

LOS CERTIFICADOS DE AHORRO ENERGÉTICO (CAE) COMO PALANCA DE DESCARBONIZACIÓN COMPETITIVA EN LA INDUSTRIA CERÁMICA

Rafael Herrero – Director de Desarrollo Corporativo

Bettergy, S. L. - España

RESUMEN

En la industria cerámica, el coste energético suele situarse en torno al 25%–30% de los costes de producción, aunque en determinados subsectores, plantas o contextos de precios elevados puede acercarse o superar el 40%. En procesos térmicos como la cocción y el secado, la eficiencia energética deja de ser una mejora operativa para convertirse en una variable crítica de competitividad y viabilidad industrial.

Este trabajo presenta el sistema español de Certificados de Ahorro Energético (CAE), establecido por el Real Decreto 36/2023 y reforzado recientemente por el Real Decreto-ley 7/2026, como un mecanismo financiero innovador que permite a las empresas cerámicas monetizar sus inversiones en eficiencia energética, acortando significativamente los periodos de retorno y acelerando la transición hacia procesos más competitivos y sostenibles.

Se describe el marco regulatorio, la metodología de implementación, las medidas de ahorro elegibles aplicables específicamente al sector cerámico y las herramientas digitales que permiten gestionar el proceso de forma escalable. Se presentan tres casos de aplicación anonimizados en empresas industriales de alto consumo térmico, extrapolables a la industria cerámica, y se propone un procedimiento estándar de gestión CAE integrable en sistemas ISO 50001.

La aportación novedosa de este trabajo reside en la transferencia, por primera vez en un congreso técnico del sector cerámico, de un mecanismo de financiación de eficiencia energética hacia las necesidades concretas de la industria cerámica, proponiendo un modelo de gestión replicable, documentando su viabilidad económica con datos reales, junto con la metodología y problemática de la medición, verificación y acreditación de los ahorros utilizando estándares internacionales aplicados específicamente a la operativa de producción de la industria cerámica.

1. INTRODUCCIÓN: EL RETO ENERGÉTICO DE LA INDUSTRIA CERÁMICA

La industria cerámica española es una de las más intensivas en energía de la economía nacional. **Sus procesos de atomización, secado y cocción** alcanzan temperaturas de hasta **1.200 °C** y dependen casi por completo del **gas natural**, que aporta cerca del **90 % de la energía consumida por el sector**.

El **clúster cerámico de Castellón** concentra alrededor del **94% de la producción nacional** y supone en torno al **32,2% del PIB** industrial provincial. En 2024 el sector facturó en torno a 4.818 M€, produjo cerca de 400 M m² y destinó aproximadamente el 72% de sus ventas a exportación en 186 países. Su **consumo energético anual** se sitúa en el entorno de los **14 TWh de gas natural y 1,4-1,5 TWh de electricidad**, lo que representa alrededor del 50-60% del consumo de gas industrial de la Comunitat Valenciana y entre el 7% y el 8% del consumo de gas industrial nacional.

En este contexto, la **eficiencia energética** deja de ser una opción de mejora continua para convertirse en **una condición de competitividad**. Sin embargo, muchos **proyectos de eficiencia energética requieren inversiones** significativas, especialmente en renovación de quemadores, recuperadores de calor, automatización de hornos y sistemas de gestión energética, requieren de inversión, integración técnica y una evaluación económica rigurosa.

El **sistema de Certificados de Ahorro Energético (CAE)** emerge como la respuesta regulatoria española a este problema estructural. Un mecanismo que permite monetizar los ahorros energéticos conseguidos, convirtiendo el kWh ahorrado en un activo económico transferible. El presente trabajo analiza cómo este mecanismo puede aplicarse de forma sistemática en la industria cerámica, con qué herramientas y con qué resultados económicos reales.

2. EL SISTEMA DE CERTIFICADOS DE AHORRO ENERGÉTICO (CAE) EN ESPAÑA

2.1. Definición y lógica del mecanismo

El sistema de Certificados de Ahorro Energético (CAE) **es un mecanismo regulado** que permite **convertir los ahorros de energía** final obtenidos mediante actuaciones de eficiencia energética **en un activo económico verificable** y transferible. Cada CAE **acredita oficialmente un ahorro energético** conseguido tras la implantación de una medida concreta. Por ejemplo, la sustitución de equipos, la recuperación de calor, la mejora de sistemas térmicos o la automatización de procesos, siempre que dicho ahorro sea real, medible, adicional y validado por una entidad verificadora independiente.

El consumidor final que ejecuta la actuación monetiza parte del ahorro generado mediante la cesión de sus derechos a un **Sujeto Obligado o a un Sujeto Delegado en contraprestación de una cantidad económica**. El resultado es una reducción del coste neto de la inversión y una mejora directa del retorno de los proyectos de eficiencia mediante un ingreso directo.

2.2. Marco regulatorio

España implementó el sistema de Certificados de Ahorro Energético mediante el **Real Decreto 36/2023**, de 24 de enero, en transposición de la **Directiva (UE) 2023/1791**. El sistema establece obligaciones anuales de ahorro para determinados agentes distribuidores y comercializadores de energía (los Sujetos Obligados) que pueden cumplirlas aportando al **Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE)** o **presentando CAEs** acreditativos de ahorros verificados.

El sistema introduce también la figura del **Sujeto Delegado**. Una **empresa de especializada en el diseño, cálculo y medición de ahorros energéticos** cualificada y reconocida por el Ministerio para la Transición Ecológica, que actúa como experto técnico y financiero entre los consumidores que ejecutan medidas de ahorro (propietarios del ahorro) y los **Sujetos Obligados** que deben **acreditar dichos ahorros**. El acceso a este estatus exige una alta cualificación tecnológica y solvencia económica.

Proceso del sistema CAE

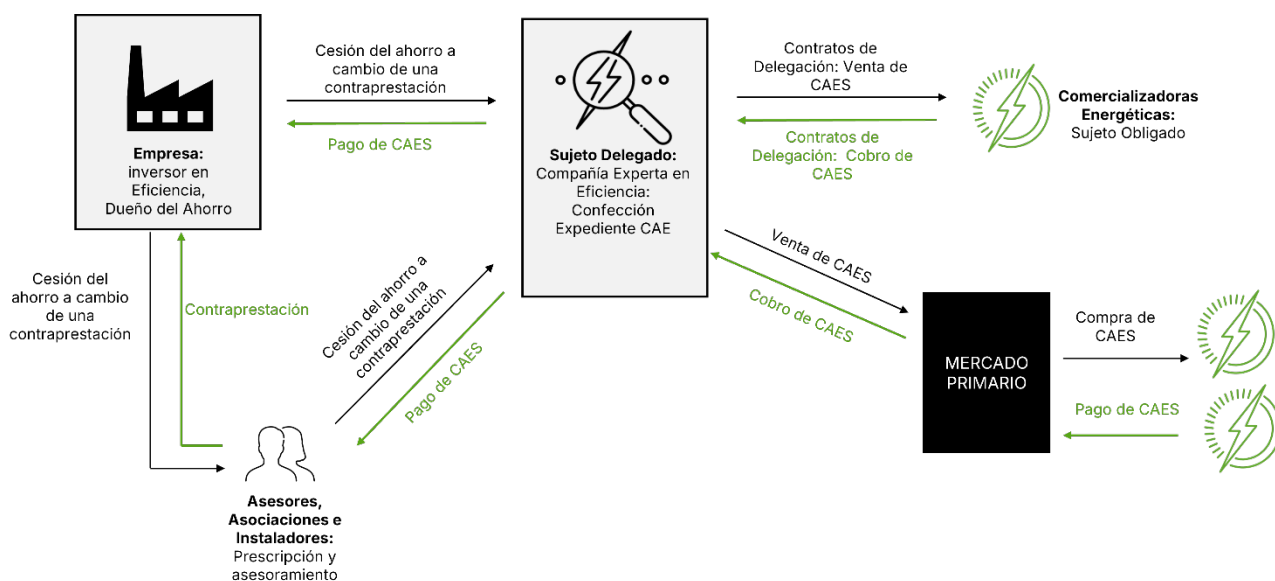


Figura 1: Esquema ilustrativo sobre el sistema CAE

2.3. Estado actual del sistema (2024-2026)

El sistema ha experimentado una consolidación acelerada desde su implantación:

- En 2024 se registraron **696 solicitudes** de emisión de CAEs para **1.102 actuaciones**, equivalentes a **1,9 TWh** de ahorro energético.
- En 2025, se habían realizado **3.922 solicitudes** para **17.059 actuaciones**, equivalentes a **5,8 TWh** de ahorro solicitado.

- En 2026, el objetivo nacional del SNOEE aumenta hasta **801,822 ktep**, equivalentes a **9.325 GWh**, con una equivalencia financiera de **198,62 €/MWh**.
- La **aportación mínima obligatoria** al FNEE se reduce al **8%**, por lo que los Sujetos Obligados pueden **cubrir hasta el 92%** de su obligación mediante **CAEs**, esto significa la creación de un mercado de adquisición de CAES potencial de 1.700 Mill. €

El sector industrial es el más activo en el sistema, habiendo certificado el 82,7 % de los ahorros monetizados, según datos de Seguimiento del Sistema CAES del MIETRED.

3. APLICABILIDAD DEL SISTEMA CAE A LA INDUSTRIA CERÁMICA

3.1. Medidas elegibles en el catálogo estándar

El catálogo de medidas estandarizadas del sistema CAE incluye fichas técnicas de cálculo preaprobadas aplicables a la industria cerámica:

Ficha CAE	Medida de eficiencia	Ámbito cerámico
IND010:	Mejora del aislamiento de tuberías y superficies planas de instalaciones y equipos utilizados en procesos industriales para temperaturas de más de 60°	Aislamiento de hornos, depósitos de fluidos
IND240	Variadores de velocidad en motores	Atomizadores, compresores, ventilación
IND010	Sustitución de iluminación por LED	Naves de producción y almacén
IND040	Sustitución de caldera de combustión existente por bomba de calor	Oficinas y zonas auxiliares
IND050	Sustitución del sistema de iluminación por sistema con fuentes luminosas y/o luminarias tipo LED	Naves de producción y almacenes
IND060	Sustitución de generador para climatización por bomba de calor de accionamiento eléctrico	Zonas climatizadas
IND090	Sustitución o reemplazo de compresor de aire por uno más eficiente	Circuitos de aire comprimido
IND110	Recuperación de calor de un compresor para uso de calefacción	Zonas demandantes de calor

Ficha CAE	Medida de eficiencia	Ámbito cerámico
IND120	Sustitución de quemador modulante de caldera de combustión de gas	Cambio de quemadores obsoletos por quemador modulante con control de oxígeno y tecnología de combustión de bajas emisiones de NOx. en hornos y secaderos
IND140 / IND150	Centrales frigoríficas de alta eficiencia	Refrigeración de moldes y agua de proceso
IND170	Sustitución de motores eléctricos de inducción	Líneas de producción
IND230	Recuperación de calor desde procesos exotérmicos a otros procesos endotérmicos de la misma planta	Transferencia de calor excedente de procesos a otros demandantes de calor

3.2. Medidas singulares en procesos cerámicos

Más allá del catálogo estándar, la industria cerámica presenta oportunidades de mayor magnitud en sus procesos térmicos específicos, que acceden al sistema CAE mediante expedientes singulares cuando no existe ficha estandarizada aplicable:

- **Recuperación de calor en hornos de rodillos:** los gases de salida oscilan entre 200 y 500 °C. Su canalización hacia atomización o secado permite ahorros documentados de hasta el 65 % en atomización y del 10-23 % en cocción
- **Modernización de quemadores de baja emisión:** reducciones del consumo de gas entre el 8% y el 15%, con retornos que el CAE puede acortar de 3-4 años a menos de 2.
- **Optimización del caudal de gases y control avanzado de combustión:** regulación electrónica y monitorización continua de O₂ en humos, con ahorros del 6-13 %.
- **Aumento del contenido en sólidos de la barbotina:** mediante defloculantes y formulación, ahorros de hasta el 48,7 % en el atomizador.
- **Electrificación parcial del secado:** sustitución de quemadores de gas en fases iniciales por sistemas eléctricos de infrarrojo o bomba de calor de alta temperatura, especialmente rentable en contextos de paridad energética.
- **Sistemas de submetering y gestión energética:** monitorización y control automatizado con ahorros adicionales del 3-8 %.

Nota metodológica sobre los rangos de ahorro

Los rangos de ahorro incluidos en este apartado son orientativos y responden a estimaciones de predimensionamiento técnico. El ahorro certificable dependerá de la situación de partida, las condiciones reales de operación, la integración de la medida y la verificación independiente exigida por el sistema CAE.

4. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE GESTIÓN CAE PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

Se propone un procedimiento de seis fases, diseñado para ser integrado en los sistemas de gestión energética según ISO 50001 de las plantas cerámicas. Su carácter sistemático y replicable lo hace especialmente apropiado para programas plurianuales de eficiencia.

FASE 1: Diagnóstico energético previo

Realización de auditoría energética conforme al RD 56/2016 o diagnóstico simplificado. Identificación y cuantificación de las Medidas de Ahorro Energético (MAE) elegibles para el sistema CAE. Estimación del volumen de CAEs generables y del ingreso económico asociado, como criterio de priorización de inversiones.

FASE 2: Selección de medida e inicio del expediente

Determinación de la ficha de cálculo aplicable. En proyectos singulares desarrollo de la metodología de cálculo específica antes de la ejecución. Firma del Convenio CAE entre el promotor y el Sujeto Delegado, estableciendo los términos económicos del acuerdo.

FASE 3: Ejecución y documentación

Implementación de la medida con registro documental exhaustivo: facturas de equipos, certificados de instalación, lecturas de contadores antes y después, y toda evidencia técnica requerida por la ficha de cálculo aplicable.

FASE 4: Cálculo y verificación del ahorro

Aplicación de la metodología de cálculo para determinar el ahorro energético anual en kWh. Verificación externa del ahorro por organismo de control autorizado cuando la normativa lo requiera. Determinación del número de CAEs a emitir (1 CAE = 1 kWh/año de ahorro).

FASE 5: Tramitación ante el Ministerio

El Sujeto Delegado tramita la solicitud de emisión ante el MITECO, aportando toda la documentación técnica acreditativa. Tras la evaluación ministerial, se emiten los CAEs en el Registro de Certificados de Ahorro Energético.

FASE 6: Liquidación y transferencia de valor

El Sujeto Delegado comercializa los CAEs ante los Sujetos Obligados al precio de mercado vigente. El valor resultante se transfiere al promotor (la empresa cerámica) descontada la tarifa del servicio. El ingreso puede aplicarse a reducir la inversión o como retorno adicional en medidas ya amortizadas.

5. CASOS DE APLICACIÓN EN INDUSTRIA DE ALTO CONSUMO TÉRMICO

A continuación, se presentan tres casos anonimizados de aplicación del sistema CAE en industria de alto consumo térmico.

Caso 1: Empresa cerámica de gran formato

Una empresa fabricante de pavimento y revestimiento cerámico disponía de tres hornos continuos con chimeneas de enfriamiento cuyo calor residual se evacuaba sin aprovechamiento. La actuación consistió en canalizar ese flujo térmico hacia cuatro secaderos horizontales, sustituyendo el aporte energético procedente de gas natural.

Sector	Fabricación de pavimento y revestimiento cerámico
Actuación ejecutada	Recuperación de calor desde chimeneas de enfriamiento de 3 hornos hacia 4 secaderos horizontales. CAE singular.
Ahorro CAE verificado	25.289 MWh/año
Retorno económico CAE	≈ 3,3 – 3,5 Millones €

Caso 2: Empresa cerámica

Con una configuración similar al caso anterior, pero de menor escala, esta planta aprovechó el calor residual de dos hornos para alimentar dos secaderos horizontales.

Sector	Fabricación de pavimento y revestimiento cerámico
Actuación ejecutada	Recuperación de calor desde chimeneas de enfriamiento de 2 hornos hacia 2 secaderos horizontales. CAE singular.
Ahorro CAE verificado	21.071 MWh/año
Retorno económico CAE	≈ 2,7 – 3,0 Millones €

Caso 3: Empresa cerámica

Una empresa con dependencia de gasóleo para un proceso térmico específico ejecutó la sustitución de la caldera existente por un sistema de resistencias eléctricas, accediendo al sistema CAE mediante expediente singular al no existir ficha estandarizada aplicable.

Sector	Industria de fabricación con procesos térmicos continuos
Actuación ejecutada	Auditoría energética, implantación del sistema de gestión ISO 50001 y gestión de CAEs estandarizados (ficha IND040). Sustitución de calderas de gas atmosférica (121 kW) y de condensación (194,4 kW) por bombas de calor con SCOP calefacción 6,19 y SCOP ACS 4,83, en tres zonas de la planta.
Ahorro CAE verificado	894.282 kWh/año
Retorno económico CAE	≈ 115.000 – 135.000 €

Lectura conjunta de los casos

Los tres casos documentados demuestran que el sistema CAE es operativo, escalable y económicamente relevante en industrias con procesos térmicos de alta intensidad. La industria cerámica reúne exactamente las condiciones que hacen más valioso este mecanismo: hornos continuos a alta temperatura, grandes flujos de calor residual aprovechable, consumos de gas natural elevados y medidas de eficiencia con inversiones significativas que se benefician de financiación complementaria.

El potencial de retorno CAE en proyectos de recuperación de calor en hornos cerámicos, como demuestran los Casos 1 y 2, supera con frecuencia los 2,5 millones de euros por proyecto, una cifra que transforma el análisis de viabilidad de inversiones que, sin este mecanismo, podrían quedar fuera del criterio de rentabilidad empresarial.

6. LA PLATAFORMA DIGITAL DE GESTIÓN CAE COMO HABILITADOR DEL SISTEMA

La **gestión eficiente del sistema CAE** requiere un nivel significativo de **capacidad técnica, documental y analítica**. La complejidad del proceso, desde la selección de la ficha de cálculo hasta la tramitación ministerial y la liquidación, puede suponer una barrera real para empresas industriales que no cuentan con equipo especializado interno. La **digitalización de este proceso** es, por tanto, un **habilitador crítico** para la adopción masiva del sistema en el sector cerámico.

6.1. Funcionalidades de una plataforma de gestión CAE

Una plataforma de gestión CAE de nivel profesional debe integrar las siguientes funcionalidades en un único entorno de trabajo:

- **Cálculo automático del ahorro:** introducción de los parámetros mínimos del equipo o instalación, con cálculo instantáneo del ahorro energético y de los CAEs generables, alineado con las fichas oficiales publicadas en el BOE. El usuario obtiene en minutos una estimación del ingreso CAE esperado antes de tomar la decisión de inversión.
- **Simulador de rentabilidad:** proyección del impacto económico combinado (ahorro en factura + ingreso CAE) sobre el payback del proyecto, con sensibilidad a variaciones de precio energético y de mercado CAE.
- **Gestión documental centralizada:** checklist guiada por expediente que indica en cada fase qué documentos son necesarios y cuál es su estado de revisión. Elimina la incertidumbre sobre la completitud del expediente antes de su envío al Ministerio.
- **Seguimiento en tiempo real:** visualización del estado de cada expediente con alertas automáticas ante requerimientos o plazos críticos.
- **Soporte técnico integrado:** canal de comunicación directo con el equipo especializado del Sujeto Delegado mediante sistema de tickets, con acceso a normativa actualizada y resolución de consultas técnicas sin salir del entorno de gestión.
- **Importación de datos desde certificados energéticos:** integración con fuentes de datos externas para acelerar el análisis y reducir errores de introducción manual.
- **Monitorización del ahorro:** las medidas implantadas deben ser monitorizadas y registrado el ahorro durante la vida útil determinada en el expediente mediante la medición y registro de las variables que integran el ahorro

El resultado: trazabilidad completa del expediente, reducción de los tiempos de tramitación y conversión del ahorro energético en un dato auditable y monetizable.

7. MARCO REGULATORIO EUROPEO Y PERSPECTIVAS

La Directiva (UE) 2023/1791 establece el principio Efficiency First como eje de la política energética europea. Esto implica que la mejora la eficiencia debe ser la primera consideración ante cualquier decisión de inversión en energía.

En España, su trasposición refuerza este enfoque y eleva el nivel de exigencia para los grandes consumidores industriales. Las empresas con consumos energéticos elevados deberán avanzar hacia auditorías periódicas, sistemas de gestión energética y aplicación efectiva de medidas de ahorro, lo que afecta de forma directa a buena parte del clúster cerámico de Castellón por su elevada intensidad térmica y dependencia del gas natural.

A este contexto se suma el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono, regulado por el Reglamento (UE) 2023/956. Aunque su alcance actual se concentra en determinados sectores intensivos en carbono, el CBAM refuerza una tendencia clara en la política industrial europea: vincular competitividad, costes de carbono y trazabilidad de las emisiones. Para la industria cerámica, reducir la huella energética mediante medidas de eficiencia verificadas puede convertirse en una ventaja estratégica frente a competidores internacionales con menores exigencias ambientales o menor presión regulatoria.

En este escenario, los CAEs aportan una capa adicional de valor. Permiten acreditar ahorros energéticos reales, medibles y verificados, al tiempo que mejoran la rentabilidad de las inversiones necesarias para reducir consumo, emisiones y exposición a la volatilidad energética.

8. CONCLUSIONES

- El coste energético y de CO₂ del sector cerámico español supera los 800 M€ anuales y es el principal factor estructural de pérdida de competitividad frente a fabricantes internacionales.
- El sistema CAE convierte el kWh ahorrado en un activo económico transferible y permite acortar significativamente el periodo de retorno de las inversiones en eficiencia.
- La industria cerámica concentra el mayor potencial de generación de CAE en sus procesos térmicos: recuperación de calor de hornos, aislamiento, control de combustión, electrificación parcial e integración atomizador-secadero-horno.
- Los casos documentados muestran retornos económicos superiores a 2,5 M€ por proyecto singular, una magnitud que reconfigura los criterios internos de viabilidad de la inversión en eficiencia.
- El procedimiento de seis fases propuesto constituye un estándar replicable e integrable en sistemas ISO 50001, apto para programas plurianuales de eficiencia.
- Una plataforma digital especializada es un habilitador crítico para escalar el modelo, reducir la carga administrativa y garantizar la trazabilidad documental exigida por el sistema.
- Combinado con el marco europeo Efficiency First y el CBAM, el sistema CAE deja de ser una herramienta financiera puntual para convertirse en una pieza estratégica de la descarbonización competitiva del clúster cerámico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, Sistema de Certificados de Ahorro Energético. BOE núm. 22, 26 de enero de 2023.
- [2] Real Decreto-ley 7/2026, de 20 de marzo, Plan Integral de Respuesta a la Crisis en Oriente Medio. BOE núm. 71, 21 de marzo de 2026.
- [3] Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de septiembre de 2023, relativa a la eficiencia energética. DOUE L 231, 20 de septiembre de 2023.
- [4] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Observatorio de Eficiencia Energética de España 2025. MITECO. Madrid, 2025.
- [5] Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030 (PNIEC). MITECO. España, 2023.
- [6] Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER). Informe Anual del Sector Cerámico Español 2024. Castellón, 2024.
- [7] European Ceramic Industry Association (Cerase-Unie). Energy transition in the European ceramic industry: challenges and opportunities. Brussels, 2024.
- [8] Orden TED/765/2024, de 25 de julio, por la que se modifica el catálogo de medidas estandarizadas del sistema CAE. BOE núm. 181, 26 de julio de 2024.
- [9] Reglamento (UE) 2023/956 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023. Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM). DOUE L 130, 16 de mayo de 2023.
- [10] Instituto de Tecnología Cerámica (ITC-AICE). Economía circular y eficiencia energética en el sector de baldosas cerámicas. Castellón, 2024.
- [11] PwC. Impacto socioeconómico del sector de azulejos y pavimentos cerámicos en España. 2024.