

**ANALISI AMBIENTALE DEL COMPARTO
PRODUTTIVO CEMENTIFICI
(CONVENZIONE CON APAT PROT. 46520 DEL 20/12/2004)**



ARPA SICILIA – ST II RISCHIO INDUSTRIALE

DOTT. FABRIZIO VASILE

con la collaborazione di:

DOTT.SSA MARIA GRAZIA DI FIGLIA

DOTT.SSA ISABELLA FERRARA

GEOM. SERGIO BAJARDI

INDICE	
INTRODUZIONE	pag. 2
1. RACCOLTA DATI	pag. 2
2. STRUTTURA DEL COMPARTO PRODUTTIVO CEMENTIFICI	pag. 5
2.1 Generalità sul comparto	pag. 5
2.2 La produzione e i consumi di cemento in Europa	pag. 6
2.3 La produzione e i consumi di cemento in Italia	pag. 6
2.4 La struttura del settore	pag. 9
3. ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DEL COMPARTO CEMENTIFICI	pag. 12
3.1 Descrizione del processo	pag. 13
3.1.1 Cottura del clinker	pag. 14
3.2 Influenza del ciclo produttivo sull'ambiente	pag. 16
4. INQUADRAMENTO DEL COMPARTO	pag. 18
5. ANALISI DEI FATTORI DI IMPATTO	pag. 22
5.1 Alterazioni delle matrici ambientali	pag. 22
5.1.1 Emissioni in atmosfera	pag. 22
5.1.2 Scarichi idrici	pag. 27
5.2 Consumo di risorse	pag. 28
5.2.1 Fonti di approvvigionamento idrico	pag. 28
5.2.2 Materie prime e prodotti intermedi	pag. 29
5.2.3 Consumi energetici	pag. 32
6. ANALISI DEI FATTORI DI RISCHIO	pag. 34
6.1 Impatti ambientali dello stoccaggio	pag. 34
7. EFFETTI AMBIENTALI INDIRETTI	pag. 37
7.1 Paesaggio	pag. 37
7.2 Traffico veicolare indotto	pag. 37
7.3 Rumore	pag. 38
8. SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	pag. 39
9. CONCLUSIONI	pag. 41
ALLEGATO 1 – QUESTIONARIO	
ALLEGATO 2 – RASSEGNA NORMATIVA	

Introduzione

L'analisi dei cicli produttivi si propone di individuare gli elementi di criticità ambientale delle diverse fasi dei processi di lavorazione ed in relazione ad essi gli interventi tecnologici e gestionali che riducano al minimo l'impatto ed i rischi per l'ambiente, nell'ottica di promuovere miglioramenti dei processi e della loro gestione dal confronto con le migliori tecnologie disponibili a livello nazionale ed europeo (BAT). Tale analisi ha come obiettivo inoltre quello di incentivare l'adozione di strategie di miglioramento continuo in modo consensuale con le aziende che operano nel settore.

L'attività di produzione del cemento rientra tra quelle ad elevato impatto ambientale e per questo è stata inclusa tra quelle previste dal D.Lgs. 59/2005 All.I punto 3.1, "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento", ed è quindi soggetta ad Autorizzazione Ambientale Integrata

Nell'ambito del sistema agenziale APAT – ARPA è stata avviata da ARPA Sicilia l'analisi ambientale del comparto produttivo “CEMENTIFICI” al fine di:

- individuare gli elementi di criticità ambientale del comparto produttivo “Cementifici”;
- consentire alle Agenzie Regionali di svolgere il loro compito ponendo particolare attenzione agli elementi di criticità individuati, con un approccio standardizzato su tutto il territorio nazionale;
- superare il sistema di controllo ambientale tipo “*command and control*”, puntando ad una strategia di miglioramento continuo delle performance ambientali tramite la promozione di sistemi di ecogestione, piuttosto che limitarsi alla mera verifica a fronte dei limiti fissati dalla normativa. In tale ottica è determinante il coinvolgimento dei gestori degli impianti, in termini di crescita di sensibilità e di consapevolezza, e in un'ottica di condivisione partecipata di obiettivi;
- verificare la rispondenza con la normativa ambientale di riferimento nazionale ed europea;
- fornire supporto alle imprese nella definizione di strategie di miglioramento continuo.

Inoltre i risultati delle analisi possono anche costituire elementi utili di conoscenza per lo sviluppo di altre attività ambientali, come programmazione del territorio e dell'impiego delle risorse, analisi integrate (IPPC, VAS e VIA), sviluppo di sistemi certificativi (Ecolabel ed EMAS).

Una più ampia e puntuale conoscenza dei cicli produttivi del comparto infine può fornire una base di conoscenza omogenea su tutto il territorio nazionale e costituire elemento di valutazione comparativa delle diverse soluzioni tecnologiche ed organizzative adottate o adottabili, dando stimolo all'adozione delle soluzioni più appropriate.

1. RACCOLTA DATI

Il primo problema che si pone nell'analisi ambientale di un ciclo produttivo riguarda l'attendibilità delle fonti da utilizzare per la raccolta delle informazioni, e quindi l'affidabilità, accuratezza e precisione del set di dati utilizzati per il raggiungimento degli obiettivi sopra citati.

La metodologia utilizzata in questa analisi è quella sviluppata dal sistema agenziale APAT/ARPA consolidata ormai da vari anni, e progressivamente affinata sulla base delle analisi di volta in volta effettuate in diversi comparti e in varie regioni. Per tutto ciò che concerne l'acquisizione dei dati generali utili all'individuazione e alla definizione del comparto in esame sono stati utilizzati fonti ufficiali quali censimenti ISTAT e dati delle Associazioni Italiana Tecnico Economica del Cemento (A.I.T.E.C.). Punto di forza della metodologia di analisi è l'utilizzo di dati

provenienti dal campo, forniti dagli stessi stabilimenti produttori di cemento coinvolti direttamente. A tal fine è stato elaborato il questionario allegato (All.1) che è stato somministrato agli Stabilimenti presenti in Sicilia ed in un secondo tempo è stato inoltrato alle Agenzie aderenti al progetto (ARPA Piemonte, Valle D'Aosta, Lombardia, Veneto, Friuli, Toscana, Umbria, Sardegna e Puglia) per l'invio agli Stabilimenti presenti nel loro territorio regionale.

Il questionario è strutturato nelle seguenti sezioni:

1. SCHEDA ANAGRAFICA per l'identificazione dello Stabilimento e della Società di cui fa parte.
2. CICLO DI LAVORAZIONE volta a raccogliere non solo dati strettamente afferenti alla fase propria del ciclo di lavorazione, ma anche dati puramente statistici che trovano una loro giusta collocazione proprio per il peculiare fine dell'analisi del comparto cementifici, con preciso riferimento alle valutazioni di impatto ambientale.
3. SISTEMI DI ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI indirizzata a fornire le informazioni relative ai condotti di scarico, e i dati finali ottenuti dalla lettura dei valori rilevati a valle dei sistemi di contenimento delle emissioni. La sezione comprende il censimento di dati relativi a:
 - > quantità dei gas di scarico prodotti (portata, temperatura e durata dell'emissione espressa in ore//giorno e giorni/anno);
 - > eventuale monitoraggio in continuo delle emissioni e sistema di abbattimento delle emissioni adottato;
 - > sostanze rilevate negli scarichi e concentrazioni a monte e a valle del sistema di abbattimento.
4. SCARICHI IDRICI E SISTEMI DI CONTENIMENTO volta a raccogliere i dati relativi ai condotti di scarico e ai sistemi di contenimento. La sezione comprende dati relativi a:
 - > tipologia dello scarico e del corpo ove vengono immessi i liquidi, precisando quindi anche i dati relativi alle portate (media giornaliera, massima di progetto e media oraria);
 - > sostanze disciolte e/o sospese e quantità rilevate a monte e a valle dei sistemi di misura adottati fornendo il valore del rendimento;
 - > sistema di contenimento e di monitoraggio adottati;
 - > indicazione degli eventuali rifiuti prodotti dal sistema di contenimento degli scarichi.
5. CAPACITA' PRODUTTIVA che contiene i dati afferenti la capacità produttiva dello stabilimento. Questa sezione è composta di tre parti distinte:
 - > materie prime utilizzate;
 - > dati relativi ai prodotti intermedi del ciclo di lavorazione;
 - > dati relativi ai prodotti finiti.

Per ciascuna di queste sezioni sono richiesti i dati relativi alle modalità di stoccaggio, alla movimentazione annua e alla logistica di approvvigionamento.

6. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO. Questa ultima sezione raccoglie dati sulle fonti di approvvigionamento idrico, e sui consumi per ciascuna fonte sia su base annua che su base giornaliera.

L'ottica dell'analisi ambientale condotta non è quella di evidenziare la carenza del singolo impianto quanto quella di analizzare il comparto produttivo nella sua realtà locale e di individuare possibili miglioramenti nei processi. Delle nove Agenzie aderenti al progetto hanno inviato i questionari predisposti da ARPA Sicilia solo ARPA Sardegna, Veneto, e Piemonte. Quest'ultima a causa di difficoltà di reperimento dati ha tuttavia compilato solo parzialmente il suddetto questionario.

I dati raccolti sono stati inseriti nel database "ANALISI AMBIENTALE del COMPARTO CEMENTIFICI" predisposto da ARPA Sicilia ed elaborati. La metodica adottata per il database

può costituire, con opportune modifiche, una base di lavoro per analoghe applicazioni in altri comparti, basandosi su semplici principi (tipici di ACCESS) di raccolta dati per schede, implementazione di archivi, flessibilità degli accessi tra le schermate, ricerca ed estrazione mirata di dati. Per il futuro si potrebbe ipotizzare anche un sistema di accesso in rete da parte delle ARPA partecipanti ad un determinato progetto per l'immissione dei dati tramite password e con possibilità di download. Tale procedura, utile allo snellimento delle operazioni, avviata da ARPA Sicilia nel corso della presente indagine, non ha però avuto seguito concreto.

In particolare l'elaborazione dei dati ha riguardato:

1. la costruzione, così come indicato nelle linee guida APAT per l'analisi ambientale dei comparti produttivi, “*Metodologie per l'analisi dei comparti produttivi. Gruppo di lavoro nazionale APAT/ARPA- 09/02/2005*”, di indicatori ambientali OPI (indicatori di prestazione operativa) individuati nella norma UNI EN ISO 14031;
2. l'analisi dell'efficacia delle tecnologie di abbattimento applicate attraverso il confronto tra i valori di concentrazione misurati a valle dei sistemi di abbattimento con i valori di riferimento indicati nel “Il BREF Cement and lime production” del Dicembre 2001 e nella “Linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili – Produzione di cemento” (Gennaio 2004).
3. l'analisi dei fattori di impatto e degli effetti ambientali indiretti
4. l'analisi del consumo di risorse di materie, risorse idriche ed energetiche.

Gli indicatori ambientali costituiscono un importante strumento ed un metodo efficace di rappresentare le informazioni in campo ambientale. L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha individuato le tre funzioni principali in relazione ai processi decisionali:

- fornire informazioni sui problemi ambientali per mettere i responsabili nella condizione di valutarne la gravità;
- dare supporto allo sviluppo delle politiche di risposta necessarie e alla definizione delle priorità, attraverso l'identificazione degli elementi chiave di pressione sull'ambiente;
- monitorare gli effetti delle politiche di risposta.

Gli indicatori ambientali costituiscono inoltre un utile strumento attraverso cui le aziende possono monitorare i propri impatti sull'ambiente, migliorare le proprie prestazioni ambientali, ottimizzare le risorse e ridurre eventuali inefficienze.

Per tale ragione la norma UNI EN ISO 14031, che costituisce una guida per le imprese che vogliono valutare i propri risultati ambientali indipendentemente dall'attuazione o meno di un Sistema di Gestione Ambientale, ha individuato una serie di tali indicatori ambientali.

Ai fini delle analisi svolte nella presente relazione così come sopra precisato verranno usati gli indicatori OPI (indicatori di prestazione operativa) individuati nella norma UNI EN ISO 14031 e riportati in Tab.1. Infine, un corretto approccio alla valutazione di un processo o di un ciclo produttivo non può non tenere conto delle tecnologie esistenti sperimentate in processi analoghi o simili ed in particolare delle BAT (Best Available Technologies), che rappresentano le misure più efficaci e convenienti per raggiungere un elevato livello generale di protezione dell'ambiente contro le emissioni ed i consumi nei processi industriali.

Nel caso in esame, non trattandosi di valutazione per la realizzazione di nuovi impianti o di autorizzazione ambientale integrata (AIA) ai sensi del D.Lgs. 59/2005, le BAT sono da intendersi esclusivamente come parametri di riferimento per valutare l'efficienza e le prestazioni di impianti esistenti.

Le modalità di prevenzione si possono suddividere in:

- interventi di tipo primario in cui possiamo annoverare tutte le misure che riducono o eliminano l'impatto alla fonte (uso di tecnologie innovative, sostituzione di materie prime pericolose con sostanze meno nocive, captazione e riutilizzo delle sostanze pericolose, riduzione nel consumo di materie prime e recupero di risorse naturali, adozione di tecnologie che consentono la riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti, ecc.);
- interventi di tipo secondario che hanno come obiettivo quello di ridurre l'impatto sull'ambiente dei reflui prodotti nel ciclo di lavorazione (emissioni, scarichi idrici, rifiuti ecc.) attraverso il trattamento degli inquinanti riducendone la quantità o trasformandoli in sostanze meno pericolose. Tali trattamenti prevedono quasi sempre il trasferimento delle sostanze inquinanti da una matrice ambientale ad un'altra.

Tab. 1 – Indicatori di prestazione operativa

<i>INDICATORE</i>	<i>Unità di misura</i>
USO DI MATERIE PRIME	
t di materiale usato / t di prodotto	t / t
t di rifiuti recuperati / t di prodotto	t / t
mc di acque industriali usate annualmente nel processo	mc / a
mc di acque industriali usate nel processo / t di prodotto	mc / t
mc di acque industriali da emungimenti da riserve idriche del territorio	mc / a
EMISSIONI	
Quantità di emissioni specifiche annuali	kg / a
Quantità di emissioni specifiche annuali / t di prodotto	kg / a

2. STRUTTURA DEL COMPARTO PRODUTTIVO DEI CEMENTIFICI

2.1 Generalità sul comparto

Il comparto produttivo “Produzione di cemento”, secondo la classificazione ISTAT-ATECO 2002, è identificato dal codice di attività 26.51.0 (tab. 2); questo comparto fa parte del settore produttivo “Produzione di cemento, calce, gesso” (codice 26.5), il quale a sua volta fa parte della categoria della “Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi” (codice 26).

Sono state considerate per la presente indagine solo le attività legate alla produzione del cemento (codice ISTAT-ATECO 2002).

Tab. 2 – Classificazione ISTAT-ATECO 2002 del settore produttivo Produzione di cemento, calce, gesso (codice 26.5).

Codice attività ISTAT-ATECO 2002	Denominazione attività	Descrizione attività
26.51.0	Produzione di cemento	<p>Questa classe comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produzione di cementi non polverizzati detti clinkers e di cementi idraulici, compresi il cemento Portland, il cemento alluminoso, il cemento di scoria e i cementi superfosfati. • Produzione di agglomerante edilizio <p>Questa classe non comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produzione di cementi, malte, calcestruzzi, ecc., refrattari cfr. 26.26 • Produzione di cementi per uso odontoiatrico cfr. 24.42. • Fabbricazione di prodotti in cemento cfr. 26.6. • Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso cfr. 26.63 e malte cfr. 26.64.
26.52.0	Produzione di calce	<p>Questa classe comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produzione di calce viva, calce spenta e calce idraulica. • Produzione di dolomite calcinata.
26.53.0	Produzione di gesso	<p>Questa classe non comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fabbricazione di articoli di gesso cfr. 26.6

La descrizione del contesto produttivo comprende innanzitutto l'individuazione del complesso delle aziende che ne fanno parte. Vengono di seguito indicate le caratteristiche del comparto in termini di dimensione globale e aziendale, scambi economici e diffusione territoriale, evoluzione del settore, ecc. A tal fine si riportano i seguenti dati forniti dall'Associazione tecnico-economica del cemento (A.I.T.E.C.).

2.2 La produzione e i consumi di cemento in Europa

La produzione di cemento in Europa nel 2004 si è attestata su 234 milioni di tonnellate (+3,5%) con i maggiori incrementi nel Regno Unito, in Francia e in Italia, mentre in Germania la produzione è risultata stabile, nonostante la flessione del mercato dei consumi, a conferma di una significativa quota di produzione destinata all'esportazione tipica di questo Paese, primo nell'Unione Europea e ottavo nel Mondo per volumi di cemento esportati.

I consumi di cemento nei Paesi dell'Unione Europea, passati nel corso del 2004 da 15 a 25 per l'ingresso nell'UE di 10 nuovi Stati membri, hanno sfiorato i 225 milioni di tonnellate, con un incremento del 2,5%. Andando ad analizzare lo stesso dato per i Paesi dell'UE a 15 Stati, emerge un incremento (2,4%) sostanzialmente in linea con il trend registrato nell'UE allargata, a dimostrazione di come, contrariamente a molti altri settori industriali, quello del cemento mostri dinamiche di mercato mediamente uniformi tra Europa Orientale e Occidentale. Tale incremento è stato dovuto al buon andamento medio del settore costruzioni, con particolare riferimento alle opere pubbliche e al residenziale "nuovo" che ha influenzato favorevolmente la domanda europea di cemento.

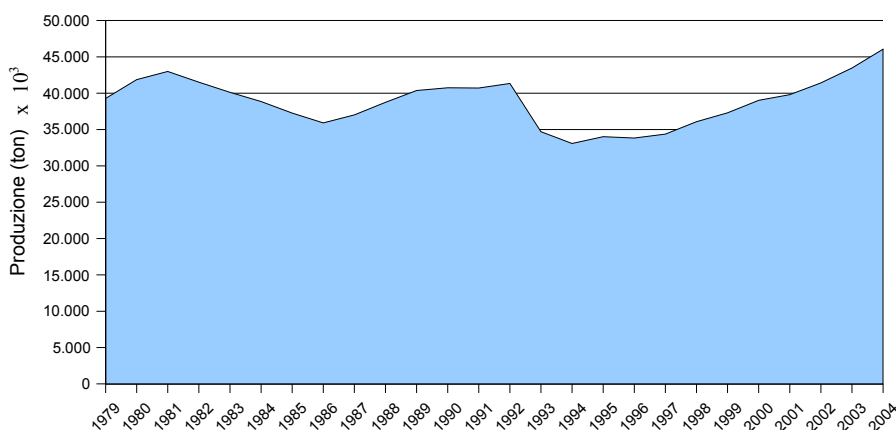
2.3 La produzione e i consumi di cemento in Italia

La positiva dinamica del settore costruzioni, con particolare riferimento ai comparti residenziale e opere pubbliche, anche per il 2004 ha determinato un favorevole andamento della domanda di cemento, con livelli record sia dei volumi di produzione che dei consumi, entrambi per la prima volta superiori ai 46 milioni di tonnellate. In particolare la produzione di cemento è aumentata nel

2004 del 6%, tasso di crescita superiore di oltre un punto percentuale a quello registrato l'anno precedente.

Tale incremento risulta il più elevato degli ultimi 24 anni. Inoltre si può osservare come la fase espansiva della produzione del cemento prosegua in modo continuo dal 1996 al 2004 (Fig.1).

Fig. 1 – Produzione di cemento in Italia dal 1979 al 2004 (dati A.I.T.E.C. 2004)



Da un punto di vista territoriale (Fig.2), le aree dove si sono riscontrati i maggiori trend di crescita sono risultate il Sud e le Isole, rispettivamente +11,8 e +7,8%, con particolare riferimento a Molise, Puglia, Calabria e Sardegna, Regioni con la migliore performance produttiva (tab.3 e Fig.3).

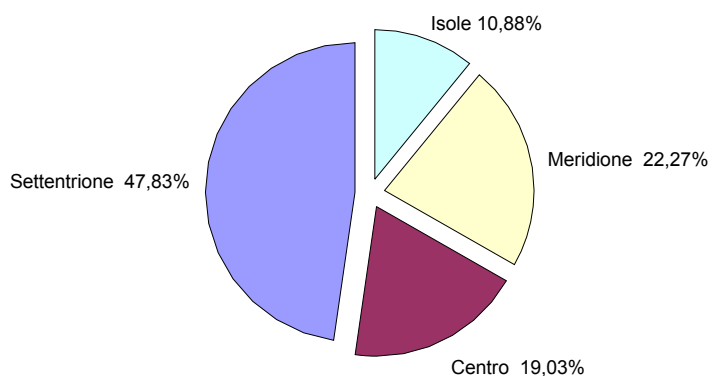


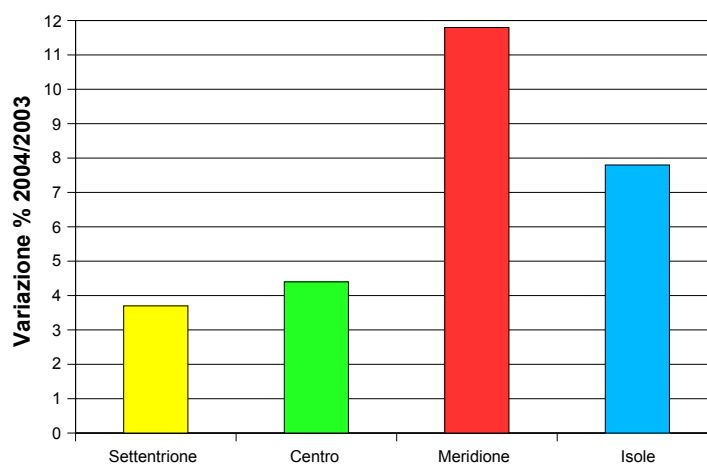
Fig. 2 – Produzione di cemento nel 2004 suddivisa per aree geografiche (dati A.I.T.E.C. 2004)

Tab. 3: Dati A.I.T.E.C. sulla produzione di cemento nel 2003 e 2002 per u

PRODUZIONE DI CEMENTO 2004 E 2003 PER REGIONI E PER GRANDI AREE TERRITORIALI CEMENT PRODUCTION IN 2004 AND 2003 BY REGION AND BY LARGE TERRITORIAL AREAS			
t / tonnes			
	2004	2003	Variazioni % / change % 2004 / 2003
Piemonte	3.996.041	3.996.262	-0,8
Liguria	141.118	129.265	9,2
Lombardia	6.971.272	6.615.702	5,4
Veneto	5.232.638	4.993.604	4,8
Friuli-Venezia Giulia	1.397.162	1.347.939	3,7
Trentino-Alto Adige	562.731	597.259	-5,8
Emilia-Romagna	3.753.937	3.567.297	5,2
<i>Settentrione / North</i>	<i>22.024.899</i>	<i>21.247.328</i>	<i>3,7</i>
Toscana	2.428.730	2.234.113	8,7
Marche	431.718	431.859	0,0
Umbria	2.807.713	2.877.312	-2,4
Lazio	3.095.229	2.851.392	8,6
<i>Centro / Centre</i>	<i>8.763.390</i>	<i>8.394.676</i>	<i>4,4</i>
Abruzzo	1.162.183	1.107.069	5,0
Molise	1.082.518	875.926	23,6
Campania	2.416.141	2.263.098	6,8
Puglia	3.288.471	2.812.310	16,9
Calabria	1.212.478	1.039.990	16,6
Basilicata	1.092.802	1.074.642	1,7
<i>Meridione / South</i>	<i>10.254.593</i>	<i>9.173.035</i>	<i>11,8</i>
Sardegna	1.612.230	1.302.497	23,8
Sicilia	3.397.569	3.343.994	1,6
<i>Isole / Islands</i>	<i>5.009.799</i>	<i>4.646.491</i>	<i>7,8</i>
Totale / Total	46.052.681	43.461.530	6,0

Per una corretta interpretazione dei dati, va segnalato che dal 2004 le statistiche ufficiali A.I.T.E.C. rilevano tre aziende le cui unità produttive si concentrano prevalentemente in tali Regioni, ciò giustifica in parte la rilevanza della crescita produttiva rispetto al 2003, anno in cui queste cementerie ancora non rientravano tra quelle censite.

Fig. 3 – Variazione % di produzione del cemento 2004/2003 distinti per aree geografiche (dati A.I.T.E.C. 2004)



Le sole Regioni in cui la produzione di cemento è diminuita rispetto al 2003 sono state il Trentino Alto Adige, l'Umbria e il Piemonte. Proprio gli andamenti di Piemonte e Trentino Alto Adige hanno contribuito al contenimento del trend di crescita nel Nord (3,7%), area in cui si concentra quasi la metà della produzione nazionale di cemento (47,8%). In particolare la Sicilia ha mostrato nel 2004 un leggero incremento nella produzione del cemento rispetto al 2002 del 1.6% (Fig.4).

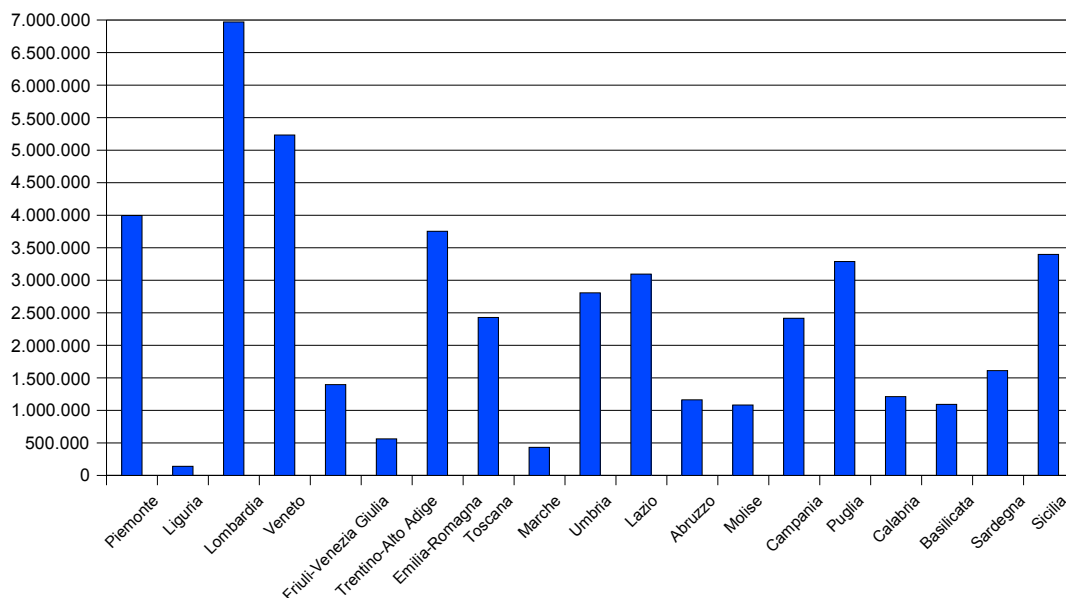


Fig. 4 – Dati di produzione di cemento nel 2004 in Italia, suddivisi per regione (dati A.I.T.E.C. 2004)

Andando ad analizzare i consumi nazionali di cemento, per effetto degli scambi con l'estero (saldo negativo) e della variazione delle giacenze, diminuite nel 2004 di oltre il 2%, questi sono risultati lievemente superiori alla produzione sia in valore assoluto (circa 300 mila tonnellate), che in termini di crescita (mezzo punto percentuale in più).

A livello territoriale la variazione dei consumi nelle diverse aree geografiche è risultata sostanzialmente in linea con i trend registrati nel dato di produzione.

Il Nord è l'area con la più ampia differenza tra livelli di consumi e produzione non solo per effetto del maggior ricorso alle importazioni, ma anche come conseguenza dei flussi di cabotaggio via nave di cemento da unità produttive del Sud verso il mercato del Nord Italia, fenomeno questo sempre più significativo rispetto al passato, con volumi che nel 2004 possono essere stimati in circa 1 milione di tonnellate.

Da un punto di vista temporale, l'andamento della produzione i maggiori incrementi si sono registrati nel secondo semestre dell'anno, con particolare riferimento a settembre e dicembre, periodo in cui l'aumento produttivo è risultato pari al 7%.

Per il 2005 i dati congiunturali di settore nei primi mesi hanno confermato un trend positivo nel mercato del cemento.

2.4 La struttura del settore

La struttura dell'industria del cemento in Italia nel 2004 è rimasta analoga a quella dell'anno precedente.

Il profilo strutturale dell'industria cementiera italiana nel 2004 è rimasto contraddistinto dalle seguenti consolidate caratteristiche:

1. una distribuzione capillare sul territorio nazionale del proprio apparato produttivo con conseguente sensibile contenimento dei costi di trasporto e notevoli vantaggi per il mercato;

2. un numero di imprese ancora considerevole, se paragonato al numero medio di aziende in altri mercati europei; nei principali paesi europei si può riscontrare una presenza di imprese nettamente inferiore a quella italiana, con la sola eccezione della Germania, nonostante alcuni processi di incorporazione verificatisi nel corso degli ultimi anni;
3. basso grado di concentrazione;
4. un livello tecnologico elevato, che garantisce una buona qualità del prodotto;

Le aziende operanti nel settore cementiero italiano al 2004 sono 25 (Tab.4), numero decisamente superiore alla maggior parte dei Paesi europei, nei quali i processi di concentrazione e di fusione sono stati più accentuati.

Tab. 4: Aziende operanti nel settore e ripartizioni della produzione (dati A.I.T.E.C. 2004)

RIPARTIZIONE DELLA PRODUZIONE TRA LE MAGGIORI AZIENDE NEL 2004 PRODUCTION PERCENTAGE OF THE MAJOR COMPANIES IN 2004			%
<i>Gruppi e aziende associate AITEC / Groups and AITEC members firms</i>			
Italcementi	(1 azienda e 34 unità / 1 company and 34 plants)		28,3
Buzzi Unicem	(1 azienda e 12 unità / 1 company and 12 plants)		17,8
Colaoem	(1 azienda e 9 unità / 1 company and 9 plants)		14,0
Cementir	(1 azienda e 4 unità / 1 company and 4 plants)		7,1
Holcim	(1 azienda e 3 unità / 1 company and 3 plants)		6,1
Cementi Rossi	(1 azienda e 4 unità / 1 company and 4 plants)		5,7
Sacci	(2 aziende e 4 unità / 2 companies and 4 plants)		3,5
Lafarge Adriasebina	(1 azienda e 2 unità / 1 company and 2 plants)		2,6
Cementizillo	(1 azienda e 2 unità / 1 company and 2 plants)		2,4
Monselice	(1 azienda e 1 unità / 1 company and 1 plant)		1,8
Cal.me	(1 azienda e 3 unità / 1 company and 3 plants)		1,2
Cementi Moccia	(1 azienda e 1 unità / 1 company and 1 plant)		1,1
Cementi della Lucania	(1 azienda e 1 unità / 1 company and 1 plant)		0,5
<i>Altre aziende / Other firms</i>	<i>(11 aziende e 13 unità / 11 companies and 13 plants)</i>		<i>7,9</i>
Totale / Total	(25 aziende e 93 unità / 25 companies and 93 plants)		100,0

La distribuzione dimensionale e il profilo delle aziende cementiere italiane mostrano la coesistenza di tipologie di imprese molto eterogenee tra di loro: grandi gruppi multinazionali, aziende di medie dimensioni con ambito di operatività nazionale e piccole imprese attive prevalentemente su mercati geograficamente circoscritti con una complessiva contrazione nel numero totale (Fig.5).

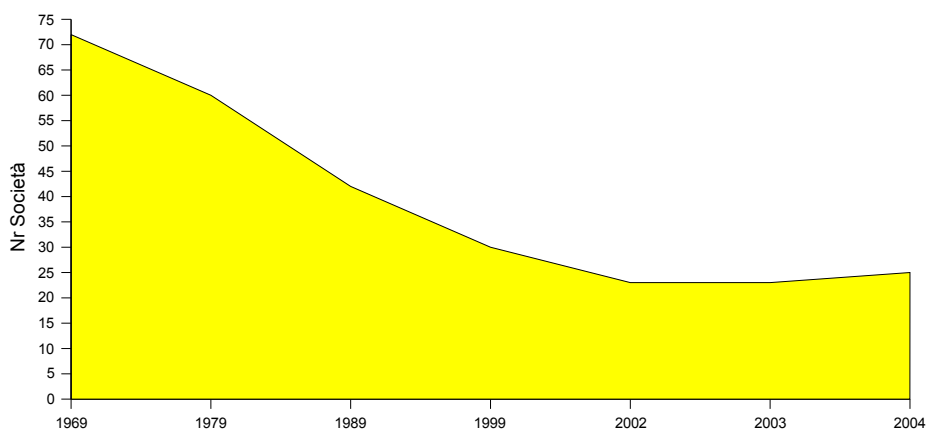


Fig. 5: Società operanti nel comparto cementifici nel periodo 1969-2004 (dati A.I.T.E.C. 2004)

Prendendo poi in considerazione le 93 unità produttive per classi dimensionali, si può notare come i 14 impianti con capacità superiore al milione di tonnellate/anno abbiano coperto il 37,2%

della produzione, valore che si attestava nel 2000 al 27%, a dimostrazione del progressivo processo di razionalizzazione produttiva finalizzato al raggiungimento di economie di scala e alla massimizzazione dell'efficienza produttiva (Fig.6).

Il numero dei forni attivi nel settore cementiero italiano (80), rimasto invariato rispetto al 2003, si è ridotto di oltre la metà rispetto al 1980, a riprova di un processo di razionalizzazione del settore che ha interessato, seppur in misura minore, anche il numero delle unità produttive (93) e le società attive nel settore (25); in particolare gli impianti a ciclo completo, pari a 58, sono rimasti invariati rispetto al 2003 (erano 87 nel 1980) (Fig. 7).

Questa evoluzione, che si è concretizzata nella scomparsa dei forni rotanti a via umida (erano 28 nel 1980, pari al 9,7% della produzione complessiva, e 14 nel 1990, pari al 4,7%), è stata motivata da ragioni di ordine tecnico, ambientale ed economico, ed ha comportato un sensibile risparmio nei consumi di energia termica.

Gli ottanta forni attualmente in funzione in Italia seguono tutti il procedimento per via semisecca e secca. Il procedimento a via secca risulta attualmente essere il più tecnologicamente avanzato ed il più largamente adottato dai Paesi sviluppati.

La produzione media per impianto, attestatasi a 495 mila tonnellate nel 2004, pur essendo sostanzialmente stabile rispetto al 2003, è aumentata in soli 4 anni di quasi il 10%.

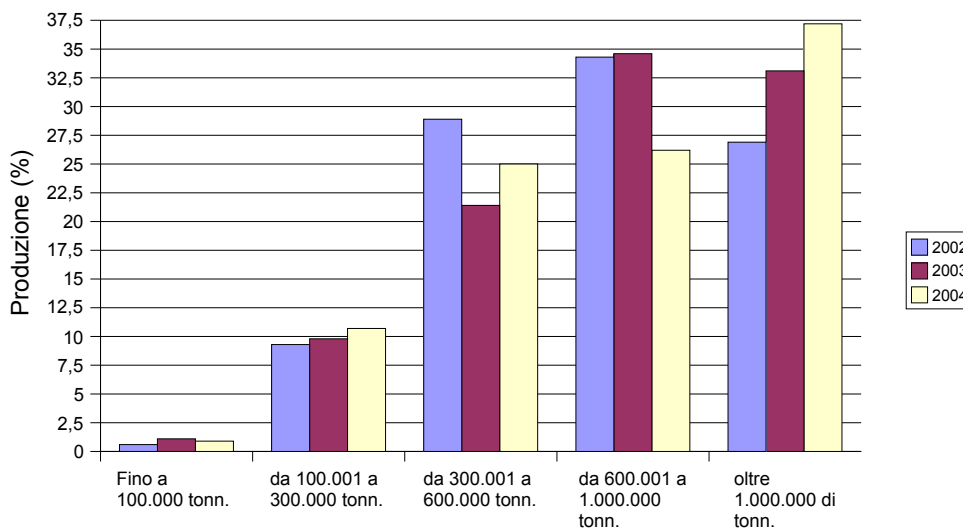


Fig. 6: Ripartizione della produzione per categoria di impianti (dati A.I.T.E.C. 2004)

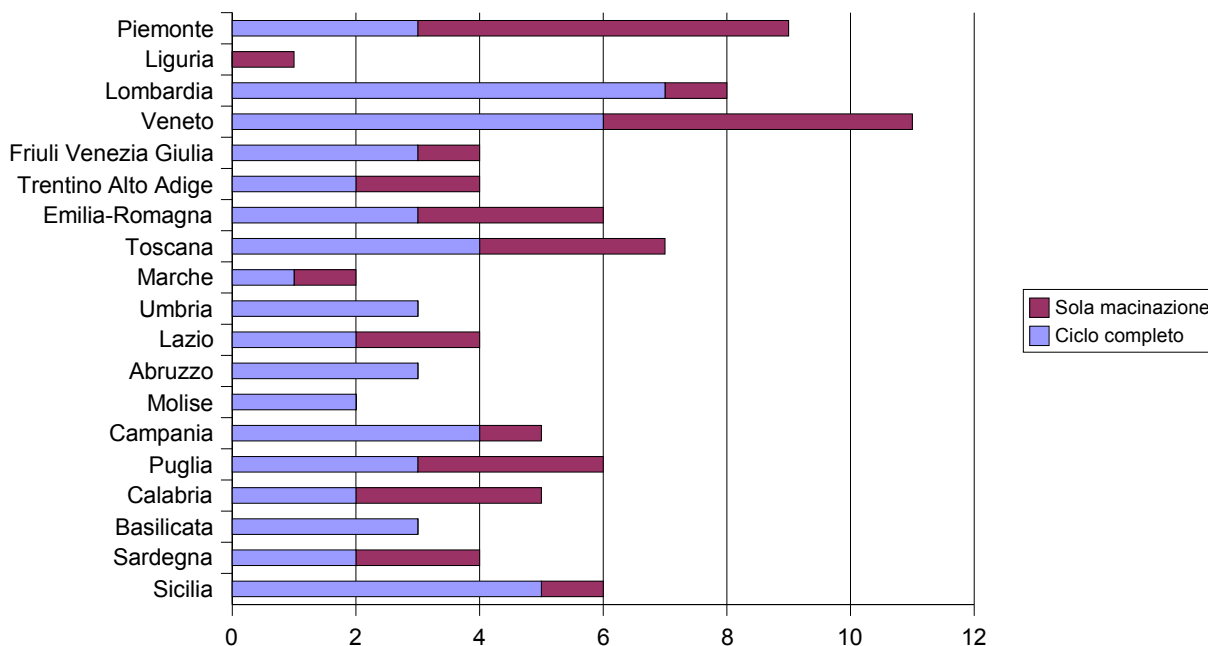


Fig. 7: Stabilimenti per regione. Anno 2004 (dati A.I.T.E.C. 2004)

3. ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DEL COMPARTO CEMENTIFICI

L'analisi ambientale dei cicli produttivi si propone di individuare gli elementi di criticità ambientale delle diverse fasi di lavorazione di un processo tecnologico. Vengono analizzati i dati di funzionamento dell'impianto (consumi di materie prime e di risorse primarie, consumi energetici, emissioni nelle diverse matrici ambientali, produzione di rifiuti, ecc.), allo scopo di valutare l'impatto sull'ambiente, e le azioni migliorative applicabili.

Oltre alle fasi di produzione, sono state quindi considerate tutte le fasi trasversali che possono dare luogo ad impatti ambientali. Sono pertanto state considerate fasi del ciclo produttivo:

- approvvigionamento delle materie prime;
- stoccaggio materie prime;
- trasporto e stoccaggio rifiuti;
- laboratori interni (spettrometri).

L'analisi del ciclo produttivo scaturisce dal collegamento delle varie analisi di fase.

L'individuazione corretta delle fasi costituenti il ciclo produttivo e delle loro reciproche relazioni, è il punto di partenza per l'analisi ambientale dell'intero ciclo produttivo. Nel documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", redatto dal "Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA Analisi ambientali per comparto produttivo" sottolinea la struttura di una fase produttiva:

INPUT: comprende il materiale in ingresso (comprensivo degli eventuali scarti riutilizzabili da altre fasi), gli additivi o sostanze necessarie allo svolgimento dell'operazione, le fonti energetiche;

PROCESSO/OPERAZIONE: vengono descritti i macchinari e le modalità operative che consentono la modificazione o miscelazione delle materie prime;

OUTPUT: raggruppa ciò che esce dalla fase, e specificatamente il materiale lavorato, che può essere un intermedio di lavorazione o il prodotto finale, a seconda che sia una fase intermedia del ciclo o l'ultima, e l'insieme degli scarti di lavorazione (emissioni liquide, gassose, sonore, rifiuti).

Si deve segnalare se alcuni scarti di lavorazione possono rientrare nel ciclo produttivo e ridiventare materie prime.

3.1 Descrizione del processo

La chimica fondamentale del processo di produzione del cemento è basata sulla decomposizione del carbonato di calcio (CaCO_3) a circa 900°C per formare ossido di calcio (CaO , calce) e liberare biossido di carbonio allo stato gassoso (CO_2); questo processo prende il nome di calcinazione. La fase successiva è costituita dalla clinkerizzazione, nella quale l'ossido di calcio reagisce ad alte temperature (tipicamente $1400\text{-}1500^\circ\text{C}$) con silice, allumina e ossido ferroso per formare silicati, alluminati e ferriti di calcio che compongono il clinker. Il clinker viene quindi frantumato o macinato insieme al gesso e ad altre aggiunte per produrre il cemento.

Le principali tipologie di processo per la fabbricazione del cemento sono:

- Processo a via secca: le materie prime sono macinate e essiccate, dando così origine alla farina sotto forma di polvere. La farina cruda essiccata viene alimentata al preriscaldatore o al precalcinatore o, più raramente, ad un forno lungo nel quale si realizzano le tre fasi per via secca.
- Processo a via semi-secca: la farina cruda essiccata viene pellettizzata con acqua e alimentata ad un preriscaldatore a griglia che si trova prima del forno oppure in un forno lungo dotato di crociere.
- Processo a via semi-umida: lo slurry viene dapprima disidratato nelle filtro-presse. Il pane compresso viene estruso sotto forma di pellets ed immesso in un preriscaldatore a griglia o direttamente nell'essiccatore idoneo per produrre la farina cruda.
- Processo a via umida: le materie prime (spesso contenenti un'elevata percentuale di umidità) sono frantumate in acqua per formare uno slurry pompabile. Lo slurry può essere immesso direttamente nel forno oppure passare prima in un apposito essiccatore.
- La scelta del processo dipende in misura notevole dallo stato delle materie prime (secche o umide). Gran parte della produzione mondiale di clinker si fonda ancora su processi a via umida. Tuttavia, in Europa, la disponibilità di materie prime asciutte fa sì che più del 75% della produzione si basi su processi a via secca. I processi a via umida consumano più energia e, quindi, sono più costosi. Gli impianti che applicano il processo a via semi-umida saranno probabilmente convertiti alla via secca nel momento in cui sarà necessario ingrandirli o adeguarli. Gli impianti che applicano processi a via umida o semi-umida normalmente hanno accesso solo a materie prime umide, come avviene in Danimarca e Belgio e, in una certa misura, nel Regno Unito.
- Tutti i processi hanno in comune le seguenti fasi:
 - estrazione delle materie prime;
 - stoccaggio e preparazione delle materie prime;
 - stoccaggio e preparazione del combustibile;
 - cottura del clinker;
 - macinazione e stoccaggio del cemento;
 - imballaggio e spedizione.

I necessari depositi calcarei naturali quali calcari, marne o chalk sono la fonte del carbonato di calcio; silice, ossido di ferro e allumina si trovano in vari minerali quali la sabbia, lo scisto, l'argilla e il minerale di ferro. Anche le ceneri prodotte dalle centrali termoelettriche, le scorie d'altoforno e

altri residui di processi industriali possono essere usati, in funzione della loro idoneità dal punto di vista chimico, per sostituire, almeno in parte, le materie prime naturali.

Le materie prime, in proporzioni controllate, sono macinate e miscelate per formare una miscela omogenea avente l'opportuna composizione chimico-fisica. Per i processi a via secca e semi-secca, i componenti delle materie prime sono macinati ed essiccati fino ad ottenere una polvere fine, recuperando principalmente i gas esausti del forno e/o i gas provenienti dal raffreddatore.

Per le materie prime che hanno un contenuto di umidità relativamente elevato e per le fasi di avvio può essere necessario disporre di un generatore di gas caldi (fornello ausiliario) per fornire ulteriore calore.

I sistemi di macinazione a via secca normalmente usati sono:

mulino tubolare, a scarico centrale;

mulino tubolare, a getto d'aria;

mulino verticale a pista e rulli di forma tondeggianti;

mulino orizzontale a pista e rulli.

La macinazione a via umida si usa solo in combinazione con un sistema forno a via umida o semi-umida. I componenti del crudo vengono macinati con aggiunta di acqua, in modo da formare uno slurry. Per ottenere la finezza desiderata dello slurry, necessaria per ottemperare ai moderni requisiti di qualità, la soluzione principale è rappresentata dai sistemi di macinazione a circuito chiuso.

3.1.1 Cottura clinker

In Fig. 8 è stata schematizzata la fase del ciclo produttivo del comparto cementiero maggiormente impattante sull'ambiente, la fase di cottura del clinker, con l'indicazione degli ingressi, delle uscite e dei macchinari utilizzati sulla base delle indicazioni fornite dal succitato documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi".

Descrizione della fase:

E' la parte più importante del processo in termini di emissioni potenzialmente inquinanti. Nella cottura del clinker, la farina cruda viene immessa nel forno rotante dove viene sottoposta a processo di preriscaldamento, calcinazione e sinterizzazione per produrre così il clinker. Questo viene dapprima raffreddato con aria e poi stoccato per l'uso successivo. Nel processo di cottura del clinker è importante che le temperature della carica del forno oscillino intorno a 1.400 – 1.500 °C e le temperature del gas siano di circa 2.000°C.

INPUT materie prime:

Le materie prime in ingresso consistono nella farina cruda, proveniente dalla precedente fase del ciclo rappresentata dalla macinazione, dosaggio e omogeneizzazione delle materie prime. In aggiunta acqua, se il processo avviene per via umida, e materiali di riciclo che in genere consistono nelle polveri ricavate dalle operazioni di lavaggio di filtri a maniche.

INPUT energetico:

Il forno è alimentato a carbone con accensione a gasolio (talvolta al posto del gasolio è utilizzato il metano o altro combustibile gassoso prodotto dai rifiuti).

OUTPUT (materiale in uscita) consiste nel clinker che a sua volta è un sottoprodotto di lavorazione in quanto in una fase successiva verrà macinato e addizionato per produrre il cemento, ma può costituire anche un prodotto finito ed essere commercializzato come clinker.

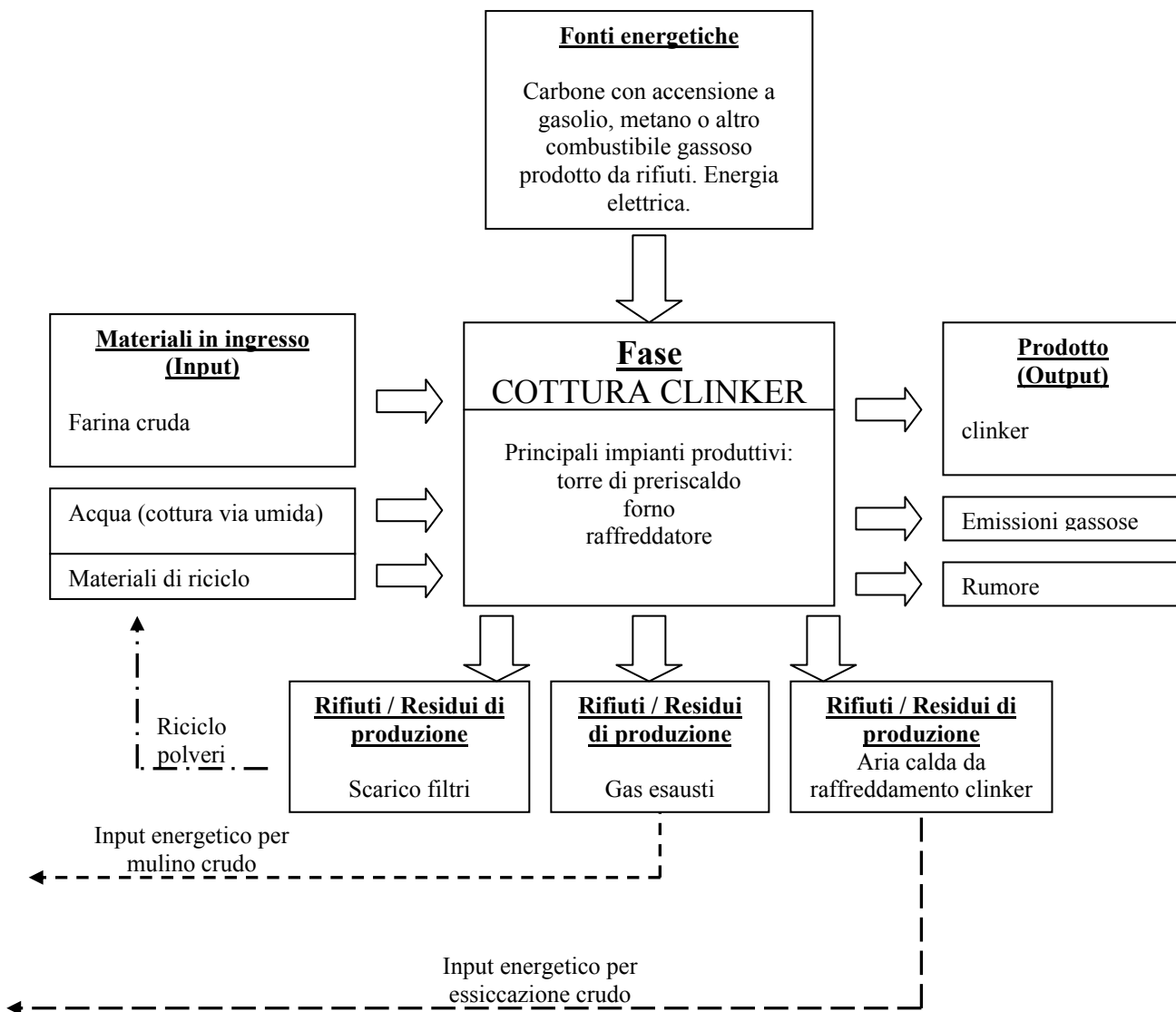


Fig. 8 - Fase produttiva cottura clinker del comparto cementifici.

OUTPUT (scarti di processo):

I principali rifiuti e residui/scarti di lavorazione consistono:

- nelle polveri provenienti dall'impianto di aspirazione alla bocca del forno, vengono inviati ad una torre di condizionamento e da essa ad un filtro elettrostatico o a tessuto, prima di essere convogliate ad un camino. La polvere di recupero dai sistemi di abbattimento è riutilizzata totalmente per la macinazione del cemento e della calce idraulica;
- gas esausti vengono convogliati in un sistema antinquinamento (filtro elettrostatico o a tessuto) che trattiene la polvere prima dell'immissione in atmosfera. Nei processi a via secca, i gas esausti hanno una temperatura relativamente alta e normalmente forniscono calore per il mulino crudo, quando questo è in funzione. Se questo non è in esercizio, i gas vengono prima raffreddati spruzzando acqua in una torre di condizionamento prima di inviarli nei presidi tecnici di filtrazione;
- l'aria calda proveniente dal raffreddamento del clinker viene recuperato preriscaldando l'aria usata per la combustione principale e secondaria e per l'essiccazione del crudo.

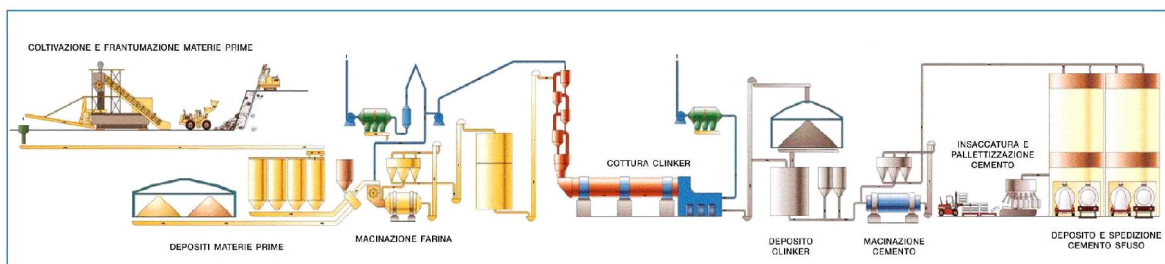
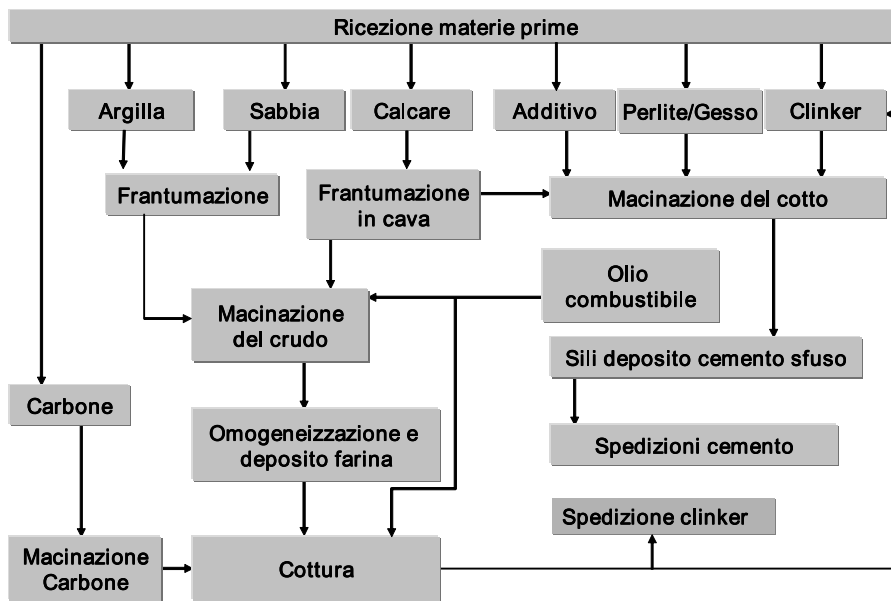
OUTPUT (scarichi) consistono in:

- emissioni gassose (principalmente NO_x e SO_x, ma anche CO, metalli pesanti etc.) e polveri, e rumore derivato prevalentemente dai bruciatori del forno, dal rotolamento del forno e del materiale sottoposto a cottura all'interno del forno.

Quanto sopra esposto viene schematizzato nella successiva figura comprendente uno schema di flusso e una rappresentazione grafica del processo.

Fig. 9 – schema di flusso e processo a via secca con preriscaldatore a cicloni e precalcinatore

SCHEMA DI FLUSSO CICLO COMPLETO DI CEMENTIFICIO



3.2 Influenza del ciclo produttivo sull'ambiente

La tabella 5 fornisce una visione qualitativa globale dell'influenza di ogni fase produttiva del cemento sugli aspetti ambientali significativi. Sono stati considerati sia i consumi (INPUT) di acqua, energia (sia termica che elettrica) e materie prime, sia le emissioni, i rifiuti ed il rumore prodotti.

Tab. 5 – Aspetti ambientali significativi delle fasi che compongono il comparto cementifici.

Fase	Processo/operazione	Consumi - INPUT			Scarichi - OUTPUT			
		acqua	Energia (*)	Materie prime	Gas / polveri	acqua	rifiuti	rumore
Approvvigionamento materie prime	Prelevamento calcare/marna/scisto o argilla da cava							
	Trasporto calcare/marna/scisto o argilla al frantoio							
	Trasporto materie prime /additivi conto terzi							
	Stoccaggio materie prime/additivi							
Macinazione e omogeneizzazione del crudo	Macinazione ed essiccazione							
	Dosaggio materie prime							
	Omogeneizzazione e deposito farina cruda							
	Lavaggio impianti e piazzali							
	Laboratorio chimico							
Cottura clinker	Preriscaldamento							
	Calcinazione e sinterizzazione							
	Raffreddamento clinker							
	Abbattimento emissioni e recupero polveri							
	Deposito clinker							
Stoccaggio e preparazione combustibile	Approvvigionamento combustibile							
	Macinazione ed essiccazione carbone							
	Stoccaggio							
	Lavaggio impianti e piazzali							
Additivazione e macinazione clinker	Macinazione clinker							
	Additivazione							
	Lavaggio impianti e piazzali							
	Laboratorio chimico							
Insaccamento e pallettizzazione	Insaccamento							
	Pallettizzazione							
	Prelevamento e consegna cemento prodotto							

Trattamento scarichi idrici	Depurazione acqua							
Manutenzione meccanica impianti								
Movimentazione meccanica dei carichi								

Nota – (*) si intende energia elettrica e/o termica.

Non tutte le voci sono sempre presenti in ogni fase, ad esempio la macinazione del crudo o la cottura del clinker comportano un consumo idrico solo nel caso in cui si utilizza un processo a via umida. Il processo a via umida è normalmente preferito quando si utilizzano materie prime con un tenore di umidità superiore al 20% in peso.

Le emissioni dal raffreddamento del clinker sono per la precisione aria calda, usata a sua volta, previa depolverazione, per l'essiccazione del materiale crudo. Il consumo di acqua durante la fase di cottura del clinker può essere anche riconducibile al raffreddamento dei gas esausti nella torre di condizionamento prima di inviarli nei presidi tecnici di filtrazione, laddove gli stessi gas non vengano usati per fornire calore al mulino del crudo. Per le fasi relative all'approvvigionamento delle materie prime ed alle operazioni di stoccaggio e trasporto in generale, i gas in atmosfera sono ascrivibili a traffico veicolare indotto. Inoltre bisogna precisare che le emissioni di polvere provenienti dagli impianti di macinazione, essiccazione, dalle aspirazioni localizzate sulle macchine accessorie al mulino e sui punti di carico e scarico dei nastri trasportatori, vengono nella maggior parte dei casi riciclate.

Alle operazioni di pulizia degli impianti con sistemi aspiranti e all'impiego di spazzatrici stradali per la pulizia dei piazzali dell'unità produttiva è anche legata la probabile dispersione di polveri. A causa della possibilità della dispersione di polveri, le acque di lavaggio dei piazzali devono essere raccolte e convogliate ad un impianto di depurazione delle acque, prima di essere scaricate. I rifiuti possono costituire combustibile alternativo.

Durante la fase di trattamento degli scarichi idrici l'aspetto ambientale è legato all'esposizione a polveri, vapori, manipolazione di prodotti chimici, mentre i rifiuti prodotti risultano essere principalmente fanghi disidratati derivanti dall'impianto di depurazione. L'aspetto ambientale legato allo stoccaggio è legato alla dispersione di polveri ed a fumi legati a rischio incendi, specie nel caso dello stoccaggio del combustibile.

La manutenzione meccanica degli impianti l'emissione di polveri aerodisperse sono dovute sia alla polverosità degli impianti sui quali si interviene, sia alle operazioni di molatura e di lavori riparazioni/manutenzioni, mentre il consumo di materie prime nonché la produzione di rifiuti sono riferibili a oli minerali, materiali per saldatura, lamiere, parti metalliche etc. Inoltre le emissioni in atmosfera di polveri, fumi e vapori che si sviluppano durante le riparazioni meccaniche sugli impianti possono diffondere nell'ambiente esterno. I rifiuti prodotti dalla movimentazione meccanica dei carichi sono oli e batterie esausti dei carrelli elevatori.

4. INQUADRAMENTO DEL COMPARTO

Delle nove Agenzie aderenti al progetto solo ARPA Sardegna, ARPA Veneto, e ARPA Piemonte hanno inviato il questionario predisposto da ARPA Sicilia. Tuttavia ARPA Piemonte a causa di difficoltà nel reperimento dati ha compilato solo parzialmente il suddetto questionario. Quindi la presente elaborazione dei dati relativi al comparto produttivo "CEMENTIFICI" ha potuto riguardare gli stabilimenti operanti in Sicilia, Sardegna, Veneto ed in parte quelli in Piemonte.

In Sicilia, Sardegna, Veneto e Piemonte sono operative 8 aziende (ItalCementi, Colacem, Buzzi Unicem, Cementeria di Monselice SpA, Cementir, Cementizillo, Holcim Italia SpA, e Industrie

Cementi Giovanni Rossi) diversamente distribuite sul territorio con diciannove Stabilimenti aventi una capacità produttiva complessiva di cemento e affini pari a 10.803.550 t/a. La tabella 5 evidenzia la diversa ripartizione delle diverse unità produttive nelle regioni indagate.

Gli stabilimenti della ITALCEMENTI, della COLACEM, della CEMENTIR, della CEMENTERIA DI MONSELICE SPA e della BUZZIUNICEM (ad eccezione dello stabilimento di Siniscola in Sardegna) sono operanti nelle regioni investigate da circa 50 anni. L'INDUSTRIA CEMENTI GIOVANNI ROSSI invece è presente in Veneto e Piemonte da circa 35 anni. L'Azienda operante da più tempo risulta essere Cementizillo presente solo in Veneto con lo stabilimento Cementeria d'Este (circa 120 anni), mentre quella più giovane è la HOLCIM ITALIA SPA presente in Veneto da appena 2 anni. Dalla tabella 6 si rileva come in Veneto siano presenti il maggior numero di stabilimenti (sette) afferenti a 6 Aziende Cementiere, di questi sei sono stabilimenti produttivi. La Sicilia presenta nel proprio territorio regionale 6 Stabilimenti afferenti rispettivamente a 3 Aziende Cementiere, di questi solo 5 sono gli stabilimenti produttivi, contro i 3 stabilimenti produttivi della Sardegna (afferenti a 2 Aziende). Infine il Piemonte presenta 3 stabilimenti non produttivi (afferenti a 3 Aziende).

Tab. 6: Diversa ripartizione delle Aziende Cementiere operanti in Sicilia, Sardegna, Veneto e Piemonte e relative unità produttive.

Azienda	Sicilia	Sardegna	Veneto	Piemonte
<i>Buzzi Unicem</i>	Priolo Gargallo	Siniscola	Cadola	
<i>Cementeria di Monselice SpA</i>			Monselice	
<i>Cementir</i>				Arquata
<i>Cementizillo</i>			Cementeria d'Este	
<i>Industria Cementi Giovanni Rossi</i>			1 Fumane 2 Pederobba	Ozzano
<i>Italcementi</i>	1 Isola delle Femmine 2 Porto Empedocle 3 Catania	1 Samatzai 2 Scala di Giocca	Monselice	Casale Monferrato
<i>Colacem</i>	1 Ragusa 2 Modica			
<i>Holcim Italia SpA</i>			Abano Terme	

Il principale tipo di lavorazione effettuata risulta essere secca o semisecca. Quasi tutti gli stabilimenti si sono adottati di certificazione di qualità (ISO 9000) e di certificazione di gestione ambientale (ISO 14000) (Tab. 7). Solo uno stabilimento in Piemonte è provvisto solo di certificazione di qualità (ISO 9000).

Gli Stabilimenti analizzati sono a ciclo completo. Il numero totale di forni attivi nel 2004 e operanti negli Stabilimenti in oggetto sono 20 di cui 18 destinati alla cottura del clinker, e 2 destinati alla produzione di prodotti speciali quali dilacon e alla essiccazione dell'argilla (quest'ultimi solo in Sicilia).

Tab. 7 – Dati stabilimenti della Sicilia, Sardegna, Piemonte e Veneto - Anno 2004

	Sicilia	Sardegna	Piemonte	Veneto
Anno inizio attività	1954 - 1969	1973 - 1997	1958 - 1979	1882 - 1965
Superficie media (ha)	132,18	28,54	30,39	10,34
Superficie coperta media (ha)	18,67	3,21	8,04	3,14
Tipo di lavorazione	Secca/Semisecca	Secca/Semisecca	Secca	Secca/Semisecca
Certificazione	Sistema di gestione della Qualità – ISO 9.000 Sistema di gestione ambientale – ISO 14.000. Solo 1 stabilimento Certificazione UNI EN ISO 9001:2000 (ex ISO 9002) - Certificazione UNI EN ISO 14001:1996 (in corso)	Sistema di gestione della Qualità – ISO 9.000 Sistema di gestione ambientale – ISO 14.000.	Solo 1 stabilimento provvisto di Sistema di gestione della Qualità – ISO 9.000	Sistema di gestione della Qualità – ISO 9.000 Sistema di gestione ambientale – ISO 14.000.
Capacità produttiva (t/a) 2004 in termini di prodotti finiti	5.633.619	3.234.241	nd	7.664.154
Capacità produttiva (t/a) 2004 in termini di Clinker prodotto	2.612.099	1.042.741	nd	3.183.498
Prodotto finale	Cemento – Legante idraulico. Solo 1 clinker	Clinker - Cemento - Premiscelato - Legante idraulico - Farina	Premiscelato	Cemento - Calce idraulica - Legante idraulico

ND = non disponibili

La capacità produttiva degli Stabilimenti presi in esame nel 2004 è stata pari a 16.532.014 t/a distribuita in termini di prodotti finiti come rappresentato in Fig. 10.

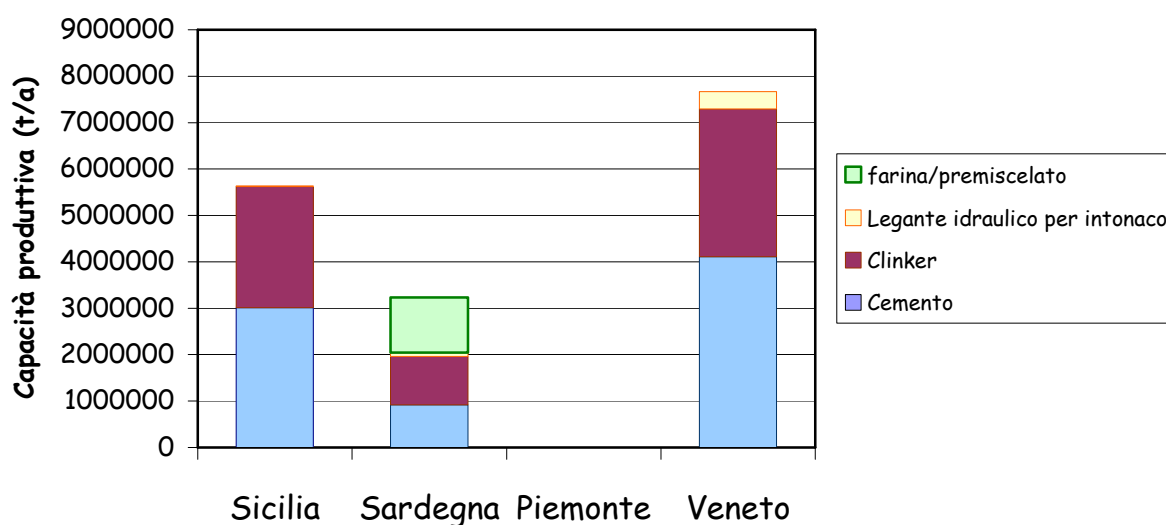


Fig. 10 – Capacità produttiva per prodotti finiti – Anno 2004. Per il Piemonte dati non disponibili

Come è possibile osservare il principale prodotto finito è il cemento con una produzione per l'anno 2004 pari a 8.038.835 t, seguito dal clinker con una produzione pari a 6.838.338 t e dal legante idraulico per intonaco pari a 464.341,6 t. Solo in Sardegna nel 2004 si è registrata la produzione di farina e premiscelato pari a 1.190.500 t.

Suddividendo gli impianti per classi dimensionali, conformemente alle analisi statiche di settore effettuate dall'Associazione tecnico-economica del cemento (A.I.T.E.C.), si può notare come 7 impianti con capacità produttiva di cemento compresa tra 601.000 ed il milione di tonnellate abbiano coperto circa il 56,4% della produzione regionale investigata (Fig. 11).

Solo 2 impianti (In Sicilia ed in Veneto) rilevano una capacità superiore al milione di tonnellate/anno e coprono il 25,6% della produzione di cemento.

Questi dati confermano le tendenze a livello nazionale di razionalizzazione produttiva finalizzata al raggiungimento di economie di scala e alla massimizzazione dell'efficienza produttiva.

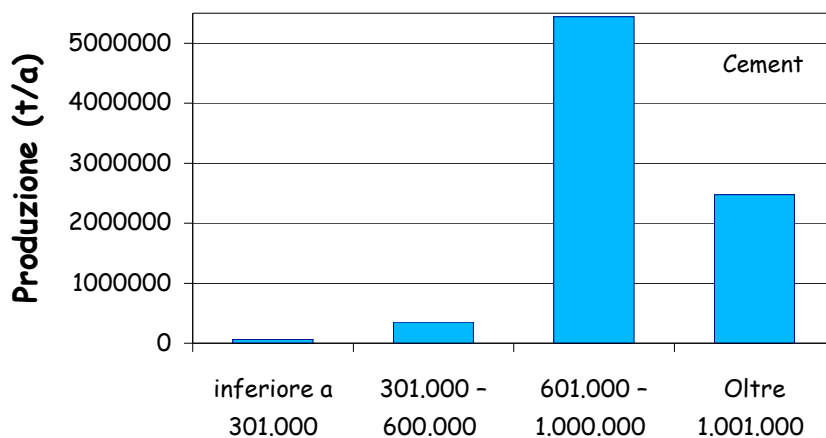


Fig. 11: Ripartizione della produzione di cemento in Sicilia, Sardegna e Veneto per categoria di impianti – Anno 2004. Per il Piemonte dati non disponibili.

Il consumo di materie prime nel 2004 si è attestato intorno a 15.386.842,81 t riportato tra le regioni investigate come riportato in Fig. 12.

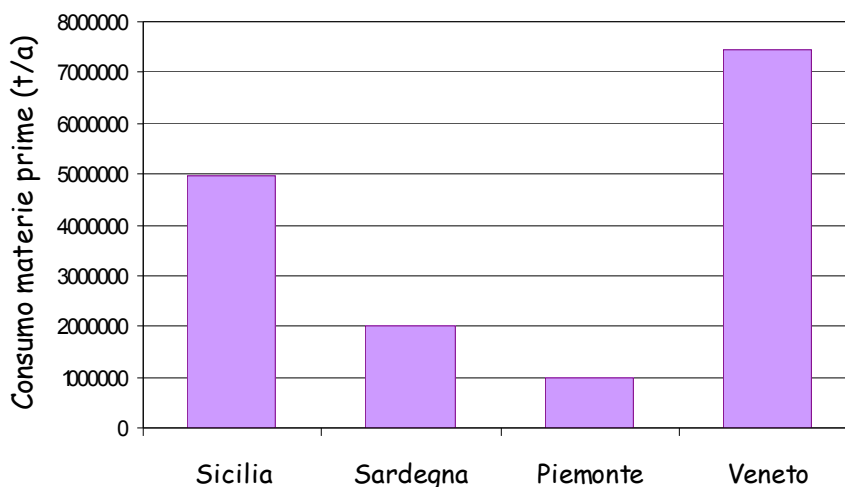


Fig. 12 – Consumo materie prime registrato nel 2004 dagli Stabilimenti produttivi di cemento in Sicilia, Sardegna, Piemonte e Veneto.

Il Veneto risulta essere il maggiore consumatore di materie prime con un quantitativo pari a 7.432.386,82 t seguito dalla Sicilia con una movimentazione annua pari a 4.956.931, ed infine dalla Sardegna e dal Piemonte con un quantitativo pari rispettivamente a 2.002.033 t e 995.492 t.

5. ANALISI DEI FATTORI DI IMPATTO

5.1 Alterazioni delle matrici ambientali

5.1.1 Emissioni in atmosfera

I dati relativi alle emissioni in atmosfera sono stati elaborati, così come indicato nelle linee guida APAT per l'analisi ambientale dei comparti produttivi, "Metodologie per l'analisi dei comparti produttivi. Gruppo di lavoro nazionale APAT/ARPA- 09/02/2005", usando gli indicatori ambientali OPI (indicatori di prestazione operativa) individuati nella norma UNI EN ISO 14031.

Come è noto, le emissioni di maggior rilievo ambientale connesse al processo di produzione del cemento sono rappresentate dagli ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂) e polveri.

In particolare le emissioni di polveri, ossidi di azoto e ossidi di zolfo sono state espresse come quantità di emissioni specifiche annuali (t/a). I dati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante (Tab.8).

Tab. 8– Dati emissioni stabilimenti - Anno 2004. Per il Piemonte dati non disponibili.

	Sicilia	Sardegna	Veneto
Polveri (t/a)	702,0	149,6	354,7
No_x (t/a)	17.025,6	3.027,1	6.906,9
So_x (t/a)	4.443,5	329,3	910,8
Altro (t/a)	0,1		2.943,0
Capacità produttiva (t/a) 2004 prodotti finiti	3.183.394	3.139.500	4.480.657
Capacità produttiva (t/a) Clinker 2004	2.612.099	1.042.741	3.183.498

E' generalmente riconosciuto che gli ossidi di azoto (NO_x) rappresentano la più rilevante fonte di inquinamento prodotta dai cementifici, a conferma di questo gli impianti indagati emettono per il 73,3% ossidi di azoto, il 15,4% di ossidi di zolfo e il 3,3% di polveri, pari, nel 2004, a 26.959,7 t/a di NO_x, 5.683,6 t/a di SO_x e 1.206,3 t/a di polveri (Fig. 13 e 14).

L'8% classificato come altro è pari a 2.943,1 t ed è rappresentato principalmente da emissioni di monossido di carbonio (2561,9 t), seguito da SOV (300 t) e metalli pesanti (9,6 t).

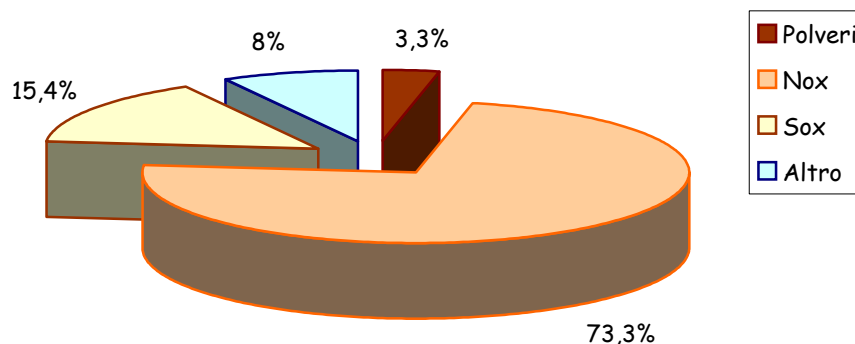


Fig. 13: Tipologia emissioni dai Cementifici indagati – Anno 2004

La mancanza di dati di concentrazione a monte degli scarichi rende impossibile determinare il rendimento dei sistemi di abbattimento usati negli impianti, che risultano essere costituiti prevalentemente da filtri a maniche.

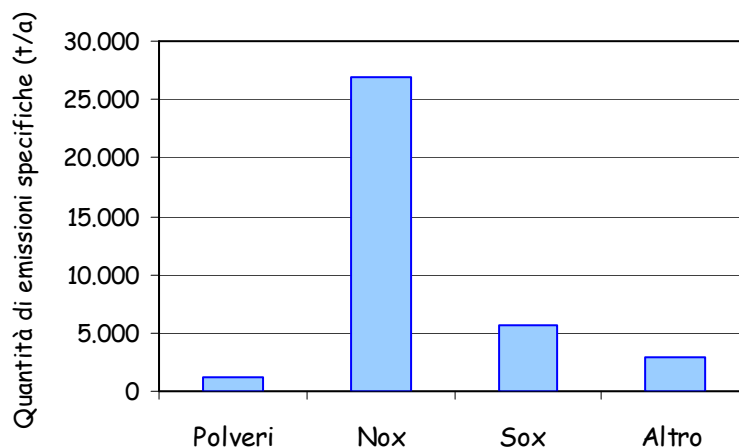


Fig. 14: Emissioni specifiche a livello regionale – Anno 2004

In media i forni di cottura clinker presenti sul territorio delle regioni Sicilia, Sardegna e Veneto emettono a valle dei sistemi di abbattimento 2,67 g di NO_x / kg di clinker prodotto contro la media europea di 2,1 di NO_x / kg di clinker prodotto. Solo la regione Veneto ha registrato, nel 2004, 2,17 g di NO_x / kg di clinker prodotto risultando in linea con la media europea (Fig. 15).

Tutti i forni indagati presentano un valore di emissione specifico per unità di prodotto compreso tra 2 e 4,5 g di NO_x / kg di clinker prodotto, solo uno stabilimento in Sicilia presenta un valore maggiore di 4,5 g di NO_x / kg di clinker prodotto. Tali valori risultano comunque inclusi nel range delle medie europee riportati nel Rapporto Cembureau del 1997 (2,1 g di NO₂/Kg di clinker).

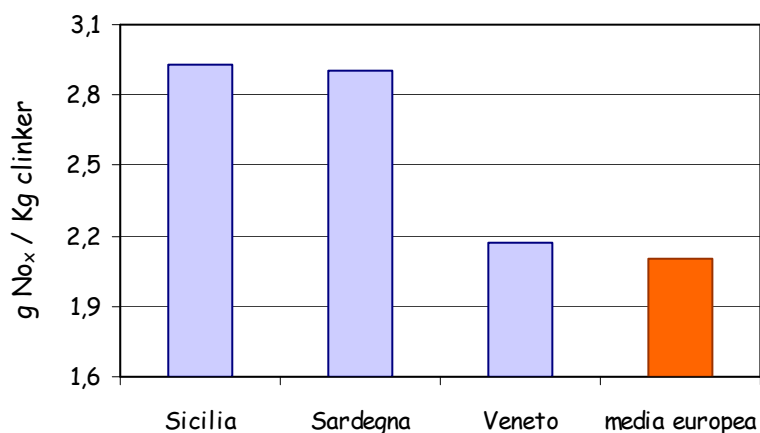


Fig. 15: Quantità di emissione da forni di cottura clinker in rapporto a kg di clinker prodotto

Al fine di verificare l'efficacia delle tecnologie di abbattimento applicate alle emissioni provenienti dai forni di cottura clinker sono state confrontati i valori di concentrazione misurati a valle dei sistemi di abbattimento con i valori di riferimento indicati nel "Il BREF Cement and lime production" del Dicembre 2001 e nelle "Linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili – Produzione di cemento" (Gennaio 2004).

Le tabelle 9, 10 e 11 riportano rispettivamente i dati concernenti le emissioni di NO_x, SO_x e polveri. Come già sottolineato tutti i valori di emissioni dai forni di cottura clinker rilevati negli

stabilimenti indagati sono inclusi negli intervalli di valori emissivi delle medie europee riportati nel Rapporto Cembureau, 1997.

Confrontando inoltre le emissioni riferite alle migliori tecniche disponibili (BAT) per il controllo degli ossidi con i valori di emissione rilevati a valle dei sistemi di abbattimento dai forni, si rileva come solo per gli NOx gli stabilimenti indagati presentino in alcuni casi valori di emissione leggermente superiori ai valori di emissione delle BAT associate (Tab.9).

Tab. 9 – Dati di emissione di NOx dai forni da cemento investigati ed europei, e confronto con i valori di riferimento delle BAT per il controllo degli NOx.

	Tipo di lavorazione	Sistema di abbattimento	Conc. di Nox (mg/Nmc)
valori medi forni Sicilia	Secca / Semisecca	PE	885
valori medi forni Sardegna	Secca / Semisecca	FT / E / PE	1513
valori medi forni Veneto	Secca / Semisecca	FT / PE	1253
valori europei *			500 - 3000
valori medi forni europei **			1300
BAT	Semisecca	raffreddamento fiamma e uso bruciatori LowNOx	700
		SNCR	500 - 800
	Secca	raffreddamento fiamma e uso bruciatori LowNOx	700
		combustione a stadi	700-1000
		SCR	100 - 200
* Rapporto Cembureau, 1997			
** Rapporto Okopol, 1998			

Nello specifico questo scostamento è stato rilevato in alcuni stabilimenti siciliani e sardi che utilizzano una lavorazione semisecca.

Tab. 10 - Dati di emissione di SOx dai forni da cemento indagati, ed europei, e confronto con i valori di riferimento delle BAT per il controllo degli SOx.

	Tipo di lavorazione	Sistema di abbattimento	Conc. di SOx (mg/Nmc)
valori medi forni Sicilia	Secca / Semisecca	PE	132,7
valori medi forni Sardegna	Semisecca	FT / E / PE	164
valori medi forni Veneto	Secca	FT / PE	66,9
valori europei *			< 10 - 3500
BAT	Semisecca	aggiunta adsorbenti	400
		scrubber a via umida	< 200
	Secca	aggiunta adsorbenti	400
		scrubber a via umida	< 200
		scrubber a via secca	< 400
		carboni attivi	< 50
* Rapporto Cembureau, 1997			

La tabella 11 riporta i dati relativi alle emissioni di polveri dagli stabilimenti indagati distinti tra polveri da processo e polveri diffuse. Indipendentemente dalla tipologia della fonte di emissione, i valori di concentrazione delle polveri risultano essere comprese nel range evidenziato negli stabilimenti europei dal Rapporto Cembureau, ed inferiore ai valori di emissione associati alle BAT.

Tab. 11 – Dati di emissione di polveri dagli stabilimenti indagati, ed europei, e confronto con i valori di riferimento delle BAT per il controllo delle polveri.

	Tipo di lavorazione	Sistema di abbattimento	Conc. di polveri (mg/Nmc)
Sicilia	Emissioni polvere	<i>FT / PE</i>	18,27
	Emissioni diffuse	<i>FT</i>	14,41
Sardegna	Emissioni polvere	<i>FT / PE</i>	47
	Emissioni diffuse	<i>FT</i>	27,74
Veneto	Emissioni polvere	<i>FT / PE</i>	29,21
	Emissioni diffuse	<i>FT</i>	31,87
valori europei *			5 - 200
BAT	Emissioni polvere	<i>Precipitatore elettrostatico e Filtri a tessuto</i>	≤ 30
	Emissioni diffuse	<i>aspirazione localizzata e filtri a tessuto</i>	≤ 20

* Rapporto Cembureau, 1997

Le attività più significative che generano emissione convogliata di ossidi in atmosfera sono principalmente lo scarico dai forni per la cottura del clinker ed in misura notevolmente inferiore l'essiccazione e la macinazione del crudo e del cemento, nonché la preparazione del combustibile ed il riscaldamento olio diatermico impianto guaine ed uso di caldaia per fluidificazione combustibile (Fig.16). Infatti dai dati riportati in Tab.12 emerge che la maggior parte di NO_x e SO_x risulta essere emesso come scarico dai forni (circa 31.332 t/a di NO_x + SO_x).

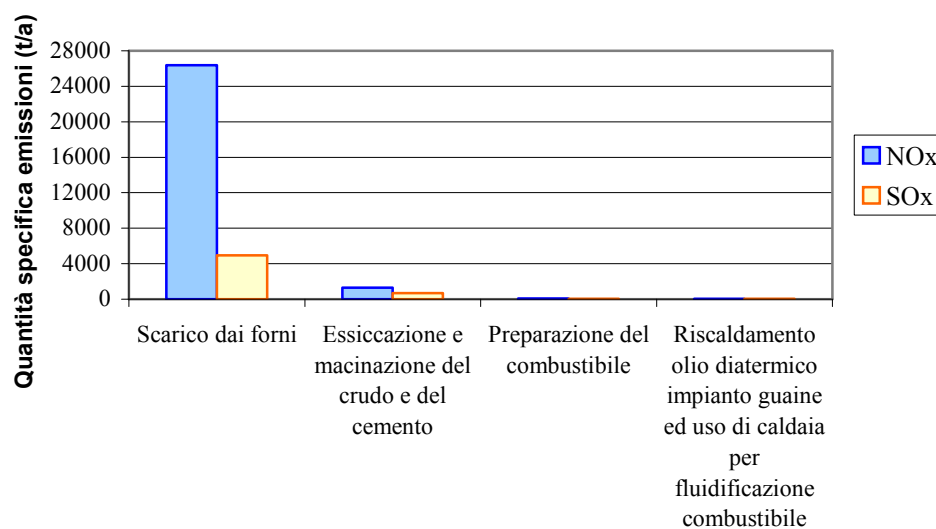


Fig. 16 – Sorgenti di emissione ossidi negli stabilimenti siciliani, sardi e veneti.

Di gran lunga inferiore risulta essere invece l'emissione gassosa derivante dagli impianti di essiccazione e/o essiccazione-macinazione delle materie prime, del cemento e/o dei suoi costituenti secondari (circa 1.962,8 t/a di NO_x + SO_x), mentre risulta esigua la frazione derivante dal riscaldamento dei combustibili (circa 70,43 t/a di NO_x + SO_x).

Tab. 12 – Sorgente emissione di ossidi nelle unità produttive investigate.

NOx (t/a)	Sicilia	Sardegna	Veneto	TOTALE
Scarico dai forni	15.822,5	3.027	7.523	26.373
Essiccazione e macinazione del crudo e del cemento	1188		105	1293
Preparazione del combustibile			75	75
Riscaldamento olio diatermico impianto guaine ed uso di caldaia per fluidificazione combustibile	15,15		24	38,93
NOx da combustione	38,93			

SOx (t/a)	Sicilia	Sardegna	Veneto	TOTALE
Scarico dai forni	4.221	329,3	401,4	4.952
Essiccazione e macinazione del crudo e del cemento	218,7		451,1	669,8
Preparazione del combustibile			26,8	26,8
Riscaldamento olio diatermico impianto guaine ed uso di caldaia per fluidificazione combustibile	2,2		29,3	31,5
SOx da combustione	31,5			

Tradizionalmente le emissioni di polveri, soprattutto dai camini e dai forni hanno costituito il principale aspetto ambientale caratterizzante la produzione del cemento.

Analizzando i dati relativi alle emissioni delle polveri si rileva come le apparecchiature (elevatore clinker, tramogge, forno, molino, nastri essiccatori, frantoio materie prime, gas essiccamento linea carbone, insacatrice ecc) direttamente correlate al ciclo produttivo del cemento incidono in modo significativo (circa il 71%) sulla quantità di polvere emessa, mentre le emissioni di polvere diffuse legate principalmente alla movimentazione dei materiali e dei combustibili solidi durante le fasi di scarico e trasporto clinker, silo cemento, carico, stoccaggio e trasporto del cemento sfuso, stoccaggio farina, ecc incidono in minore misura sulla emissione delle polveri, nello specifico circa 29% (Fig. 17).

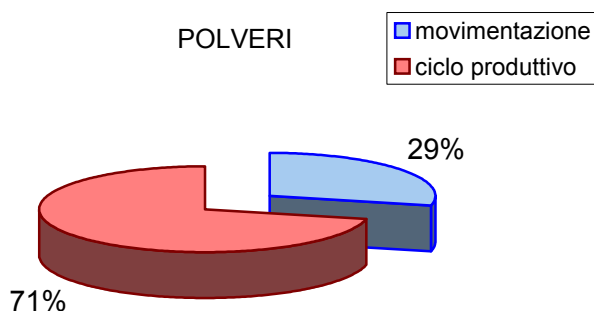


Fig. 17 – Percentuale di polveri distinte per tipologia di emissione.

Quantitativamente nel 2004 le emissioni di polveri legate a movimentazione del materiale è risultato essere pari a circa 347 t, mentre le emissioni legate direttamente alle fasi del ciclo produttivo del cemento è risultato pari a 866 t. Solo nella regione Veneto si evidenzia una maggiore emissione di polveri legata alla movimentazione del materiale, 191 t, rispetto a quella prodotta direttamente durante il ciclo produttivo, 175 t (Fig. 18), tenendo comunque presente i valori relativi alle polveri indicati nella Tab. 8.

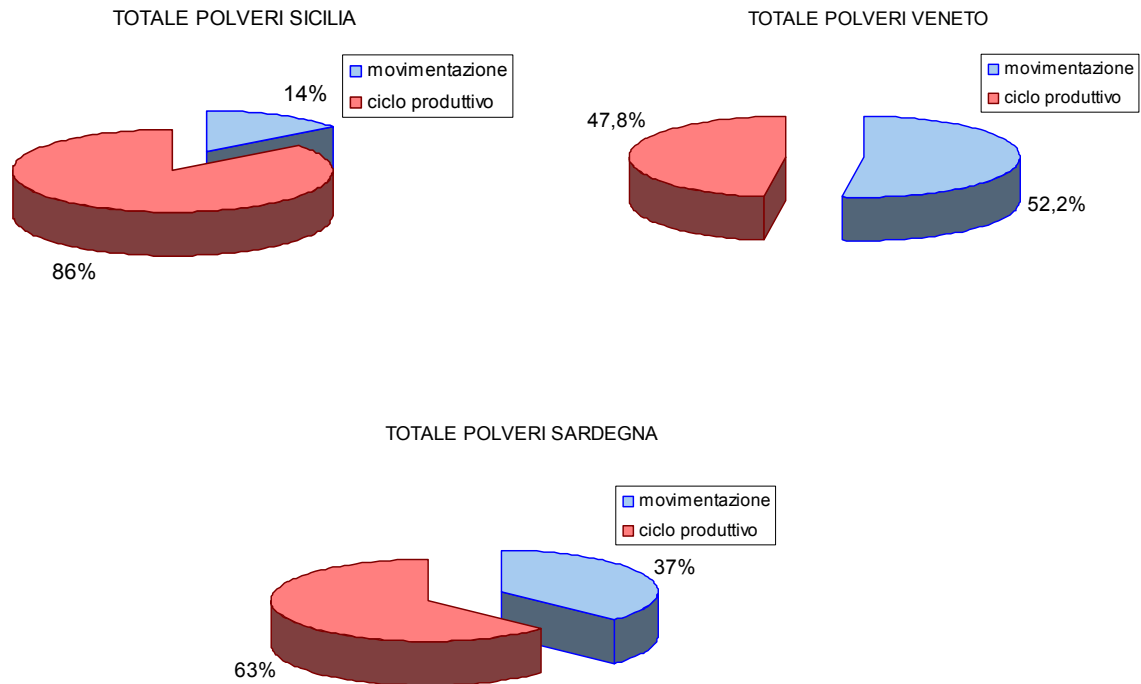


Fig. 18 – Percentuale di polveri distinte per tipologia di emissione dagli stabilimenti di Sicilia, Sardegna e Veneto. Per Piemonte dati non disponibili.

5.1.2 Scarichi idrici

Il ciclo tecnologico del cemento è caratterizzato da limitati fabbisogni di risorse idriche. Per quanto concerne gli scarichi idrici delle acque industriali provenienti dalle linee produttive, lo studio condotto ha consentito di identificare situazioni differenti.

Dai dati relativi agli stabilimenti in Sicilia gli scarichi idrici risultano essere molto limitati in quanto l'acqua necessaria al processo viene perduta sotto forma di vapore acqueo uscente dalla ciminiera della linea di cottura del clinker. Per quanto concerne le acque di raffreddamento alcune aziende hanno dichiarato che non esistono scarichi idrici industriali in quanto l'acqua utilizzata per il raffreddamento viene restituita ad una vasca di accumulo per essere riutilizzata nel ciclo industriale (processo e raffreddamento), altre aziende hanno invece dichiarato che le acque di raffreddamento vengono, previo trattamento, scaricate nella fognatura comunale o conferite negli impianti di depurazione consortili.

Le acque reflue domestiche (servizi igienici e varie) aventi caratteristiche comuni a tutti gli scarichi idrici domestici vengono convogliate:

- a) in fosse biologiche e successivamente all'impianto trattamento degli scarichi idrici;
- b) direttamente nella rete fognaria consortile;
- c) in pozzi disperdenti ubicati entro il sito produttivo.

Tutti gli impianti sono dotati di sistemi di raccolta delle acque meteoriche che le convogliano all'impianto di trattamento degli scarichi idrici per successivo scarico.

Invece in Sardegna ed in Veneto le acque sia industriali che reflue vengono principalmente scaricate, previo trattamento, nei fiumi e solo in alcuni casi l'effluente viene riciclato.

5.2 Consumo di risorse

5.2.1 Fonti di approvvigionamento idrico

I consumi idrici complessivi per i diciannove Stabilimenti presi in esame risultano pari per il 2004 a 1.871.097 mc/a di cui il 17,6% (330.349 mc/a) è adibita ad uso civile, mentre l'82,34% (1.540.748 mc/a) ad uso industriale (Fig.19).

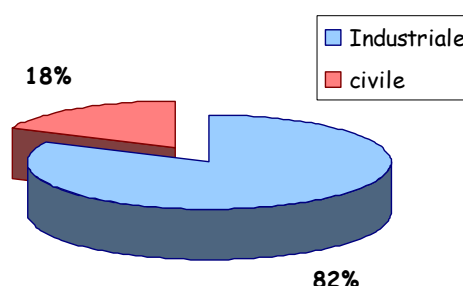


Fig. 19 – Percentuale di acqua adibita ad uso civile ed industriale.

Le fonti di approvvigionamento idrico risultano essere principalmente tre: sorgenti, acquedotto, pozzi, terzi ed in minore misura fiumi e laghi. Dai primi risultano essere prelevati circa 230.350 m³/a di acqua, mentre dai pozzi 759.373 m³/a e da acquedotto circa 676.668 m³/a (Fig.20). Solo 68.517 m³/a viene prelevato da terzi. Fiumi e laghi risultano essere in Veneto ed in Sardegna una ulteriore fonte di approvvigionamento idrico per uso industriale con un consumo pari a 136.189 m³/a. In particolare dai fiumi in Veneto viene prelevato il 12% di acqua (69.189 m³/a), mentre in Sardegna il 19,8% (pari a 67.000 m³/a) viene prelevata dai laghi.

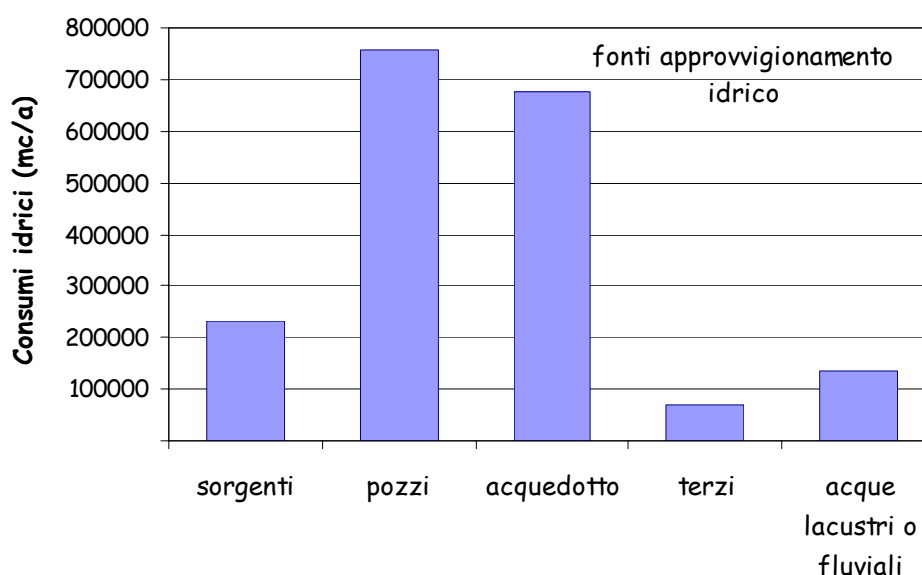


Fig. 20 – Fonti di approvvigionamento idrico negli stabilimenti della Sicilia, Sardegna e Veneto.

In Fig. 21 è stato riportato il grafico indicativo dei consumi idrici in rapporto alla produzione del cemento. Si rileva un valore per l'indicatore scelto inferiore ad 1 m³/t (nello specifico risultano < 0,25 m³/t), e che evidenzia un limitato consumo idrico per unità di prodotto. Tendenzialmente le

regioni che presentano il maggior numero di stabilimenti che utilizzano il processo semisecco (stabilimenti Sicilia e Veneto) mostrano un consumo idrico superiore rispetto a quelli che utilizzano la lavorazione secca.

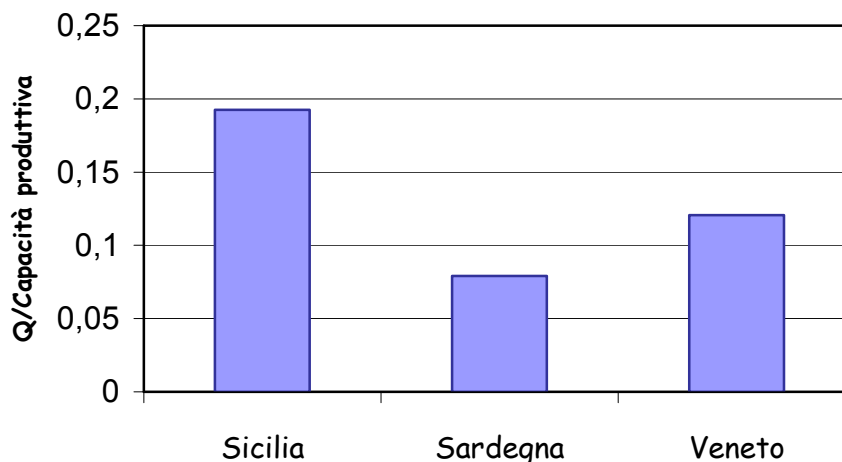


Fig. 21 – Consumo idrico (Q)/ Capacità produttiva – Anno 2004.

5.2.2 Materie prime e prodotti intermedi

Le materie prime utilizzate nel processo sono: calcare, argilla, marna, scisto, tufo, sabbia, gesso, ed in minore misura rifiuti vari, bauxite, perlite, minerali di ferro e additivi (Fig. 22).

In Sicilia solo tre Stabilimenti su cinque recuperano rifiuti in regime semplificato (D.M. 05/02/1998) nel processo produttivo come materie prime, mentre in Piemonte solo uno stabilimento su tre. Di contro sia in Veneto che in Sardegna tutti gli stabilimenti indagati utilizzano rifiuti come materie prime. In particolare i rifiuti utilizzati sono:

- 1) fanghi da impianto di decantazione, chiarificazione e decarbonatazione delle acque per la preparazione di acque potabili o addolcite per uso industriale (CER 190903-190902);
- 2) fanghi da trattamento sul luogo degli effluenti (CER 060503);
- 3) fanghi da trattamento acque reflue industriali (CER 190814);
- 4) gessi chimici da desolfurazione di effluenti liquidi e gassosi (CER 100105-061101-060699);
- 5) fanghi di processo e terre di fonderia;
- 6) polvere di allumina;
- 7) supporti inerti di catalizzatori e refrattari (CER 160804-060316);
- 8) scaglie di laminazione e stampaggio (CER 100210).
- 9) Rifiuti da processi chimici organici e da trattamento fumi (CER 070108-070708-070504-070104- 101210)
- 10) Ceneri pesanti, ceneri leggere di carbone e cenere di combustione biomasse (CER 100101-100102-190114)
- 11) Rifiuti da attività di costruzione/demolizione (CER 170904)
- 12) Farine e grassi animali (CER 020203).
- 13) Calchi in gesso (CER 101206)

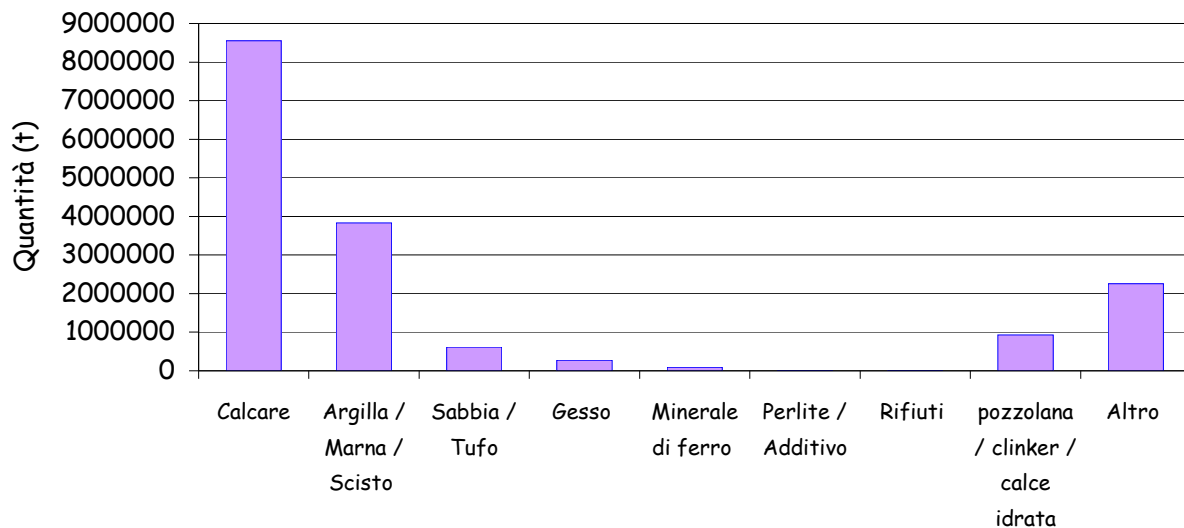
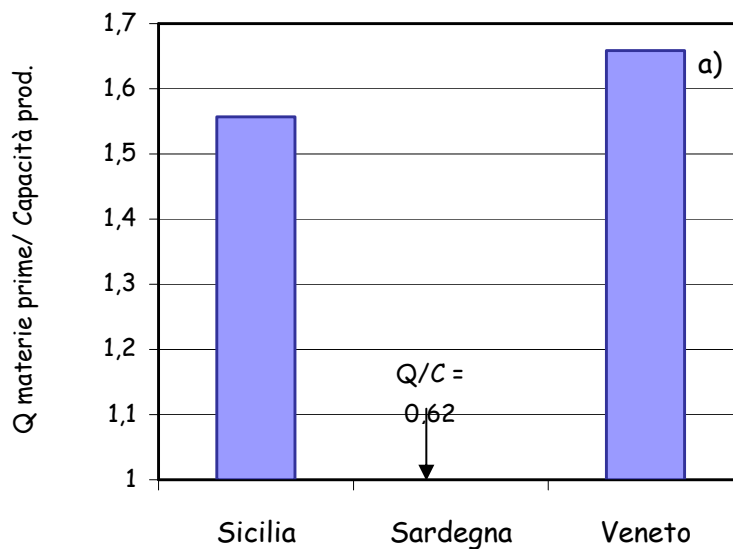


Fig. 22– Materie prime utilizzate (Anno 2004).

In Fig. 23a e 23b il consumo delle materie prime registrato dagli Stabilimenti indagati, comprensivo del materiale riciclato, è stato rapportato rispettivamente alla capacità produttiva effettiva del cemento e del clinker come prodotto intermedio. Il valore dell'indicatore relativo alla produzione del cemento in Sicilia ed in Veneto risulta essere superiore ad 1 evidenziando un eccessivo consumo di materie prime rispetto al prodotto, mentre in Sardegna risulta essere pari a 0,62 (Fig. 23 a). Di contro il valore dell'indicatore relativo alla produzione dei prodotti intermedi risulta essere in tutti gli stabilimenti indagati superiore a 1 (Fig. 23 b).



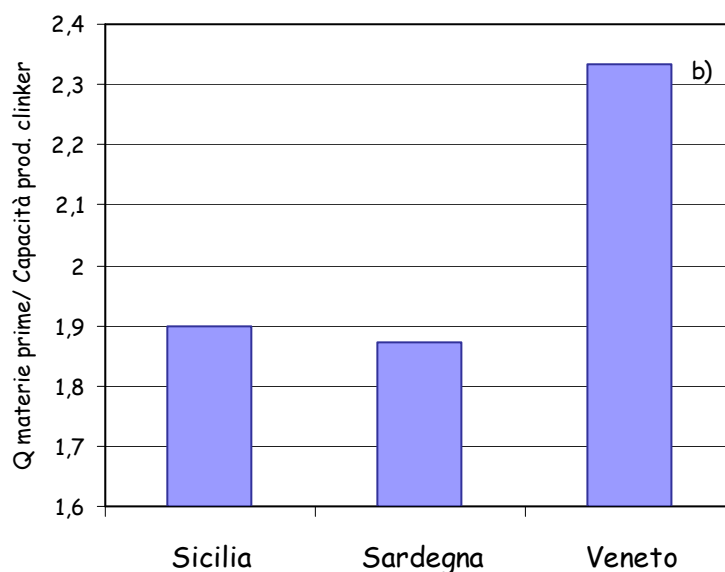


Fig. 23 – (a) Consumo (Q) materie prime/Capacità produttiva -Anno 2004; (b) Consumo (Q) materie prime/Capacità produttiva clinker -Anno 2004. Dati Piemonte non disponibili.

Si evidenzia che gli stabilimenti oggetto dell'indagine si adoperano limitatamente nel recupero dei materiali per ridurre l'utilizzo di risorse naturali. Infatti ad esempio nessun stabilimento recupera nel processo tecnologico la polvere captata dai presidi tecnici di abbattimento. Inoltre ad eccezione della Sicilia, negli stabilimenti di Sardegna, Piemonte e Veneto si registra un riutilizzo di pozzolana, calce idrata e semilavorati (clinker) tra le materie prime.

In Tabella 13 viene riportato l'indicatore relativo al rapporto residui riciclati/capacità produttiva del clinker e del cemento. Tale parametro indica la capacità del prodotto e del processo di assicurare il reimpiego dei residui, riducendo così il consumo delle materie prime. Come si può osservare tale indicatore risulta essere sempre di molto inferiore all'unità evidenziando la scarsa attitudine al riciclo operata dagli stabilimenti. La percentuale di materie prime riciclate effettuata da soli 15 Stabilimenti su 19 si attesta attorno allo 10,5%.

Tab. 13 – Materie prime riciclate.

	Sicilia	Sardegna	Piemonte	Veneto
TOTALE materie prime riciclate	13,45	48,724	641	918,473
Capacità produttiva (t/a) Clinker 2004	2.612.099	1.042.741	nd	3.183.498
Capacità produttiva (t/a) prodotti finiti 2004	3.183.394	3.139.500	nd	4.480.657
residui riciclati /Capacità produttiva (prodotti finiti)	0,004	0,016	nd	0,205
residui riciclati /Capacità produttiva (Clinker)	0,005	0,047	nd	0,289

Per quanto riguarda il consumo di materia si riportano le relative BAT:

CONSUMO MATERIE PRIME	Utilizzo di rifiuti per:	recupero di energia recupero di materia
	Riciclo nel processo della polvere captata dai presidi tecnici di abbattimento	
CONSUMO DI COMBUSTIBILE	Minimizzazione dei consumi attraverso	il preriscaldamento e la precalcificazione.
		l'uso dei moderni raffreddatori del clinker, che consentono di massimizzare il recupero di calore. il recupero di calore dai gas esausti.
SCELTA MATERIE PRIME COMBUSTIBILE	scelta oculata ed controllo attento delle sostanze che vengono immesse nel forno possono ridurre sensibilmente le emissioni, ad esempio	limitando il contenuto di zolfo nelle materie prime e nei combustibili, è possibile ridurre le emissioni di SO ₂ .
		limitando il contenuto di composti organici nelle materie prime, è possibile ridurre le emissioni.
		Limitando il contenuto di cloro nei materiali immessi in ciclo, si riduce la formazione dei cloruri alcalini e di altri cloruri metallici.

5.2.3 Consumi energetici

Nella produzione del cemento, l'energia viene usata prevalentemente sotto forma di apporto termico per il forno. I principali utilizzatori di energia elettrica sono invece i mulini (macinazione cemento e macinazione del crudo) e gli esattori (forno/mulino crudo e mulino cemento), che insieme rappresentano più dell'80% del consumo di energia elettrica.

Il consumo termico teorico del processo di combustione (reazioni chimiche) è di 1.700-1.800 MJ/t di clinker. Il consumo termico effettivo di combustibile per le diverse tipologie di forni oscilla tra:

- circa 3.000 e 4.200 per processo a via secca;
- circa 3.300 e 4.500 per processi a via semi-secca/semi-umida;
- fino a 5.000 per forni lunghi a via umida.

Nel Rapporto Cembureau, 1997, il preriscaldatore a cicloni a cinque stadi e precalcificatore con un consumo energetico compreso tra 2.900 – 3.200 MJ/t di clinker rappresentano lo standard ottimale di consumo energetico per le linee di cottura.

Dai dati a disposizione per un solo stabilimento è stato possibile calcolare un indicatore relativo al consumo energetico nel 2004, secondo le indicazioni fornite nel documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi".

L'indicatore selezionato è il consumo specifico medio di energia termica ed elettrica riferito all'unità di massa di clinker prodotto nel 2004 espresso in GJ/t e calcolato secondo la seguente formula:

$$GJ/t = (kWh/anno * 3,6 * 10^{-3}) / P$$

dove P indica la capacità produttiva del clinker registrata nel 2004 dallo stabilimento in questione.

I dati dell'indicatore riferito al consumo di energia termica ed elettrica per la fase relativa alla cottura del clinker sono indicati nella tabella 14:

Tab. 14 – Calcolo dell'indicatore del bilancio energetico

	Energia termica	Energia elettrica
GJ/t	3,36	0,089

Confrontando questi dati con i valori di standard ottimale di consumo energetico dai forni indicati nel Rapporto Cembureau (1997), si osserva che il consumo di energia termica ascrivibile nel 2004 alla produzione del clinker è stato pari a 3.360 MJ/t e supera di poco i valori indicati come ottimali nel suddetto documento (2.900 – 3.200 MJ/t).

Dalla tabella 14 viene fuori che il consumo specifico totale medio di energia (termica ed elettrica), riferito all'unità di massa di clinker prodotto è quindi pari a 3,45 GJ/t.

Le fonti energetiche utilizzate dalle unità produttive sono GPL, metano, gasolino, carbone (pet-coke e fossile) energia elettrica (fornita dall'ENEL), ed olio combustibile denso BTZ, e solo in alcuni stabilimenti bitume di petrolio e metano. Il carbone è la principale fonte energetica degli stabilimenti indagati. Esso viene trasportato umido ed in pezzatura, viene essiccato ed utilizzato nei bruciatori del forno di cottura del clinker.

L'olio combustibile denso BTZ viene utilizzato nel bruciatore testata nelle fasi di avviamento forno, per essiccare il carbone e i correttivi del cemento. Il gasolio è impiegato sia per l'alimentazione dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali all'interno dello stabilimento (es. carrelli elevatori, pala gommata, ecc.), che per l'alimentazione delle centrali termiche per il riscaldamento della mensa, uffici tecnici e amministrativi.

L'energia elettrica consumata è principalmente destinata al funzionamento degli impianti industriali e civili, mentre il propano viene utilizzato come combustibile per la fiamma pilota della caldaia riscaldamento dell'olio combustibile e del forno di cottura clinker (accensione impianto).

La macinazione della miscela cruda, essiccazione/macinazione carbone, la cottura della farina e la macinazione del cemento rappresentano le attività maggiormente dispersive di energia.

L'impatto è principalmente legato al consumo delle fonti energetiche non rinnovabili, come carbone e derivati del petrolio. In tale ottica risulta di fondamentale importanza per le aziende l'uso di combustibili alternativi, che riducono l'utilizzo di combustibili costosi, non rinnovabili, e permettono lo smaltimento di rifiuti destinati alla discarica.

Per quanto riguarda i consumi energetici si riportano le relative BAT:

CONSUMI ENERGIA TERMICA	DI	Preriscaldamento e precalcinazione, tenendo conto della configurazione del forno. Questa configurazione ha un consumo di 2.900-3.200 MJ/t di clinker
		Uso di moderni raffreddatori del clinker che consentano di massimizzare il recupero di calore
		Recupero di calore dei gas esausti
CONSUMO ENERGIA ELETTRICA	DI	Sistemi automatici di gestione dell'energia
		Uso di apparecchiature di macinazione e di altre apparecchiature elettriche ad elevato rendimento energetico.

Come evidenziato in precedenza gli stabilimenti indagati si adoperano limitatamente nel recupero energetico dei rifiuti. I Principali combustibili alternativi utilizzati nei forni di cemento sono:

- rifiuti;
- pneumatici e gomme;
- farine e grassi animali.

Per gli stabilimenti considerati non si hanno dati relativi a consumi energetici rilevati nel 2004, tuttavia solo per uno stabilimento si hanno dati relativi al consumo energetico rilevato nel 2003 (tab. 15). Tali dati sono di seguito si possono considerare orientativamente indicativi del comparto.

Tab.15 – Consumo energetico stabilimento Buzzi Unicem Augusta – Anno di riferimento 2003.

Fase	descrizione	Energia termica consumata (MWh)	Energia elettrica consumata (MWh)	Prodotto principale della fase	Consumo termico specifico (kWh/t)	Consumo elettrico specifico (kWh/t)
Produzione farina	Frantoio e molino crudo	0	23.972	Farina	/	18,40
Linea di cottura	Forno di cottura clinker	794.145	21.212	Clinker	965,796 (*)	25,80
Produzione di cemento	Molini cemento	0	40.667	Cemento	/	40,40
Spedizioni	Insacco, sfuso e pontile	0	2.826	Cemento	/	/
Produzione polverino carbone	N. 2 molini carbone	0	3.481	Polverino carbone	/	42,10
Servizi generali	Attività uffici, riscaldamento, autotrazione e attività generali	462	7.809	/	/	/
totale		794.607	99.967			

(*): Consumo specifico convenzionale Linea di cottura clinker: 3.477 MJ/t clinker

6. ANALISI DEI FATTORI DI RISCHIO

6.1 Impatti ambientali dello stoccaggio

Generalmente anche la fase di stoccaggio di sostanze solide costituisce una situazione di pericolo, anche se inferiore a quella dei liquidi. Tale situazione di pericolo si configura perlopiù per i solidi pulverulenti, per l'azione delle acque meteoriche o del vento, pertanto le azioni di prevenzione sono tese a proteggere il materiale dal dilavamento e dal trasporto delle polveri col vento. Nella tabella 16 vengono riportate le principali modalità di stoccaggio dei solidi.

Dai dati relativi alle modalità di stoccaggio delle materie prime negli Stabilimenti in oggetto si evince che il 25% delle materie prime viene stoccato all'aperto su piazzali o entro capannoni non adibiti in modo specifico allo stoccaggio.

Tab. 16 – Modalità di stoccaggio materiali solidi

<i>Tipologia di stoccaggio</i>	<i>Caratteristiche</i>
<i>Cumuli</i>	Sistema impiegato per ingenti quantitativi. Nel caso di stoccaggi all'aperto il luogo destinato allo stoccaggio è pavimentato per raccogliere l'acqua meteorica potenzialmente inquinata
<i>Sacchi</i>	Non genera emissioni durante lo stoccaggio. Le operazioni di apertura e chiusura possono provocare la dispersione di polveri e sono condotte in luoghi dotati di aspiratori.
<i>Silos e bunkers</i>	Per i silos dotati di copertura l'unica fonte di emissione deriva da operazioni di carico e scarico, mentre per quelli privi di copertura risulta rilevante l'emissione generata dall'erosione del vento.

Tale modalità, potenzialmente impattante sull'ambiente, può essere una ulteriore causa di dispersione di polveri (Fig. 24).

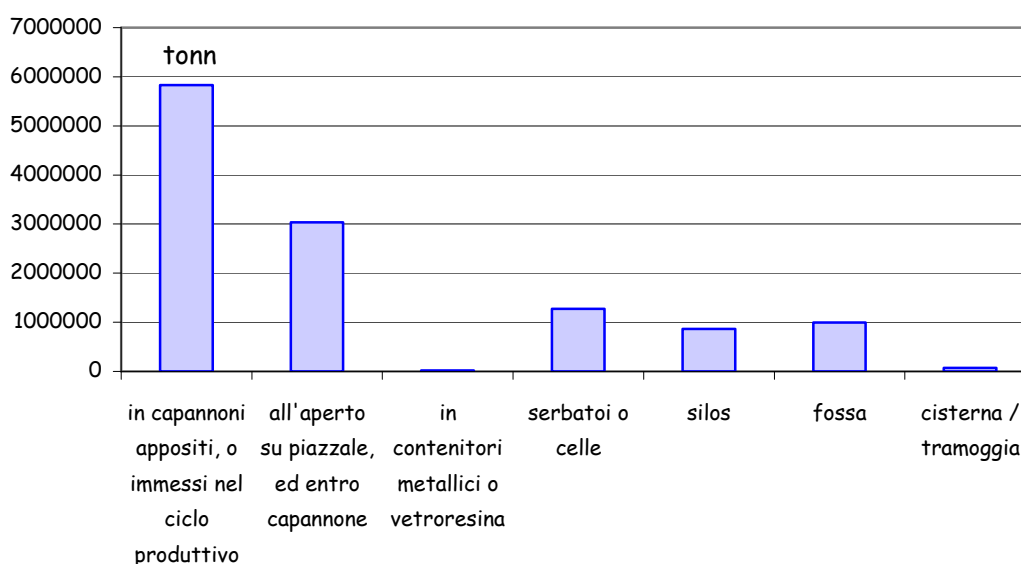


Fig. 24 – Modalità di stoccaggio delle materie prime.

Il 48% delle materie prime viene invece stoccato in appositi capannoni o direttamente rimessi nel ciclo produttivo, mentre il 11% viene conservato in celle o in serbatoi, il 7% in silos mentre in una percentuale poco significativa vengono conservati in contenitori metallici o vetroresina (Fig.24). Solo negli stabilimenti piemontesi il materiale viene principalmente stoccato nelle fosse.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse si riportano le relative BAT:

IMPIANTO	BAT	PRESTAZIONE
trasporti, stoccaggio, movimentazione materie prime, etc	Aspirazione localizzata e abbattimento con Filtri a tessuto	$\leq 20 \text{ mg/Nm}^3$
una buona pulizia generale dell'impianto può ridurre l'emissione di polvere diffuse.		
protezioni antivento degli ammassi di materiale stoccati all'aperto.		
nebulizzazione di acqua e sostanze chimiche idonee.		
pavimentazione, lavaggio e pulizia delle strade.		
minimizzare già alla fonte ogni possibile inquinamento, installando apparecchiature che siano causa di minima polverosità (trasportatori chiusi, convogliamento pneumatico ...).		
eliminare le fonti di polverosità secondaria con realizzazione di tramogge e sili di stoccaggio, sistemi chiusi per la movimentazione dei materiali.		
sistemi aspiranti mobili e fissi.		
captazione e depolverazione con filtri a maniche.		
stoccaggio al coperto con sistemi di movimentazione automatici.		

Per quanto riguarda invece i prodotti intermedi, costituiti principalmente dal clinker, risultano essere prevalentemente stoccati in silos o capannoni, mentre i prodotti finiti, principalmente cemento per uso commerciale, clinker e legante idraulico, calce idrata e farina, risultano stoccati in sacchi o silos in c.a. (Fig.25)

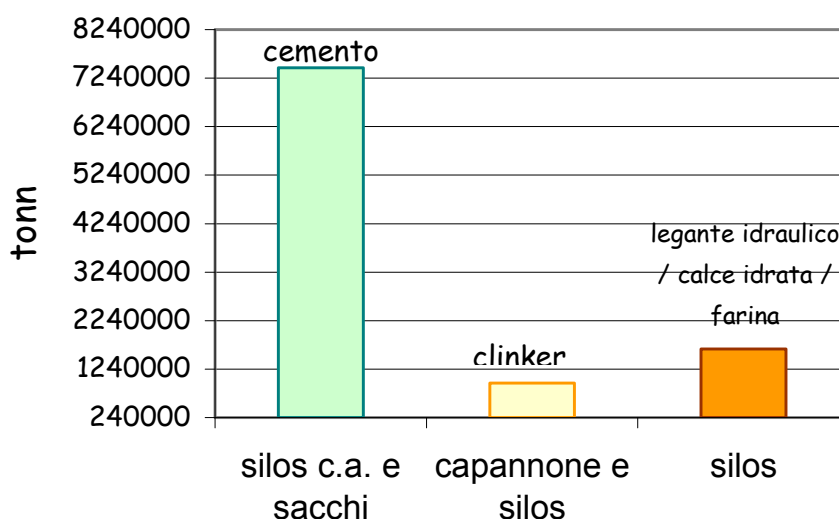


Fig. 25 – Modalità di stoccaggio prodotti finiti.

7. EFFETTI AMBIENTALI INDIRETTI

Come evidenziato nel documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", redatto dal "Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA Analisi ambientali per comparto produttivo", la presenza di un comparto produttivo nel territorio comporta una pressione diretta sull'ambiente, in relazione ai flussi di materia in uscita dal ciclo produttivo (emissioni, rifiuti, scarichi), al consumo energetico, ed all'occupazione di suolo. Vi sono altresì pressioni legate al consumo di risorse naturali locali (ad esempio acque) ed alla necessità di sviluppo di infrastrutture per il trasporto (di energia, persone, e merci), per le telecomunicazioni e per i servizi logistici o attività indotte. Si devono altresì considerare tra i vari tipi di effetti indiretti sull'ambiente legati alla presenza di insediamenti produttivi, anche quelli derivati dalla messa in opera di misure di prevenzione degli impatti, quali ad esempio la realizzazione di depuratori o altri impianti di trattamento rifiuti. Verranno di seguito individuati e trattati i principali effetti indiretti legati al comparto produttivo dei cementifici: quelli relativi al paesaggio e quelli relativi alla mobilità-trasporti.

7.1 Paesaggio

Gli impatti paesaggistici di un comparto produttivo possono essere ricondotti essenzialmente all'occupazione di suolo. In base alle caratteristiche costruttive della struttura (estensione in larghezza ed altezza) l'impatto è principalmente visivo. Per tale ragione in questa sezione verranno considerati l'occupazione di superficie (tab. 17).

Dalla tabella 16 gli stabilimenti siciliani risultano essere quelli che maggiormente impattano sul paesaggio, occupando una superficie maggiore di territorio.

Analizzando le singole aziende diversamente distribuite sul territorio nazionale, si evidenzia come la ITALCEMENTI occupi con i suoi stabilimenti una superficie maggiore (56,05 Ha), seguita dalla COLACEM (27,37 Ha), Industrie Giovanni Rossi (23,11 Ha) e Buzzi Unicem (18,73 Ha). Le restanti aziende occupano una porzione di territorio inferiore a 15 Ha.

Tab. 17 – Occupazione di superficie dei Cementifici in Sicilia, Sardegna, Veneto e Piemonte.

	Tipo di impianto	Superficie totale (Ha)	Superficie coperta (Ha)	Superficie impermeabilizzata (Ha)	Superficie non impermeabilizzata (Ha)
Sicilia		51,51	5,67	3,89	34,41
Sardegna		28,54	3,20	6,185	19,15
Veneto		10,35	3,14	5,66	2,7
Piemonte		30,39	8,035	9,78	12,57

La mancanza di dati relativi all'elevazione in altezza delle aziende non ha permesso di valutare ulteriormente l'impatto visivo delle stesse.

7.2 Traffico veicolare indotto

Le attività esercitate dall'uomo sono fonte di pressioni a danno dell'ambiente e sono legate in maniera diretta all'andamento di fenomeni quali lo sviluppo e la tipologia dei trasporti, siano essi di merci, persone o servizi.

Negli ultimi anni i flussi pendolari extraurbani sono sempre più consistenti, in funzione dell'aumentata mobilità delle persone per motivi di lavoro. Anche i flussi delle merci sono in aumento, in relazione ai fenomeni di distribuzione, di frammentazione della filiera produttiva, di delocalizzazione di parti della produzione, assunti dal mercato.

Per valutare l'entità del traffico veicolare indotto dalla presenza del comparto cementiero si è basati sulle informazioni raccolte dal questionario redatto da ARPA Sicilia ed inviato agli stabilimenti. Relativamente alle Regioni per cui si è a disposizione di tali dati, il traffico veicolare indotto (numero dei mezzi pesanti impiegati) è stato stimato dalla movimentazione delle materie prime e dalla commercializzazione del prodotto finito.

La mancanza di dati dettagliati sul trasporto da e verso le cementerie, ha reso impossibile utilizzare opportuni indicatori per i trasporti così come individuati nel documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", redatto dal "Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA Analisi ambientali per comparto produttivo".

Si possono tuttavia effettuare delle considerazioni di massima. Nelle Regioni analizzate mediamente un automezzo in entrata porta quasi giornalmente negli stabilimenti cementieri calcare, marna, argilla, mentre rifiuti e combustibili vengono trasportati secondo necessità. Solo additivi, minerali di ferro e gesso sono il più delle volte consegnati mensilmente.

La mancanza di dati più dettagliati rende impossibile stimare il carico in entrata degli automezzi; solo per uno stabilimento del Veneto è stato possibile stimare per le materie prime in entrata nello stabilimento in questione, un carico medio dei mezzi pesanti pari a circa 28 t a settimana, così distribuite: 35 t di calcare e marna, 28 t di additivi, da 20 a 28 t di rifiuti, 27 t di gesso, 30 t di combustibile. Il numero di mezzi pesanti in transito settimanalmente risulta per tale stabilimento il seguente: 320 automezzi per il trasporto di calcare e marna, 7 automezzi per il gesso, e 11 automezzi per il trasporto di combustibile.

I prodotti finiti vengono in tutti gli stabilimenti produttivi prelevati giornalmente per la commercializzazione. In media in Veneto i mezzi pesanti percorrono una distanza dagli impianti che varia dai 75 ai 100 Km.

Per quanto riguarda il numero di transiti totali anche qui non si hanno dati precisi. Tuttavia per la Sardegna i dati a disposizione di un stabilimento evidenziano una frequenza di movimentazione dei camion che trasportano materie prime così ripartita: 205 gg/a di calcare, 260 gg/a di sabbia silicea e pet-coke, 75 gg/a di scisto e argilla, 130 gg/a di solfato di calcio e minerali di ferro.

La movimentazione delle materie prime e dei prodotti finiti comporta quindi un consistente aumento del transito dei mezzi pesanti nella zona dove si trovano le aziende ma anche lungo le zone attraversate da questi mezzi pesanti, causando effetti secondari legati a vibrazioni, rumore e gas di scarico.

7.2 Rumore

Le emissioni sonore sono principalmente correlabili al ciclo tecnologico. Nella produzione del cemento ha un ruolo determinante la frammentazione, la macinazione e la vagliatura delle materie prime. Le potenze sonore emesse durante il ciclo produttivo risultano generalmente molto elevate.

Le emissioni sonore durante la fase di frantumazione delle materie prime può superare i 90 dB (A), mentre le fasi di omogeneizzazione della farina cruda possono raggiungere i 87 dB (A). Anche la fase relativa alla cottura del clinker non è esente da emissioni sonore che generalmente risultano comprese tra gli 85 e i 90 dB (A).

Gli stabilimenti indagati hanno adottato una politica indirizzata verso misure preventive dell'inquinamento acustico, che caratterizzano gli ambienti di ogni cementificio, in particolare hanno privilegiato l'uso di macchinari aventi minori livelli di pressione sonora, come silenziatori a

batterie assorbenti sulle bocche di aspirazione/mandata degli esattori dei filtri e silenziatori antipulsazione (reattivi ed assorbitivi) sulle soffianti a lobi, limitando le superfici di irraggiamento sonoro verso l'ambiente circostante con tamponature fonoassorbenti e fonoisolanti; montaggio delle apparecchiature rumorose su supporti antivibranti o su solette isolanti; uso di telecomandi e telemisure;

Gli interventi di bonifica acustica hanno consentito di ridurre sia il livello sonoro all'interno delle Cementerei con valori inferiori a 85 dB (A) del livello equivalente di esposizione sonora degli addetti in conformità al D.Leg. 15/8/91 n°277, sia le emissioni acustiche all'esterno del perimetro industriale con valori mediamente inferiori a 60 dB(A), secondo gli obiettivi della Legge 447/1995 e del DPCM 14/11/1997.

8. SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Nel documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", redatto dal "Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA Analisi ambientali per comparto produttivo", con il termine "monitoraggio" si intende la rilevazione sistematica delle variazioni di una specifica caratteristica chimica o fisica d'emissione, scarico, consumo, parametro equivalente o misura tecnica, e si basa su osservazioni e misurazioni ripetute con una frequenza appropriata.

Invece con il termine "controllo" si intende il complesso d'azioni per valutare o verificare un valore o un parametro o uno stato fisico, in modo da confrontarlo con una situazione di riferimento, o per determinare irregolarità.

Gli scopi del monitoraggio sono essenzialmente due:

- verifica di conformità normativa;
- creazione di rapporti ambientali.

Le informazioni ed i dati ottenuti dal monitoraggio consentono di migliorare le prestazioni ambientali di un impianto e per valutare il soddisfacimento dei requisiti di qualità previsti dalle norme e dalle autorizzazioni, ma anche per determinare oggettivamente una situazione ambientale, per fissare diverse soglie di emissione in base alle classificazioni effettuate a partire dai rapporti ambientali, per permettere di individuare le più idonee azioni correttive e di risanamento delle situazioni esistenti, per valutare a medio e lungo termine l'efficacia di interventi di risanamento.

Il succitato documento "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", definisce i seguenti motivi che spingono ad avviare un'azione di monitoraggio e controllo:

- dimostrare la conformità dell'impianto alle prescrizioni dell'autorizzazione ambientale;
- stabilire quote di emissioni;
- valutare le prestazioni dei processi e delle tecniche;
- valutare gli impatti ambientali;
- ottimizzare i processi;
- identificare possibili parametri o indicatori ambientali per il monitoraggio dell'impianto;
- migliorare l'efficienza dell'impianto;
- fornire elementi per meglio indirizzare le ispezioni e le azioni correttive da parte dell'autorità competente.

I parametri da tenere sotto controllo dipendono dai processi di produzione, dalle materie prime in ingresso al processo, dalle sostanze che vengono adoperate, dalle tecnologie impiegate nell'impianto. La determinazione quantitativa, specifica dei composti emessi alla fonte, può essere ottenuta tramite monitoraggi in continuo.

Negli stabilimenti cementieri il monitoraggio in continuo viene effettuato solamente per le emissioni dai forni. Tuttavia la mancanza di dati di concentrazione a monte dei sistemi di abbattimento, ha reso impossibile valutare l'efficienza degli stessi.

Per quanto riguarda gli scarichi idrici negli stabilimenti analizzati il monitoraggio risulta discontinuo e solo 6 stabilimenti su 17 mostrano i dati di concentrazioni degli inquinanti a valle degli scarichi idrici. Anche qui la mancanza di dati di concentrazione a monte dei sistemi di abbattimento, ha reso impossibile valutare l'efficienza degli stessi.

Nelle attività di controllo normale, le emissioni sottoposte a controllo sono solitamente quelle convogliate, ovvero le emissioni ai camini e gli scarichi idrici, nelle comuni condizioni di esercizio. Le emissioni diffuse sono invece le emissioni derivanti dal contatto diretto delle sostanze con l'ambiente in condizioni di funzionamento normali e che derivano dalle caratteristiche intrinseche delle apparecchiature (es. filtri, essiccatoi, ecc.); dalle condizioni operative o dalle operazioni stesse (es. perdite di materiale durante travasi o operazioni di manutenzione e pulizia) o dalle modalità di gestione.

La presente relazione ha evidenziato come sebbene le emissioni diffuse siano in minore misura impattanti nell'ambiente rispetto a quelle convogliate, il monitoraggio delle stesse deve essere tenuto sempre in considerazione.

9. CONCLUSIONI

A conclusione del rapporto si riassumono i principali elementi emersi dall'analisi ambientale del comparto.

Il settore produttivo dei cementifici risulta essere ad oggi abbastanza stabile e privo di particolari problemi di crisi produttiva. Esiste in Italia una recente tendenza all'accentramento con passaggio da piccole aziende ad impianti collegati a grossi gruppi a livello nazionale, anche se in misura inferiore al resto d'Europa.

Il livello tecnologico è abbastanza elevato e recentemente migliorato soprattutto per il passaggio dal procedimento ad umido a quello per via secca o semisecca.

Per quanto riguarda l'impatto ambientale si rilevano le seguenti criticità:

- I principali fattori inquinanti risultano essere gli ossidi di azoto per i quali si rilevano valori di emissione in alcuni casi superiori ai valori di BAT associati.
- I consumi idrici per unità di prodotto risultano complessivamente abbastanza limitati, grazie all'adozione di tecnologie per via semisecca.
- I consumi energetici ascrivibile alla produzione del clinker nel 2004 risultano di poco superiori ai valori di standard ottimale di consumo energetico dai forni indicati nel Rapporto Cembureau (1997).
- Il consumo delle materie prime rispetto alla capacità produttiva risulta piuttosto elevato sia rispetto al prodotto finito che al clinker.
- Si rileva una scarsa attitudine al riciclo delle materie prime e, in particolare, si evidenzia anche la scarsa tendenza al recupero della polvere captata dai filtri come suggerito dalle linee guida per le BAT.

Sono stati altresì valutati gli aspetti ambientali indiretti, da cui si è evinto come:

- Gli stabilimenti siciliani risultino essere quelli che maggiormente impattano sul paesaggio, occupando una superficie maggiore di territorio.
- Le principali materie prime quali calcare, marna, argilla sono trasportati giornalmente negli stabilimenti, mentre rifiuti e combustibili vengono trasportati secondo necessità. Solo additivi, minerali di ferro e gesso sono il più delle volte consegnati mensilmente. Aumenta così il transito dei mezzi pesanti nella zona dove si trovano le aziende ma anche lungo le zone attraversate da questi mezzi pesanti.
- Gli stabilimenti indagati hanno adottato una politica indirizzata verso misure preventive dell'inquinamento acustico, che caratterizzano gli ambienti di ogni cementificio.

Per quanto riguarda le azioni di monitoraggio e controllo gli stabilimenti cementieri effettuano il monitoraggio in continuo solo per le emissioni dai forni. Tuttavia la mancanza di dati di concentrazione a monte dei sistemi di abbattimento sia atmosferici che idrici ha reso impossibile valutare l'efficienza degli stessi. Inoltre è stato evidenziato nella presente relazione come sebbene le emissioni diffuse siano in minore misura impattanti nell'ambiente rispetto a quelle convogliate, il monitoraggio delle stesse deve essere tenuto sempre in considerazione.

Pur nella limitatezza del campione analizzato i risultati dell'indagine sono stati complessivamente omogenei e permettono di formulare alcune osservazioni nei confronti del comparto che risulta generalmente ad uno standard medio di buona conduzione e che potrebbe ottenere ulteriori miglioramenti nella qualità ambientale della produzione prestando maggiore attenzione ai consumi di materie prime e alla possibilità di risparmi derivanti da attività di riciclo.