

# Costos **y beneficios** de **proyectos FV** (Inversión, O&M)

---

**Dipl. Ing. Georg Hille**

*Preparado para el proyecto: Bolivia/GIZ*

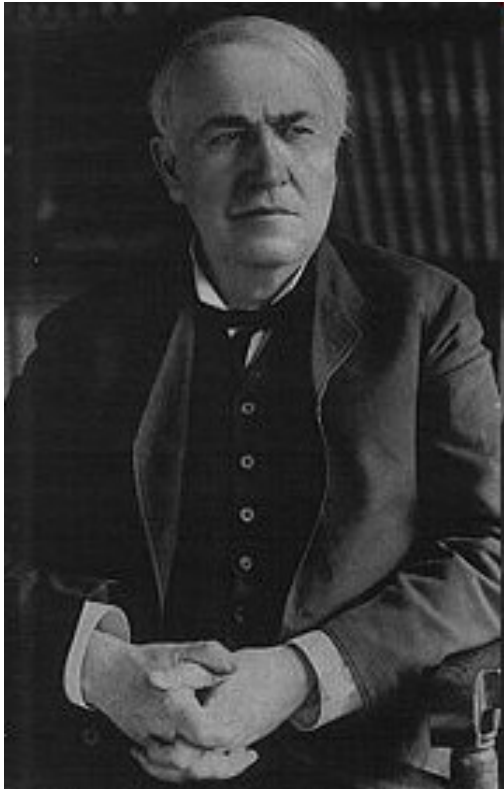
*PN: 15.2035.2-002.00*

*Lugar: Edificio AASANA - Planta Fotovoltaica Viru Viru  
(Aeropuerto Internacional de Viru Viru), Santa Cruz*

*Fecha: 5 de diciembre de 2017*



# Como hablamos sobre Costos



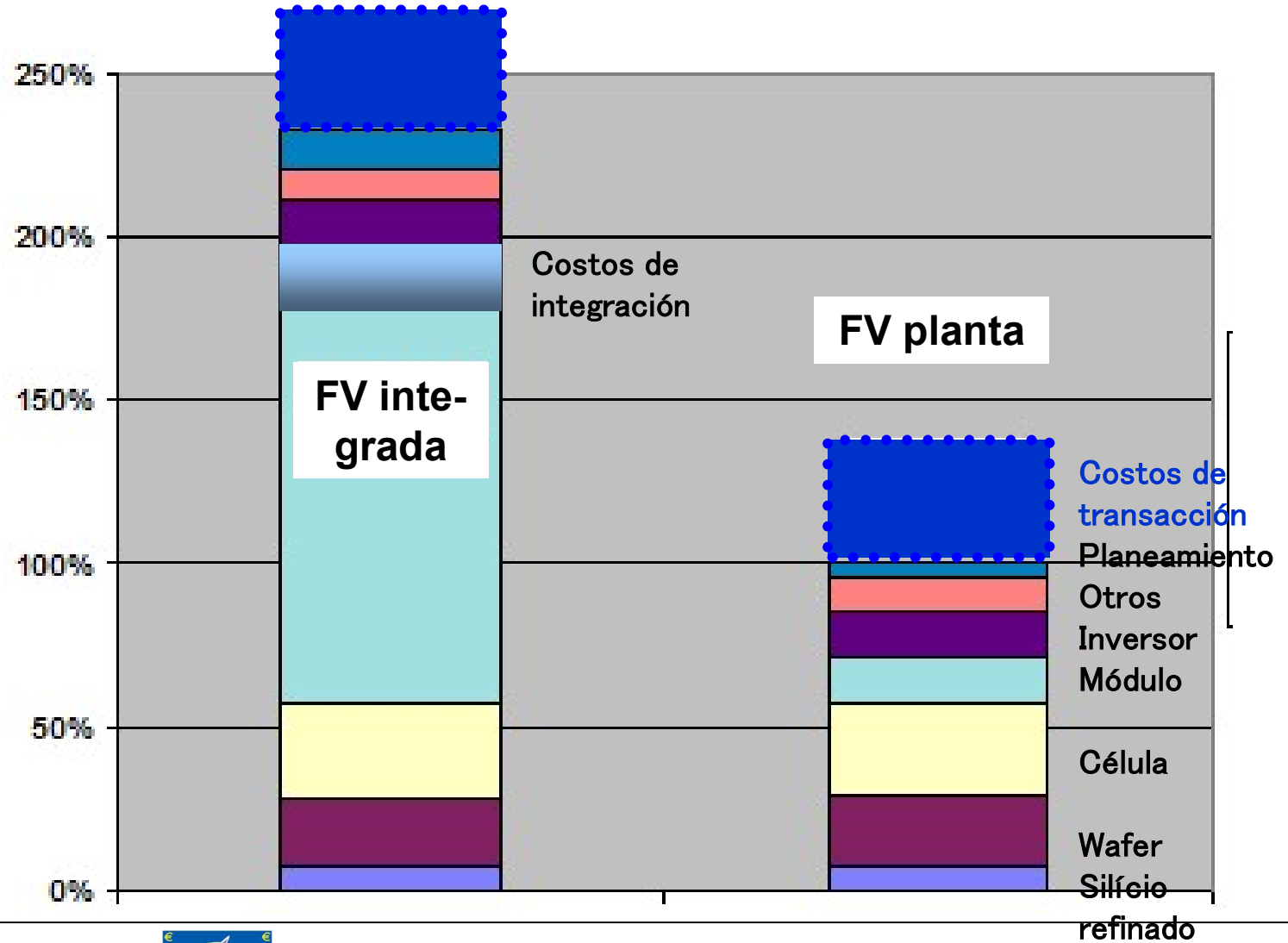
**Thomas A. Edison**

**inventor de la  
electricidad**

- Hablamos sobre componentes (Modulo, inversor) o sobre sistemas/plantas
- Los costos no son precios
- Cuando hablamos sobre costos FV
- Hablamos sobre sistemas estándar o plantas pilotos
- Los valores son en moneda nacional o en € o US\$



# FV sistemas estándar o plantas integradas ?



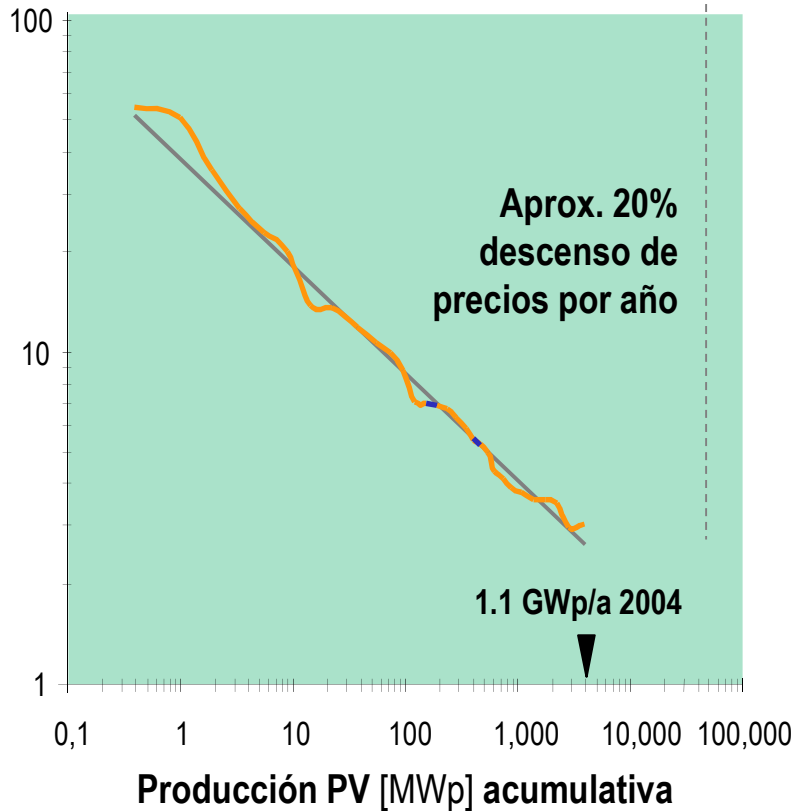
\* Depending on pricing by Asian companies and capacity ramp-up

# La curva precio-experiencia para FV es impresionante

Fuente: Roland Berger

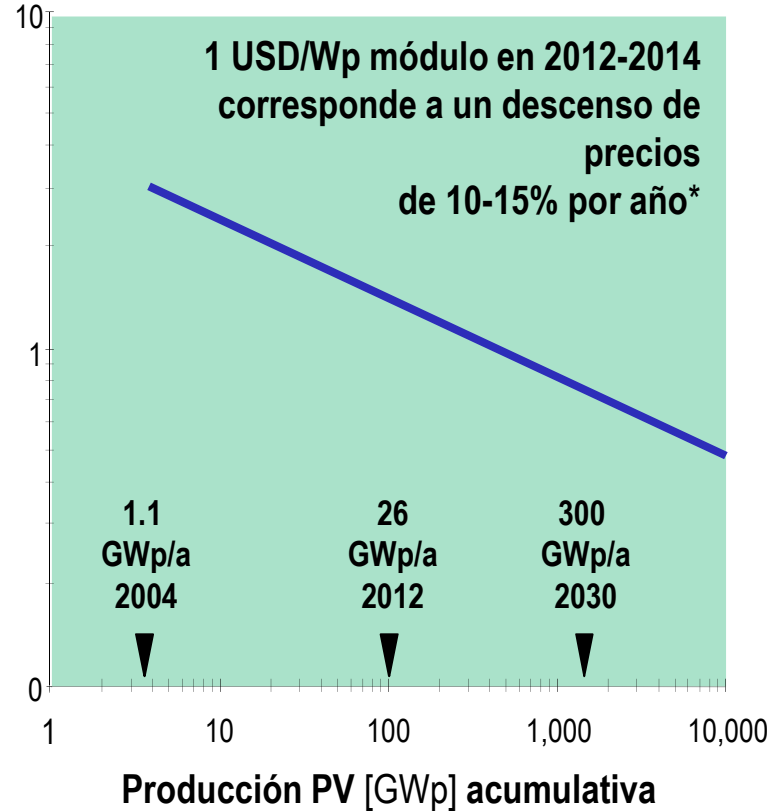
## Pasado

USD/Wp precios por módulo



## Futuro

USD/Wp precios por módulo



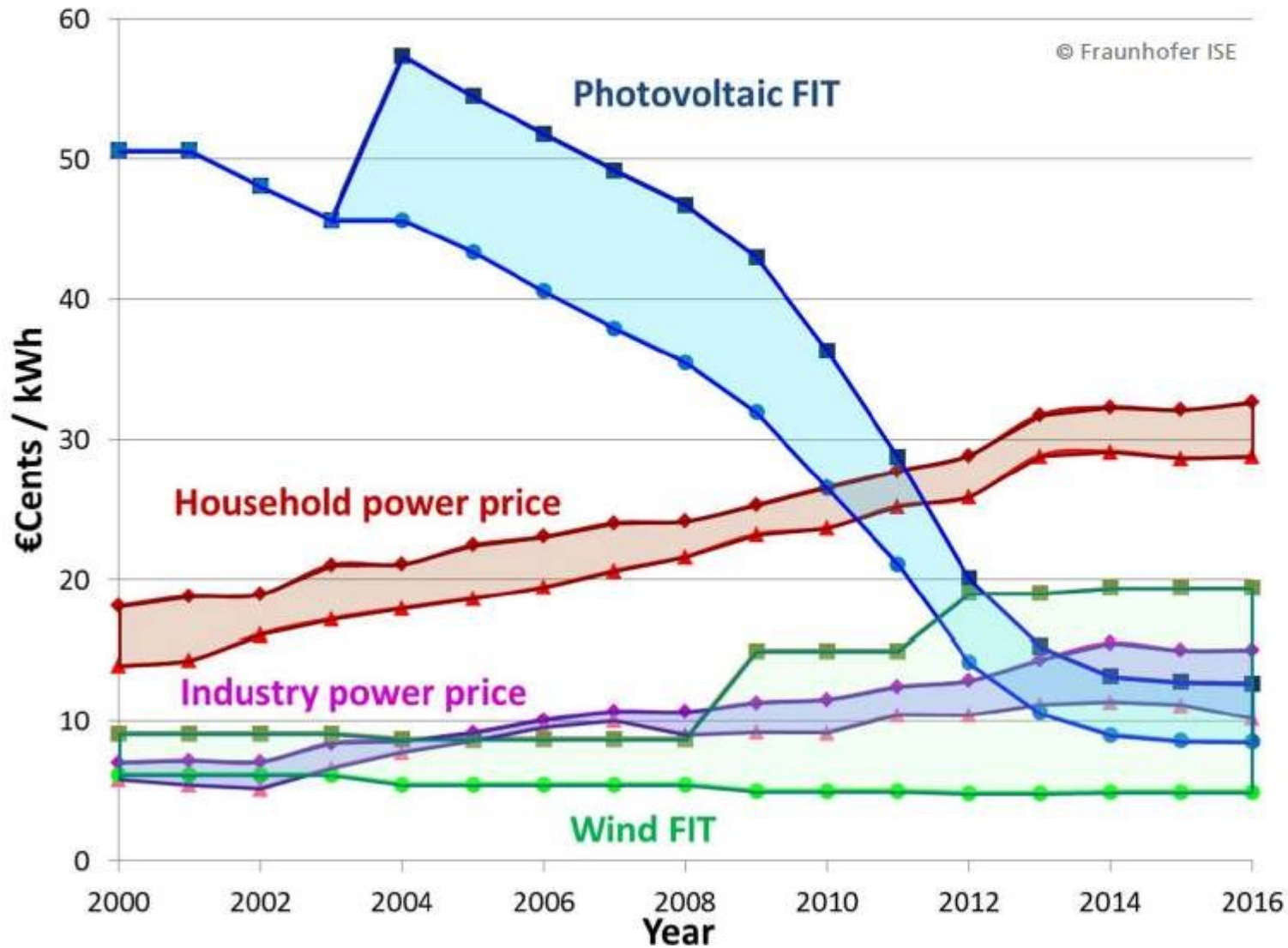
*“Es un negocio de materias primas – Los Costos descenderán en la medida que la producción crezca”*

(Analista)



\* Depending on pricing by Asian companies and capacity ramp-up

# El desarrollo de costos de FV y tarifas = beneficios en Alemania



- El desarrollo es similar en todos los países
- A comparación de costos FV y eólica depende mucho del viento pero hay tendencia en favor de FV
- Con los beneficios puede ser diferente!

BMWI, BMU, 2015



# Plantas FV- los desafíos



- ✓ Realizar plantas de calidad técnica alta con componentes técnicos buenos y control de calidad completa
- ✓ Buen precio
- ✓ Condiciones financieras de calidad
- ✓ Optimizar la situación legal y fiscal
- ✓ Encontrar clientes como socios (inversionistas) para 20 años



# Tecnología usada – la base del éxito



- ✓ Módulos Europeos o Chinos
- ✓ Thin Film o Silicio Cristalino
- ✓ Inversor central o de-central (String)
- ✓ Montaje fijo o seguidores



Un teorema de la vida  
El producto de la experiencia versus la  
esperanza es **CONSTANTE**



# Costos de inversión para plantas fotovoltaicas (a partir de 1 MW)



- ✓ Costos de operación y mantenimiento para plantas fotovoltaicas (mostrar casos)
- ✓ Otros Costos implicados (mostrar casos)
- ✓ Como disminuir Costos de O&M?
- ✓ Financiamiento de pequeños sistemas fotovoltaicos (financiamiento KfW)
- ✓ Financiamientos de grandes sistemas (fondos privados) (mostrar casos)
- ✓ Quién invierte en Alemania en PV?

**Fuente** REN21 /  
UNEP: Global Trends  
in Sustainable Energy  
Investment 2008





# Precios de plantas FV reales – 2015

PV in CHINA for a 10 MWp ground based plant	in 000 €/MWp		10 MWp in Germany in 000 €/MWp	
		in %		in %
1 Equipment & Installation	713 €	71%	<b>640 €</b>	71%
PV Modules	513 €	51%	500 €	55%
Supporting Structure	88 €	9%	80 €	9%
Inverters	55 €	6%	35 €	4%
Monitoring & Communications	29 €	3%	15 €	2%
Other Equipment	29 €	3%	10 €	1%
2 Civil Works	213 €	21%	<b>160 €</b>	18%
Foundation & Grounding	63 €	6%	40 €	4%
Cables and Installation	75 €	8%	65 €	7%
Control Rooms	25 €	3%	15 €	2%
Grid-Connection	25 €	3%	30 €	3%
Shipment & Warehouse	13 €	1%	5 €	1%
Others	13 €	1%	5 €	1%
3 Other Cost	63 €	6%	<b>90 €</b>	10%
Land Fee	13 €	1%	50 €	6%
Field Survey & Design	25 €	3%	30 €	3%
Management	25 €	3%	10 €	1%
4 Miscellaneous/Transaction	13 €	1%	<b>14 €</b>	2%
<b>Total Investment</b>	<b>1.000 €</b>	100%	<b>904 €</b>	100%

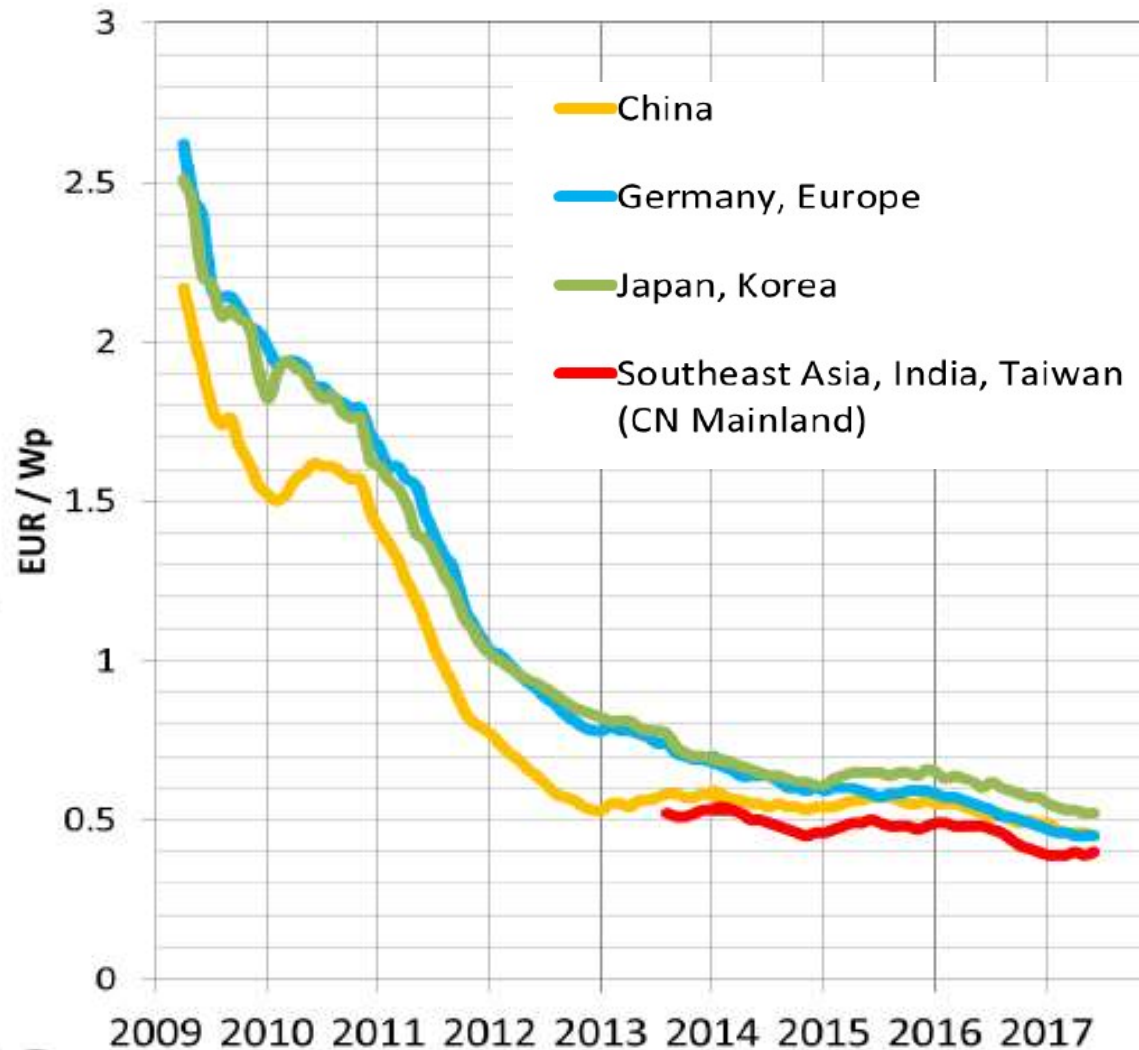
El Mercado Alemán era el mas competitivo - incluso comparado con China porque → **logística**

**1 € = 1,17 US\$ = 8 BOB**

IEA PVPS2015



# Costos de módulos FV



Precios de módulos se redujeron rápidamente

- ✓ Crecimiento rápido del Mercado y de los fabricantes
- ✓ Tecnología avanzada en eficiencia (PERC) y producción (scale)
- ✓ Hoy hay mas módulos que coches en el mundo

PVXchange



# Precios de inversores 2016

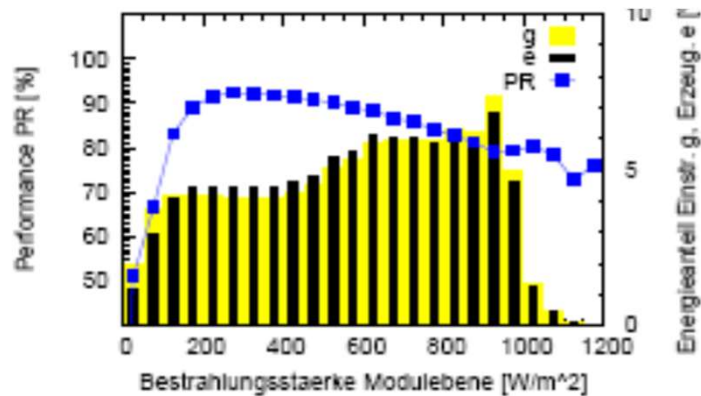
Inverter / Converter	Power	Efficiency	Market Share (Estimated)	Remarks
String Inverters	up to 100 kWp	up to 98%	~ 42%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 - 20 €-cents /Wp</li> <li>• Easy to replace</li> </ul>
Central Inverters	More than 100 kWp	up to 98.5%	~ 54%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ~ 6 €-cents /Wp</li> <li>• High reliability</li> <li>• Often sold only together with service contract</li> </ul>
Micro-Inverters	Module Power Range	90%-95%	~ 1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ~ 33 €-cents /Wp</li> <li>• Ease-of-replacement concerns</li> </ul>
DC / DC Converters (Power Optimizer)	Module Power Range	up to 98.8%	~ 3%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ~ 9 €-cents /Wp</li> <li>• Ease-of-replacement concerns</li> <li>• Output is DC with optimized current</li> <li>• Still a DC / AC inverter is needed</li> <li>• ~ 2 GWp installed in 2016</li> </ul>

→ logística



# Asegurar la calidad – las medidas son Costos ?

## NO son BENEFICIOS



- ✓ Reporte de la producción *eléctrica* por un consultor **independiente y certificado** (> 1 MWp en Alemania)
- ✓ Testeos eléctricos o ensayos en un laboratorio certificado
- ✓ Comisionamiento por un consultor **independiente y certificado**
- ✓ Monitoreo por un consultor **independiente y certificado** (> 30 MWp)

# Costos de plantas en Alemania y en Brasil 2



∞ Rango em kWp	5	100	1000
∞ Tipo	Techo	Techo	Terreno
∞ Módulos	50-55%	60%	65%
∞ Instalación	15-25%	18%	11%
∞ Planificación	10%	5%	10%
∞ Costos de seguidores (tracker)			
➤ Un eje	+ 20%		
➤ 2 ejes	+ 30%	(estimado)	



**Riesgo con módulos**  
 – que fabricante sobrevive en 25 años ?

1 € = 1,20 US\$ = 8 BOB



# Costos de plantas en Alemania y en Brasil



Valores de Febrero de 2012 con tecnología Europea/Japonesa/EU

- 100 kWp **Alemania** en techos  
en R\$ por kWp instalado 4.400 R\$  
 con módulos de China 3.800 R\$  
 en **CE** 5.000 R\$  
**no Brasil** ??? R\$



- En techos planos mas 250 R\$ por kWp que en techos de dos aguas
- 1.000 kWp en terreno en R\$ por kWp instalado 3.850 R\$ > 8.000 R\$
- Costo de control de calidad (50 / 5000 MWp) < 3% / 0,9%
- Otros Costos del proyecto – crear a SPE < 8%      ??? %

1 US\$ = 1,20€ = 2,4 R\$



# Comparación de costos es interesante – pero cuándo falta la calidad ?



Supuesto: Planta de 1 MWp, Costo 1 Millón de US\$ (0.8 Millón €)

➤ **Cambio de los módulos (todos los valores en US\$)**

50.000 para la detección (sin prueba)

420.000 para los módulos

60.000 para el desmontaje & montaje

→ total 530.000

1 € = 1,17 US\$ = 8 BOB

➤ **Cambio de los inversores (todos los valores en US\$)**

110.000 para los inversores

120.000 para el desmontaje & nuevo cableado eléctrico de strings

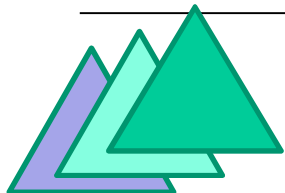
→ total 230.000

➤ **Cambio de la subestructura (todos los valores en US\$)**

80.000 para la subestructura

120.000 para el desmontaje & nuevo montaje de los módulos

→ total 200.000



# Costos de O&M



- Management en % de ventas líquidas
- Asesoría financiera anual
- Control de funcionamiento
- Alquiler del terreno/tejado
- Costos de cambio del inversor
- Otros Costos de O&M
- Protección contra robo
- Consumo de electricidad
- Gastos de desmontaje
- Seguros
- Otros Costos (gastos de limpieza, .....





# Costos O&M en Alemania **y en Brasil**



- |  |        |                   |
|--|--------|-------------------|
| ➤ Management técnico <u>en % de ventas líquidas</u>                              | 3%     | <b>3%</b>         |
| ➤ Control de funcionamiento <u>en R\$ por kWp instalado</u>                      | 20 R\$ | <b>15 R\$</b>     |
| ➤ Alquiler del terreno/tejado <u>en % de ventas líquidas</u>                     | 0-7%   | <b>2,5%</b>       |
| ➤ Costos de cambio del inversor ( <b>8% de la inversión inicial en 20 años</b> ) |        |                   |
| ➤ Otros Costos de O&M (por kWp)  | 7 R\$  | <b>7 R\$</b>      |
| ➤ Protección contra robo   |        | <b>individual</b> |
| ➤ Consumo de electricidad  |        | <b>individual</b> |

1 US\$ = 0,75 € = 2,4 R\$



# Costos O&M en Alemania y en Brasil



Planta de 1 MWp estructura fija, en el campo, FC 15%

Costo total en R\$ por año **115 000 R\$**



➤ Control de funcionamiento	24%	17%
➤ Costos de cambio del inversor	23%	22%
➤ Alquiler del terreno	18%	18%
➤ Seguros	15%	28%
➤ Otros Costos O&M	20%	15%

1 US\$ = 0,75 € = 2,4 R\$



# Excursio: Costos y impactos de limpieza, .....



- Limpieza depende mucho de las circunstancias  
Alemania nunca, menos encima de granjas avícola
- El impacto no es permanente (decantación de polvo)
- **Cuidado** con las garantías de los módulos
  - **NO** detergente,
  - **NO** lavadura de alta presión

## Costos

- Techos: 8 € (aprox. 30 PEN) por kWp e limpieza
- Terreno: 1 MWp = 2 hectares = 2000 € (aprox. 7.500 PEN)

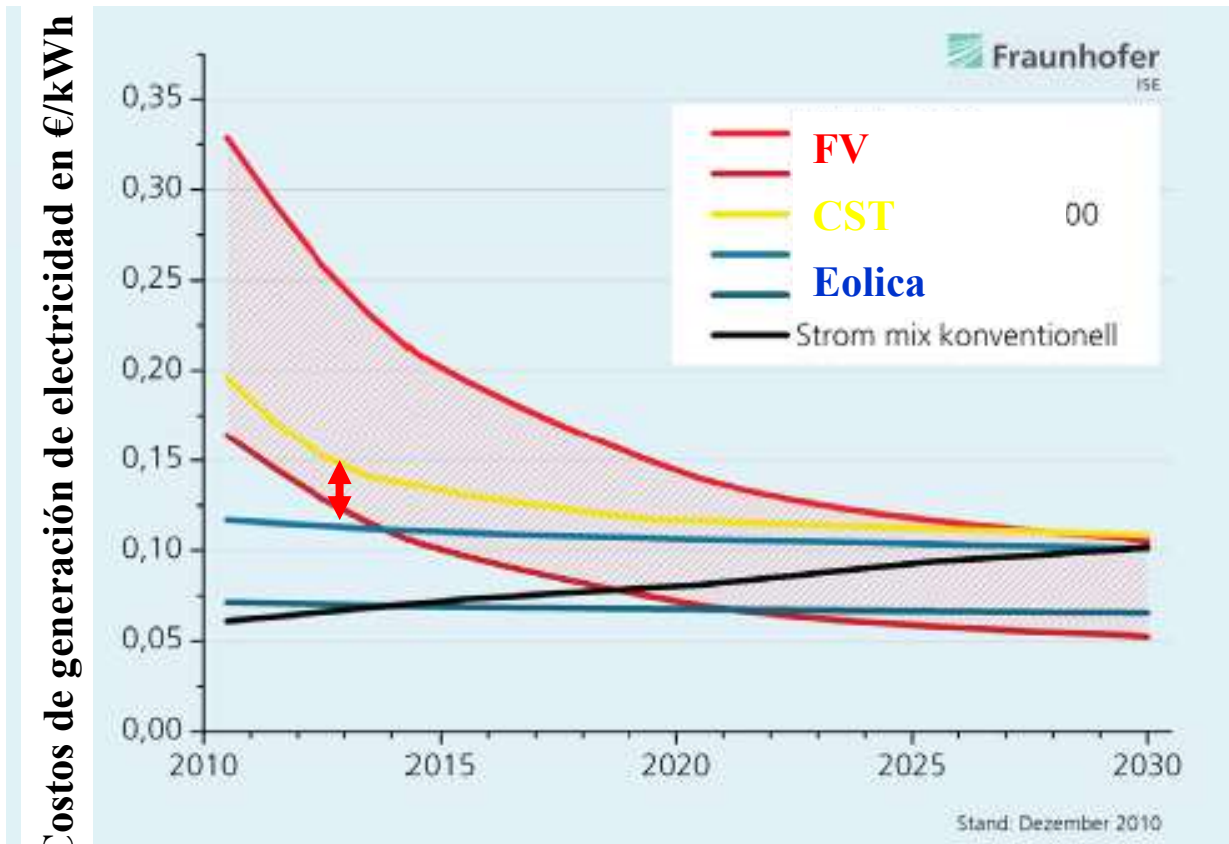


## Lecciones aprendidas :

- Distancia mínima entre las filas debe ser parte de estudio de factibilidad y de subasta
- Tomar cuenta el acceso para agua

# Lecciones aprendidas Costos

## – Comparación FV con Eólica y CST



### Comparando Costos de generar electricidad hoy

- Eólica es aún la tecnología más barata
- Pero el viento no es tan constante como el sol
- Las CST no tienen perspectivas si no incluyen un depósito térmico
- **Hay que comparar los beneficios**

**FV de inversión barata cuestan más en un plazo de 20-30 años durante el cual deben funcionar bien**



# Gracias, Dios pajara, Yuspajara thanks, obrigado, merci, danke, 谢谢 谢谢

