



Progettazione eco-compatibile, metodologie e strumenti per l'innovazione ed il miglioramento dei cicli produttivi

a cura di G. Busani – ARPA Emilia Romagna - Sez. Provinciale di Modena

Riferimenti:

1) G. Timellini; R. Resca - CENTRO CERAMICO BOLOGNA

“Linee Guida, per il Settore: “Piastrille di ceramica”, per la presentazione della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale – Relazione Tecnica”

Attività promossa da ASSOPIASTRELLE

2) Gruppo di Lavoro

“Sperimentazione del modello di modulistica, dei sistemi informatici, delle strutture tecniche di ausilio alle imprese in merito all’attuazione della disciplina IPPC”

ARPA - CENTRO CERAMICO BOLOGNA - PANARIA - ASSOPIASTRELLE



Analisi del ciclo produttivo: fasi lavorative e schemi a blocchi

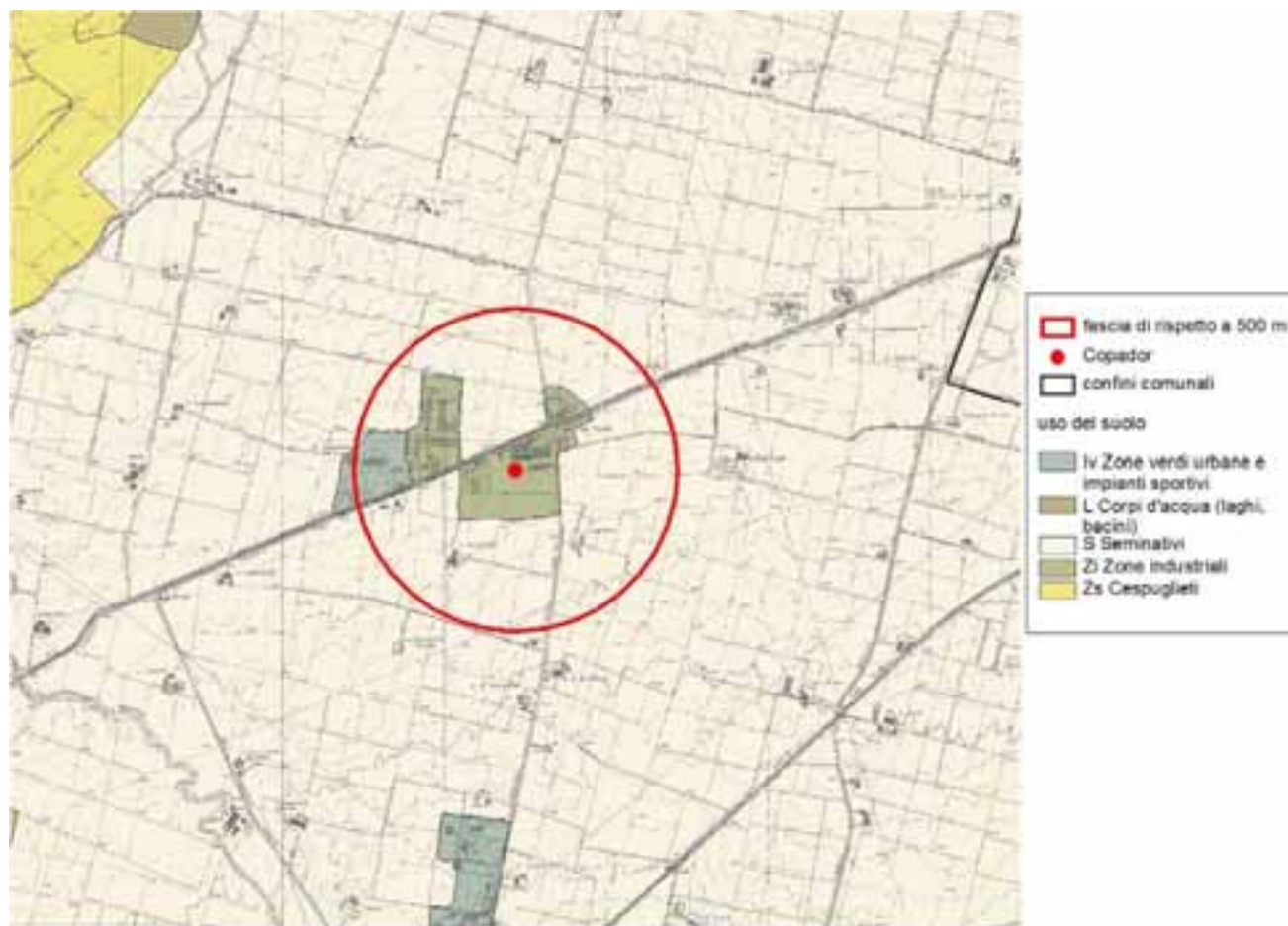
a cura di G. Busani – ARPA Emilia Romagna - Sez. Provinciale di Modena

Inquadramento programmatico

A.1.1 – Inquadramento territoriale

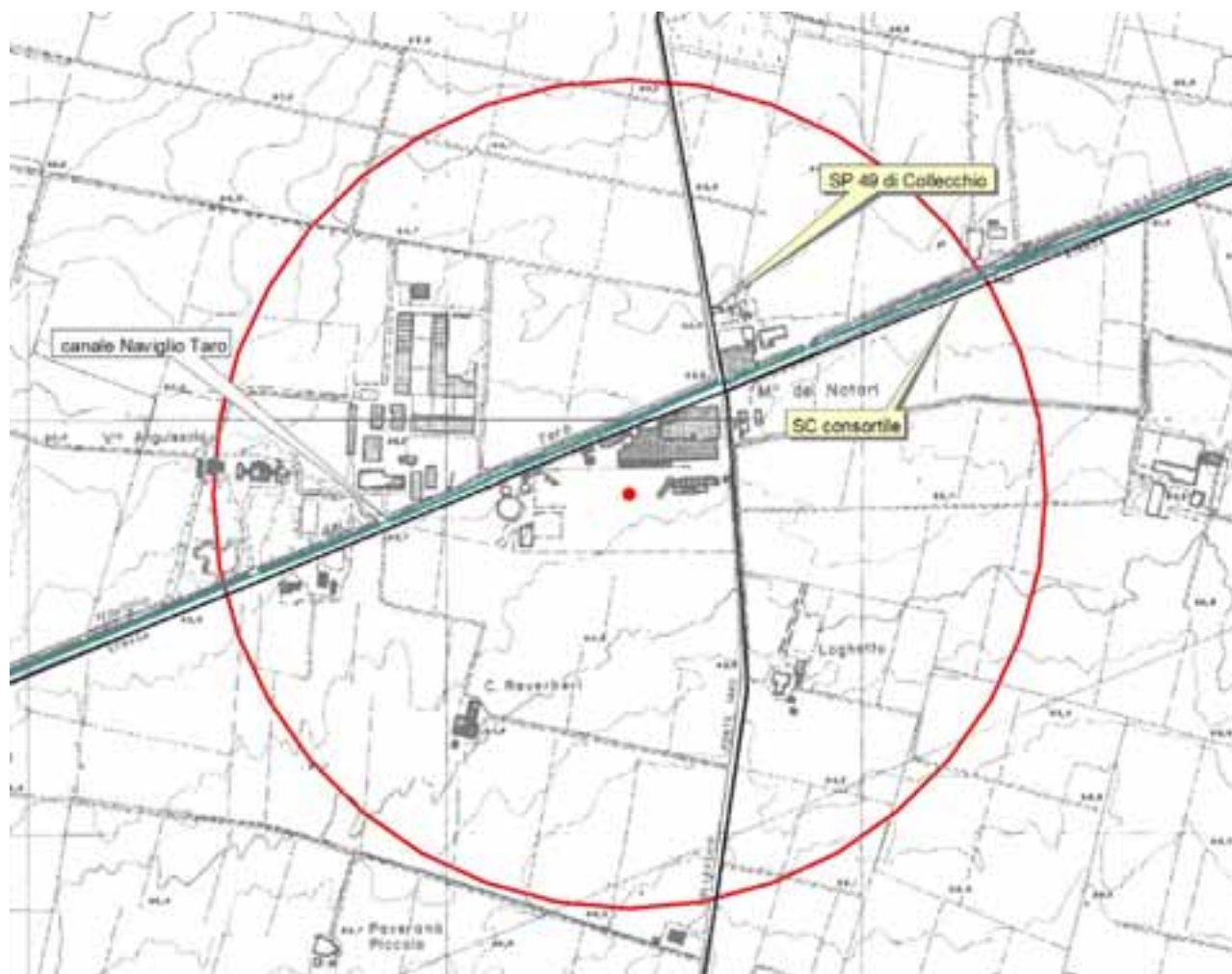


A.1.2 – Mappa uso reale del suolo esistente



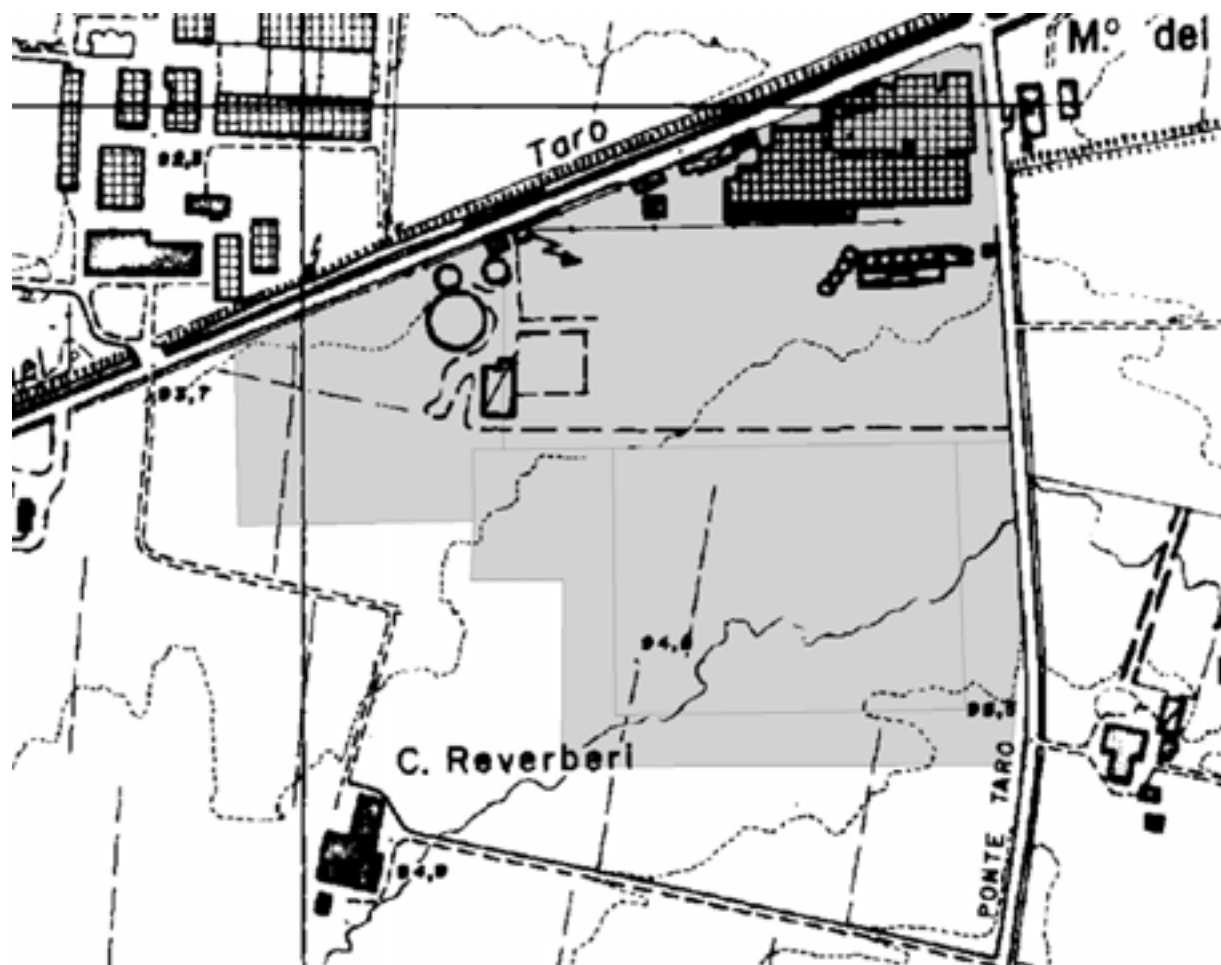


A.1.3 – Mappa topografica



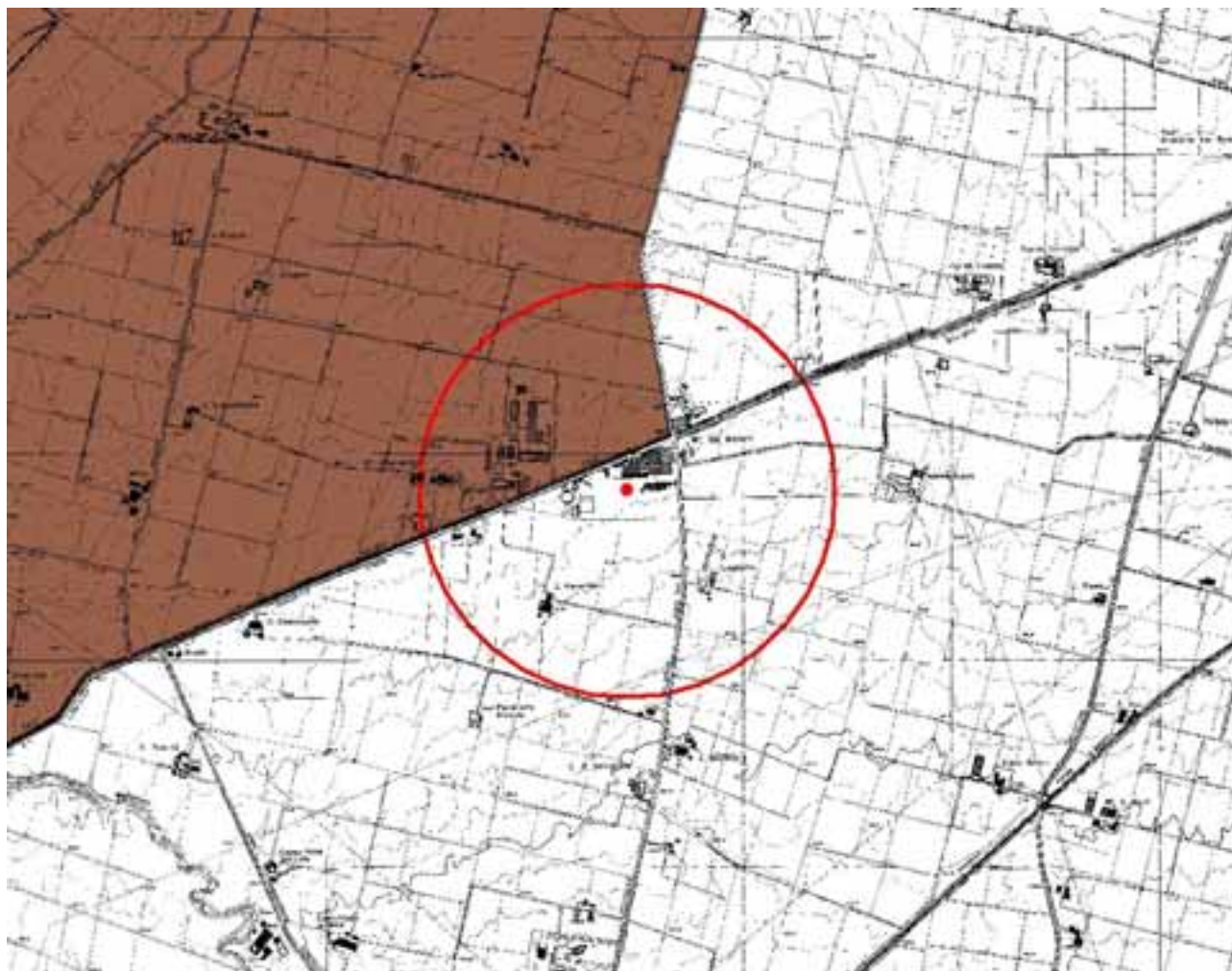


A.1.4 – Descrizione del rapporto e delle condizioni di esercizio dell'impianto negli strumenti di pianificazione urbanistica e relative norme tecniche

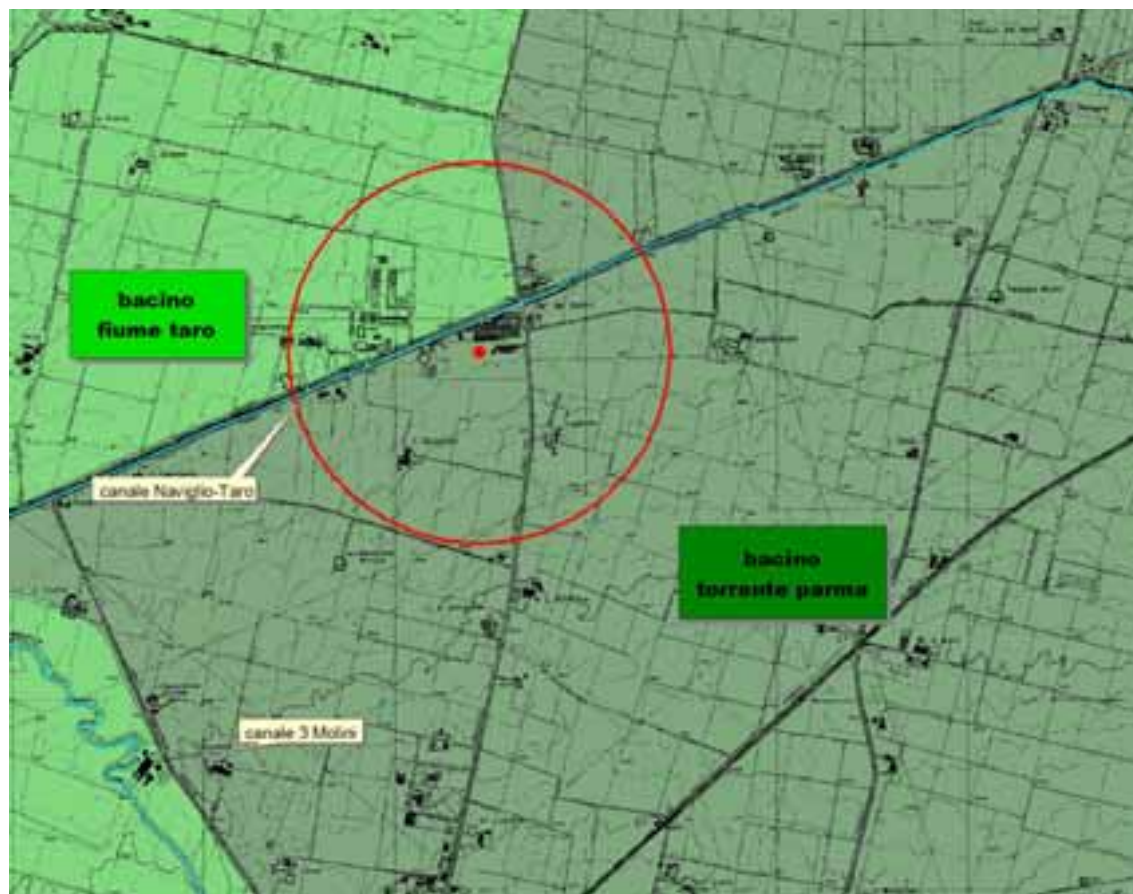




A.1.5 – Descrizione di inquadramento dei vincoli naturalistici



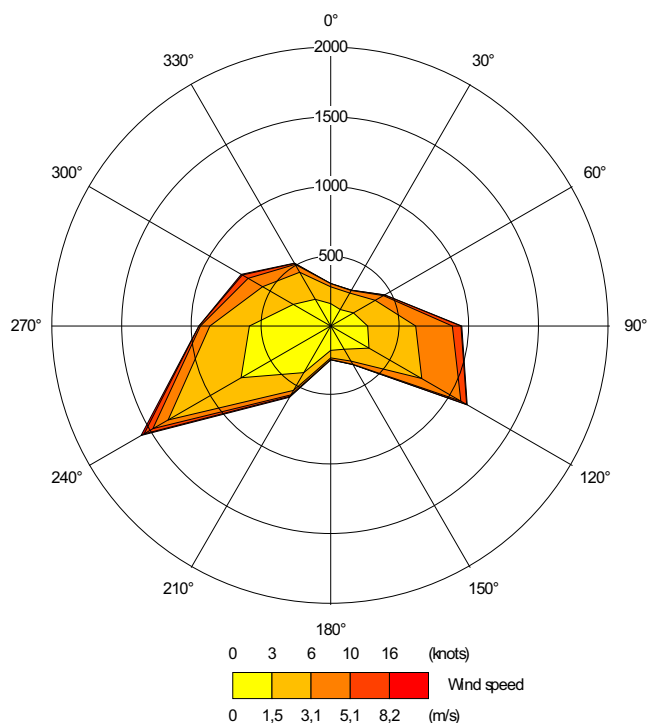
A.1.6 – Descrizione del rapporto e delle condizioni di esercizio dell'impianto negli strumenti di pianificazione di bacino



Inquadramento ambientale

B.1.1 – Descrizione del regime anemometrico

La direzione e la velocità prevalente dei venti nell'ultimo anno è quella descritta dall'immagine sottostante. Come si può notare il vento spira prevalentemente a circa 2/3 m/s con una direzione SO.



I dati per la realizzazione della rosa dei venti sono stati ricavati dal SIR (Servizio Idrometeorologico) di Arpa Emilia-Romagna che li ha ricavati dal programma Calmet. Una volta rievuti i dati, questi sono stati interpolati tramite il programma ADMS Urban ricavandone la rosa dei venti.

B.1.2 – Descrizione delle possibilità d'inversione termica

L'inversione termica è considerata significativa se la temperatura in quota supera di almeno 2 gradi quella a livello del terreno. Per fare questo calcolo sono stati ricavati i dati dell'ultimo anno (2003) tramite il programma Calmet del SIR nella zona della Ditta Conserve IPPC.

L'analisi di questi dati ha portato a ricavare che per circa 1/3 dell'anno l'inversione risulta significativa.

B.1.3 – Descrizione dello stato di inquinamento atmosferico locale

L'inquinamento atmosferico che può essere evidenziato localmente potrebbe originarsi o dalle strade che solcano la zona o dalle emissioni della ditta. Tralasciando queste seconde che sono ritenute a norma di legge dalle autorizzazioni che la ditta ha dovuto, per legge, richiedere rimangono da analizzare le strade.

Le due strade non presentano particolari livelli di traffico ma l'inquinamento della zona è comunque influenzato dalla vicinanza sia con la SS9 Emilia che con l'autostrada.

SCHEMA A BLOCCHI

- **Disegnare lo schema a blocchi del processo produttivo**
- **Le fasi evidenziabili devono essere quelle che hanno una finalità individuata e non scomponibile**
- **Le fasi evidenziabili dallo schema riportato devono essere le stesse cui si farà sempre riferimento**
- **Deve essere chiaramente identificabile la connessione tra le diverse fasi e devono essere indicate per ognuna di esse le materie prime in ingresso, intermedie e in uscita**

- **Oltre alle fasi di produzione, vanno considerate tutte le fasi trasversali che possano dare luogo ad impatti ambientali**
- **Sono pertanto da considerarsi fasi del ciclo produttivo:**
 - ✓ **approvvigionamento delle materie prime**
 - ✓ **stoccaggio materie prime**
 - ✓ **trasporto e stoccaggio rifiuti**
 - ✓ **laboratori interni (chimico microbiologico...)**

FASI DI LAVORAZIONE

1. Descrizione della fase

- **descrizione delle materie prime e reagenti in ingresso, acqua, energia, recuperi e ricicli di residui e/o rifiuti di fabbricazione**

2. Descrizione del processo produttivo

- **apparecchiature e macchine**

3. Prodotto finito

- **sottoprodotti della lavorazione, scarti della depurazione delle emissioni gassose, delle emissioni idriche, fanghi, rumore ecc...**



1. Denominazione della fase di lavorazione

2. Stoccaggio delle materie prime, intermedi e residui, descrizione delle modalità di stoccaggio, procedure di stoccaggio; per i materiali non utilizzabili deve essere indicata la destinazione (riciclo o smaltimento)

3. Denominazione del fattore di impatto

4. Impatto atteso

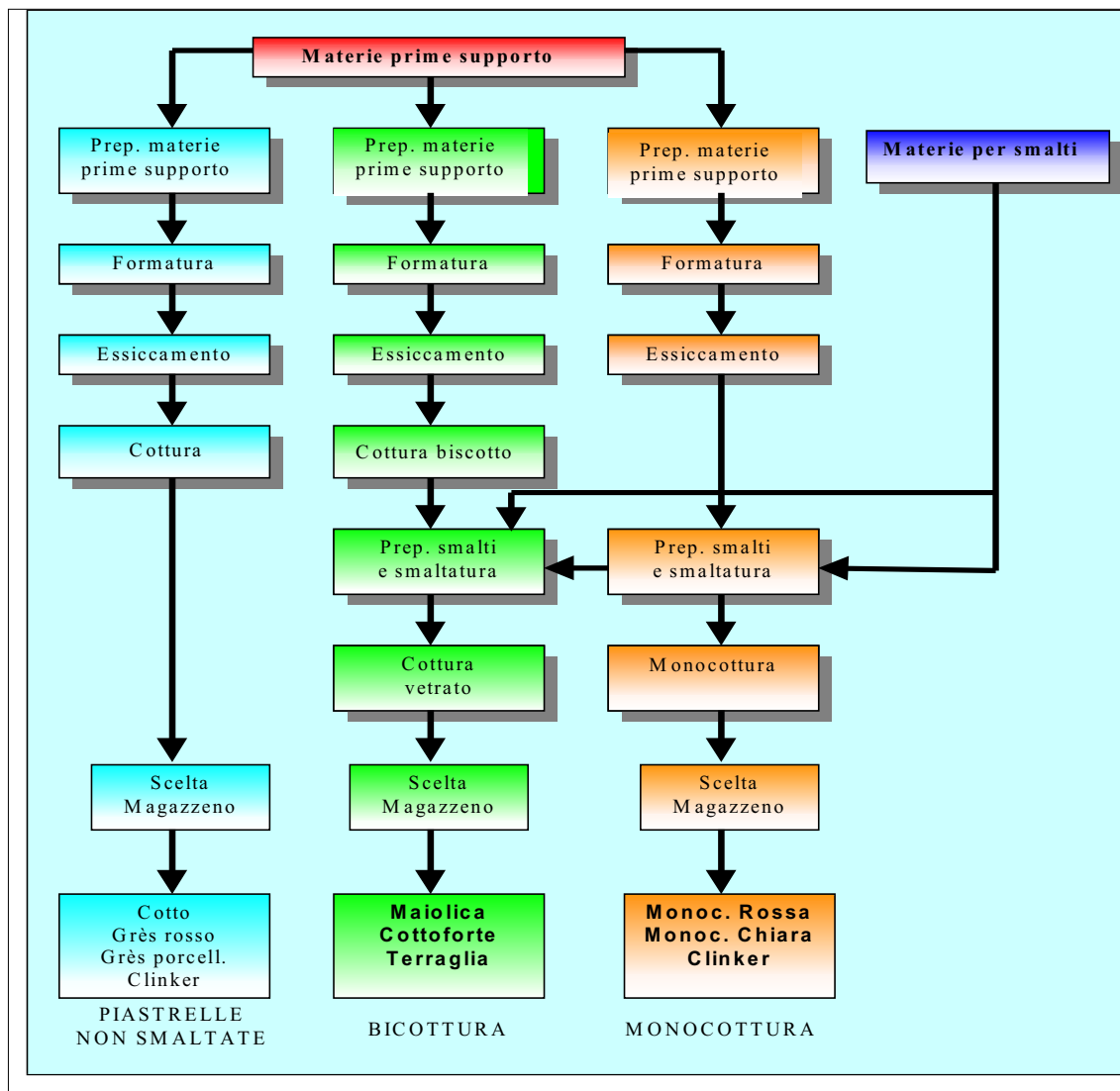
Descrizione a grandi linee dell'impatto ambientale che è ragionevole attendersi da un'analisi accurata del ciclo produttivo

5. Eventuale impatto rilevato

6. Riportare tutti gli interventi attuati e/o previsti per minimizzare l'impatto ambientale

7. Riportare l'elenco dei provvedimenti legislativi nazionali e regionali specifici

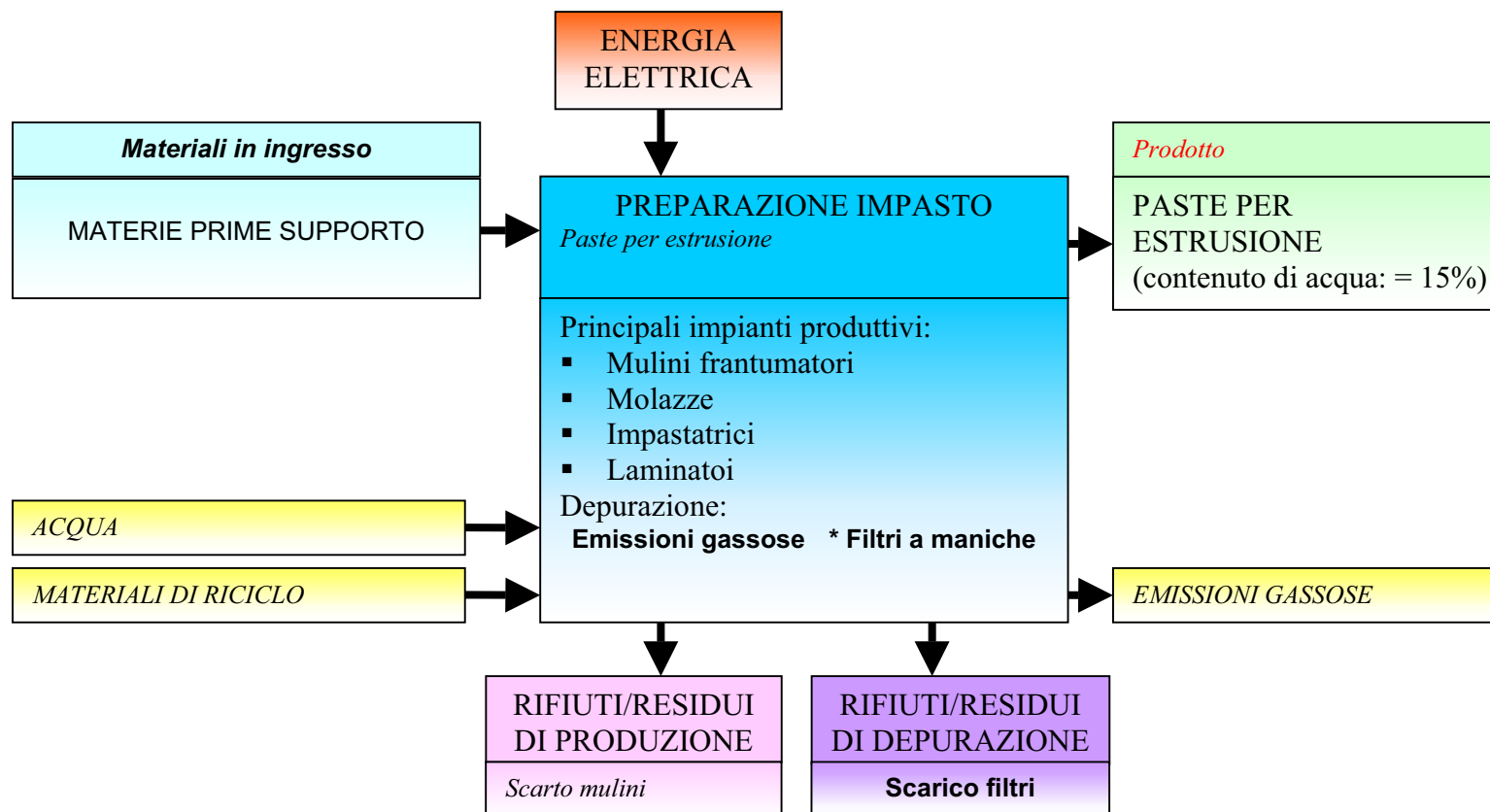
SCHEMA A BLOCCHI:
MATERIALI IN INGRESSO -
FASE DI PROCESSO -
PRODOTTI IN USCITA



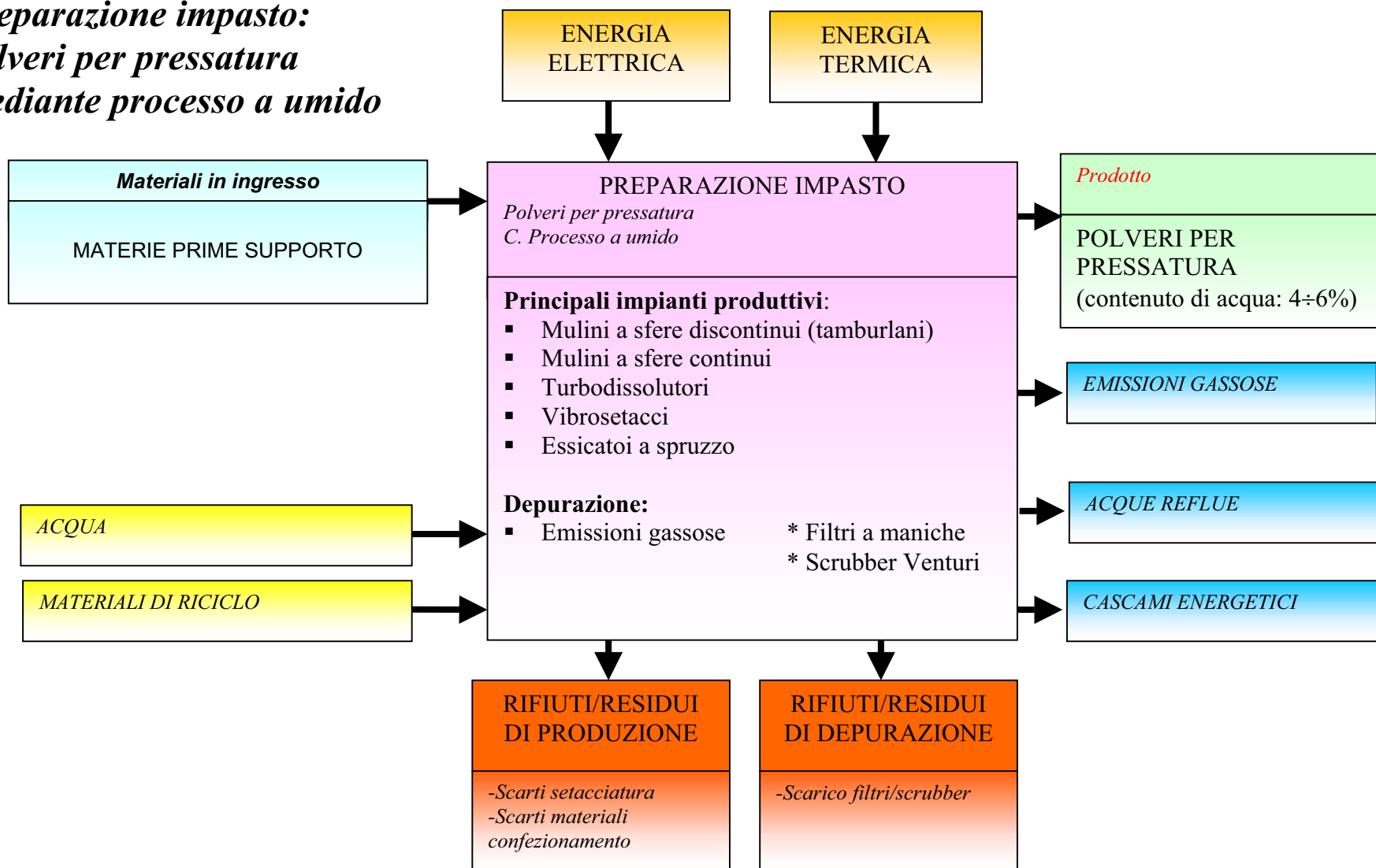
Matrice prodotti - cicli di fabbricazione

			PRODOTTI SMALTATI						PRODOTTI NON SMALTATI			
			Maiolica Cottoforte	Monocottura chiara	Monocottura Rossa	Grès porc. smaltato	Clinker smaltato	Cotto smaltato	Grès porc.	Grès rosso	Clinker	Cotto
Preparazione impasto	Polveri per pressatura	A. Processo a secco tradizionale	*							*		
		B. Processo a secco con granulazione			*							
		C. Processo a umido		*	*	*			*			
	Paste per estrusione						*	*			*	*
Formatura		A. Estrusione					*	*			*	*
		B. Pressatura	*	*	*	*			*	*		
Essiccamento			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cottura biscotto			*									
Preparazione smalti e smaltatura			*	*	*	*	*	*				
Cottura (finale)			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scelta - Confezionamento			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Preparazione impasto: paste per estrusione



**Preparazione impasto:
polveri per pressatura
mediante processo a umido**



Arrivo, stoccaggio ed avvio in produzione delle Materie Prime

La prima fase del processo produttivo è rappresentata dall'arrivo e dallo stoccaggio delle Materie Prime. L'impasto, che sta alla base dello stesso processo produttivo, è costituito da un'apposita miscela di queste Materie Prime, e contiene principalmente una frazione argillosa con funzione plastificante, una frazione inerte (sabbia) con funzione smagrante e strutturale in grado di limitare i ritiri e le dilatazioni durante la cottura del pezzo ceramico, e una frazione feldspatica con funzione fondente, che permette, sempre nella fase di cottura del pezzo, la formazione di fase vetrosa e di conseguenza la sua compattazione.

Le Materie Prime giungono in stabilimento, tramite autotreni, da cave o da scali ferroviari e navali. Successivamente vengono stoccate in box situati in un'area coperta dello stabilimento, i quali sono opportunamente separati ed identificati.

Prima dell'accettazione, tutte le Materie Prime in entrata sono sottoposte ad una serie di controlli effettuati nel Laboratorio Impasti, per verificare la conformità delle caratteristiche analizzate con le specifiche concordate con i fornitori.

La qualità dell'impasto e la costanza delle sue caratteristiche sono assicurate da un sistema automatico di pesatura e dosaggio in continuo e computerizzato, in grado di garantire il mantenimento nel tempo delle esatte percentuali delle componenti secondo la formula prefissata.



Arrivo, stoccaggio ed avvio in produzione delle Materie Prime



Macinazione delle Materie Prime

Il sistema di pesatura e dosaggio trasporta le Materie Prime fino agli impianti di macinazione, chiamati mulini tamburlani. Questi sono costituiti da camere cilindriche di acciaio di grandi dimensioni, che ruotano attorno ad un asse, movimentate da motori elettrici. All'interno delle camere di macinazione, oltre alle materie prime, vengono aggiunti, sempre nelle opportune percentuali, acqua prelevata da pozzi, deflocculante (sostanza in grado di mantenere liquida la sospensione diminuendo contestualmente il contenuto d'acqua) e corpi macinanti costituiti da ciottoli. La macinazione è ottenuta per rotolamento e continuo urto dei corpi macinanti con le particelle dell'impasto.

La sospensione ottenuta al termine della macinazione ad umido delle Materie Prime possiede un'umidità di circa il 30%, e viene definita in gergo ceramico "barbottina". Questa, dopo essere stata sottoposta a controlli di qualità effettuati dal Laboratorio (densità, residuo di macinazione, viscosità), viene stoccata all'interno di vasche di acciaio e continuamente movimentata tramite agitatori.

All'interno dello stabilimento sono presenti due mulini discontinui della capacità di 34.000 l ed un mulino continuo dalla capacità di 160.000 l. I primi prevedono una fase di carico dei materiali sopraccitati, e una di scarico della barbottina. Il mulino continuo, invece, è alimentato in modo costante, ed è diviso in camere separate da diaframmi, che permettono il passaggio alla barbottina solo quando ha raggiunto un determinato grado di granulometria. Questo tipo di impianto permette di ottenere una barbottina contraddistinta da un residuo di macinazione molto basso, e tale finezza risulta indispensabile per il raggiungimento di determinate caratteristiche di assorbimento, resistenza meccanica e aspetto estetico del prodotto finito al termine della fase di cottura.



Macinazione delle Materie Prime





Atomizzazione della barbotina

Questa fase del processo produttivo consiste nell'essiccamento a spruzzo della barbotina derivante dalla macinazione delle Materie Prime. La sospensione viene iniettata ad alta pressione (20 – 30 bar), attraverso pompe a pistoncini, all'interno di una camera di essiccamento, dove viene nebulizzata da un'apposita corona di ugelli. La torre di essiccamento è di acciaio ed è costituita da un enorme cono sormontato da un cilindro chiuso sull'estremità. Al suo interno la barbotina nebulizzata entra in contatto con aria calda a circa 600 °C proveniente da un generatore. Il moto presente nell'atomizzatore, l'elevata superficie specifica delle gocce, e la grande differenza di temperatura tra aria e barbotina, produce un'evaporazione pressoché istantanea dell'acqua, e le finissime particelle macinate si agglomerano formando piccoli grani dalla forma quasi sferica. La polvere così ottenuta (atomizzato), che all'uscita dell'atomizzatore è caratterizzata da un'umidità di circa 5-6 %, possiede una distribuzione granulometrica ottimale, in termini di scorrevolezza, per le fasi successive del ciclo produttivo.

La barbotina in ingresso all'atomizzatore può essere miscelata con coloranti da impasto, opportunamente dosati in percentuale, in modo da ottenere delle polveri colorate, fondamentali per la produzione di piastrelle in Grès Porcellanato. Le caratteristiche di colore, di umidità e di granulometria dell'atomizzato sono costantemente controllate dal Laboratorio Impasti, per verificare che rientrino nei range fissati internamente all'Azienda. La polvere atomizzata prodotta viene movimentata tramite nastri trasportatori e stoccata all'interno di silos opportunamente identificati, in attesa di essere utilizzata durante le fasi successive della lavorazione. L'aria in uscita dall'atomizzatore, prima di essere dispersa in atmosfera, viene depurata dalle polveri presenti in essa attraverso una batteria di cicloni e filtri a maniche.



Atomizzazione della barbottina



Pressatura

La pressatura costituisce quella fase del processo di produzione che fornisce alla polvere atomizzata una consistenza meccanica sufficiente per la sua successiva movimentazione, creando la piastrella “verde”, cioè cruda.

Tramite un sistema di nastri trasportatori e pesatori computerizzato, l'atomizzato viene estratto dai silos di stoccaggio e trasferito alle tramogge di carico che stanno a monte delle presse idrauliche utilizzate per la pressatura, all'interno delle quali avviene la miscelazione delle polveri in funzione del tipo di prodotto da realizzare.

Successivamente, attraverso tubazioni e carrelli, l'atomizzato viene caricato all'interno dello stampo della pressa, e distribuito all'interno di esso in modo uniforme. L'impasto viene compattato dentro gli alveoli degli stampi grazie alla spinta esercitata verso il basso dai tamponi superiori, che esercitano una pressione unidirezionale. La compressione tra le due superfici avviene in due tempi separati da una breve fase di disareazione, ad una pressione di seconda battuta che si aggira attorno ai 450 kg/cm².

I parametri di funzionamento delle presse idrauliche e le caratteristiche dimensionali e di difettologia delle piastrelle crude, sono tenuti costantemente sotto controllo dagli operatori del reparto.

Si ottiene così la piastrella cruda, che viene espulsa dalla pressa e trasportata, attraverso un apposito sistema di movimentazione costituito da rulli e cinghie, all'interno degli essiccatoi.



Pressatura



Smaltatura

La smaltatura è la fase del ciclo produttivo in grado di dotare la superficie del prodotto delle caratteristiche estetiche che possiederà al termine della fase di cottura.

L'operazione di smaltatura consiste nella distribuzione, sulla superficie delle piastrelle crude passanti lungo le linee, di diversi materiali dotati di caratteristiche estetiche diverse: smalti, fiammature, paste serigrafiche, sali compenetranti, ingobbio e graniglie minerali.

Le tecniche di applicazione sono tante e variabili a seconda del prodotto utilizzato e del tipo di risultato che si vuole ottenere.

I macchinari più impiegati utilizzano la tecnica della distribuzione a spruzzo di smalti e fiammature (aerografo o dischi rotanti), o la tecnica delle applicazioni serigrafiche (macchine serigrafiche orizzontali e rotative), dove la pasta serigrafica viene fatta passare, attraverso la pressione di una spatola, attraverso le maglie di una tela che riproducono il disegno o l'effetto voluto, e applicata sulla piastrella passante.

I semilavorati utilizzati per le diverse applicazioni durante questa fase del ciclo di produzione, sono preparati all'interno dello stabilimento tramite la macinazione ad umido delle opportune Materie Prime (fritte, caolini, sabbie silicee, pigmenti colorati, basi serigrafiche, etc.).

La movimentazione delle piastrelle è assicurata da un sistema di avanzamento costituito da cinghie in gomma, che le trasporta attraverso la linea interessata fino ai cestoni di stoccaggio dei pezzi crudi, prima dell'entrata nei forni.



Smaltatura



Cottura

Questa fase del ciclo produttivo consiste nella cottura del pezzo ceramico, sottoponendo le piastrelle crude ad un ciclo termico, mediante il quale sono conferite ad esse le caratteristiche meccaniche e le proprietà di inerzia chimico-fisica. Vengono utilizzati forni a rulli monostrato, all'interno dei quali, grazie a bruciatori ad alta velocità a metano, si generano elevate temperature necessarie per sviluppare, nel corpo ceramico, le trasformazioni fisiche e chimiche desiderate.

I prodotti vengono cotti ad una temperatura compresa fra i 1200° C ed i 1250°C per una durata del ciclo che varia da 50 minuti a 3 ore. Il tempo di cottura varia a seconda del formato e dello spessore del materiale.

Il ciclo di cottura è costituito da una fase di preriscaldamento, una fase di cottura e una fase di raffreddamento. Al termine di esso le piastrelle in uscita dal forno vengono stoccate in appositi parcheggi per il prodotto cotto, in attesa delle operazioni di scelta.



Cottura





Laboratori

Nello stabilimento sono presenti due laboratori che, pur non partecipando direttamente alle fasi del ciclo di produzione, hanno un ruolo fondamentale per la qualità del prodotto finito al termine del ciclo stesso.

➤ Il Laboratorio Impasti ha il compito di controllare le caratteristiche delle Materie Prime in entrata utilizzate per l'impasto (umidità, perdita al fuoco, ritiro lineare, assorbimento d'acqua, colore), della barbotina derivante dalla macinazione ad umido delle stesse Materie Prime (densità, viscosità, residuo di macinazione), della polvere atomizzata prodotta durante la fase di essiccamento a spruzzo (granulometria, umidità, colore), delle piastrelle crude all'uscita dall'essiccatoio (umidità, resistenza a flessione in crudo), degli ossidi coloranti entranti e utilizzati per la colorazione dell'impasto (colore).

➤ Il Laboratorio Ricerca e Sviluppo ha il compito di controllare le caratteristiche delle Materie Prime in entrata utilizzate per gli smalti, i coloranti, le fiammature e delle basi serigrafiche (residuo di macinazione, aspetto della superficie). I tecnici si occupano inoltre del controllo delle caratteristiche estetiche dei semilavorati utilizzati nella fase di smaltatura del prodotto, attraverso l'esecuzione delle "staffette" di produzione.

Questo laboratorio provvede inoltre alla progettazione e sviluppo dei nuovi prodotti, per soddisfare le continue richieste da parte dei clienti, senza però mai trascurare le problematiche legate all'impatto ambientale delle attività svolte per la realizzazione degli stessi prodotti.



Laboratori



Sistemi di depurazione

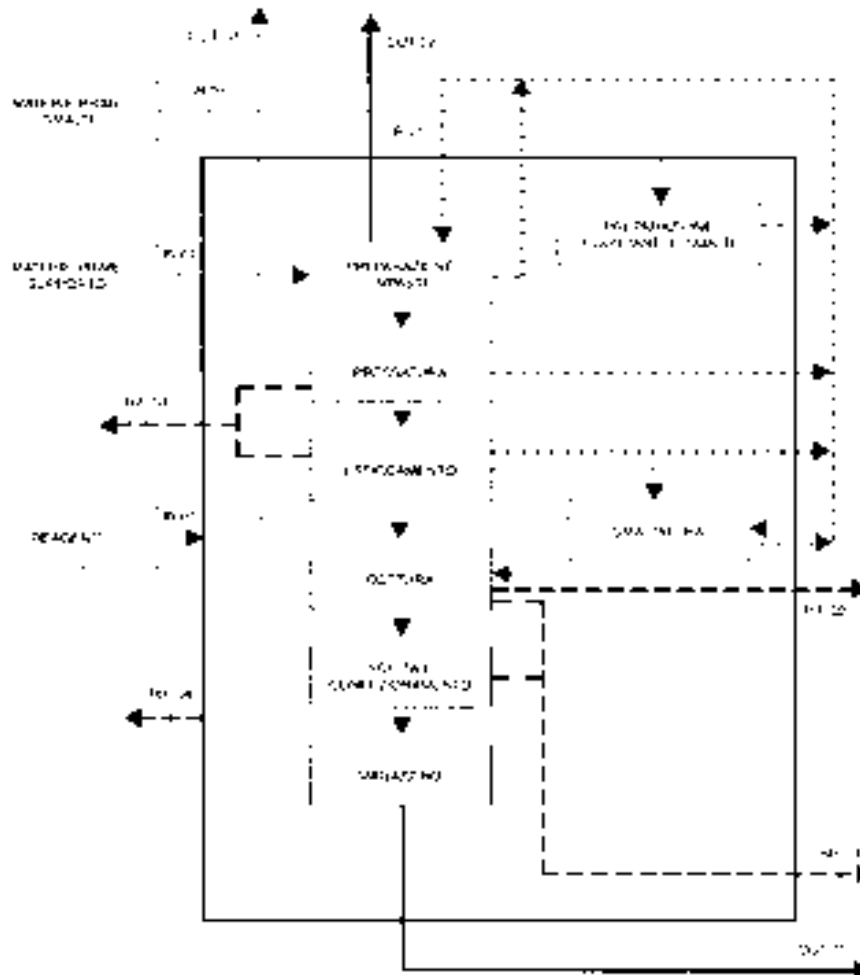
I sistemi di depurazione utilizzati presso il sito produttivo, pur non facendo parte direttamente del ciclo di produzione delle piastrelle, costituiscono strumenti di fondamentale importanza per la natura delle attività svolte, soprattutto in termini di rispetto ambientale e di consumo di risorse.

- Il depuratore, impianto situato all'esterno dello stabilimento, riceve l'acqua sporca derivante dai lavaggi delle linee di smalteria e dell'atomizzatore, e tramite reazioni chimiche controllate con sostanze flocculanti, provvede a separare dalla soluzione acquosa la componente fangosa. L'acqua depurata viene successivamente riutilizzata per ulteriori lavaggi. Il fango viene successivamente stoccato all'interno dell'apposito silos e conferito a smaltitori autorizzati.
- I filtri per l'abbattimento delle polveri sono situati in determinate zone esterne allo stabilimento, o interne in prossimità dei reparti produttivi. Questi impianti sfruttano l'azione meccanica di ventilatori centrifughi per aspirare e depurare l'aria attraverso un sistema di filtraggio a maniche. Le polveri raccolte vengono scaricate in grossi sacconi, e inviate ad una bagnatrice. Successivamente le polveri sono stoccate in appositi box e recuperate nel ciclo di produzione, oppure vendute a terzi.
- I filtri per la depurazione dei fumi dei forni sono installati presso tutti gli impianti di cottura presenti all'interno dello stabilimento. Il processo di depurazione consiste essenzialmente in due fasi in successione: l'iniezione nei fumi di determinate dosi di una sostanza reagente (calce idrata, cioè idrato di calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$), e il successivo invio della miscela ad un filtro a maniche per la separazione e raccolta della polvere. La calce idrata agisce come abbattitore degli elementi inquinanti derivanti dalle reazioni chimiche che si generano durante il processo di cottura delle piastrelle, in particolare il fluoro, il piombo e i rispettivi composti.

Il materiale raccolto dalla depurazione dei fumi dei forni, considerato un rifiuto pericoloso, viene conferito presso smaltitori autorizzati.

Sistemi di depurazione





Schema di bilancio dei materiali