

SEMINARIO DE FORMACIÓN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR LÁCTEO

Soluciones en Eficiencia Energética y Renovables.
Financiación, CAEs, PPAs y energía solar en las industrias de
alimentación y bebidas.



Madrid, 23 de abril de 2025

Nos vamos a centrar en dos CAPÍTULOS:



1.1. PREÁMBULO-CONTEXTO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



CARACTERIZACIÓN DEL COSTE DEL CONSUMO ENERGÉTICO / POR LITRO O KG DE PRODUCTO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

LECHE

15-20%

YOGUR

20-25%

QUESO

20-30%

HELADO

25-35%

MEJORA POR APLICACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN
Y MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL CONSUMO; SUPUESTO 20%

LECHE

3-4 %

YOGUR

4-5%

QUESO

4-6%

HELADO

5-7%

MONETIZACIÓN DEL AHORRO POR APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA GENERACIÓN Y MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL CONSUMO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

Ahorro en el consumo
energético

Reducción de las emisiones
de Tn de CO2 equivalentes

Certificados de Ahorro
Energético (CAE)

Mejoras indirectas por ayudas,
aplicación de beneficios y
exenciones fiscales derivadas

Instalaciones FV para autoconsumo:

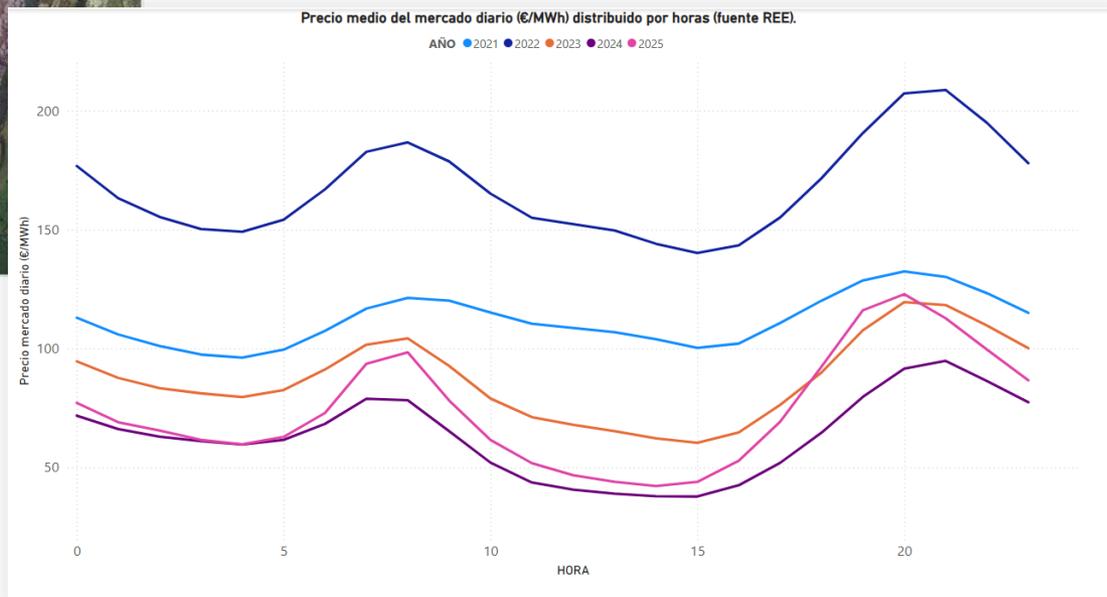
El **precio de la energía** es una de las variables que más afectará a los estudios de rentabilidad. Ha evolucionado en los últimos años debido a la entrada de renovables y a factores geopolíticos.

- Muchos se aprovecharon de esta situación para inflar la rentabilidad en épocas de crisis sin mirar hacia el futuro.
- Un **incorrecto diseño** de estos sistemas implica aumentar las inversiones sin mejorar el ritmo de retorno.

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

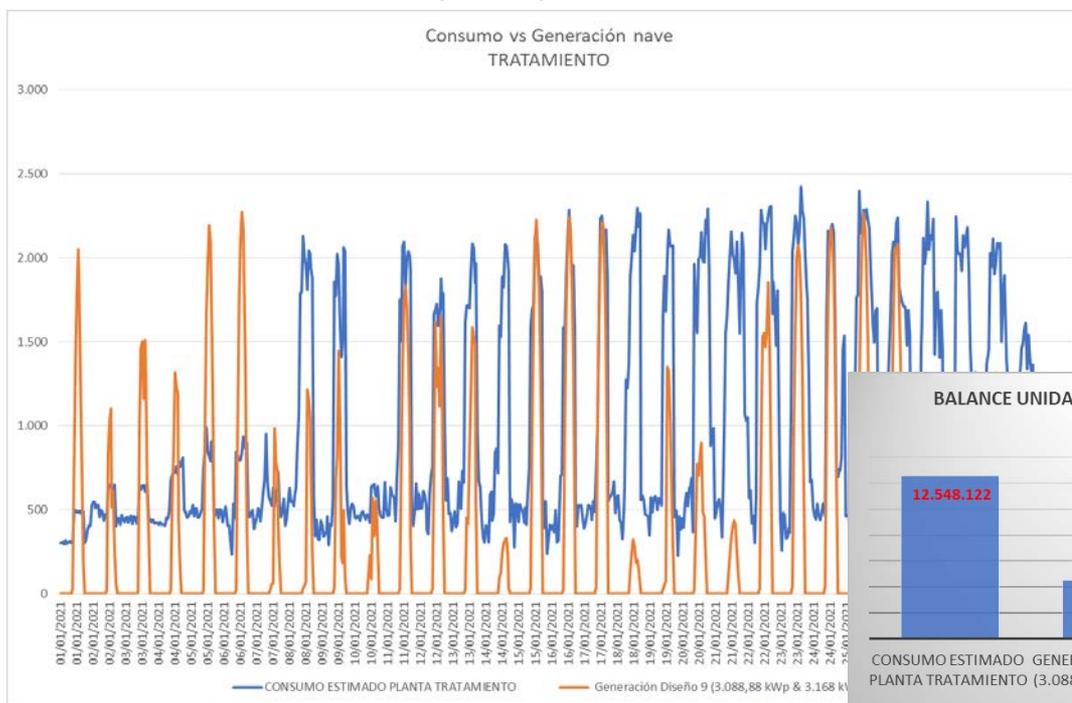
1.3- MAEs



- Ratios de mercado: Entre **0,6 €/Wp** y **1,2 €/Wp**, según sean en suelo, cubierta, inclinada o coplanar.
- Potencias en paneles que ya superan los 600 W pico.

Instalaciones FV para autoconsumo:

- Para maximizar la rentabilidad de las instalaciones de autoconsumo debemos adaptar la generación a nuestra demanda y evitar al máximo la producción de excedentes.
- Simulación curva de carga vs generación esperada (PVSYST)



Salvo excepciones puntuales, la mayoría de las ISFV de autoconsumo tendrán excedentes.



Los periodos de retorno suelen estar **entre los 6 y los 10 años**, según el perfil de consumo. Los sistemas con almacenamiento son el foco de atención tecnológica.

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

1.2.2. EERR / SOLAR TÉRMICA

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAES



CONCEPTO Y APLICACIONES INDUSTRIALES

La energía solar térmica es una forma de energía renovable que utiliza la radiación solar para generar calor.

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

CALENTAMIENTO DE AGUA

- Limpieza
- Tratamiento de Materiales
- **Generación de Vapor**

SECADO DE PRODUCTOS

- Alimentos
- Textiles
- Madera
- ...

GENERACIÓN DE VAPOR

- Producción eléctrica
- Propulsión de máquinas

REFRIGERACIÓN

- Conservación alimentos
- Refrigeración máquinas

RANGOS DE TEMPERATURA REQUERIDOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Estimaciones de rangos de T^a de procesos generales (Fuente: I.D.A.E.)

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

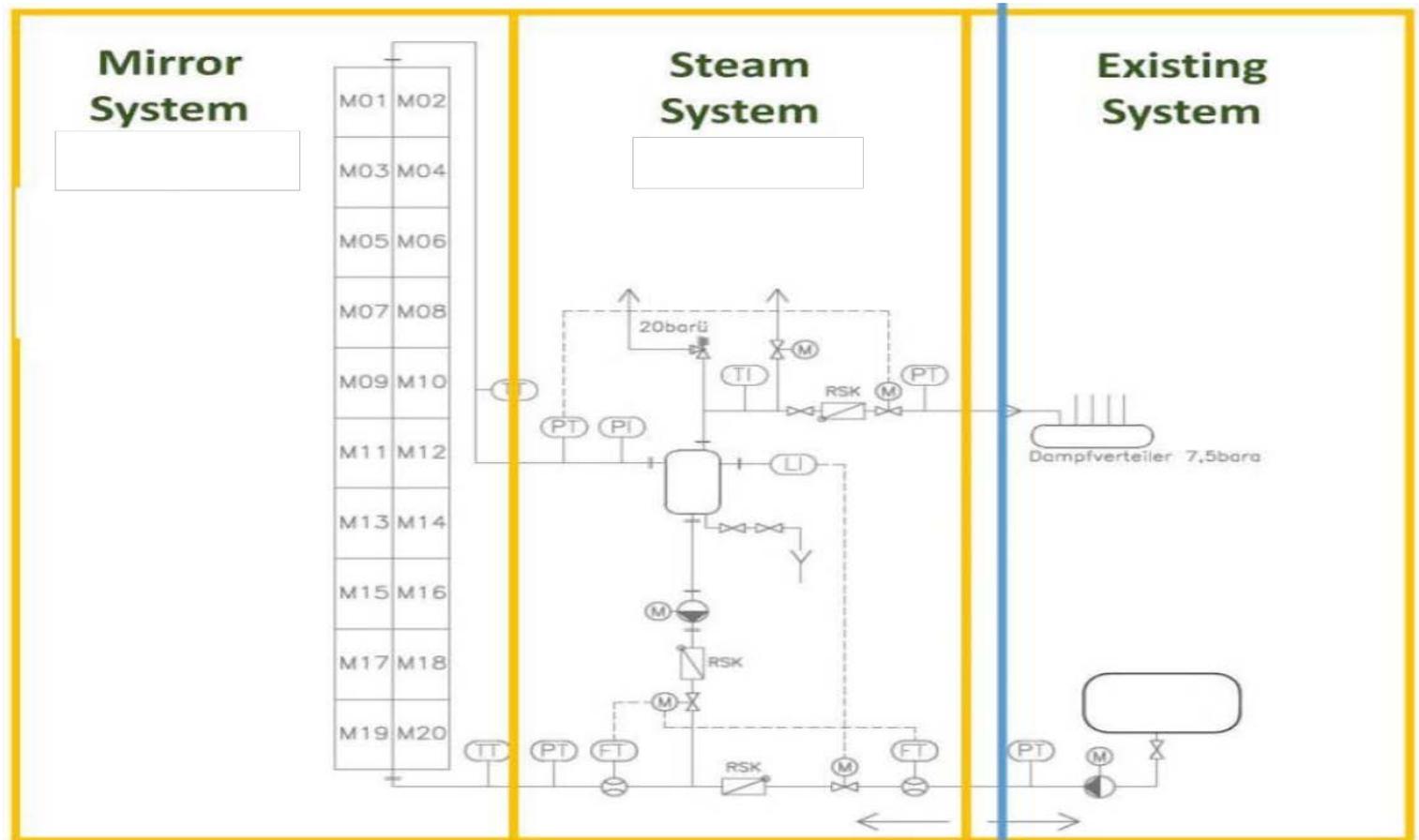
Sector Industrial	Operación	Rango de Temperatura (°C)
Alimentario	Secado	30-90
	Lavado	60-90
	Pasteurización	60-80
	Ebullición	96-105
	Esterilización	110-120
	Tratamiento de Calor	40-60
	Refrigeración térmica	55-180
	Fritura Industrial	170-240
Bebidas	Lavado	60-80
	Esterilización	60-90
	Refrigeración térmica	55-180
	Pasteurización	60-70

ESQUEMA DE INSTALACIÓN - PRODUCCIÓN DE VAPOR

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



ESQUEMA DE INSTALACIÓN - FUNCIONAMIENTO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

Campo de paneles solares

- La instalación solar concentra energía para llevar el agua a t^a de saturación (mezcla de agua saturada y vapor) cuya t^o y presión coinciden con las requeridas en el circuito de vapor existente.

Tanque de vapor

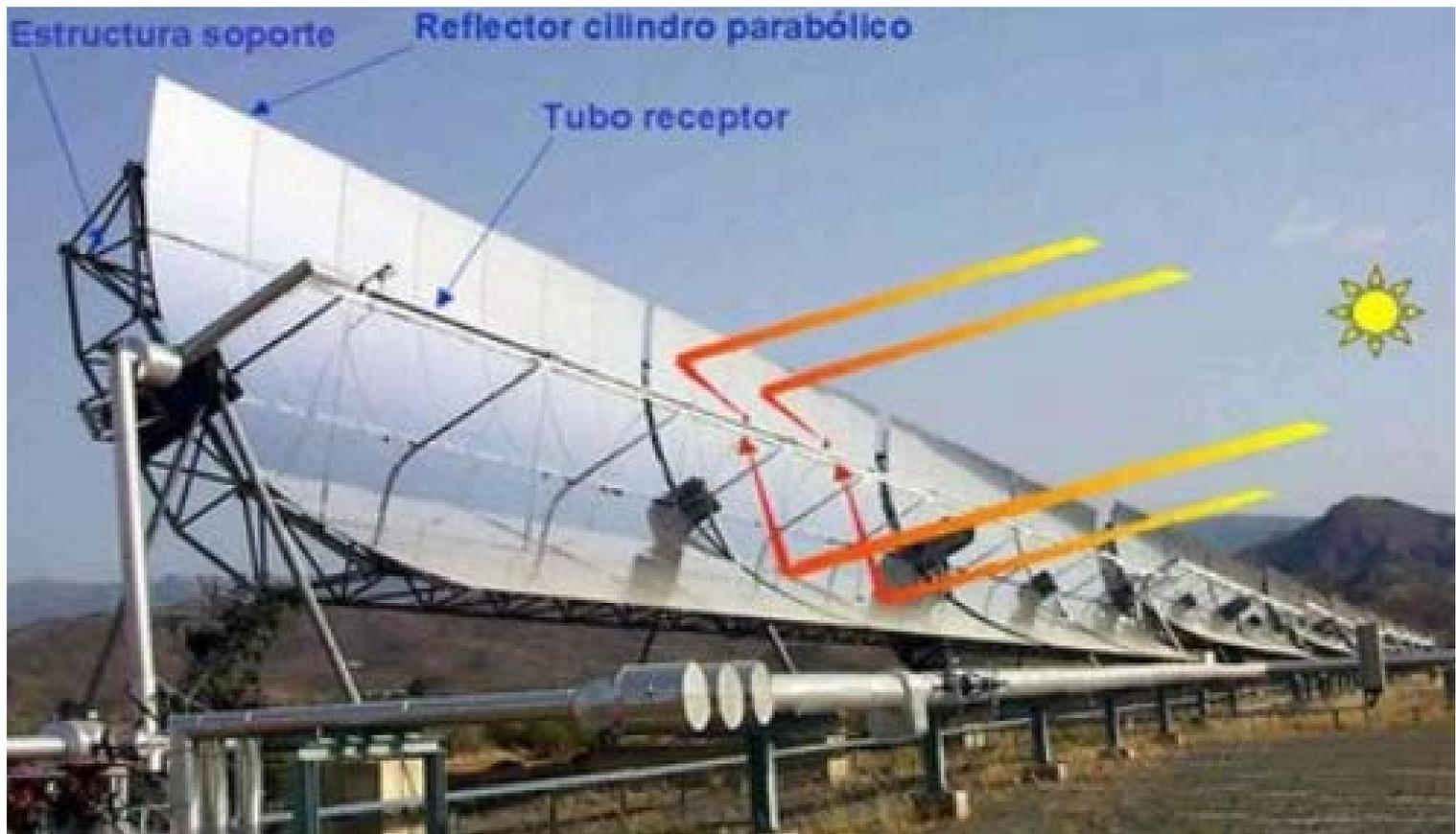
- Básicamente contiene el sistema regulador (separador de agua y vapor) y la bomba de recirculación. El vapor se separa y se introduce al circuito de vapor existente y el agua se recircula con agua adicional en compensación al vapor de salida.
- El tanque hace también de depósito acumulador para regular las fluctuaciones en la producción de vapor (por ejemplo, nubes que bloqueen la radiación solar)

TECNOLOGÍAS – CAPTADORES CILINDROPARABÓLICOS (CCP)

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

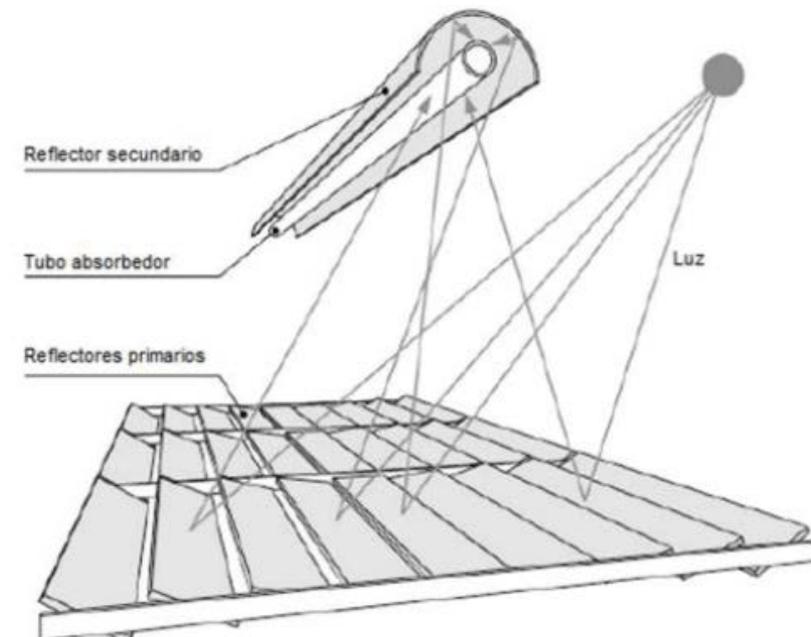
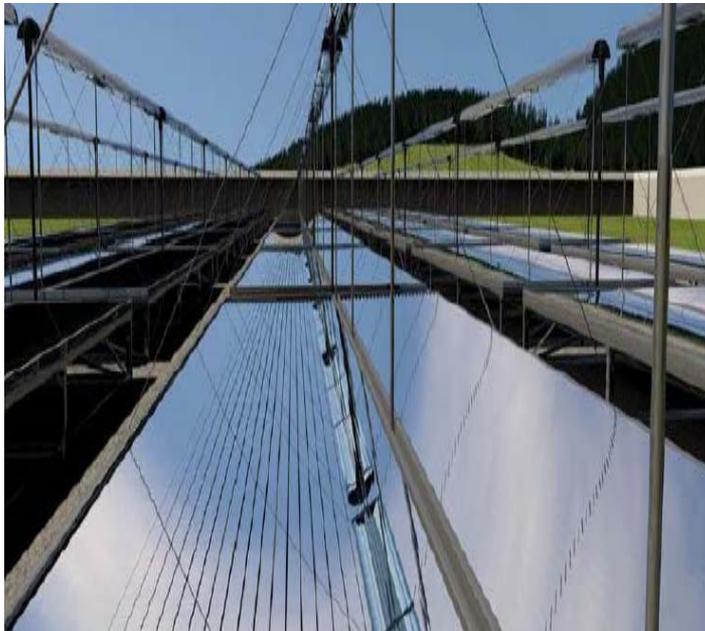


TECNOLOGÍAS – CONCENTRADORES LINEALES FRESNEL

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



CCP VERSUS LINEAL FRESNEL

CRITERIO	CCP	FRESNEL	NOTAS
Temperatura de Vapor	400 °c	300 °C	
Presión de Vapor	100 bar	60 bar	
Eficiencia Térmica	0,4	0,3	
Rendimiento Óptico	80-90 %	70-85%	
Concentración solar	30-100 veces la r.solar	10-40 veces la r.solar	
Uso de suelo	Mayor	Menor	Espacio entre líneas
Mto. y limpieza	Mayor	Menor	Mejor accesibilidad
Rendimiento Ciclo-Agua-Vapor	27%	39%	
Carga de viento en captador	Mayor	Menor	
Instalación on-site	Larga	Rápida y fácil	
Sistema de tuberías	Conexiones flexibles	No necesita	Mayor riesgo de fuga en CCP

En general, la tecnología CCP muestra una mayor eficiencia que la tecnología FRESNEL, mayor cuanto más alta es la insolación solar. En cambio, la tecnología FRESNEL puede ser más adecuada para aplicaciones que requieren mayor flexibilidad y menor coste de inversión

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

1.2.3. EERR /BIOGAS

1.1- PREÁMBULO



1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)



1.3- MAES



¿QUÉ ES EL BIOGÁS?

Combustible de origen renovable

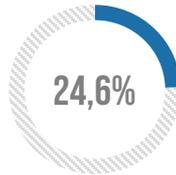
1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



Metano
CH4



Dióxido de carbono
CO2



Aire
N2 + O2



Hidrógeno
H2

El biogás es un combustible renovable generado como consecuencia de la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de residuos orgánicos no peligrosos.

Al igual que en el caso del gas natural, su componente principal es el metano.

Debido a la presencia de dióxido de carbono su poder calorífico es inferior al del gas natural. Pero esto no afecta a su precio, ya que éste se fija en kWh en PCS, al igual que el Gas Natural, por lo que ambos precios son directamente comparables.

Poder Calorífico Inferior (PCI) = 7,078 kWh/Nm³

Poder Calorífico Superior (PCS) = 7,785 kWh/Nm³

TIPOLOGÍA DE RESIDUOS

1.1- PREÁMBULO

La Planta de Biogás es una instalación de valorización de residuos orgánicos no peligrosos por medio de su digestión anaerobia en tanques (digestores).

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

Se trata de una de las mejores tecnologías para la gestión de residuos orgánicos.

1.3- MAEs

Las millones de bacterias contenidas en los digestores digieren la materia orgánica generando el biogás.

Tras varios procesos de limpieza y deshumidificación, el biogás queda listo para su entrega, por medio de un gaseoducto privado, al cliente.

Residuos ganaderos

Residuos de origen animal

Residuos de origen vegetal

Residuos agroindustrial

Residuos agrícolas

VENTAJAS DEL USO DEL BIOGÁS

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



El **Precio** de biogás se calcula en función del precio del gas natural, aplicando un porcentaje de descuento.

Emisiones CO2, el factor de emisiones de biogás (tCO2eq.) es 0 para “Régimen de comercio de derechos de emisiones de la UE”. Como por cada kWh de biogás se deja de consumir la misma cantidad de gas natural, se reduce el volumen de emisiones de CO2.

Eficiencia e Imagen. La mejora medioambiental y eficiencia energética son dos de los pilares básicos de las industrias.

Ubicación de la planta de biogás. A una distancia máxima de 1-1,5 km de la instalación del cliente consumidor. En el caso de que éste disponga de terreno industrial próximo la planta se ubicará en el mismo.

FASES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

HIDRÓLISIS

- Las bacterias consiguen que la materia insoluble y las moléculas complejas pasen a solubles y compuestos simples (aminoácidos, azúcares y alcoholes). La hidrólisis de carbohidratos tiene lugar en pocas horas y la de proteínas y lípidos unos pocos días.

ACIDOGÉNESIS

- La materia anteriormente hidrolizada se transforma en ácidos grasos volátiles (AGV), principalmente acético, propiónico, además de alcoholes, amoníaco, hidrogeno y dióxido de carbono.

ACETOGÉNESIS

- Alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos son degradados para producir ácido acético, dióxido de carbono e hidrogeno, los cuales serán utilizados por las bacterias metanogénicas para la producción de metano.

METANOGÉNESIS

- Los microorganismos anaerobios metanogénicos, producen metano utilizando el acetato, dióxido de carbono e hidrogeno, como productos de la reacción.

INFOGRAMA

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



DATOS DE PRODUCCIÓN

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

DIGESTORES

- 1 principal de 3.300 m³ y 2 secundarios de 3.300 m³ cada uno

STOCK DE SEGURIDAD

- 15 días en total (11 en los almacenes de granel y tanques; y 4 días en el tanque de regulación)

PRODUCCIÓN

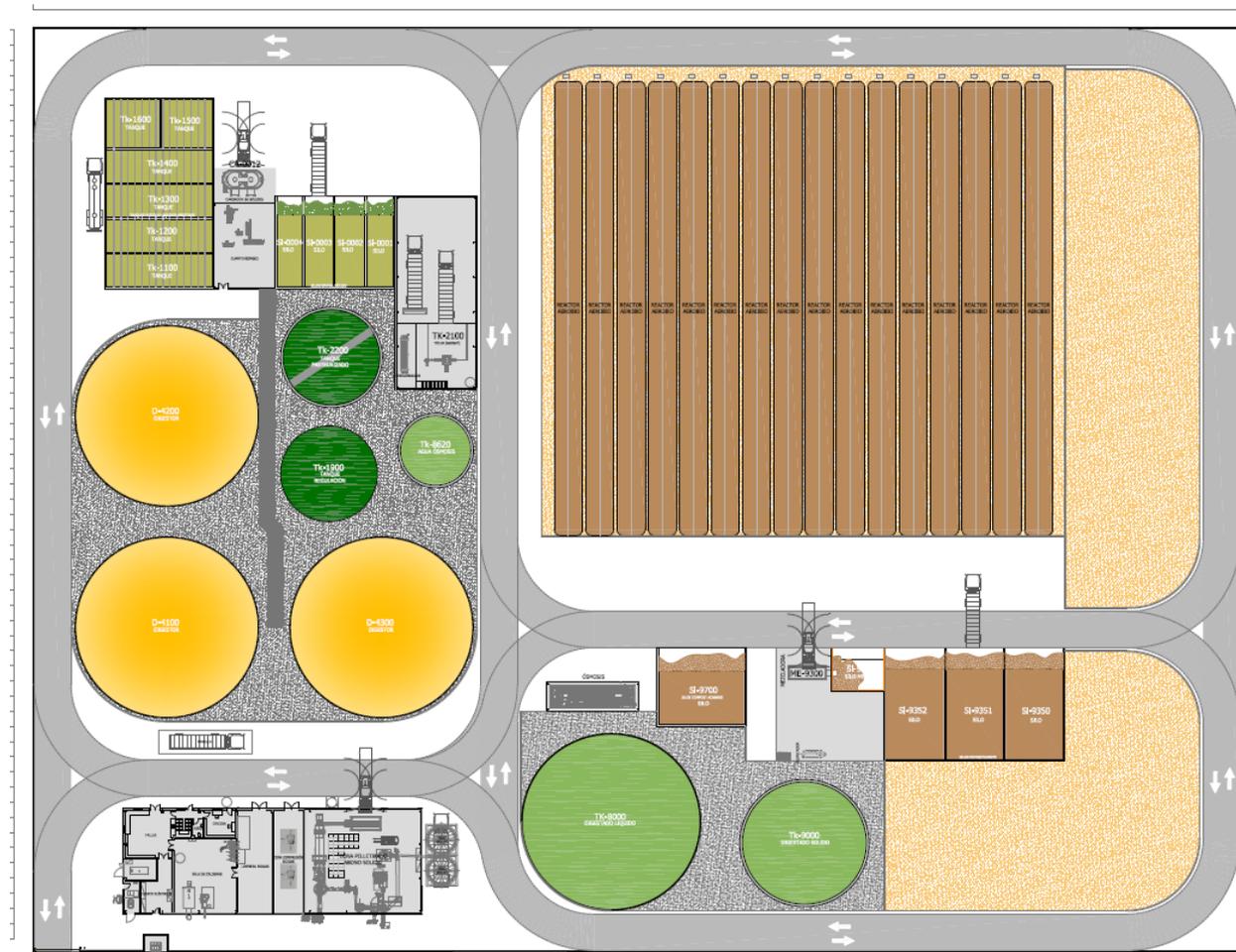
- Con 170 TN/día y una VCO <4 Kg SV/m³ día se genera 1.003 Nm³/h (7.917 KWh PCS)

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

DIETA

GRANELES SÓLIDOS (Deben poseer recogida de lixiviados para volver a ser introducidos al ciclo de la planta):

Gallinaza

Destrío de fruta y verdura

Pasto

Estiércol

LIQUIDOS PASTOSOS

Purín de cerdo

Suero láctico

Agua azucarada

Lodos EDAR vegetal

Alperujo

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

TANQUE DE REGULACION Y SUBPROCESO DE HIDRÓLISIS

* Parte de la necesidad de producto cárnico en la dieta. Para cumplir con el método normalizado de SANDACH y normalizado en el RD 1528/2012 de 8 de noviembre.

Se dispone de una tolva (volumen útil 100 m³) para arrastrar tanto sólidos como líquidos al primer triturador para reducir a 30 mm y al segundo triturador para reducir a 12 mm. De esta manera se bombea más fácilmente y se asegura una mayor biodegradabilidad.

El fluido flotante se traspasa al **Tanque TK-2200 (Pasteurizado)** aislado térmicamente para mantener la biomasa a 70°C como t^a cte mediante un intercambiador. Aquí se mantiene una hora antes de pasar al digestor.

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

DIGESTORES - GASÓMETROS

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

- * Membranas interior y exterior de PVC revestido de poliéster, ambas impermeables.
- * Temperatura 37-40°C
- * 4 Agitadores de hélice axiales para:
 - Dispersión de partículas finas / Dispersión del gas en el líquido, permitiendo la salida del biogás / Disolución de sólidos en líquidos / Aumento de la transferencia de calor entre la biomasa y el serpentí ubicado en paredes.
- * Cualquiera de los gasómetros puede hacer de gasómetro primario. El biogás trasiega entre los tres gasómetros para que se produzca la homogeneización
- * El trasiego se produce mediante una variación de depresiones entre ellos que se genera mediante soplantes, variando el caudal de entrada de aire en la primera membrana

PARÁMETROS MEDIOAMBIENTALES REQUERIDOS

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

PARÁMETRO	VALOR	NOTAS
PH	6,6 - 7,5	Las bacterias son sensibles a condiciones ácidas y niveles inadecuados del pH inhiben su crecimiento y por tanto el proceso
ALCALINIDAD	1,5 - 3 g	Para evitar la acidificación del medio
RELACIÓN C/N	15-30	Una relación alta C/N indica consumo rápido del N en fase de metanogénesis, favoreciendo formación de CH ₄ (y por tanto, de biogás). Lo contrario indica que se genera NH ₃ pudiendo inhibir fases del proceso.
RELACIÓN DBO5 / DQO		Mide cuánto biodegradable es el residuo que se va a tratar en los digestores.
ACIDOS GRASOS VOLATILES (AGV)	200-2.000 g CaOH L-1	La inestabilidad de los procesos provoca una alta concentración de AGV

PARÁMETROS OPERACIONALES REQUERIDOS

PARÁMETRO	VALOR	NOTAS
MATERIA SECA	4 - 22%	
TEMPERATURA	5 - 70% (37 – 40°C)	Es importante mantener la temperatura constante en los digestores, evitando cambios bruscos que puedan afectar a los microorganismos
TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRAÚLICO (TRH)	15 - 60 días	Depende de la composición de la alimentación, características el digestor y temperatura del sistema
AGITACIÓN	Adecuada para...	<ul style="list-style-type: none"> * Poner en contacto el sustrato fresco con la población bacteriana * Proporcionar una densidad uniforme de las bacterias * Prevenir la formación de espacios muertos que reduzcan el volumen efectivo del reactor * Eliminar la estratificación técnica, manteniendo una temperatura uniforme en todo el reactor

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

COMPOST – VALORIZACIÓN DEL RESIDUO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

- Para conseguir el producto acabado se requieren 8 semanas

PREPARACIÓN DEL MATERIAL A COMPOSTAR

- Los materiales a compostar se cargan en una **biotrituradora mezcladora**. Una vez cargada, el material se mezcla y tritura de forma que adquiere las condiciones necesarias que favorecen el propio proceso de compostaje.



EMBUTIDO DEL MATERIAL

- El material, una vez preparado por la biotrituradora mezcladora se introduce en la tolva de carga de la máquina **embutidora** de material. La máquina embutidora de material va introduciendo el material en un saco de polietileno que se va desenrollando conforme la máquina ensacadora avanza.



COMPOST – VALORIZACIÓN DEL RESIDUO

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

PROCESO DE FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN

- Se trata de un sistema de compostaje dentro de **sacos de polietileno**. La forma de la pila es ovalada. Su altura y ancho dependen del diámetro del saco utilizado y la longitud puede alcanzar hasta 75 metros, mayores longitudes aumentan sustancialmente los costes de aireación forzada a través de las **soplantes**.
- Dentro de los sacos se instalan **tubos de aireación** forzada que permiten insuflar el aire y oxigenar.



PROCESO DE SECADO Y PELETIZADO

- Sistema de alimentación al secado térmico por medios manuales
- Secado tipo trómel a alta temperatura (450°C) mediante caldera de vapor. El trómel seca 2,17 Tn/h
- Almacén de producto seco
- Líneas de molienda y granulación
- Almacenamiento de pellets o sistema de carga a camión bajo silo

El gasto térmico anual en la producción de fertilizante sólido peletizado es de 6.619.760 kWh/año.

1.3. MAEs

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



1.5 Medidas de ahorro energético (MAEs)

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

1. Implantación de sistemas de monitorización
2. Descarbonización de los procesos productivos (bombas de calor)
3. Recuperación de calor

Medidas de ahorro energético (MAEs)

1. Implantación de sistemas de monitorización

Es la medida más **olvidada** por la mayoría de las empresas.

Sin embargo es, el **pilar básico** sobre la que debemos comenzar a construir nuestros **planes de mejora** energética a corto, medio y largo plazo.

Lo que no se mide no se puede mejorar y, además, nos va a impedir acceder a importantes beneficios (**ISO 50001**, actuaciones singulares sistema **CAE**).

Son actuaciones que requieren una **escasa inversión** en comparación con los beneficios que se pueden obtener.

- Consumo de gas y generación térmica en calderas.
- Consumo eléctrico y generación de agua fría/caliente (enfriadoras y BdC)
- Consumo en sistemas de circulación de fluidos térmicos.
- Generación solar térmica y FV.
- Monitorización de variables críticas (T^a de salas, T^a exterior, HR, presiones, etc.)

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

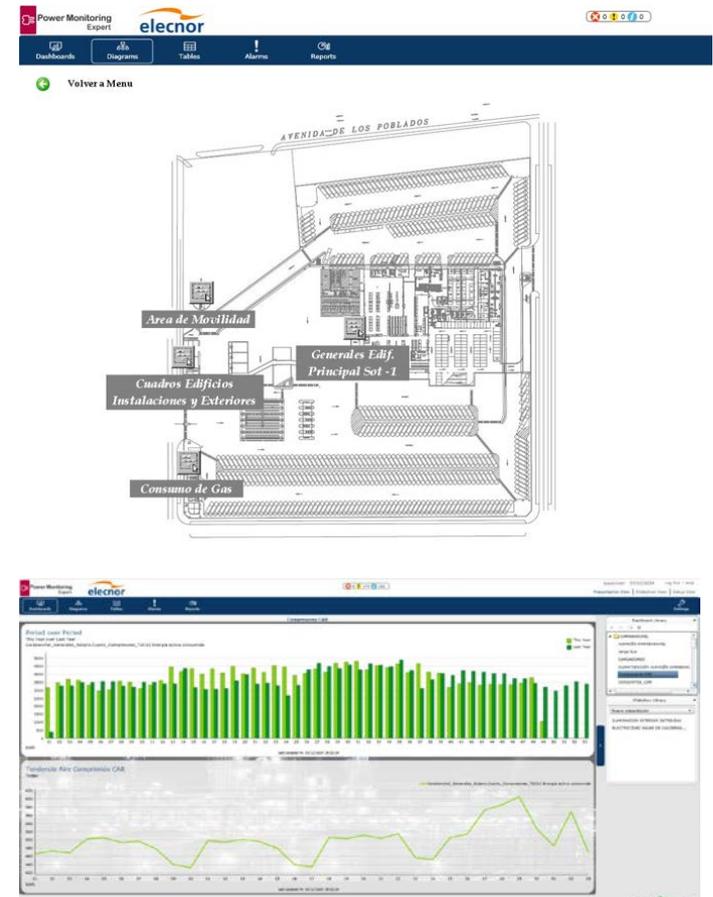
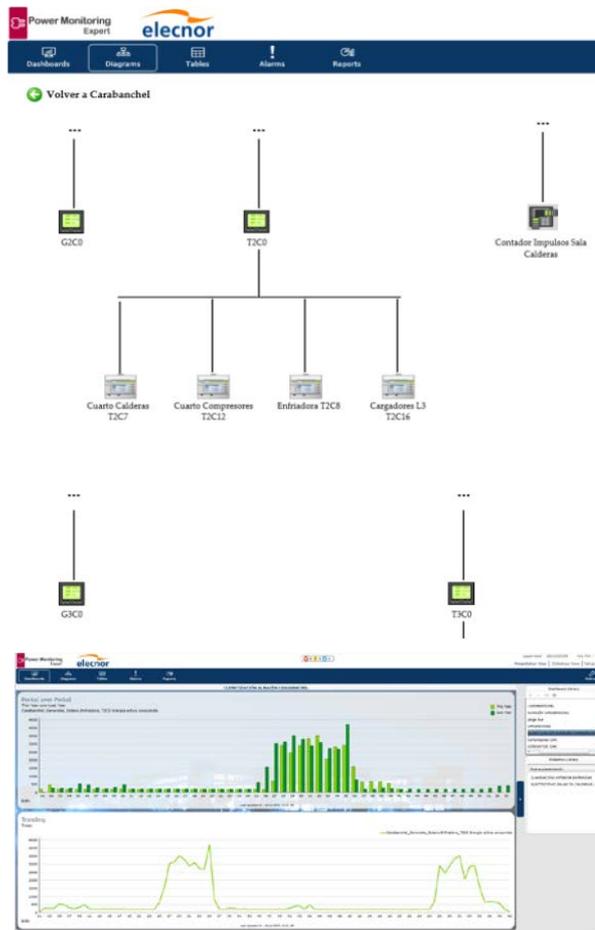
Medidas de ahorro energético (MAEs)

1. Implantación de sistemas de monitorización

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs



Medidas de ahorro energético (MAEs)

2. Descarbonización. Bombas de Calor

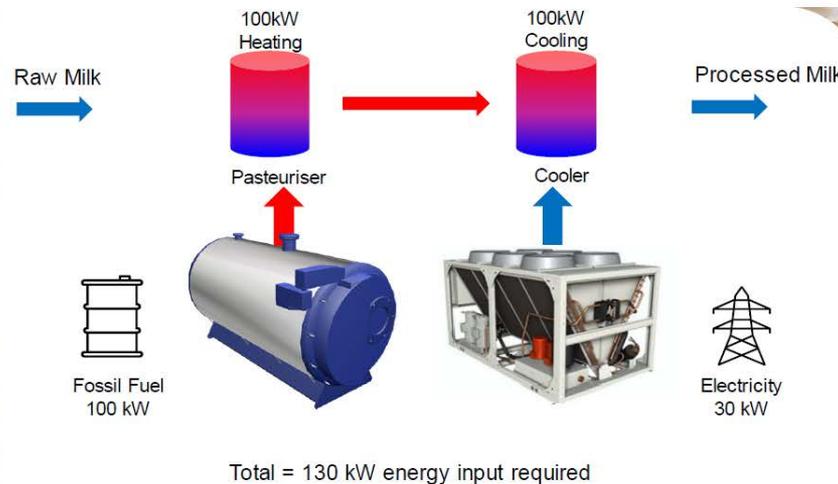
La mayoría de las instalaciones lácteas cuentan con enfriadoras para enfriar productos o espacios.

La demanda de calor se cubre con calderas que producen agua caliente (o vapor) y se distribuye en la fábrica.

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

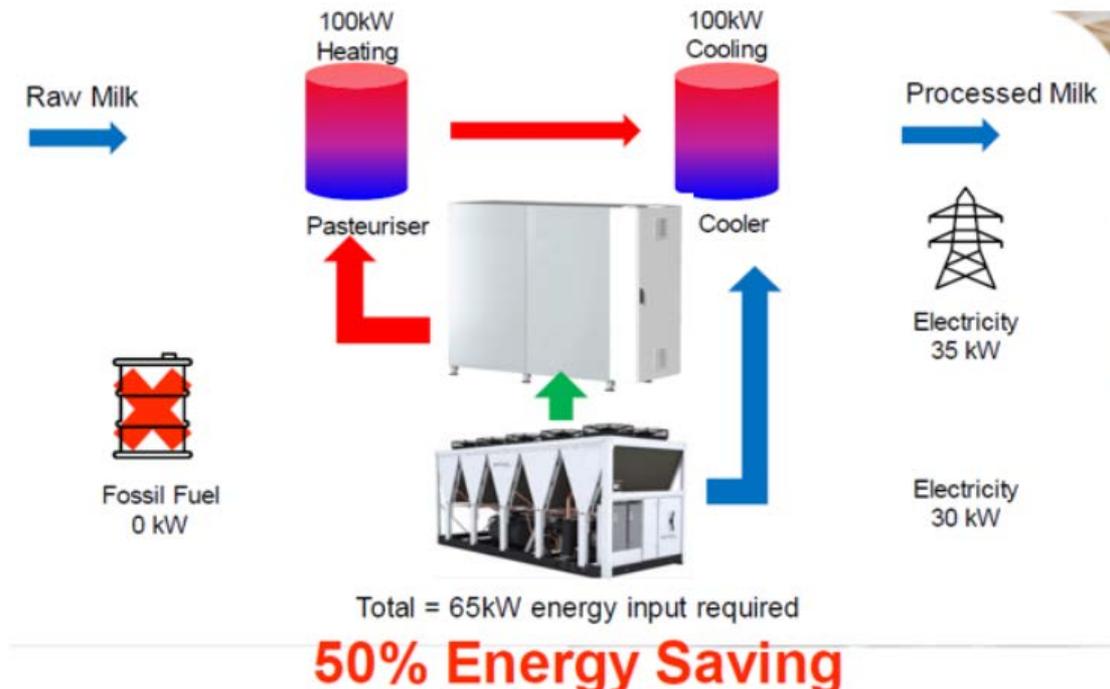


Medidas de ahorro energético (MAEs)

2. Descarbonización. Bombas de Calor

Las industrias lácteas energéticamente eficientes **recuperan el calor residual de las enfriadoras** para alimentar bombas de calor con energía térmica residual a temperaturas intermedias.

Las bombas de calor producen agua a 95°C (o hasta 120°C).



1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES ENERGÍAS RENOVABLES (FV, SOLAR térmica Biogás)

1.3- MAEs

Medidas de ahorro energético (MAEs)

3. Sistemas de recuperación de calor

Reforma en las instalaciones del proceso de esterilización UHT de la leche, sustituyendo el equipo existente, por un nuevo equipo que trabaja en **modo indirecto y con regeneración**.

Objetivo: Mejora del consumo específico de vapor y de electricidad del tratamiento térmico UHT

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs

SITUACIÓN PREVIA

- no existe recuperación en el circuito de agua.
- los circuitos de agua del precalentamiento, calentamiento hasta la temperatura de tratamiento y enfriamiento, son independientes.

SITUACIÓN MEJORADA

- recuperación energética
- **circuito de agua común** para el **precalentamiento**, para la **mayor parte del calentamiento** y para el **enfriamiento**
- Tecnología avanzada para garantizar control de parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tratamiento térmico.



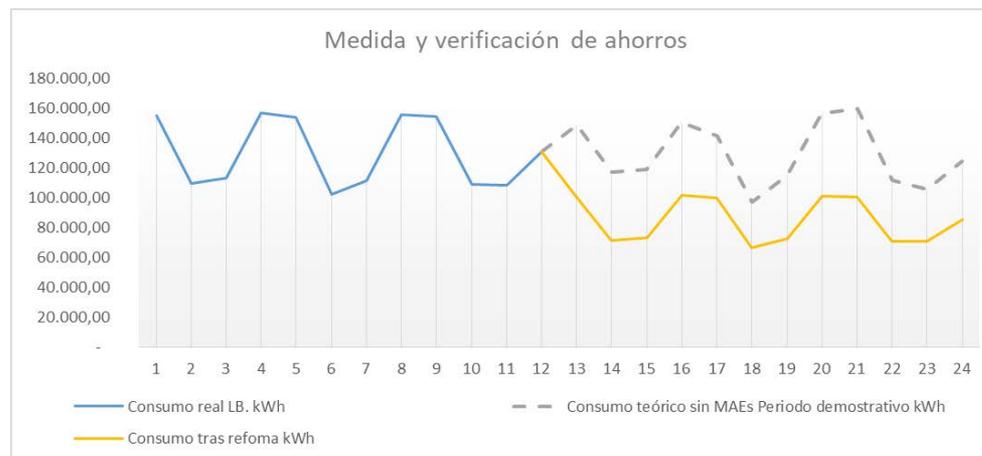
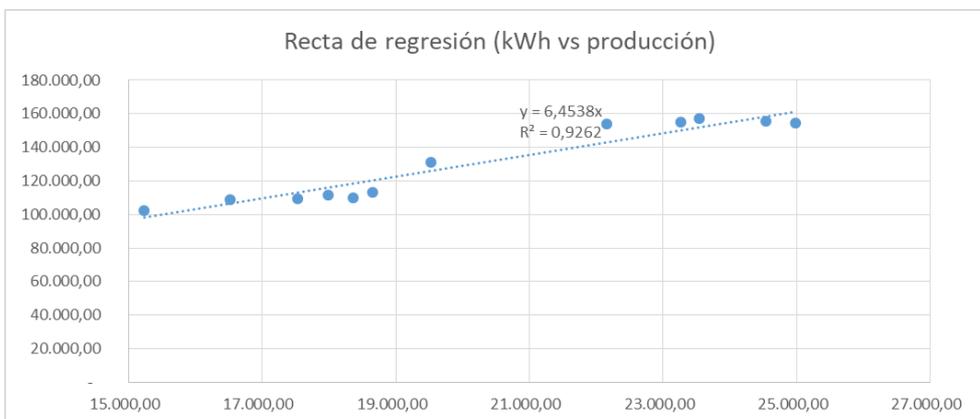
Medidas de ahorro energético (MAEs)

3. Sistemas de recuperación de calor

1.1- PREÁMBULO

1.2- SOLUCIONES
ENERGÍAS
RENOVABLES (FV,
SOLAR térmica
Biogás)

1.3- MAEs



**MEDICIÓN DE
AHORROS SEGÚN
PROTOCOLOS IPMVP**

Modelización del
consumo frente a
variables dependientes.

Consumo evitado

Consumo esperado
según modelo frente a
consumo medido tras
mejoras:

35 % de ahorro

2.1. INDICADORES FINANCIEROS

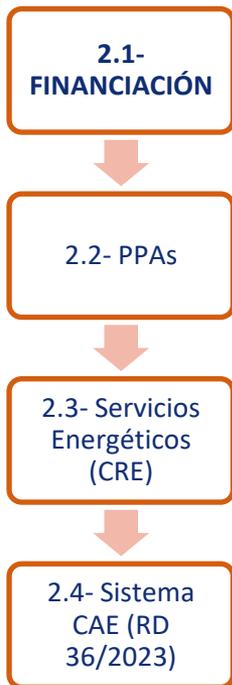
2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)





VAN (VALOR ACTUAL NETO)

- Mide la rentabilidad monetaria (€) no rentabilidad por € invertido (%)
- Suele utilizarse para comparar diferentes alternativas de proyectos cuando conllevan inversiones similares...pero resulta un criterio poco operativo si los volúmenes de inversión de los diferentes proyectos son muy diferentes.
- Con carácter general, no obstante, el criterio es el siguiente:
 - Si el **VAN es igual a 0**, la inversión no generará ni gastos ni beneficios, por lo que se debería tomar alguna acción para que el proyecto genere algún valor.
 - Si el **VAN es mayor que 0** significa que la inversión generará beneficios, por lo que el proyecto en principio es viable.
 - Si el **VAN es menor que 0** ocurre lo contrario, el proyecto generará pérdidas, por lo que no es conveniente llevarlo a cabo.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

FÓRMULA DEL VAN

$$VAN = -A + \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+k)^n}$$

A: Es la **inversión inicial**. Va con signo negativo al ser un desembolso de dinero.

Q: Son los **flujos de caja**, es decir, los cobros menos los pagos de cada periodo.

K: Es la **tasa de descuento** que se aplica. Si para realizar el desembolso se precisa de financiación exterior, se suele utilizar el **tipo de interés aplicado**. Si se dispone de fondos propios para la inversión inicial, se debe indicar la rentabilidad que le pediríamos a ese dinero para invertirlo en ese proyecto en lugar de utilizar otro.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)

- Muestra el **tipo de interés** necesario para que el VAN sea igual a 0.

$$0 = -A + \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+k)^n}$$

- El cálculo del TIR implica encontrar la **tasa de descuento** que hace que el Valor Actual Neto (VAN) de una inversión sea igual a cero. Puede calcularse mediante métodos numéricos (método iterativo - por aproximaciones sucesivas; o utilizando software financiero).

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPAs

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

2.1- FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios Energéticos (CRE)

2.4- Sistema CAE (RD 36/2023)

EJEMPLO

		A	Q ₁	Q ₂
INVERSIÓN	A	450	200	400
	B	300	150	220

VALORES EN MILES DE EUROS

La empresa Café & Leche, SA, quiere hacer una inversión y necesita valorar la mejor opción entre dos proyectos. Qué proyecto seleccionará aplicando el criterio de la tasa de rendimiento interno (TIR)? (En unidades monetarias.) Razona la respuesta

$$\mathbf{A:} \quad 0 = -450 + \frac{200}{(1+r)} + \frac{400}{(1+r)^2} \rightarrow \text{llamando } t=1+r, 450t^2 - 200t - 400 = 0 \rightarrow t=1,1909 \rightarrow r=19,09\%.$$

$$\mathbf{B:} \quad 0 = -300 + \frac{150}{(1+r)} + \frac{220}{(1+r)^2} \rightarrow \text{llamando } t=1+r, 300t^2 - 150t - 220 = 0 \rightarrow t=1,1421 \rightarrow r=14,21\%.$$

Por lo tanto el mejor proyecto es A ya que tiene un valor de la TIR más alta.

2.2. ACUERDOS DE COMPRA-VENTA DE ENERGÍA

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPAs

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)



ACUERDOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ENERGÍA

2.1-
FINANCIACIÓN



2.2- PPA's



2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)



2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

PPA (Power Purchase Agreement)

- Tipo de contrato de compraventa de energía eléctrica a largo plazo entre un productor de **energía eléctrica** (preferentemente renovable) y un comprador (consumidor)

HPA (Heat Purchase Agreement)

- Tipo de contrato de compraventa de **energía térmica** a largo plazo entre un productor de energía térmica (preferentemente renovable) y un comprador (consumidor)

ACUERDOS EN FUNCIÓN DE LA UBICACIÓN

PPA OFF-SITE (VIRTUAL)

- La planta de energía renovable se ubica en un terreno distante de la planta industrial. No existe interconexión física entre ambas plantas.

PPA ON-SITE (IN SITU)

- La planta de energía renovable se construye junto a la planta industrial y ambas quedan interconectadas físicamente, minimizando las pérdidas de energía. Requiere de espacio suficiente y condiciones adecuadas del terreno.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – INDICE

1. DEFINICIONES
2. OBJETO
3. PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN
4. OPERACIÓN Y MTO. DE LA INST.
5. SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA
6. PRECIO. FACTURACION Y FORMA DE PAGO
7. DERECHOS SOBRE EL INMUEBLE
8. DURACIÓN DEL CONTRATO
9. OPCIÓN DE COMPRA
10. MANIFESTACIONES Y GARANTÍAS
11. OBLIGACIONES DEL CLIENTE
12. OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR
13. RESPONSABILIDAD POR INCUMPLIMIENTO
14. FUERZA MAYOR
15. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO
15. CONDICIÓN SUSPENSIVA
15. IMPUESTOS
16. RESSOLUCIÓN DEL CONTRATO
17. CONDICIÓN SUSPENSIVA
18. CONFIDENCIALIDAD
19. CESIÓN Y SUBCONTRATACIÓN
20. MISCELANÉA
21. NOTIFICACIONES
22. LEY APLICABLE. JURISDICCIÓN
20. ANEXOS
 - 1- Contrato de arrendamiento
 - 2- Planos de emplazamiento
 - 3- Nota Simple Registral Actualizada de Titularidad y Cargas del Inmueble
 - 4- Condiciones Particulares
 - 5- Valor Residual
 - 6- Cronograma de los trabajos

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 1. DEFINICIONES

- ENTRE OTRAS:

- **PROMOCIÓN:** Desarrollo, diseño, obtención de los permisos y licencias, construcción y puesta en servicio de la instalación.
- **ENERGÍA ESTIMADA:** Significa la cantidad de energía eléctrica producida por la instalación que el Productor estima que el Consumidor consumirá cada año natural desde la fecha de puesta en servicio consistente en los KWh indicados en el apdo. “Energía Estimada” de las Condiciones Particulares.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 2. OBJETO

- **PROMOCIÓN DE LA PLANTA DE ENERGÍA SOLAR:**
 - Especificaciones Técnicas Básicas hasta la puesta en marcha
 - Emplazamiento del inmueble
 - Operación y explotación a cargo del productor
 - Suministro al cliente de la energía generada por dicha instalación y dicha energía eléctrica sea autoconsumida por el cliente en su totalidad:
 - Modalidad autoconsumo sin excedentes
 - En el caso en que las condiciones de consumo por parte del cliente se modifiquen sustancialmente se podrá implementar el vertido a red de la energía excedente.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 3. PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN

- **EL PROMOTOR ASUME:**

- Trámites y costes para obtención de licencias, tasas municipales, autorizaciones y trámites con suministradoras o comercializadoras (Si no lo obtuviese el Productor puede resolver unilateralmente el contrato sin tener derecho el Cliente a indemnización alguna)
- Trabajos obra civil, perforaciones y sellado ignífugo, protecciones colectivas de barandillas o líneas de vida, inc. Proyectos, Certificados, legalizaciones, estudios de seg. Y salud, coordinación seg. Y salud en fase de ejecución.
- Licencias de obras, tasas municipales, inspecciones OCA.
- Garantías de producción de duración de contrato de 25 años.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 3. PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN

- **EL PROMOTOR ASUME:**

- Sistema de protección contra incendios con protección localizada con extinción automática en los inversores, protección de arco en c.c. en la inst. fotovoltaica y cobertura de seguro de responsabilidad civil que proteja la nave industrial donde se va a realizar la inst. fotovoltaica.
- Elaboración del cronograma /
 - Penalizaciones: incumplimiento de plazos parciales o totales (salvo aquellos dependientes de org. Públicos o distribuidora.-
- El Productor (titular) será el beneficiario de las subvenciones
 - El Cliente únicamente tendrá derecho al descuento acordado para tal caso conforme al precio indicado en el apdo. “Precio con Subvención” de las Condiciones Particulares.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Si no existe punto de conexión: Durante la duración del contrato, el Productor garantiza el **PERFORMANCE RATIO** (“**PR**”) del Sistema Solar Fotovoltaico del \pm 3% anual desde la puesta en marcha de la instalación.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 6. PRECIO. FACTURACIÓN Y FORMA DE PAGO

- COMPROBACIÓN ANUAL (DESDE LA FECHA EN SERVICIO) DEL CONSUMO POR PARTE DEL CLIENTE DEL 100% DE LA ENERGÍA ESTIMADA DURANTE DICHO PERIODO
- Si no se consumiera al menos el 90% de la energía estimada producida en el año el Cliente debe resarcir al Productor con el valor de la energía no consumida hasta el 90% conforme al precio SIN SUBVENCION DE LAS CONDICIONES PARTICULARES (ANEXO 4)

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 6. PRECIO, FACTURACIÓN Y FORMA DE PAGO

- Si el Productor hubiese obtenido el punto de conexión de la instalación a la red de distribución y siempre que exista derecho a compensación, esta se calcula de acuerdo a la fórmula:

a. Si $P_{con} > P_{mer}$:

$$\text{Compensación} = ((0.9 \cdot E_{prod}) - E_{con}) \times (P_{con} - P_{mer})$$

b. Si $P_{con} < P_{mer}$:

$$\text{Compensación} = 0$$

· E_{prod} = Energía Eléctrica Producida por año (kWh)

· E_{con} = Energía Eléctrica Consumida por año (kWh)

· P_{con} = Precio de la energía solar consumida (EUR/kWh)

· P_{mer} = Precio medio de energía en el mercado por año (EUR/kWh)

- En el caso “b” además las partes acuerdan que si $P_{mer} > 100$ €/MWh compartirá con el consumidor un VEINTICINCO (25) por ciento de los ingresos obtenidos gracias a la venta de energía excedentaria en mercado mayorista por un importe superior al indicado, siendo descontados previamente los costes legales asociados a dicha venta de energía.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – 7. OPCIÓN DE COMPRA

- El Productor otorga a favor del Cliente un derecho de opción de compra para la adquisición de la instalación.
- La Opción de Compra puede ser ejercitada por el Cliente en la fecha de finalización de cada anualidad a contar desde la puesta en servicio.

c. Si $IE > IO$:

$$\text{Precio año}_n = VR \text{ año}_n + (IE \text{ año}_n - IO \text{ año}_n)$$

d. Si $IE \leq IO$:

$$\text{Precio año}_n = VR \text{ año}_n$$

Año_n: La anualidad de vigencia del Contrato

VR: El valor residual de la Instalación en la anualidad de vigencia del Contrato

IE: Los ingresos esperados hasta la anualidad de vigencia del Contrato

IO: Los ingresos obtenidos hasta la anualidad de vigencia del Contrato

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – ANEXO 4 / COND. PARTICULARES

FECHA FIRMA	xx de xxxxxxxx de xxxxxx	LUGAR DE OTORGAMIENTO	Madrid
CLIENTE	Nombre / Razón social:		
	D.N.I. / C.I.F.:		
	Domicilio social:		
DATOS REPRESENTANTE	Nombre:	[●]	
	D.N.I.:	[●]	
	Domicilio:	[●]	
	Cargo:	[●]	
	Datos poderes:	Escritura pública otorgada ante el Notario de [●], D./D ^a [●], el día [●] de [●] de [●], con el número [●] de su protocolo.	
DATOS NOTIFICACIONES	Nombre:	[●]	
	Domicilio:	[●]	
	Correo electrónico:	[●]	
	Teléfono:	[●]	

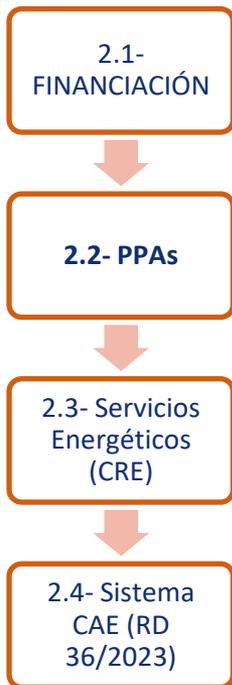
2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

MODELO DE CONTRATO PPA – ANEXO 4 / COND. PARTICULARES



INSTALACIÓN	Potencia:	[1.404,00] kWpico
	Energía Estimada:	[1.895.463,70] kWh año
	Modalidad de autoconsumo: (Real Decreto)	<input type="checkbox"/> Con excedentes. <input checked="" type="checkbox"/> Sin excedentes: Las Partes acuerdan un componente de degradación fotovoltaica de la Instalación del 0,5% anual.
	Inmueble:	Inscrito en el Registro de la Propiedad de [●], finca registral número [●], con referencia catastral [●]. Titularidad [en pleno dominio/en régimen de arrendamiento] del Cliente en virtud de [●].
Equipos:	Módulos:	Marca: XXXXXXXX o equivalente Modelo: 545W o equivalente Número de Módulos: 2.577 Garantía fabricante: 25 años
	Inversores:	Marca: XXXXXXXX o equivalente Modelo: XXXXXXXX o equivalente Garantía fabricante: 10 años
	Estructura:	Marca: XXXXXXXX o equivalente Modelo:
En fecha de hoy, las partes han suscrito un acuerdo		Coplanar
PRECIO SIN SUBVENCIÓN	Precio fijo por MWh autoconsumido de €	
PRECIO CON SUBVENCIÓN	Precio fijo por MWh autoconsumido de ____.-€	
GARANTÍA DEL CLIENTE	Aval bancario por importe de N.A.	

2.3. CONTRATOS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

2.1-
FINANCIACIÓN

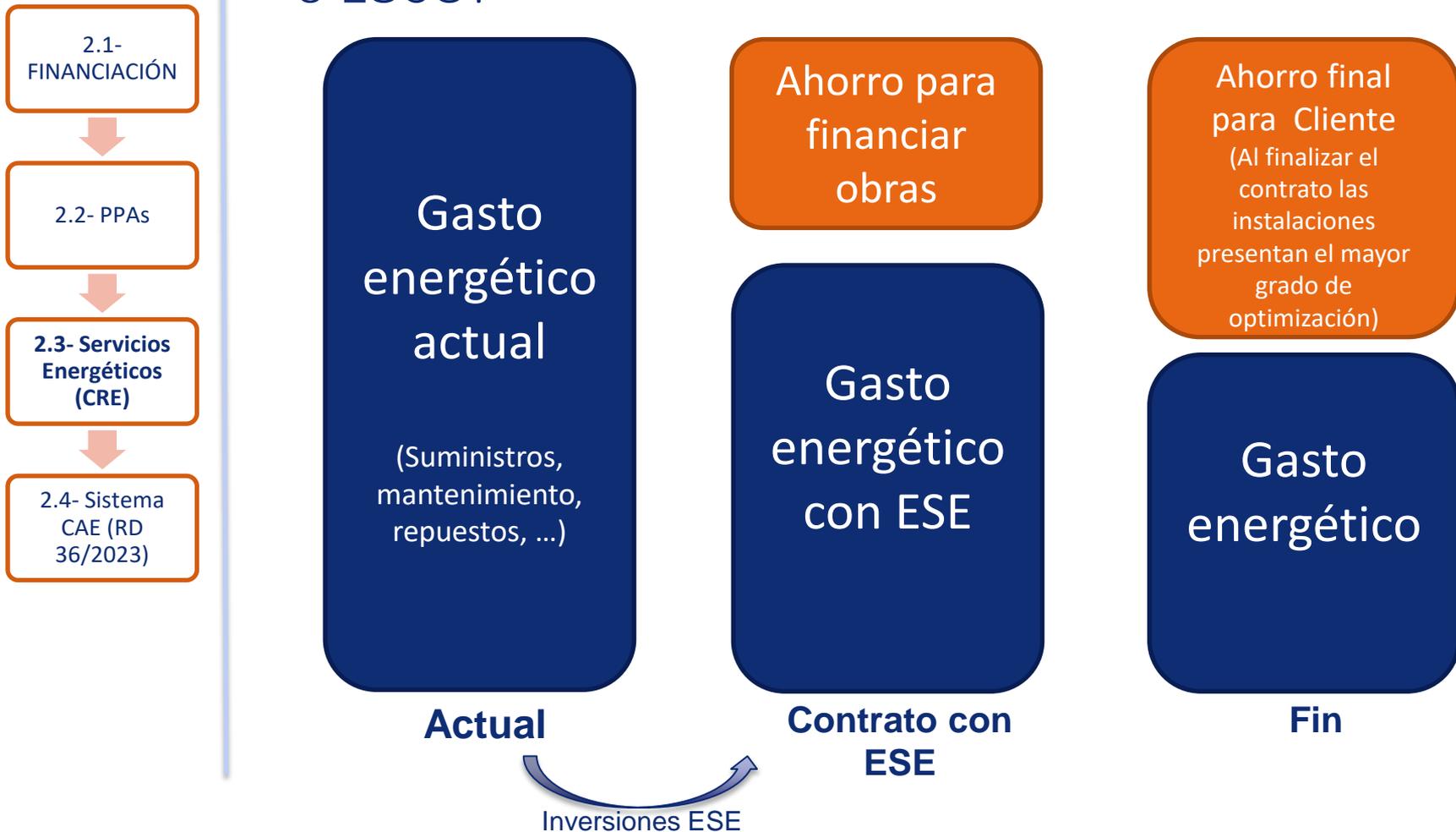
2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)



¿Qué es un contrato de Rendimiento energético, ESE o ESCO?

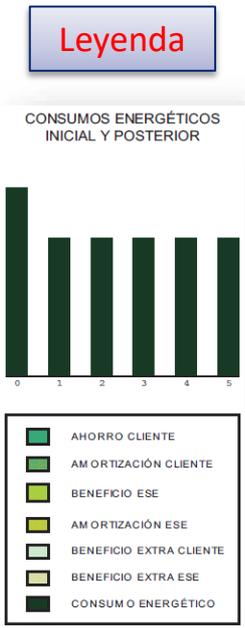


2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)



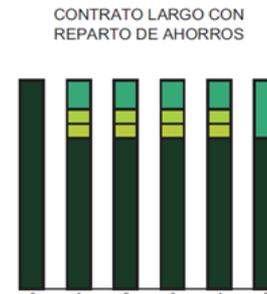
SIN REPARTO DE AHORROS

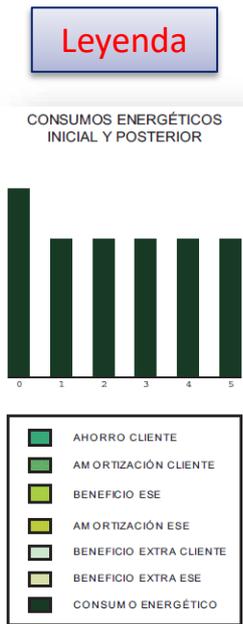
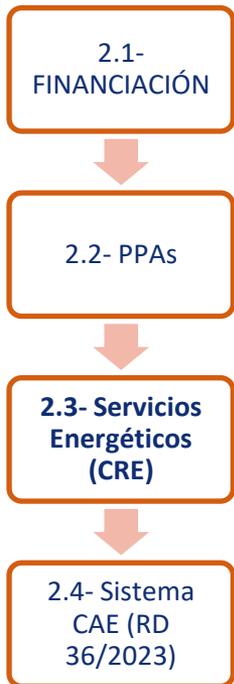
- Los ahorros se destinan únicamente a la amortización de la inversión y beneficio de la ESE. La duración del contrato se reduce y el cliente no aprecia los ahorros hasta el final del proyecto.
- Pueden presentar compromisos de Ahorros mínimos garantizados por el Adjudicatario.



REPARTO DE AHORROS

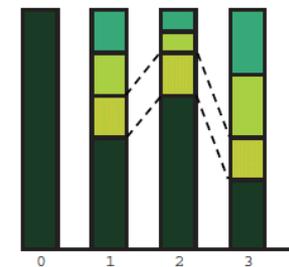
- Ahorros compartidos entre el cliente y la ESE desde el comienzo del proyecto. El periodo de amortización de la inversión es mayor por lo que la duración del proyecto también.
- Pueden presentar compromisos de Ahorros mínimos garantizados por el Adjudicatario.





AMORTIZACIÓN CONSTANTE PARA LA ESE Y AHORROS COMPARTIDOS

- Se establece un importe de amortización fijo para financiar las reformas y el resto del ahorro se reparte en las proporciones pactadas entre Cliente y ESE.
- Clausulado contractual más complejo.



CONTRATOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ÚTIL (Energy Supply Contract)

- Cuota fija (amort.) + variable (kWh). La ESE se encarga del suministro de energía térmica **útil**, recayendo sobre ésta la responsabilidad del rendimiento energético. (5 Hospitales Comarcales de Galicia BIOMASA).
- El cliente obtiene la mejora energética y económica gracias a la garantía que le ofrece un precio de energía final, sin que sea su responsabilidad el estado de las instalaciones: la ESE máxima interesada en el uso óptimo de la energía.

2.4. SISTEMA CAE

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPAs

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

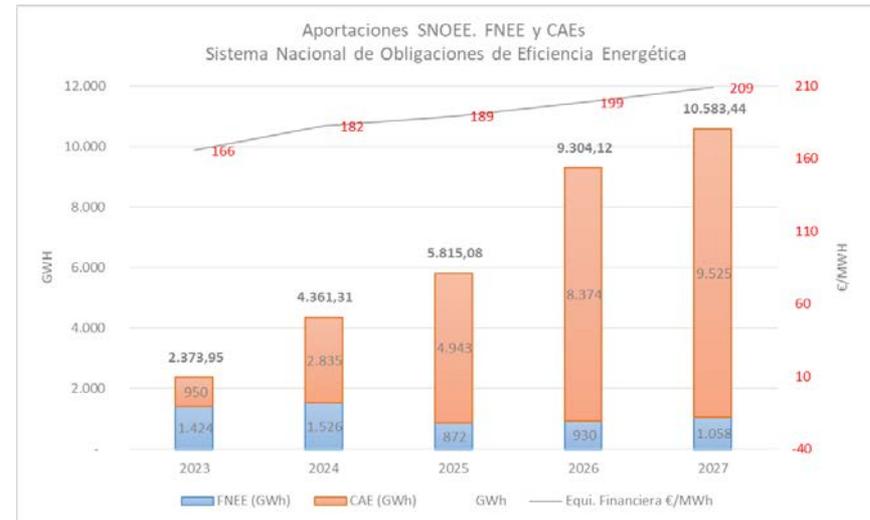


La nueva Directiva de Eficiencia Energética, DEE UE 2023/1791, **multiplica el objetivo de ahorro acumulado de energía para 2030.**

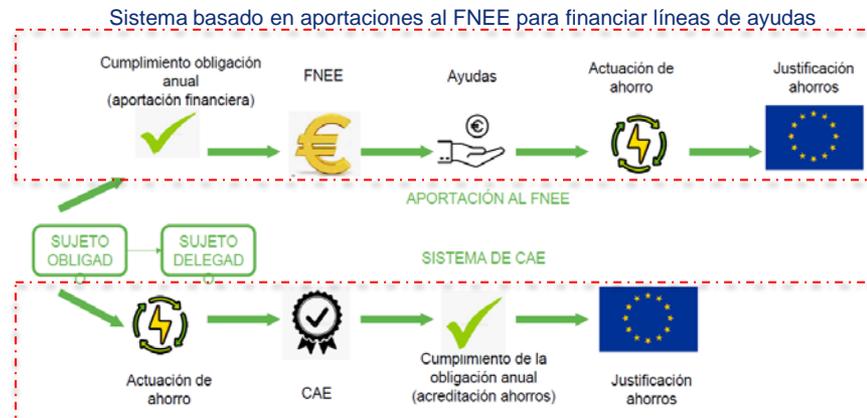
Para lograr este objetivo en España se endurecen las obligaciones impuestas a las comercializadoras (Sujetos Obligados: SO) que verán aumentadas las aportaciones económicas a realizar.

Como sistema dinamizador aparece el Sistema de Certificados de Ahorro Energético. Mercado de compra venta de derechos de energía ahorrada (propiedad de quien invierte) demandados por los SO. Cambio de paradigma en el sistema español.

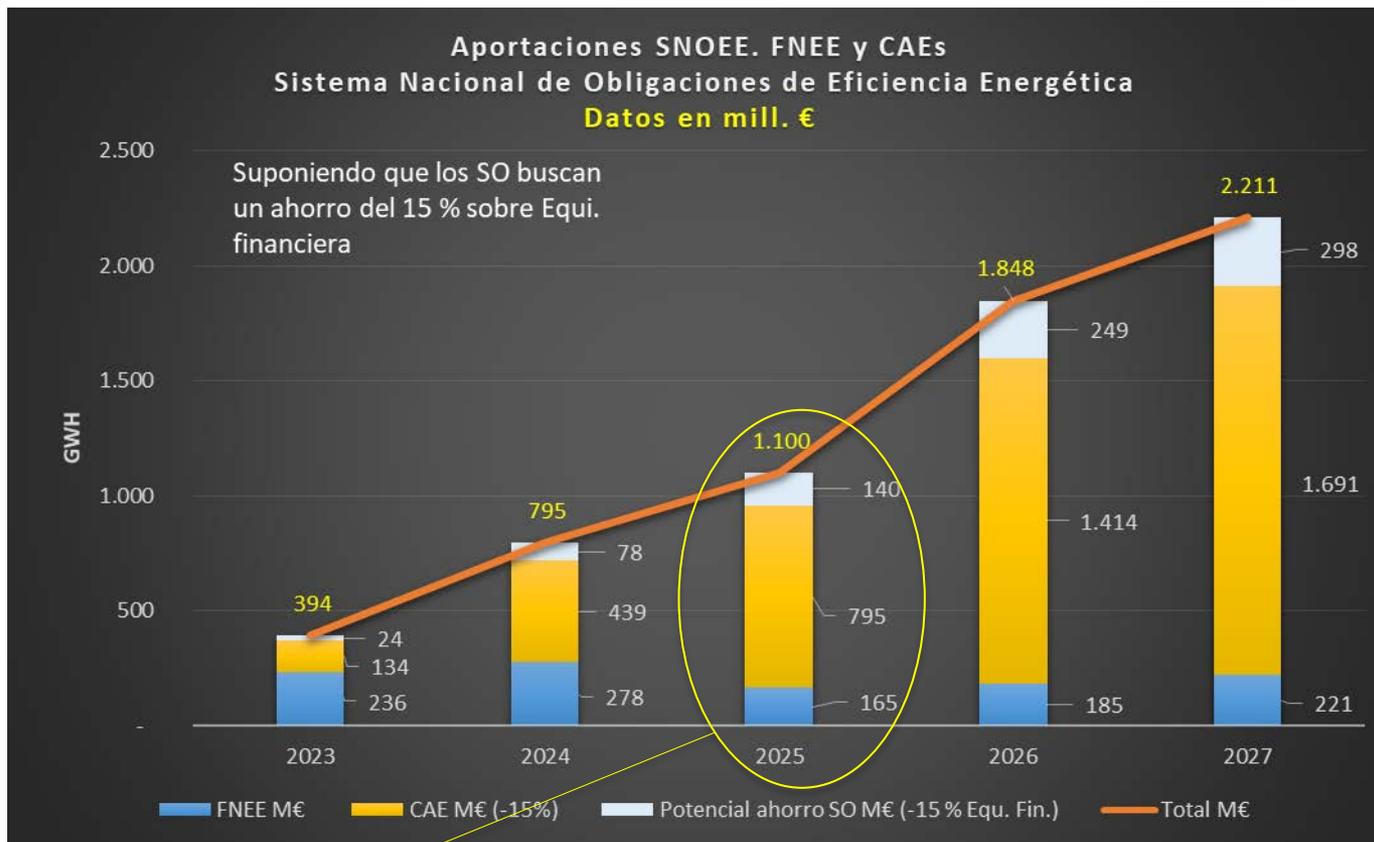
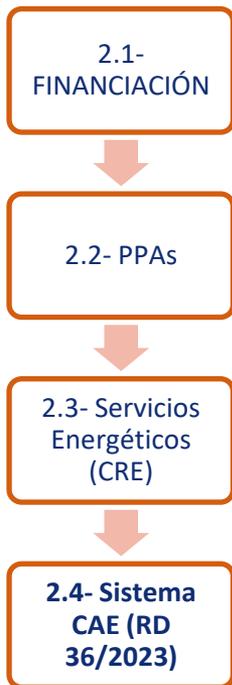
SNOEE: Sistema Nacional de Obligaciones de Eficiencia Energética



- 2.1- FINANCIACIÓN
- 2.2- PPA's
- 2.3- Servicios Energéticos (CRE)
- 2.4- Sistema CAE (RD 36/2023)



Sistema CAE alternativo a las aportaciones al FNEE, para financiar directamente a los proyectos.

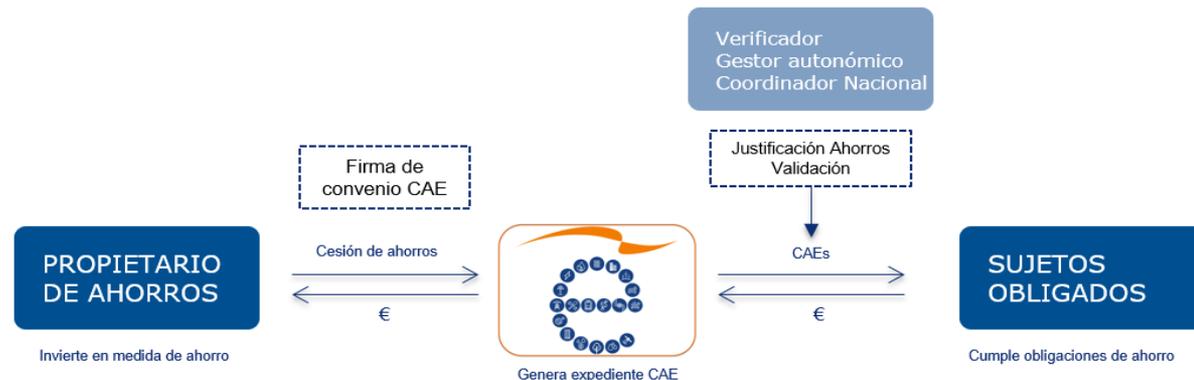


EL MERCADO EN CIFRAS. Año 2025

- Obligaciones SO: 5.815 GWh → 189,17 €/MWh = **1.100 mill. €**
 - 15% FNEE: **165 mill. €**
 - 85% Liquidación CAE: reducir el coste de **935 mill €** → (p.e. si, SO busca -15% E.F.) →
 - 140 mill. € ahorro para SO y
 - 795 mill. € para inversores en proyectos de ahorro y descarbonización).

El Sistema de Certificados de Ahorro Energético

- Es un instrumento clave en la eficiencia energética, que permite a los propietarios de ahorros energéticos generar ingresos a través de su venta. Como sujeto delegado, ELEC NOR puede ayudarte a convertir estos ahorros en Certificados que tienen valor en el mercado.



- Datos clave:**
 - Actuaciones ejecutadas tras 26 enero 2023.
 - Un CAE equivale a 1 kWh de ahorro.
 - Valor estimado del CAE. Entre 100 €/MWh y 140 €/MWh (depende del proyecto y la evolución del mercado).
 - Fecha de caducidad: 3 años tras finalizar la mejora.
 - Compatibles con los Fondos Europeos (NEXT GENERATION).
 - Procedimiento ágil, desde finalización de obra 2/3 meses para recibir el abono.
 - El incentivo no es un porcentaje de la inversión, puede ser superior según el ahorro obtenido.

Tipo de actuaciones.

2.1- FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios Energéticos (CRE)

2.4- Sistema CAE (RD 36/2023)

Actuaciones SINGULARES de ahorro de energía

Por sus características no puede ser incluida en una ficha del catálogo o aún no están desarrolladas.

Actuaciones ESTANDARIZADAS de ahorro de energía

Replicable. Se recogen en fichas integradas en un catálogo.

Procedimiento analítico de cálculo de ahorros y verificación:

- Calcula con más precisión los ahorros.
- Suelen ser actuaciones con un volumen de ahorros elevado en cada actuación.
- El proceso de verificación es más largo y caro, requiere un trabajo técnico más especializado.



Sector agropecuario	
AGR010:	Pantallas térmicas en invernaderos.
AGR020:	Recuperación del calor por medio de un sistema para el preenfriamiento de la leche.
Sector industrial	
IND010:	Mejora del aislamiento de tuberías y superficies planas de instalaciones y equipos utilizados en procesos industriales para temperaturas de más de 60°.
IND020:	Sustitución del refrigerante de una instalación frigorífica.
IND030:	Sustitución de compresor para instalación frigorífica.
IND040:	Sustitución de caldera de combustión existente por bomba de calor.
IND050:	Sustitución del sistema de iluminación por sistema con fuentes luminosas y/o luminarias tipo LED.
IND060:	Sustitución de generador para climatización por bomba de calor de accionamiento eléctrico.
IND070:	Sustitución de bomba de alta presión por una bomba de pistones axiales.
IND080:	Instalación de una cámara isobárica o intercambiador de presión (CIP).
IND081:	Sustitución del recuperador, cámara isobárica o intercambiador de presión (CIP).
IND090:	Sustitución o reemplazo de compresor de aire por uno más eficiente.
IND110:	Recuperación de calor de un compresor para uso de calefacción.
IND120:	Sustitución de quemador modulante de caldera de combustión de gas.
IND140:	Reforma, sustitución o nueva instalación de planta enriadora de procesos de alta eficiencia.
IND150:	Central frigorífica de alta eficiencia con sistemas de refrigeración directa.
IND160:	Unidad condensadora de alta eficiencia.
IND170:	Sustitución de...
IND180:	Sustitución de...
Sector terciario	
TER010:	Rehabilitación de la envolvente térmica de edificios terciarios existentes con superficie afectada mayor del 25 %.
TER020:	Rehabilitación de la envolvente térmica de edificios terciarios existentes con superficie afectada inferior o igual del 25 % (Canarias).
TER030:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER040:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER050:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER060:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER070:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER080:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER090:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER100:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER110:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER120:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER130:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER140:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER150:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER160:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER170:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER180:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER190:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER200:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER210:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER220:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER230:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER240:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER250:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER260:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER270:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER280:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER290:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
TER300:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios terciarios con superficie afectada inferior o igual del 25 % de la envolvente térmica final.
Sector residencial	
RES010:	Rehabilitación de la envolvente térmica de edificios de viviendas con superficie afectada mayor del 25 %.
RES011:	Rehabilitación de la envolvente térmica de edificios de viviendas con superficie afectada mayor del 25 % (Canarias).
RES020:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios de viviendas con superficie afectada inferior o igual al 25 % de la envolvente térmica final.
RES021:	Rehabilitación de la parte opaca de la envolvente térmica de edificios de viviendas con superficie afectada inferior o igual al 25 % de la envolvente térmica final (Canarias).
RES030:	Nueva implantación, sustitución o ampliación de instalación térmica en un edificio y piscina con tecnología solar térmica.
RES040:	Sistema de automatización y control para viviendas y edificios (BACS).
RES050:	Adquisición de frigoríficos de alta eficiencia.
RES051:	Adquisición de frigorífico-congelador de alta eficiencia.
RES052:	Adquisición de congelador de alta eficiencia.
RES053:	Adquisición de lavadoras de alta eficiencia.
RES054:	Adquisición de lavavajillas de alta eficiencia.
RES060:	Sustitución de caldera de combustión por una bomba de calor de accionamiento eléctrico.
RES070:	Renovación o sustitución de ventanas en edificios de viviendas.
RES071:	Renovación o sustitución de ventanas en edificios de viviendas (Canarias).
RES080:	Rehabilitación profunda de edificios de viviendas.
RES090:	Hibridación en modo paralelo de calderas de combustión con bomba de calor de accionamiento eléctrico en edificios residenciales ubicados en la zona climática A3 o A4.
RES091:	Hibridación en modo paralelo de calderas de combustión con bomba de calor de accionamiento eléctrico en edificios residenciales ubicados en la zona climática B3 o B4.
RES092:	Hibridación en modo paralelo de calderas de combustión con bomba de calor de accionamiento eléctrico en edificios residenciales ubicados en la zona climática C1, C2, C3 o C4.
RES093:	Hibridación en modo paralelo de calderas de combustión con bomba de calor de accionamiento eléctrico en edificios residenciales ubicados en la zona climática D1, D2 o D3.

Caso práctico 1. Actuación estándar

Ficha AGR020: Recuperación del calor del proceso de preenfriamiento de la leche para usos térmicos en la explotación ganadera.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Instalación de un sistema que permita recuperar el calor extraído a la leche durante su enfriamiento y utilizarlo para precalentar el agua de limpieza de la sala de ordeño, u otros usos térmicos de la explotación ganadera.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

3. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

El ahorro de energía se medirá en términos de energía final, expresada en kWh/año, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AE_{TOTAL} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot h \cdot \eta$$

Donde:

\dot{m}	Flujo másico o cantidad de leche por hora ¹	kg/h
C_p	Calor específico promedio de la leche	kWh/kg °C
ΔT	Gradiente de temperatura ²	33°C
h	Horas anuales equivalentes en modo activo	h/año
η	Rendimiento del intercambiador de calor ²	0,9
AE_{TOTAL}	Ahorro anual de energía final total	kWh/año

¹ Valor del Flujo másico tomado de la cuota de producción asignada en vigor.

² Valor de referencia que podrá ser sustituido por otro valor con justificación y acreditación por empresa habilitada.

100 unidades de producción a un régimen de actividad del 50% de las horas anuales, nos proporciona 14,36 MWh.

Cp: Calor específico leche	
0,95	cal/g°C
1.000,00	cal/ 1 kcal
0,00095	kcal /g°C
1.000,00	g/1 kg
0,95	kcal/kg °C
860,42	kcal/ 1kWh
0,001104	kWh/kg °C

m	100	kg/h
DT	33	°C
h	4380	h/año
η	0,9	-

AE total	14.362,94	kWh/año
-----------------	-----------	---------

Actualmente el precio del CAE se cotiza entre los 100 €/MWh y los 140 €/MWh, según el volumen de ahorro (entre 1.400 € y 2.000 € por cada 100 kg/h de flujo másico en régimen de actividad del 50 %).

Caso práctico 2. Actuación estándar

Ficha IND040: Sustitución de caldera de combustión existente por bomba de calor

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Sustitución total de caldera de combustión de una instalación térmica (calefacción y/o agua caliente sanitaria, y/o proceso térmico para producción) de un establecimiento industrial por una bomba de calor alimentada eléctricamente. La actuación no afecta a los elementos que configuran la instalación térmica.

3.1 En calefacción y/o proceso térmico de producción

El ahorro de energía se medirá en términos de energía final, expresada en kWh/año, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AE_c = P_c \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) \cdot h$$

Donde:

P_c	Potencia térmica nominal de la caldera sustituida según ficha técnica o valor medio de 'la última inspección periódica	kW
η_i	Rendimiento del equipo sustituido según ficha técnica referido a PCI, o valor de la última inspección, o el valor de referencia de la tabla del anexo IV	(tanto por uno)
$SCOP_{BdC}$	Rendimiento estacional de la bomba de calor según ficha técnica	WW
h	Horas equivalentes en modo activo de funcionamiento activo ²	1.920 h/año
AE_c	Ahorro anual de energía final	kWh/año

Un caso tipo de cambio de caldera de 200 kW, con un rendimiento del 83% por una BdC con un SCOP de 3,5, nos proporciona 353 MWh.

Cambio de caldera de 500 kW por BdC

P_c	200,00	kW
η_i	0,83	
$SCOP_{BdC}$	3,50	W/W
h	1.920,00	h/año
AE_{total}	352.936,32	kWh/año

Este ahorro, a un precio de entre 100 €/MWh y los 140 €/MWh, puede traducirse en un incentivo entre 35.000 € y 50.000 €.

2.1- FINANCIACIÓN

2.2- PPAs

2.3- Servicios Energéticos (CRE)

2.4- Sistema CAE (RD 36/2023)

Caso práctico 3. Actuación singular

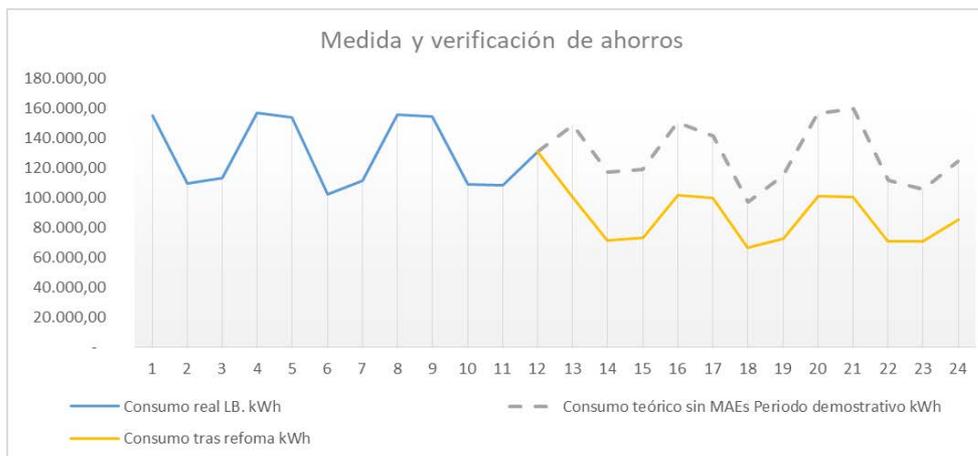
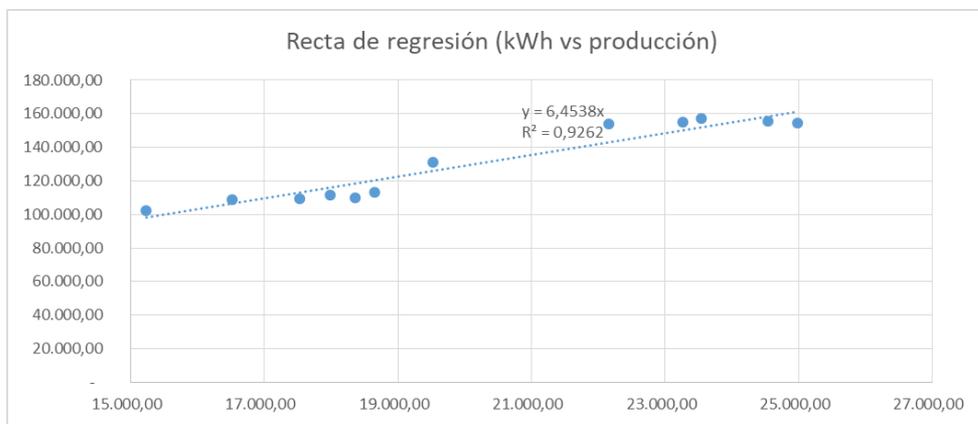
Ejemplo anterior. Recuperación de calor en sistema de esterilización.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPAs

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)



Consumo evitado de 532.580 kWh frente a la demanda inicial de 1.562.500 kWh (34,08 %)

Este ahorro, a un precio de entre 100 €/MWh y los 140 €/MWh, puede traducirse en un incentivo entre 53.000 € y 75.000 €

Breves TIPS

- **¿Qué es un CAE?** Es un documento electrónico equivalente a 1 kWh ahorrado. Para que el ahorro de un actuación se convierta en CAE debe pasar un doble filtro: Verificación (OCA) + Revisión por Comunidad Autónoma.
- **¿Quién es el propietario del ahorro?** Quien invierte.
- **¿En qué consiste la verificación?** Aportar evidencias necesarias para validar que la actuación se ha realizado. Sólo puede solicitarse por Sujetos Delegados o Sujetos Obligados y siempre que estén en posesión de la cesión del ahorro por parte del propietario (contrato de compraventa firmado).
- **Contrato de cesión de ahorros o convenio CAE** Debe tener un contenido mínimo. Elecnor tiene un modelo, pídenoslo si lo necesitas (cae@elecnor.es). El propietario del ahorro debe recibir una contraprestación (económica o de otro tipo) a cambio del ahorro.
- **¿Qué obras se pueden beneficiar de este sistema?** Las ejecutadas íntegramente después del 26 enero 2023, cualquier obra de reforma que conlleve el ahorro de energía final en sectores TRANSPORTE, INDUSTRIA, AGRÍCOLA, TERCARIO y RESIDENCIAL. También algunas instalaciones nuevas (solar térmica, enfriadoras de alta eficiencia, p.e.). Las instalaciones fotovoltaicas están fuera del sistema CAE.
- **¿Todas las actuaciones se tratan del mismo modo?** No. Hay dos tipos: ESTANDARIZADAS Y SINGULARES:
 - ✓ ESTANDARIZADAS: tienen un procedimiento para calcular el ahorro y las evidencias necesarias para verificarlo.
 - ✓ SINGULARES: No hay procedimiento. Se necesitan protocolos de Medida y Verificación de ahorros. OCAs y gestión técnica del proyecto más costosas. Para actuaciones con volúmenes de ahorros elevados.

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)

Breves TIPS

- **¿Qué precio tiene el ahorro y el CAE?** No tiene el mismo valor un ahorro en bruto que un CAE. El ahorro hay que verificarlo y esto tiene un coste (OCA + gestión documental). Elecnor compra ahorros a los propietarios y vende CAEs a las comercializadoras.
El precio cambiará según el año (obligaciones marcadas por el MITECO), según la oferta y la demanda y según el volumen de ahorro que tenga un proyecto.
- **Sistema ágil.** Desde que se finaliza y legaliza la actuación, en 2/3 meses el cliente puede recibir el abono.
- **¿Tiene caducidad el ahorro?** Sí, desde que se finaliza la actuación, 3 años. Aún estamos a tiempo de monetizar las obras ejecutadas desde enero de 2023.
- **¿Es compatible con otras ayudas y subvenciones?** Sí, excepto si provienen del FNEE. Si tenemos ayudas compatibles: $\text{Subvención} + \text{CAE} \leq \text{Inversión}$. Si sólo CAEs, la venta del ahorro puede ser mayor que inversión.
- **¿Flujos de pagos?** El acuerdo con el propietario del ahorro determina que, una vez certificado y registrado el CAE a nombre de Elecnor, se abonará el número de CAEs finalmente obtenidos al precio pactado (60 días confirming)..

2.1-
FINANCIACIÓN

2.2- PPA's

2.3- Servicios
Energéticos
(CRE)

2.4- Sistema
CAE (RD
36/2023)



www.elecnor.com



Agustín Martín-Serrano Romero
DIRECCIÓN CENTRO /
DESARROLLO DE NEGOCIO /
Rble Comercial Clientes Industriales

Juan Jesús Cuevas Muñoz
DIRECCIÓN CENTRO /
DESARROLLO DE NEGOCIO /
Rble eficiencia energética & energía

616 986 416
amserrano@elecnor.es

607 522 865
jjcuevas@elecnor.es

SERVICIO DE GESTIÓN ENERGÉTICA:
sg@elecnor.es



SISTEMA CAE:
CAE@elecnor.es