

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

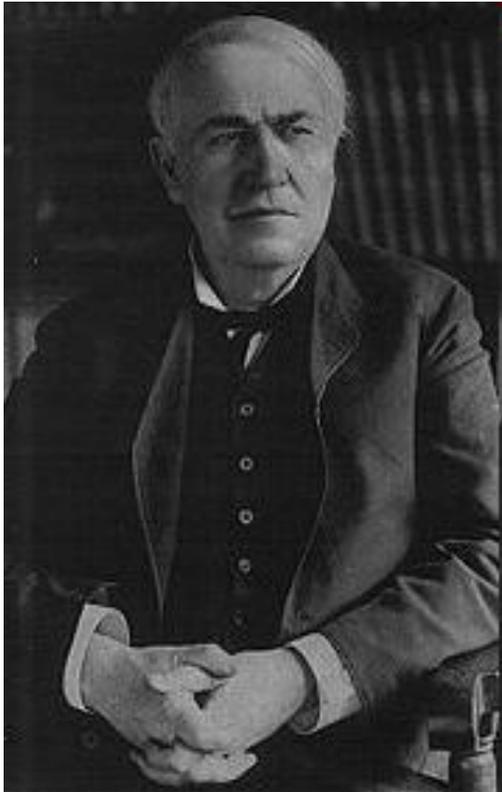
*Lugar: Edificio Instituto de Investigación y Desarrollo de
Procesos Químicos IIDEPROQ (calle 30 de Cota Cota
Campus universitario)*

Fecha: 28-30 de noviembre de 2017

La Paz, BOLIVIA



Como hablamos sobre Costos



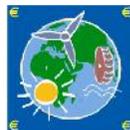
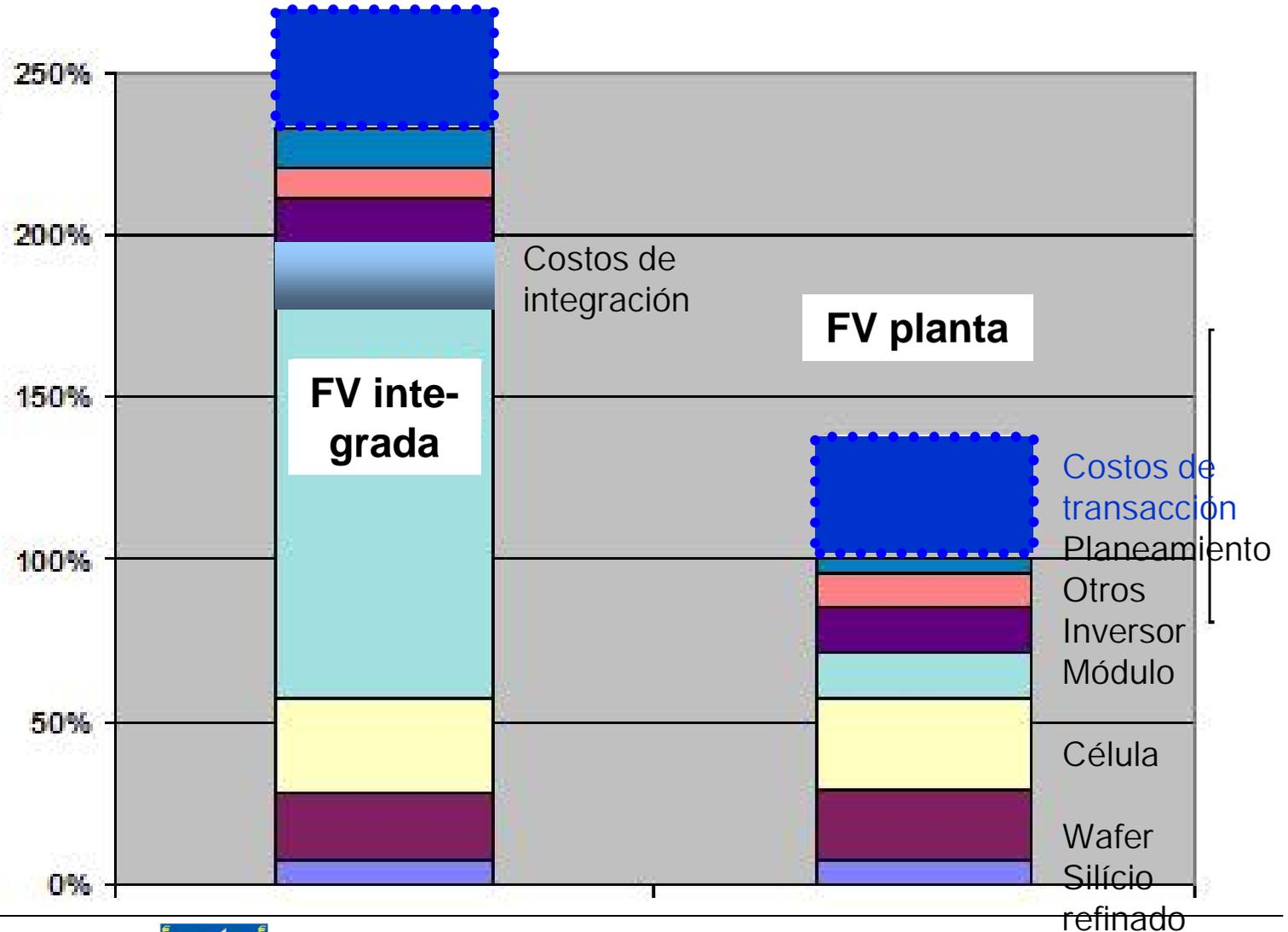
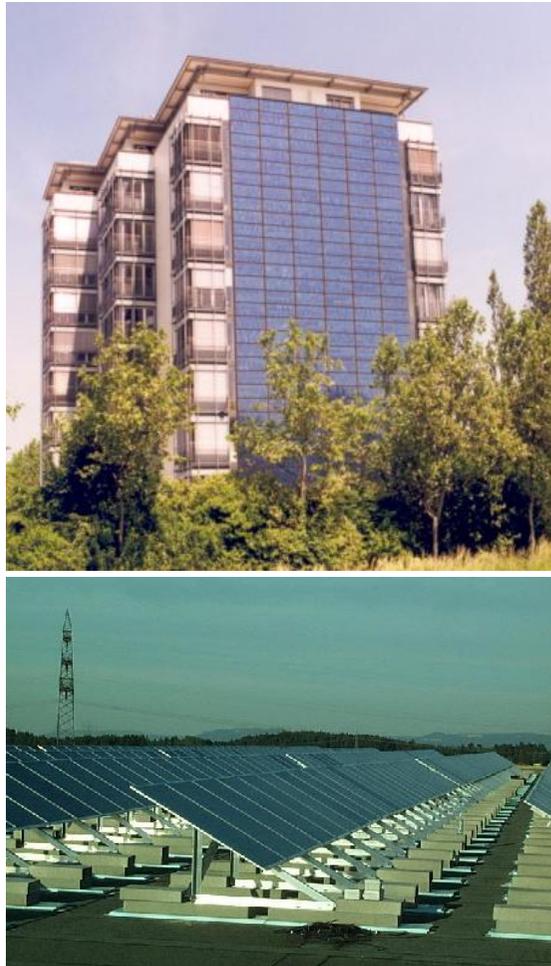
Thomas A. Edison

**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 estandard o plantas pilotos
- Los valores son en moneda nacional o en € o US\$



FV sistemas estandard o plantas integradas ?



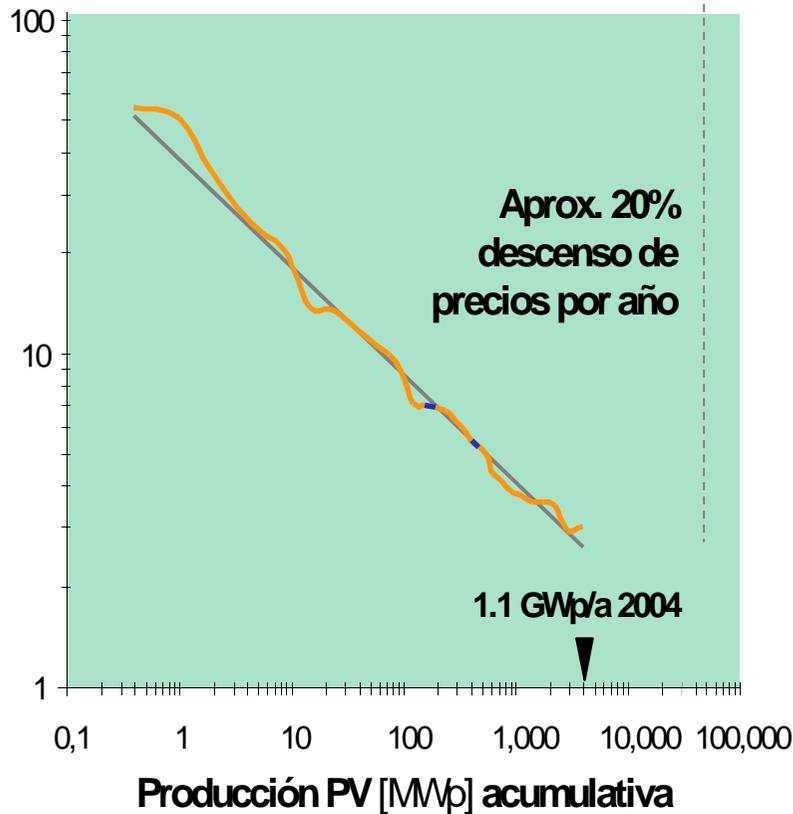
* Depending on pricing by Asian companies and capacity ramp-up

La curva precio-experiencia para FV es impresionante

Fuente: Roland Berger

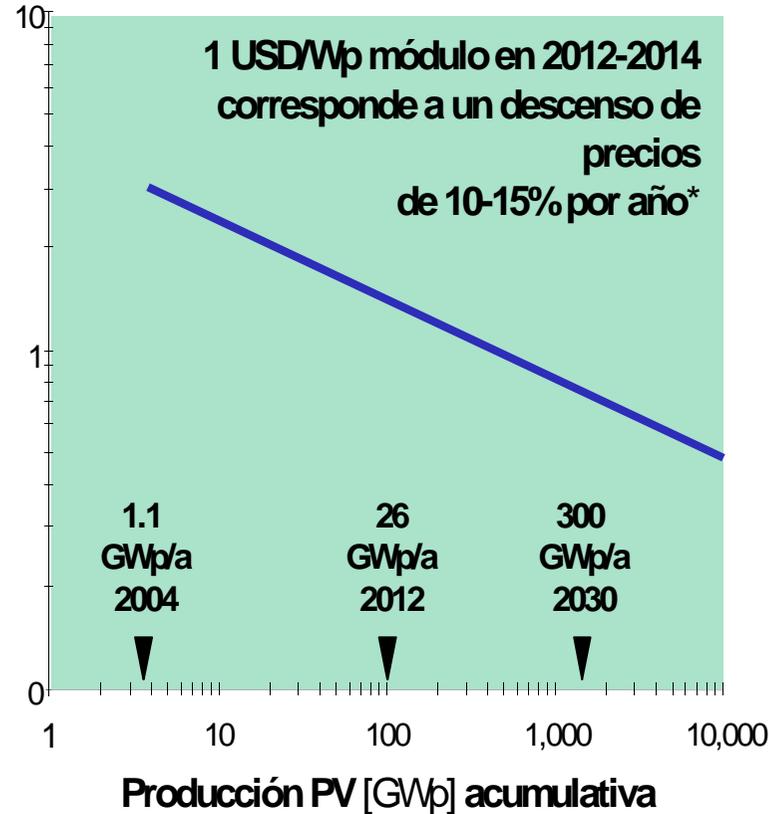
Pasado

USD/Wp precios por módulo



Futuro

USD/Wp precios por módulo



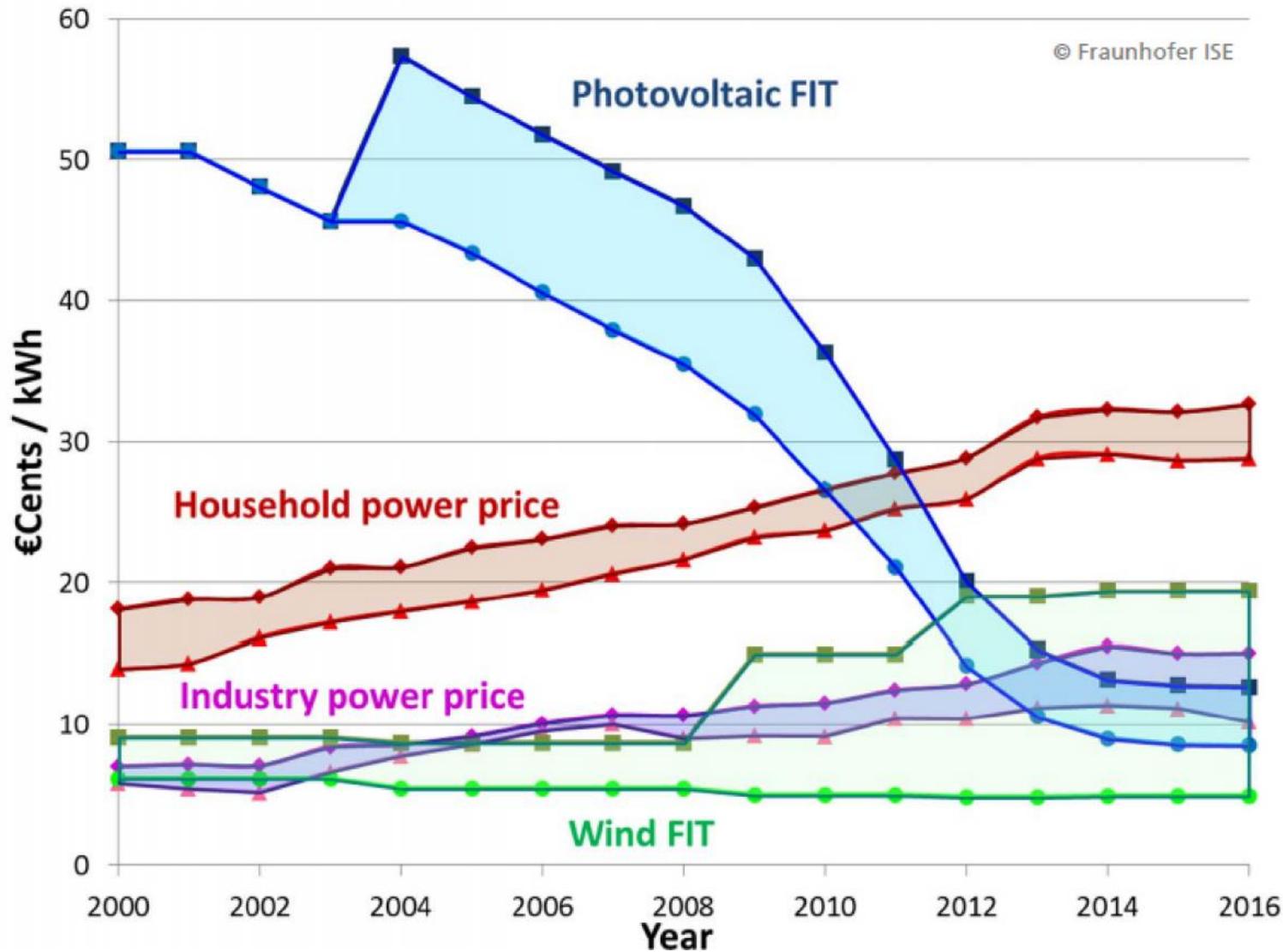
“Es un negocio de materias primas – Los Costos descenderán en la medida que la producción crezca”

(Analista)



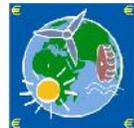
* Depending on pricing by Asian companies and capacity ramp-up

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



- O desarrollo e similar en todos os países
- A comparacion de costos FV y eolica depende mucho del viento **pero hay tendencia en favor da 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%	640 €	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%	160 €	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%	90 €	10%
Land Fee	13 €	1%	50 €	6%
Field Survey & Design	25 €	3%	30 €	3%
Management	25 €	3%	10 €	1%
4 Miscellaneous/Transaction	13 €	1%	14 €	2%
Total Investment	1.000 €	100%	904 €	100%

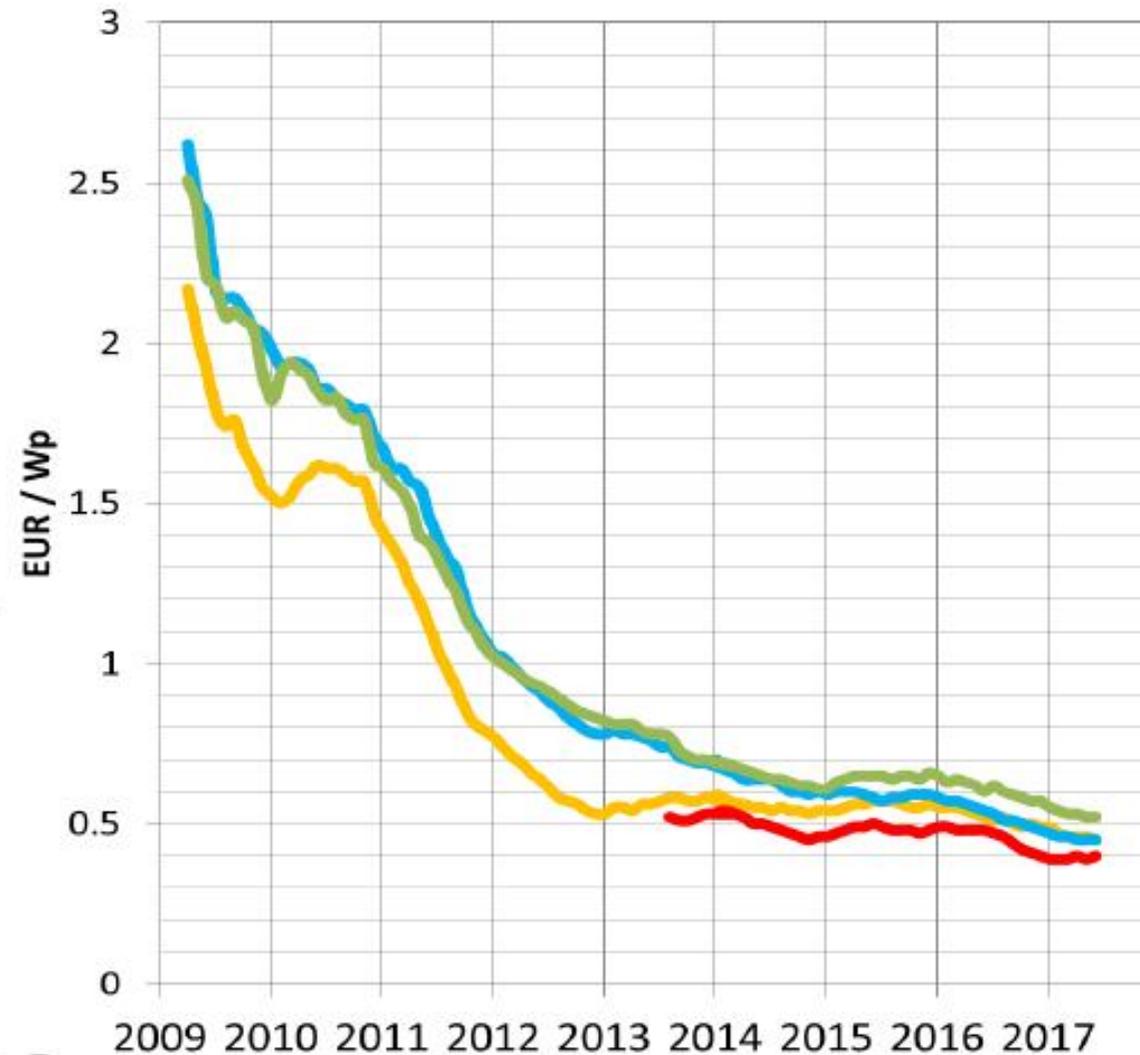
O Mercado Aleman era o mas competitivo - incluso comparado con China porque → **logística**

1 € = 1,17 US\$ = 8 BOB

IEA PVPS2015



Costos de modulos FV



Precios de modulos se redujeron rapidamente

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

PVXchange



Precios de inversores 2016

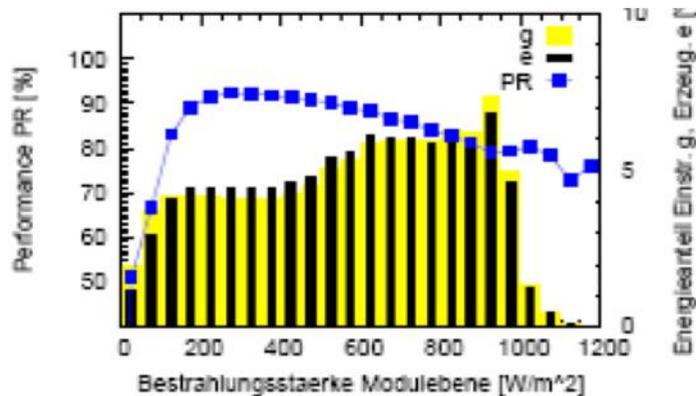
Inverter / Converter	Power	Efficiency	Market Share (Estimated)	Remarks
String Inverters	up to 100 kWp	up to 98%	~ 42%	<ul style="list-style-type: none"> • 7 - 20 €-cents /Wp • Easy to replace
Central Inverters	More than 100 kWp	up to 98.5%	~ 54%	<ul style="list-style-type: none"> • ~ 6 €-cents /Wp •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

→ 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)
- ✓ test 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
∞ Modulos	50-55%	60%	65%
∞ Instalación	15-25%	18%	11%
∞ Planificación	10%	5%	10%
∞ Costos de seguidores (tracker)			
➤ Um eje	+ 20%		
➤ 2 ejes	+ 30%	(estimado)	



1 € = 1,20 US\$ = 8 BOB

Riesgo con módulos
 – que fabricante sobrevive em 25 años ?



Costos de plantas en Alemania y en Brasil



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

- 100 kWp **Alemanha** en techos
en R\$ por kWp instalado 4.400 R\$
 con modulos da China 3.800 R\$
 en **CE** 5.000 R\$
no Brasil ??? R\$



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

1 US\$ = 1,20€ = 2,4 R\$



Comparacion 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

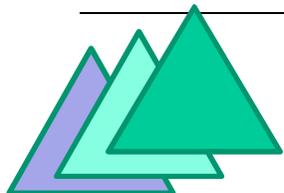
→ total 230.000

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

1 US\$ = 0,75 € = 2,4 R\$



Costos O&M en Alemania y en Brasil



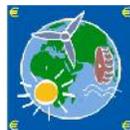
Planta de 1 MWp estructura fija, en el campo, FC 15%

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 permante (decantación de polvo)
- **Cuidado** con las garantías de los modulos
 - **NO** detergente,
 - **NO** lavadura de alta pression

Costos

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



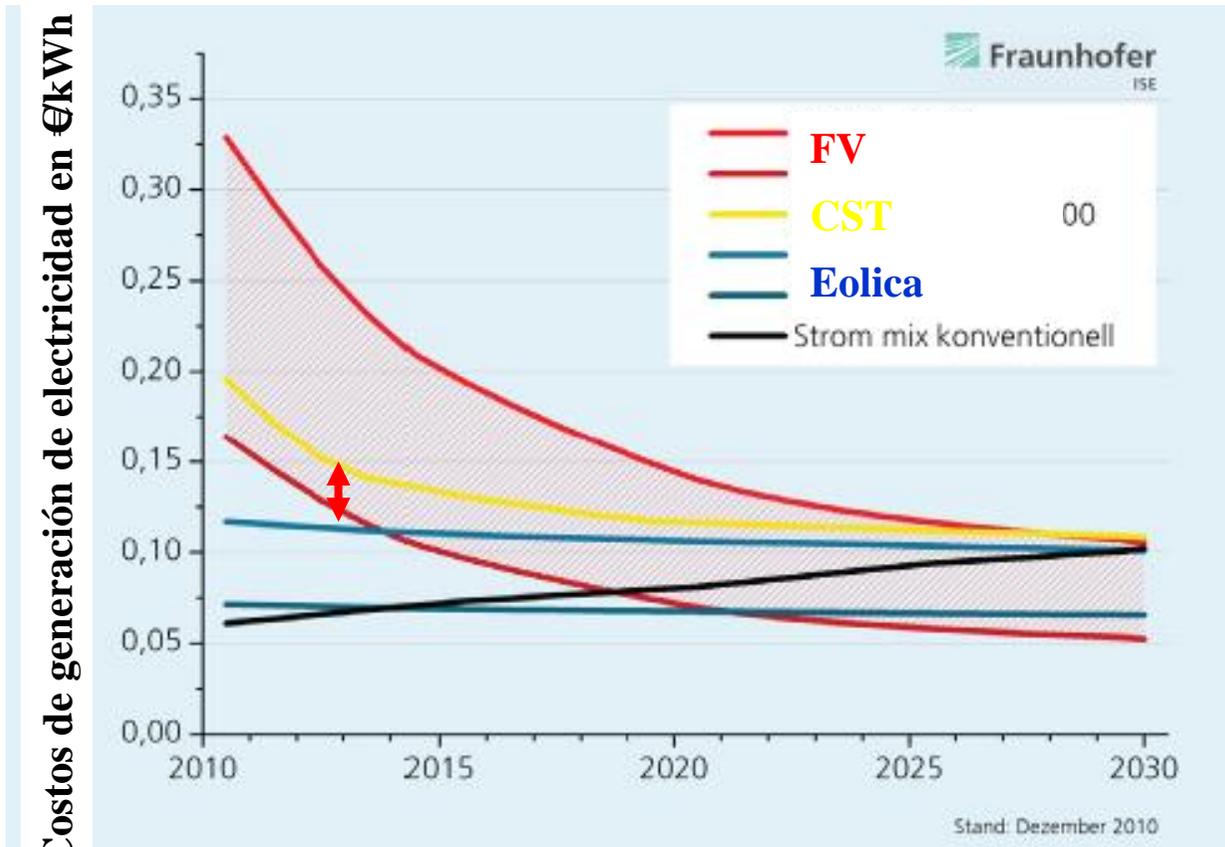
Lecciones aprendidas :

- Distancia minima entre las filas debe ser parte de estudio da factibilidad e da subasta
- Tomar cuenta do 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

