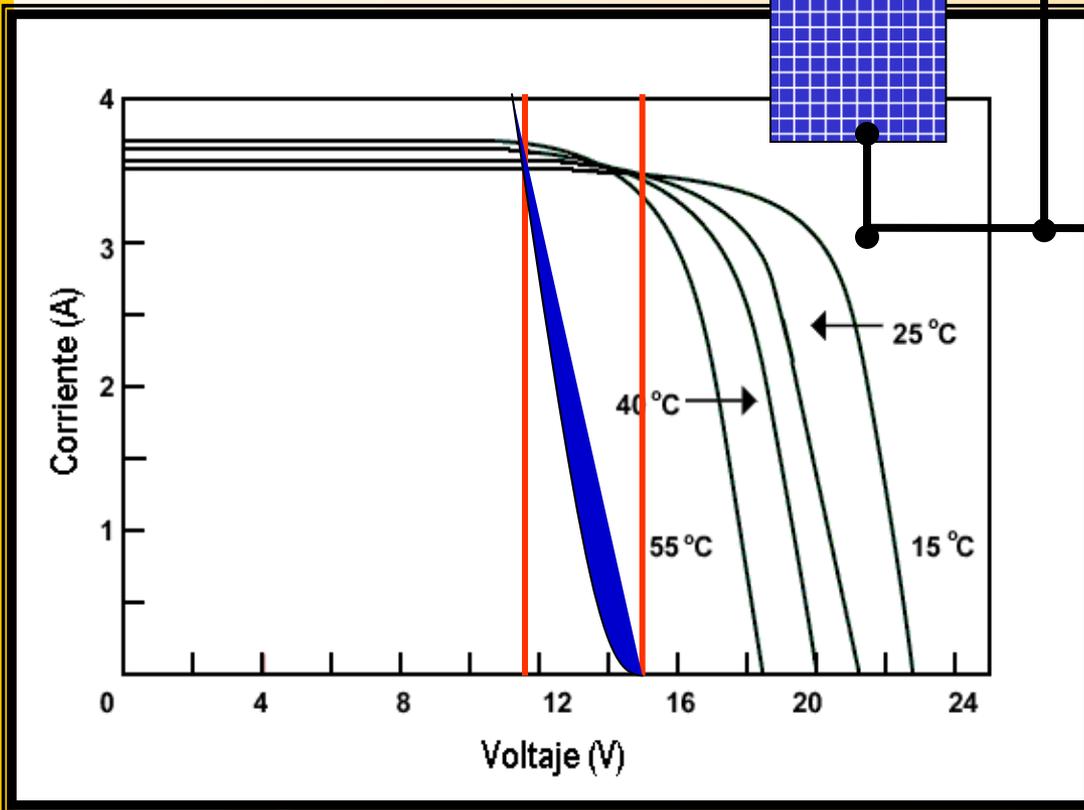
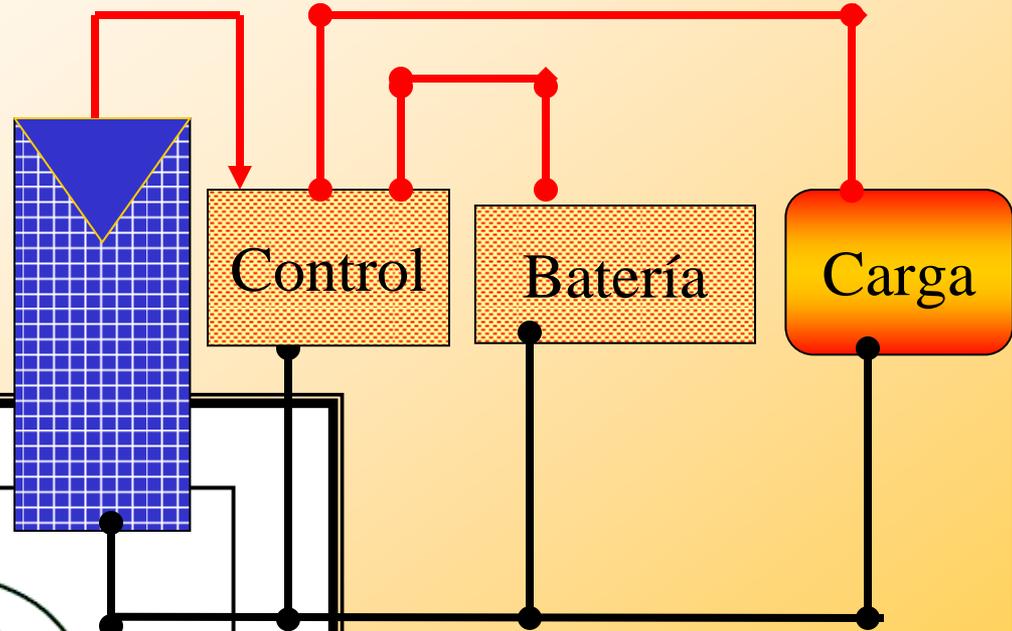




# Posibles Acoplamientos



## Baterías





# Características de la Generación FV



**Si no hay luz solar, No hay Generación.**

**El tipo de electricidad es Corriente Directa**

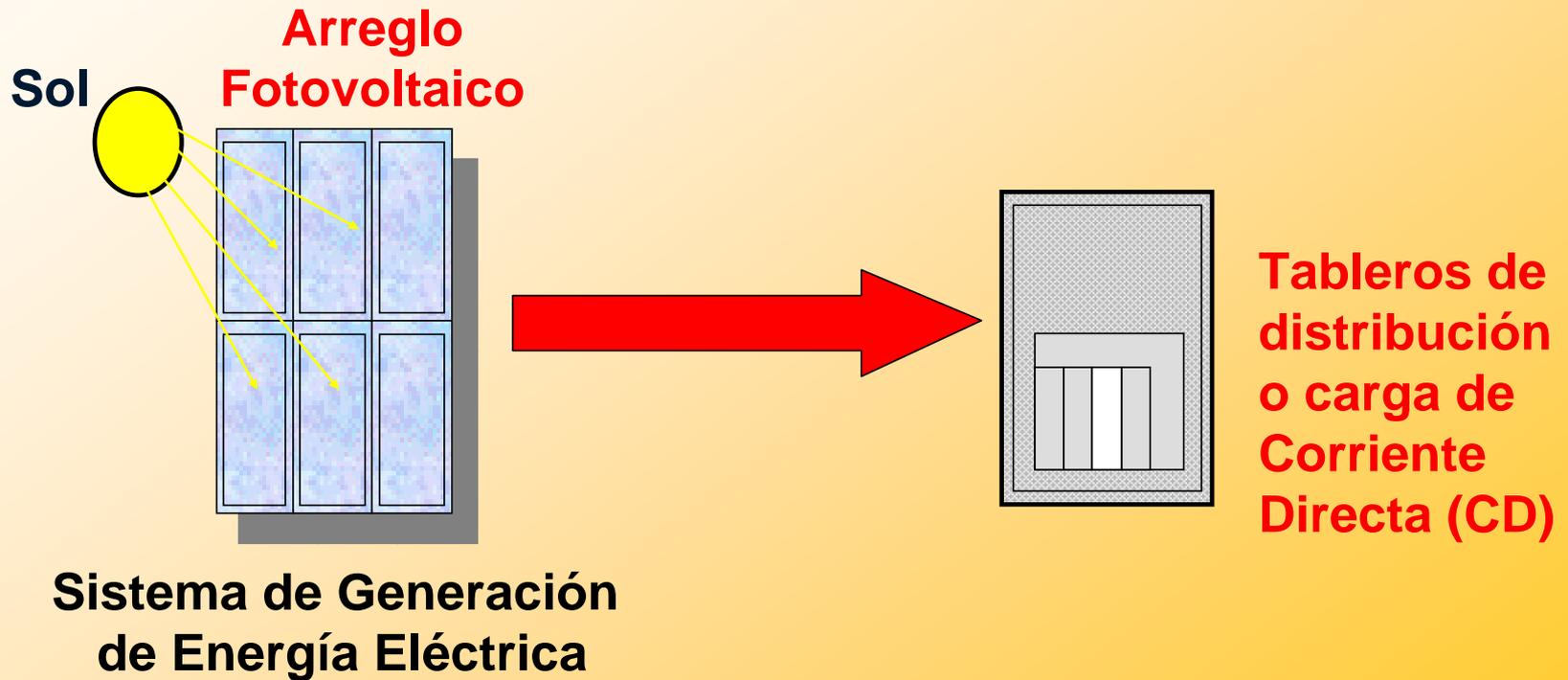
**No hay costos asociados a combustibles**

**El proceso es limpio sin ruido**

**Necesidad de almacenamiento de energía**



## Conexión Directa

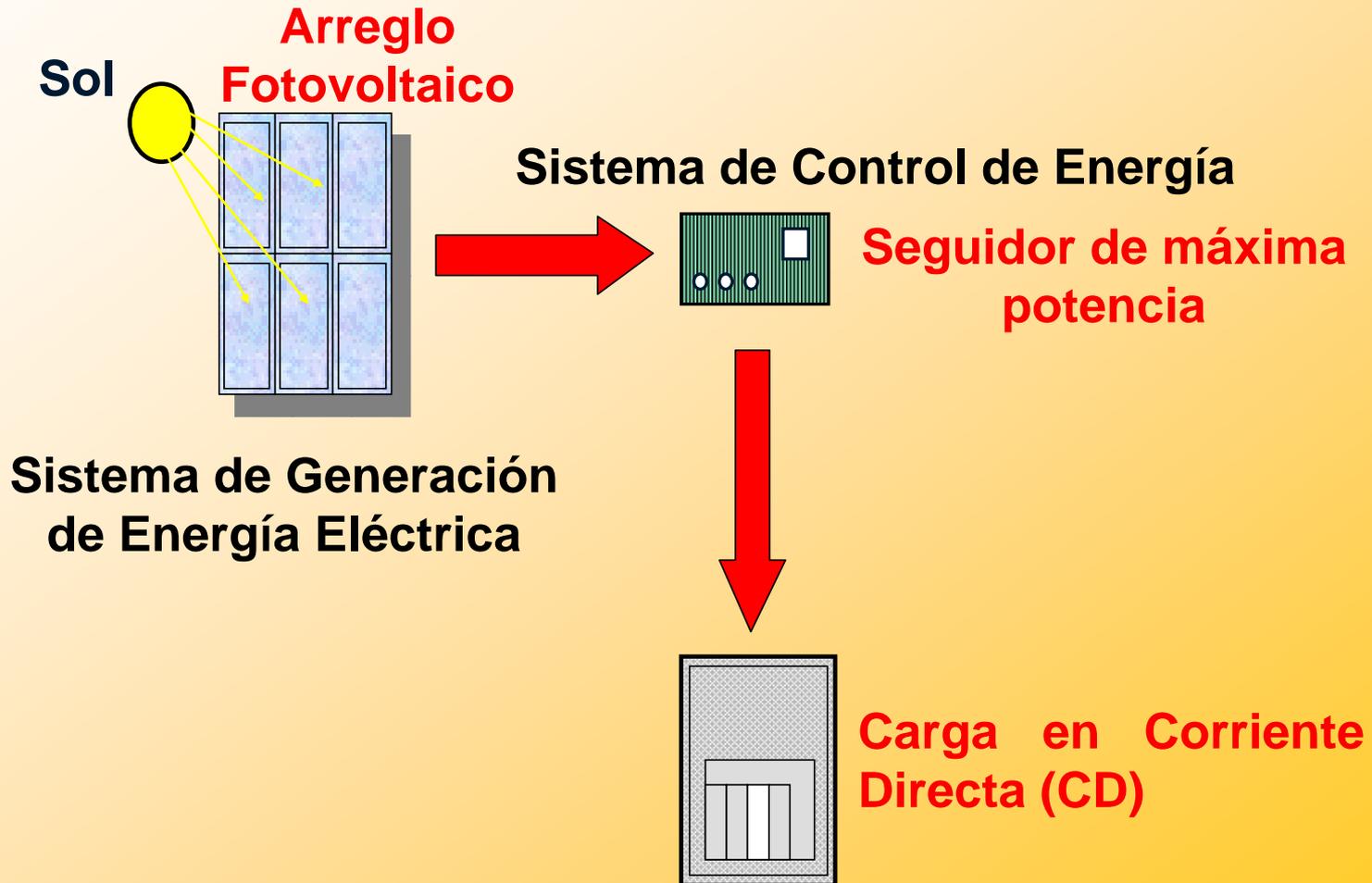




# Sistemas FV Autónomos

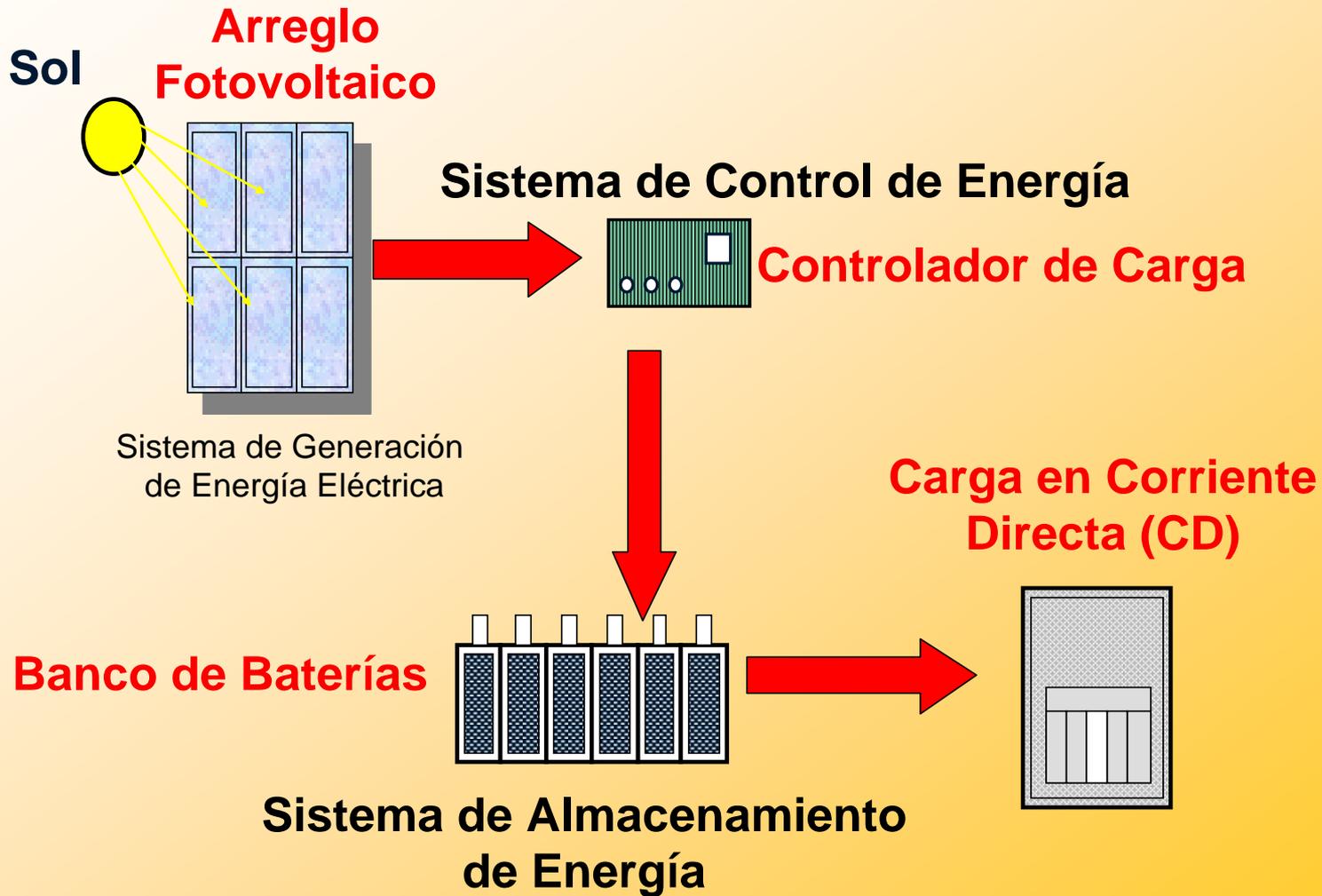


## Conexión con controlador de carga



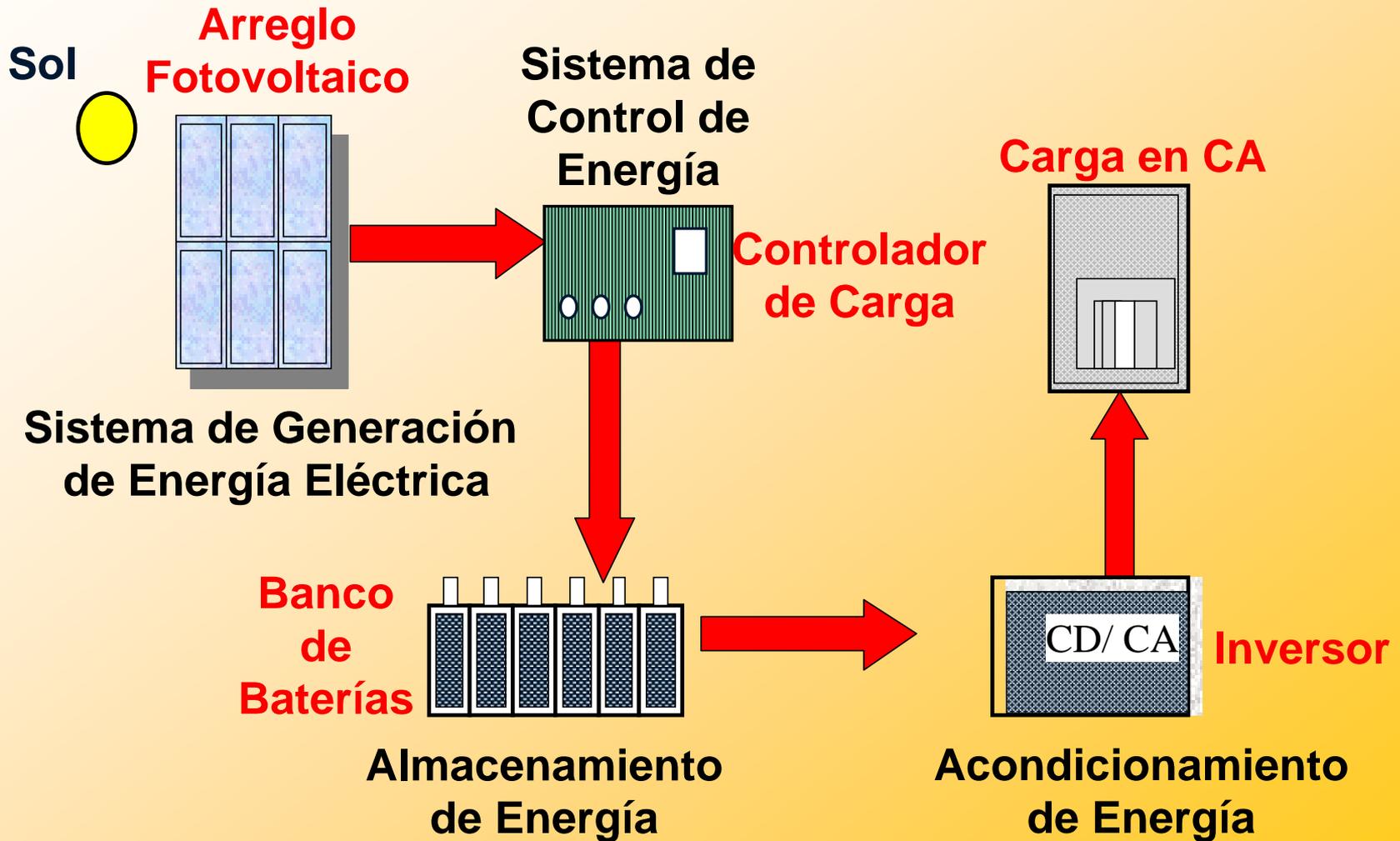


## Conexión con almacenamiento



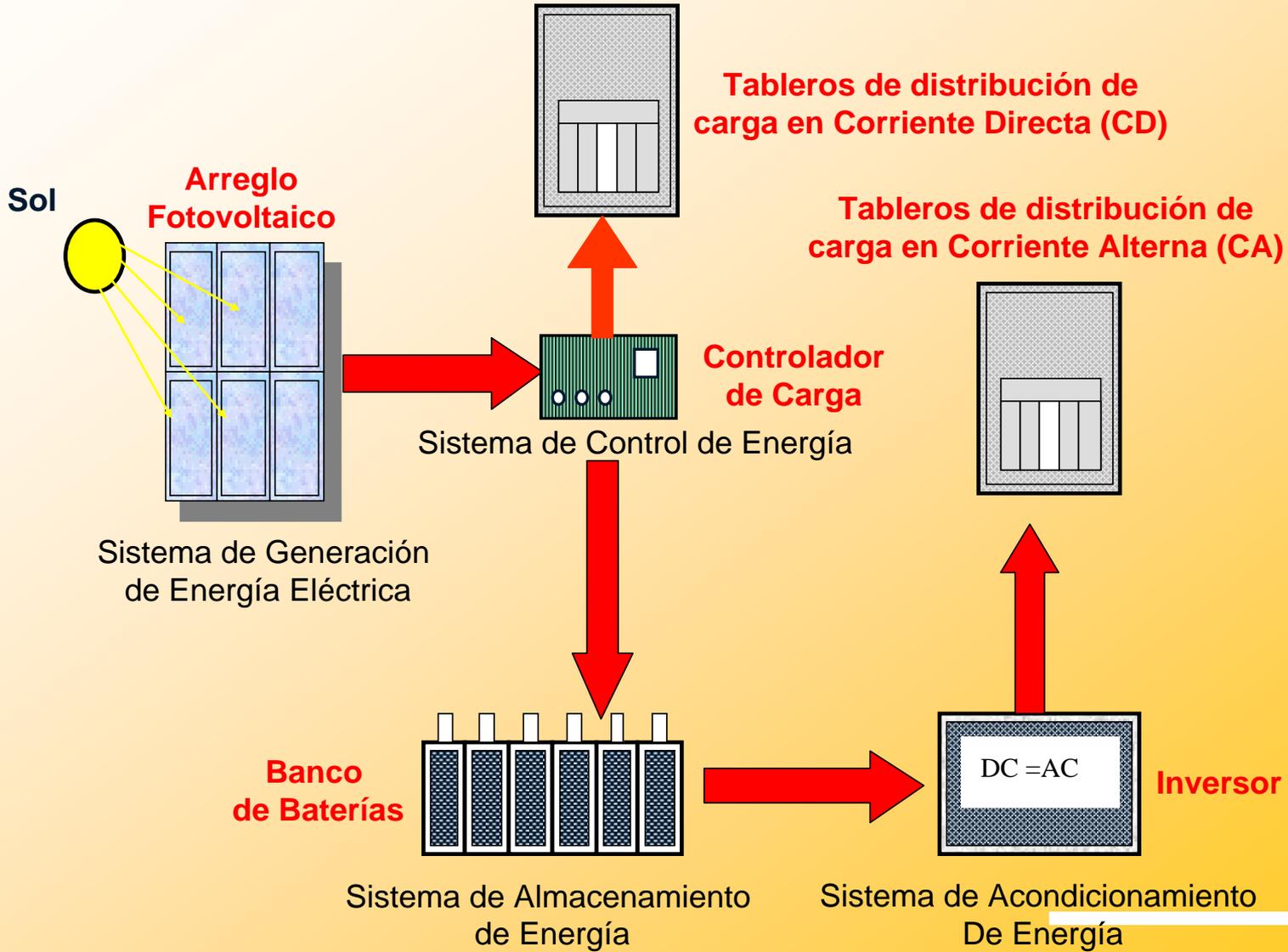


## Conexión típica





## Conexión con cargas CD y CA



# Configuración típica Sistema FV autónomo



**Tecnología FV**

**Estructura: herrajes, tornillos, cimentación**



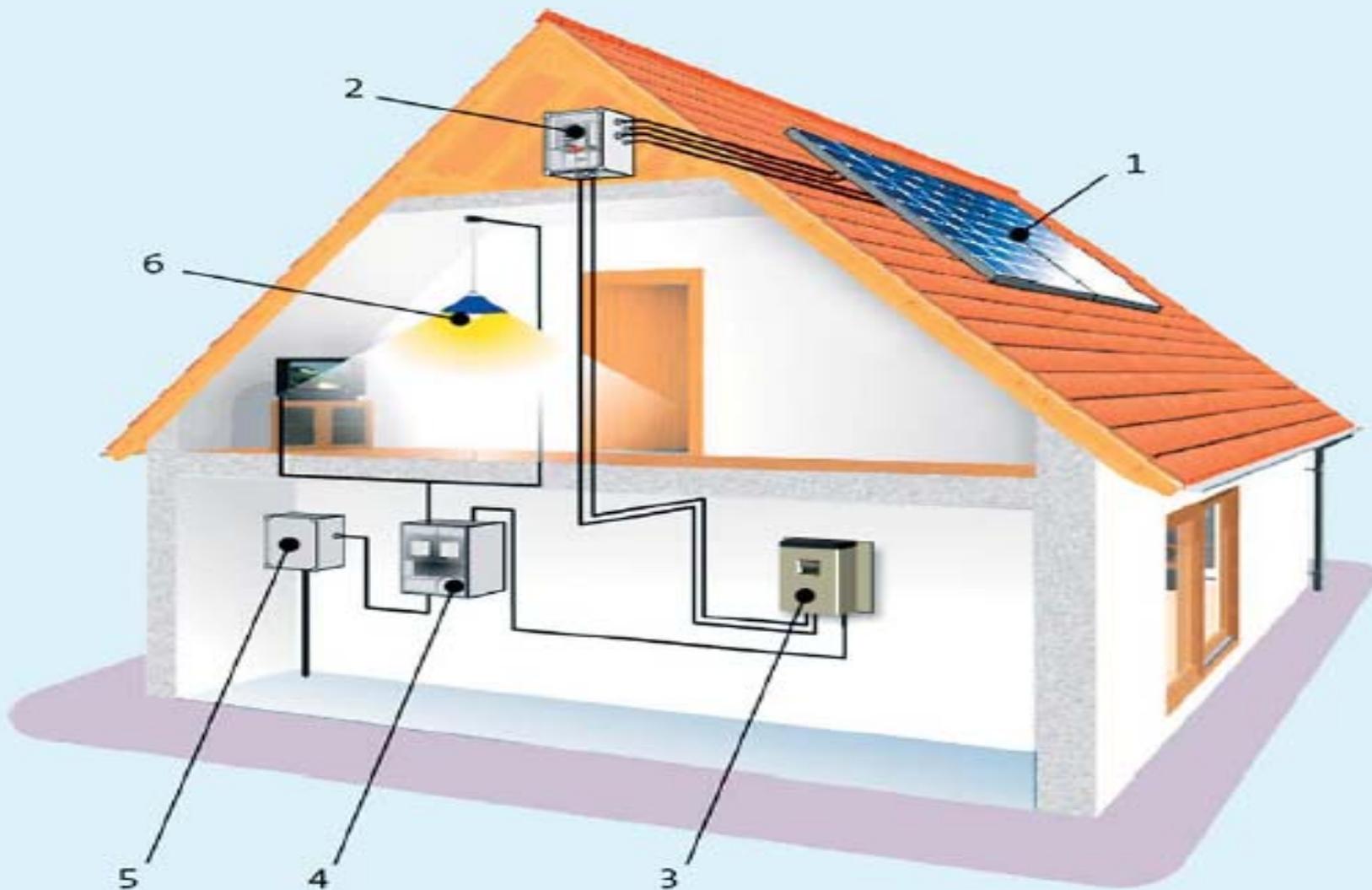
**Acondicionamiento de Energía:  
Controlador, inversor, SMP**

**Líneas de transmisión (cables),  
seguridad y protección**

**Cargas eléctricas**



# Funcionamiento de un sistema Fv conectado a la red



- 1 Sistema FV
- 2 Caja de conexión
- 3 Inversor conectado a la Red

- 4 Contador de energía importada/exportada
- 5 Conexión a Red
- 6 Carga



# ELECTRICIDAD

## ¿Para que?



**INCREMENTO DEL DESARROLLO SOCIAL  
POR MEDIO DE:**

*Programas de  
servicio público*

**Iluminación básica, agua potable,  
servicios de salud, comunicación,  
educación a distancia**

# APLICACIONES

**Fomento de  
proyectos  
productivos**

**AGRONEGOCIOS**

**Instauración de polos  
de  
desarrollo económico**

**Incremento en el ingreso familiar**

**Mejora sustancial del nivel  
de vida del productor**



# Aplicaciones en el ámbito rural



**COMUNICACIÓN**

**ILUMINACIÓN BÁSICA**

**SERVICIOS DE SALUD**

**SERVICIOS COMUNITARIOS**

**EDUCACIÓN A DISTANCIA**

**BOMBEO DE AGUA**

**AGRONEGOCIOS**



# Agronegocios



**Lavado**

**Refrigeración**

**Empaquetamiento**

**Pasteurización de tierras**

**Energía para invernaderos**

**Picadoras de productos agrícolas**

# Sistemas de bombeo fotovoltaico

*La energía solar es una opción para el bombeo de agua*

El sistema de bombeo accionado por el Sol tiene como características:

**No usa combustible. Usa la energía del Sol.**

**Puede operar automáticamente.**

**Requiere poco mantenimiento.**

**Es confiable.**

**En muchos casos (no en todos) es una opción económica.**

**Se diseña adecuadamente a las necesidades del productor**



# Bombeo de agua





# Energía fotovoltaica



Los costos de generación de electricidad están entre los \$ 0.50 hasta \$ 2.50 US dollar por kW-hr





# Ejemplos a replicar



## SERVICIOS COMUNITARIOS



## EDUCACIÓN



## AGUA PARA ABREVADEROS



## SERVICIOS DOMÉSTICO





# Usos específicos

## Sistemas distribuidos



### Proyectos de beneficio social en zonas marginadas

Centro de Investigación en Energía, UNAM



Costo por Watt: \$ 8.00 – 12.00 US dollar  
Sistema instalado



### Generación propia de energía y Aportación de electricidad a la red



Tasa de retorno: 9 años para 1 kW-p  
al costo de la tarifa actual





# Usos específicos

Centro de Investigación en Energía, UNAM

## Proyectos productivos agropecuarios



Costo por Watt: \$ 9.00 – 14.00 US dollar  
Sistema instalado

## Refrigeración





# Producción de forraje





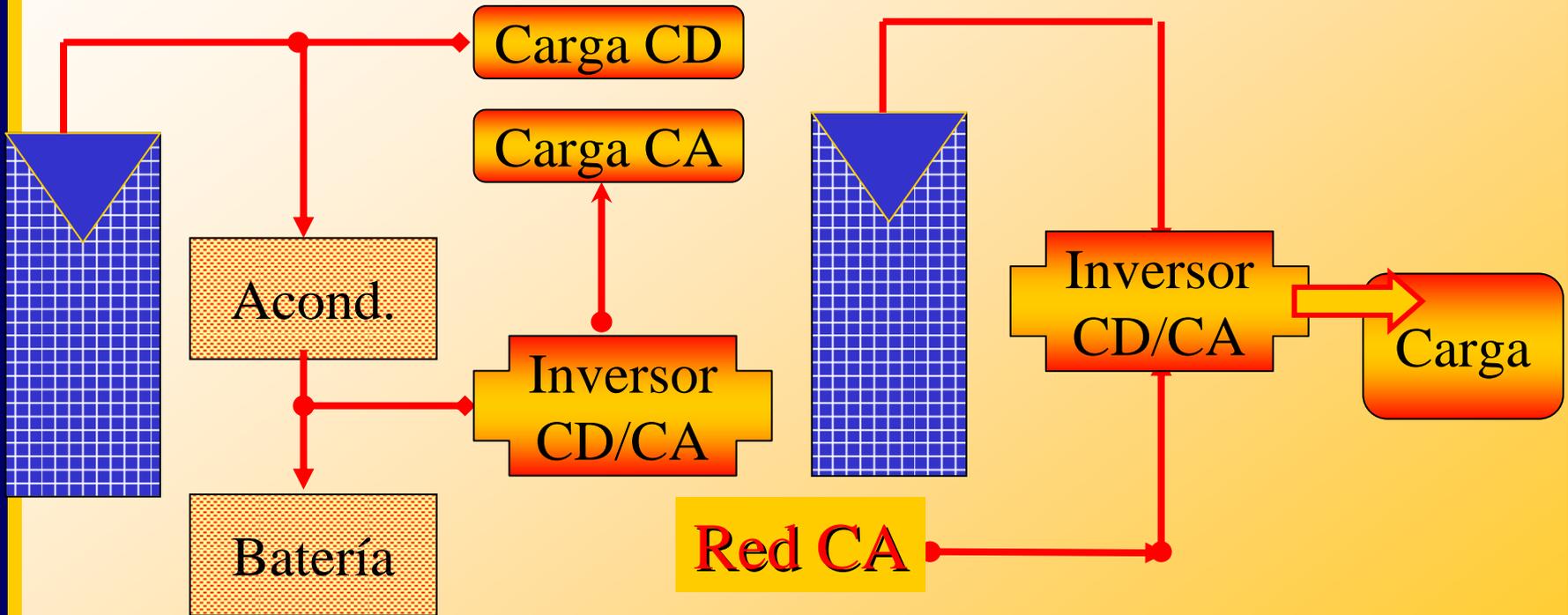
# Vialidad económica



## APLICACIONES

### FUERA DE LA RED

### CON LA RED ?





# ELECTRIFICACIÓN URBANA



*Centro de Investigación en Energía, UNAM*





# Interconexión a la red



Centro de Investigación en Energía, UNAM

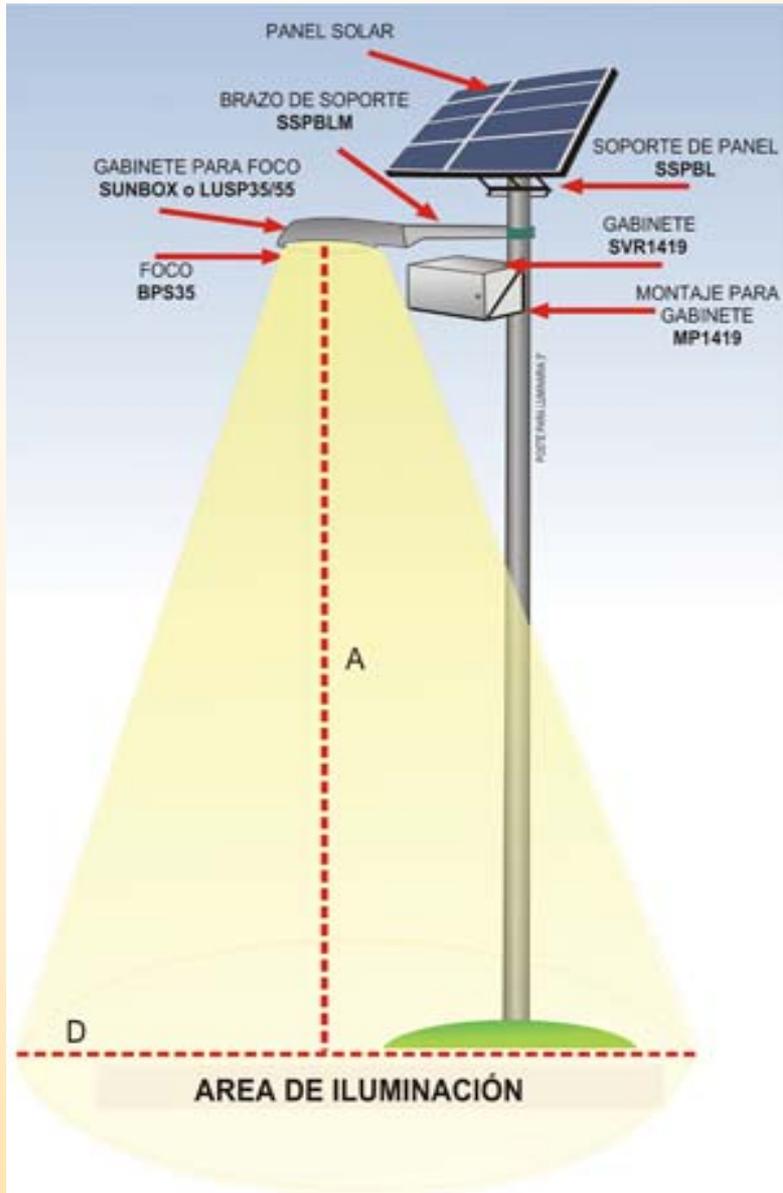




# LUMINARIAS SOLARES



Centro de Investigación en Energía, UNAM



3 FOCOS LED'S CON 60 W



# Costos en Sistemas FV



## Factores

Tecnológicos

Estado del arte

Tipo de tecnología

De mercado

Oferta y demanda

Distribución

Cadenas de proveeduría

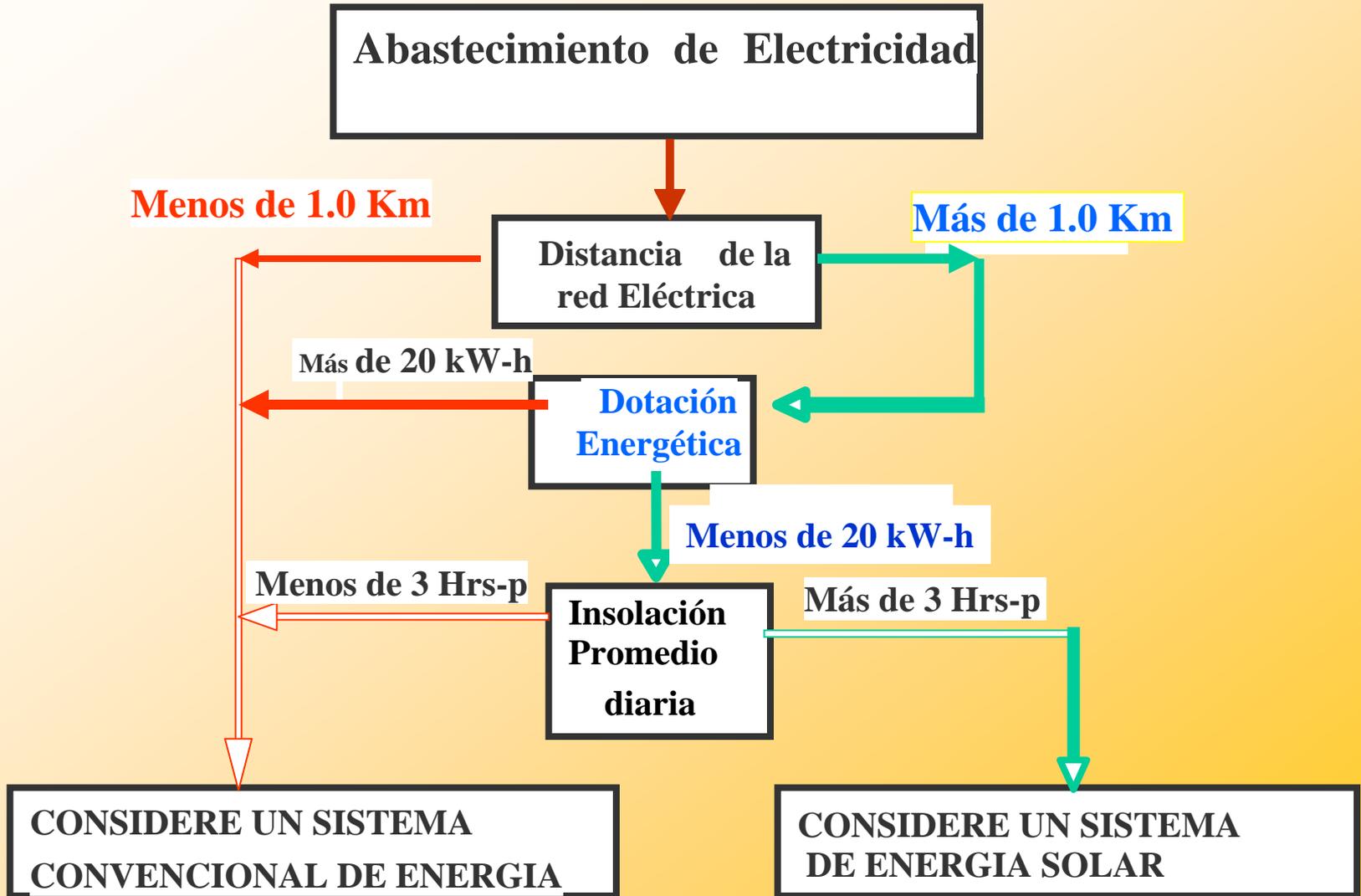
Geográficos

Disponibilidad de  
Recurso solar

Locales

Sitio de instalación,  
vías de comunicación  
accesibilidad,

# Criterios basados en parámetros económicos





# Ventajas y Desventajas de la tecnología FV



## Ventajas:

### De aplicación:

- No consumen combustibles fósiles
- La generación es directa, sin procesos intermedios
- No hay emisiones emitidas ni ruido: no contaminante
- No hay partes móviles: bajo mantenimiento

**Tecnológicas:** Es modular, de gran duración (más de 20 años), fácil adopción

## Desventajas:

**De aplicación:** Energía generada depende del RS, desconocimiento

**Tecnológicas:** Generación intermitente, requieren almacenamiento, Baja densidad energética



## Económicas

- Bajo precio de los energéticos convencionales
- Incertidumbre en los precios de la energía
- Inversión inicial alta y tasa de retorno larga
- Carencia de Incentivos económicos: subsidios, créditos, fiscales

## Tecnológicas

- Desconocimiento de la tecnología y Carencia de recursos humanos
- Desconocimiento de la normatividad eléctrica

## Regulatorias

Carencia de una legislación para el aprovechamiento  
Carencia de normatividad sobre la tecnología



# Fomento en México



## Política actual

- Contrato de interconexión a la red bajo el esquema de medición neta
- Deducciones fiscales
- Del orden de 21 MW instalados



Mexicali, BC



Veracruz, Ver



**Generación propia de energía y Aportación de electricidad a la red**



# Notas finales tecnología FV



**Es de larga duración (más de 20 años),**

**No genera desechos contaminantes ni contribuye al deterioro ambiental,**

**Los nichos de aplicación en el ámbito rural son amplios,**

**Aunque la inversión inicial es alta, los tiempos de amortización en proyectos productivos son cortos,**

**Son una alternativa tecnológica y económica para la generación de electricidad, ..y..**

**Puede justificarse económicamente para agronegocios en zonas urbanas**



- **EL costo inicial es sólo uno de los aspectos que se tiene que considerar.**
- **Los costos totales se deben estimar durante toda la vida útil para tener una mejor perspectiva.**
- **Ofrecen ahorros y costos competitivos a los consumidores.**
- **Son altamente competitivos para localidades no electrificadas.**
- **En el ámbito urbano, la tecnología ofrece una manera de generar su propia electricidad con inversiones aceptables en la modalidad de interconexión a la red**



# Perspectivas para el futuro



- Costo de los sistemas F V disminuye
- Costo de combustibles aumenta
- La perspectiva del uso de la tecnología FV tiende a ser competitivo económicamente en el ámbito urbano



# Conclusiones



**Los Recursos de Energía Solar son abundantes en México, ofreciendo nichos de oportunidad para la generación de electricidad en el ámbito rural y urbano.**

**La ventaja de generar electricidad en el sitio que se requiere puede, además de impulsar polos de desarrollo económico, :**

**Se pueden diseñar proyectos de impacto económico diseñados a las necesidades de las comunidades rurales sin electricidad e inclusive en sitios en donde existe la red convencional.**



**Unidad de Asistencia Fotovoltaica CIE-UNAM**



Gracias

[dir@cie.unam.mx](mailto:dir@cie.unam.mx)

[www.cie.unam.mx](http://www.cie.unam.mx)