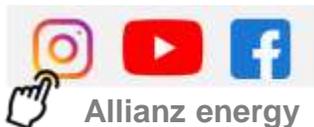


# Retorno de inversión y ganancias en un proyecto solar FV

---



# Retorno de inversión y ganancias en un proyecto solar FV





# Oscar Andrés Cruz

---

- Descripción

Ingeniero electrónico con master en energía solar de la Universidad de Perpiñán, Francia. Ingeniero de proyectos en sistemas fotovoltaicos en zonas aisladas en la Amazonía ecuatoriana (2013), Director de proyectos fotovoltaicos en Costa Rica (2015) y Consultor en energías renovables en Colombia desde 2017.



# RETORNO DE INVERSIÓN Y GANANCIAS EN UN PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO

---

- Descripción

En esta presentación veremos la importancia de hacer un análisis financiero y los diferentes modelos de inversión.



# Contenido



---

I Introducción: Evolución histórica de los sistemas fotovoltaicos

---

II Variables en análisis financiero fotovoltaico grid-tie

---

III ¿Qué es el retorno de inversión – ROI?

---

IV Modelos de financiamiento

---

V Ejemplo de retorno de inversión en proyectos conectados a la red

---

VI Preguntas

---



# Evolución histórica de los sistema fotovoltaicos



Madurez conceptual

Finales del siglo  
XIX – 1884



Madurez técnica

Segunda mitad  
del siglo XX –  
1954



Madurez económica

Inicios del siglo  
XXI

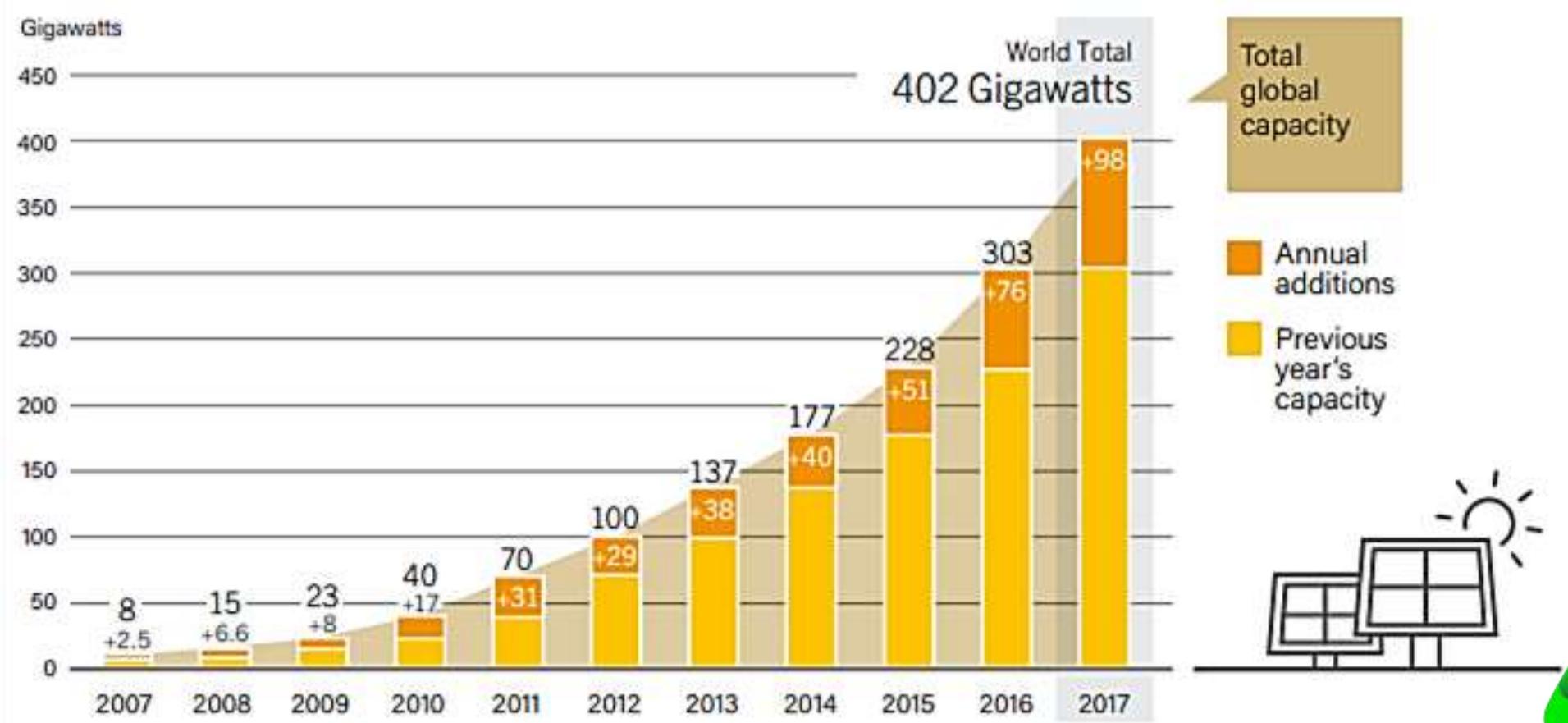


Madurez comercial

Actualidad



# Evolución histórica de los sistema fotovoltaicos



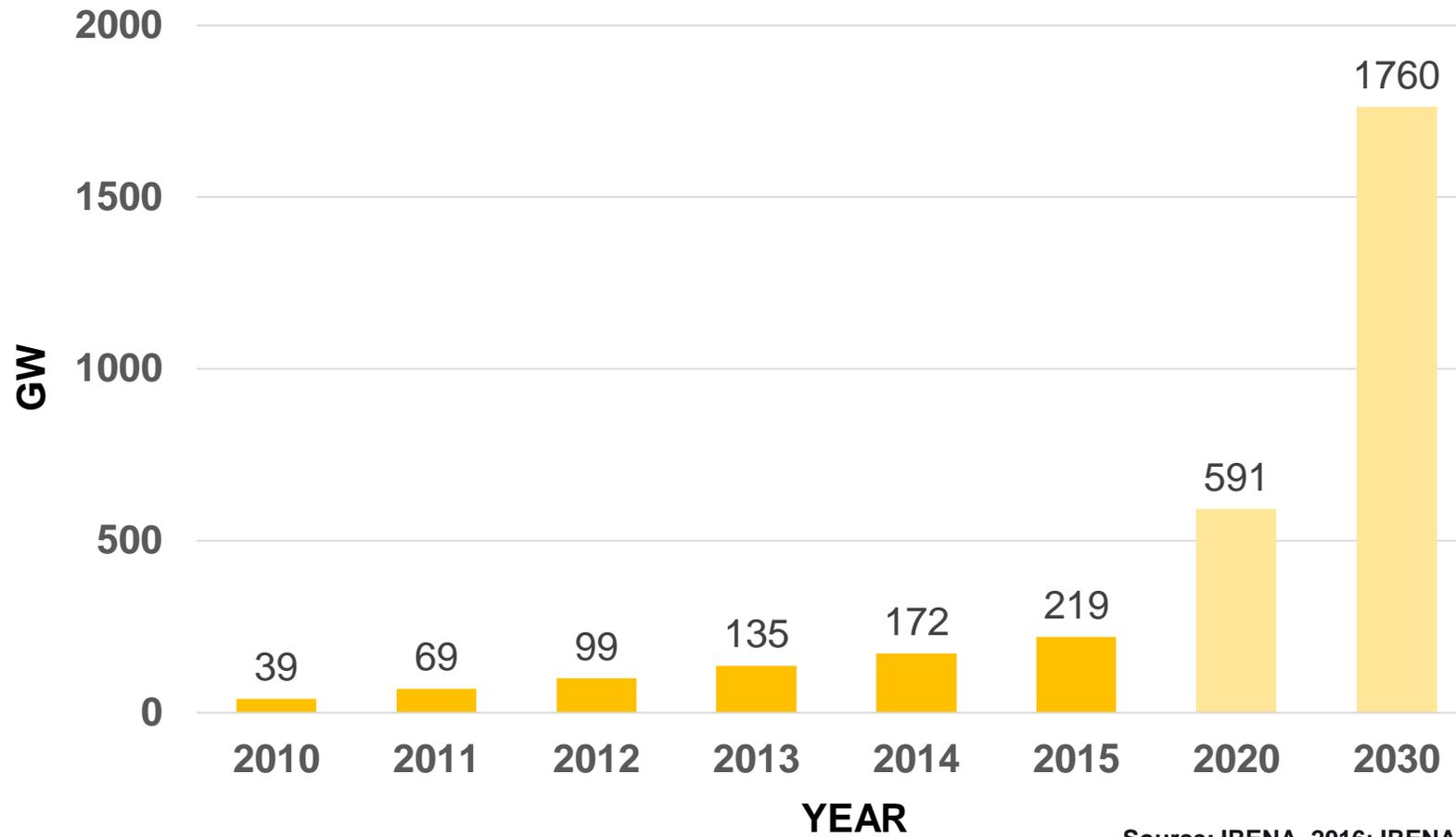
Total global capacity

Annual additions

Previous year's capacity



# Evolución histórica de los sistema fotovoltaicos

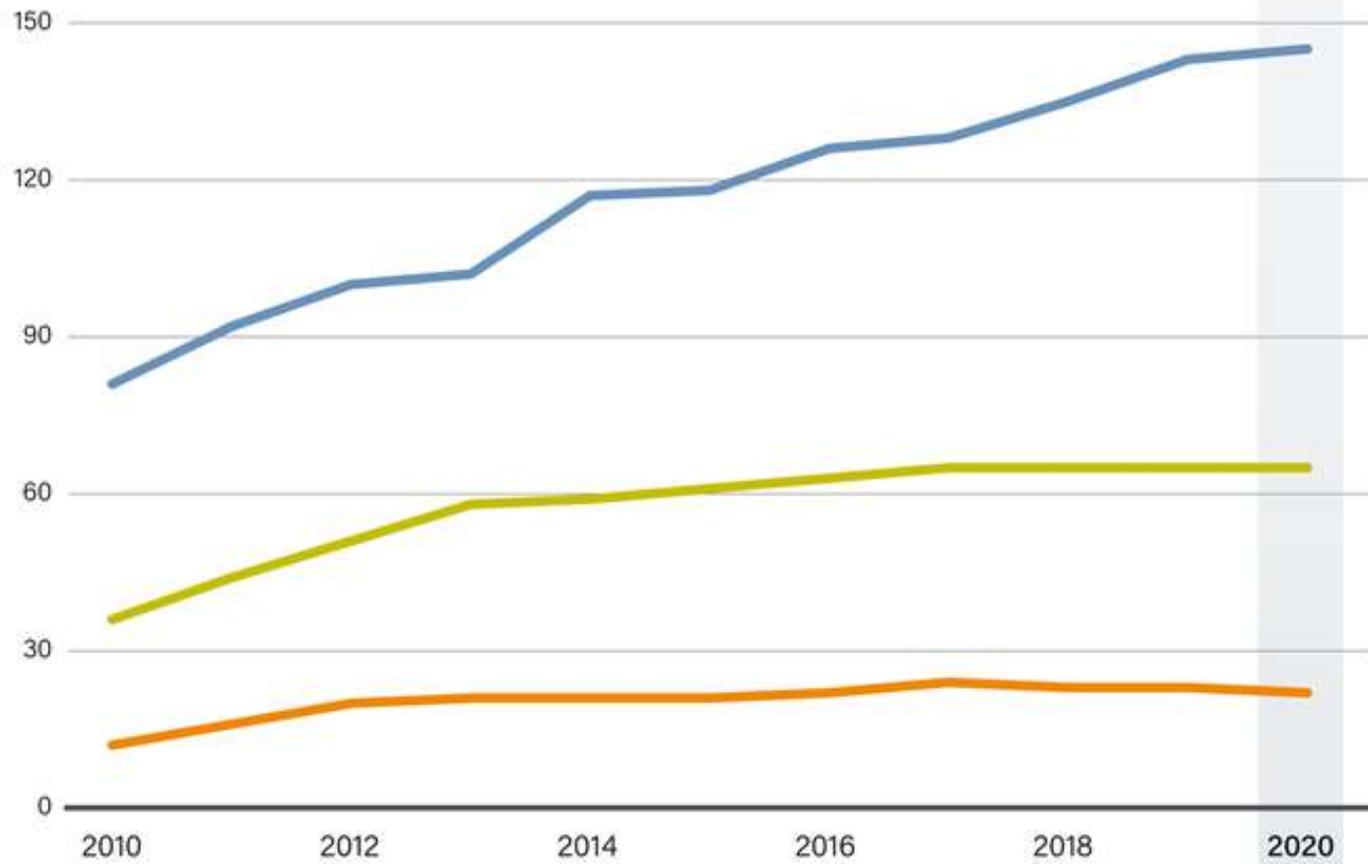


Source: IRENA, 2016; IRENA,



# Evolución histórica de los sistema fotovoltaicos

Number of Countries

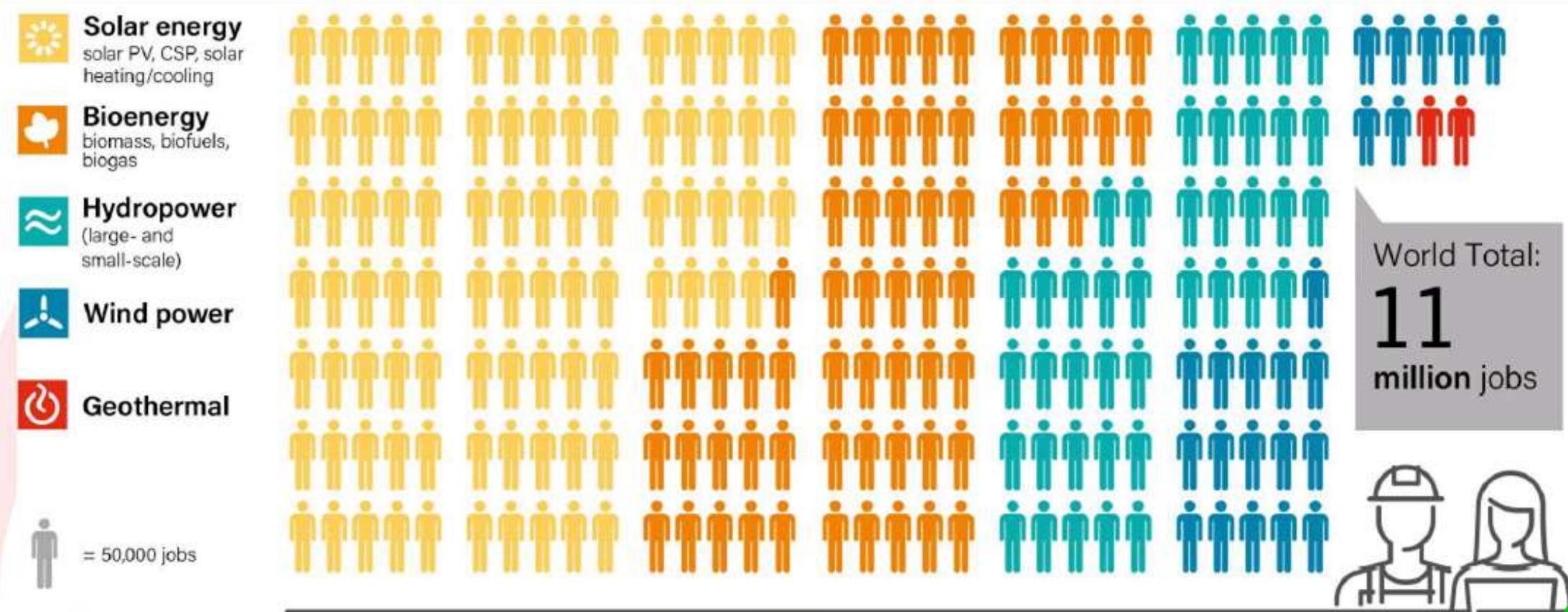


- 145 countries**  
Power regulatory incentives/mandates
- 65 countries**  
Transport regulatory incentives/mandates
- 22 countries**  
Heating and cooling regulatory incentives/mandates

Fuente: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>



# Evolución histórica de los sistema fotovoltaicos



Fuente: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>



# ¿Porqué hacer un análisis financiero?

Todo proyecto consta de 3 etapas básicas de estructuración:

- Pre-inversión
- Inversión
- Operación

Un análisis financiero de un proyecto nos permite establecer la factibilidad del mismo y visualizar la influencia económica a futuro



## Pre-inversión

Etapa de investigación y formulaciones preliminares – estudios de prefactibilidad financiera/técnica/ambiental

## Inversión

Estudios técnicos, financieros, ambientales, jurídicos – inicio de montaje del sistema

## Operación

Administración y mantenimiento del sistema



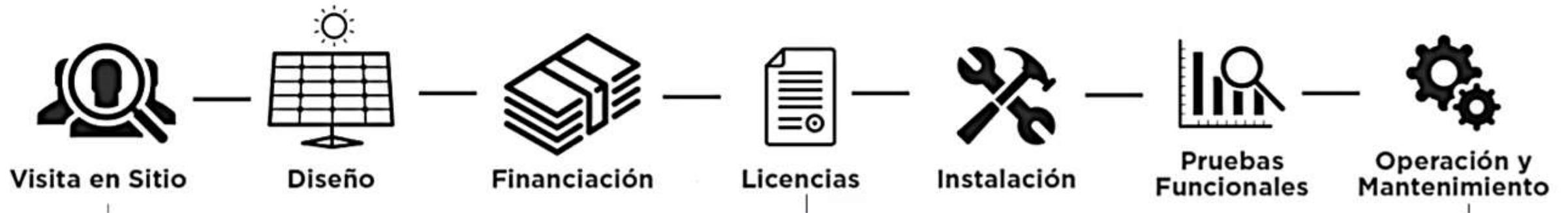
Para poder realizar correctamente un análisis económico de un proyecto fotovoltaico para autoconsumo se deben tener en cuenta algunas variables clave:

- Monto total del proyecto – presupuesto (CAPEX) [USD o COP]
- Costo del kWh [USD o COP]
- Estimado de incremento anual en costo del kWh (%)
- Consumo (factura o cuadro de cargas) [kWh/mes]
- Aplica a beneficios de ley 1715
- Costo de operación y mantenimiento [USD o COP]
- Tipo de inversión (financiada/PPA/inversión propia)
- Monto de cuotas anuales (en caso de ser financiado) [USD o COP]
- Performance Ratio
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Valor actual neto (VAN)
- LCOE (Costo Nivelado de la Energía – Levelized Cost Of Energy)
- Watt Instalado



# Variables en análisis financiero – Presupuesto

---



El presupuesto incluye los gastos incurridos en las etapas de planeación, diseño, instalación y puesta en marcha del sistema solar FV.

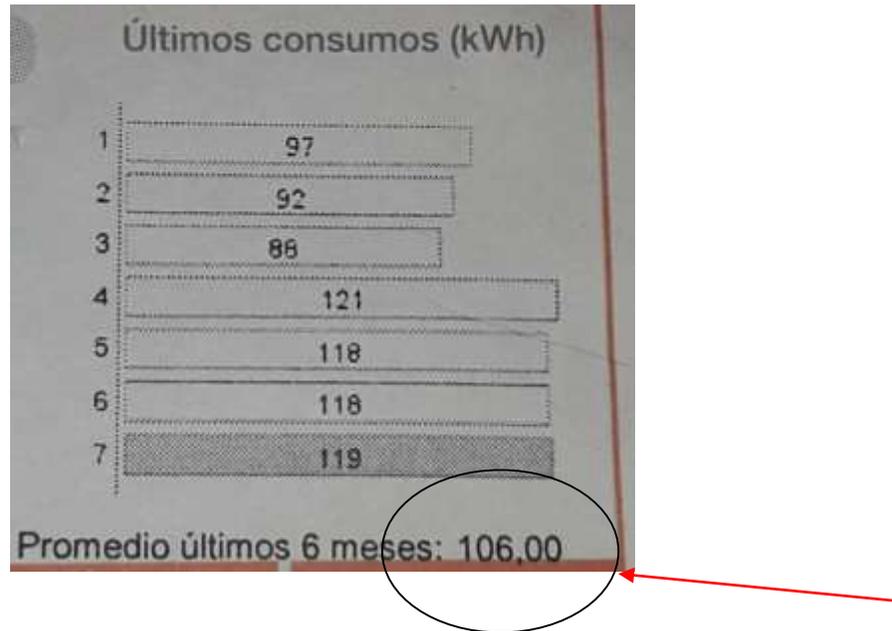


# Variables en análisis financiero – Costo kWh/incremento

TARIFA ENERGÍA ACTIVA Y COSTO UNITARIO	
<b>Tarifa aplicada:</b> 622,64	Generación: 247,04
<b>Consumo subsidiado hasta kWh</b>	Transmisión: 47,93
<b>Tu consumo:</b> 119,00 kWh	Distribución: 231,19
<b>Subsidio:</b> %	Comercialización: 92,90
<b>Tarifa subsidiada (\$/kWh):</b>	Restricciones: 11,91
<b>Vr consumo con subs:</b>	Pérdidas: 49,68
<b>Vr consumo sin subs:</b>	
<b>Contribución:</b> %	
<b>Vr consumo contrib.:</b>	
	<b>Financiación contingencia COVID 19</b>
	Valor financiado: Tar
	Saldo: Pl
	Fecha inicio: C
	Fecha fin: \$

Para determinar un incremento estimado se sugiere tomar un histórico anual de las tarifas aplicadas, en caso de no tener, se puede establecer como un 5% de incremento anual.





Se recomienda tener un histórico que cubra todo un año de consumos mensuales, para así evaluar la curva de generación de los paneles con la de consumo eléctrico y determinar el porcentaje de cobertura basándose en todo un año.

En caso de no tener la información anual, se toman los promedios establecidos en la factura.

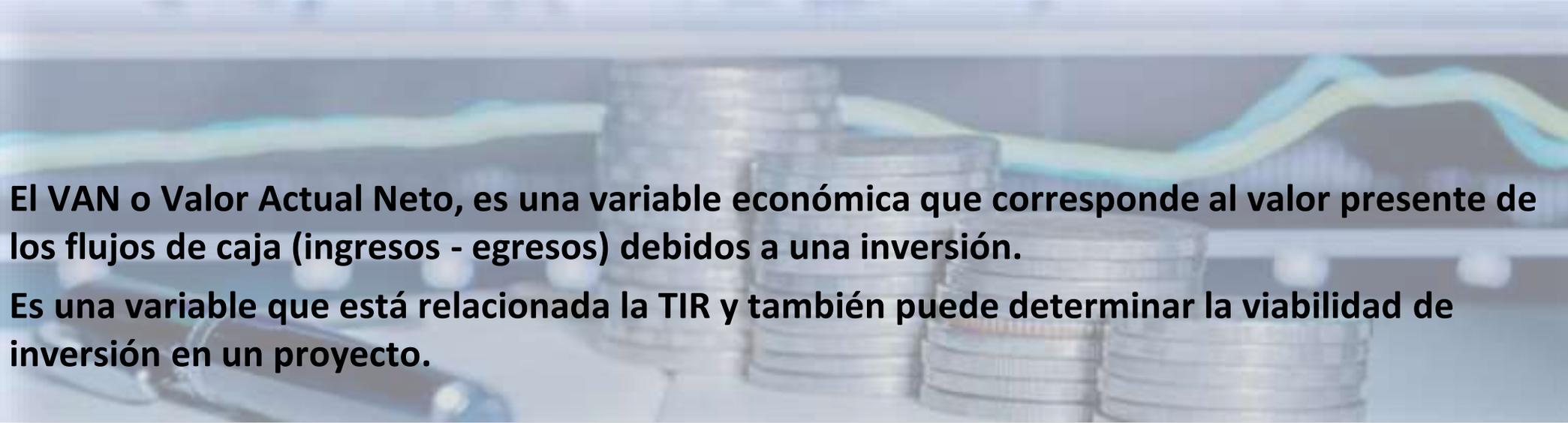
En caso de no tener un consumo definido, se puede realizar un estimado con un cuadro de cargas, esto determina un consumo constante a lo largo del año, por lo que la curva de generación va a variar alrededor de la de consumo dependiendo de los niveles de radiación.

TIR o Tasa Interna de Retorno, es una variable económica que representa los rendimientos futuros de una inversión.

Se utiliza como indicador de rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Es un recurso usado como criterio de decisión respecto a una inversión.



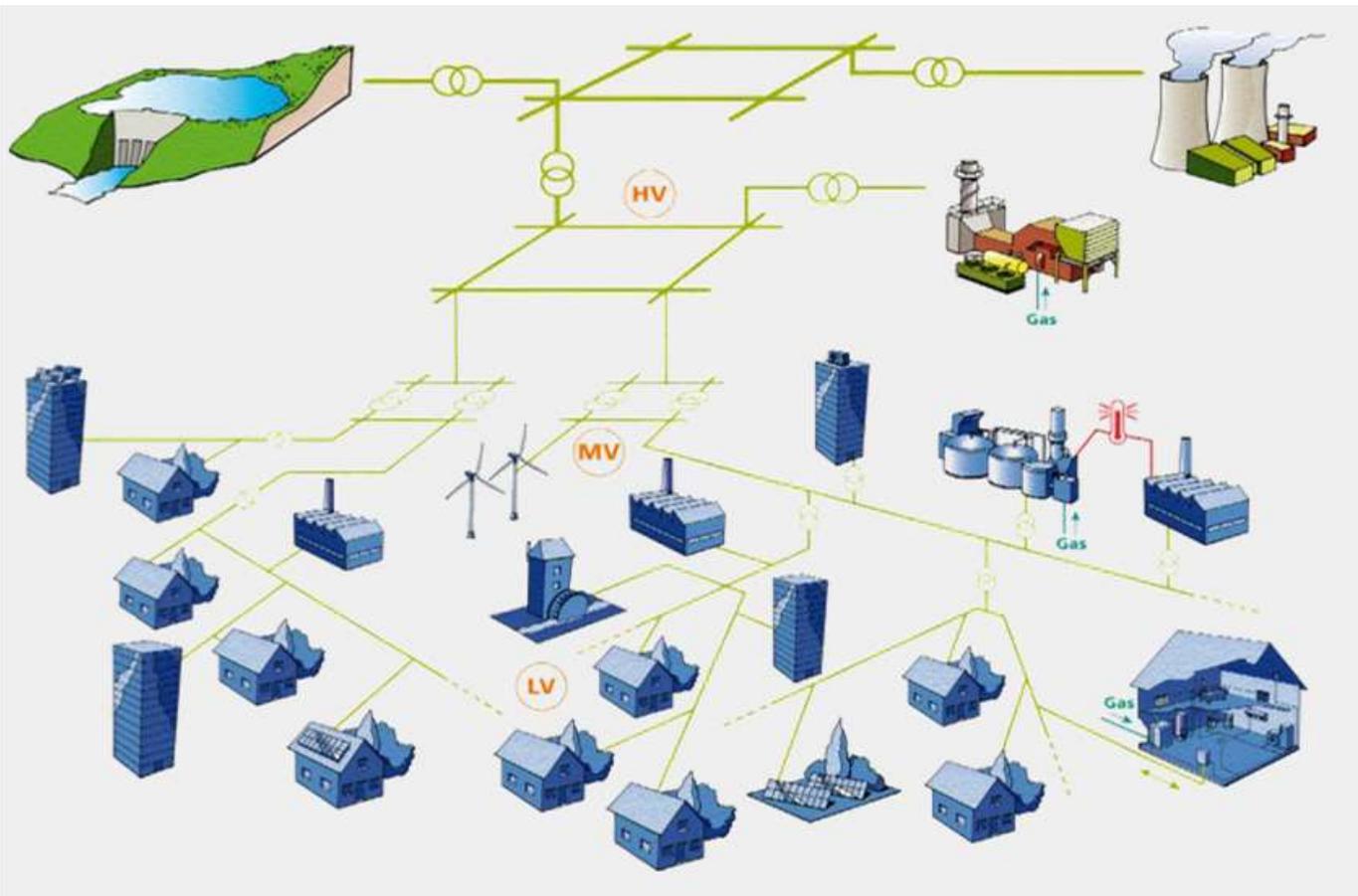


El VAN o Valor Actual Neto, es una variable económica que corresponde al valor presente de los flujos de caja (ingresos - egresos) debidos a una inversión.

Es una variable que está relacionada la TIR y también puede determinar la viabilidad de inversión en un proyecto.

- Si  $VAN > 0$  : la inversión produce ganancias por encima de la rentabilidad mínima exigida  $\Rightarrow$  el proyecto puede ser viable
- Si  $VAN < 0$  : la inversión produce pérdidas por debajo de la rentabilidad mínima exigida  $\Rightarrow$  el proyecto no es viable
- Si  $VAN = 0$  : la inversión no produce ni pérdidas ni ganancias  $\Rightarrow$  criterio no determinante en la viabilidad de un proyecto

# Variables en análisis financiero – Costo de la energía



Determinar el costo de la energía no es una tarea sencilla, pues hay muchos factores que se tienen que tomar en cuenta, por lo que no hay forma de establecer un costo único. Los factores más influyentes son:

- ❖ Tipo de transformación de la energía primaria
- ❖ Costo de construcción de la planta generadora
- ❖ Potencia instalada
- ❖ Costo de producción de energía
- ❖ Costo de operación de la planta generadora
- ❖ Vida útil de la planta generadora
- ❖ Pérdidas de producción
- ❖ Costo asociado a la polución emitida (generada)
- ❖ Costo asociado al riesgo de accidente
- ❖ Costo de transporte de la energía
- ❖ Costo de impacto ambiental y social
- ❖ Costo de disponibilidad futura

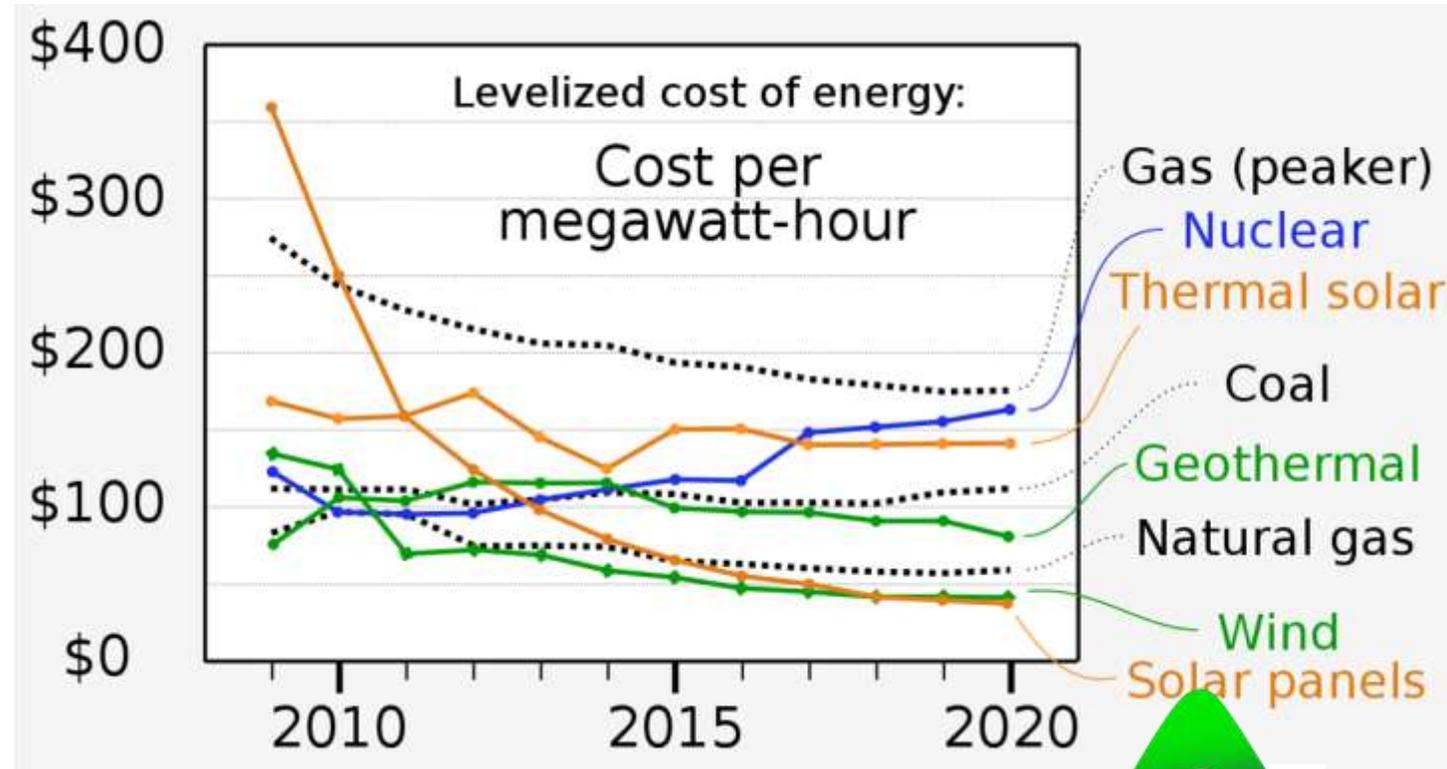


## Variables en análisis financiero – Costo nivelado de la energía

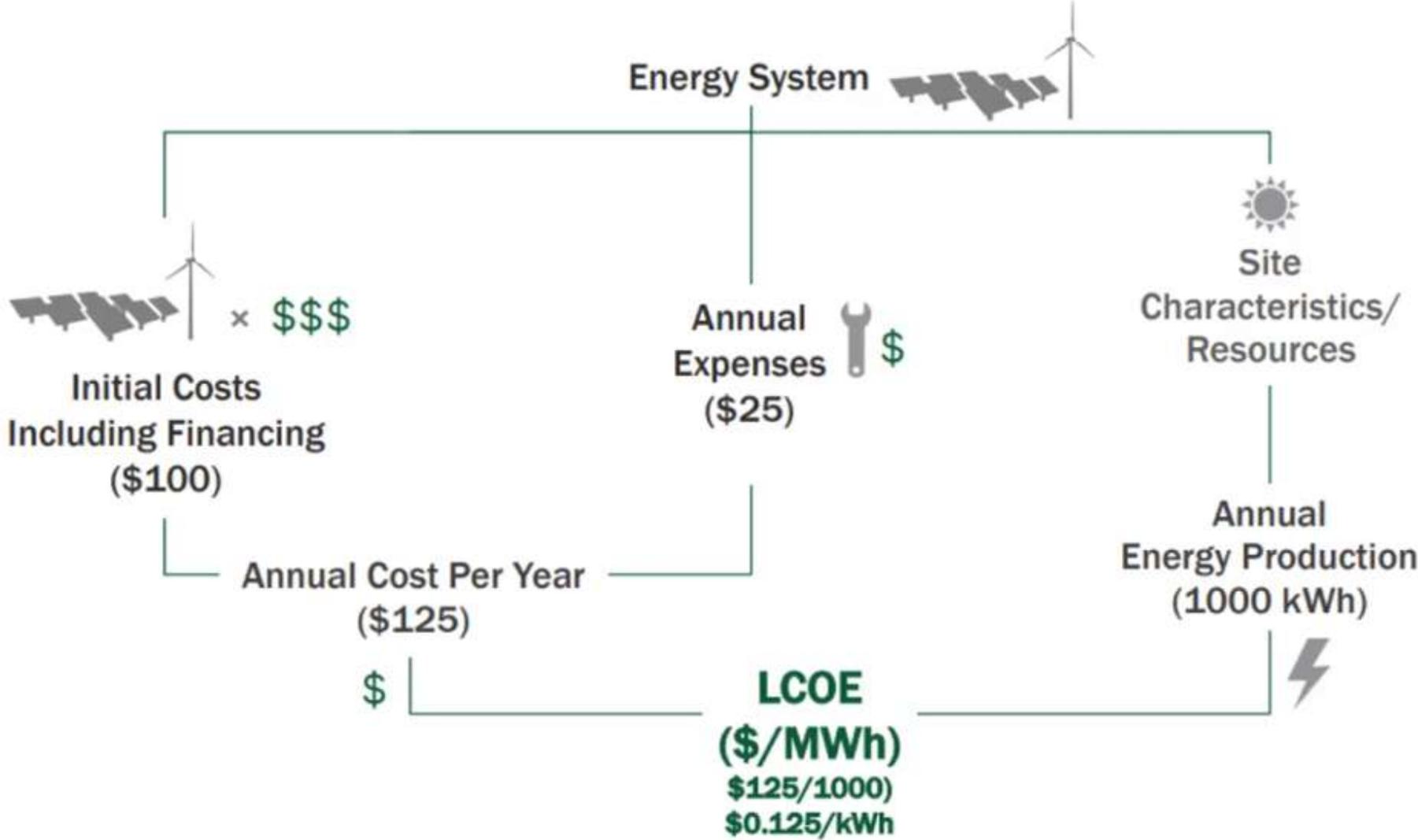
El LCOE (costo nivelado de la energía) es una medida del promedio del costo actual de la generación de electricidad a lo largo de toda su vida útil.

Permite ver la relación entre los costos netos durante el ciclo de vida y la generación durante el mismo.

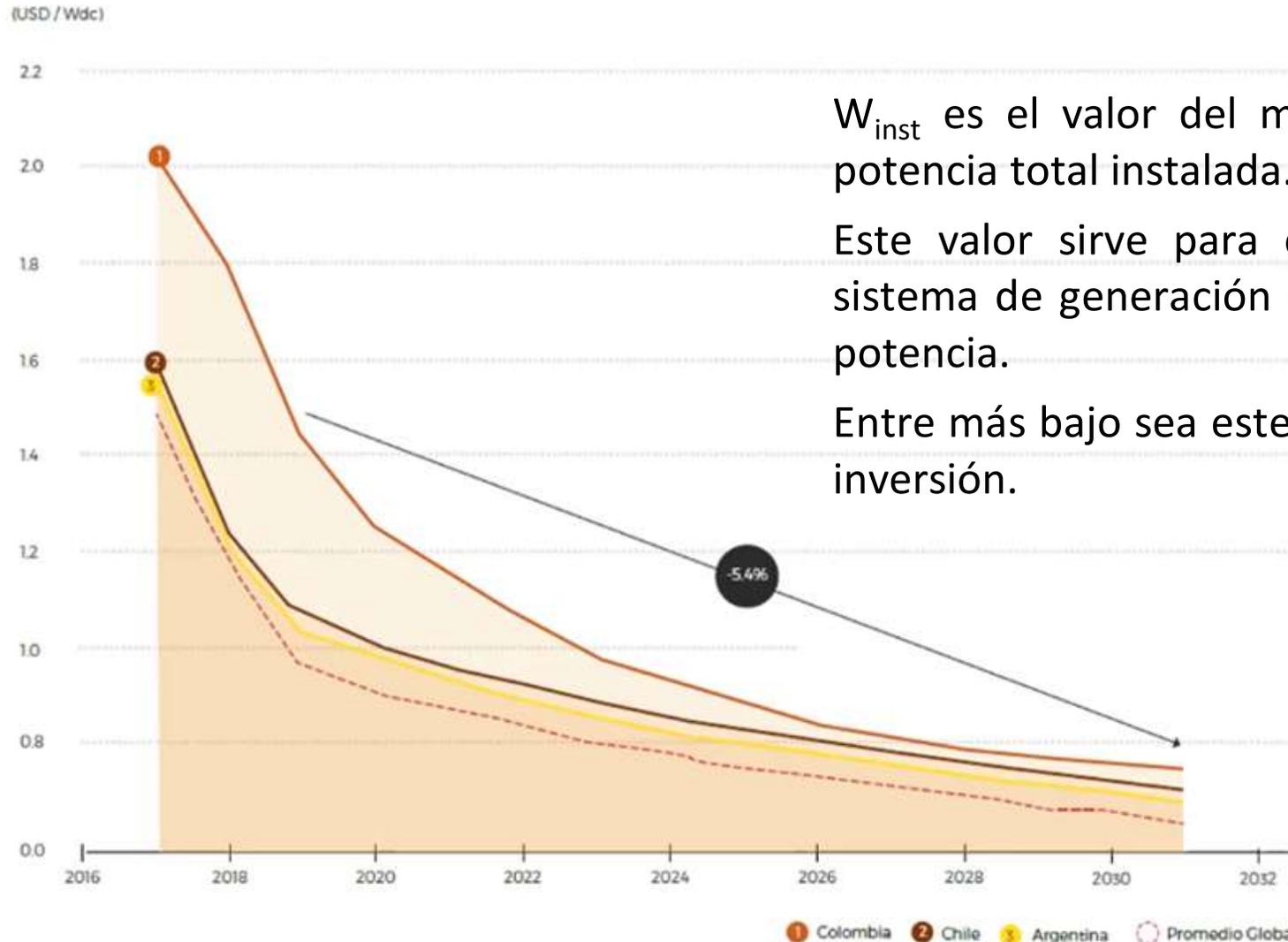
Esta variable permite comparar los diferentes tipos de tecnologías de generación (Solar, Eólica, Hidroeléctrica, Combustión...) y hace parte de los factores determinantes en la viabilidad de un proyecto energético.



# LCOE – Costo nivelado de la energía



# Variables en análisis financiero – Watt instalado



$W_{inst}$  es el valor del monto total del proyecto respecto a la potencia total instalada.

Este valor sirve para comparar el valor normalizado de un sistema de generación con otros, sin importar la diferencia de potencia.

Entre más bajo sea este valor, más atractivo se vuelve para una inversión.



# ¿Qué es el retorno de inversión?



El retorno de inversión o ROI (Return Of Investment) expresa la relación entre el monto invertido y el beneficio obtenido con dicha inversión.

Es un dato financiero y puede ser expresado en años o en porcentaje.

En proyectos fotovoltaicos se contabiliza en años, una vez superados, el ahorro es directo, por lo tanto la ganancia se representa como un ahorro.



Las ganancias también pueden verse reflejadas por la inyección de energía no usada directamente por el usuario y contabilizada por el Operador de Red (OR) para ser devuelta al usuario (por medio del pago de un impuesto porcentual del costo del kWh por hacer uso de la red).

Las ganancias también se pueden obtener por medio de la venta de la energía sobrante (no utilizada por el usuario) en pequeñas cantidades a un comercializador de energía.

Esto es posible gracias a la Ley 1715 de 2014 y a la resolución 030 de 2018 de la CREG principalmente.



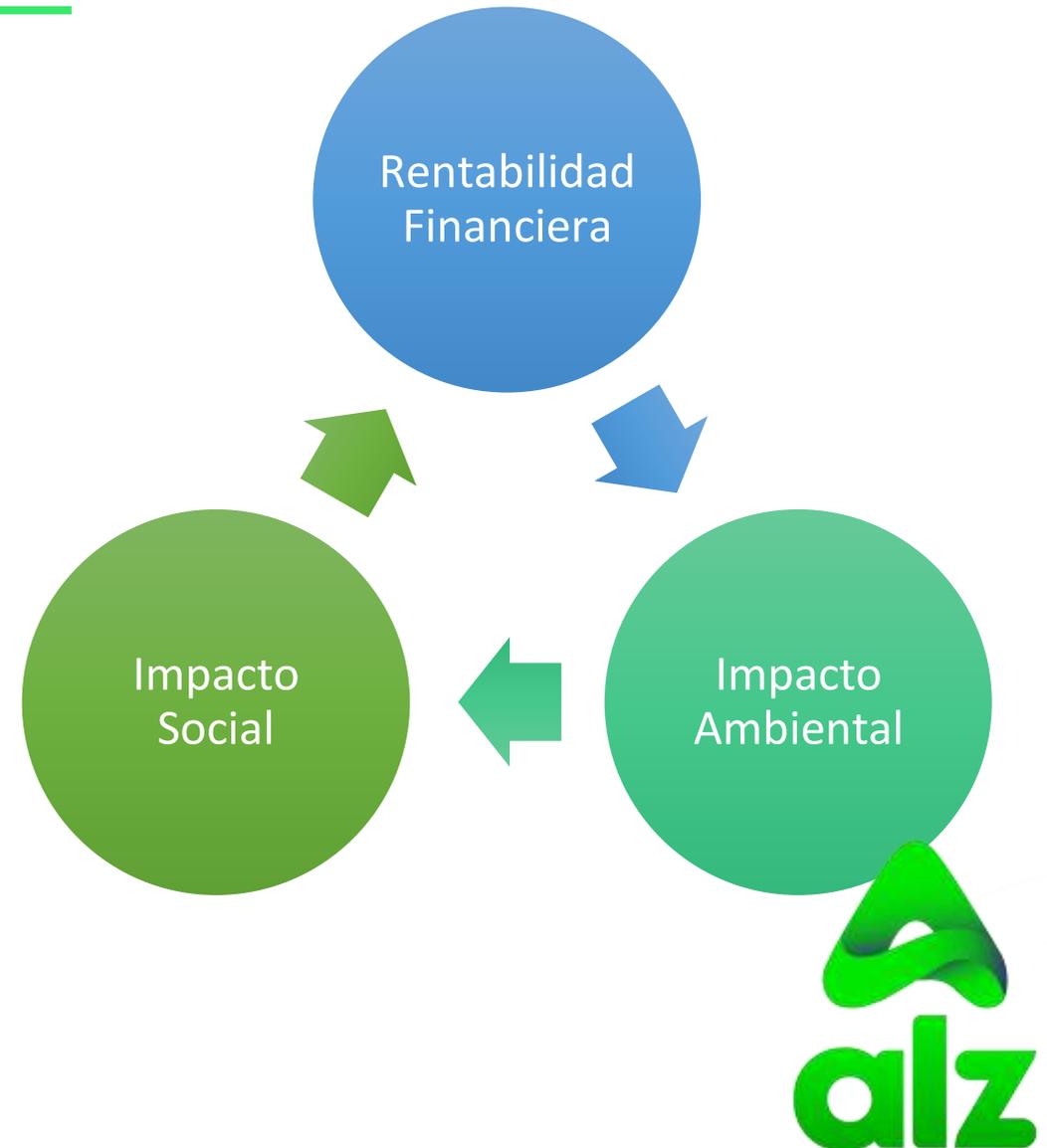
# Rentabilidad en un proyecto FV

Se busca que el proyecto genere algún tipo de ganancia.

Esto se mide a lo largo del ciclo de vida de cada proyecto.

El LCOE (costo nivelado de la energía) permite ver la relación entre los costos netos durante el ciclo de vida y la generación durante el mismo.

En general, un proyecto de generación busca encontrar un equilibrio entre la rentabilidad, el impacto ambiental y el impacto social a lo largo de la vida útil.



# Rentabilidad en un proyecto FV – Esquema factibilidad



**PRÉSTAMO**



**PPA**

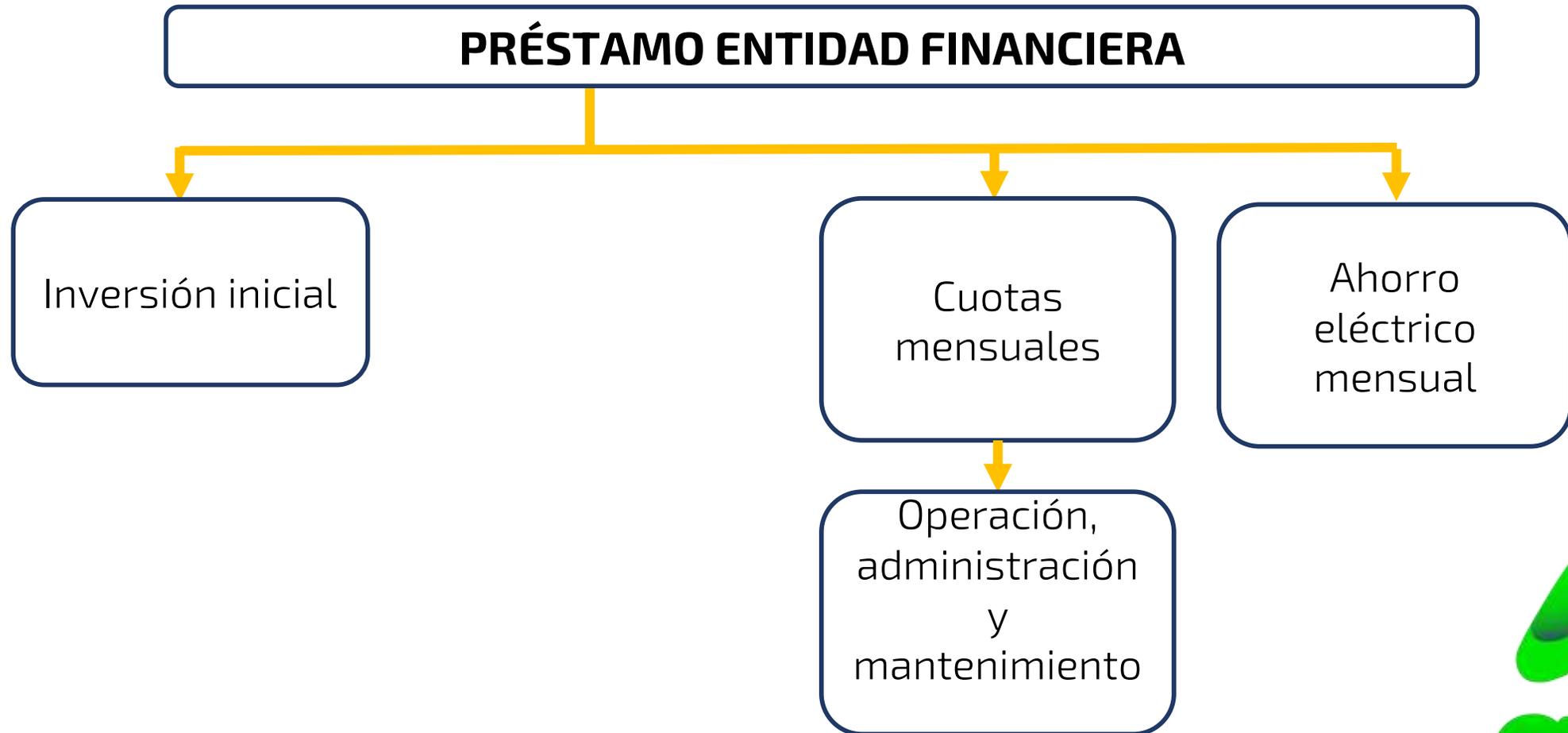


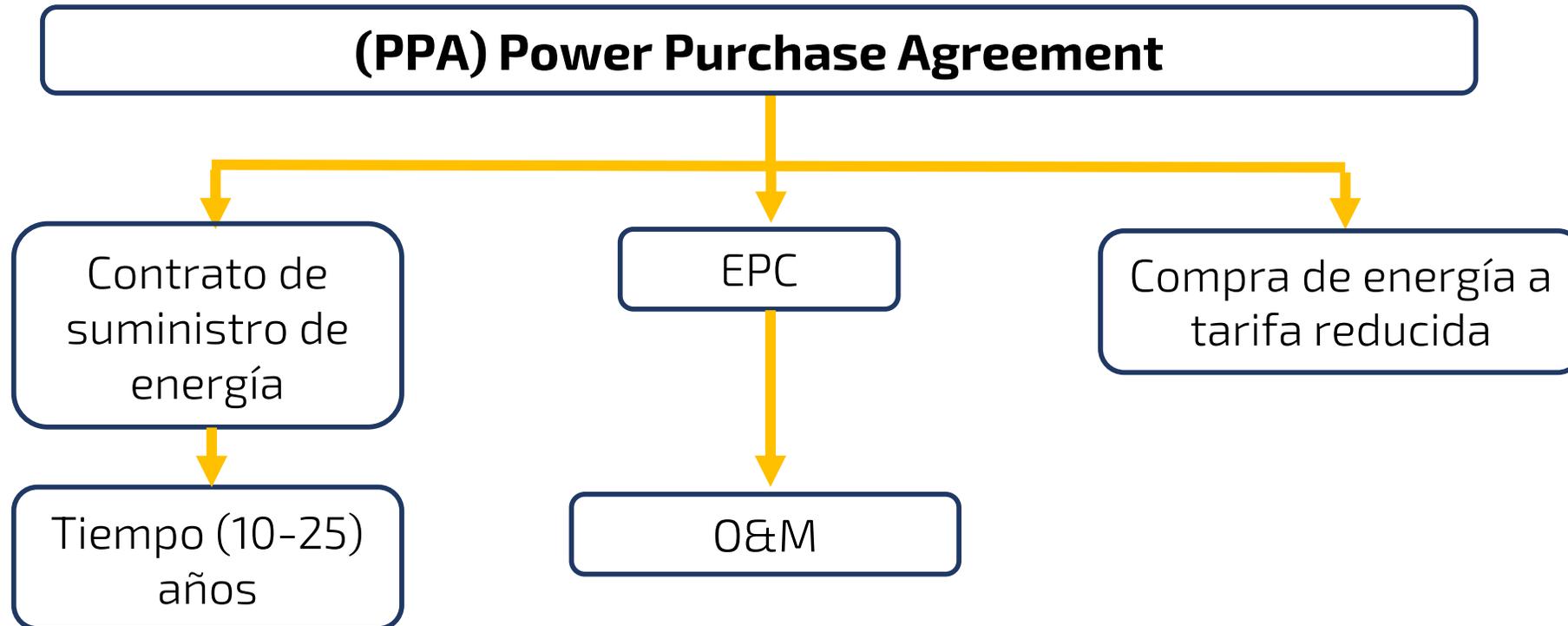
**LEASING  
RENTING**

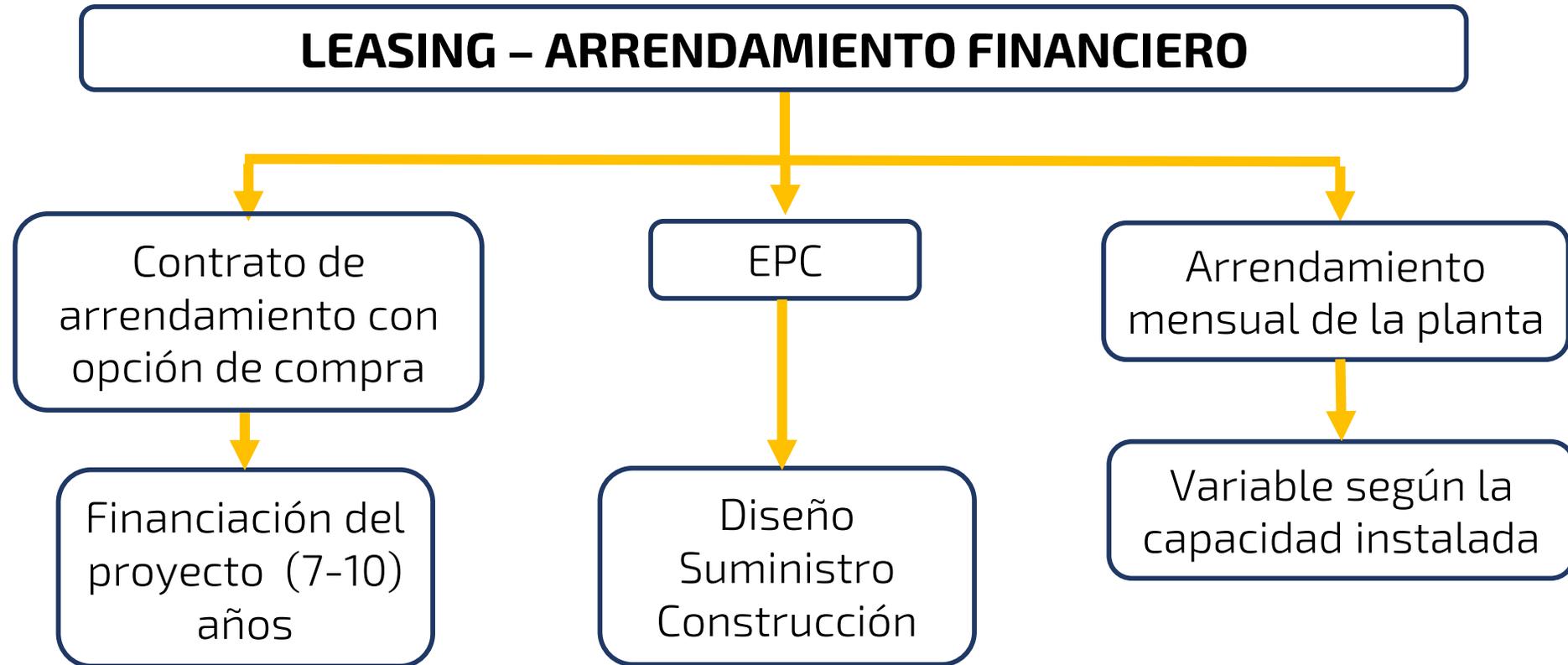


**INVERSIÓN PROPIA**

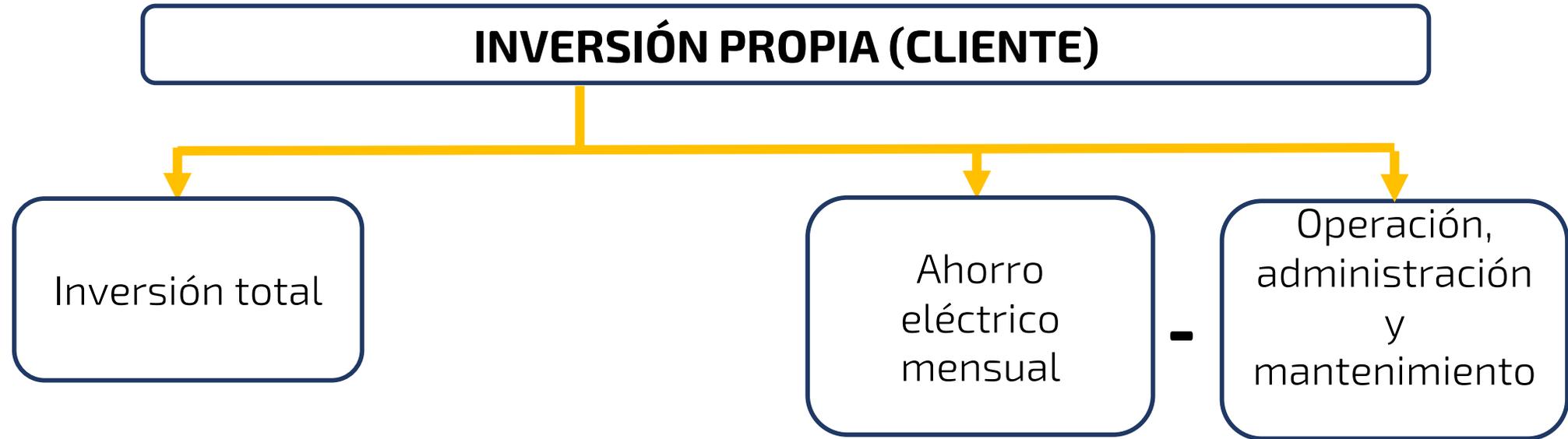








# Modelos de financiamiento



# Comercialización de la energía



Para un autogenerador que desee vender los excedentes de energía al sistema siempre habrá un comprador por defecto, y se pagará bajo dos (2) alternativas:

- Intercambio: cuando la cantidad de energía que se autogenera, como excedente (no consumida directamente), en un periodo es menor o igual a la cantidad de energía que se recibió de la red. En este caso se intercambia la energía excedente con la recibida de la red y se paga al prestador del servicio un pequeño porcentaje por uso de la red ( $\pm 10\%$  costo kWh).
- Venta: cuando los excedentes son mayores a los consumos de la red, estos serán vendidos alrededor del 40% del costo del kWh consumido. Esto aparecerá como un saldo a favor en la cuenta del usuario



# Comercialización de la energía – ejemplo

Consumo total residencial: 270 kWh/mes

Costo kWh: \$ 635,15 (COP) /kWh

Costo uso de red (10%): \$ 63,52 (COP) /kWh

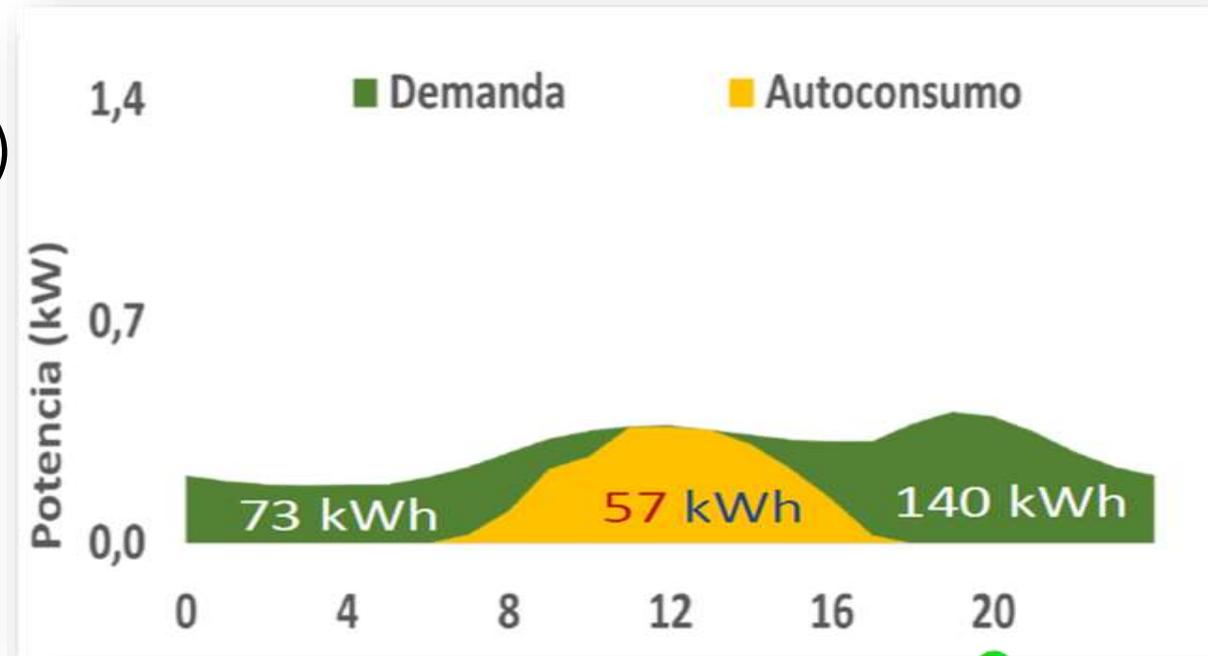
Precio venta excedentes (40%): \$ 254,06 (COP) /kWh

Pago consumo red (sin paneles): \$ 171.490,50

Pago consumo red: **\$ 135.286,95**

Ahorro autoconsumo: **\$ 36.203,55**

En este caso no hay venta ni intercambio de energía, ya que no existen excedentes, el autoconsumo es directo por parte del usuario.

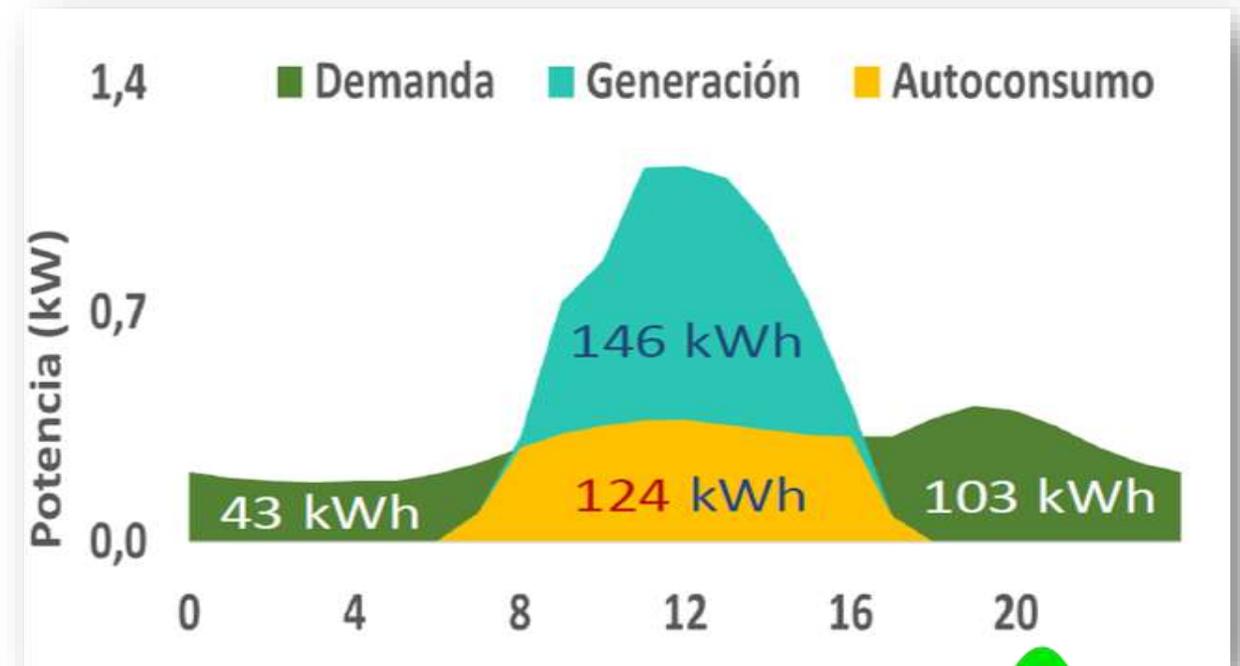


# Comercialización de la energía – ejemplo

Consumo total residencial: 270 kWh/mes  
Costo kWh: \$ 635,15 (COP) /kWh  
Costo uso de red (10%): \$ 63,52 (COP) /kWh  
Precio venta excedentes (40%): \$ 254,06 (COP) /kWh

Pago consumo red: **\$ 109.880,95**  
Ahorro autoconsumo: **\$ 78.758,60**  
Pago por intercambio: **\$ 9.273,92**

Pago final: **\$ 9.273,92**

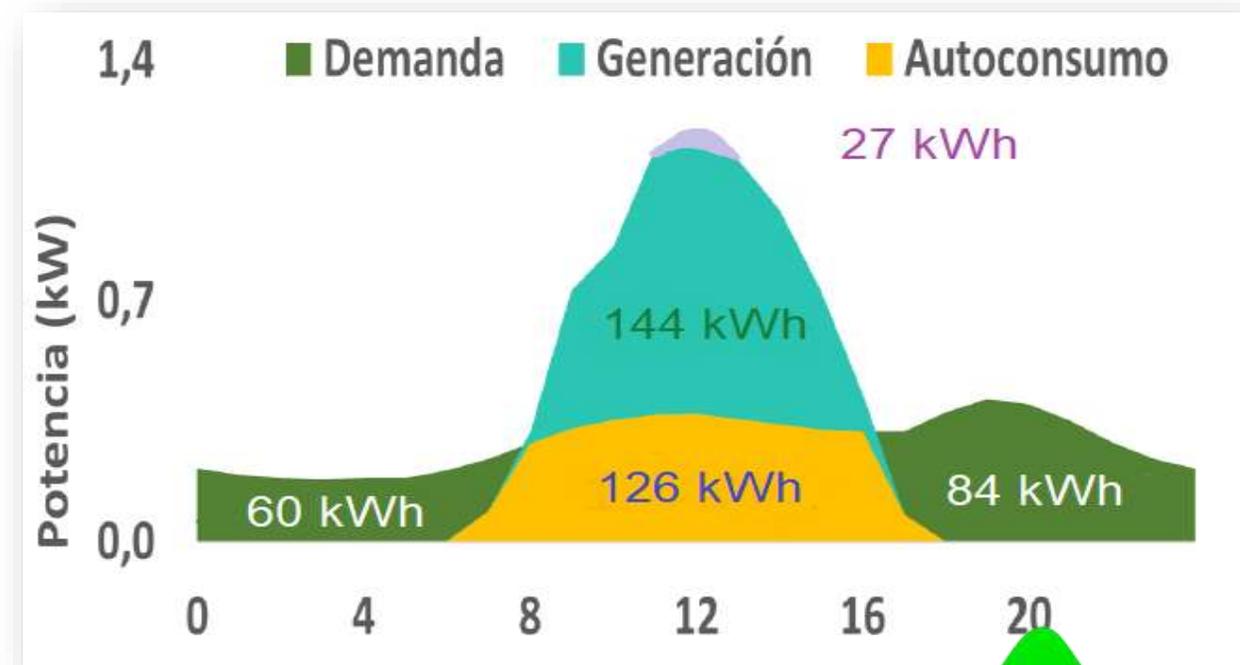


# Comercialización de la energía – ejemplo

Consumo total residencial: 270 kWh/mes  
Costo kWh: \$ 635,15 (COP) /kWh  
Costo uso de red (10%): \$ 63,52 (COP) /kWh  
Precio venta excedentes (40%): \$ 254,06 (COP) /kWh

Pago consumo red: **\$ 91.461,60**  
Ahorro autoconsumo: **\$ 80.028,90**  
Pago por intercambio: **\$ 9.146,88**  
Venta sobrante: **\$ 6.859,62**

Pago final: **\$ 2.287,26**

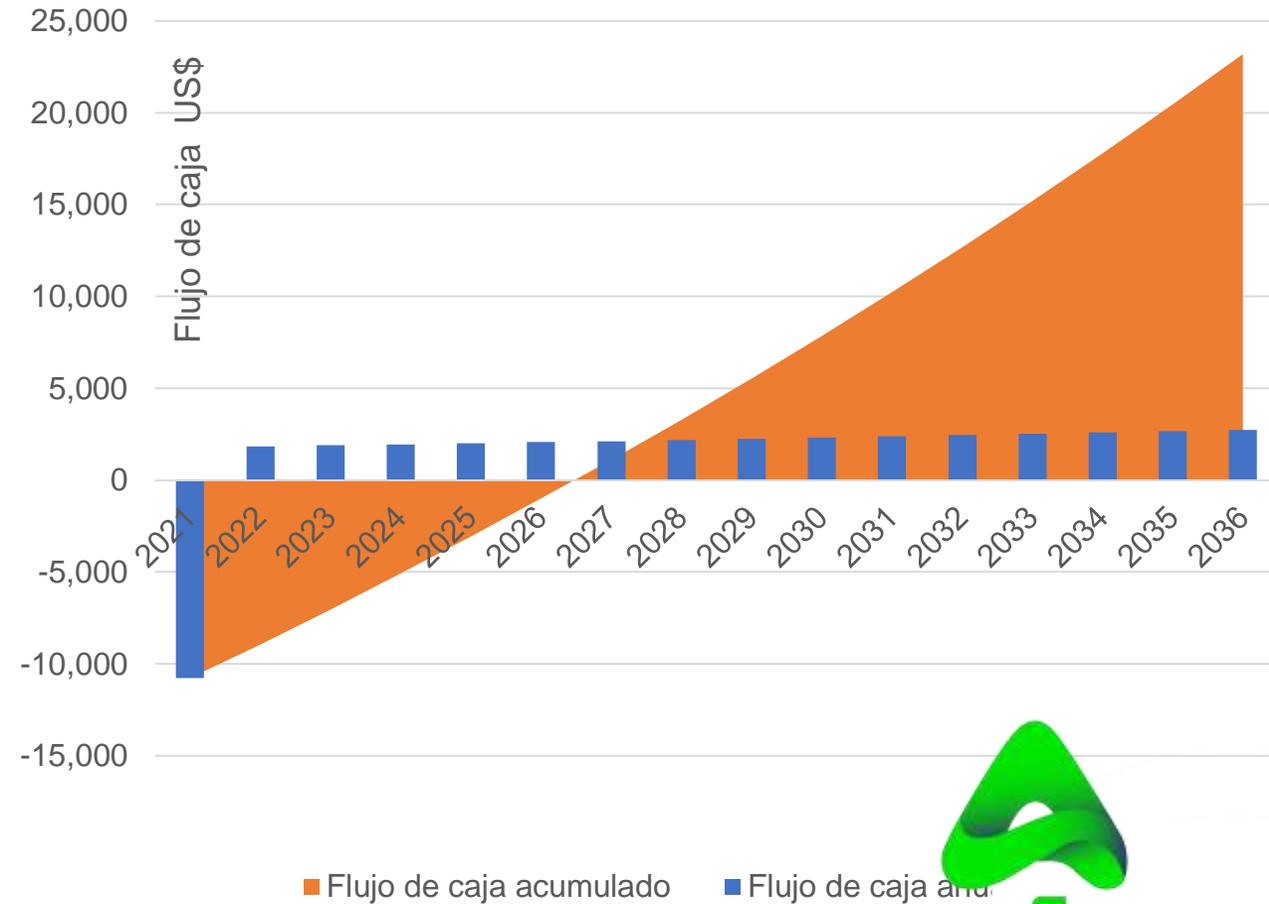




# Retorno de inversión en proyecto conectado a la red

Una estimación general con modelo de inversión propia (o préstamo financiero) se toma la inversión total (CAPEX) a invertir entre los ahorros durante la “vida útil” (25 años), estimando la generación de la planta en ese lapso de tiempo.

Un estimado general de retorno con los incentivos tributarios sería entre 2 y 6 años de retorno, dependiendo del tamaño y tipo del sistema.



Información mínima para comenzar un análisis financiero:

- ✓ Conocer la energía [kWh] facturada.
- ✓ Periodo de “vida útil” – 25 años.
- ✓ Establecer el costo del kWh del operador de red y su aumento anual.
- ✓ Identificar el consumo y es considerar su aumento anual – 1%.
- ✓ Estimar producción anual en kWh de la planta FV y considerar su degradación anual – 0.6%.

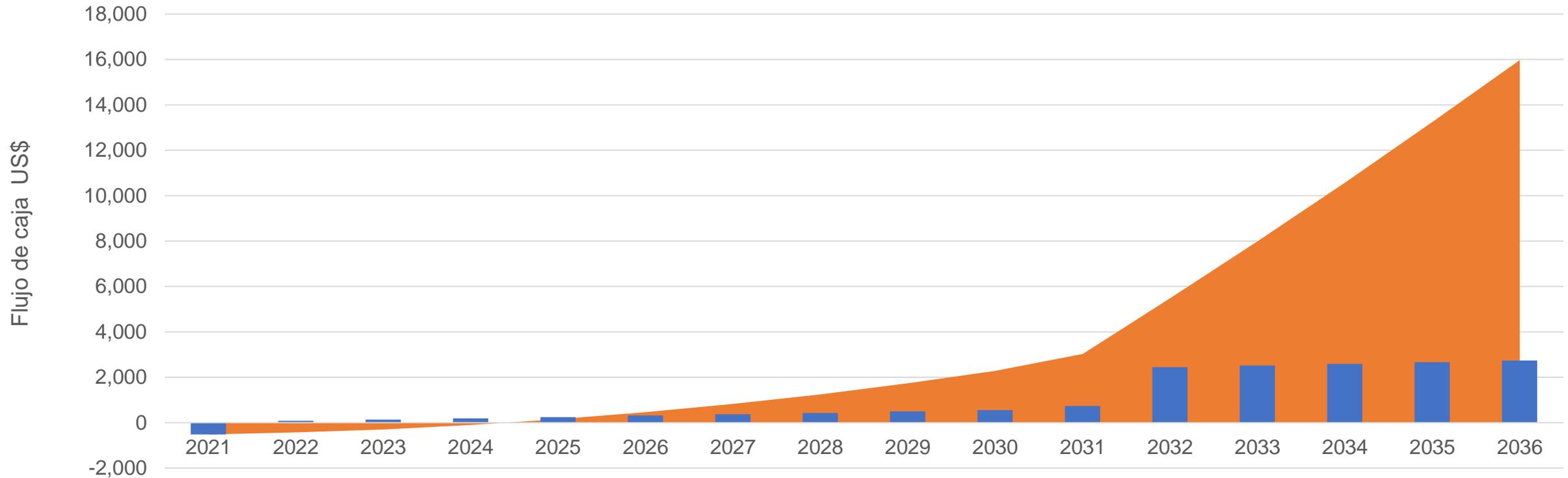
1. Se realiza una proyección a 25 años de la energía generada y de la energía consumida de la red por el usuario.
2. Se determina el monto a pagar por el uso de la red.
3. Se determina el ahorro año a año y en caso de haber venta de energía se establece este parámetro.
4. Se pone el costo de inversión del sistema (inversión propia o préstamo) y se determina el flujo de caja anual.



Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
<b>Producción y consumo</b>											
Producción anual FV (kWh)		12 130	12 057	11 985	11 913	11 841	11 770	11 700	11 630	11 560	11 490
Consumo Anual Red Fijo (kWh)		12 206	12 328	12 451	12 576	12 702	12 829	12 957	13 086	13 217	13 350
Reconocimiento		12 130	12 057	11 985	11 913	11 841	11 770	11 700	11 630	11 560	11 490
<b>Precios (\$/kWh)</b>											
Precio del kWh generado	0.172	0.172	0.178	0.184	0.191	0.197	0.204	0.212	0.219	0.227	0.235
<b>Precio del kWh de la red (USD)</b>	0.172	0.172	0.178	0.184	0.191	0.197	0.204	0.212	0.219	0.227	0.235
<b>Precio del kW de la red (potencia USD)</b>	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LCOE de la red		2 087	2 075	2 134	2 196	2 259	2 324	2 391	2 460	2 531	2 604
<b>Flujo de fondos (\$)</b>											
<b>Ingresos</b>											
Ahorro autoconsumo (USD)		2 087	2 147	2 209	2 273	2 338	2 406	2 475	2 546	2 619	2 695
Otros cargos variables (potencia kW)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Electricidad vendida a la red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>2 087</b>	<b>2 147</b>	<b>2 209</b>	<b>2 273</b>	<b>2 338</b>	<b>2 406</b>	<b>2 475</b>	<b>2 546</b>	<b>2 619</b>	<b>2 695</b>
<b>Gastos</b>											
Inversión Inicial	398										
Cargo fijo (Impuestos bomberos y otros)	0.8	1.0	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4
O&M		242.60	249.88	257.37	265.10	273.05	281.24	289.68	298.37	307.32	316.54
Seguros		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>398.66</b>	<b>243.57</b>	<b>250.52</b>	<b>258.01</b>	<b>265.78</b>	<b>273.95</b>	<b>282.07</b>	<b>290.36</b>	<b>298.94</b>	<b>307.76</b>	<b>316.97</b>
<b>Margen Bruto (EBITDA)</b>		1 844	1 897	1 951	2 007	2 064	2 123	2 184	2 247	2 312	2 378
Cuota Anual Pago Prestamo 10 años		1 637	1 637	1 637	1 637	1 637	1 637	1 637	1 637	1 637	1 637
Pago anual Garantía BCIE (10 años)	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16	121.16
Costos Fijos Recibo ICE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Flujo de fondos operaciones</b>	<b>-</b>	<b>121</b>	<b>85</b>	<b>139</b>	<b>193</b>	<b>249</b>	<b>306</b>	<b>365</b>	<b>426</b>	<b>489</b>	<b>553</b>
Valor Residual											
<b>Flujo de Caja Libre (FCF)</b>	<b>-520</b>	<b>85</b>	<b>139</b>	<b>193</b>	<b>249</b>	<b>306</b>	<b>365</b>	<b>426</b>	<b>489</b>	<b>553</b>	<b>741</b>
<b>Acumulado (FCF)</b>	<b>-520</b>	<b>-434</b>	<b>-296</b>	<b>-103</b>	<b>146</b>	<b>452</b>	<b>817</b>	<b>1 244</b>	<b>1 732</b>	<b>2 286</b>	<b>3 027</b>
<b>Resultados (\$)</b>											
<b>Años de retorno</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VAN</b>	<b>-520</b>	<b>78</b>	<b>115</b>	<b>145</b>	<b>170</b>	<b>190</b>	<b>206</b>	<b>219</b>	<b>228</b>	<b>235</b>	<b></b>



# Retorno de inversión en proyecto conectado a la red



**Años de retorno**

**3.41**

**años**

**TIR**

**45.997%**

**VAN**

**6234**

**\$**

■ Flujo de caja acumulado

■ Flujo de caja anual



# Retorno de inversión en proyecto conectado a la red



En el modelo PPA, se realiza un contrato acordado entre 2 partes donde se establece una tarifa diferenciada menor a la del mercado energético, a ser pagada por el cliente durante un tiempo determinado (10 – 25 años).

Usualmente se hacen estos acuerdos entre clientes industriales o comerciales y comercializadores de energía u operadores de red, o entre usuarios de generación distribuida y comercializadores de energía.

Sin embargo ha ido ampliándose como modelo económico para el desarrollo de proyectos con FNCER.

Este ha sido el mecanismo más efectivo para el crecimiento y desarrollo de la energía renovable a nivel mundial en los últimos años.

Esto se debe al aspecto económico, donde logra trasladar el riesgo de la generación y todo lo asociado a la producción de electricidad, a entidades con experiencia en el ámbito energético, permitiendo al usuario final disfrutar de un costo de energía más bajo, con FNCER.



# Retorno de inversión en proyecto conectado a la red

---



En un PPA es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

Compromiso de compra de energía por periodos mayores a 10 años

No se obtienen directamente los incentivos establecidos en la ley 1715

Ventajas del PPA:

- ✓ No requiere inversión inicial
- ✓ Liberación de flujo de caja inmediato
- ✓ No requiere conocimientos de sistemas fotovoltaicos
- ✓ Traslado de riesgos



# Retorno de inversión en proyecto conectado a la red

---



En el modelo leasing tampoco se realiza una inversión inicial, y la entidad oferente del contrato se encarga de todo el diseño, desarrollo, instalación, operación, administración y mantenimiento del sistema fotovoltaico.

El cliente debe pagar la cuota de alquiler de los paneles por el tiempo que dure el contrato, al final del cual se puede tener una opción de compra o de extender el contrato.

También existe la opción de arrendamiento del área disponible para que un ente comercializador de energía pague una cuota de alquiler del área y venda su energía directamente a otro comercializador de energía.

Como no hay inversión inicial, no se habla de retorno de inversión, pero si de rentabilidad a largo plazo (7-10 años).



---

Espacio para preguntas.



# Contamos con el apoyo de:

---



## Síguenos en nuestras redes sociales:

---



Allianzenergy



[allianzenergy.com.co](http://allianzenergy.com.co)



Allianz  
Energy



