



CERTIFICATI BIANCHI Allegato 2.1 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI PIASTRELLE CERAMICHE

2026

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	8
2.1	Atomizzatori.....	9
2.2	Essiccatori	10
2.3	Forni di cottura	11
2.4	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	14
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	16
4	BIBLIOGRAFIA	18

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il settore della ceramica può essere differenziato, in base alla produzione, in:

- piastrelle di ceramica;
- ceramica sanitaria;
- stoviglieria;
- refrattari.

La categoria di prodotti “piastrelle di ceramica per pavimento e rivestimento” comprende differenti tipologie di prodotto, non solo dal punto di vista dei formati, ma anche per le particolari caratteristiche estetiche e meccaniche e per le tecniche e tecnologie di fabbricazioni utilizzate. Una possibile classificazione è la seguente:

- *monocottura*: si tratta di piastrelle ceramiche ottenute per pressatura e smaltatura. Vengono prodotte attraverso un processo di monocottura: lo smalto viene applicato sul supporto essiccato; segue una sola cottura del supporto e dello smalto. Si trovano in commercio di colore bianco/grigio (monocottura chiara) o anche rosso (monocottura rossa) e a supporto greificato o poroso;
- *maiolica/cottoforte*: sono anch’esse piastrelle smaltate ottenute per pressatura. Vengono prodotte attraverso il processo di bicottura: viene applicato lo smalto dopo la cottura del supporto e viene successivamente cotto lo smalto. La struttura risulta porosa, con percentuale d’acqua maggiore del 10-12% per la maiolica e maggiore del 7-8% per il cottoforte;
- *grès porcellanato smaltato*: sono piastrelle ceramiche smaltate a supporto greificato ottenute per pressatura. Il ciclo di produzione è la monocottura;
- *grès porcellanato non smaltato*: sono piastrelle ceramiche non smaltate a supporto greificato ottenute per pressatura e la cui superficie può essere levigata. Tale prodotto è quasi scomparso dal mercato;
- *altri (clinker, cotto)*: si tratta in entrambi i casi di piastrelle ottenute per estrusione. Riguardo al clinker, sono un tipo di piastrelle a supporto greificato (smaltato o meno) ottenute per estrusione a partire da impasti di diverse materie prime. Il cotto, dal tipico colore rosso e avente struttura porosa, è ottenuto da un impasto di argille e altre rocce. È in genere non smaltato.

La produzione nazionale di piastrelle di ceramica si è caratterizzata nell’ultimo ventennio da una marcatissima trasformazione tipologica che ha portato alla progressiva perdita di rilevanza delle tipologie di prodotto tradizionali a favore della nuova tipologia denominata “grès porcellanato”, che ha sempre più caratterizzato l’immagine della produzione italiana sui mercati internazionali. La classificazione è riassunta nella tabella seguente.

Denominazione	Stato della superficie	Ciclo di fabbricazione	Destinazione prevalente
Monocottura	Smaltata	Monocottura	Pavimentazione / Rivestimento interni
Maiolica/cottoforte	Smaltata	Bicottura	Rivestimento interni
Grès porcellanato non smaltato	Non smaltata	Monocottura	Pavimentazione e rivestimento interni/ esterni
Grès porcellanato smaltato	Smaltata	Monocottura	Pavimentazione e rivestimento interni/ esterni
Altri	Smaltata e non	Monocottura	-

Tabella 1: Possibile classificazione delle ceramiche

Ad oggi, nel portafoglio prodotti, il grès porcellanato rappresenta la quota parte più rilevante della produzione, seguito dalle monocotture e dalle bicotture. La restante parte è riferita ad altri prodotti di nicchia poco significativi a livello di produzione.

Nella Figura 1 sono indicate le principali fasi del processo produttivo ed i relativi macchinari impiegati. Sono inoltre evidenziate in rosso le utenze che necessitano di energia termica, mentre tutte le altre utenze sono di tipo elettrico. I riquadri tratteggiati rappresentano fasi di processo presenti solo per alcune tipologie di prodotto.

Fase di preparazione delle materie prime

– Stoccaggio materie prime

Le materie prime necessarie alla formazione dell'impasto (argille, sabbie, sostanze feldspatiche-carbonatiche, etc.) sono trasportate nello stabilimento per mezzo di camion e scaricate in apposite aree di stoccaggio distinte per tipologia di materia. Il processo produttivo viene avviato in modo automatico, grazie a sistemi che dosano le quantità delle diverse materie in base alla ricetta scelta. Si possono aggiungere additivi e/o pigmenti in base al tipo di prodotto finito prescelto.

– Macinazione

Nella fase di macinazione l'obiettivo è quello di produrre una polvere con una determinata granulometria e con un determinato contenuto d'acqua, idoneo alla successiva fase di pressatura. La macinazione può essere realizzata secondo tre metodi differenti:

- processo a secco tradizionale;
- processo a secco con granulazione;
- processo ad umido.

Il processo più utilizzato è l'ultimo, secondo cui la materia prima viene macinata in presenza di una certa quantità d'acqua. Il risultato è un composto definito "barbottina" dotato di un contenuto d'acqua pari a circa il 30-40%, che viene dapprima inviato ad apposite vasche dotate di agitatori e successivamente passato all'atomizzatore.

– Atomizzazione

Questa è la seconda e ultima fase della preparazione dell'impasto; è presente un essiccatoio a spruzzo (spray dry) che provoca l'istantanea evaporazione di gran parte dell'acqua presente nella barbottina grazie ad un forte getto di aria calda (500-600°C) che intercetta le goccioline spruzzate di barbottina. Il contenuto d'acqua presente nella barbottina viene ridotto da circa il 35% al 6-7%. In questa seconda fase di preparazione dell'impasto viene consumata prevalentemente energia termica che serve per far evaporare l'acqua presente nella barbottina. L'atomizzatore può funzionare con un

combustore, dove in genere viene bruciato gas naturale, in aggiunta ad eventuale calore recuperato dal cogeneratore o dai forni di cottura.

Fase di formatura

La formatura è la fase, espletata tramite l'operazione di estrusione o pressatura, che consente di compattare secondo una determinata forma l'impasto precedentemente macinato. In genere, la modalità di pressatura è la più adottata, essa consente di ottenere un prodotto compattato e crudo mediante la pressione di circa 20-50 MPa.

Fase di essiccazione

In questa fase l'obiettivo è quello di rimuovere dal prodotto pressato l'acqua presente in eccesso. Il reparto di essiccamento, che può essere composto da essiccatoi orizzontali o verticali, sfrutta prevalentemente l'energia termica, sotto forma di aria calda a 80 – 160°C. Il vettore elettrico viene utilizzato solamente per la movimentazione del materiale.

Fase di preparazione smalti e smaltatura

Gli smalti, prima di poter essere applicati sopra la superficie della piastrella devono essere preparati all'interno dello stabilimento. La preparazione consiste nella macinazione ad umido di alcuni componenti al fine di ottenere una sospensione acquosa di particelle fini. Sia nella fase di preparazione degli smalti, che nella vera e propria fase di smaltatura, viene utilizzato prevalentemente il vettore elettrico.

Fase di cottura

Durante questa fase il supporto e lo smalto della piastrella vengono cotti in forni a rulli ad alta temperatura (circa 1.200°C) in modo da conferire al prodotto finito le caratteristiche meccaniche di resistenza necessarie e desiderate. Il reparto di cottura è la fase maggiormente energivora dell'intero processo, richiede infatti molta energia termica che viene fornita grazie al gas naturale; il vettore elettrico viene utilizzato per la movimentazione delle piastrelle dall'inizio alla fine del forno a rulli e per il funzionamento dei filtri. In questa fase la piastrella subisce un ciclo di pre-riscaldamento (preforno e preriscaldamento), cottura e successivamente di raffreddamento (raffreddamento rapido, raffreddamento lento e finale). Dopo questa fase, la piastrella cotta ha una dimensione inferiore di circa il 7% rispetto a quando è cruda.

Fase di operazioni di fine linea

In seguito alla cottura si possono prevedere alcune operazioni di finitura della piastrella, tra cui ad esempio la rettifica, il taglio, la lappatura o la smussatura. In queste tre fasi il vettore elettrico viene utilizzato per azionare i macchinari necessari alle operazioni richieste.

Fase di scelta, imballaggio e spedizione

A valle di tutto il processo produttivo vi è la fase di scelta, in cui si classificano le piastrelle in base alla qualità raggiunta, la fase di imballaggio e la successiva spedizione. In queste ultime fasi del processo produttivo, il vettore elettrico viene utilizzato per azionare la macchina di scelta automatica ed i nastri trasportatori, una quota parte di calore può essere utilizzata in forni termoretraibili per l'imballaggio finale.

L'approvvigionamento energetico (energia elettrica e gas metano) avviene prevalentemente dalla rete nazionale. Inoltre, negli stabilimenti sono molto spesso presenti impianti di cogenerazione (di varie

configurazioni) in assetto di autoconsumo, con recuperi termici a servizio di atomizzatori, essiccatoi o del sistema di riscaldamento ambiente.

Nel processo produttivo descritto, il vettore elettrico è utilizzato in quasi tutte le fasi in quanto aziona i diversi motori elettrici presenti, i filtri, ovvero è impiegato per il trasporto del materiale attraverso i nastri trasportatori. La restante quota energetica è imputabile al calore ottenuto grazie allo sfruttamento di energia primaria quale il gas naturale negli essiccatoi, nell'atomizzatore e nel forno di cottura. Generalmente il gas naturale è la fonte energetica a cui è riconducibile la maggior parte della spesa energetica delle imprese.

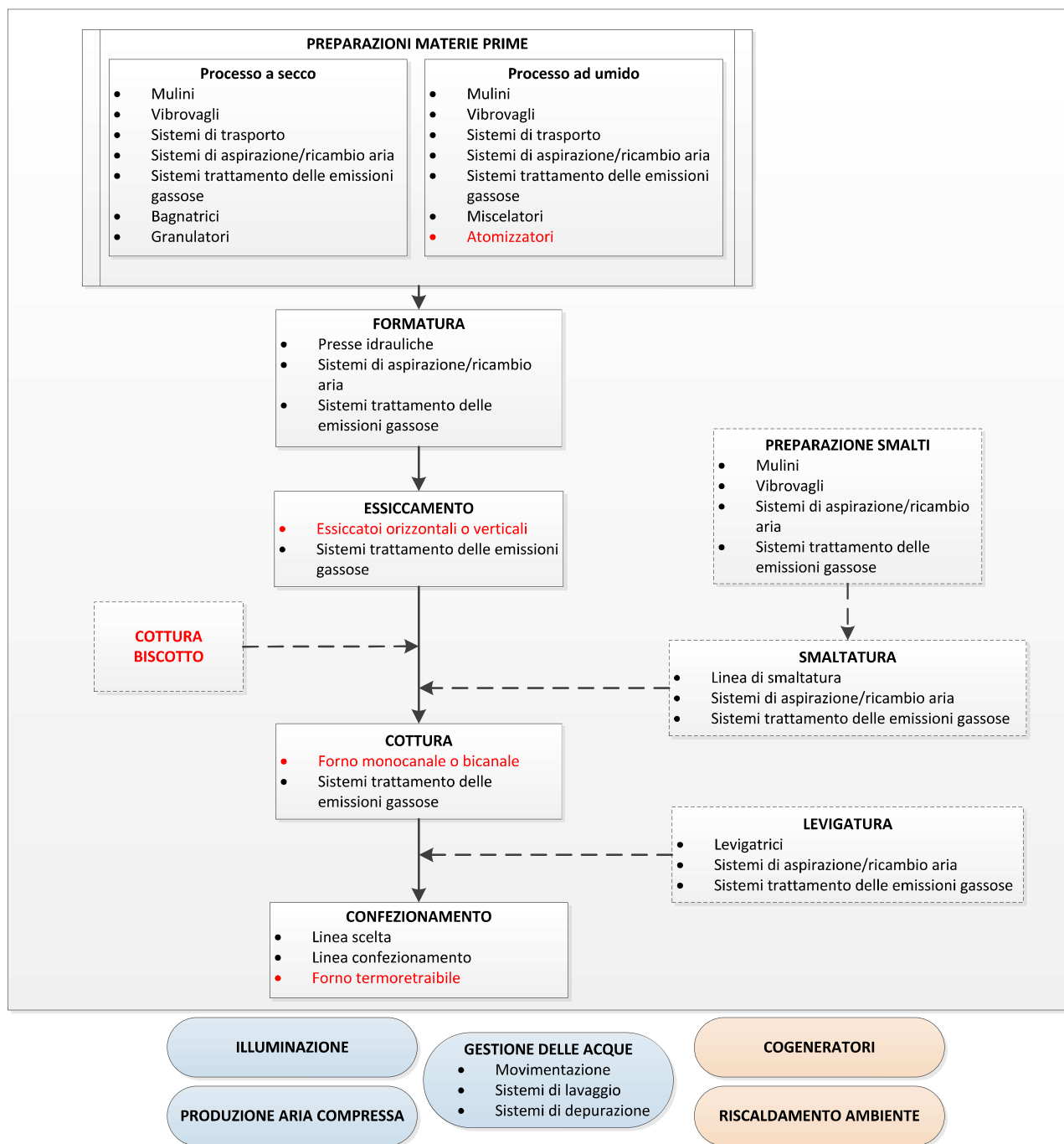


Figura 1: Processo di produzione delle piastrelle di ceramica

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Indicazioni sulle migliori tecnologie disponibili per la fabbricazione delle ceramiche sono riportate nel BRef elaborato nell'ambito delle direttive IIP e IED e, per il caso italiano, nel D.M. 29 gennaio 2007. I dati, tuttavia, non risultano aggiornati all'attuale stato dell'arte, in quanto risalenti al 2007. Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, nonché alla letteratura di settore e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica strettamente riconducibili al settore ceramico presenti all'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025. Per gli ulteriori interventi di efficienza energetica si rimanda al paragrafo 2.4.

Tipologie di intervento del settore ceramico <i>Allegato 2, Tabella 1 del D.M.21 luglio 2025</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Essiccatori	10	10	5
Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria interna in essiccatori ceramici	5	5	-
Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	7	7	-
Abbattitore a barbotina	7	7	-
Altri sistemi di recupero del calore	5	5	-
Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	-	-
Forni di cottura	10	10	5
Forni lavorazione secondarie	10	10	5
Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai forni stessi	5	5	-
Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici	-	5	5
Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	7	7	-
Presse	10	10	5
Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-
Misure comportamentali: Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli	3	-	-
Misure comportamentali: Elettrificazione dei consumi attraverso l'impiego di sistemi alimentati da energia elettrica proveniente da FER	5	-	-
Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	5	-	-
Misure comportamentali: Variazione del processo produttivo per la realizzazione di prodotti finiti o semilavorati funzionalmente analoghi	5	-	-
Misure comportamentali: Impiego di risorse a minor impatto energetico	5	-	-

Tabella 2: tipologie di intervento del settore ceramico dell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025

Si precisa che, per la realizzazione degli interventi riportati nella seguente Tabella 3, il calcolo dei risparmi potrà essere effettuato in relazione al consumo specifico/rendimento del "sistema tecnologico assunto come riferimento", ovverosia del componente primario. Tale condizione è da applicare agli interventi di installazione/sostituzione di componenti "secondari" su componenti "primari" (ad esempio: recupero di calore - secondario - per l'essiccatore - primario; sistemi di automazione e controllo - secondario - su un macchinario - primario; etc.).

L'applicazione di differenti modalità di calcolo dei risparmi verrà valutata dal GSE nell'ambito dell'iter istruttorio, qualora sia comunque garantita la corretta quantificazione dei risparmi sul componente assunto come riferimento.

Sistema tecnologico assunto come riferimento	Tipologie di intervento secondo l'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025
Atomizzatori	Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori
	Abbattitore a barbotina
	Altri sistemi di recupero del calore
	Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento
	Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Essiccatori	Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici
	Altri sistemi di recupero del calore
	Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento
	Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Forni di cottura	Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna
	Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi
	Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Impianti di produzione di energia termica	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica

Tabella 3: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come riferimento" e tipologie di intervento

2.1 Atomizzatori

I consumi energetici legati a questa fase del processo sono prevalentemente di natura termica e connessi al riscaldamento dell'aria necessaria all'evaporazione del contenuto d'acqua della barbotina.

I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un atomizzatore e, quindi, a ridurre i consumi di energia primaria sono legati, ad esempio, alla nuova installazione o alla sostituzione:

1. di sistemi di "ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma";
2. di "abbattitori a barbotina";
3. "altri sistemi di recupero del calore" a servizio degli atomizzatori.

In questi casi, il calcolo dei risparmi di energia primaria potrà essere effettuato in relazione alla riduzione del consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come riferimento", ovvero sia l'atomizzatore.

Nel caso si agisca sull'atomizzatore nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione, di sostituzione o di efficientamento energetico integrato, la tipologia di intervento riportata nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025 a cui fare riferimento è "Essiccatori". Per tale tipologia di intervento il consumo di baseline da utilizzare per il calcolo dei risparmi corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, mentre corrisponde al consumo ante intervento ovvero al consumo di riferimento¹, nei casi di sostituzione o di efficientamento energetico integrato. Dall'analisi delle prestazioni degli atomizzatori standard attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kcal/kg_{barbottina_essiccata} e kWh/ton_{barbottina_essiccata}, può essere assunto pari ai valori indicati nella Tabella 4 seguente.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Atomizzatori	314	311	460	7,6	6,0	14,0	Barbottina essiccata

Tabella 4 - Consumi specifici di riferimento degli atomizzatori

In luogo dei dati riportati in Tabella 4, è data facoltà di proporre, in sede di istruttoria, valori differenti di consumo specifico termico ed elettrico, derivanti da indagini di settore volte ad individuare lo standard di mercato per la specifica condizione di esercizio dell'atomizzatore oggetto di intervento. Ai fini del calcolo del consumo specifico termico è necessario tenere in considerazione tutti gli apporti termici utilizzati dall'atomizzatore, ovvero quelli derivanti dal combustibile utilizzato e quelli provenienti dalle varie sezioni di recupero di calore presenti in stabilimento. Il programma di misura ante intervento e post intervento potrà prevedere il monitoraggio dei quantitativi di barbottina essiccata in relazione alla tipologia di piastrella prodotta.

Un ulteriore intervento di efficienza energetica è quello legato all'installazione di sistemi di recupero di calore da destinare all'atomizzatore. Tale intervento risulta, a seconda dei casi, riconducibile alle tipologie di progetto "Altri sistemi di recupero del calore" e "Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento" di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 21 luglio 2025. Ai fini del calcolo dei risparmi si potrà considerare il miglioramento del consumo specifico termico dell'atomizzatore rispetto alla situazione ante intervento.

2.2 Essiccatori

I consumi energetici degli essiccatori, con configurazione verticale o orizzontale, sono prevalentemente di natura termica, connessi al riscaldamento dell'aria necessaria all'evaporazione del contenuto d'acqua delle piastrelle prima della fase di cottura. I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un essiccatore con la conseguente riduzione dei consumi di energia primaria sono legati alla nuova installazione o alla sostituzione:

1. di "sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda";

¹ Secondo quanto previsto dal punto 1.3 dell'Allegato 1 al D.M. 21 luglio 2025

2. di “altri sistemi di recuperi di calore” a servizio degli essiccatori.

L'adozione congiunta di questi due interventi costituisce un esempio di efficientamento energetico integrato degli essiccatori. Nei casi di efficientamento energetico integrato, ovvero nel caso si adottino anche uno solo dei succitati interventi, il consumo di baseline corrisponde al consumo della situazione ante intervento ovvero al consumo di riferimento¹. In questi casi, il calcolo dei risparmi di energia primaria potrà essere effettuato in relazione alla riduzione del consumo specifico del “sistema tecnologico assunto come riferimento”, ovvero sia l'essiccatore.

Nel caso si agisca sull'essiccatore nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione, di sostituzione o di efficientamento energetico integrato, la tipologia di intervento riportata nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025, a cui fare riferimento è “Essiccatori”. Dall'analisi delle prestazioni degli essiccatori standard attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kcal/kg_{piastrella_essicata} e kWh/ton_{piastrella_essicata}, può essere assunto pari ai valori indicati nella Tabella 5 seguente.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Essiccatori vert	92	101	89	10,6	7,6	5,9	Piastrelle essiccate
Essiccatori orizz	106	102	--	8,5	7,6	--	Piastrelle essiccate

Tabella 5: Consumi specifici di riferimento degli essiccatori

Si specifica che, per gli essiccatori orizzontali che processano piastrelle con superficie maggiore di 2 mq, è data facoltà di proporre, in sede di istruttoria, valori differenti di consumo specifico, derivanti da indagini di settore volte ad individuare lo standard di mercato per la specifica condizione di esercizio dell'essiccatore oggetto di intervento. Il programma di misura ante intervento e post intervento dovrà prevedere il monitoraggio dei quantitativi di piastrelle in relazione alla tipologia di piastrella prodotta.

In analogia con quanto detto per gli atomizzatori, anche per gli essiccatori, ai fini del calcolo del consumo specifico termico, è necessario tenere in considerazione tutti gli apporti termici utilizzati dall'essiccatore, ovvero sia quelli derivanti dal combustibile utilizzato e quelli provenienti dalle varie sezioni di recupero di calore presenti in stabilimento.

Un ulteriore intervento di efficienza energetica è quello legato all'installazione di sistemi di recupero di calore da destinare all'essiccatore. Tale intervento, risulta, a seconda dei casi, riconducibile alle tipologie di progetto “Altri sistemi di recupero del calore” e “Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento” di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 21 luglio 2025. Ai fini del calcolo dei risparmi si potrà considerare il miglioramento del consumo specifico termico dell'essiccatore rispetto alla situazione ante intervento.

2.3 Forni di cottura

I consumi energetici legati a questa fase del processo sono prevalentemente di natura termica e connessi alla cottura delle piastrelle ceramiche. I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un forno con conseguente riduzione dei consumi di energia primaria sono legati:

1. alla nuova installazione o alla sostituzione di bruciatori auto recuperativi e all'ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna;
2. alla nuova installazione o alla sostituzione di sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi.

L'adozione congiunta di questi due interventi costituisce un esempio di efficientamento energetico integrato dei forni di cottura. Un altro esempio di efficientamento energetico integrato dei forni di cottura è relativo alla sostituzione di bruciatori auto recuperativi e alla contestuale adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti. Nei casi di efficientamento energetico integrato, ovvero nel caso si adottino anche uno solo dei succitati interventi, il consumo di baseline corrisponde al consumo della situazione ante intervento, ovvero al consumo di riferimento¹. In questi casi, il calcolo dei risparmi di energia primaria potrà essere effettuato in relazione alla riduzione del consumo specifico del *"sistema tecnologico assunto come riferimento"*, ovverosia il forno di cottura.

Nel caso si agisca sul forno di cottura nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione, di sostituzione o di efficientamento energetico integrato, la tipologia di intervento riportata nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025, a cui fare riferimento è *"Forni di cottura"*. Per tale tipologia di intervento il consumo di baseline da utilizzare per il calcolo dei risparmi corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, mentre corrisponde al consumo ante intervento ovvero al consumo di riferimento¹ nei casi di sostituzione o di efficientamento energetico integrato.

Il consumo specifico dei forni risulta influenzato da diverse variabili operative quali la tipologia di prodotto, la capacità di carico del forno, le dimensioni e la geometria delle piastrelle, lo spessore, i tempi di cottura, i minuti di vuoto, la tipologia di ricetta, etc. Tra le variabili più significative si evidenzia sicuramente la tipologia di prodotto, la dimensione delle piastrelle e lo spessore. Dall'analisi delle prestazioni dei forni standard attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, espresso in kcal/kg_{piastrelle_cotte} e kWh/ton_{piastrelle_cotte}, può essere assunto pari ai valori indicati nella Tabella 6 seguente.

I valori di seguito indicati sono riferiti a mix produttivi:

- distinti per tipologia di prodotto: gres porcellanato, monocottura chiara e monocottura rosa;
- suddivisi per cluster in funzione delle superfici delle piastrelle. Si individuano formati tradizionali per piastrelle con superficie pari o inferiori a 2 mq e formati lastra per piastrelle con superfici maggiori di 2 mq;
- riferiti a spessori compresi tra 8 mm e 20 mm.

Macchinario	Formati	Superficie piastrella		Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
		da	a	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
		mq	mq	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Forni di cottura	Tradizionali	0,00	0,40	500	450	500	19,8	16,6	19,8	Piastrelle cotte
		0,41	0,80	520	470	520				
		0,81	1,20	550	500	550				
		1,21	1,70	580	520	580				
		1,71	1,99	610	550	610				
	Lastre	2,00	3,00	640	550	640				
		3,01	3,70	680	-	-				
		3,71	4,80	820	-	-				
		4,81	5,70	980	-	-				

Tabella 6: Consumi specifici di riferimento dei forni

Si precisa che i dati riportati in Tabella 6 per piastrelle con spessori:

- inferiori a 8 mm, possono essere aumentati del 15%;
- superiori ai 20 mm, possono essere aumentati del 10%.

Per l'individuazione dei valori di consumo specifico di riferimento per piastrelle di superficie superiore a 5,7 mq sarà necessario effettuare analisi specifiche.

Si specifica che è data facoltà di proporre, in sede di istruttoria, valori differenti di consumo specifico, derivanti da indagini di settore volte ad individuare lo standard di mercato per la specifica condizione di esercizio del forno oggetto di intervento.

Nel caso di sostituzione o di efficientamento energetico integrato del forno di cottura il consumo di baseline è pari al consumo specifico del forno nella situazione ante intervento, ovvero al consumo di riferimento¹. Il consumo di baseline deve prendere in considerazione le variabili sopra indicate (ad esempio la tipologia di prodotto, le dimensioni, gli spessori etc..). In fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire informazioni puntuali sulle caratteristiche del prodotto, sui tempi di cottura, sui minuti di vuoto e sulla tipologia di ricetta.

Al fine di determinare il consumo di baseline, dovranno essere forniti i risultati della campagna di misura condotta nei 12 mesi ante intervento con dettaglio almeno giornaliero, indicando, per ciascuna misurazione, il valore delle variabili operative del processo e dei consumi energetici. Qualora il soggetto proponente dimostri che le misure proposte siano rappresentative dei consumi annuali, ovvero del range annuale dei parametri di funzionamento che influenzano il consumo, e/o che le fluttuazioni non intervengono a livello giornaliero, può proporre una durata e/o una frequenza di campionamento diverse, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione.

In fase di presentazione della proposta progettuale, dovranno essere trasmessi i dati dei consumi di energia della configurazione ante intervento normalizzati rispetto ai valori assunti delle variabili operative nelle condizioni post. A tal fine, qualora nella situazione post intervento si registri una variazione significativa dei valori delle variabili operative rispetto a quelli misurati nella situazione ante intervento, per i casi in cui la configurazione impiantistica ante intervento avrebbe comunque potuto garantire il medesimo servizio reso nella situazione post intervento, la normalizzazione del consumo di baseline dovrà tener conto di tale variazione. A titolo di esempio, qualora tra la situazione ante intervento e post intervento vi sia, in relazione al servizio reso, solamente una variazione del formato di piastrelle prodotte, il consumo specifico termico di baseline dovrà essere normalizzato rispetto alla variabile operativa nella condizione post intervento, ovverosia rispetto al nuovo formato prodotto (formato X). Tale normalizzazione potrà avvenire moltiplicando il consumo specifico termico ante intervento del forno, relativo al formato prodotto nella condizione ante intervento (formato Y), per la variazione relativa tra il consumo specifico termico di riferimento del formato ante intervento (formato Y) e il consumo specifico termico di riferimento del formato post intervento (formato X). Di seguito la formula esplicativa:

$$CST_{baseline}(\text{formato } X) = CST_{baseline}(\text{formato } Y) \cdot (1 + \Delta)$$

dove

- $CST_{baseline}(formato X)$ è il consumo specifico termico ante intervento del forno normalizzato per il formato X non prodotto nella condizione ante intervento, espresso in [kcal/kg];
- $CST_{baseline}(formato Y)$ è il consumo specifico termico ante intervento del forno per il formato Y, determinato sulla base delle misure effettuate, espresso in [kcal/kg];
- Δ è la variazione del consumo specifico termico di riferimento nel passaggio dal formato Y al formato X:

$$\Delta = \frac{CST_{riferimento}(formato X) - CST_{riferimento}(formato Y)}{CST_{riferimento}(formato Y)}$$

- $CST_{riferimento}(formato X)$ è il consumo specifico termico di riferimento del forno normalizzato per il formato X non prodotto nella condizione ante intervento, espresso in [kcal/kg];
- $CST_{riferimento}(formato Y)$ è il consumo specifico termico di riferimento del forno per il formato Y prodotto nella condizione ante intervento, espresso in [kcal/kg].

2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

Ulteriori interventi di efficienza energetica che riguardano il processo produttivo della ceramica sono relativi:

1. alla sostituzione e all'efficientamento energetico integrato del “Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici”. In tali casi, in fase di presentazione della proposta progettuale, sarà necessario trasmettere opportuna documentazione quale, ad esempio, l'attestato di prestazione energetica (APE) o il calcolo del fabbisogno termico del sito oggetto di intervento, al fine di verificare che l'energia termica rendicontata sia quella destinata al riscaldamento ambientale, ovvero sia che non ecceda il reale fabbisogno dello stabilimento, eventualmente normalizzato rispetto agli effettivi gradi giorno;
2. alla nuova installazione, alla sostituzione o all'efficientamento energetico integrato di presse idrauliche ad elevata efficienza riconducibile alla tipologia di intervento “Presse”. Il consumo specifico di riferimento, espresso in kcal/kg_{piastrella_pressata} e kWh/ton_{piastrella_pressata}, può essere assunto pari ai valori indicati nella Tabella 7 seguente.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Presse	--	--	--	15,0	12,8	10,5	Piastrelle pressate

Tabella 7: Consumi specifici di riferimento delle presse

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati nell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025 che non riguardano strettamente il processo produttivo della ceramica ma che risultano essere trasversali a tutta l'industria riguardano:

- efficientamento reti di alimentazione elettrica tramite sistemi di power quality;
- motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;

- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica, ivi compresi gli impianti solari termici;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, anche accompagnati dall'installazione di sistemi di free-cooling;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;
- forni di trattamento termico;
- realizzazione e riqualificazione profonda di edifici;
- isolamento termico di superfici disperdenti opache e/o trasparenti degli edifici;
- sistemi di free-cooling;
- impianti di depurazione delle acque reflue;
- isolamento termico di componenti.

Si rappresenta che l'elenco sopra riportato non è esaustivo degli interventi di efficienza energetica ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo sono indicati gli algoritmi da utilizzare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali per le principali tipologie di intervento del settore.

Si precisa che, nei casi in cui nelle seguenti tabelle le formule non sono espressamente esplicitate, l'algoritmo dovrà essere indicato dal soggetto proponente.

Sistema tecnologico assunto come riferimento	Tipologie di intervento secondo l'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025	Formula
Presse	Presse	3
Atomizzatori	Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	2
	Abbattitore a barbotina	1
	Altri sistemi di recupero del calore	*
	Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	*
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	*
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	*
Essiccatori	Essiccatori	1
	Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici	2
	Altri sistemi di recupero del calore	*
	Componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	*
	Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	*
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	*
Forni di cottura	Forni di cottura	1
	Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	2
	Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi	2
	Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	*
	Misure comportamentali: Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	*
Impianti di produzione di energia termica	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	**

* In sede di presentazione del progetto, il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo per determinare i risparmi energetici addizionali conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento. A tal fine, si rimanda a quanto contenuto nell'Allegato 3 alla Guida Operativa.

** Per la formula di calcolo dei risparmi da utilizzare si faccia riferimento alla Guida Settoriale "Impianti di produzione di energia termica e frigorifera"

Tabella 8: Corrispondenza tra interventi e formule da adottare per il calcolo dei risparmi

Sono di seguito esplicitate le formule richiamate nella precedente * In sede di presentazione del progetto, il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo per determinare i risparmi energetici aggiuntivi conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento. A tal fine, si rimanda a quanto contenuto nell'Allegato 3 alla Guida Operativa.

** Per la formula di calcolo dei risparmi da utilizzare si faccia riferimento alla Guida Settoriale "Impianti di produzione di energia termica e frigorifera"

Tabella 8:

Formula	Algoritmo
1	$RISP = [(CST_{baseline} - CST_{post}) \cdot f_t + (CSE_{baseline} - CSE_{post}) \cdot f_e] \cdot P$
2	$RISP = (CST_{baseline} - CST_{post}) \cdot P \cdot f_t$
3	$RISP = (CSE_{baseline} - CSE_{post}) \cdot P \cdot f_e$

Tabella 9: Algoritmi di calcolo dei risparmi

dove:

- $CST_{baseline}$ è il consumo specifico termico di baseline per tonnellata di prodotto, espresso in [MWh/t];
- CST_{post} è il consumo specifico termico post intervento per tonnellata di prodotto, espresso in [MWh/t];
- $CSE_{baseline}$ è il consumo specifico elettrico di baseline per tonnellata di prodotto, espresso in [MWh/t];
- CSE_{post} è il consumo specifico elettrico post intervento per tonnellata di prodotto, espresso in [MWh/t];
- P sono le tonnellate di prodotto lavorato, espresse in [t];
- f_e è il fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale;
- f_t è il fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh.

Si specifica che l'applicazione di differenti modalità di calcolo rispetto a quanto sopra riportato verrà valutata dal GSE nell'ambito dell'iter istruttorio, al fine di verificare che sia comunque garantita la corretta quantificazione dei risparmi.

Qualora in sede di rendicontazione si registri una variazione significativa dei valori di produzione rispetto a quelli ipotizzati in sede di presentazione del progetto, per i casi in cui sia possibile assumere che la configurazione impiantistica ante intervento avrebbe comunque potuto garantire i nuovi livelli di produzione verificatisi, potrà essere previsto un fattore di normalizzazione del consumo specifico della situazione di baseline rispetto ai nuovi valori di produzione registrati in sede di rendicontazione. Qualora possibile, tale fattore di normalizzazione potrà essere determinato a partire da una misura degli effetti che la suddetta variazione di produzione ha avuto sulle prestazioni energetiche dei componenti post intervento, assumendo che tali effetti sarebbero stati riscontrati anche sui componenti che caratterizzano la situazione di baseline.

4 BIBLIOGRAFIA

- Documento “Contributi per revisione Guide Settoriali Certificati Bianchi Piastrelle di Ceramica”, Confindustria Ceramica, ottobre 2025;
- L’efficienza energetica nell’industria: potenzialità di risparmio energetico e impatto sulle performance economiche e sulla competitività delle imprese”, RSE, RdS n 17001209, 2017;
- Indagine sugli interventi di efficientamento termico nel settore delle piastrelle di ceramica, Confindustria Ceramica, 2016;
- Guida operativa per il settore di produzione delle piastrelle di ceramica, ENEA, 2014;
- Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, 2007;
- Decreto Interministeriale 29 gennaio 2007: *“Emanazione di linee guida per l’individuazione e applicazione delle migliori tecniche disponibili in materia di vetro, fritte vetrose e prodotti ceramici, per le attività elencate nell’all. I del Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, numero 59”*;
- Profili di Rischio di Comparto Piastrelle, INAIL, 1999;
- Piastrelle ceramiche e energia, Nassetto et. al., realizzazione Centro ceramico di Bologna, 1998;
- Rapporto integrato ambiente, energia, sicurezza-salute, qualità. L' Industria italiana delle piastrelle di ceramica e dei materiali refrattari. ASSOPIASTRELLE – SNAM, 1998;
- <http://www.sacmi.it/>;
- <http://www.sitibt.com/>;
- <http://www.confindustriaceramica.it/>.