

REGIONE MOLISE

*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale*

## ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DELL'INDUSTRIA DI PRODUZIONE DELLO ZUCCHERO



## ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DELL'INDUSTRIA DI PRODUZIONE DELLO ZUCCHERO

---

Progetto di studio per l'Analisi Ambientale del comparto produttivo agro-alimentare, settore di produzione dello zucchero, realizzato nell'ambito del GRUPPO DI LAVORO NAZIONALE APAT/ARPA "ANALISI AMBIENTALE PER COMPARTO PRODUTTIVO"

Direzione delle Attività di Ricerca:

**Eduardo Patroni**  
*Direttore Tecnico Scientifico ARPA Molise*

Coordinamento della Ricerca:

**Giuseppe Tiberio**  
*Responsabile ff. Area Rischio Tecnologico e  
Valorizzazione ambientale ARPA Molise*

A cura di:

**Giovanni Sardella**  
*Area Rischio Tecnologico e Valorizzazione ambientale  
ARPA Molise*

Si ringrazia Giovanna Tesi\*\* e tutta la Direzione dello Stabilimento di Termoli per il contributo fornito alla realizzazione del lavoro.

\*\* *Zuccherificio del Molise – Chimico responsabile del laboratorio analisi*

*Stampa:*  
Poligrafica Terenzi s.n.c. – SS. 85 venafrana – Venafrò 2009

A norma delle vigenti leggi tutti i diritti di riproduzione, traduzione, microfilmatura, fotocopiatura e di adattamento sono rigorosamente vietati e riservati.

## PRESENTAZIONE

*Con una produzione potenziale di 120.000 tonnellate di zucchero, un numero di dipendenti superiore alle 400 unità, un ampio bacino di approvvigionamento con radici nell'Abruzzo, Lazio, Marche, Puglia e Calabria, lo zuccherificio del Molise è uno dei quattro impianti, attualmente in funzione in Italia, che è riuscito a continuare la produzione nonostante le riforme dell'OCM zucchero abbiano ridotto del 50% le quote di produzione assegnate all'Italia.*

*L'impianto di Termoli, quindi, rappresenta un'eccellenza nel panorama agroindustriale nazionale ed è in grado, anche grazie agli investimenti in ammodernamenti portati avanti dall'amministrazione, di soddisfare il fabbisogno di zucchero di tutto il mercato meridionale.*

*Il lavoro di ricerca di ARPA Molise è stato portato avanti grazie alla collaborazione con i vertici aziendali ed ha potuto mettere in luce l'impegno profuso nel diminuire gli impatti ambientali sul territorio circostante. A questo proposito basti ricordare l'uso di sistemi di abbattimento dei fumi e la recente introduzione nel processo depurativo delle acque, di particolari attivatori biologici che accelerano la decomposizione dei composti maleodoranti, rendendo fondamentalmente accettabile il livello di sopportazione dei cattivi odori emessi.*

*Una lettura approfondita della presente ricerca, anche da parte degli organi competenti, permetterà di avere una visione più precisa dell'importanza che tale impianto riveste per il territorio e delle necessarie azioni da intraprendere per non vedere vanificati gli sforzi fatti in questi anni.*

*Dr. Luigi Petracca*

Direttore Generale ARPA Molise

## INTRODUZIONE

Il comparto produttivo agro-alimentare ha una diffusione molto vasta e importante in tutto il territorio nazionale.

Questa presenza così capillare in situazioni climatiche e pedologiche molto diverse, favorisce un'ampia diversificazione dei prodotti e delle tecniche e tecnologie di lavorazione, tanto da rendere il comparto a rischio significativo per l'ambiente.

Il rischio connesso alle attività del comparto agro-alimentare ha un risvolto diretto sull'ambiente, sulla salute degli operatori e dei consumatori, il che lo pone al centro di grande attenzione da parte dell'opinione pubblica.

Ciò impone una conoscenza omogenea e dettagliata su tutto il territorio nazionale, dei diversi cicli produttivi del comparto, in modo da fornire tutti gli elementi necessari per l'adozione delle migliori soluzioni tecnologiche e organizzative adottabili, per meglio perseguire la completa salubrità dei prodotti e per ridurre in modo significativo i rischi per l'ambiente.

L'analisi del ciclo produttivo dell'industria di produzione dello zucchero, commissionato da APAT (ora ISPRA) con affidamento di un contratto di studio, si pone l'obiettivo di fornire elementi conoscitivi del comparto, a partire dalla fase di produzione della barbabietola in campo, al successivo trasporto nello stabilimento, fino ad arrivare al prodotto finale, lo zucchero, e ai relativi scarti di produzione, mettendo a fuoco tutti i risvolti ambientali che tale processo determina. Un approccio di questo tipo consente, da un lato di conoscere i punti critici del processo produttivo ed eventualmente risolverli, dall'altro di conseguire una produzione di zucchero di qualità, applicando tecniche e tecnologie rispettose dell'ambiente e della salute degli operatori.

## METODOLOGIA

Il progetto di analisi del ciclo produttivo dell'industria di produzione dello zucchero, concepito secondo la "Metodologia per l'analisi ambientale dei cicli produttivi", predisposta dal Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA regionali - "Analisi Ambientale per comparto produttivo" (Manuali -Linee Guida APAT n. 36/06), è stato realizzato studiando lo stabilimento di Termoli (CB), il più meridionale dei quattro impianti ancora attivi in Italia.

Tutta la fase di analisi è stata eseguita con la piena collaborazione dei responsabili dello stabilimento, lungo le numerose e complesse fasi del ciclo produttivo.

La fase preliminare allo studio è stata incentrata sulla ricerca e l'analisi della documentazione esistente in bibliografia, da utilizzare a corredo dei dati analitici raccolti in azienda. La grande mole di dati raccolta è costituita da studi specifici sulla metodologia di coltivazione e di raccolta della barbabietola da zucchero, che rappresenta la materia prima essenziale utilizzata per la produzione dello zucchero, nonché una rassegna di studi e analisi sul ciclo produttivo e sulla normativa di riferimento del settore.

La fase successiva ha riguardato la redazione di un documento di sintesi da sottoporre ai responsabili dei diversi reparti dello stabilimento, da usare come piano di lavoro da seguire per la rilevazione dei dati necessari alla realizzazione dello studio.

Successivamente, una serie di sopralluoghi effettuati lungo i diversi reparti di lavoro dello stabilimento, sono serviti a evidenziare alcuni dei punti critici del processo produttivo che possono creare delle emergenze ambientali ed eventualmente determinare dei rischi per la salute degli operatori.

I dati raccolti, relativi alle due campagne produttive 2006 e 2007, hanno permesso di evidenziare una realtà produttiva altamente evolutiva nel corso degli anni, a causa del regime di ristrutturazione dell'Organizzazione Comune di Mercato del settore bieticolo - saccarifero (OCM).

Tutti i dati elaborati per la rappresentazione dei bilanci ambientali sono riferiti alla campagna produttiva 2006, mentre quelli relativi alla campagna 2007 sono stati utilizzati per completare il quadro generale della struttura aziendale.



## INQUADRAMENTO DEL COMPARTO PRODUTTIVO

### Analisi del contesto produttivo nazionale

L'Organizzazione Comune di Mercato (OCM) nel settore dello zucchero, fu istituita nel 1968 con il duplice obiettivo di garantire un reddito equo ai produttori e di assicurare un adeguato grado di auto approvvigionamento per una derrata ritenuta, allora, strategica.

Il regime di sostegno fu pensato per le esigenze dei sei paesi allora facenti parte dell'UE, tenendo in considerazione: l'alto livello dei prezzi di intervento già esistente in Germania; l'esigenza di mantenere un sistema come le quote, per proteggere i produttori meno efficienti quali quelli italiani e, tedeschi; offrire possibilità di esportare ai paesi più competitivi come la Francia.

L'OCM, basata, quindi, sugli strumenti tradizionali della vecchia Politica Agricola Comunitaria (PAC), non è stata sostanzialmente mai modificata.

L'analisi critica dell'OCM così concepita, evidenzia, in particolare, l'effetto negativo prodotto dall'isolamento del mercato europeo sul prezzo mondiale in termini di volatilità, il diverso grado di accesso al mercato europeo da parte dei paesi esportatori, la ridotta competitività del sistema industriale, determinata dal regime delle quote e dall'isolamento rispetto al mercato internazionale.

Pur riconoscendo che l'Organizzazione Comune di Mercato ha raggiunto gli obiettivi generali, quali quello di assicurare un reddito equo ai produttori, di stabilizzare il mercato interno, di garantire l'approvvigionamento e di migliorare la produttività, al contrario, non ha dato peso adeguato ai problemi dell'alto costo del regime di sostegno per i consumatori, della formazione di eccedenze strutturali e della scarsa concorrenza esistente nel comparto.

Attualmente, con il cambiamento della politica strategica della Comunità Europea, che ha l'intento di aumentare la competitività della filiera bieticola - saccarifera, rendendola in grado di sopportare strutturalmente l'abbassamento di prezzo conseguente agli impegni assunti a livello internazionale, ha avviato una fase di ristrutturazione dell'Organizzazione Comune di Mercato del settore (OCM), istituendo un nuovo regime temporaneo di sostegno alla produzione.

A questi aiuti hanno potuto accedere gli Stati, come l'Italia, che hanno accettato di ridurre del 50% la produzione nazionale di zucchero. Si è trattato di un cambiamento radicale, che è arrivato dopo 40 anni di produzione sostenuta dalla Comunità e che influisce fortemente sulle prospettive di sviluppo della filiera bieticola - saccarifera italiana. La riduzione del 50% delle quote produttive ha determinato, infatti, la chiusura o la riconversione in chiave bioenergetica, di quasi tutti gli stabilimenti in attività.

Gli zuccherifici che avrebbero dovuto restare in funzione, in base all'accordo raggiunto sono: Zuccherificio del Molise, Jesi, Fermo e San Quirico (Sadam), Pontelagoscuro (SFIR), Pontelongo (Italia Zuccheri), Minerbio (Coprob). Attualmente, però, gli stabilimenti di Jesi, Fermo e Pontelagoscuro hanno deciso la chiusura, facendo rimanere attivi alla produzione di zucchero solo quattro impianti.



## Progetti di ristrutturazione e riconversione per stabilimento (Dati riferiti al 2007)

Impianti saccariferi	CO.PRO.B. Italia Zuccheri	Gruppo Sadam	S.F.I.R.	Zuccherificio del Molise	Attività industriale prevista
<b>Costi di investimento (Milioni di euro)</b>					
Produzione zucchero e ristrutturazione					
Minerbio (BO)	35				Produzione saccarifera (140.000 ton)
Pontelongo (PD)	40				Produzione saccarifera (145.000 ton)
Jesi (AN)		131 (25+10+96)			Produzione saccarifera (145.000 ton) + bioetanolo (1,5 M ettanidri)
San Quirico (PR)		30			Produzione saccarifera (140.000 ton)
Pontelagoscuro (FE)			20+65+45		Produzione saccarifera (max 150.000 ton)+ bioetanolo (1,5 M ettanidri + en. elettrica da biomassa (21Mw)
Termoli (CB)				30/40	Produzione saccarifera (Fino a 120.000 ton)
Smantellamento e riconversione					
Contarina (Porto Viro) (RO)	107				
Casei Gerola (PV)	97				
Finale Emilia (MO)	80				
Ostellato (FE)	80				
Villasor (CA)		109 (89+20)			
Castiglion Fiorentino (AR)		89			
Fermo (AP)		27			
Russi (RA)		82			
Celano (AQ)		38			
Incoronata (FG)					
Manfredonia (FG)			40+45		
Bondeno (FE)	100				
Forlimpopoli (FC)					
Forlimpopoli (FC)			55		
S.Pietro in Casale (BO)					

Le problematiche derivate dalla ristrutturazione in atto, oltre al dubbio di non aver dato un reale guadagno di competitività al settore sul mercato internazionale, rischia di mettere in crisi anche il contingente nazionale residuo, a causa di una forte destrutturazione del settore stesso e a un drastico calo del livello dei prezzi, con il rischio futuro di un forzato abbandono della produzione nazionale di zucchero.

La ristrutturazione del settore bieticolo -saccarifero va affrontata contemporaneamente, anche se con strumenti diversi, sia per quanto riguarda la parte agricola che la parte industriale.

Dal lato agricolo, per ciò che concerne la destinazione delle superfici aziendali, la barbabietola costituiva una importante alternativa nella rotazione dei seminativi, principalmente mais nelle regioni settentrionali, frumento duro nelle regioni centrali e meridionali.

In questo nuovo quadro di riduzione delle superfici coltivate che si va delineando, bisogna però considerare che è in corso nelle aziende agricole anche un generale processo di riconversione delle superfici, per effetto della modifica delle convenienze relative legate all'applicazione del disaccoppiamento degli aiuti comunitari, generando, tra gli agricoltori, un contesto di generale incertezza.

Per quanto riguarda la parte industriale, le principali alternative produttive collegate alla riconversione degli ex zuccherifici furono inizialmente individuate nella filiera bioenergetica e nell'orticoltura.

Successivamente, in relazione soprattutto alla necessità di raggiungere gli accordi di riconversione produttiva (di cui alle Direttive emanate dall'apposito Comitato interministeriale, L. 81/2006), alcuni progetti inizialmente indirizzati alla filiera bioenergetica sono stati modificati e re indirizzati verso altri settori, che in taluni casi non comportano neanche una diretta ricaduta o il coinvolgimento del settore agricolo.

Per quanto riguarda lo sviluppo della filiera bioenergetica, la riconversione delle superfici potrebbe essere indirizzata verso le seguenti colture in relazione alle condizioni pedoclimatiche ed alla destinazione produttiva:

#### Erbacee annuali

- oleaginose per la produzione di biodiesel: colza, girasole, soia, ricino;
- zuccherine amidacee per la produzione di bioetanolo: barbabietola da zucchero, sorgo
- zuccherino: topinambur, mais, patata, frumento;
- da fibra: kenaf, canapa, sorgo da fibra;

#### Erbacee poliennali

- canna comune, miscanto, panico, cardo;

#### Legnose (a corta rotazione) per la produzione di biomassa combustibile

- pioppo, salice, eucalipto, robinia, ginestra.

Allo stato attuale va però registrato il mancato sviluppo delle colture energetiche, per cui la ristrutturazione delle industrie potrebbe scontrarsi con problemi di approvvigionamento della materia prima a livello nazionale, fino a diventare dipendente esclusivamente dalle importazioni.

### **Caratteristiche principali della produzione bieticola nazionale**

Nel 2005, in Italia, la barbabietola era coltivata su 253 mila ettari, pari all'1,7% della SAU totale. La maggiore produzione bieticola era concentrata in poche Regioni: Emilia Romagna, Veneto, Marche, Lombardia, Piemonte e Puglia, che insieme rappresentano circa il 70% della superficie totale.

In termini di incidenza sulla superficie totale, la superficie bieticola risulta rilevante nelle Marche e, in una certa misura, anche in Emilia e Veneto. In queste Regioni la barbabietola da zucchero ha tradizionalmente rappresentato una quota significativa della produzione agricola regionale.

Tabella1: Superficie e produzione di barbabietola in Italia – 2005

Regione	Superficie Totale (ha)	Produzione per ha (quintali)	Produzione Totale (quintali)	Produzione Raccolta (quintali)
PIEMONTE	13.715	599,5	8.221.845	7.409.519
LOMBARDIA	21.967	703,7	15.458.187	13.862.577
VENETO	44.977	788	35.442.132	31.611.232
FRIULI Venezia G.	6.485	806,4	5.229.483	4.767.145
EMILIA-ROMAGNA	82.141	676,7	55.583.351	47.876.268
TOSCANA	7.598	483,8	3.675.863	3.262.198
UMBRIA	4.627	568,7	2.631.165	2.313.469
MARCHE	34.675	513,7	17.813.365	15.646.626
LAZIO	5.586	492,2	2.749.157	2.427.136
ABRUZZO	5.929	466,7	2.766.821	2.420.998
MOLISE	3.420	419,3	1.433.986	1.257.441
CAMPANIA	838	472,3	395.798	346.807
PUGLIA	17.105	439,9	7.523.975	6.563.055
BASILICATA	1.289	473,6	610.406	546.502
CALABRIA	886	599,2	530.870	487.128
SARDEGNA	1.805	462,8	835.328	758.728
ITALIA	253.043	635,9	160.901.732	141.556.829
Nord	169.285	708,5	119.934.998	105.526.741
Centro	52.486	511,9	26.869.550	23.649.429
Mezzogiorno	31.272	450,8	14.097.184	12.380.659

Fonte: Istat



L'Italia, prima della riforma si collocava tra i Paesi con i maggiori investimenti in termini di superfici assieme a Germania, Francia e Regno Unito, anche se la sua produzione complessiva risultava penalizzata dai valori abbastanza bassi delle rese. Queste, infatti, presentano una elevata variabilità passando dalle 71 t/ha della Francia alle 34 della Finlandia.

In termini di resa in zucchero la variabilità è ancora maggiore: a fronte di una media europea di 9,2 t/ha si passa dalle circa 12 t/ha della Francia alle 5,1 della Finlandia. L'Italia si situa al penultimo posto con appena 5,7 t/ha. I paesi dove la produzione di barbabietola da zucchero era più importante in termini relativi, cioè come numero di aziende e superficie coinvolta sul totale, sono il Belgio (23% e 14%), l'Olanda (17,5%), la Germania e la Danimarca.

Nella UE, le aziende che coltivano la barbabietola da zucchero hanno dimensioni maggiori della media (70 ettari contro una media di 18,7), sia a causa della maggiore diffusione nei Paesi del Nord Europa, sia per l'elevato livello di meccanizzazione che tale coltivazione richiede. Le aziende di dimensioni maggiori (oltre 100 ettari) si trovano in Francia e nel Regno Unito, al contrario, nella maggior parte dei Paesi europei prevalgono aziende di dimensioni medie appartenenti alle classi 30-50 e 50-100, mentre in Italia, Spagna e Grecia prevalgono le aziende piccole e medio-piccole (sotto i 20 ettari). La barbabietola occupa in media circa il 12% della SAU aziendale con valori più elevati in Finlandia (23,5%) ed Italia (19,5%).

Le aziende bieticole utilizzano mediamente una quantità di manodopera maggiore rispetto al complesso del settore agricolo: 1,72 ULA contro 0,94.

Negli ultimi dieci anni che hanno preceduto la riforma, il numero di aziende bieticole si è ridotto in misura consistente e superiore alla media del settore agricolo (2,8% contro il 2,1). La maggiore riduzione, in termini relativi, si è avuta in Finlandia, seguita da Spagna, Italia e Danimarca. Secondo i primi dati sulla campagna 2006, la produzione italiana si è ridotta del 50% a fronte di una riduzione ancora superiore della superficie investita a barbabietola.

Tabella 2: Alcuni dati provvisori sulla campagna 2006

	2006	media 2001-2005
Zuccherifici attivi	6	19
Ettari coltivati a bietole	90.663	219.000
Giorni di consegna	81	70
Bietole lorde ritirate (t)	5.342.988	10.642.634
Zucchero produzione fisica stimata (t)	661.952	1.352.784
Tara (media %)	9,64%	10,66%
Tara totale (% sul peso lordo consegnato)	13,15%	15,37%
Polarizzazione (media %)	15,30%	15,19%
Tonnellate di bietole (media t/ha)	53,25	48,60
Tonnellate di zucchero bianco (media t/ha)	7,30	6,18

Fonte ANB

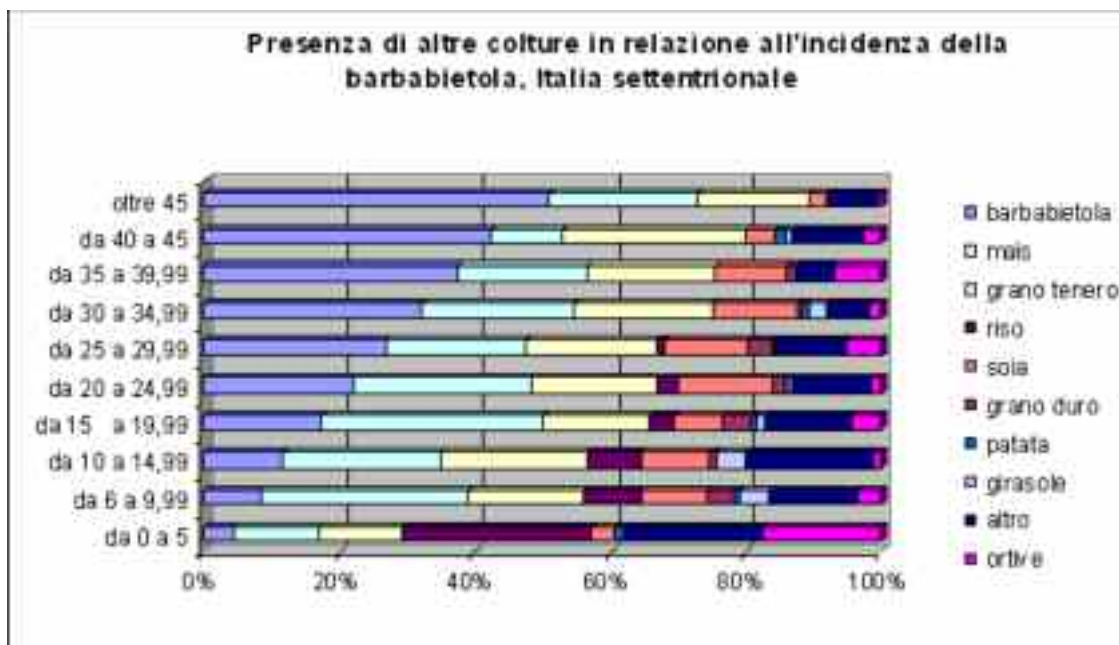
Il margine lordo della coltura per ettaro, che rappresenta la differenza tra il valore della produzione ed i costi specifici al lordo del costo del lavoro, consente di effettuare un confronto circa la redditività relativa della barbabietola con le principali alternative più diffuse nelle zone di produzione. La tabella successiva pone a confronto, per le diverse circoscrizioni geografiche italiane, i margini lordi delle colture che possono sostituire la barbabietola con quest'ultima.

Tabella 3: Confronto tra i margini lordi delle colture per circoscrizione (€/ha)

	Barbabietola	Grano duro	Grano tenero	Mais	Riso	Soia	Girasole
Nord Ovest			663	928	1022		540
Nord Est			678	895		830	629
Centro		658	480	796			465
Sud		567	359	688			437
Italia	783	602	579	886	1022	830	478

Fonte: Elaborazioni INEA su dati RICA, 2001-2002

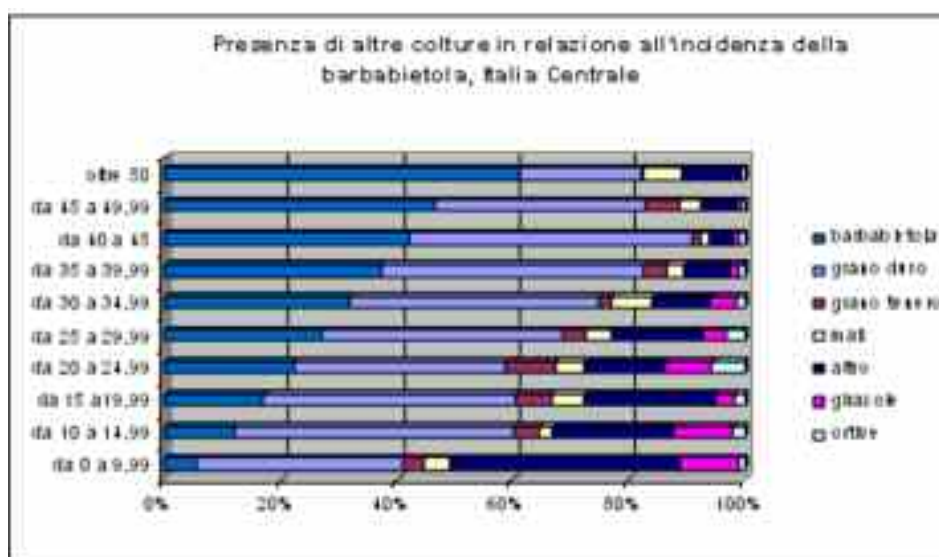
Rispetto alle altre colture praticate, la barbabietola presenta un livello medio di redditività per ettaro. Il confronto tra le aziende con e senza barbabietola evidenzia che la presenza di questa coltura contribuisce ad incrementare la redditività aziendale. Le figure successive mostrano, per le diverse circoscrizioni, il ventaglio delle alternative colturali o, meglio, le colture praticate contemporaneamente alla barbabietola in relazione all'incidenza di quest'ultima sulla SAU.



Fonte: elaborazioni INEA su dati RICA

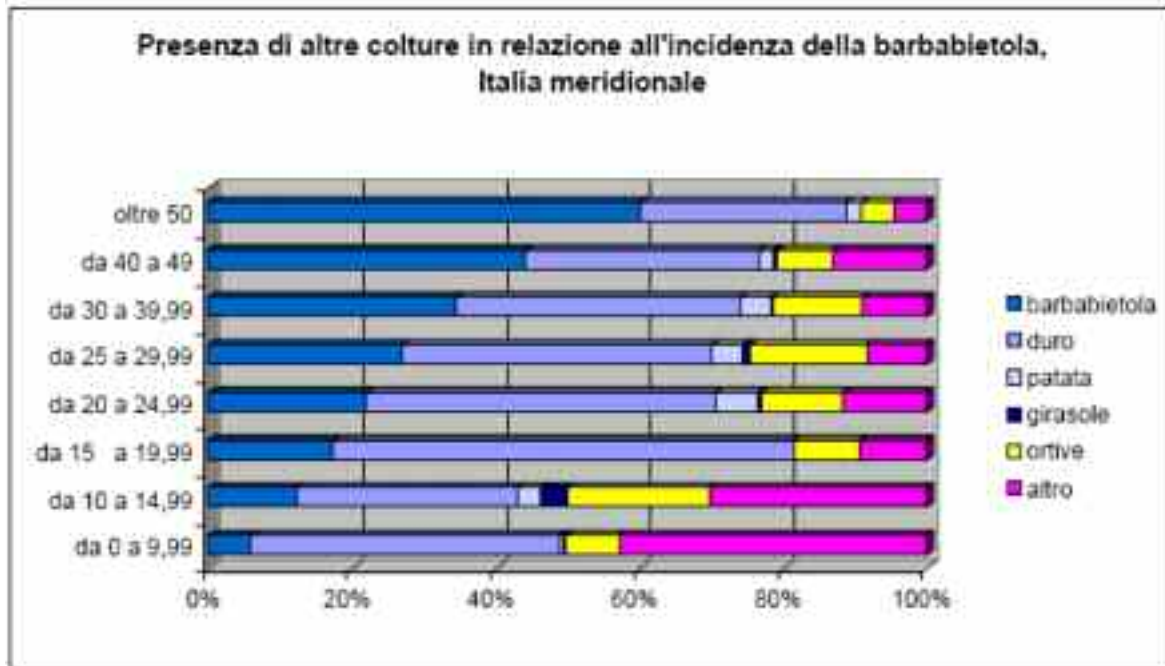
Nel caso dell'Italia settentrionale, le principali colture praticate con la barbabietola, che raggiungono oltre il 50% della superficie media e addirittura il 90% nel caso della aziende in cui questa coltura copre più del 45% della SAU, sono il mais e il grano tenero. La voce "altro" è costituita dalla vite e da orzo, medica, prato o riposo dei terreni.

Nel caso dell'Italia Centrale, la principale coltura che accompagna la barbabietola è il grano duro, che nelle aziende bieticola occupa una superficie attorno al 40%. Queste due colture, eventualmente con l'aggiunta di piccole superfici a mais o a grano tenero, contano mediamente circa l'80% della superficie totale. La voce altro è costituita, in questo caso, da vite e olivo e, in minore misura da orzo e medica.



Fonte: dati RICA

Nell'Italia meridionale la barbabietola si accompagna con il grano duro e compaiono anche le colture ortive. La voce altro è costituita esclusivamente dalla vite e dall'olivo.



Fonte: elaborazioni INEA su dati RICA

### Tecniche di coltivazione della barbabietola da zucchero

Le barbabietole attualmente coltivate provengono dalla *Beta vulgaris* L. (famiglia Chenopodiaceae) per mutazione, per incrocio con altre specie dello stesso genere o per effetto della continuata coltivazione. Hanno tutte un ciclo biologico biennale, infatti, mentre nel corso del primo anno predispongono in particolare l'apparato radicale, nel secondo emettono scapi fioriferi sui quali maturano i semi.

E' ovvio però che la coltura biennale viene fatta solo quando si voglia produrre seme, mentre per la produzione del fittone (e quindi dello zucchero) la coltura è annuale in quanto la salita a fiore comporta un notevolissimo calo di peso della radice e del contenuto zuccherino.

Fase iniziale del ciclo di sviluppo della bietola da zucchero



La coltivazione della barbabietola offre all'imprenditore agricolo un insieme di vantaggi tecnico-pratico-economici ben difficilmente ottenibili da altre piante:

- la coltura è oggi completamente meccanizzabile, dalla semina alla raccolta, in tutti gli ambienti;
- la produzione è sicuramente commerciabile, in quanto legata a contratti di coltivazione stabiliti a inizio stagione;
- foglie, colletti, polpe fresche e secche forniscono un ottimo fertilizzante organico e soprattutto ottimi alimenti per il bestiame;



- la barbabietola da zucchero è considerata una classica coltura da rinnovo, in quanto migliora le caratteristiche chimico fisiche e meccaniche dei terreni.

Per quanto riguarda l'ambiente pedo-climatico in cui meglio si sviluppa la barbabietola da zucchero, considerando che il prodotto principale della coltura è la radice, sono da preferire terreni di medio impasto, freschi e profondi, permeabili, capaci di trattenere elevate quantità di acqua. Le condizioni climatiche più favorevoli alla coltivazione della barbabietola sono quelle caratterizzate da un regime pluviometrico equamente distribuito durante tutta la stagione produttiva, che favorisce un corretto sviluppo della pianta senza rallentamenti del ciclo vegetativo, a danno dell'accumulo di zucchero nel fittone.

Campo coltivato a barbabietola da zucchero nella fase avanzata di sviluppo



Secondo recenti studi condotti a livello internazionale, la maggior parte dei margini di miglioramento riguardo alla massimizzazione della redditività della coltura, risiedono nelle scelte imprenditoriali legate alle tecniche di coltivazione della barbabietola da zucchero in un più ampio contesto aziendale.

Per il successo della coltura è fondamentale, infatti, la scelta di una corretta rotazione colturale che presuppone la vocazionalità dei terreni e la conoscenza del loro stato fitosanitario. Per quest'ultimo aspetto risulta di fondamentale importanza conoscere il livello di infestazione del nematode *Heterodera schachtii*, principale causa della stanchezza dei terreni.

Per ciò che riguarda invece le lavorazioni di preparazione del terreno, risulta determinante il rispetto della struttura del suolo e quindi dell'agibilità di campo, riducendo al minimo i calpestamenti che generano le suole di lavorazione, responsabili dell'insufficiente sviluppo del fittone.

La preparazione del terreno per la barbabietola richiede l'esecuzione di lavorazioni principali da predisporre sulla base della precessione colturale e della tessitura dei terreni, tenendo in

particolare conto la necessità che i diversi tipi di terreno hanno relativamente all'immagazzinamento di acqua. Le scelte relative alle lavorazioni del terreno riguardano:

- epoca di esecuzione: quella consigliata dovrà essere tanto più anticipata quanto più la tessitura del suolo è argillosa, mentre per tali terreni sono da sconsigliare le lavorazioni principali alla fine dell'estate che potranno essere riservate esclusivamente ai terreni a tessitura sciolta.
- lavorazioni principali: quelle consigliate nei terreni argillosi o molto argillosi consistono nelle operazioni di aratura profonda e lavorazione a due strati (ripuntatura + aratura); nei terreni tendenti al medio impasto una aratura con ripuntatura (30 cm circa di aratura + 20 cm di ripuntatura) al fine di concentrare il contenuto di sostanza organica nello strato arato e di contenere i consumi energetici.

E' sempre consigliabile che le lavorazioni principali siano eseguite con terreni in tempera in epoca estiva, derogando per i soli terreni sciolti.

Per quanto riguarda le lavorazioni secondarie e di rifinitura, è da prevedere una operazione di amminutamento delle zolle ed appianamento del terreno con frangizollatura.

La concimazione della barbabietola da zucchero riveste un ruolo fondamentale per il successo della coltivazione. Se si considera il ruolo della barbabietola come classica coltura da rinnovo e le sue notevoli esigenze nutritive, in relazione alle elevate produzioni unitarie, si comprende l'importanza di attuare un'attenta e razionale tecnica di concimazione.

Ciò non significa però tendere esclusivamente a massimizzare le rese produttive, bensì cercare di conseguire un compromesso fra quantità e qualità, che possa assicurare il maggior reddito per il produttore e contemporaneamente un prodotto di alta qualità tecnologica per l'industria.

Le barbabietole di buona qualità, oltre a possedere una polarizzazione medio elevata, devono contenere poche sostanze melassigene (sodio, potassio e azoto alfa – amminico) e un coefficiente di alcalinità [( sodio + potassio) /azoto ] sufficientemente alto.

Una razionale distribuzione dei concimi, nelle quantità strettamente necessarie a ottimizzare il risultato produttivo, consente di conseguire altri vantaggi, come quello di evitare inutili sprechi e contemporaneamente di ridurre i rischi di inquinamento ambientale. Per impostare un corretto piano di fertilizzazione occorre prendere in esame diversi fattori quali:

- le caratteristiche chimico fisiche del terreno;
- i fabbisogni colturali, che sono in relazione al livello produttivo presunto;
- il tipo di avvicendamento e di gestione del terreno praticati in azienda.

Per ciò che riguarda la tecnica del diserbo chimico, esso deve più che mai garantire economicità, efficacia e selettività nei confronti della coltura e nel rispetto dell'ambiente.

Le pratiche di diserbo, tenendo in considerazione un intervento di pre-emergenza e due di post emergenza, possono incidere sui costi colturali diretti mediamente dal 15 al 17%.

In assenza della coltura è possibile utilizzare erbicidi ad azione totale per il controllo delle infestazioni presenti sui letti di semina. L'impiego di questi prodotti assolve principalmente alla funzione di sostituire o integrare nell'effetto rinettante, le operazioni meccaniche di pre-semina.

I trattamenti di post-emergenza sono quelli che si realizzano in presenza della coltura con prodotti ad assorbimento fogliare (per contatto o sistemici) od ancora ad azione residuale.

Infatti, ai trattamenti di post-emergenza è generalmente demandato il controllo delle infestanti già emerse.

Considerando i parassiti e i relativi mezzi di difesa, si può affermare che la barbabietola da zucchero è soggetta ad attacchi di diversi parassiti durante il suo ciclo vegetativo.

E' di estrema importanza da parte del bieticoltore, difendersi da questi parassiti a causa dei gravi danni da essi arrecati all'economia della coltura. Trascurare od effettuare tardivamente appropriati trattamenti antiparassitari significa, talvolta, compromettere il risultato finale. La difesa può essere preventiva (crittogame, parassiti terricoli) o curativa, non appena si manifesta l'attacco (insetti che attaccano la parte aerea).

Per qualsiasi pianta di interesse agrario la raccolta rappresenta sempre una operazione delicata e di notevole peso economico. La barbabietola non si sottrae a questa regola, anzi può essere annoverata fra le colture più esigenti, specie come quantità di lavoro.

L'operazione di raccolta viene ad interrompere il ciclo biologico della pianta quando questa ha raggiunto la cosiddetta maturazione industriale, che nei nostri ambienti inizia in piena estate e prosegue per circa 50 – 60 giorni.

Durante tale periodo il contenuto idrico dei terreni ha un ruolo di una certa importanza. Infatti, trattandosi di terreni prevalentemente ricchi di materiale argilliforme, se l'andamento stagionale decorre siccitoso si presentano condizioni di elevata resistenza all'estrazione della radice. Viceversa, se si hanno abbondanti precipitazioni, i campi possono divenire impraticabili. Nell'uno e nell'altro caso si avranno notevoli difficoltà per le operazioni di raccolta, particolarmente se meccaniche.

Il momento ideale per la raccolta è certamente quello della maggiore produzione di saccarosio ad ettaro, migliore rapporto, cioè fra il peso delle radici e il loro titolo zuccherino.

## **Descrizione del contesto territoriale regionale**

### **1. Aspetti generali**

Il territorio del Molise si estende su 4.438 Km<sup>2</sup> di superficie su cui vivono circa 320.900 abitanti. Sul suo territorio vi sono 136 comuni ripartiti tra le due province di Campobasso e Isernia. I centri più grandi sono Campobasso (51.337 abitanti), Isernia (21.608 abitanti) e Termoli (31.209 abitanti). Il Molise è costituito per il 55% del suo territorio da montagna e per il 44% da collina: 123 dei suoi 136 comuni sono situati in zone montuose.

Da un punto di vista demografico, sono due i fenomeni che hanno caratterizzato la regione negli ultimi 50 anni, da un lato una forte emigrazione verso l'estero e le grandi città italiane, dall'altro un'accentuata polarizzazione verso i centri di Campobasso e Termoli. Con circa 72 abitanti per chilometro quadrato (meno della metà della media nazionale), il Molise è tra le regioni meno densamente popolate d'Italia.

Circa la metà della popolazione è concentrata nei centri più grandi e nella fascia di comuni ad essi più prossimi. Il censimento ISTAT della popolazione del 2001 evidenzia come ben 124 dei 136 comuni molisani, pari al 91% dei nuclei abitativi esistenti, rientrano nella fascia dei piccoli comuni (meno di 5.000 abitanti). La popolazione residente in questi territori è pari al 49% della popolazione regionale. In particolare, solo 4 comuni hanno più di 10.000 abitanti (Campobasso, Termoli, Isernia e Venafro), mentre ben 67 comuni hanno meno di 1.000 abitanti.

Per quanto riguarda il sistema economico regionale, in base all'ultima rilevazione censuaria dell'ISTAT, il sistema produttivo molisano risulta composto da circa 22.000 unità locali di imprese e istituzioni in cui trovano impiego circa 85 mila addetti.

L'economia del Molise è fortemente legata al settore pubblico che in numero di addetti rappresenta il primo aggregato settoriale, pesando circa il 26% del totale. Prendendo a riferimento sempre il numero degli addetti, l'industria in senso stretto assorbe il 24%, il settore commerciale circa il 23%, quello delle costruzioni quasi il 14%. Il settore agricolo rappresenta un comparto rilevante nel sistema economico regionale, in quanto occupa attualmente circa il 13% degli addetti totali, ma si tratta tuttavia di un settore in progressiva contrazione.

Gli insediamenti produttivi sono per lo più localizzati nei tre principali nuclei industriali presenti nella Regione:

- l'agglomerato industriale della valle del Biferno
- l'agglomerato industriale di Campobasso - Bojano
- l'agglomerato industriale di Isernia - Venafro

La comprensione della tipologia e delle tendenze della struttura industriale regionale non può essere perseguita attraverso l'analisi dei pochi dati macroscopici esistenti o di quelli strettamente settoriali, ma va inquadrata in un contesto più ampio che consideri, da un lato i legami esistenti tra un lento processo di industrializzazione, la staticità del mercato del lavoro e le complicate strutture economiche e sociali, dall'altro l'inserimento del Molise nell'ambito delle regioni meridionali.

I particolari caratteri della realtà molisana si traducono in una notevole diversificazione rispetto alle altre regioni, laddove la società è ancora ad uno stadio intermedio sulla via della modernizzazione economica.

Nella regione Molise sono nati, negli ultimi anni, alcuni episodi di industrializzazione precedentemente menzionati, che comunque sono ben distanti dal configurarsi come aree "sistema", tipiche di gran parte delle regioni con economia a prevalente connotazione industriale.



La storia recente della regione e il suo assetto economico danno la sensazione di trovarsi di fronte ad una società di transizione, nel quale questi momenti di sviluppo si sono inseriti in una realtà per molti aspetti ancora preindustriale.

Questa realtà si inserisce in un quadro territoriale in cui prevalgono insediamenti a bassa densità di popolazione, frequentemente di tipo rurale e caratterizzati da una forte necessità di interventi infrastrutturali di base.

La regione presenta alti tassi di dipendenza dall'esterno, sia nel comparto dei fattori produttivi, sia nel settore dei trasferimenti alle imprese stesse e alle famiglie, risultando, sotto questo profilo, tra quelle più assistite.

## 2. Quadro di riferimento ambientale

Il territorio molisano mostra una grande variabilità nella natura litologica delle formazioni affioranti ed il loro complesso assetto tettonico determina una accentuata variabilità e complessità nella morfologia del territorio, che può essere suddiviso in quattro settori:

- zona montuosa
- zona collinare
- pianure tettoniche quaternarie
- fascia costiera

Tranne che per la zona vicino alla dorsale appenninica che è caratterizzata dalla presenza di rilievi montani, il rimanente territorio regionale è costituito da colline che degradano più o meno dolcemente verso la fascia costiera adriatica.

Gli aspetti geomorfologici del territorio rivelano il prevalere di processi fluviali dovuti al dilavamento e alla neotettonica, a fenomeni di crollo con degradazione e alterazione delle rocce nella parte montana, a fenomeni di evoluzione gravitativi nella fascia collinare, ed infine a processi di deposizione e sedimentazione nella fascia pianeggiante e costiera, ad eccezione di fenomeni di erosione costiera, collegati ai segni delle correnti marine ed alla loro interferenza con gli apporti fluviali.

Lo stabilimento, come il bacino produttivo regionale della barbabietola da zucchero sono localizzati lungo la fascia costiera adriatica. I suoli che caratterizzano quest'area possono essere raggruppati in due unità specifiche, una caratterizzata da suoli profondi con pietrosità superficiale da assente a scarsa media, pietrosità interna da scarsa ad abbondante piccola, tessitura argillosa e colore bruno scuro, l'altra, che copre una superficie di circa 11.000 ettari, presenta suoli poco evoluti, fini, con profondità elevata, calcarei, con riserva idrica elevata. Questi suoli si rinvengono soprattutto nelle alluvioni recenti del Fiume Biferno.

Il territorio in esame risulta essere ampiamente coltivato e prevalentemente destinato a seminativi, colture orticole intensive e colture arboree, su cui prevalgono l'olivo e la vite.

## 3. Caratteristiche generali del clima

Le condizioni macroclimatiche del Molise, generalmente fedeli a quelle ricorrenti in tutto il versante adriatico, risultano determinate dall'esposizione all'Adriatico, mare interno e poco profondo limitato nella portata della sua influenza regolatrice, dalla posizione del Massiccio del Matese che impedisce alle temperate correnti aeree occidentali e sud-occidentali di apportare quantità maggiori di precipitazioni nei mesi autunnali e primaverili.

Si generano così fenomeni di continentalità progressivamente più elevati al crescere della distanza dal mare e delle quote. Sono infatti rilevanti gli estremi termici che spesso risultano veramente eccezionali per una regione a contatto con il mare, superando le escursioni termiche che si verificano nella Valle Padana ed uguagliando quelle che si manifestano sulle Alpi.

Risultano pertanto molto marcate, a parità di latitudine, le differenze climatiche fra il versante tirrenico e quello adriatico caratterizzato da una continentalità delle Temperature medie più elevata soprattutto nel mese di Gennaio.

In conseguenza dell'uniformità oro-idrografica presente in Molise si realizza una buona corrispondenza fra precipitazioni ed altitudine.

Rispetto al regime delle precipitazioni in Molise si osserva, contrariamente a quanto si registra nelle stazioni più settentrionali del medio Adriatico, che:

- la concentrazione maggiore delle precipitazioni si registra nel periodo invernale (63% bacino F. Trigno, 68-70% bacino F. Biferno, 65% bacino F. Fortore);
- il massimo principale cade più frequentemente in Novembre;
- il massimo primaverile tende ad attenuarsi con un graduale decremento delle piogge da Gennaio a Luglio;
- il minimo principale cade quasi sempre a Luglio con valori a volte molto bassi (15-20 mm).

Appare dunque evidente trattarsi di un fenomeno di transizione del regime idrico da quello adriatico a quello marittimo proprio dell'Italia meridionale, caratterizzato invece da ampi valori di escursione pluviometrica.

#### **4. Acque superficiali**

Lo stabilimento è localizzato a circa 500 m dal fiume Biferno dopo la diga del Liscione, all'interno del Nucleo Industriale della valle del Biferno che esegue trattamenti di depurazione degli scarichi prodotti in lavorazione e stoccati in parte nelle vasche di lagunaggio e decantazione.

Tale impianto non incide sull'asta fluviale, in quanto possiede apposito canale di scarico direttamente nell'Adriatico.

La portata media annua naturale del fiume, misurata subito dopo le sorgenti (Ponte della Fiumara, 90 km dalla foce), è di circa 4.89 mc/sec, mentre nella stazione di Ripalimosani (52 km dalla foce) è di circa 13.42 mc/sec.

#### **Descrizione del contesto produttivo di Termoli**

La valle del Biferno in Molise, con sbocco nel mare Adriatico presso Termoli, ospita un comprensorio industriale costituito da 97 aziende, tra cui lo Stabilimento Fiat, tre aziende chimiche e una centrale termoelettrica a ciclo combinato.

Nato a metà degli anni '60, ha avuto il suo massimo sviluppo negli anni '80 e si estende nel territorio dei Comuni di Termoli, Guglionesi, Campomarino e Portocannone.

Le industrie della valle sono allocate in un'area industriale gestita da un Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Valle del Biferno.

Il complesso produttivo agro-alimentare di produzione dello zucchero, anch'esso ubicato all'interno del Polo Industriale della Valle del Biferno, è adiacente alla sponda sinistra del fiume Biferno, e alla Strada Statale n. 87 Sannitica.

Varie strade provinciali, comunali e interpoderali, oltre alla rete stradale interna al Nucleo Industriale sono presenti nell'intorno.

Lo Stabilimento dello Zuccherificio del Molise realizza le sue prime lavorazioni nel 1969, collocato al centro di un vasto bacino bieticolo che comprende varie regioni del centro - sud Italia.

Con la riforma OCM zucchero e la conseguente chiusura di una larga fetta di zuccherifici italiani lo stabilimento costituisce, allo stato attuale, l'unico polo di produzione zucchero del Sud Italia.

Lo zuccherificio è caratterizzato dai seguenti principali dati di capacità produttiva:

Capacità di trasformazione barbabietole: 12.000 t/giorno

Capacità di lavorazione zucchero: 900 t/giorno

Capacità di stoccaggio silos: 20.000 t

Quota produzione zucchero: 84.360 t/anno

Le attività di lavorazione della barbabietola per la produzione di zucchero sono stagionali, legate alla disponibilità della materia prima, che non può essere in alcun modo conservata.

La durata del periodo di lavorazione (campagna bietole) è normalmente di 70 giorni, dalla fine di Giugno a metà settembre, a cui segue un periodo di lavorazione dei sughi zuccherini stoccati di circa 20 giorni. Il ciclo di lavorazione giornaliero è distribuito nelle 24 ore.

Al termine della campagna di lavorazione, le attività dello stabilimento sono dedicate alla manutenzione, alla pulizia completa degli impianti e ad attività secondarie o di servizio.

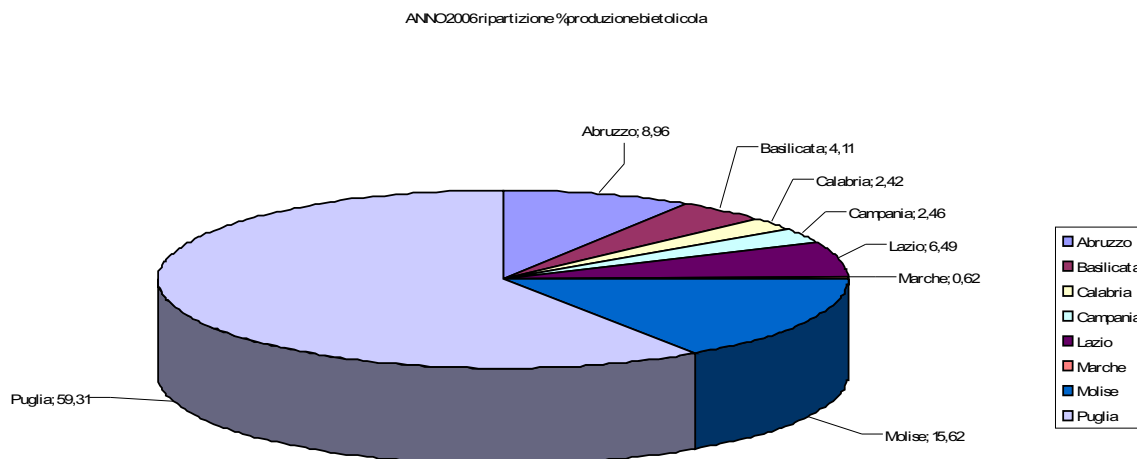
I principali dati tecnici relativi al bacino saccarifero di approvvigionamento della bietola per l'anno 2006, sono riepilogati nella tabella che segue.

Riepilogo Dati ISTAT Campagna Saccarifera 2006/2007

Regione	Provincia	Ha	Lordo Bb	Tara %	Netto Bb	Pol. %	Gradi	Bb / Ha	Gradi/Ha
<b>Abruzzo</b>	CH	602,70	23.196,780	11,59	20.507,876	16,23	3.328,640	34,03	5,52
	PE	266,00	12.352,800	9,80	11.142,069	14,95	1.665,701	41,89	6,26
	TE	919,60	38.031,840	10,83	33.913,347	16,21	5.495,868	36,88	5,98
<b>Totale</b>		<b>1.788,30</b>	<b>73.581,420</b>	<b>10,90</b>	<b>65.563,292</b>	<b>16,00</b>	<b>10.490,209</b>	<b>36,66</b>	<b>5,87</b>
<b>Basilicata</b>	MT	362,00	20.190,150	13,19	17.526,333	14,61	2.560,538	48,42	7,07
	PZ	265,30	13.545,290	10,64	12.103,888	16,00	1.936,278	45,62	7,30
<b>Totale</b>		<b>627,30</b>	<b>33.735,440</b>	<b>12,17</b>	<b>29.630,221</b>	<b>15,18</b>	<b>4.496,816</b>	<b>47,23</b>	<b>7,17</b>
<b>Calabria</b>	CZ	22,33	1.760,590	9,49	1.593,494	15,72	250,453	71,36	11,22
	CS	37,50	2.079,760	14,55	1.777,164	14,30	254,144	47,39	6,78
	KR	278,93	16.055,870	12,16	14.102,770	16,02	2.259,935	50,56	8,10
<b>Totale</b>		<b>338,76</b>	<b>19.896,220</b>	<b>12,18</b>	<b>17.473,428</b>	<b>15,82</b>	<b>2.764,532</b>	<b>51,58</b>	<b>8,16</b>
<b>Campania</b>	CE	370,65	18.798,440	12,28	16.489,202	15,05	2.481,662	44,49	6,70
	NA	25,00	1.379,400	11,05	1.226,985	13,68	167,834	49,08	6,71
<b>Totale</b>		<b>395,65</b>	<b>20.177,840</b>	<b>12,20</b>	<b>17.716,187</b>	<b>14,96</b>	<b>2.649,496</b>	<b>44,78</b>	<b>6,70</b>
<b>Lazio</b>	LT	908,35	42.159,440	13,68	36.394,083	15,77	5.738,076	40,07	6,32
	RM	299,00	9.065,260	10,92	8.075,001	16,22	1.309,928	27,01	4,38
	VT	186,00	2.068,440	12,10	1.818,065	17,28	314,105	9,77	1,69
<b>Totale</b>		<b>1.393,35</b>	<b>53.293,140</b>	<b>13,15</b>	<b>46.287,149</b>	<b>15,91</b>	<b>7.362,109</b>	<b>33,22</b>	<b>5,28</b>
<b>Marche</b>	AN	113,43	3.620,880	10,41	3.244,074	16,37	530,950	28,60	4,68
	AP	7,00	265,380	8,67	242,364	15,68	38,003	34,62	5,43
	MC	34,60	1.186,460	9,26	1.076,604	15,21	163,767	31,12	4,73
<b>Totale</b>		<b>155,03</b>	<b>5.072,720</b>	<b>10,05</b>	<b>4.563,042</b>	<b>16,06</b>	<b>732,720</b>	<b>29,43</b>	<b>4,73</b>
<b>Molise</b>	CB	3.579,20	127.260,340	13,96	109.498,725	15,98	17.501,698	30,59	4,89
	IS	36,00	953,700	13,91	821,014	13,94	114,488	22,81	3,18
<b>Totale</b>		<b>3.615,20</b>	<b>128.214,040</b>	<b>13,96</b>	<b>110.319,739</b>	<b>15,97</b>	<b>17.616,186</b>	<b>30,52</b>	<b>4,87</b>
<b>Puglia</b>	BR	178,50	7.284,780	14,23	6.248,227	15,42	963,594	35,00	5,40
	FG	10.755,03	453.484,310	14,05	389.779,342	16,57	64.592,342	36,24	6,01
	LE	411,20	15.439,040	14,11	13.261,023	16,03	2.125,664	32,25	5,17
	TA	226,60	10.673,030	11,83	9.410,109	15,68	1.475,900	41,53	6,51
<b>Totale</b>		<b>11.571,33</b>	<b>486.881,160</b>	<b>14,00</b>	<b>418.698,701</b>	<b>16,52</b>	<b>69.157,500</b>	<b>36,18</b>	<b>5,98</b>
<b>Totale Generale</b>		<b>19.884,92</b>	<b>820.851,980</b>	<b>13,47</b>	<b>710.251,759</b>	<b>16,23</b>	<b>115.269,568</b>	<b>35,72</b>	<b>5,80</b>

In seguito ad accordi interprofessionali con le associazioni bieticole dovuti alla chiusura degli stabilimenti di Foggia e di Celano, si sono aggiunte al bacino bieticolo la zona della Calabria che ha conferito il 2.42 % di bietole e le zone di Roma – Viterbo con un peso complessivo dell'1,35%. Come si evidenzia nel grafico 1, il 22,5% delle bietole ricevute proviene da zone di approvvigionamento lontane dallo stabilimento oltre 150 Km con una distanza media di 276 Km.

Grafico 1: Produzione della campagna saccarifera 2006



mentre il 77,5% delle bietole ricevute proviene da zone a distanza massima di 150 Km dallo stabilimento con un raggio medio di 59 Km.

Di seguito sono riportati i dati riferiti alla produzione della campagna saccarifera 2006:

Anno	Bietole lavorate (t)	Zucchero prodotto (t)
2006	710.251,76	93.674,081

## ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO

### Le fasi del ciclo di lavorazione

#### Approvvigionamento e ricevimento bietole

La produzione dello zucchero in Europa è regolamentata secondo un regime basato su quote di produzione, su un prezzo minimo obbligatorio da riconoscere ai fornitori delle barbabietole e da un prezzo di riferimento per lo zucchero. In particolare l'Unione Europea attribuisce a ciascuno Stato membro una quota zucchero, lo Stato membro a sua volta suddivide la quota attribuita tra le diverse industrie operanti nel settore e assegna la quota di produzione a ciascuna azienda, mediante decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.

In linea di massima l'obiettivo di produzione di ciascuna azienda coincide con la quota di produzione assegnata nella determinata campagna.

Una volta stabilita la quantità di zucchero producibile dallo zuccherificio, viene determinato il fabbisogno di saccarosio da assegnare ai coltivatori. Il saccarosio assegnabile deriva dalla divisione della quota zucchero per la resa estraibile dello stabilimento, utilizzando in linea di massima le medie dell'ultimo triennio:

*Saccarosio Assegnabile q.li = Quota zucchero dello stabilimento q.li / Resa estraibile % (variabile)*

Inoltre, alla luce del differenziale storico riscontrato tra saccarosio effettivamente consegnato e saccarosio effettuato viene applicato al fabbisogno di saccarosio un coefficiente rettificativo (in aumento) per determinare il Saccarosio Assegnabile.

*Saccarosio Assegnabile = Fabbisogno di saccarosio × (1 + Coefficiente rettificativo)*

Alla luce delle rese medie storiche di produzione di saccarosio ad ettaro viene definito l'obiettivo di sottoscrizione degli ettari da destinare alla produzione annuale:

*Fabbisogno ettari = Saccarosio Assegnabile / resa media storica saccarosio / ha*

Accertato il numero di ettari necessari per garantire la quantità di zucchero assegnata alla campagna produttiva, lo stabilimento provvede ad individuare e contattare i coltivatori, assegnando ad ognuno una certa quantità di saccarosio da produrre con le bietole.

La Direzione Agricola dello Stabilimento provvede ad individuare e contattare i Coltivatori assegnando ad ognuno una certa quantità di saccarosio da produrre con le bietole. All'avvio della contrattazione, i tecnici agricoli dello Zuccherificio e quelli delle Associazioni bieticole raccolgono le offerte di coltivazione. Il coltivatore, inoltre, dichiara l'offerta di saccarosio.

Il coltivatore, nell'offerta di coltivazione dà mandato ad una Associazione bieticola di eseguire i controlli sulle bietole che consegnerà. Allo stesso tempo, autorizza lo zuccherificio a versare la propria quota associativa all'Associazione prescelta trattenendone l'importo sul conto di coltivazione.

Gli accordi interprofessionali disciplinano il processo di assegnazione del saccarosio, indicando i criteri generali da seguire per la selezione dei coltivatori e l'attribuzione del saccarosio. Tali procedure naturalmente rivestono una importanza decisiva qualora le offerte di saccarosio pervenute alla società superano il volume di saccarosio assegnabile.

I criteri generali privilegiano nella attribuzione del saccarosio:

- le offerte di coltivazione su appezzamenti più vicini alla fabbrica
- le offerte di coltivazione su appezzamenti caratterizzati storicamente da migliori rese produttive
- le offerte di coltivazione su appezzamenti irrigui

Una volta individuati i coltivatori e assegnate le superfici destinate alla coltivazione della bietola, vengono effettuate, nei mesi successivi, delle verifiche in campo miranti ad accertare l'avvenuta semina e l'eventuale rettifica del saccarosio assegnato al singolo coltivatore, in caso di discrepanza tra superficie assegnata e superficie effettivamente seminata.

Nel perseguire l'obiettivo di ottimizzare l'approvvigionamento delle bietole in relazione alla quantità di zucchero producibile, l'azienda indirizza ogni singolo Coltivatore su una scelta mirata della varietà di seme e della concimazione più adatta alle caratteristiche del suo terreno, garantendo un controllo sistematico delle coltivazioni in atto, al fine di verificare la reale superficie a coltura, nonché valutarne la produttività.

Un'altra importante attività svolta dallo Stabilimento nell'imminenza della raccolta è rappresentata dall'organizzazione dei trasporti con i vari gruppi di autotrasportatori.

Nel mese che precede l'inizio dei conferimenti viene elaborata una stima del quantitativo di bietole producibile dai coltivatori nelle diverse zone di approvvigionamento.

Tenuto conto della capacità giornaliera di lavorazione della fabbrica, l'azienda provvede alla stima dei giorni necessari e sufficienti al ritiro di tutta la materia prima prodotta in campagna. Successivamente, si procede alla pianificazione dei conferimenti giornalieri attribuendo a ciascun tecnico agricolo dello Stabilimento il quantitativo di bietole che potrà essere conferito dalle diverse zone di approvvigionamento di sua pertinenza.

Definito il quantitativo giornaliero da conferire per ciascuna zona di approvvigionamento, si provvede a calcolare il numero di autotrasportatori necessari e sufficienti al conferimento assegnato, tenuto conto del numero di viaggi che ogni singolo automezzo riesce ad effettuare nella stessa giornata.

Il trasporto delle bietole, dalla campagna allo stabilimento è a carico dello Zuccherificio che provvede, dunque, a ingaggiare gli automezzi che effettueranno tale trasporto.

Lo Stabilimento organizza il conferimento delle bietole dei singoli coltivatori in base alla capacità lavorativa della fabbrica che, come è noto, svolge una lavorazione a ciclo continuo.

Lo Stabilimento elabora giornalmente il programma di ricevimento che, in relazione alle bietole ricevute, a quelle lavorate e alla potenzialità della fabbrica, pianifica il ricevimento e quindi la produzione del giorno successivo.

All'arrivo dell'automezzo nello Stabilimento, vengono attuate le procedure di scarico delle barbabietole che prevedono la pesatura del lordo, l'esibizione del tesserino di riconoscimento dell'autotrasportatore ed il buono del coltivatore. L'addetto alla pesa dello Zuccherificio inserisce i dati del trasportatore e del coltivatore e procede alla pesatura dell'automezzo carico.

Successivamente si porta all'interno del piazzale, dove procede all'operazione di scarico. Durante lo scarico dell'automezzo viene prelevato un campione di bietole che sarà analizzato dal laboratorio dello Zuccherificio per verificarne la qualità merceologica.

Durante l'operazione di scarico, le bietole vengono vagliate tramite vagli terra, in modo da separare la terra dalle bietole. Terminato lo scarico, il trasportatore si porta sotto il nastro restituzione terra e ricarica la terra proveniente dai vagli. Terminato il carico della terra, l'automezzo si posiziona sulla pesa del netto per quantificare esattamente le bietole lorde e la terra di risulta.

### **Condizionamento bietole**

Dopo le operazioni di prassi di scarico, campionamento ed analisi delle bietole regolato dall'"accordo interprofessionale", le bietole vengono stoccate in appositi silos tramite nastro insilatore, in grado di girare sul piano orizzontale di 180°, e sul piano verticale di circa 10° in modo da asservire i due sili disposti ai due lati del sistema di insilamento. Per lo stoccaggio e la ripresa delle bietole, infatti, è necessario un impianto attrezzato che permette l'alimentazione regolare e continuativa della fabbrica, visto che il ricevimento non si effettua in tutte le ore della giornata. Nello stabilimento di Termoli sono presenti n° 2 silos da 6000 ton di bietole ciascuno, perché la potenzialità massima di lavorazione è di 500 t/h di bietole ricevute in due turni giornalieri di otto ore ciascuno per sei giorni la settimana, per cui lo stabilimento deve essere attrezzato con uno stoccaggio non inferiore a 24 ore di lavorazione.





Foto – Zuccherificio di Pontelongo, Italia Zuccheri

Uno dei parametri fondamentali ai fini della conservazione della qualità del prodotto è il tempo di permanenza nei silos.

Le bietole sono infatti un prodotto deteriorabile e il periodo di lavorazione che va da luglio settembre è il più sfavorevole perché più caldo dell'intero anno.

A tal proposito lo stabilimento organizza la raccolta e il ricevimento in modo da minimizzare i tempi di permanenza delle bietole sui campi, sui camion e nei silos. Avendo a disposizione due silos è compito del capo fabbrica o dell'assistente casa bietole organizzare la distribuzione delle bietole in modo che le bietole della stessa giornata vengano poste nello stesso silo in mucchi non troppo alti e in modo che non vengano occupate le ultime celle che renderebbero più difficoltoso il trasporto in fabbrica.

I silos presenti nello stabilimento di Termoli sono di tipo rettangolare a celle multiple affiancate e l'estrazione delle bietole avviene ad umido mediante spruzzamento di acqua con apposite lance, per facilitare la discesa delle bietole verso la canaletta centrale di cui è munita ogni singola cella.

In questi canali le bietole vengono trasportate idraulicamente verso la fabbrica utilizzando getti acceleratori che spruzzano acqua alla pressione di 6-7 bar nel senso di marcia del flusso acqua-bietole. I getti acceleratori sono programmati in modo che oltre a spingere le bietole, favoriscono la pulizia delle canalette da pietre e terra. Ovviamente tutta l'acqua di fluitazione confluisce in un circuito chiuso nel quale è inserito un decantatore statico che consente la separazione della terra che accompagna le bietole introdotte in lavorazione.

Dal chiarificatore viene estratto il fango decantato a circa 16 -18 Bè e inviato ai separatori centrifughi che lo portano intorno al 50-55% di sostanza secca rendendolo palabile. L'acqua recuperata viene reintegrata nel chiarificatore assieme ad un'aggiunta che deve compensare il volume di fango estratto.

Il processo di trasporto e condizionamento bietole ha lo scopo di fornire alla fabbrica la giusta quantità di bietole opportunamente dosate con regolare continuità.

La presenza di corpi estranei insieme alle bietole estratte dal silo quali pietre, erbe, terra ecc. costringe a dotare le canalette di fluitazione di macchinari atti a rimuovere tali corpi, in modo da alimentare le tagliatrici con bietole pulite.

I primi macchinari che sono installati all'inizio delle canalette principali sono spietratori e diserbatori.

Nello stabilimento di Termoli sono presenti 3 spietratori e due diserbatori nella canaletta principale e uno spietratore e un diserbatore aerei tra le pompe bietole e le lavatrici.

Il principio di funzionamento di tali macchine si basa sulla differenza di peso specifico dei corpi solidi che procedono nella canaletta trasportati dall'acqua di fluitazione e che si stratificano su tre livelli sovrapposti a seconda del loro peso specifico.

Nello strato inferiore si trovano i corpi a peso specifico più elevato, nello strato intermedio ci sono le bietole e nello strato superiore ci sono erbe e frammenti di legno.

Gli spietratori eseguono la separazione dei corpi pesanti. Nello stabilimento di Termoli sono presenti 3 spietratori di tipo "a tazze" nella canaletta principale e uno a "tamburo" aereo. Gli spietratori a tazze sono installati in una fossa di calcestruzzo raccordati alla canaletta con elementi metallici stagni in modo che la fossa di raccolta delle pietre possa rimanere asciutta.

Un'apertura rettangolare, chiamata anche trappola sul fondo della canaletta metallica, chiudibile completamente con serranda azionata a mano è collegata mediante tramoggia a tenuta alla cassa dello spietratore in modo che i corpi estranei che cadono nell'apertura finiscano nelle tazze trainate in salita. Per impedire che scendano nella trappola anche le bietole, al fondo della tramoggia arriva un flusso regolabile d'acqua in modo che la spinta ascensionale del flusso sia sufficiente come intensità a far galleggiare le bietole, ma abbastanza bassa da consentire la caduta dei corpi estranei più pesanti delle bietole.

Le tazze forate al fondo per scaricare l'acqua, sono collegate a due catenarie comandate da corone dentate e guidate al fondo da ruote folli. Quando le tazze arrivano nella parte alta dello spietratore prima di scendere, scaricano il contenuto con un semplice dispositivo che le fa inclinare verso l'esterno fino a vuotarle. Uno scivolo in lamiera convoglia a terra i corpi estranei scaricati dalle tazze in una piazzola attrezzata, per essere periodicamente rimosse con mezzo meccanico.

Vi sono altri corpi estranei come fogliame, erbe infestanti, ramoscelli ed arbusti, che hanno peso specifico inferiore a quello delle bietole e pertanto sono stratificati nella parte alta del flusso di acqua e bietole avviate alla lavorazione. Ovviamente questi sfuggono alle bocchette trappola degli spietratori e devono essere catturati con i cosiddetti diserbatori, che sono in grado di trattare lo strato superficiale del flusso.

I diserbatori presenti nello stabilimento di Termoli sono del tipo a "pettine" e montati nella quantità di due sul canale collettore e uno di sicurezza aereo poco prima delle lavatrici bietole. Essi sono costituiti da una carpenteria metallica a traliccio a profilo quadrangolare, poggiata sul bordo della canaletta, con due catenarie tenute in fase e comandate attraverso una coppia di corone dentate. Per mezzo di due maglie speciali che si trovano ad intervalli di circa un metro lungo le catenarie, sono fulcrati gli assi porta-pettine. Ogni pettine è un insieme di circa una decina di aste di ferro piatto dentate, diritte, distanti tra di loro di 8-10 cm, in modo da coprire l'intera sezione della canaletta. La lunghezza delle aste è tale da consentire l'immersione nel flusso per circa 30 cm, dove cioè non dovrebbero viaggiare le bietole ma soltanto le erbe; per effetto del proprio peso il pettine tende a restare in posizione verticale mentre viene trascinato in controcorrente al flusso delle bietole, dal movimento delle catenarie. In questo modo i corpi estranei leggeri restano impigliati nei denti delle aste e per mezzo del dispositivo posto sulla sommità del diserbatore, detto "scuotitore", le erbe catturate si liberano dai denti e cadono su uno scivolo dal quale vengono inviate al reparto di triturazione e recupero.

Tali macchinari non richiedono particolari accorgimenti per il loro buon funzionamento operando in maniera meccanica passiva sulle erbe.

La miscela di acqua e bietole priva il più possibile di corpi estranei perviene a due pompe bietole installate al termine della canaletta per l'integrale sollevamento alla quota dove sono ubicate le lavatrici, a circa 15 metri dalla quota zero, ossia a 18-20 metri sopra l'asse delle pompe, essendo installate in una fossa profonda 5-6 metri, al fine di essere sotto il battente costituito dalla parte terminale della canaletta.

Le pompe sono di tipo centrifugo, aventi la bocca d'aspirazione con diametro di 500 mm, con girante aperta particolarmente conformata, in modo da limitare le rotture alle radici di bietola.

L'ultimo atto del condizionamento bietole è il passaggio delle stesse sulle lavatrici, che sono costituite da una serie di rulli a ruote lobate o uncinati in gomma o poliuretano, che si intersecano tra rullo e rullo. Le lavatrici sono macchine del tutto simili ai vagli terra dello scarico meccanico ma rispetto a questi ultimi hanno delle luci libere più strette, poiché a questo punto del percorso rimane poco materiale da scartare.

Hanno di solito una posizione leggermente inclinata, dove le bietole tendono a salire per aumentare il tempo di permanenza sui rulli, sotto ai getti di acqua pulita, che realizzano il definitivo lavaggio nell'ultimo stadio delle lavatrici.

Le lavatrici a rulli hanno anche la funzione di separare dall'acqua di trasporto e lavaggio le bietole che, dopo essersi scolate negli ultimi rulli, pervengono per mezzo di un nastro trasportatore al bunker sopra le tagliatrici.

L'acqua di trasporto delle bietole, pompata con le pompe di sollevamento e quella di lavaggio finale spruzzata sulle lavatrici, cade sotto i rulli, trascinando con sé frammenti di bietola, codette, piccoli sassi sfuggiti agli spietratori, erbe ed altri frammenti vegetali. I frammenti di bietola e le codette ammontano a circa il 2% delle bietole lavorate, una quantità non trascurabile, a causa delle molte movimentazioni meccaniche che subiscono le bietole, pertanto devono essere recuperate ed inviate alle tagliatrici.

Il recupero delle codette e la loro separazione da sassi ed erbe viene eseguito nel reparto chiamato "impalcato codette". Qui sono presenti diverse tipologie di macchinari. La prima macchina che l'acqua in uscita dalle lavatrici incontra, sono i filtri Frambs che hanno lo scopo di separare tutte le parti solide.

Essi sono costituiti da tappeti filtranti dove la parte solida depositata viene scaricata in continuo tramite movimento vibrante del tappeto.

I Frambs eseguono solo filtrazione e non selezione del solido. La separazione delle erbe viene eseguita da un "rullo diserbatore" posto allo scarico dei Frambs.

Mentre le erbe vengono inviate all'impianto di frantumazione, le codette e i frammenti di bietola necessitano di un'ulteriore separazione da piccoli sassi sfuggiti agli spietratori. Per far ciò le codette vengono confluite all'impianto May codini.

La separazione viene eseguita sfruttando il diverso peso specifico dei corpi che alimentano l'impianto (codette e pietre). La zona di alimentazione viene investita da un flusso di acqua ascensionale che provvede a spingere i frammenti e le codette verso l'alto del cilindro di sedimentazione. Il flusso di acqua favorisce inoltre lo stramazzone delle codette verso la zona di raccolta, mentre le pietre ed i corpi pesanti tenderanno a raccogliersi verso il basso.

Le codette vengono trascinate dall'acqua verso la zona di recupero dove un tamburo rotante a pale provvede al recupero, mentre l'acqua filtra attraverso una griglia forata nel cono sottostante, dove una pompa la ricicla nel sistema.

Il trasporto bietole così come il condizionamento sono processi che avvengono in sequenza, dove le bietole partono dai silos di raccolta per giungere al bunker sopra le tagliatrici.

Può capitare però che durante il loro passaggio da un macchinario all'altro si verifichi un'interruzione della continuità nell'avanzamento.

Dei macchinari descritti in precedenza alcuni non compromettono arresti nell'approvvigionamento al bunker, ma solo riduzione della qualità del prodotto come succede agli spietratori, o ai diserbatori, anche se un loro arresto richiede interventi sul processo a seconda della tipologia del problema verificatosi.

Altri macchinari invece, se si fermano per un qualunque motivo creano un punto di rottura nella continuità della lavorazione e dell'approvvigionamento al bunker, generando, a valle del punto di arresto, un inevitabile ingolfamento a ridosso del macchinario interessato che, oltre a rendere più difficoltoso qualunque tipo d'intervento, può danneggiarsi ulteriormente.

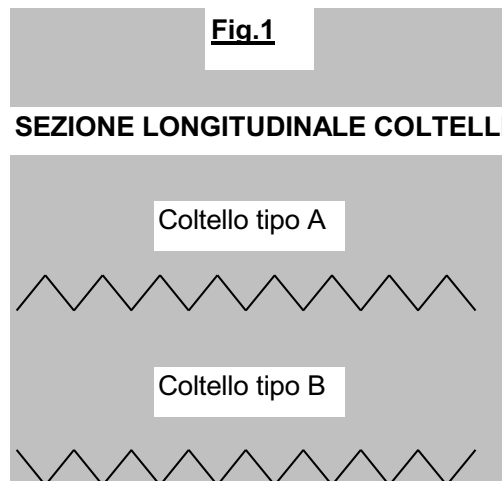
Al fine di evitare questo tipo di problemi, alcuni reparti chiave sono dotati di meccanismi di controllo a catena che all'arresto di un qualunque macchinario presente nella catena, provvedono ad arrestare tempestivamente tutti gli altri, o comunque quelli determinanti al fine di salvaguardare le potenzialità installate.

### **Diffusione e taglio delle bietole**

Le bietole lavate ed accumulate in un bunker, vengono sezionate (tagliate) in elementi lunghi e sottili, chiamate fettucce in modo che la maggior superficie possibile delle cellule delle Bb (barbabietole), venga in contatto con la fase liquida del processo di estrazione nei diffusori.

Le operazioni di taglio vengono eseguite tramite tagliatrici, ognuna con un disco rotante orizzontale provvisto di insediamenti per cassette porta coltelli, in numero 24 alveoli per ciascuna tagliatrice.

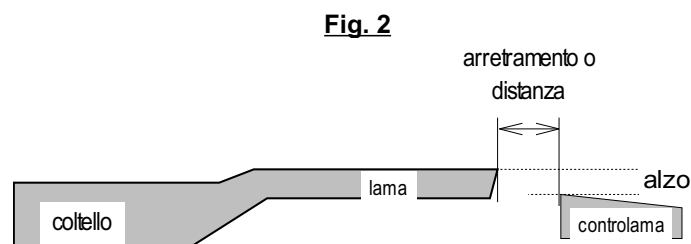
In ogni cassetta vengono montati due coltelli "Koenigsfeld" (figura 1) di tipo A e di tipo B alternativamente:



I coltelli sono uguali, ma sfalsati di mezzo passo (Passo = distanza fra cuspidi e cuspidi), per ottenere delle strisce di Bb (fettucce) e non delle fette ondulate.

Il primo coltello (es. A) taglia la bietola secondo una fetta ondulata con le creste (o cuspidi) e le gole corrispondenti al coltello, mentre il secondo coltello (B) ha le gole in corrispondenza delle creste della fetta, per cui stacca dalla fetta una striscia della lunghezza della bietole.

Nella figura 2 viene riportata la sezione del coltello e i vari parametri di montaggio:



Per la condotta della diffusione, la qualità del taglio gioca un ruolo fondamentale sia dal punto di vista tecnologico che meccanico.

Tale parametro è correlato alla superficie esterna che viene a contatto con il sugo d'estrazione (sugo di diffusione), migliore è la qualità del taglio più facile è l'estrazione del sugo, per contro, tagli sottili comportano una maggiore difficoltà di percolazione del sugo stesso.

Importante, dal punto di vista prettamente meccanico, è la quantità in peso di "tritume" presente, dato questo ostacola il regolare passaggio e quindi il contatto del sugo nella massa delle fettucce.

Per non avere difficoltà di percolazione del sugo, la quantità di tritume non dovrebbe superare il 3, 4%.

Tali parametri (qualità del taglio e tritume) vengono valutati dall'operatore del reparto tagliatrici e diffusione. Anche se in alcuni casi la qualità della bietola nel Sud Italia è tale da non consentire grossi aggiustamenti nel taglio, ma spesso obbliga all'esecuzione di tagli più spessi.

Una determinata qualità delle fettucce si può ottenere agendo su alcuni parametri, tenendo presente che i coltelli devono essere sempre sufficientemente affilati per tutta la durata del servizio.

Normalmente si utilizzano coltelli con passo di 8 mm e altezza di 7 mm (detti commercialmente 17/7), o coltelli con passo di 7.2 mm e altezza di 6 mm (detti commercialmente 19/6). Utilizzando i coltelli col passo inferiore si ottiene, a parità di condizioni, una lunghezza delle fettucce per unità di peso maggiore e viceversa.

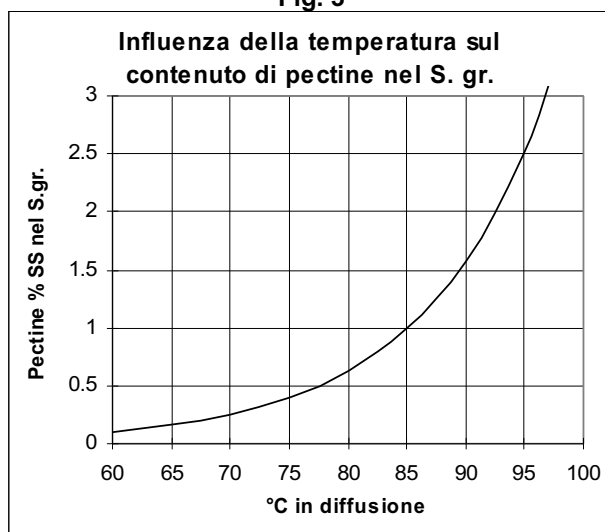
Per definire il processo di diffusione è necessario descrivere le caratteristiche microscopiche della barbabietola, la cui polpa è costituita da cellule composte da una parete cellulare, al cui interno vi sono il nucleo (depositario del patrimonio genetico) e il vacuolo, contenente la soluzione vitale ricca di carboidrati (zuccheri).

Le fettucce a contatto con acqua a temperatura ambiente non generano il fenomeno della "diffusione", in quanto la membrana semipermeabile si lascia attraversare solo dal solvente (acqua) e non dal soluto (soluzione zuccherina).

Quando però la cellula viene investita da un flusso di acqua calda oltre i 60÷65 °C, la membrana cellulare perde le sue proprietà e da semipermeabile diventa permeabile, permettendo il passaggio sia dell'acqua (dall'esterno all'interno) che della soluzione zuccherina (dall'interno all'esterno) con il principio della "diffusione" (lisciviazione). Valori elevati di temperatura (oltre gli 80÷85 °C) comportano la demolizione e coagulazione delle sostanze cellulari che riducono notevolmente la velocità di diffusione dei liquidi, favorendo, inoltre, la demolizione di alcune sostanze cellulari che passano nel sugo di diffusione. Le pectine sono alcune di queste sostanze organiche ad alto peso molecolare contenute nelle cellule, che si idrolizzano (demoliscono) più o meno parzialmente sotto l'effetto della temperatura e del pH.

Nel grafico della figura 3 si riporta l'influenza della temperatura in diffusione, sul contenuto in pectine (allo stato colloidale) del sugo greggio (tempo di sosta 90' circa).

**Fig. 3**



La velocità di diffusione delle sostanze contenute nella cellula è proporzionale al loro peso molecolare per cui i sali minerali e lo zucchero, hanno una maggior diffusibilità rispetto alle molecole più grandi, ed in particolare rispetto alle sostanze colloidali.

Le fettucce, provenienti dal reparto tagliatrice, prima di essere immerse in diffusione vengono pesate in continuo su nastri poidometrici (n° 1 per diffusione) per determinare la quantità di materia prima lavorata nell'unità di tempo. Periodicamente vengono prelevati campioni di fettucce per determinare la ricchezza in zucchero (polarizzazione = percentuale di zucchero nel prodotto analizzato).

Durante la fase di diffusione l'acqua calda estrae lo zucchero (saccarosio) insieme alle sostanze contenute nelle cellule delle fettucce ed esce dalla diffusione come "sugo greggio". Le fettucce escono dalla diffusione come "polpe" (fettucce esaurite) che contengono però ancora una piccola quantità di zucchero.



Una determinata qualità delle fettucce si può ottenere agendo su alcuni parametri, tenendo presente che i coltelli devono essere sempre sufficientemente affilati per tutta la durata del servizio.

Normalmente si utilizzano coltelli con passo di 8 mm e altezza di 7 mm (detti commercialmente 17/7), o coltelli con passo di 7.2 mm e altezza di 6 mm (detti commercialmente 19/6). Utilizzando i coltelli col passo inferiore si ottiene, a parità di condizioni, una lunghezza delle fettucce per unità di peso maggiore e viceversa.

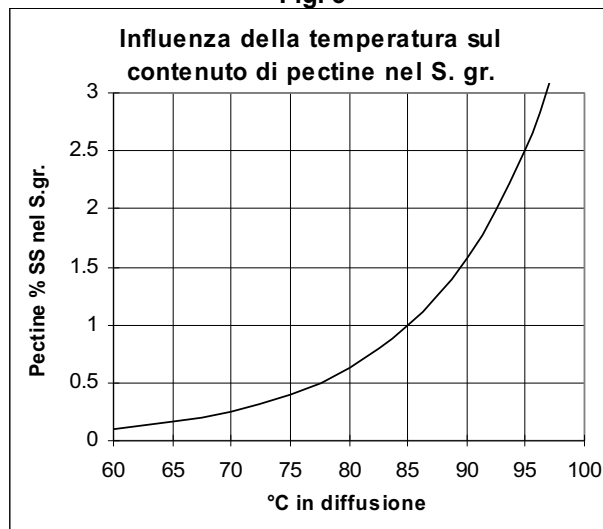
Per definire il processo di diffusione è necessario descrivere le caratteristiche microscopiche della barbabietola, la cui polpa è costituita da cellule composte da una parete cellulare, al cui interno vi sono il nucleo (depositario del patrimonio genetico) e il vacuolo, contenente la soluzione vitale ricca di carboidrati (zuccheri).

Le fettucce a contatto con acqua a temperatura ambiente non generano il fenomeno della "diffusione", in quanto la membrana semipermeabile si lascia attraversare solo dal solvente (acqua) e non dal soluto (soluzione zuccherina).

Quando però la cellula viene investita da un flusso di acqua calda oltre i 60÷65 °C, la membrana cellulare perde le sue proprietà e da semipermeabile diventa permeabile, permettendo il passaggio sia dell'acqua (dall'esterno all'interno) che della soluzione zuccherina (dall'interno all'esterno) con il principio della "diffusione" (lisciviazione). Valori elevati di temperatura (oltre gli 80÷85 °C) comportano la demolizione e coagulazione delle sostanze cellulari che riducono notevolmente la velocità di diffusione dei liquidi, favorendo, inoltre, la demolizione di alcune sostanze cellulari che passano nel sugo di diffusione. Le pectine sono alcune di queste sostanze organiche ad alto peso molecolare contenute nelle cellule, che si idrolizzano (demoliscono) più o meno parzialmente sotto l'effetto della temperatura e del pH.

Nel grafico della figura 3 si riporta l'influenza della temperatura in diffusione, sul contenuto in pectine (allo stato colloidale) del sugo greggio (tempo di sosta 90' circa).

Fig. 3



La velocità di diffusione delle sostanze contenute nella cellula è proporzionale al loro peso molecolare per cui i sali minerali e lo zucchero, hanno una maggior diffusibilità rispetto alle molecole più grandi, ed in particolare rispetto alle sostanze colloidali.

Le fettucce, provenienti dal reparto tagliatrice, prima di essere immesse in diffusione vengono pesate in continuo su nastri poidometrici (n° 1 per diffusione) per determinare la quantità di materia prima lavorata nell'unità di tempo. Periodicamente vengono prelevati campioni di fettucce per determinare la ricchezza in zucchero (polarizzazione = percentuale di zucchero nel prodotto analizzato).

Durante la fase di diffusione l'acqua calda estrae lo zucchero (saccarosio) insieme alle sostanze contenute nelle cellule delle fettucce ed esce dalla diffusione come "sugo greggio". Le fettucce escono dalla diffusione come "polpe" (fettucce esaurite) che contengono però ancora una piccola quantità di zucchero.





Dal punto di vista tecnologico, uno dei parametri più importanti di questa fase della lavorazione sono le perdite delle polpe. Esse si dividono in:

*Perdite indeterminate:* sono le perdite dovute ad infezioni. In condizioni normali le perdite per infezioni si aggirano attorno all'1% saccarosio contenuto nelle Bb, ma, in condizioni di forti presenze di infezioni, tali perdite possono raggiungere valori molto più elevati.

Gli addetti al laboratorio chimico controllano con le apposite cartine il contenuto di nitriti che possono denotare infezioni e il grado di zucchero invertito presente nel sugo greggio. Occorre anche osservare l'andamento del pH del sugo in uscita in quanto un eventuale, anche debole, calo può indicare il formarsi di infezioni sensibili. Data la natura del sugo greggio, è normalmente sempre presente una attività batterica che comporta una distruzione attorno allo 0.5÷1.0% di saccarosio.

*Perdite determinate:* dipendono da numerosi fattori come la potenzialità, il tiraggio, la temperatura, il taglio, la polarizzazione dell'acqua di spremitura, la presenza di schiuma, la qualità delle bietole, il trascinamento di terra, ecc..

Agendo pertanto su tali fattori è possibile mantenere il livello delle perdite di saccarosio in diffusione nei livelli ritenuti economicamente validi.

Questo tipo di perdita viene determinato dal laboratorio chimico analizzando la polarizzazione delle polpe esauste prelevate all'uscita di ogni singolo diffusore.

La potenzialità è legata alle esigenze di lavorazione e viene variata nel diffusore DdS regolando la velocità delle eliche che trasportano le fettucce, nel diffusore RT variando il numero di giri del tamburo. La potenzialità è inevitabilmente collegata con il tempo di sosta delle fettucce nel diffusore. L'aumento della potenzialità del diffusore, in condizioni di normale funzionamento e a valori prossimi a quelli di targa, comporta una riduzione del tempo di sosta. La riduzione del tempo di sosta delle fettucce, comporta un aumento delle perdite che, in prima approssimazione si possono prevedere pari a circa 2÷4 volte la percentuale di incremento della potenzialità.

Per compensare tali perdite è necessario andare ad agire sugli altri parametri che come detto influenzano le perdite; si può ad esempio aumentare il tiraggio (attenzione alle difficoltà di percolazione del sugo!), e/o la temperatura, e/o la lunghezza delle fettucce (variare il taglio).

Gli interventi correttivi è opportuno effettuarli subito dopo la variazione di potenzialità in quanto l'eventuale aumento delle perdite si rileva solo dopo molto tempo.

Il tiraggio rappresenta la quantità di sugo greggio in % Bb. Questo parametro è strettamente legato al rapporto fettucce acqua di estrazione. La sua determinazione è abbastanza semplice e comunque viene normalmente comunicata dagli addetti al controllo della lavorazione. Il calcolo è il seguente:

$$\text{Tiraggio} = \frac{\text{Pol.Bb} - \text{Perd.det.}\%Bb}{\text{Pol.sugo.greggio}} \times 100$$

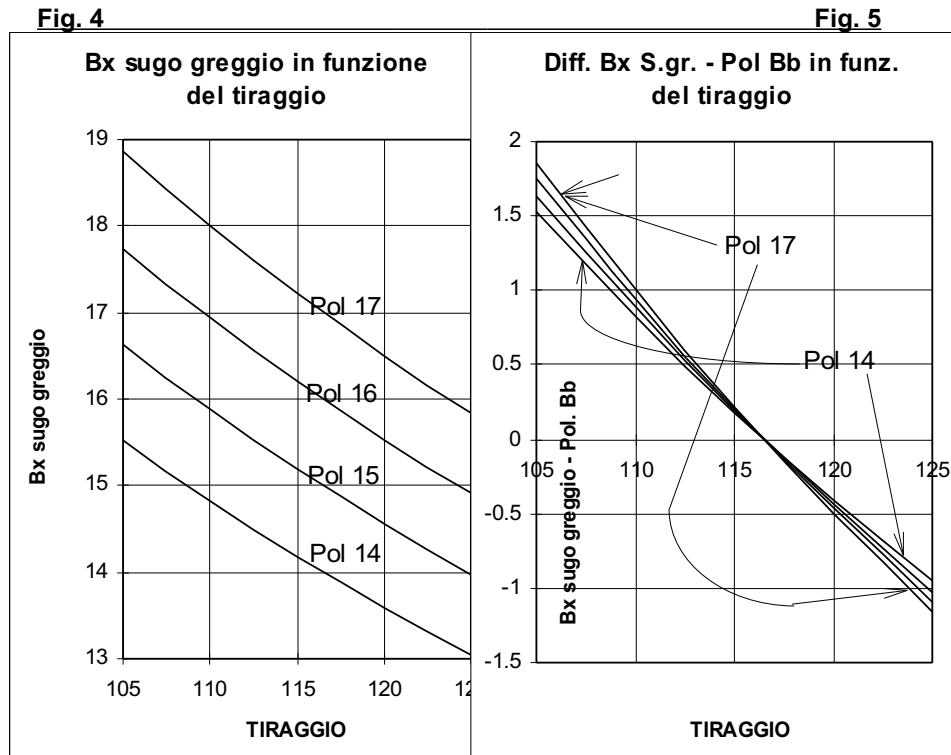
Le perdite determinate % Bb vengono calcolate moltiplicando la polarizzazione delle polpe per il fattore 0.25, in quanto le polpe pressate, il cui contenuto in zucchero va perduto, sono appunto il 25% circa delle polpe. Naturalmente tale valore potrebbe in futuro variare in funzione di un miglioramento della pressatura.

a) Per avere un immediato riscontro del tiraggio, senza dover procedere al suo calcolo analitico, vengono riportati alcuni diagrammi legati ai valori d'analisi normalmente a disposizione dei Conducenti.

Il valore di tiraggio è ottenuto dalle analisi del laboratorio chimico che sono il Bx del sugo greggio di ogni singola diffusione, la polarizzazione delle polpe esauste, la polarizzazione del sugo greggio.

Nei seguenti diagrammi (fig. 4 e 5) si riporta l'andamento del **Bx e la differenza (Bx<sub>s.gr.</sub> - Pol<sub>Bb</sub>) in funzione del tiraggio**, per cui è possibile ottenere il valore del tiraggio in funzione del Bx o dalla differenza fra Bx e Pol. Bb:

**DATI di base: Qz sugo greggio 85  
Perdite % saccarosio 1.0**



La determinazione del tiraggio dal Bx è reso abbastanza difficoltosa in quanto occorre valutare sul grafico con sufficiente approssimazione il valore della polarizzazione delle fettucce.

Più facile è ricavare il tiraggio dalla differenza tra Bx e pol. Bb in quanto il fascio di curve è pressoché coincidente anche se è sempre necessario conoscere il valore della polarizzazione delle fettucce con una sufficiente approssimazione.

Per esempio con una differenza nulla tra il Bx del sugo greggio e della polarizzazione delle fettucce, il tiraggio risulta attorno a 117.

b) Da quanto riportato nel diagramma si può osservare che con una differenza tra il Bx del sugo greggio e la polarizzazione delle fettucce di circa 1.0, il tiraggio risulterebbe di circa 110; con una differenza di circa -0.5 il tiraggio salirebbe a circa 120. Con una polarizzazione delle bietole diversa da 16, i valori varierebbero in proporzione, ma praticamente in maniera poco significativa. Per esempio, con polarizzazione di 14 le due differenze sarebbero rispettivamente di circa 0.9 (tiraggio 110) e di circa -0.44 (tiraggio 120), cioè praticamente entro i limiti d'errore delle analisi.

c) Occorre rilevare che, per quanto riguarda la polarizzazione delle fettucce è necessario mediare su di un periodo sufficientemente lungo in quanto le oscillazioni risultano normalmente abbastanza rilevanti.

La temperatura è un parametro assai importante, in quanto la “*mortificazione*” delle cellule delle bietole sane inizia, come detto, solo dopo i 60°C circa. Per accelerare il processo, la temperatura in diffusione si tiene normalmente attorno ai 71÷72°C, sempre con bietole sane. Le diffusioni D.d.S. hanno quattro camere di riscaldamento per regolare la temperatura lungo la diffusione: normalmente, con bietole sane, si tiene la zona riscaldata della 1ª camera (testa) attorno ai 72 - 74°C, le due centrali attorno ai 70-72°C, mentre quella di coda attorno a 60°C per evitare eccessiva perdita di struttura delle polpe che comprometterebbe la fase di pressatura delle stesse. Le temperature sono rilevate da apposite sonde all'interno delle camere e possono essere variate regolando l'apertura delle valvole del vapore alle camere.

Il diffusore RT invece prevede una scottatura delle fettucce all'ingresso con sugo scaldato a circa 82-84°C e una alimentazione con acqua in coda scaldata a circa 60°C. Queste condizioni sono sufficienti a consentire il mantenimento all'interno di una temperatura di circa 70°C. Le temperature del sugo di scottatura e dell'acqua di alimento sono rilevate da apposite sonde posizionate all'interno dei riscaldatori e possono essere variate sempre tramite valvole del vapore.

L'alimentazione della diffusione con fettucce regolari è fondamentale per il buon rendimento di questa stazione. L'influenza della qualità delle fettucce e quindi del taglio, si può così riassumere: La maggior lunghezza a parità di peso favorisce il contatto sugo/cellule. Il tritume, pur avendo una maggior superficie di contatto, ostacola la percolazione del sugo attraverso le fettucce con possibilità che possa scorrere sopra ad esse senza venirne in contatto se non parzialmente. La presenza di elevato tritume viene rilevata nelle DdS dalla variazione anomala dei livelli all'interno delle varie camere. La scelta del tipo di coltelli, normalmente da 17 divisioni, dipende dalla qualità delle bietole e dalla potenzialità produttiva che si deve mantenere. Le condizioni normali di esercizio per le diffusioni D.d.S. presso lo Zuccherificio di Termoli sono le seguenti:

coltelli da 17 divisioni;

alzo: 3÷3.75 mm;

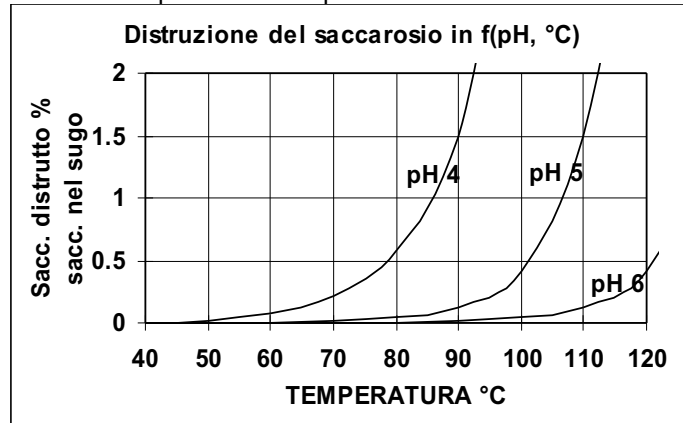
distanza coltello - controlama 6÷8 mm;

con tali valori si possono raggiungere tagli buoni con un tritume inferiore al 3÷4%. Inoltre si possono ottenere esaurimenti ottimali con tiraggi relativamente bassi. Naturalmente molto importante è il mantenimento dell'affilatura dei coltelli (cambio frequente delle mute) ed un buon controllo del funzionamento delle apparecchiature del condizionamento bietole (spietratori, diserbatori, ecc.).

Il pH indica il livello di acidità. Un pH leggermente acido (< 7.0), facilita la diffusione del saccarosio e contrasta l'estrazione dei non zuccheri. Inoltre facilita la pressabilità delle polpe. pH troppo acidi possono portare a sensibili distruzioni di saccarosio a causa dell'idrolisi che viene indotta. La fig. 6 mostra l'andamento di tale distruzione in funzione del pH e della temperatura (in circa un'ora).

Un buon riferimento del pH del sugo greggio è quello che si rileva dal sugo di spremitura delle fettucce (normalmente attorno a 6.0÷6.3 per bietole sane). Il pH del sugo greggio non dovrà discostarsi di molto da questi valori (circa 5.8÷6.0).

Fig. 6: Influenza del pH e della temperatura sulla distruzione del saccarosio



L'andamento mostra come a pH inferiori a 4.5÷5 la distruzione del saccarosio, alle temperature di diffusione, potrebbe raggiungere valori economicamente rilevanti.

La schiuma non permette un buon contatto sugo-fettucce, oltre ad ostacolare il passaggio del sugo attraverso le fettucce. Può anche provocare perdite dovute al trascinamento della schiuma con le polpe.

La schiuma è spesso provocata da infezioni presenti nel sugo rilevabile da un abbassamento del normale valore del pH in uno o più punti della diffusione. L'abbattimento si può effettuare aggiungendo, sostanze antischiumanti e/o aumentando la quantità di sostanze antisettiche nel diffusore.

**L'impianto di pressatura**, secondo gli ultimi concetti dell'industria saccarifera, fa parte integrante dell'estrazione del sugo dalle fettucce e quindi l'insieme diffusione/pressatura deve essere visto come un insieme e il bilancio del "saccarosio estratto"/perdite deve tener conto anche della pressatura polpe.

La pressatura deve essere sufficientemente spinta per recuperare la massima parte del saccarosio contenuta nelle polpe, compatibilmente alla potenzialità delle presse; infatti la pressatura è normalmente più efficace quanto più lenta è la velocità di rotazione delle presse che va a scapito della potenzialità.

Lo zucchero recuperato è ovviamente proporzionale alla sostanza secca (SS) finale delle polpe pressate.

È da sottolineare che l'acqua di spremitura ha un'efficacia estrattiva inferiore all'acqua fresca per cui in pratica le perdite in % di saccarosio tendono leggermente ad appiattirsi.

L'acqua di spremitura viene separata dai "polpini" per non introdurre pezzetti di polpa in diffusione che, oltre al pericolo di solubilizzarsi, ostacolano la normale percolazione del sugo attraverso le fettucce. Occorre anche un controllo accurato del circuito dell'acqua di spremitura sia per quanto riguarda eventuali perdite meccaniche che per quelle batteriologiche; queste ultime a causa sia della bassa concentrazione zuccherina che della temperatura hanno facilità di infettarsi.

A parità di funzionamento meccanico, la pressatura può variare sensibilmente in funzione dei parametri della diffusione già descritti e che si possono così riassumere:

**POTENZIALITÀ:** a parità di tutte le altre condizioni più è alta la potenzialità, migliore è la pressabilità delle polpe, poiché diminuisce il tempo di sosta. Tale parametro è tuttavia prefissato in funzione delle necessità della fabbrica. La maggior quantità di polpe tuttavia potrebbe comportare una velocizzazione delle presse con conseguente abbassamento della Sostanza secca delle polpe che potrebbe non essere compensato dalla migliore pressabilità.

**TIRAGGIO:** non comporta apprezzabili variazioni sulla pressabilità.

**TEMPERATURA:** ha una grande influenza sulla pressabilità delle polpe: alte temperature in diffusione rendono difficoltosa questa operazione in quanto tendono a rendere più molli le polpe per cui queste tendono ad "incollarsi" tra loro riducendo la velocità di passaggio della soluzione.

**pH:** Un pH basso favorisce la pressatura, un pH eccessivamente alto può comprometterla.

**BIETOLE DETERIORATE:** rendono assai difficoltosa la pressatura. È necessario controllare che la diffusione venga eseguita alla temperatura più bassa possibile.

Si può affermare che la maggior parte dei parametri che possono inibire la diffusione, agiscono direttamente anche sulla pressatura.

**ADDITIVI:** come coadiuvanti della pressabilità possono essere aggiunti, nell'acqua di alimentazione della diffusione, additivi come  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ , ecc.. Nello Stabilimento di Termoli è prevista la formazione di  $\text{CaSO}_4$  (solfato di calcio) da  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e latte di calce, regolando il pH attorno a 4.5÷5.5. La quantità di solfato si aggira attorno a 300÷600 ppm o più riferiti alle Bb, in funzione della pressabilità delle polpe (durezza in °F dell'acqua attorno a 150÷400).

### **Produzione di calce e depurazione**

**La produzione del latte di calce**, sospensione di idrato di calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) in una soluzione acquosa satura di questo prodotto, si ottiene per calcinazione (disgregazione del calcare) e il calore necessario alla reazione viene fornito dal carbon coke.

I forni da calce sono apparecchi cilindrici, rivestiti al loro interno con due strati di mattoni refrattari ed altro materiale isolante di riempimento fra il mantello e il primo strato di mattoni. Il refrattario serve a proteggere dal calore la lamiera esterna che costituisce la struttura portante del forno.

La potenzialità di un forno da calce a carbone è strettamente collegata ai metri cubi disponibili per la carica di calcare.

Un forno a carbon coke può fornire fino a 600-800 Kg di CaO per  $\text{m}^3$  di capacità nelle 24 ore. Il titolo del gas carbonico prodotto può arrivare fino a 40% di anidride carbonica per  $\text{m}^3$  di gas prodotto.

I forni sono suddivisi in tre sezioni a cominciare dall'alto:

- area di carico e preriscaldamento del calcare, dove la carica si riscalda a spese del calore contenuto nei gas, che devono continuamente abbandonare il forno, anche se non sono completamente utilizzati. Il loro ristagno nel forno pregiudicherebbe la combustione fino allo spegnimento.
- area di reazione o di cottura, che occupa la parte centrale del forno, dove avviene la disgregazione del calcare con la fornitura del calore necessario alla combustione del carbone. In questa zona ci sono le massime temperature di regime (800-850°C).
- area di raffreddamento dove la calce viva che si è prodotta nella zona sovrastante si raffredda, ad opera dell'aria che serve per la combustione e che entra dal basso, aspirata dalle pompe che continuamente prelevano i gas dall'alto del forno. In pratica questa zona termina con un cono di scarico della calce viva all'utilizzo.

Per funzionare bene un forno ha bisogno di cariche costanti, di continua evacuazione dei gas e di continua estrazione di calce.

I forni sono alimentati dall'alto per mezzo di una benna della capacità di 12 q.li che viene caricata con calcare e carbone nella percentuale di circa il 7-8%.

Una sonda di livello posizionata alla sommità del forno chiama la benna di carico non appena il livello si abbassa. Il carico viene eseguito dall'alto tramite tramoggia e distributore. All'atto dell'introduzione del materiale si apre una valvola che permette l'introduzione. Dopo il carico la valvola si chiude.

Nei forni prima della carica e dell'eventuale miscelazione col carbone, il calcare passa su agitatori detti scossini, in modo che possano essere eliminati i frammenti più piccoli e l'eventuale terriccio presente. E' questa un'operazione molto importante per il funzionamento regolare del forno, poiché le scaglie di calcare o il terriccio possono dar luogo a fusioni localizzate all'interno della zona di cottura e quindi alla formazione di ammassi che ostacolano la discesa della calce viva lungo il forno, fino a bloccare la produzione.

La calce viva si estrae dal basso tramite estrattori a scossa.

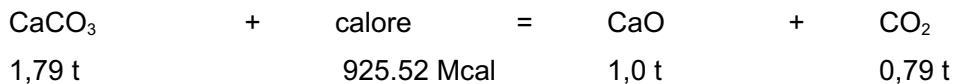
Per la produzione del latte di calce (sospensione acquosa di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), lo stabilimento di Termoli ha n° 2 forni da 170  $\text{m}^3$  cad., che possono produrre 290 t/d di CaO.

Il combustibile è il carbone, mentre il comburente è l'aria con ossigeno gassoso. Il titolo medio del gas è di circa 38% di  $\text{CO}_2$ .

La fase di avviamento dei forni, nello stabilimento di Termoli richiede almeno una settimana per questo vengono accesi prima della data d'inizio della campagna di lavorazione.



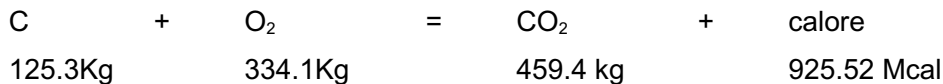
La teoria della calcinazione del calcare prevede che la calce venga prodotta per calcinazione del calcare, utilizzando come combustibile il carbon coke che fornisce l'energia al processo:



Per calcinare il calcare a 850°C è necessario fornire al sistema 387 Kcal/Kg pietra e per portare la pietra a 850°C sono necessarie altre 130 Kcal/kg.

Quindi per ogni kg. di pietra sono necessarie 517 Kcal. che sono fornite in teoria da un rapporto carbone pietra del 7%.

La quantità di calore è fornita dal carbone secondo la reazione:



Per avere 925.52 Mcal sono necessari 125.3 kg di carbone.

Considerando che per bruciare il carbone è necessario ossigeno che è contenuto nell'aria alla concentrazione di 18% circa, per ossidare 125,3 kg di carbone sono necessari 334.1 kg di ossigeno che corrispondono a 233.9 dm<sup>3</sup>.

Per ottenere, dunque, 1t di calce sono necessari 1,79 t di pietra e 125.3 Kg di carbone. Da questa reazione si ottiene un gas il cui titolo è dato dalla somma della CO<sub>2</sub> prodotta dalla calcinazione più la CO<sub>2</sub> prodotta dal carbone.

Il volume di gas ottenuto conterrà quindi una percentuale di CO<sub>2</sub> pari a 0,79 t di CO<sub>2</sub> del calcare + 0,46 t del carbone = 1.25t

Tale quantità alla temperatura ambiente occupa un volume di: 636 dm<sup>3</sup>

Per ossidare il combustibile sono necessari 1,20 m<sup>3</sup> di aria per cui la percentuale teorica di CO<sub>2</sub> nel gas prodotto dal forno può essere del 40,5%

Questi calcoli di riferimento sono teorici e vanno considerati solo come indicativi del processo. In realtà la qualità del calcare e del carbone sono tali da richiedere un rapporto carbone/pietra superiore al 7% e anche i dati di tiraggio dell'aria sono incrementati nel processo dal 5 al 10% per favorire lo spostamento della reazione verso la produzione di calce ed evitare la ricombinazione con il CO<sub>2</sub>.

Da quanto descritto emerge che un elemento indispensabile per la combustione del carbone è l'ossigeno, infatti, la totale combustione del carbone ne richiede una sufficiente quantità.

Se non si manda nel forno tutta l'aria sufficiente a fornire la necessaria quantità di ossigeno, si verifica una incompleta ossidazione del carbonio contenuto nel combustibile, con formazione di ossido di carbonio, anziché anidride carbonica.

Parametri importanti per produrre una calce viva di buona qualità con il più basso quantitativo di incotti (3%) sono:

- un rapporto carbone/pietra di 7,5 ± 0,3% con un coke di buona qualità
- un contenuto di ceneri <10%
- un gas dal titolo ottimale per la percentuale di carbone utilizzata, molto vicino al teorico.

Per depurazione si intende il trattamento del sugo greggio con Ca(OH)<sub>2</sub> (latte di calce) e CO<sub>2</sub> per eliminare la maggior quantità possibile di non zuccheri e stabilizzare il sugo leggero avanti evaporazione.

Durante il trattamento si ha una coagulazione (flocculazione) dei colloidali ed una precipitazione di quei non zuccheri che formano sali o complessi poco solubili con lo ione Ca<sup>++</sup> (NOTA: lo ione Ca<sup>++</sup> si forma dalla dissociazione in acqua dei sali di calcio solubili). Inoltre si effettua la demolizione degli zuccheri "riduttori" (NOTA: per zuccheri riduttori, o invertiti, si intendono gli zuccheri a sei atomi di carbonio come il glucosio e fruttosio); in caso contrario si creerebbe colore in evaporazione.

**Il Processo di depurazione** del sugo greggio di diffusione consiste nella massima eliminazione possibile dei non-zuccheri che vengono estratti dalle fettucce assieme allo zucchero, facendoli precipitare come sostanze solide, che sono poi eliminate per filtrazione, ottenendo un sugo depurato con circa un terzo in meno dei non zuccheri presenti nel sugo greggio.



Questo tipo di depurazione si fa da oltre un secolo dosando nel sugo il latte di calce, che è una sospensione in acqua di idrossido di calcio; successivamente si immette nel sugo trattato con il latte di calce l'anidride carbonica CO<sub>2</sub> per completare la trasformazione in sostanze solide dei non zuccheri.

Il processo di depurazione calco-carbonica può essere schematizzato nelle seguenti fasi:

- |   |  |
|---|--|
| 1 <sup>a</sup> fase: predefecazione.                              | Aggiunta di calce regolata.                                    |
| 2 <sup>a</sup> fase: defecazione.                                 | Aggiunta di calce in quantità massiva.                         |
| 3 <sup>a</sup> fase 1 <sup>a</sup> saturazione                    | Tattamento primario con anidride carbonica                     |
| 4 <sup>a</sup> fase 1 <sup>a</sup> filtrazione                    | Separazione del sugo limpido dalle parti solide addensate      |
| 5 <sup>a</sup> fase 2 <sup>a</sup> saturazione                    | Tattamento secondario e definitivo con anidride carbonica      |
| 6 <sup>a</sup> fase 2 <sup>a</sup> filtrazione                    | eliminazione delle ultime parti solide dal sugo ormai depurato |
| 7 <sup>a</sup> fase abbattimento della durezza tramite ebollitore |  |

### Predefecazione

In questa fase avviene la depurazione vera e propria del sugo greggio proveniente dalla diffusione con flocculazione dei colloidali e precipitazione dei sali di calcio poco solubili. La quantità dei non zuccheri eliminati si aggira normalmente tra il 30 e il 40% in funzione della qualità dei non zuccheri e delle condizioni operative.

La conduzione della predefecazione è molto importante. Tale operazione si effettua in un apparecchio continuo a sette scomparti separati da paratie mobili e regolabili, chiamato "Briegel Müller" (B.M). In tale apparecchio si aggiunge calce (latte di calce) in controcorrente rispetto al sugo. L'alcalinità si distribuisce in maniera decrescente dal settimo al primo scomparto e l'alcalinità nei singoli scomparti viene regolata agendo sulle paratie mobili imperniate nel centro. La calce viene inviata dalla parte opposta da dove entra il sugo greggio di diffusione per cui l'alcalinità aumenta dalla testa (entrata sugo) alla coda (uscita sugo predefecato). L'obliquità delle paratie ed un agitatore posto sul fondo dell'apparecchio permettono al sugo più alcalino di passare in parte nello scomparto precedente. Poiché i colloidali presenti nel sugo di diffusione sono differenti per quantità e natura chimica, la flocculazione (neutralizzazione delle cariche elettrostatiche esterne e conseguente formazione di aggregati più pesanti) avviene in maggior misura ad un pH specifico per ogni tipo di colloidale: si deve raggiungere, con termine tecnico, il così detto punto isoelettrico, che corrisponde alla minor solubilità della sostanza trattata. In ambiente alcalino il punto isoelettrico si raggiunge in un campo abbastanza ampio, dove la maggioranza dei colloidali floccola attorno ad un pH di 9.5÷10.5.

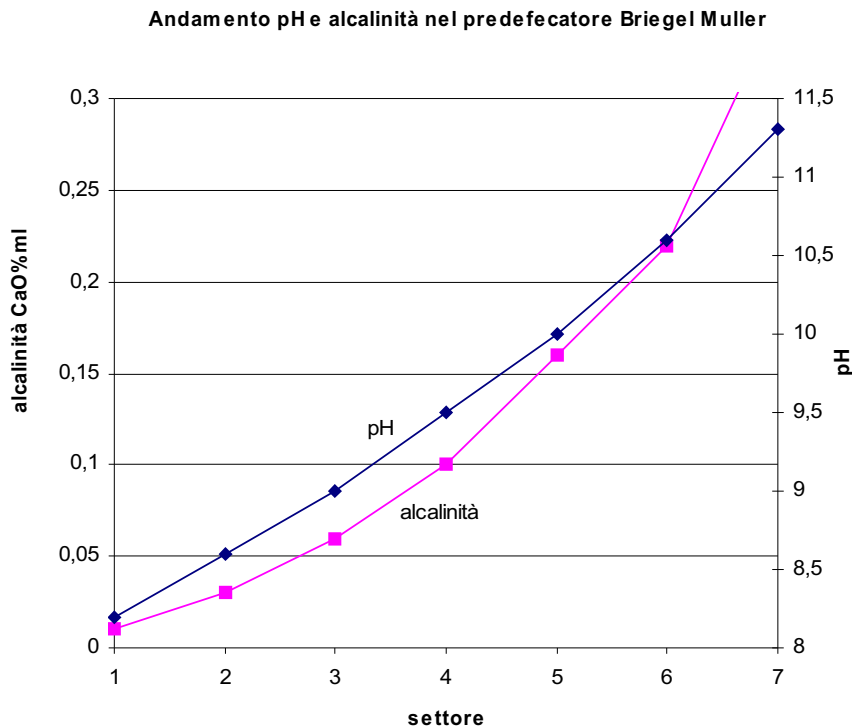
I valori ottimali della predefecazione dipendono da alcuni elementi fondamentali:

- **Tempo di contatto:** con sugo greggio attorno ai 45 °C, come quello uscente dalle diffusioni, il tempo medio di sosta nell'apparecchio dovrebbe essere attorno ai 20'. Con temperature superiori il tempo può essere inferiore. Il tempo di permanenza deve essere sufficientemente lungo da permettere al flocculo di stabilizzarsi, disidratandosi, in modo tale da non ritornare in soluzione nei successivi passaggi a pH più elevato.
- **pH:** la curva del pH è quella che regola il buon andamento della predefecazione. L'alcalinità è un dato orientativo che è valido qualora le condizioni qualitative del sugo siano costanti, in quanto è legata al potere tamponante dello stesso. In prima approssimazione si riportano i valori orientativi:

Scomparto	pH	Alcalinità CaO %ml
1	8÷8.2	0.0÷0.01
2	~ 8.5	0.02÷0.03
3	~ 9.0	0.04÷0.06
4	~ 9.5	0.06÷0.10
5	~10.0	0.13÷0.16
6	~10.6	0.16÷0.22
7	11÷11.3	0.25÷0.35

Nel grafico di figura 1 viene riportato, come esempio, l'andamento del pH e dell'alcalinità per un predefecatore.

Figura 1



Come si può osservare, il pH ha un andamento lineare, mentre quello dell'alcalinità si può assimilare ad uno esponenziale. Per avere un riscontro pratico sufficientemente rapido e valutare se l'andamento è soddisfacente, si prendono 6 cilindri trasparenti e si controlla la decantazione dei singoli scomparti. Nell'ultimo scomparto, dopo alcuni minuti, la separazione deve essere sufficientemente netta e il decantato deve essere limpido e di colore paglierino. Nel sugo degli scomparti centrali, normalmente la separazione flocculi/sugo non avviene o avviene solo parzialmente, mentre nei primi si ha normalmente solo separazione della terra che molto spesso accompagna le bietole lavorate in diffusione, inoltre il sugo si presenta assai scuro. Su tali campioni viene eseguita anche la determinazione del pH che permette di valutare il buon funzionamento dell'impianto ed in particolare serve per regolare le paratie del Brieghel -Muller. Una regolazione ottimale deve riportare una curva di pH lineare crescente dal 1° al 7° scomparto.

Oltre al controllo del pH e dell'alcalinità dei vari scomparti del Brieghel-Muller viene eseguita la determinazione dell'alcalinità finale della predefecazione, in modo da controllarne la costanza.

- Riciclo addensato di 1<sup>a</sup> saturazione:** L'invio di melma di depurazione (addensato di 1<sup>a</sup> carbonatazione) al B.M. facilita la predefecazione in quanto le particelle carbonatate fungono da nucleo di addensamento dei flocculi, facilitandone la formazione e la consistenza. La quantità da riciclare, normalmente al 2° scomparto, è attorno al 10÷15% del sugo greggio: il valore ottimale lo si determina sperimentalmente durante la lavorazione. Naturalmente all'inizio si deve partire con riciclo nullo, e poi, una volta stabilizzato l'andamento del reparto depurazione, si può iniziare l'invio dell'addensato aumentandolo con gradualità. Occorre fare attenzione che quando si rende necessaria una diminuzione del riciclo, bisogna ridurlo molto gradualmente, per non appesantire i filtri sotto vuoto dell'addensato.

- Concentrazione: la concentrazione del latte di calce aggiunto in predefecazione deve essere mantenuta regolare per ragioni di dosaggio, poiché la quantità immessa viene dosata mediante un rapporto volumetrico. A tal proposito gli addetti all'idratazione della calce eseguono controlli di Bè frequenti. E' inoltre previsto un misuratore in linea di tale parametro.
- Presenza di saccarosio nell'acqua di spegnimento della calce: ha un effetto benefico sulla flocculazione, in quanto la formazione di saccarati di calcio facilita la dispersione molecolare del  $\text{Ca(OH)}_2$  ed evita che aggregati di idrossido, in contatto con le microparticelle colloidali elevino localmente l'alcalinità, idrolizzando più o meno parzialmente le loro macromolecole. Naturalmente la concentrazione di saccarosio non deve essere eccessiva, sia per i problemi di schiumeggiamento già visti, sia perché i miglioramenti della flocculazione e successiva filtrazione sono massimi a valori non eccessivamente elevati (attorno al 10%).

### **Defecazione**

Questa seconda fase della depurazione viene effettuata riscaldando il sugo predefecato a circa 85-88°C ed immettendovi la definitiva quantità di latte calce in recipienti chiamati defecatori, che sono delle casse di miscelazione verticali, dotate di un adeguato apparato di agitazione.

Il dimensionamento è tale da garantire un tempo di reazione di 10-12 minuti.

La defecazione consiste, dunque, nella definitiva aggiunta a caldo di latte calce al sugo predefecato, in modo da raggiungere il valore stabilito di CaO in % nel sugo. La quantità di latte di calce di defecazione è determinata dalla quantità e qualità dei non-zuccheri totali, presenti nel sugo greggio. Per sughi greggi di media purezza provenienti da bietole sane, estirpate di recente dai campi di coltivazione e lavorate dopo un breve stazionamento nei silo di fabbrica, la quantità di calce necessaria all'intera depurazione è dell'ordine di 80-90% dei non-zuccheri. Poiché la qualità delle bietole durante la lavorazione non sempre è ottimale si può arrivare a dover aggiungere latte calce anche fino al 120-130% dei non-zuccheri.

Le funzioni della defecazione sono essenzialmente:

- a) predisporre un supporto di filtrazione dei sughi torbidi;
- b) provocare, con le successive fasi di carbonatazione, l'adsorbimento delle sostanze colorate;
- c) decomporre gli zuccheri riducenti (detto anche invertito);
- d) saponificare le ammidi ed altre sostanze azotate;
- e) sterilizzare il sugo;

La funzione principale della defecazione è quella di mettere a disposizione delle successive fasi di saturazione una notevole quantità di idrossido di calcio in modo che con l'anidride carbonica del gas del forno si formi il carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) che diventa un ottimo coadiuvante della filtrazione in quanto aderendo ai flocculi, li appesantisce in modo che sia più rapida e completa la filtrazione. Oltre a tale funzione in defecazione si ha ulteriore reazione dei non-zuccheri con il latte di calce agevolata dalla temperatura, che in questa fase deve essere di 85-88°C. Temperature più basse tendono ad allungare notevolmente i tempi di depurazione.

I non zuccheri che vengono demoliti in questa fase, sono definiti zuccheri riduttori (zucchero invertito).

Tali sostanze, principalmente glucosio e fruttosio, reagiscono in evaporazione con gruppi amminici ( $-\text{NH}_2$ ) e formano sostanze fortemente colorate, per cui diventa necessaria la loro distruzione in ambiente fortemente alcalino. A 85°C sono necessari circa 15' per decomporre oltre il 90-95% degli zuccheri riduttori, in presenza di una alcalinità elevata.

Le ammidi, composte da un gruppo  $=\text{NH}$ , tendono a decomporsi alle alte temperature, liberando ammoniaca con conseguente abbassamento del pH del sugo denso. In defecazione le ammidi vengono demolite in ammoniaca insieme ad altre sostanze. Il pH del sugo può essere così corretto prima di entrare in evaporazione.

I parametri più importanti della defecazione possono essere riassunti nei seguenti punti:

#### Rapporto tempo/temperatura

Affinché la defecazione sia efficace nell'abbattimento degli ulteriori non-zuccheri è indispensabile che la temperatura del predefecato non sia inferiore a 85°C. Tale dato è monitorato in continuo sul quadro di controllo del reparto. In tali condizioni, infatti, i tempi di azione ottimali della calce sono

intorno a 10-12 minuti. Con temperature inferiori i tempi tendono ad allungarsi costringendo a rallentamenti nella lavorazione.

#### Alcalinità del sugo defecato

L'alcalinità del sugo defecato è funzione sia dei non zuccheri presenti nel sugo greggio, sia del riciclo dell'addensato e di eventuali rientri di sughi zuccherini dalle varie stazioni. Si può ragionevolmente considerare che tale valore si aggira attorno a 1,4 -1,6 CaO % ml di sugo (alcalinità totale calcica), ma può variare anche notevolmente in funzione della qualità della bietola e quindi del sugo greggio, della qualità dei non zuccheri, del riciclo dell'addensato, ecc.. Occorre considerare che normalmente un moderato eccesso non provoca danni, mentre un difetto di aggiunta di calce può sortire effetti anche gravi.

#### Potere assorbente

Come già accennato, la formazione "nascente" del carbonato di calcio, da  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2$ , ha un forte potere adsorbente verso le molecole a più alto peso molecolare. Particolarmente attivo è il  $\text{CaCO}_3$  che si forma in 2ª saturazione, per cui è positiva, ma non indispensabile, l'aggiunta di calce pari a circa 0,2÷0,3 % di CaO per ml di sugo.

### **Prima 1ª saturazione ( o carbonatazione)**

Il compito principale della saturazione è quello di neutralizzare la calce immessa nelle precedenti fasi con formazione di carbonato di calcio, sia per eliminare il più possibile gli ioni calcio (i quali formerebbero sali per lo più insolubili che incrosterebbero l'evaporazione), sia per dare un supporto di filtrazione per l'eliminazione dei non zuccheri precipitati. Altro effetto positivo è il potere adsorbente del carbonato di calcio "nascente".

La saturazione dell'idrato di calcio con anidride carbonica (carbonatazione) non può essere effettuata in una sola fase, in quanto allorché si riduce il pH al di sotto del valore di precipitazione dei flocculi, si verifica una loro più o meno parziale ridissoluzione. Pertanto è necessario operare in più tempi, nel nostro caso due, saturando nella prima fase fino ad un pH attorno a 11 (prima carbonatazione o saturazione) e, dopo filtrazione del precipitato, successivamente fino al limite massimo di eliminazione degli ioni  $\text{Ca}^{++}$  (seconda carbonatazione o saturazione).

La reazione con la  $\text{CO}_2$  che si ricombina con la calce per formare nuovamente carbonato di calcio, avviene in apparecchi denominati saturatori, che sono essenzialmente dei recipienti cilindrici funzionanti al livello costante, con la parte superiore collegata all'atmosfera per mezzo di un ampio camino.

Nella parte bassa c'è un idoneo distributore di gas, molto più frazionato e completo per la 1ª saturazione, in modo che tutto lo strato di sugo sia investito dal moto ascensionale delle bolle di  $\text{CO}_2$  che viene dosato con valvola automatica in funzione del pH e dell'alcalinità che si vuole tenere.

Un ph-metro sensibile è continuamente alimentato con una frazione di sugo saturato prelevato in continuo dall'apparecchio.

In prima saturazione è molto importante mantenere omogeneizzato il sugo all'interno del saturatore, in modo da avere un pH sufficientemente omogeneo all'interno dell'apparecchio. Normalmente l'agitazione del prodotto all'interno viene effettuata con una elicotropa ad alta portata (circa 4÷6 volte il sugo in entrata) e bassa prevalenza che aspira dal fondo del saturatore e manda all'interno dello stesso.

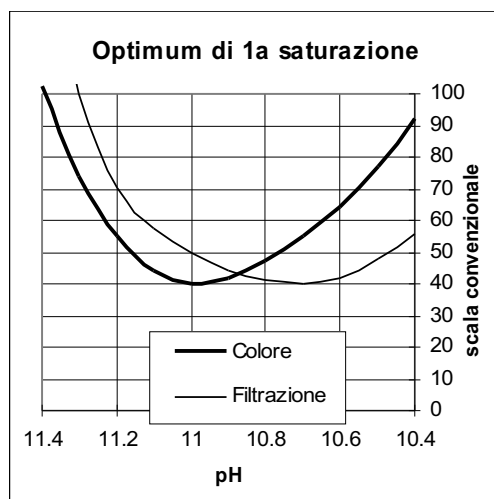
In casi di forte sovraturazione c'è sviluppo di una schiuma molto leggera, che facilmente esce dal camino del saturatore.

L'azione della  $\text{CO}_2$ , precipitando l'eccesso di calce come carbonato, fa diminuire l'alcalinità del sugo e proporzionalmente anche il pH. La correlazione tra alcalinità e pH è stabile specialmente se la temperatura del sugo che si sta saturando è abbastanza costante e mantenuta a 88-90°C, con un riscaldamento preventivo del sugo defecato, fino a una temperatura di qualche grado superiore per tenere conto dell'azione raffreddante del gas insufflato, avente una temperatura di solito inferiore a 50°C.

Il valore ottimale della prima saturazione è un compromesso fra la buona filtrabilità ( $F_k$  inferiore a 1÷1,5) e l'ottenimento di un sugo di buona qualità (basso colore), in quanto un pH relativamente basso può migliorare la filtrabilità, ma, di solito, porta in soluzione parte dei non zuccheri precipitati. Un pH relativamente alto dà un sugo meno colorato ma più difficoltoso da filtrare.

L'intervallo in cui si può operare va da circa  $10.6 \div 10.8$  a  $11.0 \div 11.2$  per un sugo attorno ai  $13 \pm 2$  Bx.

Fig. 2 Grafico della 1ª saturazione



Normalmente il punto ottimale è attorno ad un valore di pH di  $10.9 \pm 0.1$ , che approssimativamente corrisponde ad una alcalinità di circa  $0.08 \div 0.10$  CaO% ml sugo.

Come riportato nel grafico di fig. 2, se il valore del pH del saturato è inferiore al pH "ottimale", il sugo limpido si presenta con un aspetto tanto più scuro quanto è minore il pH, con termine empirico si dice che il sugo è "bruciato". In realtà, sono i non zuccheri flocculati che tornano in soluzione, rendendo molto scuro il sugo saturato.

### Filtrazione del sugo di prima saturazione

La separazione della parte solida dal sugo torbido di 1° saturazione avviene in due stadi, noti come addensamento ed esaurimento.

Con il primo stadio si ottiene una parte di sugo limpido ed *l'addensato*, la parte solida con ancora del sugo contenuto. Questo può essere ottenuto con appositi filtri detti "ispessitori" a funzionamento discontinuo, dove l'elemento filtrante è costituito da un tessuto di tela a calze tubolari montate su apposite candele che mantengono aperte le tele e sono collegate a collettori del sugo filtrato.

Presso lo stabilimento di Termoli sono impiegati n° 8 FILTRI A CANDELA del tipo TEROM.

In questi filtri il sugo torbido viene pompato alla più bassa pressione possibile e sulle tele si deposita un pannello di parte solida, mentre attraverso il pannello (e quindi attraverso la tela) passa il sugo limpido. A intervalli predefiniti, il pannello viene scosso dalla tela mediante immissione in controcorrente di sugo limpido, si raccoglie al fondo del filtro, viene scaricato assieme a una parte di sugo torbido e va a costituire il sugo addensato, con una densità regolata fino a  $22^\circ$  Bè. La quantità di precipitato da separare dal sugo torbido determina la superficie filtrante che, per il sugo di 1ª saturazione è la maggiore, con circa 115 mq a filtro. Con filtri a cicli ripetuti, i tempi di filtrazione per il torbido di 1ª saturazione saranno piuttosto brevi (6 minuti a ciclo) e la portata oraria dipenderà dalla qualità del sugo.

A titolo indicativo le portate orarie possibili per ciascun metro quadro di superficie filtrante in caso di sughi provenienti da bietole sane e correttamente depurati e caldi alle temperature previste sono di  $1,2 - 1,3$  m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> di superficie filtrante. Dato che la superficie filtrante di un ispessitore è circa 115 m<sup>2</sup> e il tempo impostato di filtrazione circa 6 minuti a filtro, in un singolo ciclo riesce a trattare  $13,8 - 15$  m<sup>3</sup> di torbido di 1° saturazione.



Gli addensati vengono inviati a filtri pressa che hanno il compito di recuperare il sugo ancora contenuto e lavare i residui zuccherini con acqua che in uscita diviene acqua dolce.

Il fango una volta lavato viene ulteriormente asciugato da un getto di aria che porta via l'eventuale acqua residua e portato a circa il 65 – 70% di sostanza secca.

Nello stabilimento sono presenti 4 filtri pressa del tipo Hoesch. Le perdite dei fanghi sono la quantità di zucchero che a fine processo rimane nelle torte di fango. Nelle torte chiamate fanghi di defecazione non deve rimanere zucchero in quantità apprezzabile (normalmente meno dello 0.5% delle melme).

### **Seconda 2ª saturazione ( o carbonatazione)**

La seconda saturazione ha il compito di completare la precipitazione degli ioni calcio presenti nel sugo limpido proveniente dallo stadio di filtrazione del sugo di 1° saturazione.

Essa consiste in un'ulteriore aggiunta di CO<sub>2</sub> mediante insufflaggio di gas carbonico nel limpido di 1ª saturazione, preventivamente scaldato alla temperatura di almeno 95°C. Tale operazione si effettua in appositi apparecchi denominati saturatori concettualmente simili a quelli già descritti per la 1ª saturazione. Per avere una buona 2ª carbonatazione è indispensabile che il sugo che vi perviene sia esente da parti solide di carbonato, per evitare di rimettere in soluzione sali di calcio prodotti dalla dissoluzione degli eventuali corpuscoli di carbonato. Una buona 2ª saturazione realizza in pratica la decalcificazione massima possibile con il processo di depurazione calco-carbonico.

Il sugo limpido di prima saturazione con un'alcalinità di 0,08 - 0,10 CaO in % ml e con un pH compreso tra 10,9 -11,1 viene scaldato a 95°C e sottoposto ad una seconda carbonatazione riducendo l'alcalinità residua a 0,015 – 0,025, equivalente a un pH compreso tra 8,5 – 8,8. Questo valore di alcalinità è dovuto in massima parte all'alcalinità naturale del sugo, dal momento che tutta l'alcalinità introdotta con il latte di calce viene praticamente neutralizzata con la 1ª e la 2ª saturazione.

Può capitare che l'alcalinità naturale del sugo sia bassa e tenda a ridursi ulteriormente in batteria di evaporazione, portando il pH del sugo denso a valori critici per la stabilità del saccarosio. Per evitare tale inconveniente viene aggiunta un'adeguata quantità di soda nel limpido di 2ª saturazione.

I fattori che influenzano il processo di carbonatazione sono: la temperatura, in quanto più è alta, minore è la formazione di bicarbonato di calcio (solubile); l'alcalinità naturale, che riveste un ruolo determinante nell'eliminazione dei sali di calcio.

Per alcalinità naturale si intende, in questo caso, l'alcalinità derivante dalle Bb come dall'eventuale aggiunta di alcali come NaOH o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

### **Filtrazione del sugo di 2ª carbonatazione**

La filtrazione del torbido di 2ª saturazione viene eseguita con filtri TEROM discontinui, analoghi a quelli descritti per la 1ª saturazione, con una superficie filtrante di 45 mq ciascuno.

### **Abbattimento della durezza tramite ebollitore**

Lo stabilimento di Termoli possiede un ulteriore stadio di abbattimento di parte della durezza residua dei sughi, in uscita dalla filtrazione di seconda saturazione. Tale sistema va ad agire sulla durezza temporanea espressa in °F legata alla presenza di bicarbonato nel sugo trattato dalla seconda carbonatazione.

Il processo di abbattimento utilizza 4 riscaldatori che portano il sugo sotto pressione alla temperatura di oltre 100°C. Il valore può essere regolato tramite sistema automatico ed in genere viene tenuto intorno ai 104 – 105°C. Tale temperatura permette la trasformazione dei bicarbonati a carbonati secondo la reazione:



Dopo la fase di riscaldamento, il sistema subisce una forte espansione passando nell'ebollitore a pressione atmosferica. Tale espansione favorisce una forte liberazione di energia dal sistema con conseguente raffreddamento e un forte rimescolamento della massa di sugo che aiuta nella formazione dei cristalli di carbonato di Calcio, che rimangono in sospensione nella soluzione.

Il sistema di abbattimento della durezza temporanea, riesce ad abbattere 5 – 6 °F di durezza residua dei sughi trattati, soffre però di alcuni inconvenienti che possono verificarsi e che sono legati a:

- Alte temperature di riscaldamento
- Basse portate di alimentazione
- Qualità dei sughi

Tutti questi fattori se non controllati portano ad un deterioramento dei sughi dal punto di vista della colorazione, della qualità, intesa come quoziente di purezza e di conseguenza della resa di processo.

Il sugo limpido proveniente dalla decalcificazione, definito sugo leggero, dopo un adeguato processo di filtrazione e riscaldamento, è inviato alla concentrazione.

Le caratteristiche di un sugo leggero di ottima qualità sono:

- purezza: la più elevata possibile (coeff. di depuraz. > 37);
- colore: paglierino. U.I.% Bx < 3000;
- sali di calcio: inferiori a 30 °F;
- Bx: Il massimo possibile, compatibilmente con l'ottimizzazione dei vari reparti. Normalmente varia attorno a 12±3.

### **Concentrazione del sugo depurato (evaporazione)**

Dal sugo leggero uscente dal reparto di depurazione, per evaporazione dell'acqua, in due fasi, verrà ricavato lo zucchero in cristalli. Prima di essere sottoposto alla vera e propria operazione di cristallizzazione, il sugo leggero deve essere concentrato in idonei apparecchi.

Nell'operazione di concentrazione è necessario togliere dal sugo leggero una quota di acqua pari all'80÷85% in esso contenuta, per giungere ad una concentrazione come sugo denso, attorno a 70÷75 Bx.

Per ottenere la concentrazione del sugo leggero sono usati impianti di evaporazione a multiplo effetto, formati da 5 o 6 effetti, intendendo per effetto uno o più corpi evaporanti alimentati con il medesimo tipo di vapore, tutti operanti alle medesime condizioni di temperatura e pressione.

Una batteria di evaporazione a sei effetti può essere formata da sei corpi evaporanti, ognuno dei quali rappresenta un effetto. Più comunemente, però, è formata da 10 o più corpi evaporanti raggruppati in due o più unità a costituire un singolo effetto ciascuno.

Di solito il flusso del sugo passa in serie da un corpo all'altro, per dislivello e/o per differenza di pressione. Il numero degli effetti viene stabilito in fase di progetto, tenendo conto che la differenza di temperatura ( $\Delta T$ ) fra quella di ebollizione del sugo leggero in entrata nel primo effetto a circa 2 bar di pressione (circa 125°C) e quella di ebollizione dell'ultimo effetto, collegata con il vuoto, cioè ad una pressione notevolmente inferiore a quella atmosferica (circa 70°C), in pratica non è mai superiore a 55°C.

Questa differenza di temperatura ( $\Delta T = 55^\circ\text{C}$ ) è praticamente suddivisibile in non più di sei effetti.

Per avere la differenza di temperatura più alta possibile senza dover portare la temperatura d'ingresso del sugo leggero a valori troppo alti, che provocherebbero considerevoli danni alla molecola di saccarosio, non si opera mai con tutti gli effetti in pressione, ma si preferisce collegare l'ultimo alla rete del vuoto, in modo che il sugo ormai concentrato possa bollire ancora e quindi liberarsi di altra acqua a temperature relativamente basse (70 – 73°C).

Con l'impianto d'evaporazione a multiplo effetto avviene che una certa quantità di vapore fornita al primo effetto della batteria fa evaporare dal sugo la medesima quantità di vapore moltiplicata per il numero degli effetti; se si invia una tonnellata di vapore alla batteria, questo, diventando condensa, fa evaporare una tonnellata d'acqua contenuta nel sugo del 1° effetto; a sua volta questa tonnellata di "vapore d'effetto" entra in camera vapore del 2° effetto e, diventando condensa, fa evaporare un'altra tonnellata d'acqua contenuta nel sugo entrato nel 2° effetto e così via fino all'ultimo effetto.

Pertanto, in una batteria a cinque effetti, una tonnellata di vapore entrante nel primo effetto produce l'evaporazione di 5 tonnellate d'acqua contenute nel sugo, unitamente a cinque tonnellate di condensa, che si forma nelle camere vapore dei cinque effetti e che deve abbandonare la camera vapore con regolarità, scaricandosi nei rispettivi palloni di condensa posti sotto ai corpi.

Il vapore cede il proprio calore al sugo attraverso la parete metallica costituita dalla superficie esterna dei tubi, mandrinati alle estremità a due piastre tubiere, in modo da costituire una camera separata dal sugo, detta camera vapore.

Il sugo transita velocemente all'interno dei tubi facilitato dalla formazione di bollicine di vapore, assorbendo il calore trasmesso dal vapore, che fa cambiare di stato una parte dell'acqua contenuta esattamente proporzionale alla quantità di calore trasmesso.

La vaporizzazione di una parte di acqua contenuta nel sugo avviene nella camera sugo, che ha generalmente dimensioni molto maggiori della camera vapore e che è nettamente separata da questa.

Nella parte alta della camera sugo solitamente c'è un dispositivo a labirinto per consentire la separazione del vapore d'effetto dalle goccioline di sugo in ebollizione. Il vapore d'effetto si accumula nella parte alta del corpo e con la pressione corrispondente alla sua temperatura, fuoriesce dal corpo per andare a scaldare la camera vapore del corpo o dell'effetto successivo.

Il sugo concentrato nel corpo passa direttamente al corpo successivo, se fa parte del medesimo effetto ma, quando il sugo passa da un effetto all'altro, esiste sempre una tenuta idraulica con regolazione automatica di livello, per rispettare le diverse pressioni esistenti nei due effetti.

L'ingresso del vapore nella camera vapore del corpo è perlopiù situato nella parte alta, poco sotto alla piastra tubiera superiore, in modo da favorire il deflusso della condensa che man mano si forma sulla superficie esterna dei tubi, verso il basso, dove c'è lo scarico della condensa stessa.

Nel sugo sono sempre presenti, in quantità variabile da anno in anno, delle sostanze azotate, provenienti dalle bietole ed estratte in diffusione: tali sostanze in soluzione, per effetto dell'ebollizione, si trasformano in sostanze gassose "ammoniacali", che hanno la caratteristica di sciogliersi assai poco nell'acqua di condensa e soprattutto di essere dei pessimi conduttori del calore. Pertanto devono essere allontanate dalle camere sugo e dalle camere vapore alimentate con vapori d'effetto per non sacrificare la capacità di scambio delle superfici evaporanti: per questo motivo dagli evaporatori in funzione si vedono sempre dei pennacchi di vapore uscenti all'atmosfera, per lo più costituiti da vapor d'acqua.

La batteria dello stabilimento di Termoli è costituita da due tipi di corpi evaporanti:

corpo a fascio tubiero. (fig. 1 )

corpo a film discendente (fig. 2 )

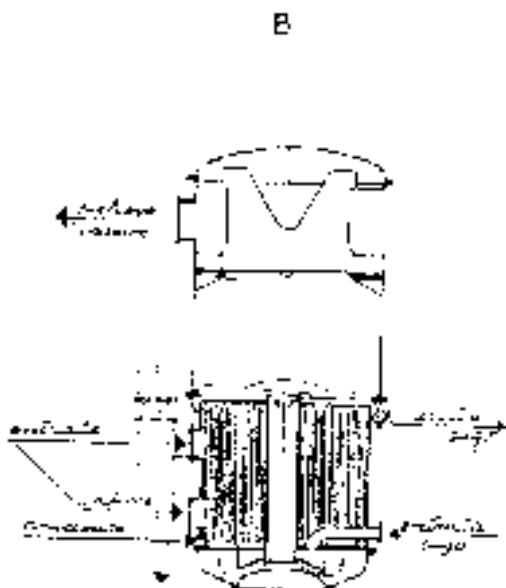


Fig. 1 Corpo a fascio tubiero

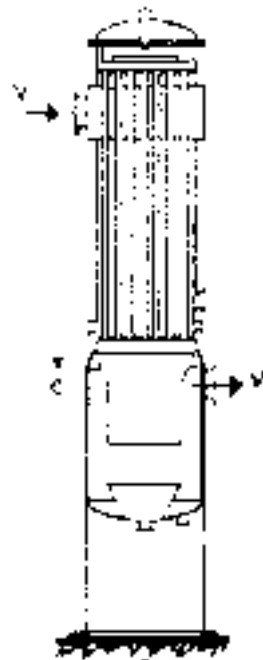


Fig. 2 Corpo a film discendente

Negli evaporatori a fascio tubiero il sugo sale all'interno dei tubi dal basso verso l'alto, ad una velocità considerevole, indotta dalle bollicine di vapore d'acqua che si formano per l'ebollizione e che emulsionano il sugo aggredendolo, cioè diminuendo la densità apparente.

Questo movimento ascensionale del sugo è detto anche alla francese "grimpage". La ricaduta del sugo per realizzare più circolazioni nello stesso corpo avviene attraverso un pozzo centrale. In questo tipo di evaporatori, il bronco di uscita dal corpo del vapore d'effetto è sempre situato sulla sommità della camera sugo.

Negli evaporatori a film discendente il sugo viene pompato su apposito distributore situato sulla piastra tubiera superiore, in modo che tutti i tubi siano bagnati da un rivolo di sugo, il quale scende per gravità all'interno degli stessi fino a raccogliersi al fondo della camera sugo.

Qui il vapore che si è formato si separa dal sugo, il quale viene ripreso dalla pompa e rimandato all'alto per la seconda circolazione, oppure al corpo successivo.

Il vapore si raccoglie nella camera di espansione e dopo un passaggio attraverso un dispositivo di separazione sugo/vapore, abbandona il corpo per andare a scaldare quello successivo e per essere prelevato in parte per i vari servizi.

Questi evaporatori di solito hanno tubi di lunghezza superiore a quelli del primo tipo (10 -15 m contro 5- 7 m) e per il fatto di essere sempre dotati di pompa, la posizione della camera di espansione, dove il vapore d'effetto si separa dal sugo, può essere indifferentemente in basso sotto la piastra inferiore, o in alto sopra quella superiore.

Lo Stabilimento di Termoli ha attualmente una linea di evaporazione a sei effetti così ripartiti:

Effetto	N° corpi	m <sup>2</sup>
	1°	4
2°	4	6700
3°	2	6150
4°	1	4000
5°	2	2250
6°	2	1200
<b>Totale</b>	15	25100

Per quanto riguarda il dimensionamento dei singoli effetti della batteria, si deve tenere conto non solo della quantità di vapore necessario alla concentrazione, ma anche di quello che serve per riscaldare il sugo stesso durante la diffusione, per la depurazione, per cristallizzare il sugo denso, gli sciroppi e gli scoli in casa zucchero.

L'efficienza della batteria di evaporazione è influenzata dal coefficiente di trasmissione "K", che si definisce come la quantità di calore, espressa in Watt o calorie, trasmessa in un'ora, attraverso un m<sup>2</sup> di superficie di scambio, con differenza di temperatura di 1 °C..

La tabella 1 riporta i valori normali del coefficiente di trasmissione del calore in una batteria a 5 effetti, con corpi sufficientemente puliti:

EFFETTO	Bx	Coeff. K
<u>1°</u>	15	3000
<u>2°</u>	22	2700
<u>3°</u>	32	1800
<u>4°</u>	55	700
<u>5°</u>	70	400

Tabella 1: coefficienti di trasmissione "K" in W/m<sup>2</sup>K

È importante che il coefficiente di trasmissione sia il più elevato possibile, in quanto con una determinata superficie è possibile evaporare la stessa quantità di acqua ad una temperatura inferiore. Il valore del coefficiente K è influenzato dalle condizioni di esercizio. Un'influenza negativa si può avere per:

- incrostazioni dei tubi bollitori ad opera di sali insolubili;
- accumulo di incondensabili leggeri (prevalentemente  $\text{NH}_3$ ) e pesanti (normalmente aria,  $\text{CO}_2$ , ecc.) nella camera vapore;
- formazione di fori passanti o fessurazioni nei tubi bollitori;
- presenza di condensa nella camera vapore;
- presenza sensibile di schiuma;
- diminuzione della temperatura;
- aumento della viscosità del sugo.

Nella conduzione dell'evaporazione, fissata la pressione dell'ultimo effetto, i corpi a monte si autoregolano in funzione dei prelievi, della superficie e del coefficiente di trasmissione del calore.

La pressione dell'ultimo effetto si mantiene ad un valore tale da avere un Bx del denso sufficientemente elevato e che le temperature dei corpi a monte (corpi a maggior pressione) si mantengano nei valori normali per consentire i prelievi programmati.

Con l'incrostamento dei tubi dei vari corpi, le temperature tendono a salire per cui occorre :

- aumentare il salto totale della batteria: ciò può comportare distruzioni del saccarosio e ricolorazioni del sugo.
- ridurre la potenzialità: ciò comporta un onere economico anche rilevante;
- ridurre la pressione dell'ultimo effetto: si ha un minore utilizzo del suo vapore nei riscaldamenti e quindi un maggior consumo energetico.

I prelievi del vapore sono legati alla temperatura dei vari fluidi circolanti in zuccherificio.

Nel controllo dei prelievi si deve considerare che per ogni kg di vapore prelevato da un effetto, è evaporata una quantità di acqua approssimativamente pari al vapore prelevato, moltiplicato il numero (posizione) dell'effetto: così per esempio se si preleva dal 1° effetto un kg di vapore, viene evaporata circa 1 kg di acqua dal sugo; un kg di vapore prelevato dal II effetto evapora circa 2 kg, e così via.

Le migliori condizioni di esercizio di una batteria di evaporazione, per avere la massima concentrazione del sugo e il minor consumo di vapore all'ingresso della batteria prevedono:

- a) Entrare al 1° effetto con un sugo leggero alla temperatura il più possibile vicina a quella di regime del corpo; per ottenere questo bisogna riscaldare energicamente il sugo in appositi riscaldatori, l'ultimo dei quali alimentato con vapore uguale a quello che entra in camera vapore del 1° effetto.
- b) Il vapore di ritorno deve essere completamente desurriscaldato fino alla temperatura corrispondente alla sua pressione: se la pressione è 2,5 bar (3,5 bar assolute) la temperatura deve essere di 138°C. Il vapore deve quindi essere saturo.
- c) Tutti i tubi dell'evaporazione devono essere alimentati con sugo, in modo che ci sia il massimo utilizzo della superficie evaporante. D'altra parte la quantità di sugo che affluisce al corpo non deve essere eccessiva, per non alzare il livello di lavoro del corpo stesso con conseguenti diminuzioni delle prestazioni e pericoli di trascinalamenti di sugo nel vapore d'effetto.
- d) Devono essere ben aperti gli sfiati dei gas incondensabili, poiché essendo tali gas pessimi conduttori di calore fanno diminuire la capacità di condensazione della camera vapore e quindi impediscono la trasmissione di calore. Anche lo scarico delle condense che si formano in camera vapore deve essere continuo e totale, proprio per non togliere superficie allo scambio e per non avere pericolosi colpi d'ariete che potrebbero danneggiare il fascio tubiero.
- e) I prelievi di vapore d'effetto per i vari riscaldamenti e per la cottura devono essere rigorosamente quelli di progetto. Se si va a modificare arbitrariamente quanto previsto non è possibile ottenere la concentrazione prevista del sugo leggero, aumentando le necessità energetiche.
- f) I tubi della batteria di evaporazione devono restare sostanzialmente puliti e privi di incrostazioni che ne andrebbero a modificare la superficie di scambio. Infatti un inconveniente assai grave durante l'esercizio della batteria di evaporazione è la formazione di incrostazioni che si depositano



sui tubi, nella superficie interna della camera sugo. Tali incrostazioni determinano una riduzione del coefficiente di trasmissione del calore, che può raggiungere anche entità rilevanti.

Ciò è causato dalle variazioni di concentrazione nel passaggio da sugo leggero a sugo denso, che provoca la formazione di precipitati salini, i quali possono andare a depositarsi sotto forma di incrostazioni sulle superfici di scambio. Si tratta in genere di sali di calcio e silice.

Questo fenomeno deve essere contrastato dall'esterno, prima che il sugo arrivi alla batteria, con una conduzione accurata della depurazione.

Poiché la decalcificazione del sugo leggero tramite ebollitore non è in grado, a piena potenzialità, di abbattere tutta la durezza residua dei sughi, si introducono nei vari corpi (1° e 3°) i cosiddetti sequestranti, che influiscono sulla precipitazione dei sali, facendo in modo che rimangano in sospensione nel sugo, senza depositarsi sulle superfici di scambio.

Il dosaggio di tali prodotti è regolato dalla durezza del sugo leggero.

Durante la concentrazione del sugo avvengono dei fenomeni di natura chimica in grado di pregiudicare il regolare andamento del processo.

Tra questi fenomeni è opportuno ricordare i seguenti:

- retrogradazione dell'alcalinità
- variazione del pH
- distruzione del saccarosio
- formazione di colore

#### Retrogradazione dell'alcalinità

Se si determina l'alcalinità nel sugo leggero e nel sugo denso, si riscontra che questa aumenta di circa 2÷3 volte, mentre la concentrazione aumenta di circa 5 volte: si ha cioè una diminuzione di alcalinità.

Il fenomeno è dovuto alla demolizione delle sostanze azotate non completamente eliminate in depurazione che, danno luogo a sostanze più semplici, quali, acidi organici e ammoniaca (NH<sub>3</sub>). La quantità liberata si può indicare in circa 100 g. di NH<sub>3</sub> per tonnellata di bietole lavorate, ma questo dato è suscettibile di variazioni notevoli a seconda del tenore di sostanze azotate nelle bietole in relazione al tipo di terreno, alla concimazione e alla conservazione del prodotto.

Questa ammoniaca deve essere estratta dagli evaporatori, per evitare forti riduzioni del coefficiente di scambio del calore. Oltre all'NH<sub>3</sub> si ha anche formazione di CO<sub>2</sub> (anidride carbonica).

#### Variazione del pH

Un pH del sugo denso attorno a 8.5 può essere sufficiente. Il valore di pH normalmente idoneo per evitare demolizioni di saccarosio e incrementi di colore in evaporazione e in cottura (cristallizzazione del saccarosio), è attorno a 8.5÷8.6. Valori superiori comportano ricolorazioni, perdite di saccarosio e, in cottura, rallentamento della velocità di cristallizzazione.

#### Distruzione del saccarosio

A causa delle alte temperature si ha in evaporazione una certa distruzione di zucchero, che può essere più o meno elevata in funzione anche del pH. Con sughi a pH normali, la quantità di saccarosio distrutta in un'ora è rappresentata nel grafico di figura 3

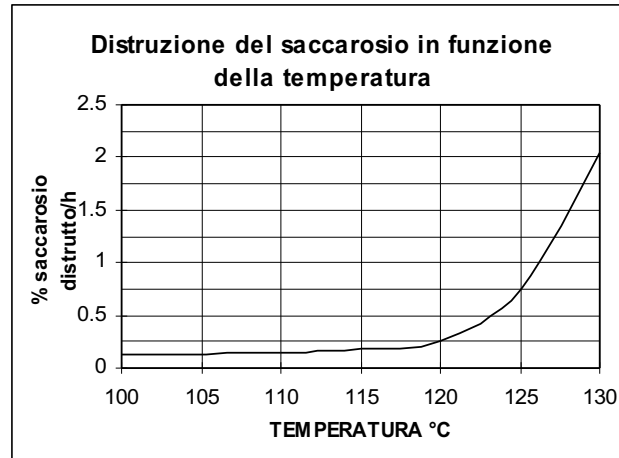


Figura 3

Il grafico evidenzia che le perdite di saccarosio diventano significative oltre i 125 °C, per cui è molto importante controllare che la temperatura della camera sugo del 1° effetto, non si elevi di molto oltre tale valore.

Normalmente si considera che in evaporazione si abbia una perdita attorno allo 0.1% di saccarosio.

#### Formazione di colore

Il sugo denso uscente dalla batteria di evaporazione mostra un grado di colorazione superiore a quello del sugo leggero in ingresso, tale formazione di colore che normalmente tende a verificarsi può essere variabile dal 20 al 100% in più a seconda di vari fattori primo tra tutti la qualità della materia prima, ma normalmente si attesta intorno al 30%. Questa colorazione è dovuta essenzialmente, alla demolizione dell'invertito sfuggito alla depurazione calco-carbonica o prodotto in seguito, alla decomposizione del saccarosio, alla formazione di melanoidine per reazione fra carboidrati e sostanze azotate.

#### **Cristallizzazione del saccarosio**

La cristallizzazione è un processo di separazione e di purificazione con il quale si ottiene saccarosio (fase solida) a partire da una sua soluzione.

Condizione necessaria perché avvenga la cristallizzazione è l'esistenza di sovra-saturazione.

Per soluzione sovra-satura si intende una soluzione contenente una quantità di soluto (nel nostro caso saccarosio) superiore a quella esistente in una soluzione satura.

L'eccesso di soluto rispetto alla saturazione tende a separarsi allo stato solido in forma cristallina.

Il saccarosio in soluzione ha la proprietà di raggiungere valori sufficientemente elevati di sovra-saturazione senza separarsi allo stato solido (cristalli), salvo che non si sia in presenza di "corpo di fondo (cristalli di saccarosio)".

Per sovra-saturare una soluzione si può agire:

concentrando la soluzione per evaporazione (nel nostro caso per evaporazione dell'acqua della soluzione zuccherina);

per raffreddamento della soluzione in quanto, come nel caso del saccarosio, la solubilità diminuisce col diminuire della temperatura;

combinando i due sistemi, come nel caso della cristallizzazione del saccarosio effettuata nel caso dello zuccherificio.

Questa proprietà, molto importante, è sfruttata negli apparecchi di cristallizzazione (fase di cottura).

Il coefficiente di sovra-saturazione "C" delle soluzioni zuccherine può assumere vari valori e suddividere lo stato di saturazione in cinque zone ben distinte:

Zona di sotto-saturazione, ( $C < 1$ ) dove la concentrazione del saccarosio è inferiore a quella di saturazione e pertanto non è possibile cristallizzare saccarosio, ma solo scioglierne.

Linea di saturazione a ( $C = 1$ ) dove la soluzione è satura e quindi non scioglie zucchero, né separa cristalli anche in presenza di corpo di fondo.

Zona metastabile, dove il coefficiente  $C$  varia da 1 a circa 1.2 (può arrivare anche a circa 1.3 per il basso prodotto) e la quantità di saccarosio che eccede la saturazione, si deposita prevalentemente sulla superficie di cristalli di saccarosio preesistenti, normalmente di piccole dimensioni, introdotti appositamente nella soluzione.

Zona intermedia, dove il coefficiente  $C$  varia da circa 1.2, 1.25 a circa 1.3. È una zona di sovra-saturazione “instabile” con deposizione delle molecole di saccarosio sui cristalli presenti, e formazione di nuovi cristalli (nuclei) che si sommano a quelli preesistenti. In questa zona è possibile ingrossare dei germi cristallini di saccarosio introdotti nei cristallizzatori con il sistema a “shock”.

Zona di ingrano naturale, dove il coefficiente  $C$  supera il valore di 1.3. In tale zona di sovra-saturazione si formano spontaneamente i germi cristallini, sui quali si depositano altre molecole di saccarosio. La germinazione spontanea continua fino a che non cristallizza tanto saccarosio da raggiungere i valori di sovra-saturazione caratteristici della zona metastabile.

Nelle soluzioni sovra-sature si ha l'attitudine sia alla nucleazione che all'ingrossamento dei cristalli: naturalmente nella zona “metastabile”, l'attitudine all'ingrossamento dei cristalli prevale su quella di nucleazione spontanea.

E' fondamentale, inoltre, tener conto delle condizioni pratiche in cui avviene la “cottura”, per cui in alcune zone possono crearsi locali punti di sovra-saturazione o di sotto-saturazione rispetto ad altri.

Con il termine improprio di “cottura”, entrato nel gergo saccarifero, si intende la cristallizzazione dello zucchero mediante evaporazione del solvente (acqua).

Il compito della cottura è quello di ottenere da una soluzione zuccherina, dello zucchero cristallizzato avente dimensioni lineari e controllate.

L'operazione si effettua in apparecchi discontinui con riscaldamento a vapore, simili a quelli visti per l'evaporazione, con tubi di maggior diametro, sia per evitare eccessive temperature di ebollizione, sia per sfruttare vapori di effetto (dall'evaporazione) a più bassa pressione (e temperatura).

L'operazione si effettua sotto vuoto e la bolla viene alimentata con lo sciroppo previsto, fino a raggiungere un livello massimo, oltre il quale possono esistere seri pericoli che parte della massa zuccherina possa essere aspirata dal vuoto stesso.

La massa zuccherina contenente cristalli di saccarosio è chiamata “massacotta”.

E' possibile suddividere la fase della cottura con quattro passaggi:

- piede di cotta, in cui si ha la concentrazione della soluzione, la semina dei microcristalli e il loro accrescimento;
- accrescimento della massa cotta con alimentazione e con deposizione del saccarosio cristallizzabile sui cristalli del piede di cotta;
- stretta finale, con scarico della massa cotta;
- lavaggio della bolla.

#### Piede di cotta

Per ottenere cristalli finiti di uniforme granulometria, bisogna contrastare, durante il decorso della cottura, la formazione di germi cristallini per mettere a disposizione della fase successiva, il numero di nuclei necessari ad ottenere, alla centrifugazione, cristalli finiti uniformi di dimensioni prestabilite.

Per limitare la formazione di nuovi nuclei cristallini, è necessario non superare mai la soglia di sovra-saturazione, oltre la quale l'attitudine alla nucleazione predomina su quella di ingrossamento dei cristalli già esistenti. I nuclei cristallini che si formano naturalmente vengono chiamati “farina” ed è molto difficile eliminarli, anche con l'introduzione di acqua.

Il sistema maggiormente utilizzato per la formazione del piede di cotta è la semina. Tale pratica riveste un'importanza fondamentale, ed al momento è insostituibile nella conduzione automatica della cottura. Consiste nell'introduzione, all'interno del campo di prevalente ingrossamento dei cristalli (zona metastabile), dell'esatto numero di microcristalli, per ottenere, a fine cotta, cristalli di dimensioni prefissate.

Gli "step" della fase del "piede di cotta" sono:

a) Introduzione dello sciroppo

- Si predispose il vuoto all'interno della bolla, con l'accortezza di effettuarlo gradualmente per non influire negativamente sulla rete generale. Lo sciroppo può già essere introdotto quando il valore del vuoto interno è sufficiente per essere aspirato dalle casse (circa 200÷400 mm Hg di vuoto = 0.7÷0.5 bar assoluti).
- Si introduce lo sciroppo in bolla fino a coprire il fascio tubiero. Il vapore può essere immesso leggermente prima del raggiungimento del livello.
- Con l'introduzione del vapore si avvia la concentrazione dello sciroppo. Il livello può essere mantenuto costante (automaticamente o manualmente) ma in quantità tale da non influire significativamente sulla concentrazione, oppure si può introdurre una quantità di prodotto in modo tale che alla concentrazione predefinita per la semina, il liquido copra il fascio tubiero (almeno 10÷20 cm); tale sistema però ha ovviamente l'inconveniente che il livello è funzione del Bx dello sciroppo di alimentazione.

b) Concentrazione

- La soluzione si concentra fino a raggiungere il valore desiderato di sovra-saturazione, valore che può essere fissato solo sperimentalmente (circa 1.15÷1.3 di "C" a seconda del prodotto).

c) Semina

- Raggiunto il valore di sovra-saturazione ottimale per il getto in essere, si immette la quantità di microcristalli (zucchero impalpabile) sufficiente per ottenere un prodotto finito dalle dimensioni desiderate. La formazione di altra grana o la formazione di geminati sta ad indicare che il valore predisposto per la semina è troppo elevato. Se si osserva, invece, che i cristalli stentano ad ingrossare o, addirittura tendono a sciogliersi, è sintomo che il valore è inferiore a quello necessario. Se l'inconveniente è tale da pregiudicare la qualità finale della massa cotta è necessario ripetere l'operazione, sciogliendo con acqua i cristalli presenti, correggendo il valore di concentrazione.
- Per favorire la dispersione nello sciroppo di cottura dei microcristalli, durante la fase di semina è opportuno effettuare una sospensione in un alcole superiore, che nel nostro caso è l'alcool isobutilico.  
La quantità dei microcristalli da immettere durante la semina si determina sperimentalmente con alcuni tentativi.

d) formazione del piede di cotta

- Il compito del piede di cotta è quello di ricevere i microcristalli introdotti e portarli alla fase successiva (accrescimento o cristallizzazione) sufficientemente ingrossati e in numero sufficiente. La superficie dei cristalli deve essere tale da permettere la deposizione delle molecole di saccarosio con la massima velocità possibile, in relazione all'evaporazione dell'acqua.

### Accrescimento dei cristalli

Questa fase ha il compito di ingrossare i cristalli provenienti dalla fase del piede di cotta fino al riempimento della bolla, evitando di formare altri germi che, ingrossandosi a loro volta, porterebbero ad una granulometria dispersa.

La regolazione dell'alimentazione dello sciroppo è effettuata in funzione della consistenza della massa cotta e quindi della sovra-saturazione.

Per regolare opportunamente la velocità di cristallizzazione in funzione della qualità del getto I° o II° si regola la semina in modo da avere un numero di cristalli idonei per assorbire con sufficiente velocità, il saccarosio che deve passare dalla soluzione allo stato solido. I cristalli più piccoli assorbono, in rapporto al loro peso, molto più zucchero rispetto ai cristalli più grossi:

Nel corso della cotta la sovra-saturazione deve essere sufficientemente bassa per non creare falsa grana (polvere o farina), ma abbastanza alta da avere la massima velocità di deposizione delle molecole sui cristalli di saccarosio.

Più semplicemente, si deve introdurre con lo sciroppo una quantità di acqua che venga evaporata in bolla, in modo da mantenere costante il valore di Z/A: quindi inizialmente la massa cotta in bolla

dovrà essere abbastanza “larga” (= poco peso in cristalli e quindi bassa consistenza) e, con il procedere della cottura, sempre più “stretta” (= consistenza maggiore).

Il livello massimo di riempimento della bolla è legato al pericolo che la massa cotta sia trascinata dal vapore lungo le tubazioni del “vuoto”.

Terminata la fase di alimentazione (bolla al livello massimo) si passa alla fase successiva di stretta.

#### Stretta finale

Questa operazione, che si esegue senza aspirare sciroppo in bolla, serve a raggiungere la concentrazione massima in sostanza secca (Bx) della massa cotta, per avere un esaurimento sufficiente dello scolo madre, ed una consistenza idonea per la sua movimentazione.

Alla stretta segue lo scarico nelle cosiddette collettrici (mescolatori di attesa).

#### Lavaggio della bolla

Terminato lo scarico, la bolla deve essere lavata dai residui di massa cotta ricca di cristalli che impedirebbero una regolare cottura successiva.

Il lavaggio viene effettuato con vapore di 2° effetto, per circa 5'÷10', finché la bolla non sia sufficientemente pulita.

Il liquido zuccherino di lavaggio viene inviato assieme alla massa cotta e successivamente, terminato il lavaggio, la bolla rimane pronta per un ulteriore ciclo di cottura.

### **Ciclo di lavorazione del reparto di cristallizzazione**

La circolazione dei vari prodotti lungo le fasi della cristallizzazione si può sintetizzare:

- a) il sugo denso, è avviato alla cottura di I prodotto;
- b) la massa cotta di I prodotto viene avviata alla centrifugazione;
- c) dalla centrifugazione si ottiene:
  - zucchero greggio di I° Prodotto: inviato, dopo opportuno scioglimento (sciroppo) all'affinaggio (cottura di raffineria);
  - scolo chiaro che ritorna nella cassa di alimentazione del getto di I prodotto;
  - scolo scuro che è inviato in parte al cristallizzatore verticale (MET) e in parte, dopo trattamento con l'impianto Quentin al getto di basso prodotto (= II prodotto);
- d) la massa cotta del getto di affinaggio o raffineria viene avviata alla centrifugazione;
- e) dalla centrifugazione del getto di raffineria si ottiene:
  - zucchero bianco: è inviato al condizionamento zucchero (essiccamento, vagliatura, ecc.) per essere successivamente commercializzato;
  - scolo chiaro che ritorna alla cassa di alimentazione della raffineria
  - scolo scuro che è inviato al getto di I° prodotto.
- f) la massa cotta del getto di II prodotto dopo condizionamento nei mescolatori-cristallizzatori verticali (toury), viene avviata alla centrifugazione;
- g) dalla centrifugazione si ottiene:
  - zucchero greggio di II prodotto che viene sciolto nel solutore (rifondata) ed inviato al getto di I° prodotto;
  - melasso che è avviato ai serbatoi di stoccaggio

Gli scarti dei vagli dello zucchero bianco, sciolti con sugo leggero od acqua, ritornano alla cassa di raffineria per il confezionamento della massa cotta di affinaggio.

### **Getto di I° prodotto**

Con il getto di I° prodotto ci si prefiggono i seguenti scopi:

- ottenere uno sciroppo di raffineria di buona qualità, principalmente come colore;



- esaurire lo scolo scuro (o povero), da inviare al getto di basso prodotto ad una purezza tale da permetterne la cottura per ottenere un melasso sufficientemente esaurito;
- ottenere uno scolo chiaro con purezza (Qz) sufficiente a garantire un quoziente complessivo della cottura di 1° prodotto ottimale, per favorire l'esaurimento dello scolo povero e garantire uno sciroppo di raffinazione di buona qualità.

Questo getto è condotto da un sistema semiautomatico che utilizza sensori di consistenza nelle varie fasi di cottura.

Il sistema, basato sulla consistenza della massa (valore reometrico) avverte prevalentemente la presenza dei cristalli, rispetto alla viscosità dello scolo madre.

Il valore della consistenza, o valore reometrico, risente della resistenza che oppone al movimento la massa in cui il sensore è immerso. Nel caso della massa cotta, i cristalli oppongono una resistenza assai superiore rispetto allo scolo madre.

La stretta finale deve essere tale da permettere uno scarico della massa cotta sufficientemente agevole ma con il raggiungimento di un Bx tale da permettere, dopo il successivo condizionamento e trattamento nell'impianto "MET", uno scolo madre sufficientemente esaurito.

Presso lo stabilimento di Termoli il getto di primo prodotto deve soddisfare due condizioni antitetiche tra loro e precisamente:

- ottenimento di uno zucchero greggio di 1° prodotto che possa produrre uno sciroppo destinato alla raffinazione con quoziente di purezza superiore a 98% e colore in soluzione inferiore a 300 U.I., al fine di permettere la produzione di zucchero bianco commerciale.
- esaurimento dello scolo madre al fine di ottenere uno scolo scuro (o povero) attorno a 74÷76 di Qz, al fine di permettere un buon esaurimento del melasso nella cottura di basso prodotto.

Presso lo zuccherificio di Termoli è installata un'apparecchiatura che sfrutta il calore sensibile della massacotta evaporando, sotto un vuoto più spinto rispetto a quello esistente in bolla, parte dell'acqua ivi contenuta.

L'aumento della concentrazione permette una maggior cristallizzazione di saccarosio e quindi un esaurimento più spinto dello scolo madre, anche partendo da sciroppi a Qz relativamente alti. Tale apparecchio è chiamato "MET" (Multistage Ebullism Tank). Al fine di valutare il grado di esaurimento dello scolo madre da parte del MET viene eseguito nel laboratorio di fabbrica l'analisi dello scolo madre in ingresso al MET denominato scolo aspirato. Di tale scolo si determina il quoziente di purezza (rapporto tra polarizzazione e il Bx %).

Si va poi a determinare il quoziente di purezza dello scolo scuro alla centrifugazione (rapporto tra la polarizzazione e il Bx %). Dal confronto dei due dati si valuta il corretto funzionamento del MET. Perché si possa dire che il MET lavora correttamente lo scolo aspirato deve avere un quoziente più alto di quello alla centrifugazione.

L'apparecchio è costituito da più stadi (n° 3) a vuoto crescente.

In particolare il vuoto nelle tre camere del MET è regolato in modo che sia crescente, cioè nella terza camera deve esserci un vuoto più spinto di quello presente nella seconda che avrà un vuoto più spinto di quello presente nella prima.

Il vuoto più elevato rispetto a quello delle bolle da cui proviene la massa cotta trattata, permette l'evaporazione dell'acqua fino a raggiungere l'equilibrio della temperatura della massa, con il vuoto presente in ciascuna camera del M.E.T., con deposizione di saccarosio dalla soluzione ai cristalli, sia per effetto del maggior Bx che, dell'abbassamento della temperatura.

Per compensare la maggior consistenza della massa, è necessario immettere un fluidificante, che normalmente, è lo scolo povero (= scolo scuro) saturo del getto di 1° prodotto e che con tale operazione tende ad essere esaurito.

Ciò comporta una riduzione della quantità di massacotta in circolo e minori ricicli di scoli, parte dei quali non debbono subire la normale cottura in bolla.

L'operazione avviene in tre fasi distinte a vuoto crescente = pressione assoluta decrescente dall'ingresso all'uscita della massa. Tale accorgimento si rende necessario per due ragioni:

- per evitare che i cristalli che sostano un tempo maggiore, ingrossino in modo anomalo rispetto agli altri, modificando la distribuzione granulometria;

- per evitare che la sovra-saturazione raggiunga valori troppo elevati (oltre 1.2÷1.3) che porterebbero alla formazione di "farina". L'innalzamento della sovra-saturazione è causato dall'aumento della concentrazione passando da una camera all'altra a vuoto superiore (= pressione assoluta inferiore).

Per ottenere un corretto esaurimento degli scoli che alimentano il MET è necessario introdurli per la maggior parte nella prima e in minor quantità nella seconda camera.

La quantità di scolo necessario all'alimentazione del MET è funzione della consistenza della massa cotta in ingresso ed in uscita dall'apparecchio. Infatti la quantità deve essere tale da consentire una buona fluidificazione della massa cotta in ingresso, ma anche una corretta consistenza della massa cotta in uscita dall'impianto. A tale proposito si agisce sull'assorbimento degli agitatori della 1° e della 3° camera.

Un ulteriore accorgimento è quello di ottenere il massimo assorbimento possibile di scoli. Affinché ciò avvenga si interviene sul vuoto delle camere.

Nella conduzione delle bolle di 1° prodotto è importante evitare che la massa cotta soste oltre il tempo necessario in bolla per due motivi:

1. per mantenere sufficientemente agitata la massa cotta è necessario l'apporto dell'agitazione del vapore prodotto dall'acqua della soluzione, in quanto l'agitatore non è in grado di mantenere omogenea la massa con molto saccarosio cristallizzato. È necessario, inoltre, introdurre acqua o sugo leggero in bolla per mantenere costante la concentrazione.
2. l'aggiunta di acqua in bolla tende a sciogliere parzialmente i cristalli nella zona di entrata, il cui saccarosio cristallizza di nuovo ingrossando altri cristalli. Se il processo si prolunga per molto tempo, la dispersione granulometrica peggiora sensibilmente con conseguenze negative durante la fase di centrifugazione.

Per quanto sopra detto è necessario programmare il servizio delle bolle, in funzione della possibilità di smaltimento della massa cotta a valle e dello sciroppo a monte.

Le bolle di ciascuna fase devono essere condotte in modo scalare, tale da rendere più regolare il prelievo di vapore dai corpi di evaporazione.

Altra considerazione importante nella conduzione delle bolle di 1° prodotto, riguarda il lavaggio della bolla con vapore (svaporamento), per eliminare i cristalli rimasti dopo lo scarico.

La massa cotta, dunque, dalle collettrici e dai mescolatori di attesa, viene pompata al MET e da qui nei mescolatori di condizionamento, dove viene inviata al "mixer" di carico delle 5 centrifughe continue.

La centrifugazione è un'operazione meccanica per mezzo della quale, in una massacotta prodotta nella fase di cottura, vengono separati i cristalli di zucchero dall'acqua-madre (o scolo) che li accompagna.

La centrifuga è costituita da un panierino metallico forato, perfettamente bilanciato e dinamicamente equilibrato, guarnito al suo interno da reti metalliche e lamiere forate (chiamate "veli") a basso spessore in acciaio inossidabile, con fori piccolissimi tondi o oblunghi, in grado di trattenere i cristalli di zucchero, ma di lasciar passare l'acqua – madre (o scolo) che viene espulsa dal panierino per forza centrifuga creata dal movimento rotatorio del panierino stesso.

Con la centrifugazione della massacotta si realizza la separazione meccanica della fase solida da quella liquida.

Le centrifughe si differenziano in continue e discontinue, in base alle loro caratteristiche costruttive e secondo determinati criteri di funzionamento.

Le centrifughe continue vengono messe in marcia e poste in rotazione massima (circa 2000 giri al minuto), alimentate con una ben dosata quantità di massacotta, fuoriuscente da una piccola valvola dosatrice con otturatore a sezione variabile, detto a "iride" (come l'obiettivo di una macchina fotografica).

La massacotta che scende al fondo del panierino si dispone in uno strato sottilissimo (qualche millimetro di spessore) sui veli filtranti che rivestono la superficie interna del panierino di forma tronco-conica. La massacotta, favorita anche dall'allargamento progressivo del diametro del panierino, risale rapidamente verso il bordo superiore del panierino, perdendo tutto lo scolo nel tragitto. Se la massacotta ha necessità di essere lavata con acqua, è disponibile un dispositivo di

spruzzamento continuo, dal quale lo strato di massacotta che sale verso il bordo superiore del paniere viene lavato.

L'acqua madre uscente dalla parte bassa del paniere, al di sotto degli ugelli, è detta scolo scuro, cioè soluzione satura di zucchero non cristallizzato, in fase di cottura e di non-zuccheri rimasti in soluzione.

Dalla fascia alta del paniere, dagli ugelli in su, esce un liquido detto scolo chiaro, contenente una minore quantità di non-zuccheri e ancora zucchero sciolto, anche per azione del lavaggio, formando così una soluzione zuccherina generalmente sottosatura e con un Qz di purezza più alto di quello dello scolo scuro.

Le centrifughe discontinue vengono caricate con una certa quantità di massacotta attraverso una valvola servocomandata ad apertura completa, del tipo a ghigliottina o a farfalla, mentre il paniere gira ancora piuttosto lentamente. Finita la carica, determinata dalla capacità geometrica del paniere (di forma cilindrica), la macchina sale velocemente di giri fino a raggiungere quelli massimi consentiti e resta in rotazione per un tempo stabilito dalla tipologia della massacotta introdotta al fine di scolarla per forza centrifuga. Anche queste macchine sono corredate di un sistema a spruzzi per il lavaggio della massacotta in tutta l'altezza del paniere.

Il lavaggio inizia soltanto dopo che l'acqua madre è stata completamente espulsa, dando origine allo scolo scuro, che è come già detto una soluzione zuccherina satura.

Quando si apre l'acqua di copertura, comincia ad uscire dal paniere lo scolo chiaro, per un periodo di tempo che va da 15 secondi fino ad un minuto. Il ciclo iniziato con il caricamento della macchina si conclude con la frenatura elettrica e poi meccanica dell'asse che porta il paniere nel quale i cristalli di zucchero lavati sono rimasti praticamente immobili durante tutto il ciclo.

Nello stabilimento di Termoli sono presenti sia centrifughe continue che centrifughe discontinue e il loro utilizzo è schematizzabile nel seguente modo:

Centrifugazione di 1° prodotto, applicata alle massacotte in uscita dal cristallizzatore verticale MET. Le centrifughe installate sono di tipo continuo e producono:

- Zucchero greggio di 1° prodotto che viene inviato alla dissoluzione, per diventare sciroppo di raffineria ed essere nuovamente cristallizzato nella fase di cottura della raffineria.
- Scolo scuro che è l'acqua madre in uscita prima degli ugelli di spruzzamento dell'acqua di copertura. Tale scolo, viste le sue caratteristiche di purezza, viene inviato ad un apposita cassa da cui, parte viene riciclata al MET e parte inviata al trattamento tramite impianto Quentin.
- Scolo chiaro che è la soluzione zuccherina risultante dopo il lavaggio. Grazie alle sue caratteristiche di purezza viene riciclata nel getto di 1° prodotto.

Centrifugazione di basso prodotto, in cui le centrifughe installate sono di tipo continuo e producono:

- Zucchero greggio di II° prodotto, che viene inviato all'apposito solutore dove viene sciolto per diventare rifondata ed inviato al getto di 1° prodotto.
- Melasso, che è lo scolo madre esaurito, inviato allo stoccaggio per essere commercializzato come componente di mangimi, oppure, come materia prima nella produzione di alcool etilico.

Centrifugazione di raffineria, dalla quale ha origine il prodotto finito. Le centrifughe installate sono di tipo discontinuo e producono:

- Zucchero bianco che è inviato alla fase di condizionamento.
- Scolo scuro che è la soluzione satura madre che viene recuperata prima della fase di copertura e inviata al getto di 1° prodotto.
- Scolo chiaro che è la soluzione zuccherina sottosatura che si ottiene dal lavaggio dello zucchero e che viene riciclata nel getto di raffineria.

Il buon funzionamento meccanico e tecnologico delle centrifughe è legato alla qualità della massa cotta e più precisamente alla:

- viscosità dello scolo madre, in quanto, minore è il Qz, maggiore è la sua viscosità, la quale ostacola il regolare defluire dello scolo;
- consistenza della massa cotta, che deve avere la massima consistenza compatibilmente con il mantenimento della portata desiderata.

I sughi zuccherini prodotti nello stabilimento di Termoli mostrano la presenza di non zuccheri.

Tali non zuccheri, non essendo eliminati dal circuito da nessun tipo di processo alternativo alla depurazione, rimangono in circolo producendo colorazione dei sughi, che impedisce la cristallizzazione e, dunque, la produzione di zucchero commerciale direttamente dal getto di 1° prodotto.

Per tale ragione è necessaria l'adozione di un ulteriore stadio di cottura chiamata di raffineria, che ha lo scopo di depurare i sughi dai non zuccheri presenti, tramite il processo di dissoluzione e ricristallizzazione, per ottenere zucchero bianco di buona qualità. A tale scopo si può affermare che il parametro che maggiormente interessa questo processo è il colore dei sughi e precisamente il colore in soluzione dello sciroppo e dello scolo bianco.

I sughi che interessano la cassa di raffineria sono:

- Sciroppo di raffineria, ottenuto tramite dissoluzione dello zucchero greggio di 1° prodotto in apposito solutore. Tale sugo, dopo filtrazione con pannelli di perlite, viene inviato alla cassa di cottura della raffineria.
- Scolo chiaro, proveniente dal lavaggio in centrifuga dello zucchero dello stesso getto di raffineria.

Lo sciroppo di raffineria è il sugo che maggiormente alimenta la cassa del getto di affinaggio. La colorazione dipende dalla qualità dei sughi che lo producono e in generale non deve superare i 300 U.I., che vengono considerati il limite superiore per la produzione di zucchero bianco, con colore in soluzione inferiore a 4,6 punti CEE.

Lo scolo chiaro di raffineria essendo il prodotto di lavaggio in centrifuga di zucchero, porta un contributo minimo alla colorazione del sugo madre, poiché tende ad attenuare, per mescolamento, quello eventualmente presente.

Gli interventi che vengono eseguiti nel controllo del colore dello sciroppo di alimento della cassa di raffineria, per il contenimento dei valori all'interno dei limiti stabiliti, sono essenzialmente due:

- ottimizzare i parametri di centrifugazione del 1° prodotto
- ottimizzare i parametri di centrifugazione della raffineria.

#### Ottimizzazione dei parametri di centrifugazione di 1° prodotto

La qualità dello zucchero greggio di 1° prodotto dipende dalla materia prima (qualità della massacotta) che può essere variata incrementando i ricicli di scolo bianco che tendendo ad aumentare il quoziente di purezza della cassa standard del getto di primo prodotto, portano alla formazione di cristalli più puri che, sciolti danno poi uno sciroppo meno colorato.

Per incrementare la quantità di scolo chiaro di riciclo, si interviene sulla centrifugazione che è l'operazione di separazione dei cristalli dallo scolo madre. Per ottenere la migliore separazione e pulizia dei cristalli di zucchero greggio di 1° prodotto, si agisce sulla quantità di acqua di lavaggio (copertura) in centrifuga, oppure sulla quantità di massacotta in ingresso da centrifugare.

Tale operazione porta, oltre ad una migliore pulizia dei cristalli, che risulta comunque efficace ai fini del contenimento del colore dello sciroppo, quando tale parametro dipende da inefficaci separazioni dell'acqua madre, anche al miglioramento della qualità dei cristalli che si formeranno nelle massacotte successive, per un incremento del riciclo dello scolo chiaro.

#### Ottimizzazione dei parametri di centrifugazione di raffineria

Anche l'acqua di copertura della centrifugazione di raffineria può migliorare la qualità dello zucchero prodotto. Questo è valido quando la colorazione del prodotto finito, dipende da parziale separazione delle acque madri dal cristallo.

Se, infatti, nella massacotta di raffineria si hanno alte percentuali di cristallo fine, in fase di centrifugazione si possono verificare problemi di cattiva separazione delle acque madri dal cristallo

che, quindi, rimane colorato. Quando la causa del colore del prodotto finito è dovuta a tale inconveniente si può intervenire sul processo incrementando l'acqua di copertura, che scioglie la grana fine favorendo un miglior lavaggio.

#### Parametri di valutazione dello zucchero bianco

Lo scopo principale della buona conduzione della cottura di raffineria è la produzione di zucchero bianco, in quantità economicamente convenienti e di qualità tale da essere idoneo alla commercializzazione nella categoria di appartenenza.

Nei parametri di valutazione, il colore è il maggiore componente degli zuccheri bianchi commerciali, infatti, nel punteggio totale di valutazione dello zucchero, ben due parametri su tre riguardano il colore, il terzo è relativo alle ceneri (tabella 2).

(punti C.E.E):

Tabella 2 : Punteggio dello zucchero bianco secondo la classificazione C.E.E.

Categoria	Tenore in ceneri	Tipo di colore (visivo)	Colore in soluzione	PUNTI TOTALI
1	6	4	3	8
2	15	9	6	22
3		12		

Lo stabilimento di Termoli produce uno zucchero bianco che rientra nella categoria (ex CEE) 2 con le seguenti caratteristiche:

Ceneri:	~ 1÷3 punti CEE
Farbtype (colore visivo)	~ 3÷5 “ “
Colore in soluzione (ICUMSA)	~ 3÷5 “ “
Punteggio totale	~ 7÷13 “ “

Molto importante, specie per quanto riguarda la regolarità della lavorazione e della conservazione del prodotto è la distribuzione granulometrica dello zucchero cristallizzato.

Normalmente la qualità granulometrica è espressa con due parametri: la *dimensione media (MA)* e il *coefficiente di variabilità (CV)*. Questo ultimo è un parametro molto importante, in quanto esprime la dispersione granulometrica dei cristalli, dunque, più il suo valore è alto, più i cristalli di zucchero sono dispersi.

L'analisi è effettuata vagliando lo zucchero su di una serie di setacci sovrapposti e pesando la quantità che rimane sopra ciascun vaglio.

Un valore del CV superiore a 40 denota una qualità granulometrica dei cristalli di zucchero scadente, valori inferiori a 35 denota invece una buona qualità.

#### Impianto Quentin

La cristallizzazione dello zucchero proveniente dagli zuccherifici è migliore se i cationi inorganici (melassigeni), presenti sotto forma di sali, sono sostituiti con degli ioni di magnesio (non melassigeno). Il processo più semplice è quello di utilizzare uno scambiatore di ioni, rigenerato con ioni di magnesio.

La pratica ha dimostrato che lo scolo povero di 1° prodotto è quello che meglio si presta al trattamento con resine scambiatrici di ioni. Trattando questo scolo tramite resine rigenerate con cloruro di magnesio, non si ha praticamente aumento di purezza, ma l'esaurimento dell'ultimo getto, risulta migliore di quello eseguito con lo scolo non trattato.

L'impianto Quentin è costituito da colonne (n° di 3 nello Stabilimento di Termoli) contenenti un letto di resine a scambio ionico (20 m<sup>3</sup>per colonna). Il sugo viene alimentato dall'alto verso il basso (equicorrente) tramite un sistema di distribuzione a stramazzo. Nella figura 1 viene riportata, schematicamente la sezione di una colonna.

Figura 1: Impianto Quentin

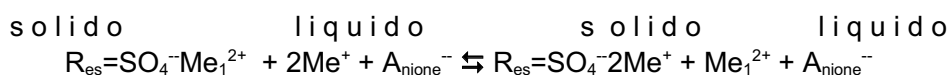


Il trattamento dello scolo povero proveniente dalle centrifughe di 1° prodotto non inviato al MET è effettuato facendolo “percolare” sul letto di resine a scambio ionico, di tipo “cationico”, dopo opportuna diluizione a circa 60-65 Bx.

Le resine a scambio ionico sono sostanze solide, a forma sferica, le cui caratteristiche tecniche sono le seguenti :

- |                              |       |               |
|------------------------------|-------|---------------|
| ➤ capacità totale di scambio | meq/l | 2,1           |
| ➤ umidità chimica            | %     | 41 – 46       |
| ➤ diametro medio             | mm    | 0,60 +/- 0,05 |
| ➤ coefficiente di uniformità |       | 1,1 ca.       |

nella loro struttura hanno gruppi acidi (resine cationiche) che sono i punti funzionali dello scambio. Tali gruppi, infatti, legano il magnesio nella fase di rigenerazione e quando il sugo viene a contatto con la resina, questa li cede per sostituirli con il sodio e potassio presenti in esso. Esempio:



$R_{es}$  : supporto solido della resina

$SO_4^-$  : gruppo acido (solfonico) della resina

$Me_1^{2+}$  : catione legato alla resina (bivalente, con una carica pos., od anche polivalente, con più cariche pos.)

$Me^+$  : catione nella soluzione (mono o polivalente)

$A_{nione}^-$  : Anione legato al catione in soluzione, indica che la reazione è reversibile, dunque, può procedere sia verso destra sia verso sinistra in funzione della concentrazione e della “forza” ionica dei singoli cationi. Nel nostro caso la reazione che avviene è la seguente:





Dove:  $\text{K}^+$  = ione potassio presente in soluzione fortemente melassigeno  
 $\text{Mg}^{2+}$  = ione magnesio non melassigeno legato alla resina.

Nella soluzione di scolo povero trattato sono presenti anche ioni sodio che vengono, contemporaneamente al potassio carpati dalla resina.

Nel processo di scambio la resina si impoverisce di ioni magnesio, arricchendosi di ioni sodio e potassio. Lo scambio, pertanto, si riduce con la conseguenza che la soluzione esce con una quantità di ioni sodio e potassio sempre maggiori. Quando il tenore di tali ioni nella soluzione trattata è troppo alto per essere inviato alla cottura di II° prodotto, la resina si può definire "esaurita". A questo punto si deve interrompere l'alimentazione del sugo e procedere alla rigenerazione.

Il trattamento del sugo prevede due fasi principali: Fase di esaurimento e Fase di rigenerazione.

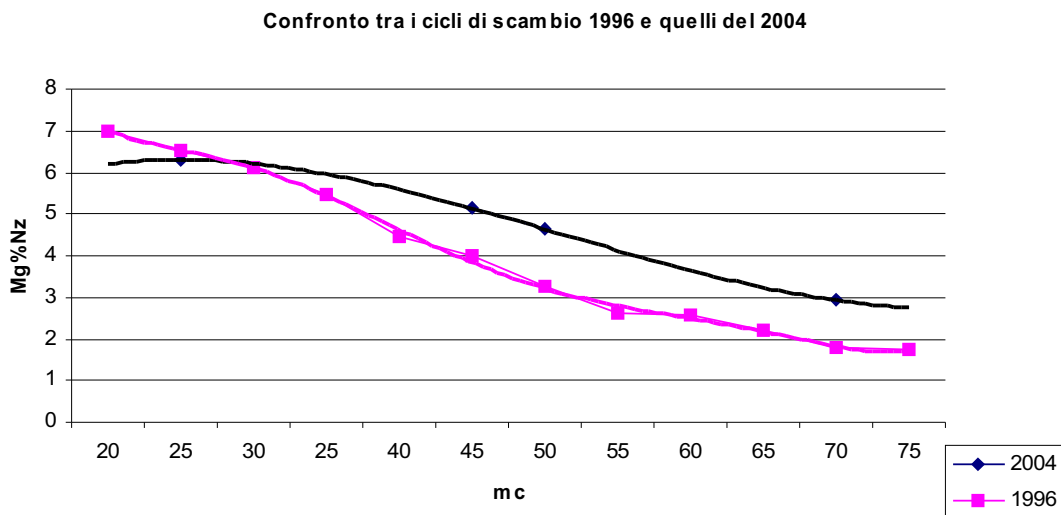
La FASE DI ESAURIMENTO è la fase attiva del processo, in cui la resina rigenerata riceve il sugo diluito che la attraversa, cedendo i suoi ioni melassigeni. La capacità di scambio dipende da fattori quali: il livello di rigenerazione della resina, la velocità del flusso, la qualità del sugo trattato, influenzando direttamente sulla resa di scambio, che ad un livello ottimale, può essere stimata intorno all' 85-95 %.

Nello Stabilimento di Termoli le colonne dell'impianto Quentin sono tre e lavorano in modo tale che una sia in servizio sullo scolo, una sia in fase di rigenerazione e una sia in fase di attesa, in modo che il ciclo di scambio non sia mai interrotto. Poiché la resina non ha una capacità illimitata, lo scambio è destinato a ridursi nel tempo, fino a diventare praticamente nullo. Normalmente, in fase operativa, non si arriva mai all'esaurimento totale delle resine, ma si interrompe l'alimentazione quando il magnesio in uscita comincia a scendere al di sotto del valore di 1,5 gr Mg%NZ.

Nella figura 2 è rappresentato l'andamento tipico dei Sali di magnesio in uno scolo povero trattato con l'impianto Quentin.

Questi dati sono caratteristici Stabilimento di Termoli, che di prassi tende ad esaurire fortemente lo scolo povero.

Figura 2: l'andamento dei Sali di magnesio in uno scolo povero trattato con impianto Quentin



La FASE DI RIGENERAZIONE, successiva alla fase di esaurimento, serve per riportare la colonna alla massima capacità di scambio con i valori di inizio ciclo.

La rigenerazione prevede l'allontanamento del sugo rimasto nella colonna, l'utilizzazione di un flusso d'aria per eliminare gli eventuali grumi di resina presenti, il passaggio di un flusso di acqua in controcorrente per ri-classificare le resine ed eliminare le sostanze solide depositatesi sul letto,

trattamento delle resine con una soluzione di  $MgCl_2$  10%, infine, eliminazione di tutto il sale contenuto nella colonna con acqua di condensa calda.

### **Getto di II° Prodotto**

Lo scolo scuro (o scolo povero), proveniente dalle centrifughe di I° prodotto, viene inviato alle bolle di II° prodotto, dopo trattamento tramite impianto Quentin, per l'eliminazione di parte dei non zuccheri ed il conseguente recupero di saccarosio, che altrimenti non sarebbe facilmente cristallizzabile.

Terminata la cottura con la stretta finale, la massacotta si scarica nella collettrice. In questi mescolatori la massacotta è addizionata con acqua, se necessario, per abbassare il rapporto N/A attorno a 2.8÷3.2, valore solamente indicativo per le massacotte che normalmente hanno quozienti che vanno da 72-76. In generale, comunque, valori superiori renderebbero più difficoltosa sia la cristallizzazione per raffreddamento, a causa dell'alta viscosità dello scolo, che la movimentazione della massacotta, mentre a valori inferiori si avrebbe una parziale ridissoluzione del saccarosio, con pregiudizio dell'esaurimento del melasso. Dalla collettrice la massacotta viene inviata ai cinque mescolatori verticali (Tourey) equipaggiati con serpentine dove circola acqua fredda. La temperatura ottimale di condizionamento della m.c. è di circa 40°C in quanto a questa temperatura il melasso saturo ha la minima viscosità.

Dai mescolatori verticali la massacotta è inviata in mescolatori orizzontali che alimentano la gorna avanti centrifugazione. La gorna è dotata di un sistema di riscaldamento che può essere utile ad eliminare la sovrassaturazione residua, riducendo la viscosità senza ridisciogliere i cristalli di saccarosio.

Il condizionamento della m.c. di II prodotto deve essere protratto per il più lungo tempo possibile per avere il massimo esaurimento del melasso. Industrialmente si è constatato che un tempo di sosta di circa 50 ore è economicamente valido, tenendo conto del costo degli impianti e dell'eventuale ricavo di zucchero cristallizzabile.

Terminato il condizionamento, la massacotta viene pompata al mixer sopra le centrifughe e successivamente centrifugata in centrifughe continue. Dalla centrifugazione si ottengono due prodotti:

- Il melasso, che è uno sciroppo zuccherino dal quale non è più possibile ottenere altro saccarosio cristallizzato per semplice evaporazione dell'acqua. Esso contiene praticamente tutti i non zuccheri estratti dalla bietola e non eliminati nella stazione di depurazione, oltre ai vari ingredienti che possono essere stati aggiunti per migliorare la lavorazione, tra cui la soda, gli antincrostanti, gli antischiumentanti, ecc.. Il melasso prodotto è inviato al serbatoio di stoccaggio.
- Lo zucchero greggio di II prodotto, che viene inviato al solutore, dove viene nuovamente disciolto a circa 65-70 Bx ed inviato alla cassa standard di I° prodotto. Tale zucchero, infatti, non possiede le caratteristiche merceologiche per la commercializzazione, derivando da un getto povero, per cui richiede la fase di dissoluzione e successiva cristallizzazione.

Un punto molto importante nella gestione di tale prodotto e nella formazione della rifondita è il Bx finale del prodotto, che deve garantire la dissoluzione completa dello zucchero greggio prodotto, ma da non produrre diluizioni della cassa standard cui è destinato.

Un altro punto importante è il quoziente di purezza, che indica la qualità del prodotto che viene riciclato in cassa standard.

### **Condizionamento zucchero**

Lo zucchero scaricato dalle centrifughe di raffineria è ancora caldo ed umido e quindi non ancora idoneo ad essere conservato, poiché in queste condizioni, pur essendo igienicamente perfetto per il consumo umano, l'umidità residua e il rapido raffreddamento, provocherebbero l'incollamento dei cristalli tra di loro.

Le tre forme fisiche in cui l'acqua costituente l'umidità residua si accompagna allo zucchero uscente dalle centrifughe sono classificate come segue:

- umidità libera: è la parte maggiore ed è abbastanza facile eliminarla.

- umidità legata: è lo strato sottilissimo d'acqua aderente ai singoli cristalli e costituisce in pratica una soluzione zuccherina purissima sovra-satura. E' eliminabile con un trattamento termico prolungato dello zucchero.
- Umidità occlusa: è l'acqua incorporata all'interno del singolo cristallo e, per eliminarla, bisognerebbe macinare finemente lo zucchero, frantumando i cristalli e quindi sottoporre il prodotto macinato ad accurato essiccamento. E' ovvio che, se esiste umidità occlusa nei cristalli, questa resterà nel prodotto finito anche dopo il condizionamento e se verrà eliminata tutta l'umidità libera e la maggior parte possibile dell'umidità legata, non vi saranno particolari problemi di conservazione del prodotto.

Lo zucchero uscente dalle centrifughe di raffineria ha una umidità complessiva che va dallo 0,5% fino a oltre l'1,5%, a seconda che la copertura finale in centrifuga sia stata fatta con vapore o con acqua calda. Nello Stabilimento di Termoli si esegue la copertura finale con vapore, proprio per garantire una parziale asciugatura dello zucchero, dovuta alla forte evaporazione indotta dall'alta temperatura.

#### Schema del condizionamento zucchero

Lo zucchero umido proveniente dalle centrifughe, viene inviato all'impianto di essiccazione e raffreddamento.

#### Essiccazione

Il contenuto di acqua dello zucchero umido si aggira sull'1% e deve essere ridotta ad un valore inferiore allo 0.03%, per poterlo immagazzinare in sacchi o nel silo. Nell'essiccatore si fa passare un flusso di aria filtrata e riscaldata fino a 105 - 110°C, attraverso una batteria radiante riscaldata con vapore saturo a circa 8 bar di pressione.

Lo zucchero viene inviato in controcorrente con aria calda a umidità relativa molto bassa. L'aria calda viene in contatto con lo zucchero umido, che avanza (o scende) all'interno dell'apparecchio, convenientemente frazionato in modo che l'aria possa lambire tutti i cristalli. Per eliminare tutta l'umidità libera e la maggior quantità possibile dell'umidità legata è necessario che lo zucchero stazioni nell'apparecchio per un certo tempo, quindi, la quantità di zucchero introdotto nell'apparecchio e la velocità di avanzamento del prodotto devono essere tali da consentire il necessario tempo di permanenza, a contatto con il fluido riscaldante.

#### Raffreddamento

Il raffreddamento dello zucchero che esce dall'essiccatore ad una temperatura di 40 – 50 °C, si effettua facendolo passare nei raffreddatori, assieme ad aria accuratamente filtrata e condizionata, raffreddata fino a circa 20°C e deumidificata fino ad un livello di umidità relativa del 50%.

Le alte temperature del prodotto in uscita dall'essiccazione, infatti, favoriscono l'evaporazione dell'acqua residua negli strati bassi dello zucchero immagazzinato, con condensazione in quelli alti.

Per l'igienicità del prodotto finito è molto importante che l'aria condizionata sia prelevata in una zona non polverosa, che la bocca d'aspirazione sia guarnita di filtri a trama molto densa, mantenuti in perfetta efficienza e periodicamente sostituiti.

Anche per questi apparecchi il flusso dello zucchero deve essere rapportato alle dimensioni dell'apparecchio, in modo che ci sia il tempo di permanenza necessario per abbassare la temperatura del prodotto ai 25-35°C, idonea per la conservazione.

Il raffreddamento è molto importante nell'immagazzinamento dello zucchero sfuso in silos.

#### Recupero della polvere di zucchero

L'aria di condizionamento, carica di polvere di zucchero, viene depolverizzata. I separatori ad umido (detti comunemente cicloni) vengono utilizzati soltanto durante la lavorazione, in quanto lo zucchero viene recuperato come soluzione zuccherina più o meno diluita, che deve essere immediatamente utilizzata in fabbrica, affinché, non fermenti consumando gran parte dello zucchero recuperato.

Sono recipienti metallici a forma cilindrica con fondo conico e con un camino alla sommità, per l'evacuazione dell'aria depurata dallo zucchero. All'interno c'è uno strato di materiale di riempimento (anelli Rasching), sotto al quale arriva il flusso d'aria con il polverino e sopra il quale

viene continuamente spruzzato il liquido di lavaggio (acqua di condensa o sugo leggero), mantenuto in riciclo per raggiungere una predeterminata concentrazione della soluzione zuccherina, che verrà poi utilizzata in evaporazione o nel solutore di raffineria.

E' opportuno controllare periodicamente l'innesco di fermentazioni indesiderate, che portano alla formazione delle così dette gomme, dovute all'intasamento dello strato di anelli Rasching, con idonei trattamenti di vapore o con prodotti antif fermentativi.

Vi sono poi i filtri a maniche a secco, utilizzati, di preferenza, nell'intercampagna, per raccogliere il polverino derivante dalla movimentazione dello zucchero e dal circuito di condizionamento dei silos. Il polverino che viene recuperato a secco, ogni volta che le maniche dei filtri sono pulite dalla polvere di zucchero, per effetto della contropressione temporizzata di aria pulita, viene raccolto nei sacchi e destinato alla rilavorazione durante la campagna successiva.

#### Vagliatura e deferrizzazione

Lo zucchero essiccato e raffreddato viene inviato ai girovagli, per separare i cristalli di zucchero di piccole dimensioni e quelli che superano dimensioni non commercialmente valide, oltre ai grumi che si possono formare durante il trasporto e il condizionamento. Gli scarti di zucchero bianco vengono sciolti in apposito solutore e inviati al getto di raffineria. Durante la campagna di lavorazione nel solutore perviene, oltre al sugo denso, anche la soluzione delle polveri. La quantità di zucchero scartato non deve essere elevata, per evitare costosi ricicli e riduzioni di potenzialità. Un valore inferiore al 3% può considerarsi normale. Per mezzo della vagliatura e con vagli opportunamente attrezzati, è possibile ottenere oltre che lo scarto del troppo grosso e del troppo fine, rispetto ad una granulometria media prefissata, anche la separazione di più granulometrie.

Lo Stabilimento di Termoli esegue due separazioni sul medesimo prodotto, oltre a quelle degli scarti:

< 0,120 mm	polverino allo scarto
>0,120<0,330 mm	grana fine al confezionamento
>0,330<1,00 mm	grana grossa che può essere inviata ai silos
>1,00	grana grossa, grumi ecc. allo scarto.

Dalla valutazione della quantità di zucchero difforme scartato dai vagli si ha un elemento di giudizio sul lavoro di cottura e centrifugazione. Quando questi reparti lavorano bene, almeno il 48% in peso della massacotta di semolato diventa prodotto finito, al contrario se la resa è inferiore, le cause vanno cercate nella conduzione della cottura.

In questo caso può essere accaduto che al momento dell'ingrano, al piede di cotta, sono stati presi troppi nuclei d'innesco o si è ritardata la semina, favorendo una parziale enucleazione per cui a fine cotta i troppi cristalli sono risultati sotto misura.

La cotta può essere altresì rimasta per un qualche motivo troppo tempo in bolla, con conseguente eccessivo ingrossamento dei cristalli, oppure, può essere stata portata troppo alta nella bolla stessa, con il risultato di avere poco movimento della massacotta nella stretta finale, provocando la formazione di grumi ed agglomerati di cristalli in quantità eccessiva.

#### Deferrizzazione

Ai fini della igienicità del prodotto deve essere messa in atto ogni possibile cura, per impedire che corpi estranei, specialmente di natura ferromagnetica (ad esempio, scorie di ruggine) si accompagnino al prodotto.

Per questo scopo, è molto utile estendere il più possibile l'utilizzo di magneti permanenti, fissi od autopulenti, adatti a catturare ogni corpuscolo metallico. Specialmente sul prodotto secco e raffreddato vengono installati magneti vari al fine di evitare la presenza dei "punti neri", che tanto dequalificano uno zucchero anche di ottima qualità. La deferrizzazione è un trattamento che viene effettuato in molti luoghi di passaggio dello zucchero uscente dal condizionamento. Nello stabilimento di Termoli sono presenti deferrizzatori sullo zucchero che viene inviato al confezionamento, all'ingresso delle tramogge che fungono da serbatoio prima dello stoccaggio, sullo zucchero che viene confezionato nelle forme commercializzate dalla società, sullo zucchero all'atto della spedizione come sfuso in autocisterne, sullo zucchero che viene prelevato dai silos durante l'intercampagna e che viene destinato ai vari utilizzi.

La possibilità che minutissime scaglie di ruggine si accompagnino al prodotto finito è piuttosto frequente, poiché la maggioranza delle tubazioni e delle apparecchiature è costituita da ferro. Durante i mesi d'intercampagna i tubi si ricoprono di uno strato di ruggine più o meno consistente che, nei primi giorni di lavorazione tende a staccarsi, confluendo negli sciroppi e nelle massacotte. Per tale ragione la produzione dei primi due giorni di lavorazione viene scartata e destinata alla rilavorazione. Le superfici interne degli apparecchi non si liberano mai completamente delle scorie ferrose nei primi due tre giorni di lavorazione, per cui può accadere che parte della ruggine si stacchi anche in piena campagna di lavorazione.

#### Sistemi automatici di controllo

Il condizionamento zucchero è un sistema a catena, dove lo zucchero fluisce da un macchinario all'altro, per raggiungere la sua destinazione finale. Una eventuale interruzione del normale processo porterebbe, quindi, al verificarsi di ingolfamenti del macchinario critico.

Per evitare ciò, analogamente a quanto previsto per il reparto di condizionamento bietole, il processo è munito di un sistema di controllo automatico progettato in modo tale che, in caso di inconvenienti ad uno qualsiasi dei macchinari disposti lungo la catena, vengono automaticamente bloccati tutti quelli a valle dello stesso, mentre quelli a monte continuano a funzionare anche se non sono più alimentati.

#### Immagazzinamento zucchero

Lo zucchero viene prodotto in un periodo che va dai 70 agli 80 giorni di campagna ed è collocato sul mercato durante tutto l'anno, in base alle esigenze del mercato. Per questo motivo è necessario che lo zuccherificio sia corredato dei ricoveri e degli impianti di conservazione adeguati a stoccare lo zucchero prodotto.

Lo stoccaggio dello zucchero in sili, allo stato sfuso, è prevalente e diffusamente adottato anche se non sempre la disponibilità dei silo è tale da consentire l'immagazzinamento della totalità della produzione. Lo Stabilimento di Termoli è dotato di un silo da 20.000 tonnellate, mentre la restante produzione viene stivata in sacchi da 50 Kg e sacconi da 1,4 tonnellate.

L'alto costo dell'imballaggio e della manodopera occorrente alla formazione delle stive, tendono a rendere poco vantaggioso il confezionamento dei sacchi da 50 Kg ma indispensabile ai fini pratici. Gli spazi a disposizione dello stabilimento sono tali da rendere questa pratica ancora in uso per almeno un terzo della produzione.

Da qualche anno lo Stabilimento ha adottato anche la conservazione in sacconi da 1,4 tonnellate, che vengono accatastati in piramidi a base rettangolare. I sacconi hanno il vantaggio di ridurre l'incidenza delle confezioni e della manodopera sul costo dello zucchero, ma hanno lo svantaggio di occupare più spazio, vista la impossibilità a portare molto in alto le pile che, in queste condizioni, tendono più facilmente ad indurire il prodotto, specialmente in quelli delle file inferiori.

La politica dello stoccaggio dello stabilimento di Termoli è quindi legata molto agli spazi disponibili e all'organizzazione aziendale del personale. Per tale ragione lo stoccaggio nel silo di zucchero viene eseguito durante la lavorazione, nei periodi in cui si hanno problemi tecnici di varia natura (rottura confezionatrice) e nei periodi in cui il personale a disposizione è ridotto (principalmente durante i turni di notte).

Lo stoccaggio in sacconi da 1,4 tonnellate segue criteri molto vicini a quelli adottati per lo stoccaggio nel silo. Questo tipo di confezionamento viene eseguito in relazione all'andamento dello stato di riempimento del silo. Si tende infatti a fare in modo da lasciare nel silo dello spazio per tutta la campagna, proprio perché permette di far fronte alle emergenze, di conseguenza si confeziona la restante produzione giornaliera in sacconi e sacchi da 50Kg, oltre ovviamente il piccolo imballo e lo sfuso destinato alle vendite della giornata. Lo stoccaggio in sacchi da 50 Kg nei magazzini, rimane il sistema più adottato per circa il 30-40% della produzione. Tali sacchi vengono confezionati nell'apposito reparto e stivati nei magazzini.

## Il silo per lo zucchero sfuso

Il silo presente nello stabilimento di Termoli è una costruzione in cemento armato con una copertura perfettamente a tenuta. La finitura degli interni è molto curata, idonea per venire a contatto con un alimento, senza rischio che nulla venga ceduto al prodotto contenuto.

La forma del silo è cilindrica verticale con copertura a calotta sferica. Ha un'altezza di 35 metri e un diametro di 25. Alla base della cella di contenimento dello zucchero è realizzata una cantina, in cui si trovano i nastri trasportatori per l'estrazione del prodotto, attraverso numerose bocchette intercettabili da valvole, disposte a quinconce in tutta la base della cella di contenimento.

Per introdurre lo zucchero, un nastro trasportatore alimentato da un elevatore, immette il prodotto su di un nastro mobile, formando un unico cumulo che cresce in altezza fino a saturare la capacità massima del silo.

I nastri che raccolgono lo zucchero scaricato dalle bocchette, alimentano un elevatore a tazze, corredato di un apparato che rompe i grumi e da un deferrizzatore a pettine.

Questo elevatore è unico e funziona sia per l'introduzione durante la lavorazione, sia per l'estrazione fuori campagna.

Prima dell'introduzione ed anche dopo l'estrazione, lo zucchero viene pesato con idonee bilance di precisione discontinue, ossia con una benna di carico di 500 Kg a riempimento automatico ed a svuotamento rapido dopo aver raggiunto il peso predeterminato. Questa operazione è necessaria per eseguire un corretto bilancio di lavorazione che è fattibile solo se si conosce con sufficiente precisione il saccarosio introdotto in lavorazione ( peso e polarizzazione delle bietole), quello non cristallizzato che si trova nel melasso, quello cristallizzato che viene introdotto nel silo e negli altri sistemi di stoccaggio e quello che viene direttamente spedito ( peso netto con bilance attendibili).

Quando le bocchette si svuotano e lo zucchero cessa di scendere, resta ancora nel silo del prodotto ( 1500-2000 t ). A questo punto viene messa in marcia una robustissima coclea raschiante, incernierata al centro del silo che convoglia il prodotto nella bocchetta centrale, fino al completo svuotamento del silo, nel quale rimarranno sul pavimento i soliti pochi millimetri di prodotto, amovibile manualmente a fine operazioni.

Per ogni evenienza e per le periodiche pulizie, il silo è dotato di un boccaporto a perfetta tenuta.

L'impianto di condizionamento è costituito da un potente ventilatore – aspiratore, che mantiene in ricircolo l'aria del silo, da un gruppo frigorifero in grado di condensare l'eccesso di umidità dell'aria interna al silo, rispetto all'umidità residua dello zucchero da uno scambiatore di calore a tubi d'acqua nel quale si fa passare l'aria dopo la deumidificazione, per portarla alla temperatura che si vuole tenere nella massa del prodotto.

Il ventilatore-aspiratore mantiene in ricircolo l'aria aspirandola dall'alto del silo e la fa passare attraverso il gruppo frigorifero e lo scambiatore di calore, introducendola di nuovo alla base del silo, attraverso la massa di zucchero con opportuni sistemi di suddivisione.

Sulla tubazione d'aspirazione nella parte alta del silo, viene interposto un filtro depolveratore, per non imbrattare di polverino di zucchero le superfici di scambio del gruppo frigorifero e dello scambiatore di calore.

Il mantenimento di ottimali e stabili condizioni di temperatura e di umidità relativa dell'aria contenuta nel silo è una condizione necessaria per la conservazione del prodotto, durante i mesi che intercorrono tra la produzione e la spedizione.

Lo zucchero arriva al silo essiccato fino a un'umidità residua di 0,03% e raffreddato ad una temperatura, che non dovrebbe discostarsi troppo dai 25-28°C, ma spesso si aggira sui 35°C.

Lo zucchero è altamente igroscopico, e la sua avidità di acqua aumenta se, sulla superficie dei cristalli c'è ancora un velo sottilissimo di sciroppo contenente non-zuccheri, cioè se lo zucchero non è stato ben lavato in centrifuga. Quando lo zucchero assorbe umidità, sulla superficie del cristallo si forma un velo sottilissimo costituito da una soluzione zuccherina satura, che diventa un luogo ideale per l'insediamento di microrganismi, i quali entrano in attività biologica, producendo anche odori dolciastri che lo zucchero asciutto non deve avere.

L'umidità è, dunque, l'elemento più importante ai fini della conservazione dello zucchero.

Questa è rappresentata da un film d'acqua che, in sostanza, è una soluzione zuccherina satura impura.



Tale soluzione è in equilibrio con l'umidità dell'aria esterna che è inferiore al 100% ( stato limite della sola acqua). La tensione di vapore  $p_1$  della soluzione è infatti in equilibrio con la tensione parziale  $p_2$  dell'umidità ambiente.

Tale tensione sarà tanto più bassa quanto più alte sono le ceneri dello zucchero. Quanto più lo zucchero è impuro, tanto più deve essere bassa l'umidità di equilibrio dell'ambiente.

Lo zucchero puro (ceneri% 0) è in equilibrio a 20°C con l'umidità relativa dell'aria pari a 85,65%.

La formula che regola lo stato di equilibrio "umidità zucchero/umidità ambiente" è la seguente:

$$H = (1 - a_1 C/U) / (H' + a_2 C/U)$$

Dove:

H umidità percentuale relativa di equilibrio dell'aria condizionante /100

U Umidità % dello zucchero

C Ceneri % dello zucchero

H' Umidità relativa limite dell'aria . Rappresenta l'umidità di equilibrio dell'aria per zucchero puro  
100%                    cen % = 0

20°C                    H' 0,8565

25°C                    H' 0,8555

30°C                    H' 0,8500

$a_1$  e  $a_2$  parametri dipendenti dalle ceneri dello zucchero

Dalla formula è possibile calcolare conoscendo il valore delle ceneri % dello zucchero, la relativa umidità di equilibrio dell'aria condizionante H.

Per una determinata coppia di valori di ceneri % e umidità dello zucchero si ha un valore di umidità di equilibrio dell'aria H.

Variando tale valore si ha inaridimento o inumidimento dello zucchero.

Con l'aiuto della formula è possibile calcolare i valori limite  $H_1$  e  $H_2$

$H_1$  valore di umidità aria calcolato per alzare l'umidità dello zucchero di 0,01%

$H_2$  valore di umidità aria per abbassare l'umidità dello zucchero di 0,01%

Tali valori rappresentano l'intervallo di tolleranza.

### Cause principali dell'impaccamento

Quando nel condizionamento non si rispettano le linee guida generali per una corretta conservazione del prodotto, si generano fenomeni tali da pregiudicare lo stato di conservazione del prodotto.

Il più grave di questi fenomeni è l'impaccamento, che si forma per varie ragioni.

Se lo zucchero viene investito da una corrente di aria a umidità più bassa del teorico, si ha l'inaridimento.

Nel film d'acqua si crea una sovrassaturazione di zucchero e quindi un fenomeno di cristallizzazione con formazione di microcristalli che "cementano" fra di loro le facce adiacenti dei cristalli stessi.

Lo zucchero insilato in condizioni troppo elevate di umidità accelera tale fenomeno. Così pure lo zucchero "polverulento".

Lo stesso fenomeno avviene quando nei silos o magazzini si crea un gradiente freddo troppo elevato fra massa di zucchero e ambiente. Questo fenomeno si verifica di solito nei magazzini dei sacchi, in tal caso si raffredda più rapidamente in prossimità della zona superficiale, creando quindi una differenza di temperatura tra interno ed esterno.

Nella parte esterna fredda si ha, con la diminuzione della temperatura del sistema aria/zucchero, un aumento dell'umidità relativa oltre al limite di equilibrio, con conseguente condensazione di acqua nello zucchero e quindi con l'inumidimento dello stesso.

Dalla zona interna del sacco si ha inoltre una trasmigrazione di umidità verso la parte superficiale esterna fredda, da cui ne consegue un inumidimento della parte esterna ed un inaridimento della parte centrale, con conseguente cristallizzazione e cementazione con impaccamento.

Per tale ragione è necessario mantenere nei magazzini zucchero, una temperatura ambiente sempre costante, molto prossima ai 20°C, evitando i ricambi di aria fredda dall'esterno.

### **Confezionamento e spedizione**

Il confezionamento dello zucchero è una fase del processo molto delicata, perché legata direttamente alla fase di vendita. La disponibilità commerciale dello Stabilimento di Termoli è riportata in tabella 1.

Tabella 1 Diversificazione merceologica del prodotto venduto

<b>Tipologia</b>	<b>Imballo</b>	<b>Commercializzazione</b>	<b>Peso</b>
Sfuso		Autocisterna	A peso
Big Bag	Saccone	Standard	1.4 t
	Saccone	A richiesta	1.0 -1.2 t
Sacchi	Carta a valvola	Standard	25 -50 Kg
Pacchi carta da 1 Kg	Termoretraibile (10 Kg)	Palletts 8 file x 12	960 Kg
Bustine da 6 g.	Cartone (10Kg)	Palletts da 8 file	500 Kg
	Cartone (10 Kg)	A richiesta	A richiesta

La politica di confezionamento adottata dallo Zuccherificio è strettamente regolamentata dalle richieste della clientela.

Zucchero confezionato a cubetti



Gli impianti di confezionamento sono costituiti da confezionatrici automatiche, munite di celle di carico per la determinazione del peso di prodotto confezionato e munite di appositi deferrizzatori a barre, per l'ulteriore deferrizzazione prima del confezionamento.

#### **Controlli sul processo di confezionamento**

Il processo di confezionamento è costituito da più impianti che realizzano ognuno una tipologia di confezione, operando in maniera autonoma.

I controlli eseguiti su ogni impianto sono finalizzati essenzialmente a garantire la corretta determinazione del peso. Ogni impianto è infatti munito di celle di carico a doppia valvola fatte in modo da determinare il corretto peso di quanto insaccato. Soltanto il piccolo imballo (pacchi e bustine), ha un sistema di determinazione volumetrico del peso.

I controlli che vengono fatti sul sistema di pesatura sono di riscontro tramite utilizzo di bilance di tipo diverso e di pesi certificati.

Ulteriori controlli vengono eseguiti sulla qualità del prodotto, al fine di garantire la conformità delle caratteristiche qualitative, in base a quanto previsto dalla normativa vigente.

#### **Cautele nella spedizione del prodotto.**

La spedizione dello zucchero rappresenta l'ultima fase del complesso ciclo di lavorazione, non priva di rischi. Per il prodotto in sacchi o in piccoli imballi, si possono verificare inconvenienti legati alla scarsa pulizia dei cassoni adibiti al trasporto, che possono a loro volta sporcare le confezioni, mentre, per il prodotto sfuso che negli ultimi anni viene trasportato in quantitativi sempre più

elevati, i rischi sono evidenti, per cui è di fondamentale importanza la pulizia interna delle autocisterne.

Lo scarico del prodotto sfuso avviene per via pneumatica, dove l'autocisterna è corredata di un motocompressore che, con tubazione in parte d'acciaio e in parte in gomma telata, comprime l'aria al fondo della cisterna, facendo arrivare lo zucchero nel serbatoio del cliente.

E' quindi evidente che, se anche le tubazioni dell'aria compressa non sono perfettamente pulite e se l'aria aspirata dal compressore non è filtrata da un filtro pulito ed efficiente, l'igienicità del prodotto, garantita all'atto del carico, può essere messa in discussione al momento dello scarico.

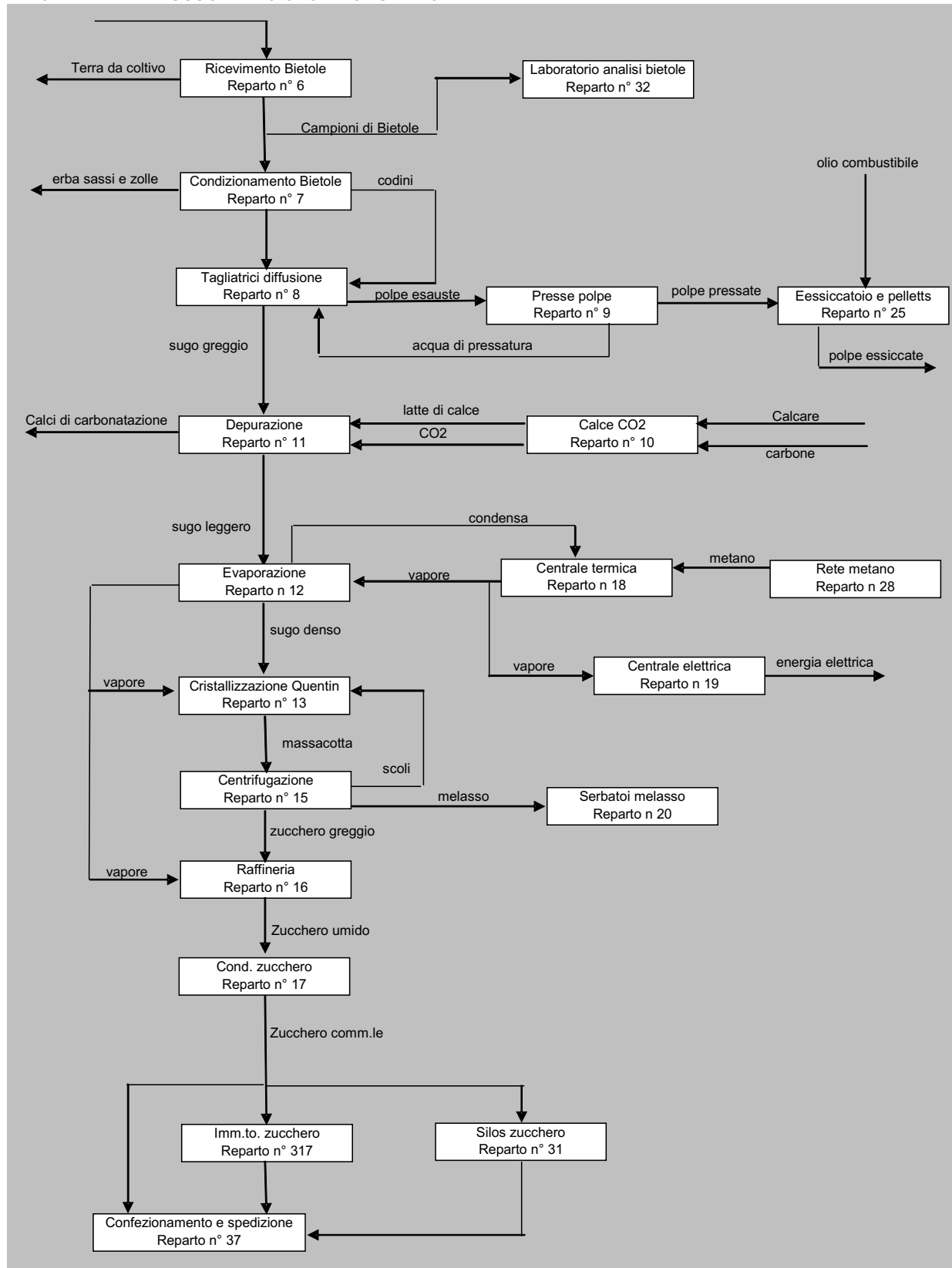
La produzione di zucchero di ottima qualità, in cristalli a grana omogenea e facilmente scorrevoli, è il requisito fondamentale del processo di lavorazione, disciplinato dalla legge del 31 Marzo 1980 N°139, che individua le caratteristiche qualitative degli zuccheri di categoria CEE 2. Queste caratteristiche devono essere sempre garantite, pena il declassamento del prodotto.

Negli ultimi anni però molti clienti hanno cominciato a richiedere caratteristiche qualitative del prodotto molto più restrittive, rispetto a quanto previsto dalla normativa, a causa di particolari esigenze di processo.

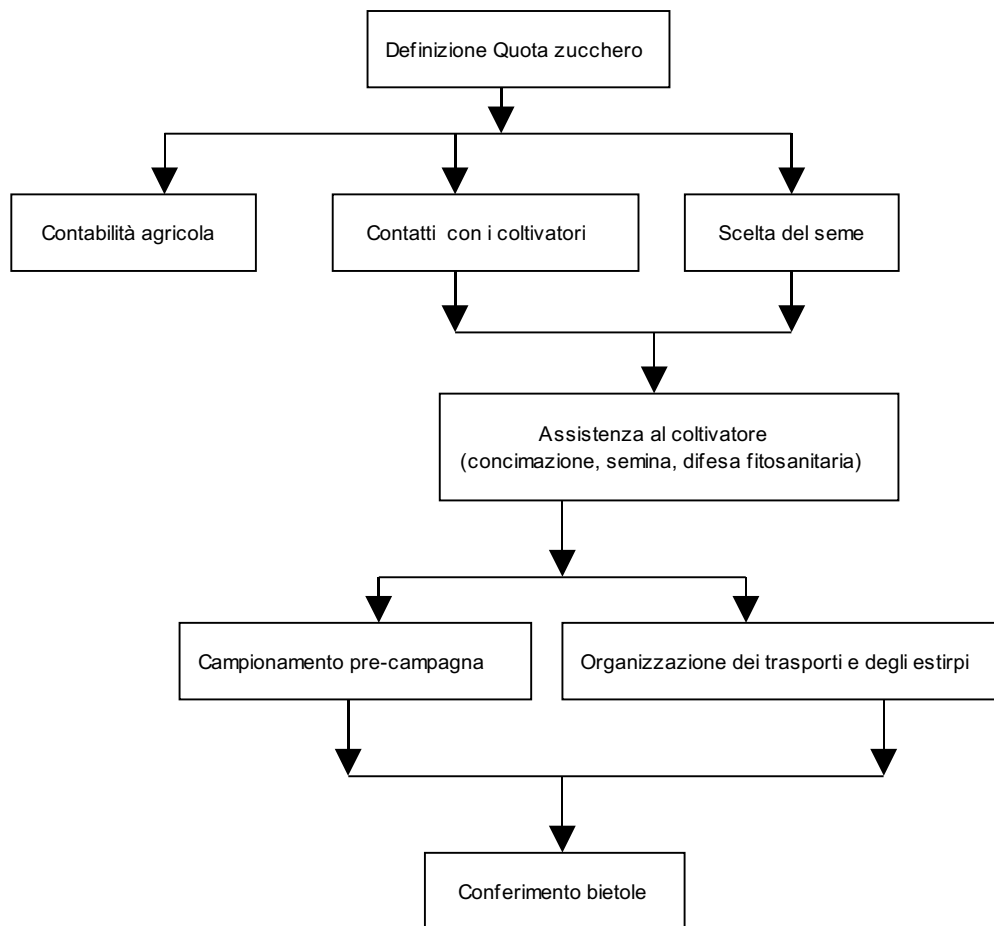
Uno dei parametri che è stato fortemente modificato nel corso degli anni è il colore in soluzione, che è passato dai 6 punti CEE fissati dalla legge, agli attuali 4,7 ( limite COCA – COLA).

# SCHEMA A BLOCCHI DEL CICLO PRODUTTIVO

## DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL CICLO PRODUTTIVO

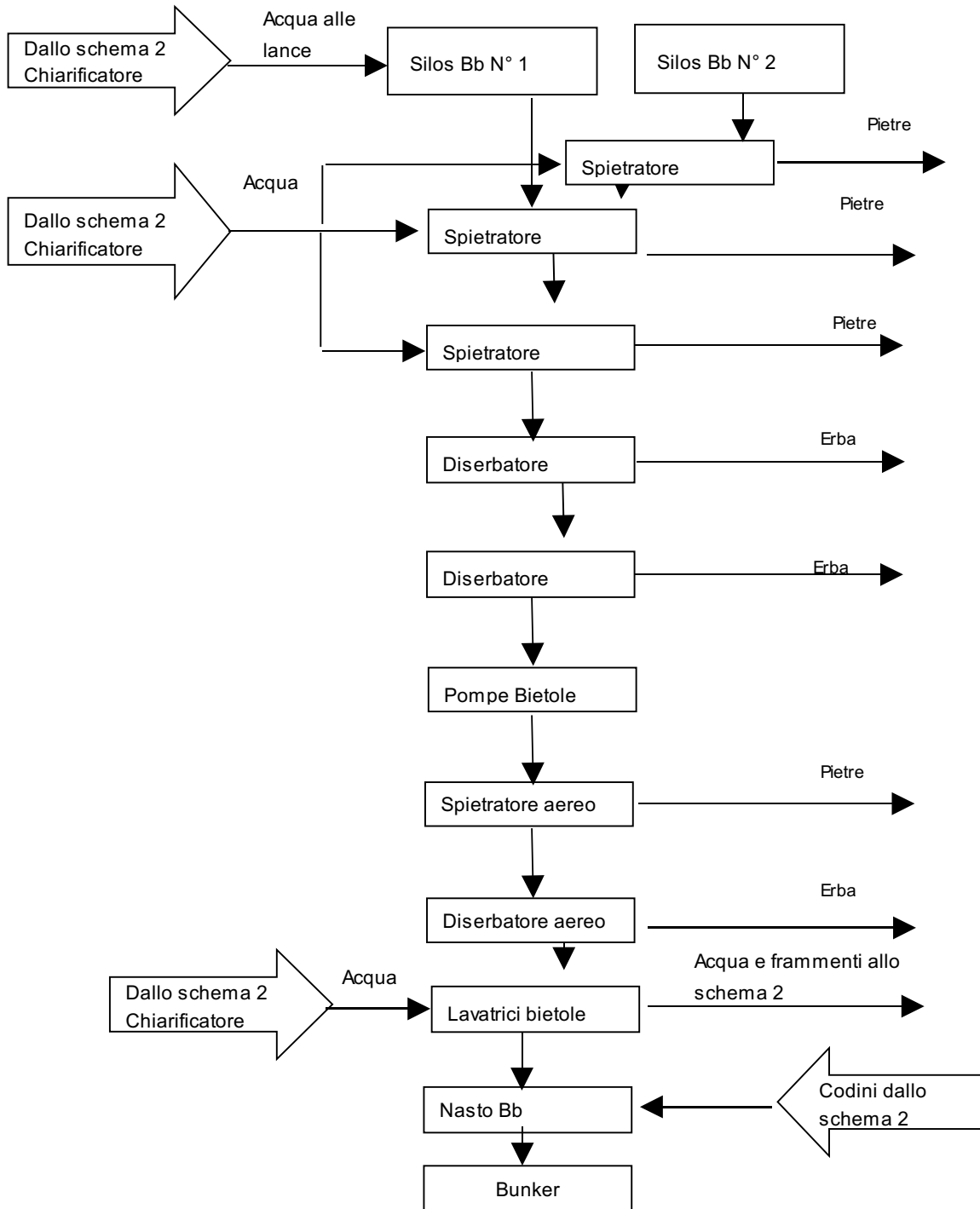


## DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO "APPROVVIGIONAMENTO BIETOLE"



# DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO "CONDIZIONAMENTO BIETOLE" – Schema 1 e 2

## Schema 1





### Schema 2

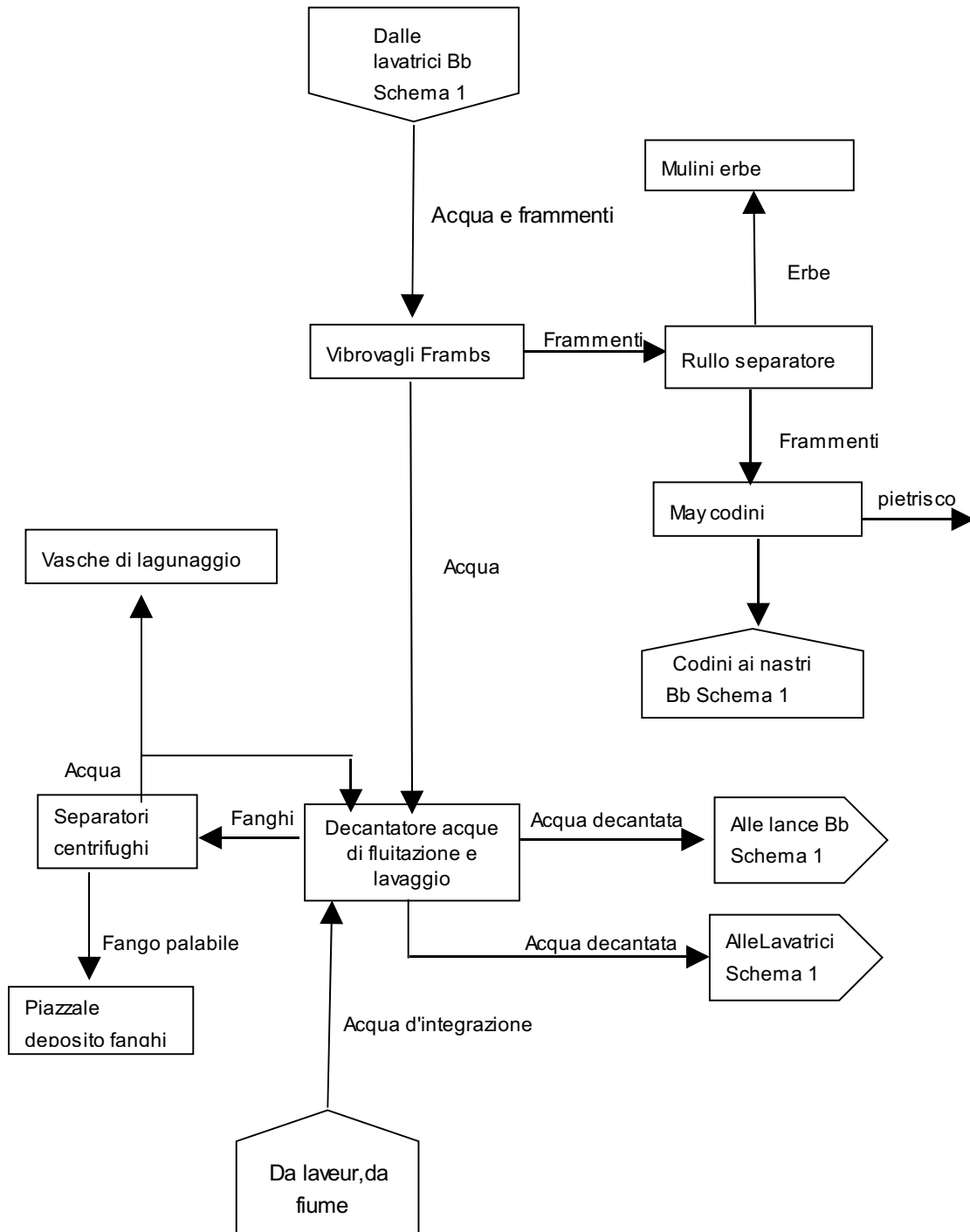
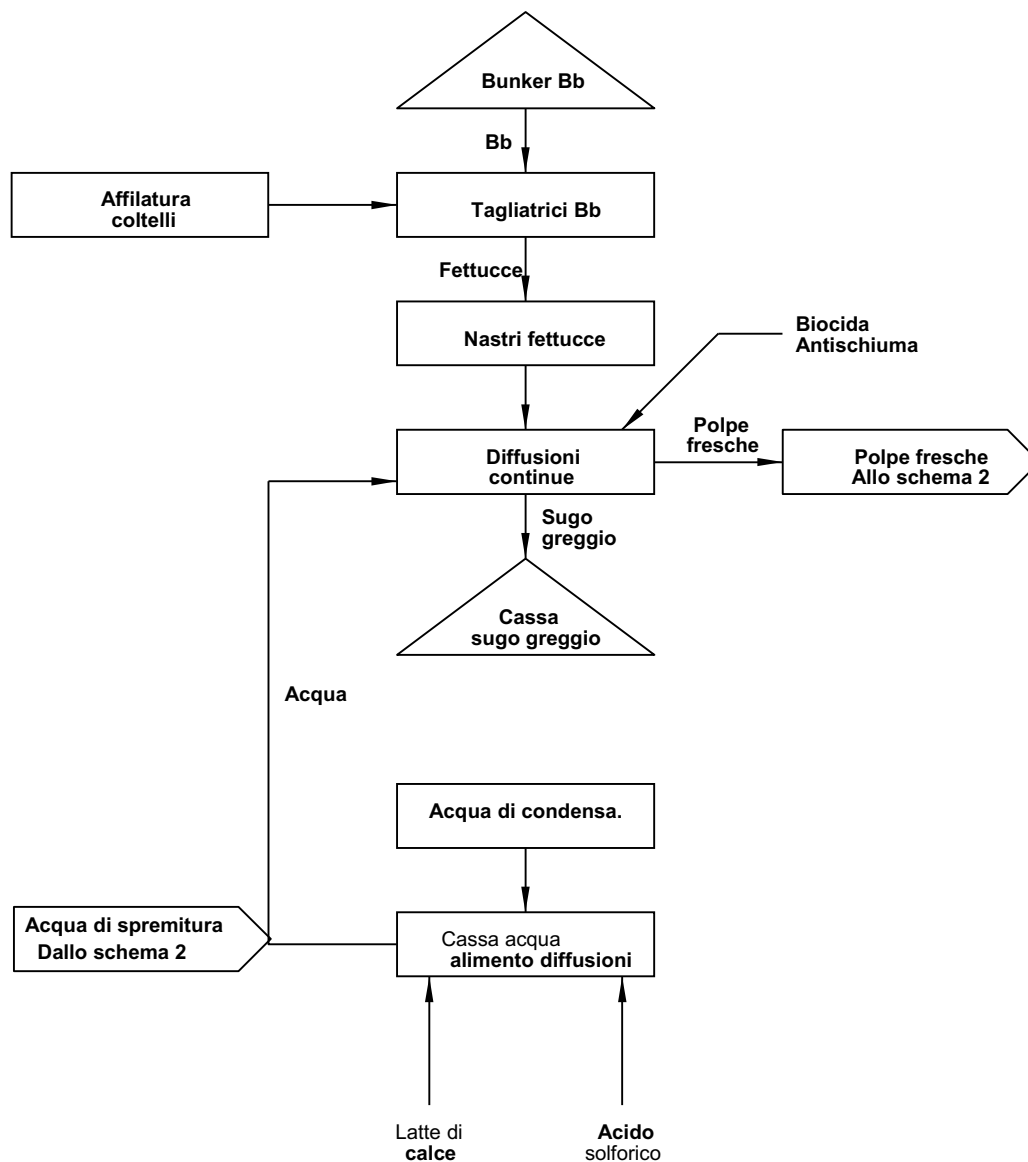


DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO “ DIFFUSIONE E TAGLIO DELLE BIETOLE” – Schema 1 e 2

Schema 1



## Schema 2

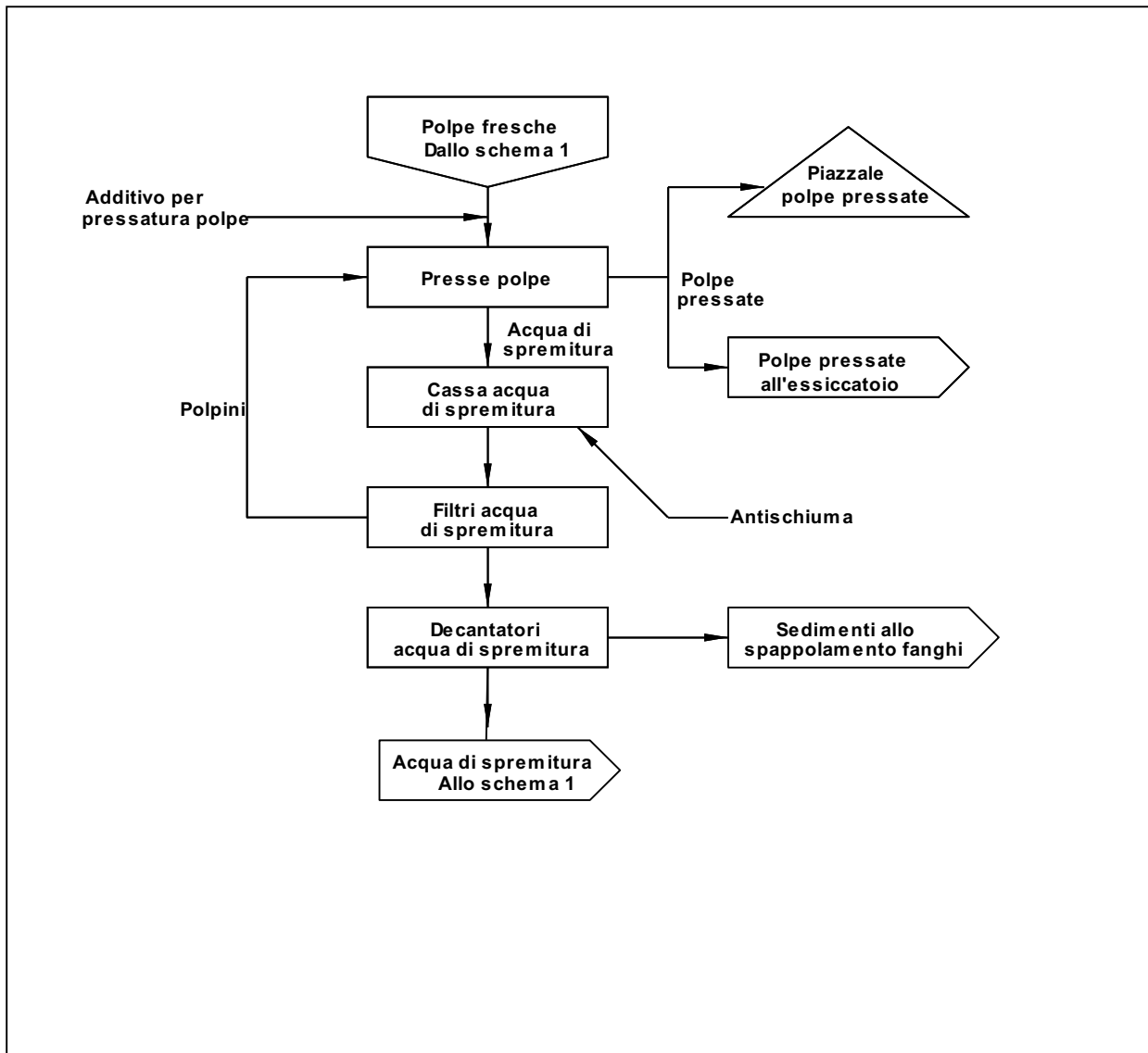
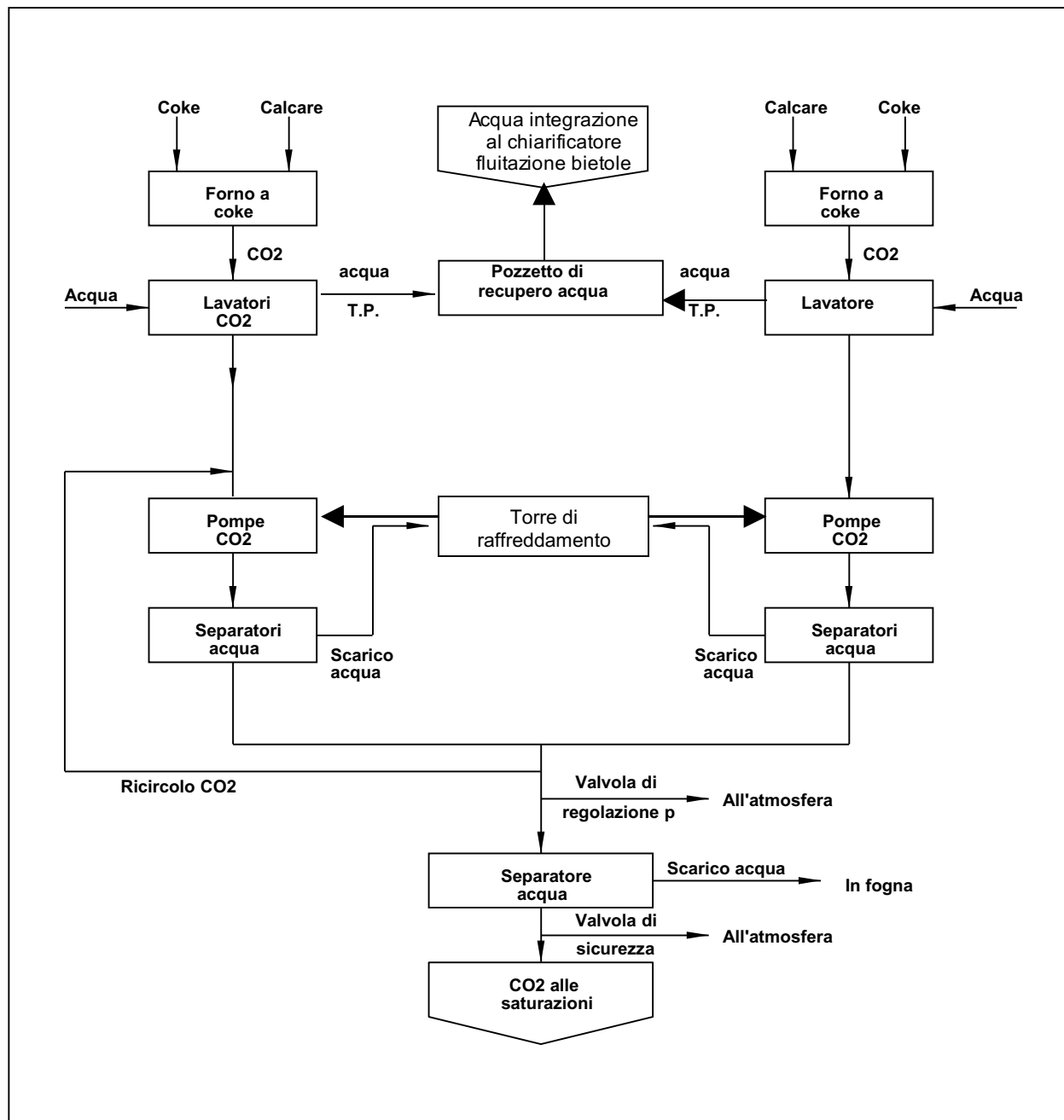
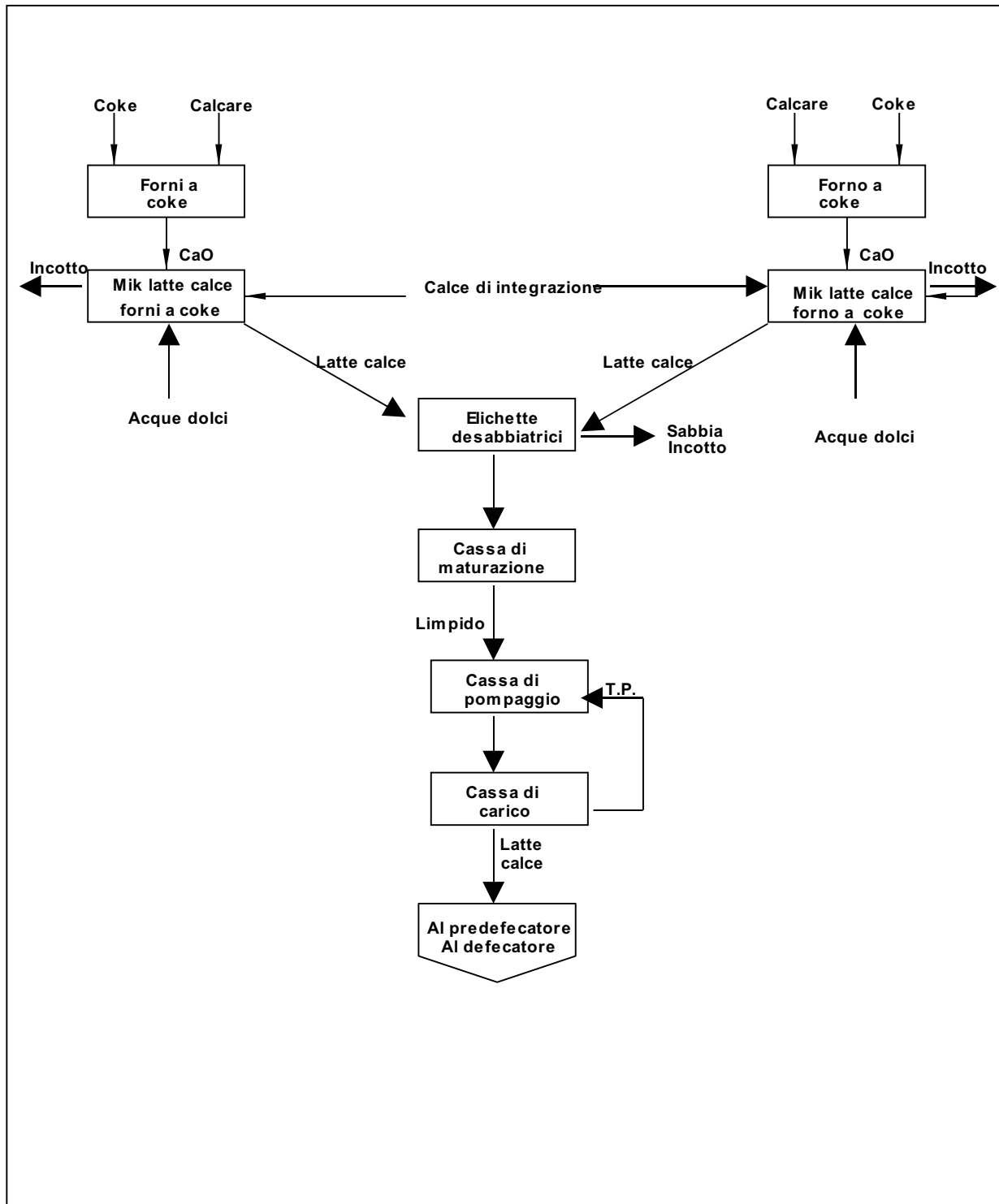


DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO “ PRODUZIONE DI CALCE E DEPURAZIONE “ Schema 1, 2, 3, 4

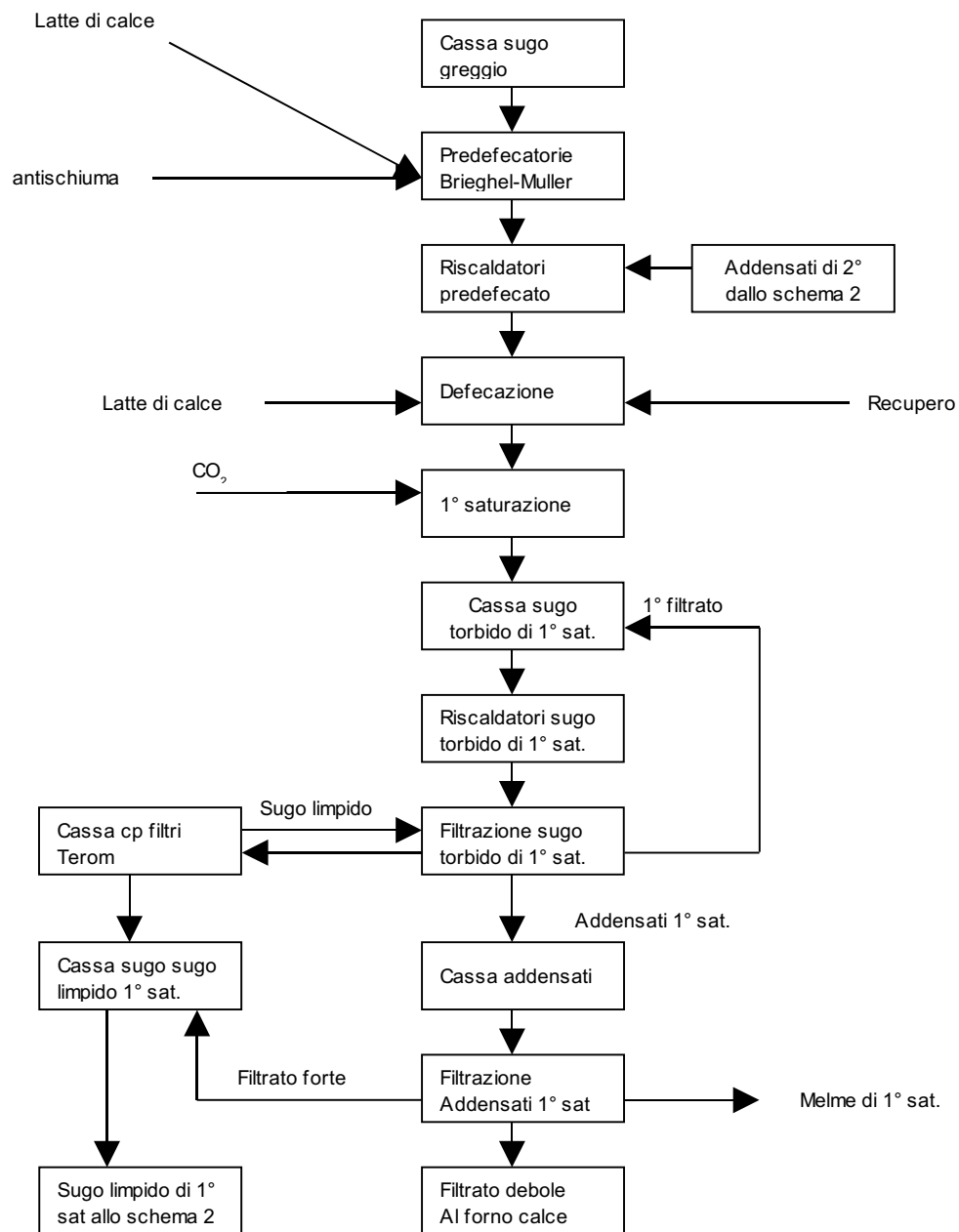
Schema 1



## Schema 2

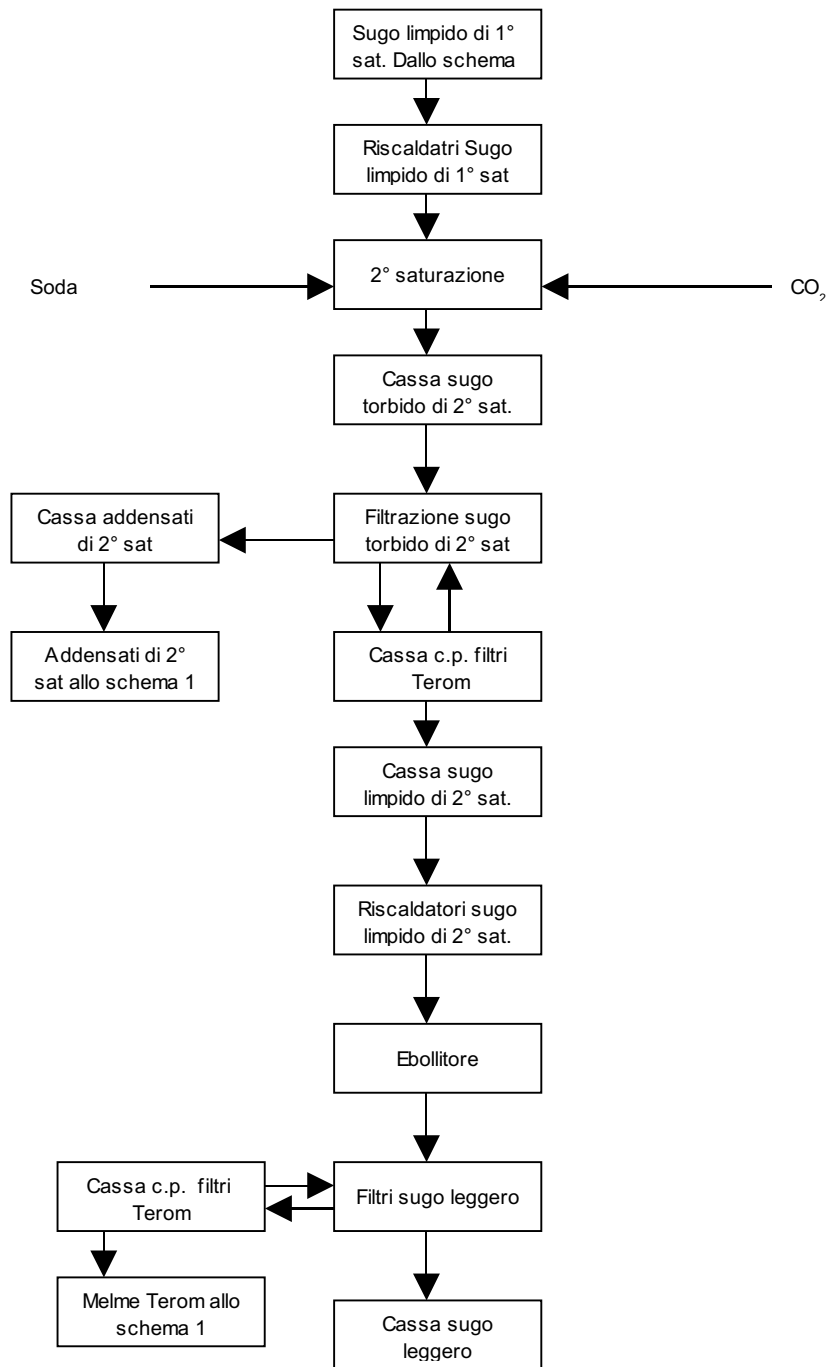


### Schema 3





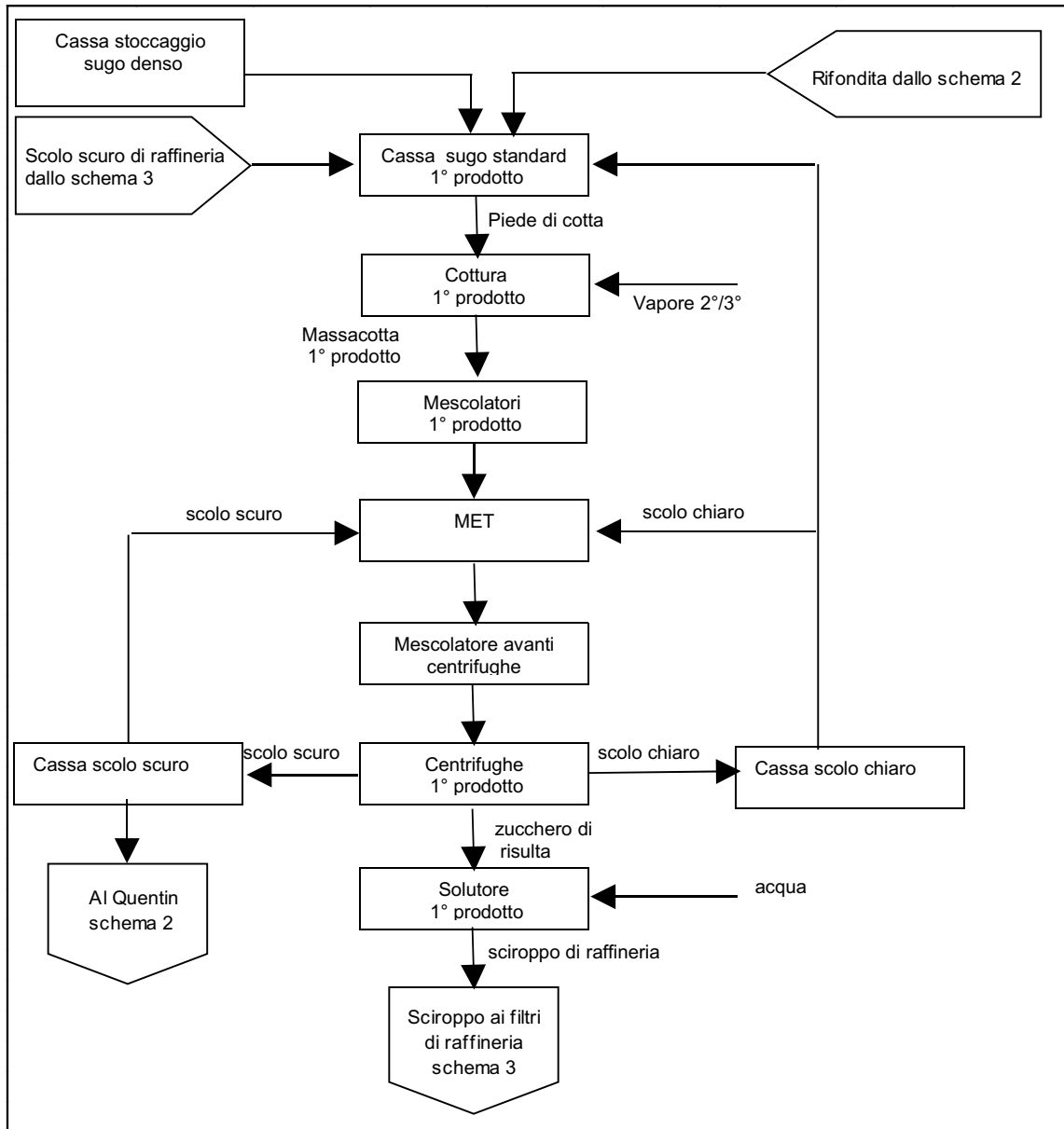
### Schema 4



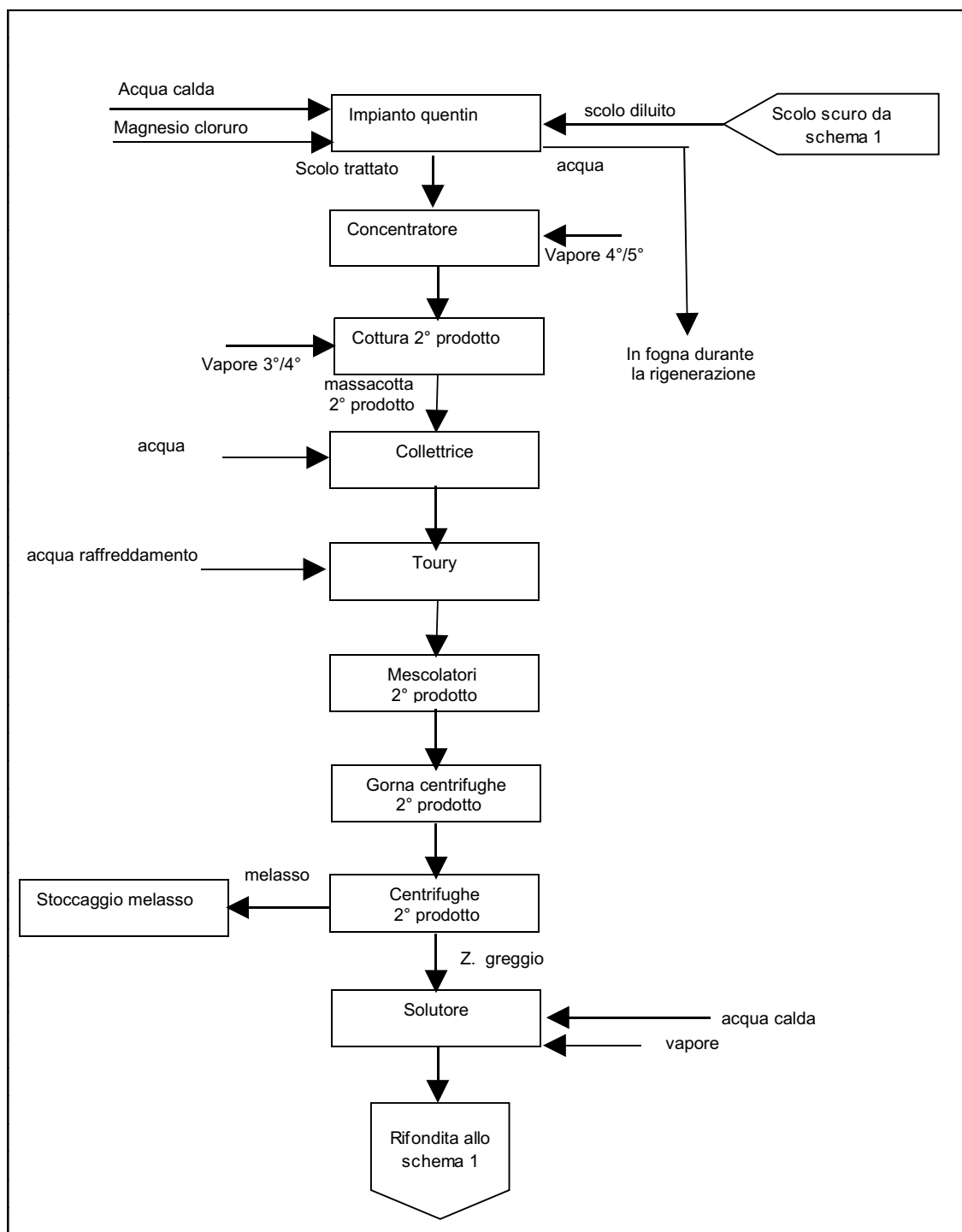


### DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO " CRISTALLIZZAZIONE DEL SACCAROSIO" - Schema 1, 2, 3

Schema 1 ( Cristallizzazione e centrifugazione 1° Prodotto )



**Schema 2** ( Quentini e cristallizzazione – centrifugazione 2° prodotto)



**Schema 3** (Cristallizzazione – centrifugazione raffineria e condizionamento zucchero)

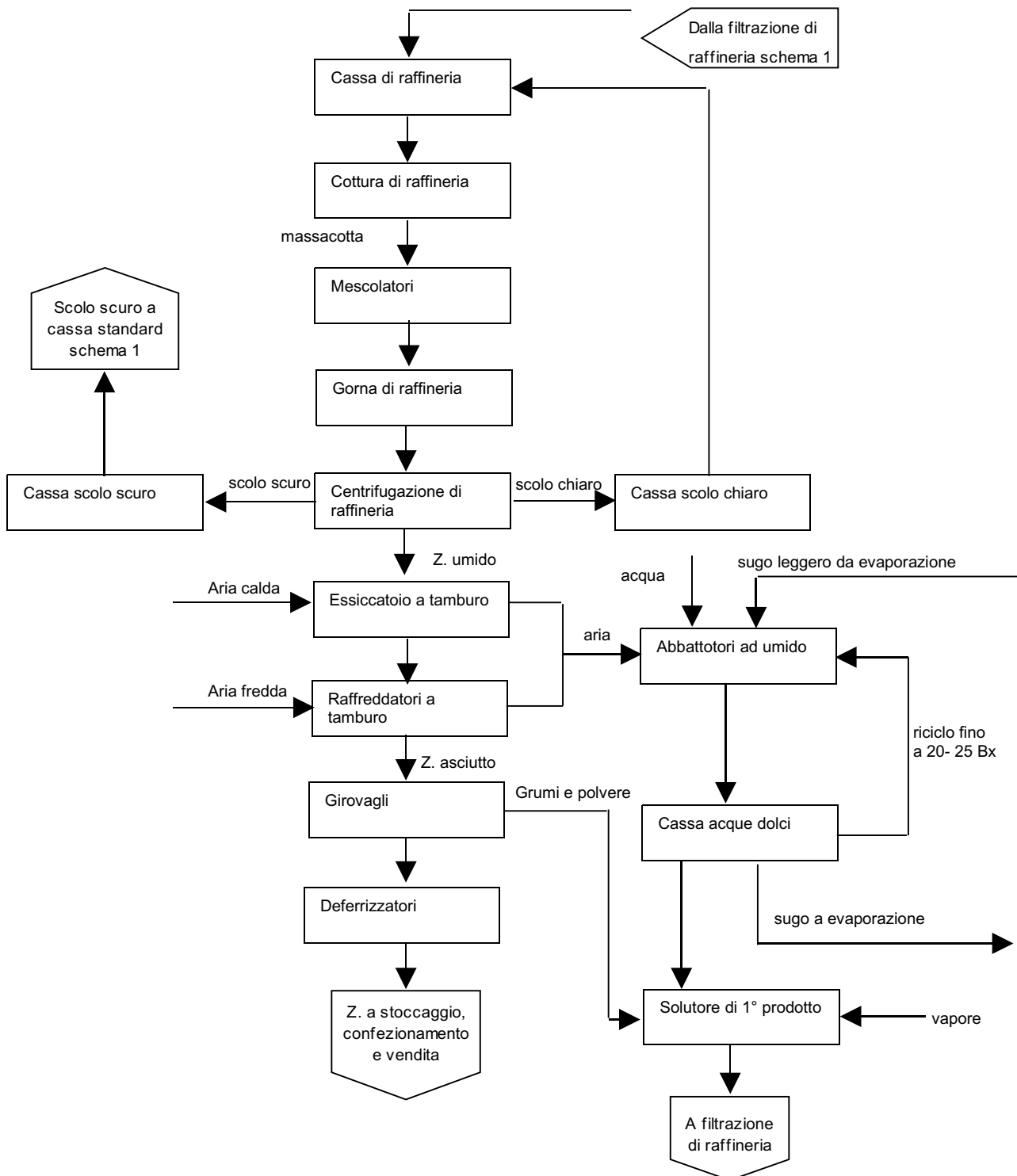
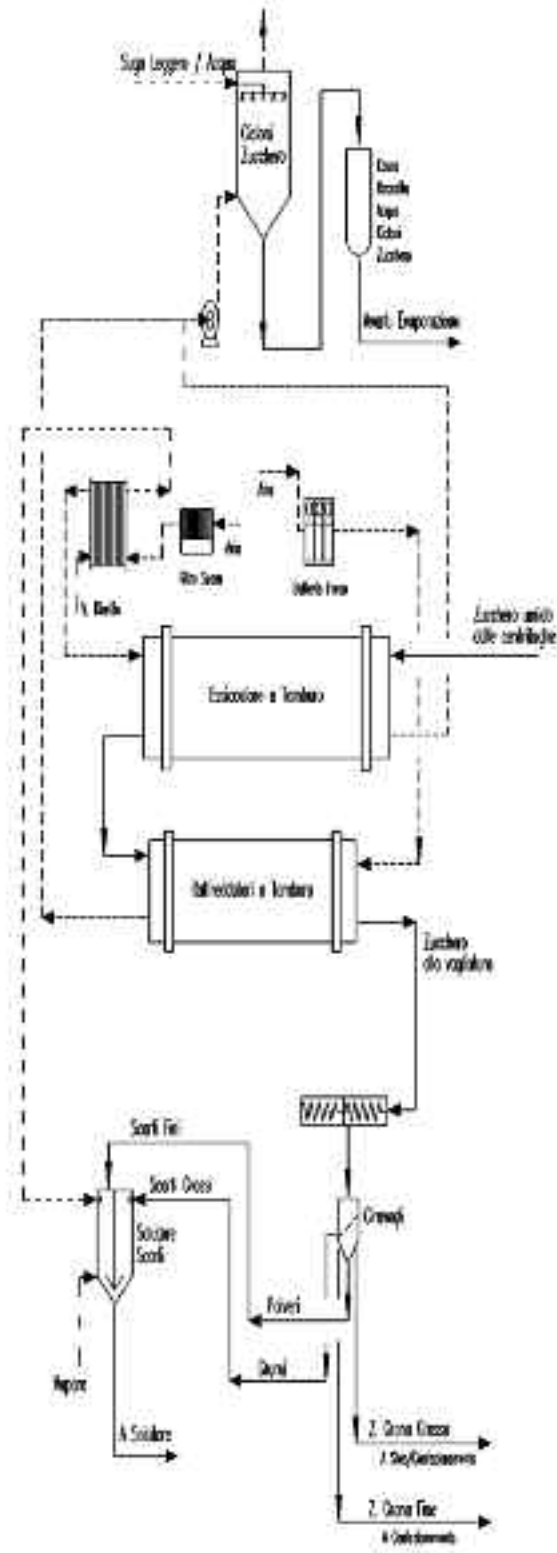


DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO “ CONDIZIONAMENTO ZUCCHERO”

CONDIZIONAMENTO ZUCCHERO





## Il Laboratorio analisi

All'interno dello stabilimento saccarifero sono presenti due Laboratori analisi, distinguibili in Laboratorio analisi bietole e in Laboratorio chimico di fabbrica.

Le operazioni che si compiono in Laboratorio analisi bietole soddisfano la necessità di una puntuale valutazione della materia prima, la barbabietola da zucchero, ai fini del pagamento al coltivatore che l'ha prodotta, secondo accordi stipulati fra le Organizzazioni di categoria. Tali accordi prevedono che il coltivatore conferisca allo stabilimento le radici della barbabietola, estirpate dai terreni di coltivazione a propria cura, prive di terra, fogliame, di corpi estranei. Inoltre, le bietole sono pagate in base al loro contenuto percentuale di zucchero.

Appare quindi molto importante, all'atto della consegna delle bietole, il prelievo di un campione rappresentativo della partita, per una accurata analisi che determini in modo inequivocabile il valore merceologico del prodotto.

La presa del campione è pertanto il primo atto significativo ed ufficiale per la determinazione del valore della bietola e viene operata con sistemi più o meno automatizzati, con la contemporanea presenza dell'addetto dello stabilimento e dell'incaricato dall'Associazione bieticola, che tutela gli interessi del coltivatore. Si confeziona di solito un sacco con circa 50 Kg di barbabietole prelevate in più porzioni durante lo scarico dell'autocarro e viene dunque chiuso e sigillato, applicando un codice a barre che identificherà inequivocabilmente il campione.

L'analisi del campione servirà dunque a determinare la tara percentuale da assegnare alla partita rappresentata dal campione, la polarizzazione, ossia la percentuale in peso di saccarosio delle bietole esaminate e la concentrazione dei melassigeni, i cosiddetti non-zuccheri, che rappresentano i principali fattori peggiorativi della qualità delle bietole.

A questo punto l'analisi del campione di bietole è completa e tutti i valori trovati vengono trasmessi per via informatica sulla scheda del Coltivatore, in modo che sia puntualmente valutata la partita di bietole conferite.

Il laboratorio chimico di fabbrica rappresenta un ganglio essenziale per il corretto funzionamento dello stabilimento, dal quale si diramano i controlli sulle diverse attività, sia durante la lavorazione, sia durante il periodo di intercampagna.

I principali compiti che questo laboratorio assolve sono:

- Valutazione dell'andamento generale e particolare della lavorazione tramite controlli puntuali di tutti i parametri tecnologici delle fasi di lavorazione.
- Controllo della qualità del prodotto finito ed avviato allo stoccaggio o alla vendita.
- Controllo della regolare conservazione del prodotto finito
- Gestione delle cosiddette grandi scorte per la campagna (calcare, olio combustibile ecc.) con il controllo della rispondenza alle caratteristiche qualitative pattuite
- Scelta e richiesta dei coadiuvanti di lavorazione (prodotti chimici vari, antischiumanti, antincrostanti, additivi per la filtrazione)
- La preparazione dell'assetto operativo del laboratorio, con la taratura di tutta la strumentazione necessaria
- Gestione degli impianti di depurazione delle acque reflue accantonate durante la campagna di lavorazione.

Durante la campagna, come si è detto, la funzione preminente è il controllo delle diverse fasi di lavorazione, dove i controlli di routine durante la lavorazione, l'attendibilità e la tempestività dei dati analitici messi a disposizione dei vari operatori, gli interventi di aggiustamento dei parametri tecnologici quando i risultati si discostano da quelli prefissati, sono tutti fattori determinanti per il buon esito della lavorazione.

## Gli eco-bilanci

### 1. Bilancio di materia

I bilanci dei flussi coinvolti in un ciclo produttivo sono elaborazioni quantitative attraverso le quali si analizzano e si quantificano le relazioni che legano le correnti, evidenziandone i percorsi e le trasformazioni subite nelle varie fasi produttive.

L'importanza di descrivere con accuratezza i cicli produttivi e di monitorare i flussi di materia, energia ed idrico, può rappresentare un valido aiuto per individuare le fasi critiche del ciclo in cui è possibile recuperare, riutilizzare e quindi ottimizzare le risorse. Questo approccio consente di ridurre le inefficienze, che incidono non solo sull'ambiente ma anche sul bilancio economico dell'attività produttiva.

Nel bilancio di materia dell'industria di produzione dello zucchero vengono computate tutte le materie prime (input) e i prodotti intermedi che entrano nel ciclo, nonché i materiali di recupero provenienti dai diversi comparti, per poter conteggiare poi, in modo esaustivo, tutti i prodotti in uscita dal processo produttivo (output).

Per rappresentare in modo chiaro e semplice i bilanci, vengono utilizzati degli schemi sintetici in cui sono indicati i flussi di materia coinvolti.

Materie utilizzate nell'intero impianto nell'anno 2006

Tipo di Materia	Quantità annua t/anno m <sup>3</sup> /anno	Produttore e scheda tecnica di riferimento	Identificazione			Stato fisico	Modalità di stoccaggio
			Numero CAS	Classe di pericolosità	Frase di rischio		
Barbabietola	710.251.76					solido	Cumuli
Calcare	48.431		471-34-11			solido	Cumuli
Carbon coke	3.896,310		7440-44-0			solido	Cumuli
Antracite	590,490					solido	Cumuli
Metano	36.438.522		74-52-8			Gassoso	
Olio combustibile	8.487,810					liquido	Serbatoio

Prodotti intermedi dell'impianto relativi all'anno 2006

Tipo di intermedio	Impianto dove viene prodotto	Capacità massima di produzione	Quantità annua t/anno m <sup>3</sup> /anno	Identificazione			Stato fisico	Modalità di stoccaggio
				Numero CAS	Classe di pericolosità	Fraresi di rischio		
Sughi zuccherini di fine lavorazione	Intero ciclo produttivo		539,002				liquido	serbatoio
Sughi zuccherini denso	Intero ciclo produttivo		39.229,918				liquido	serbatoi
Ossido di calcio			27121	7664-39-3		R41	solido	
Anidride carbonica			18309				gassoso	

Approvvigionamento idrico per l'impianto relativo all'anno 2006

Fonte	Volume acqua totale annuo			Consumo giornaliero		
	acque industriali		usi domestici	acque industriali		Usi domestici
	processo m <sup>3</sup>	raffredd. m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	processo m <sup>3</sup>	raffredd. m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
acquedotto			17.014			46,6
acquedotto industriale	53.074			482		
pozzo	1500			13,6		
corso d'acqua	343.413			3122		

Produzione complessiva dell'impianto nell'anno 2006

Tipo di prodotto, manufatto o altro	Capacità massima di produzione t/anno quota assegnata	Quantità prodotta t/anno	Anno di riferimento
zucchero	84.326	93.674,081	2006
melasso		36.140,541	2006
Polpe secche		36.784,900	2006

### Deposito temporaneo dei rifiuti per categorie

Codice CER	Modalità di deposito	Ubicazione del deposito	Capacità del deposito (m³)
020402	ammucchiamento stratificato	piazzale interno al nostro	6000 circa
150101	deposito in cassone	apposita area lato pesa "B"	10
150107	campane per raccolta vetro	ingresso principale fabbrica e ingrasso magaz. Zucchero	1 per campana
150103	ammucchiamento	apposita area lato pesa "B"	20
170603	in appositi contenitori	apposita area lato pesa "B"	10
130208	cisterna di raccolta	apposita area lato pesa "B"	10
150106	deposito in cassone	apposita area lato pesa "B"	20

### Rifiuti prodotti nell'anno 2006

Codice CER	Descrizione (*)				
		Quantità t/anno	Stato fisico	Attività di provenienza	Destinazione
020402	Carbonato di calcio fuori specifica	104.453,80	Solido non polvirulento	depurazione sughi zuccherini	Spandimento su suolo <b>R 10</b>
020401	Terriccio residuo delle operazioni di pulizia e lavaggio delle barbabetole	90.774,00	Solido non polvirulento	lavaggio e pulizia barbabetole	Spandimento su suolo <b>R 10</b>
101304	Rifiuti di calcinazione e idratazione della calce	12.393,00	Solido polvirulento	utilizzo del forno per produz. latte di calce	Spandimento su suolo <b>R 10</b>
020499	Pietrisco della vagliatura del calcare		Solido polverulento	vagliatura meccanica della pietra calcarea	
100101	Ceneri pesanti, scorie e polveri di caldaia	2,16	Solido non polvirulento	pulizia delle caldaie a fine lavoraz. saccar.	Smaltimento esterno - <b>D 15</b>
150101	Imballaggi in carta e cartone	130,09	Solido non polvirulento	rottura sacchi 50 kg. Zucchero per rinfusa	Recupero esterno - <b>R 13</b>
120102	Polveri e articolato di materiali ferrosi	2,40	Solido non polvirulento	polveri e scarti di lavoraz. Officina meccan.	Recupero esterno - <b>R 13</b>
170405	Ferro e acciaio	27,40	Solido non polvirulento	dismissione vecchi macchinari	Riciclo/Recupero esterno - <b>R 4</b>
150103	Imballaggi in legno	4,88	Solido non polvirulento	palletts in legno non riutilizzabile	Recupero esterno - <b>R 13</b>
150107	Imballaggi in vetro	0,50	Solido non polvirulento	raccolta contenitori in vetro e bottiglie varie	Recupero esterno - <b>R 13</b>
150106	Imballaggi in materiali misti	60,14	Solido non polvirulento	pulizia di vari reparti di fabbrica mater. Vario	Recupero esterno - <b>R 13</b>
170203	Plastica	3,40	Solido non polvirulento	rimozione lastre di plastica non riutilizzabili	Smaltimento esterno - <b>D 15</b>
150203	Assorbenti, materiali filtranti, stracci, indumenti protettivi diversi da quelli di cui alla voce 150202	0,75	Solido non polvirulento	stracci sporchi da pulizia reparti di fabbrica	Smaltimento esterno - <b>D 15</b>
130208	Altri olii per motori ingranaggi e lubrificanti	6,32	Liquido	pulizia e manutenz. Imp. meccanici e elettrici	Recupero esterno - <b>R 13</b>
120112	Cere e grassi esausti	5,76	Liquido	pulizia e manutenz. Imp. meccanici e elettrici	Smaltimento esterno - <b>D 9 H04 - H14</b>

I rifiuti prodotti nello stabilimento di Termoli si possono collocare in due categorie specifiche

- Residui del processo di lavorazione
- Rifiuti generici derivanti da attività collaterali.

Le quantità dei residui di lavorazione sono direttamente proporzionali a quelle delle barbabietole soggette a trasformazione, mentre per quanto riguarda le terre di pulizia delle barbabietole stesse, le quantità sono influenzate anche da fattori di tipo meteorologico e dalla natura del terreno su cui sono state coltivate, perciò variabili di anno in anno.

Le terre di pulizia delle barbabietole possono essere distinte in più tipologie, in base al tipo di processo produttivo a cui sono avviate.

#### Terra proveniente dalla fluitazione e dal lavaggio delle bietole

Questo prodotto, derivante dal trasporto in vena idraulica delle barbabietole e dal successivo lavaggio dei residui superficiali di terra aderente di origine agronomica, è ottenibile attraverso due metodologie:

- Dalla centrifugazione dell'acqua del circuito di fluitazione bietole, che serve per il trasporto idraulico delle bietole dal silos alla lavorazione. Detto circuito ha in dotazione un chiarificatore che ha lo scopo di far precipitare le sostanze sospese nella suddetta acqua che successivamente viene riciclata totalmente, mentre la terra addensata nel fondo del chiarificatore, in parte viene inviata ai bacini di sedimentazione e quindi ad anni alterni a sedimentazione totale avvenuta avviata al recupero (CER 020401) in recuperi ambientali, in parte viene estratto da idonea pompa e centrifugato con particolari macchine che permettono al fango in ingresso a circa 15 – 18 % di S.S. di raggiungere circa il 50 – 55 % di S.S. rendendolo in tal modo palabile ma non asciutto. L'acqua raccolta viene convogliata all'esterno, mentre la terra viene depositata in appositi letti di essiccazione collocati all'interno dell'area dello stabilimento, dove solo ad essiccazione totale avvenuta viene avviata al recupero (CER 020401) e accompagnata da relativo FIR in recuperi ambientali.
- Durante il trasporto delle bietole in fabbrica con il suddetto circuito idraulico, sono installate diverse macchine che estraggono le eventuali pietre e zolle di terra più abbondantemente presenti nelle bietole scaricate, in annate particolarmente asciutte. Unitamente a questa terra possono essere presenti, accidentalmente frantumi di bietole ed erbe. Questa terra viene raccolta giornalmente ed avviata al recupero (CER020401) e accompagnati da relativo FIR in recuperi ambientali.

#### Terra di origine agronomica separata dalle barbabietole a secco

Questa terra viene separata a secco mediante girovagli meccanici situati presso la stazione di ricevimento e scarico della materia prima. Questo prodotto è perfettamente solido e asciutto, non è considerato rifiuto in quanto non derivante dal processo di lavorazione della barbabietola e pertanto viene riconsegnato ai conferenti bietole o agricoltori che ne fanno richiesta.

#### Calci di defecazione ( carbonato di calcio fuori specifica )

Il latte di calce viene aggiunto al sugo estratto dalle diffusioni e successivamente ricombinato con anidride carbonica per rendere il sugo filtrabile, trasformando il precipitato dalla forma colloidale dovuta all'aggiunta di latte di calce, alla forma cristallina dei carbonati. In tal modo le impurità contenute nei sughi vengono inglobate dal precipitato sotto forma di fanghi, che vengono filtrati e lavati in particolari filtri pressa che elevano la S.S. dal 18 % al 70% circa, rendendoli pressoché asciutti. Vengono asportate direttamente durante il ciclo lavorativo con normali mezzi di trasporto e avviate anch'esse al recupero (CER 040204) in ripristini ambientali.

Dette calci di defecazione potrebbero anche essere impiegate in agricoltura come ammendanti per terreni, in base al D.Lgs 748/84, ed in tal caso esulare dalla normativa dei rifiuti.

La calce e l'anidride carbonica vengono prodotte in forni da calce, in cui la dissociazione del calcare ad alta temperatura è ottenuta per combustione di carbone.

Alla base del forno si raccoglie la calce (CaO), che viene spenta in appositi "idratatori" per l'utilizzo come "latte di calce".

Dalla parte superiore del forno viene prelevato il gas carbonico (35% di CO<sub>2</sub>) ed inviato alla saturazione.

L'utilizzo di questo forno da calce da origine a due tipologie di scarto:

- il pietrisco della vagliatura del calcare
- gli scarti di vagliatura del latte di calce

#### Pietrisco della vagliatura del calcare

Per alimentare i forni da calce viene utilizzata pietra di origine calcarea, di pezzatura selezionata e opportunamente miscelata in fase di carico nei forni.

La pietra calcarea viene ammucciata all'atto del conferimento in fabbrica, nel piazzale antistante i forni da calce, mediante l'uso di pale meccaniche. In questa fase di caricamento viene allontanato il pietrisco più minuto non idoneo alla cottura, per essere avviato al recupero (CER 020499) per produzione di cemento, o per ripristini ambientali.

#### Scarti di vagliatura del latte di calce

E' uno scarto composto esclusivamente dalla sabbia silicea presente all'interno delle pietre utilizzate per l'alimentazione dei forni da calce, che occorre eliminare dai circuiti a causa della insolubilità della silice e per il rischio di intasamento dei circuiti che può provocare.

A questa sabbia si mescolano i residui della solubilizzazione della calce viva prodotta dai forni, costituiti da pietrame di varia pezzatura che non ha completato il ciclo di cottura. Questo rifiuto viene asportato direttamente durante il periodo produttivo ed avviato al recupero (CER 101304) in ripristini ambientali.

## **2. Bilancio idrico**

Durante tutto il ciclo di lavorazione delle bietole per l'estrazione dello zucchero, l'acqua ha un ruolo essenziale infatti, oltre a solubilizzare lo zucchero per la sua estrazione dalle cellule della bietola, interviene in tutti i reparti, dalla diffusione alla cristallizzazione, anche che sotto forma di condensa.

La lavorazione delle bietole, per la natura stessa del prodotto, produce una eccedenza di circa 0.75 m<sup>3</sup> di acqua per tonnellata di bietole, questa notevole quantità di acqua viene reintrodotta nel ciclo di lavorazione.

Nello stesso tempo occorre una certa quantità di acqua fresca per il lavaggio e il trasporto delle bietole e per la torre di raffreddamento.

#### Acque di trasporto e lavaggio bietole

Sono acque che servono per lavare le bietole provenienti dai terreni di coltivazione e per trasportarle all'interno della fabbrica per la loro lavorazione.

Il sistema è un circuito chiuso dove la maggior parte dell'acqua viene riciclata e un chiarificatore ha il compito di separare l'acqua dalla terra sciolta a contatto diretto con le bietole.

Una pompa sommersa preleva il fango addensato sul fondo e lo convoglia ad un serbatoio di omogeneizzazione che alimenta due separatori centrifughi, che hanno il compito di separare la terra al 55% di secco, da un'acqua che contiene ancora in sospensione le particelle più sottili e leggere come mucillaggini, che viene inviata alle vasche di decantazione previa aggiunta di latte di calce.

Questa aggiunta ha il duplice scopo di far sedimentare le particelle in sospensione e di alcalinizzare l'acqua per evitare sgradevoli odori, dovuti alle particelle in decomposizione.



Generalmente il reintegro viene effettuato o con acqua fresca o con acqua di recupero da altri reparti.

#### Acque provenienti dal reparto polpe

Le fettucce esaurite (polpe) uscenti dalle diffusioni vengono trasportate al reparto presse dove subiscono una parziale disidratazione da ca. 10 ÷ 12 % di SS. a ca. 22 ÷ 28 % e l'acqua che ne deriva viene integralmente riciclata in diffusione, in quanto contiene saccarosio. Durante il trasporto delle polpe dalle diffusioni al nastro che le porta alle presse, tramite eliche sgrondatrici, si produce questa tipologia di acqua, che unita al drenaggio della vasca di accumulo polpe fresche, viene inviata alle vasche di decantazione.

#### Acque provenienti dallo spurgo dell'abbattitore polveri essiccatoi

L'abbattitore delle polveri degli essiccatoi polpe, produce un fango costituito essenzialmente da materiale celluloso, prodotto in fase di essiccazione delle polpe, dovuto alle parti più piccole e frammentate che si sviluppano sia durante la fase del taglio che durante la fase di diffusione. Questo fango viene addizionato al latte di calce ed inviato alle vasche di decantazione.

#### Acqua dei condensatori barometrici

L'acqua dei condensatori barometrici proviene dalla condensazione del vapore prodotto sia nella fase terminale della concentrazione del sugo nella batteria di evaporazione, che nella cottura del sugo per cristallizzare lo zucchero.

E' un circuito chiuso dove l'acqua circola in misura di ca. 6.000 m<sup>3</sup>/h e si avvale di una torre di raffreddamento che ha lo scopo di abbattere la temperatura dell'acqua da circa 55° C a 34 ÷ 36° C, mediante insufflazione di aria che sia per differenza di temperatura tra aria ed acqua che per auto-evaporazione la raffredda.

La perdita d'acqua causata da questa auto-evaporazione è quantizzata in circa 2 ÷ 3% e deve essere reintegrata con acqua fresca o con acqua di recupero proveniente da altri reparti.

#### Acqua proveniente dall'impianto a resine Quentin

L'impianto Quentin a resine, ha lo scopo di eliminare dal sugo zuccherino che alimenta la cottura del basso prodotto, gli ioni Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>, sostituendoli con ioni Mg<sup>++</sup>, che hanno un potere melassigeno più basso rispetto ai sostituiti, permettendo la cristallizzazione dello zucchero.

L'impianto necessita di una forte quantità di acqua di condensa, che proviene dal vapore prodotto nella batteria di evaporazione, durante la fase di concentrazione del sugo leggero.

L'acqua utilizzata nell'impianto Quentin non è riciclabile, poiché contiene una elevata quantità di cloruri, provenienti dalla fase di rigenerazione delle resine con MgCl<sub>2</sub>. e dunque, viene inviata totalmente alle vasche di lagunaggio.

#### Acque di raffreddamento turboalternatori

Questa acqua, prelevata dalla cassa dell'acqua fredda, serve per raffreddare l'olio di lubrificazione delle turbine in appositi scambiatori e per raffreddare l'aria degli alternatori.

Viene totalmente recuperata e serve per alimentare l'anello liquido delle pompe del vuoto, durante la fase di cottura.

L'acqua in uscita dalle pompe del vuoto, cede parte della sua temperatura in una torre di raffreddamento e viene utilizzata per alimentare i compressori di CO<sub>2</sub>, installati al reparto forni calce.

Qui, dopo il suo utilizzo, viene raffreddata in un'altra torre di raffreddamento e riciclata, parte sugli stessi compressori e parte per raffreddare il CO<sub>2</sub> ed abbattere eventuali polveri prima del suo ingresso nei compressori.

Questa acqua proveniente dai laveur, viene utilizzata in genere per reintegrare il chiarificatore.

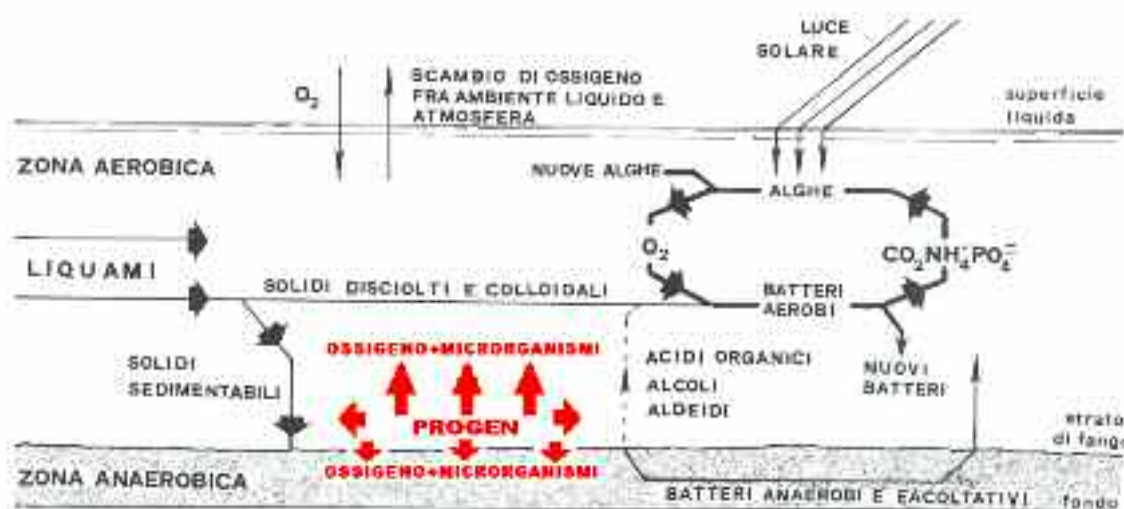
## Trattamento dei reflui nelle vasche di accumulo

Per evitare che i reflui stoccati nelle vasche di decantazione emanino cattivi odori dovuti alla decomposizione delle sostanze organiche, viene aggiunto il latte di calce per alcalinizzarli e bloccarne la degradazione.

In aggiunta a tale trattamento viene effettuato un trattamento con particolari attivatori biologici a base di batteri e funghi selezionati, che favorisce l'ossidazione dei composti maleodoranti e ne accelera la degradazione, anche in mancanza di ossigeno disciolto nell'acqua.

Tale trattamento viene effettuato anche nelle vasche di lagunaggio nonostante la tipologia dei reflui presenti sia nettamente diversa e presenti meno rischi di odori delle prime.

### **Schema ecologico/chimico eseguito nelle acque di lagunaggio**



Durante la lavorazione è in funzione a pieno regime un depuratore per le acque ad ossidazione totale che, anche in una condizione di sovraccarico, consente di abbattere il carico inquinante da circa 3.500 ÷ 4.000 di COD a ca. 200 ÷ 250 di COD, permettendo di far confluire tali reflui ormai depurati, all'impianto di depurazione consortile, per la elevata presenza di cloruri.

Al termine della campagna di lavorazione delle bietole, il depuratore viene fortemente parzializzato per mancanza di energia elettrica disponibile e dunque la portata dei reflui conferiti all'impianto consortile subisce una drastica riduzione, consentendo comunque di arrivare alla lavorazione dell'anno successivo con le vasche praticamente vuote.

<b>BILANCIO IDRICO 2006</b>
-----------------------------

**1) Acqua in ingresso contenuta nelle Bietole lavorate durante la campagna saccarifera 2006**

Bietole lavorate ( da bilancio interno)	752.670 ton		
Contenuto di acqua % (da bibliografia)	77 %		
Acqua contenuta	$752.670 \times 77 / 100 =$		<b>579.556 m<sup>3</sup></b>

**2) Acqua prelevata dal fiume durante la lavorazione (misurata dal contatore) 343.413 m<sup>3</sup>****3) Acqua industriale fornita dal Nucleo Industriale della Valla del Biferno dal mese di Giugno al mese di dicembre (misurata dal contatore ufficiale) 53.074 m<sup>3</sup>****4) Acqua prelevata dai pozzi artesiani da giugno a dicembre (misurata dai contatori) 1.500 m<sup>3</sup>****5) Acqua potabile fornita dal Nucleo Industriale della Valle del Biferno dal mese di giugno al mese di dicembre (misurata dal contatore ufficiale) 6.548 m<sup>3</sup>****6) Acqua in uscita con la polpa fresca venduta**

a) Polpa fresca venduta	17.914 ton		
Contenuto di sostanza secca	5 %		
Acqua di sgrondo in vasca	25 %	(dell'acqua contenuta nelle polpe fresche vendute)	
Acqua contenuta	$17.914 \times 0,95 \times 0,75 =$		12.764 m <sup>3</sup>

**7) Acqua in uscita con la polpa suppressata venduta**

b) Polpa suppressata venduta	7.669 ton		
Contenuto di sostanza secca	26 %		
Acqua contenuta	$7.669 \times ( 100 - 26 ) / 100 =$		5.675 m <sup>3</sup>

Acqua totale uscita con le polpe fresche e suppressate vendute	$12.764 + 5.675 =$		<b>18.439 m<sup>3</sup></b>
--	--------------------	--	-----------------------------

**8) Acqua uscita per essiccazione delle polpe più acqua venduta con le polpe secche**

Polpa suppressata prodotta a 26 % di sostanza secca da tutte le bietole lavorate

$$752.670 \times 5 / 26 = 144.744 \text{ ton}$$

Acqua contenuta nelle suppressate	$144.744 \times ( 100 - 26 ) / 100 =$		107.111 m <sup>3</sup>
-----------------------------------	---------------------------------------	--	------------------------

Contenuto di acqua nella polpa fresca venduta a 5% di sostanza secca meno l'acqua persa per portarla nella pressatura a 26 % sostanza secca

Quantità di polpa suppressata corrispondente	$17.914 \times 5 / 26 =$		3.445 ton
--	--------------------------	--	-----------

Acqua contenuta nella polpa suppressata

$$3.445 \times ( 100 - 26 ) / 100 = 2.549 \text{ m}^3$$

Acqua evaporata agli essiccatoi polpe per passare da 26% di sostanza secca al 90% di sostanza secca più acqua venduta con la polpa secca prodotta

$$107.111 - 5.675 - 2.549 = \mathbf{98.887 \text{ m}^3}$$

**9) Acqua in uscita con il melasso**

Melasso prodotto totale	32.637 ton		
Contenuto di sostanza secca	83 %		
Acqua contenuta	$32.637 \times (100 - 83) / 100 =$		<b>5.548 m<sup>3</sup></b>

**10) Acqua in uscita (per evaporazione a pressione atmosferica) nei 4 camini della saturazione+un ebollitore incondensabili+ spurghi di 4 caldaie(35 bar) + vapore a 12 bar per 8 tagliatrici, per 7 centrifughe di raffineria, per riscaldatori aria essiccatoio zucchero,per riscaldamento olio combustibile essiccatoi polpe,per 5 presse cubettatrici polpe ecc.**

Valore stimato da esperienza e da dati tecnici è	7,32 %	ton Bietole lavorate	
Acqua evaporata	$752.670 \times 7,32 / 100 =$		<b>55.095 m<sup>3</sup></b>

**11) Acqua in uscita con i fanghi di defecazione prodotti**

Contenuto di sostanza secca	70 %		
Fanghi prodotti totali	98.522 m <sup>3</sup>		
che corrispondono a tonnellate		$98.522 \times 1,1 =$	108.374 ton
Acqua contenuta	$108.374 \times (100 - 70) / 100 =$		<b>32.512 m<sup>3</sup></b>

**12) Acqua in uscita con i fanghi disidratati estratti dal chiarificatore**

Contenuto di sostanza secca	55 %		
Fanghi prodotti totali	21.583 m <sup>3</sup>		
che corrispondono a tonnellate		$21.583 \times 1,5 =$	32.375 ton
Acqua contenuta	$32.375 \times (100 - 55) / 100 =$		<b>14.569 m<sup>3</sup></b>

**13) Acqua in uscita per evaporazione alla torre di raffreddamento (torre Spig)**

a) Acqua evaporata durante la lavorazione delle bietole			
giorni di lavorazione bietole	90		
portata acqua da raffreddare	6.000 m <sup>3</sup> /h		
coefficiente di evaporazione (mesi estivi) da dati costruttivi	2,00 %		
Acqua evaporata	$6.000 \times 90 \times 24 \times 0,020 =$		259.200 m <sup>3</sup>

b) Acqua evaporata durante la lavorazione sugo denso			
giorni di lavorazione sugo denso	20		
portata acqua da raffreddare	2.500 m <sup>3</sup> /h		
coefficiente di evaporazione (Settembre) da esperienza	2,0 %		
Acqua evaporata	$2.500 \times 20 \times 24 \times 0,020 =$		24.000 m <sup>3</sup>

Acqua totale uscita per evaporazione dalla torre di raffreddamento  $259.200 + 24.000 =$  **283.200 m<sup>3</sup>**

**Acque che vengono inviate alle vasche di DECANTAZIONE****14) Acqua in uscita dalla fluitazione bietole.**

Portata della pompa di estrazione fanghi dal chiarificatore	90 mc/h		
Giorni di lavorazione bietole	90		
Totale acqua	$90 \times 90 \times 24 =$		<b>194.400 m<sup>3</sup></b>

**15) Acqua in uscita dal decantatore acqua di pressatura, abbattitore fumi, con i polpini**

Valore stimato da esperienza e da dati tecnici è	4,59 % B.le		
Acqua complessiva inviata alle vasche	$4,59 \times 752.670 / 100 =$		<b>34.548 m<sup>3</sup></b>

**Acqua inviata in fogna**

**16) Acqua in uscita dall'impianto a resine Quentin**

Numero di cicli fatti giornalmente dal Quentin	14	
Acqua inviata in fogna ad ogni ciclo di servizio	152	m <sup>3</sup>
Giorni complessivi di lavoro	110	

$$\text{Acqua inviata alla fogna} \quad 14 \times 152 \times 110 = \mathbf{234.080} \quad \text{m}^3$$

**17) Acqua proveniente dai servizi igienici, pulizia di fabbrica e perdite indeterminate**

Stimata per differenza dagli ingressi

$$984.091 - 508.250 - 194.400 - 34.548 - 234.080 = \mathbf{12.814} \quad \text{m}^3$$

## RIEPILOGO DEL BILANCIO IDRICO

### Acqua totale in ingresso allo Zuccherificio

Acqua in ingresso contenuta nelle Bietole lavorate durante la campagna saccarifera	579.556	m <sup>3</sup>
Acqua prelevata dal fiume durante la lavorazione (misurata dal contatore)	343.413	m <sup>3</sup>
Acqua industriale fornita dal Nucleo Industriale della Valla del Biferno (giugno dicembre)	53.074	m <sup>3</sup>
Acqua prelevata dai pozzi artesiani da giugno a dicembre (misurata dai contatori)	1.500	m <sup>3</sup>
Acqua potabile fornita dal Nucleo Industriale della Valle del Biferno (giugno dicembre)	6.548	m <sup>3</sup>

**Totale** **984.091** m<sup>3</sup>

### Acqua totale in uscita dallo Zuccherificio sotto forme diversa da refluo

Acqua in uscita con la polpa fresca venduta, Acqua in uscita con la polpa suppressata venduta	18.439	m <sup>3</sup>
Acqua uscita per essiccazione delle polpe più acqua venduta con le polpe secche	98.887	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita con il melasso	5.548	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita come da punto 10	55.095	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita con i fanghi di defecazione prodotti	32.512	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita con i fanghi disidratati estratti dal chiarificatore	14.569	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita per evaporazione alla torre di raffreddamento (torre Spig)	283.200	m <sup>3</sup>

**Totale** **508.250** m<sup>3</sup>

### Acqua inviata alle vasche di decantazione

Acqua in uscita dalla fluitazione bietole	194.40	
	0	m <sup>3</sup>
Acqua in uscita dal decantatore acqua di pressatura, abbattitore fumi, con i polpini	34.548	m <sup>3</sup>

**Totale** **228.948** m<sup>3</sup>

### Acqua inviata alle vasche in golena tramite fognatura

Acqua in uscita dall'impianto a resine Quentin	234.08	
	0	m <sup>3</sup>
Acqua proveniente dai servizi igienici, pulizia di fabbrica e perdite indeterminate	12.814	m <sup>3</sup>

**Totale** **246.894** m<sup>3</sup>

**Acqua inviata alle vasche di Decantazione e Golena** **228.948 + 246.894 = 475.841** m<sup>3</sup>

**Acqua inviata al Nucleo Industriale della Valle del Biferno per il trattamento (contatore fiscale da Luglio a Ottobre 2006)** **255.040** m<sup>3</sup>

**Acqua in giacenza nelle vasche al 1-10-2006** **984091 - 508.250 - 255.040 = 220.801** m<sup>3</sup>



Il contenimento dei consumi idrici durante le varie fasi del ciclo di lavorazione della barbabietola da zucchero è uno dei principali obiettivi da considerare per il contenimento dell'impatto ambientale, dovuto a questa attività economica e si realizza essenzialmente spingendo al massimo riciclo dei volumi necessari lungo le diverse fasi del ciclo lavorativo. Il volume più importante di acqua utilizzata nel processo è quella del trasporto delle bietole e del loro lavaggio. E' necessario spingere al massimo sul riciclo di questo volume di acqua, in modo da ridurre il più possibile il quantitativo di acqua da reintegrare, a vantaggio degli aspetti ambientali ed economici legati al processo di lavorazione.

### 3. Bilancio energetico

La lavorazione dello zucchero è dunque stagionale, con una durata di circa 90 giorni durante i quali la produzione si suddivide in due fasi fondamentali:

- campagna bietole: consiste nel lavorare le barbabietole da zucchero che si sono accumulate nei silos di stoccaggio
- campagna sugo denso: consiste nella lavorazione del sugo denso che si è conservato durante la campagna bietole

I consumi energetici e dunque i bilanci energetici sono variabili di anno in anno, in quanto legati alla durata della campagna di lavorazione.

Il processo di estrazione e cristallizzazione del saccarosio dalla barbabietola richiede calore, cioè energia termica; inoltre, tutti gli impianti e macchinari dello zuccherificio, per funzionare, richiedono energia meccanica trasmessa da motori elettrici, per i quali occorre elettricità, cioè energia elettrica.

La centrale termoelettrica di stabilimento assolve a queste fondamentali richieste producendo energia termica con uno o più generatori di vapore: con opportune macchine l'energia termica contenuta nel vapore prodotto bruciando un combustibile in caldaia è in parte trasformata in energia meccanica nella turbina a vapore che, trainando un alternatore, traduce l'energia meccanica in energia elettrica, distribuita ai motori di fabbrica. Il vapore scaricato dalla turbina, contenente ancora una notevole quantità di energia termica, la trasferisce in gran parte alle soluzioni zuccherine attraverso superfici metalliche di scambio per riscaldare, concentrare, cristallizzare soluzioni zuccherine o per asciugare prodotti diversi, a cominciare dal prodotto finito, lo zucchero.

La centrale termoelettrica così concepita, può configurarsi come una cogenerazione di energia, se si intende quale produzione contemporanea da parte di un impianto di calore, di energia meccanica ed energia elettrica.

La cogenerazione consente di incrementare, in maniera significativa, il rendimento globale di sfruttamento dell'energia dei combustibili, tenendo presente che un impianto di cogenerazione non modifica a parità di condizioni la quantità globale di energia elettrica e termica, richiesta dal processo produttivo, ma consente di ottenere le due energie con un consumo di energia primaria inferiore a quello che si verificherebbe producendo la stessa quantità mediante processi separati.

A causa della stagionalità della lavorazione e per la notevole quantità di energia elettrica occorrente al funzionamento di uno zuccherificio è necessario produrre in fabbrica tutta o gran parte dell'energia elettrica che serve. Questo è conveniente, a patto che venga utilizzato tutto il calore contenuto nel vapore di scarico del turboalternatore.

Per produrre l'energia elettrica di cui c'è bisogno, occorre inviare alla turbina la quantità di vapore corrispondente al suo consumo specifico, cioè i chilogrammi di vapore surriscaldato necessari per produrre 1kW di energia elettrica con l'alternatore accoppiato alla turbina: per le turbine solitamente installate il consumo specifico si aggira intorno ai 10 Kg di vapore per 1kW.

Il vapore di scarico dalla turbina, dopo il desurriscaldamento, va alla camera vapore del primo effetto della batteria di evaporazione, per la concentrazione del sugo leggero e in piccola parte a riscaldare tale sugo prima dell'ingresso in batteria. Poiché la batteria di evaporazione, oltre a concentrare il sugo, funge anche da distributore di vapore d'effetto per i vari servizi, affinché funzioni regolarmente è necessario che la pressione del vapore (e quindi la temperatura) al primo corpo si mantenga costante, anche se vi sono delle variazioni sulla richiesta di energia elettrica e quindi del consumo di vapore attraverso la turbina.

Dalla caldaia si preleva vapore, variamente ridotto di pressione, anche per altri servizi, come per soffiare l'erba dalle tagliatrici, per la copertura finale dello zucchero in centrifuga, il riscaldamento delle batterie radianti per l'essiccamento dello zucchero ed altro ancora.

I componenti essenziali di un sistema cogenerativo, in un circuito termico classico di uno zuccherificio, sono costituiti da:

- un pallone di alimento caldaia
- una caldaia
- una turbina con alternatore accoppiato
- una valvola riduttrice del vapore d'integrazione
- un desurriscaldatore
- primo e secondo effetto della batteria di evaporazione
- un palloncino di raccolta condensa del primo effetto e uno del secondo effetto
- pompe di trasferimento condensa dai palloncini al pallone di alimento caldaia
- pompa di alimento caldaia
- pompa di desurriscaldamento

La centrale termica dello Zuccherificio del Molise è composta da cinque generatori per la produzione di vapore surriscaldato alla temperatura di 400° C. Il vapore viene prodotto dalla combustione di gas metano. La centrale è così costituita:

- Generatore n° 1: superficie riscaldante di 1050 m<sup>2</sup>, con produzione di vapore al carico normale di 60 t/h, alla pressione massima di esercizio di 40 kg/cm<sup>2</sup>.
- Generatore n° 2 : superficie riscaldante di 1000 m<sup>2</sup>, con produzione di vapore al carico normale di 60 t/h, alla pressione massima di esercizio di 38 kg/cm<sup>2</sup>.
- Generatore n° 3 : superficie riscaldante di 1000 m<sup>2</sup>, con produzione di vapore al carico normale di 60 t/h, alla pressione di esercizio di 38 kg/cm<sup>2</sup>.
- Generatore n° 4: superficie riscaldante di 795 m<sup>2</sup>, con produzione di vapore al carico normale di 40 t/h, alla pressione massima di esercizio di 35 kg/cm<sup>2</sup>.
- Generatore n° 5: superficie riscaldante di 2000 m<sup>2</sup>, con produzione di vapore al carico normale di 120 t/h, alla pressione massima di esercizio di 40 kg/cm<sup>2</sup>.

La centrale elettrica dello stabilimento si avvale di motori elettrici, per le diverse attività da svolgere durante la fase di lavorazione dello zucchero. La centrale produce energia elettrica facendo passare parte del vapore prodotto dalle caldaie attraverso le turbine, le quali ruotano ad un numero di giri imposto dalle caratteristiche costruttive della macchina per poi essere ridotti ed accoppiate a degli alternatori che producono corrente. La media tensione prodotta viaggiando attraverso i cavi, raggiunge le cabine di trasformazione dislocate in determinate zone della fabbrica dalle quali viene prelevata a 380 volt per servire le utenze nei vari reparti.

La centrale elettrica è composta da tre turbine in contropressione accoppiate ad altrettanti generatori elettrici:

- Turbina a contropressione assiale, con 2 stadi ad azione e 21 a reazione. Potenza 8700 Kw, giri al minuto 3000 ad accoppiamento diretto con alternatore. Pressione vapore di immissione di 32 Kg/cm<sup>2</sup> con temperatura vapore di immissione di 360 °C. Contropressione allo scarico di 3 Kg/cm<sup>2</sup> con consumo di vapore di 87 t/h, pari a 10 Kg di vapore a Kwh. Generatore elettrico sincrono trifase, direttamente accoppiato alla turbina con potenzialità di 8650 Kw.
- Turbina a contropressione assiale, con 1 stadio ad azione e 3 a reazione. Potenza 6000 Kw, giri al minuto 9054. Pressione vapore di immissione di 36 Kg/cm<sup>2</sup> con temperatura vapore di immissione di 400 °C. Contropressione allo scarico di 4 Kg/cm<sup>2</sup> con consumo di vapore di 58 t/h, pari a 10 Kg di vapore a Kwh. Generatore elettrico sincrono trifase, direttamente accoppiato alla turbina con potenzialità di 7500 Kw.

- Turbina a contropressione assiale, con 1 stadio ad azione e 17 a reazione. Potenza 8500 Kw, giri al minuto 5000. Pressione vapore di immissione di 37 Kg/cm<sup>2</sup> con temperatura vapore di immissione di 465 °C. Contropressione allo scarico di 3 Kg/cm<sup>2</sup>. Generatore elettrico sincrono trifase, direttamente accoppiato alla turbina con potenzialità di 8500 Kw.

## PRODUZIONE DI ENERGIA

La quantità totale di energia prodotta nell'intero impianto, espressa come energia complessiva (termica ed elettrica) è rappresentata nella tabella 1:

Tabella 1

Attività	Energia termica		Energia elettrica e cogenerazione				Combustibile		Consumo annuo combustibile kg x m <sup>3</sup>	Emissione totale annua CO <sub>2</sub>
	potenza termica nominale kW <sub>t</sub>	produzione annua MW/h	potenza elettrica nominale kW	produzione annua		energia riutilizzata MW/h	Tipo	consumo orario kg/h x m <sup>3</sup> /h		
				termica MW/h	elettrica MW/h					
Impianti di combustione con potenza calorifica	280.000	357.502,4	24.500	357.502,4	32.092,08	357.502,4	metano	13.730	36.438.522	71.264
Forno calce	34.000	37.600					Coke+ antracite	2.077	4.486.800	13.064
Materie prime vegetali	72.160	96.100					Olio combust	3.929	8.487.810	26.533
<b>Totale</b>	<b>386.160</b>	<b>491.202,4</b>	<b>19000</b>	<b>357.502,4</b>	<b>32.092,08</b>	<b>357.502,4</b>				

## CONSUMI DI ENERGIA

La quantità totale di energia consumata nell'intero impianto, espressa come energia complessiva (termica ed elettrica) è riportata nella tabella 2:

Tabella 2

Attività	Consumi energia termica		Consumi energia elettrica		Combustibile		Consumo annuo combustibile relativo all'anno 2006	Funzionamento ore/anno 2006
	potenza termica nominale kW <sub>t</sub>	consumo annuo MW/h	potenza elettrica nominale kW	consumo annuo MW/h	Tipo	Consumo max orario		
<b>Produzione zucchero</b>	<b>314.000</b>	<b>395.102,4</b>	<b>24.500</b>	<b>34.610,768</b>			<b>2832</b>	
					Metano	<b>17.000</b>		<b>364.385.522</b>
<b>Produzione polpe</b>	<b>72.160</b>	<b>96.100</b>					<b>2160</b>	
					Carbon coke +antracite	<b>2000</b>		<b>4.486.800</b>
					Olio combustibile	<b>1500</b>	<b>8.487.810</b>	
<b>Totale</b>	<b>386.160</b>	<b>491.202,4</b>	<b>24.500</b>	<b>34.610,768</b>				

Il contenimento dei consumi energetici rappresenta uno dei passi fondamentali per la riduzione dell'impatto ambientale derivante dalle attività produttive, a maggior ragione per quelle, come accade per l'industria di produzione dello zucchero, che necessitano di elevate quantità di energia sotto forme diverse.

Per questa tipologia di impianto, l'adozione dei sistemi più innovativi per il recupero di calore dal vapore, rappresenta uno degli elementi più importanti per il conseguimento di tale obiettivo, permettendo di recuperare fino al 4-5 % dell'energia termica necessaria.

Altro elemento su cui operare forme di risparmio energetico riguarda l'ottimizzazione della cogenerazione, che permette di ridurre il consumo rispetto alle produzioni separate, garantendo anche una limitazione delle emissioni in atmosfera, con tutti i benefici che ne derivano.

## PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI

Gli zuccherifici in quanto attività energetiche aventi installazioni di combustione con capacità termica superiore a 20 MW, rientrano nell'ambito di applicazione della direttiva 2003/87/CE, che contiene la descrizione dettagliata della metodologie di monitoraggio delle emissioni di gas a effetto serra. Lo Stabilimento di Termoli, secondo quanto riportato nell'allegato I della direttiva, ha dunque l'obbligo di redigere un protocollo di monitoraggio delle emissioni.

La descrizione delle attività di monitoraggio è codificata secondo quanto stabilito dalla Decisione della Commissione del 29 gennaio 2004, che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra e contiene:

- definizione dell'impianto e delle attività da monitorare
- informazioni sulle responsabilità in materia di monitoraggio e comunicazione presso l'impianto
- elenco delle fonti di emissione presenti per l'attività svolta
- elenco del flusso di combustibili da monitorare
- descrizione del tipo, delle caratteristiche e dell'esatta collocazione dei dispositivi di misura da utilizzare per ciascuna fonte e per ciascun tipo di combustibile/materiale
- indicazioni del livello di approccio utilizzato nel calcolo delle emissioni per i dati delle attività
- descrizione delle fonti o degli approcci analitici che il gestore intende utilizzare per la determinazione del potere calorifico netto, del tenore di carbonio, dei fattori di emissione per ciascuna fonte combustibile
- descrizione delle procedure di assicurazione e controllo della qualità per la gestione dei dati.

### DEFINIZIONE DELLE ATTIVITA' DA MONITORARE E DELLE FONTI PER OGNI ATTIVITA'

Il settore saccarifero rientra nell'ambito di applicazione della Direttiva, poiché svolge attività energetiche. Negli stabilimenti sono infatti presenti centrali termoelettriche con potenze termiche nominali superiori a 20 MW e altri impianti di combustione, quali i forni da calce e gli essiccatoi per le polpe.

Per motivi di semplificazione gestionale da parte del Ministero, tutte le attività fonte di emissione di CO<sub>2</sub> degli zuccherifici sono state raggruppate sotto l'unico codice " 1.1 altri impianti di combustione", che raggruppa una serie di processi di combustione asserviti all'attività industriale, legati ad impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 20 MW.

Anche i forni per la produzione della calce sono stati identificati con il codice 1.1, in considerazione del fatto che nel caso particolare degli zuccherifici i forni da calce non hanno emissioni di CO<sub>2</sub> da processo, in quanto tutta la CO<sub>2</sub> liberata dalla decomposizione termica del calcare si ricombina con la calce all'interno del processo produttivo, restituendo il carbonato di calcio di partenza. La sola emissione proveniente dai forni calce è, dunque, dovuta alla utilizzazione del combustibile.

Gli essiccatoi per le polpe non hanno uno specifico codice anche se rientrano nel campo di applicazione della Direttiva, poiché sono a tutti gli effetti impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 20 MW e producono emissioni di CO<sub>2</sub>.

Anche questa attività è identificata con il codice 1.1.

L'elenco delle attività con le rispettive fonti di emissione dell'anidride carbonica è riportato nello schema seguente:

<b>ATTIVITA' PREVALENTE</b>		
Codice	1.1	
Denominazione	Impianti di combustione con una potenza calorifica di combustione di oltre 20 MW (esclusi gli impianti per rifiuti pericolosi o urbani) Altri impianti di combustione di cui "altro"	
Codice NACE	40.00	
Tecnologia	Impianti termoelettrici di combustione a ciclo combinato	
Capacità	280	
Capacità di combustione ipotizzando 90% di resa	254	
Unità di misura della capacità	MW	
Fonte di emissione	caldaie	
Tipo di fonte	maggiore	
Collocazione punto di emissione	Punto 4 in planimetria generale 1166 allegato n° 3	
Materia prima /ausiliaria	Denominazione	Combustibile
	Tipo di materia prima/ausiliaria	Gas naturale (metano)
	Tipo di processo che determina emissioni di CO2	Combustione
<b>ATTIVITA' SECONDARIE</b>		
Codice	1.1	
Denominazione	Impianti di combustione con una potenza calorifica di combustione di oltre 20 MW (esclusi gli impianti per rifiuti pericolosi o urbani) Altri impianti di combustione di cui "altro"	
Fonte	Essiccatoio polpe	
Tipo di fonte	maggiore	
Collocazione punto di emissione	Identificativo delle singole fonti "Butner"; "Feriani 1" ; "Feriani 2" indicati al punto 2 in planimetria generale 1166 allegata	
Materia prima /ausiliaria	Denominazione	Combustibile
	Tipo di materia prima/ausiliaria	Olio combustibile
	Tipo di processo che determina emissioni di CO2	Combustione
Fonte	Forno da calce	
Tipo di fonte	maggiore	
Collocazione punto di emissione	Identificativo fonti "forni da calce n 1" e "forno da calce n 2" indicati al punto 3 in planimetria generale 1166	
Materia prima /ausiliaria	Denominazione	Combustibile
	Tipo di materia prima/ausiliaria	Carbone Coke
	Tipo di processo che determina emissioni di CO2	Combustione

## DESCRIZIONE TECNICA DELLE FONTI DI EMISSIONE

### CENTRALE TERMICA

La centrale termoelettrica dello zuccherificio costituisce un impianto di produzione combinata di energia elettrica e calore per il solo utilizzo interno al ciclo produttivo dello zuccherificio. La centrale termica consta di n°5 generatori per la produzione di vapore surriscaldato alla temperatura di 400°C. Il vapore viene prodotto dalla combustione di gas metano.

Il metano arriva dal metanodotto in una cabina detta di decompressione dove si riduce da una pressione di circa 10 kg/cm<sup>2</sup> alla pressione di 3 kg/cm<sup>2</sup>. Tramite tubazione giunge nella centrale ulteriormente ridotto a circa 1 kg/cm<sup>2</sup> per essere poi immesso in camera di combustione e bruciato a 0,4 / 0,8 kg/cm<sup>2</sup>. Il metano viene utilizzato unicamente dalla centrale. I generatori sono del tipo a tubi d'acqua, in quanto all'interno contengono l'acqua ed all'esterno vengono lambiti dalle fiamme sviluppatesi dalla combustione.

La potenzialità produttiva effettiva è di 340 T/h di vapore surriscaldato alla temperatura di 400°C ed alla pressione di 38 kg/cm<sup>2</sup>. I turboalternatori sono alimentati con vapore ad alta pressione prodotto dalle caldaie e il vapore viene scaricato ad una pressione e temperatura idonee per il suo utilizzo tecnologico nel processo. La centrale viene messa in esercizio solo nel periodo della lavorazione stagionale delle barbabietole.

Le emissioni della centrale termica sono dovute alla combustione del gas metano per la produzione del vapore. Data l'elevata quantità di combustibile utilizzata in questo processo la centrale è sicuramente una fonte di emissione prevalente, cioè la fonte che contribuisce in maniera maggiore alle emissioni complessive dell'impianto. E' inoltre una fonte maggiore di emissione, visto che i quantitativi di CO<sub>2</sub> in gioco sono nettamente superiori alle 2,5 Kt anno ovvero al 5% delle emissioni complessive dell'impianto.

### ESSICCATOI POLPE

L'essiccazione delle polpe avviene negli Essiccatoi a tamburo rotante, in equicorrente con i gas di combustione. Lo scopo è quello di fare evaporare l'acqua, ancora presente nelle polpe esauste, all'uscita delle diffusioni. Questo processo si ottiene facendo bruciare olio combustibile nella camera di combustione e lasciando attraversare il tamburo con le polpe, dai gas prodotti.

L'interno del tamburo è dotato di palettature che, ruotando, riversano la polpa contenuta, in modo tale che i gas caldi la investono, essiccandola. L'avanzamento della polpa avviene in funzione della variazione dei giri del tamburo e dalla depressione creata da un sistema di tiraggio equilibrato, composto da due ventilatori. La polpa così prodotta, tramite un sistema di trasporto meccanico composto da coclee, elevatori e nastri, viene inviata nella stazione di pellettizzazione dove, per mezzo di presse rotative, viene trasformata in pellets e stoccata in magazzino allo stato sfuso.

I gas prodotti dagli essiccatoi vengono convogliati in un apposito abbattitore ad umido che ha lo scopo di depurarli dai solidi sospesi contenuti. Tale abbattitore diventa quindi il punto di emissione dei gas serra dichiarati.

Le emissioni degli essiccatoi sono dovute alla combustione dell'olio combustibile.

Gli essiccatoi sono inoltre una fonte maggiore di emissione, visto che i quantitativi di CO<sub>2</sub> in gioco sono nettamente superiori alle 2,5 Kt anno, ovvero superano il 5% delle emissioni totali dell'impianto.

### FORNO CALCE

Nella industria saccarifera il forno a calce è indispensabile perché la produzione di CaO e CO<sub>2</sub> viene ottenuta con questo apparecchio. Esso riveste una importanza fondamentale non solo per i suoi aspetti tecnologici, ma anche per la qualità dei prodotti che da esso si ottengono. La calce deve contenere pochi incotti, deve idratarsi rapidamente in acqua o in soluzioni zuccherine. La decomposizione del calcare ad una temperatura fra i 1000 e 1200°C avviene nella zona centrale del forno, noto come forno Belga secondo la reazione  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  che produce. L'intero cilindro può essere suddiviso in 3 parti:

- Zona superiore, detta zona di carico.
- Zona centrale, detta zona di dissociazione.
- Zona inferiore, detta zona di raffreddamento.



Nei forni capaci delle migliori prestazioni il rapporto calcare/coke dovrà essere di circa 12 a 1. Il quantitativo di coke utilizzato è sicuramente superiore al teorico sia perché è impuro sia per compensare le perdite di calore per irraggiamento. Il calcare cotto viene idratato con H<sub>2</sub>O calda nei MIK e unitamente al CO<sub>2</sub>, viene mandato in Depurazione.

Nel processo di depurazione viene addizionata ai sughi zuccherini da depurare la calce prodotta dal forno che, grazie alle sue caratteristiche di flocculante e aggregante dei colloidali favorisce la precipitazione di tutta una serie di non zuccheri che costituiscono impunità nei sughi intermedi di processo.

La calce aggiunta unitamente alle impurità precipitate viene poi eliminata dalle soluzioni facendovi gorgogliare la CO<sub>2</sub> prodotta dai forni a calce. Grazie a questo processo presente in tutte le industrie saccarifere si può dire che i forni da calce non hanno emissioni di processo proprio perché il gas ottenuto nel processo di decomposizione del calcare viene ricombinato poi nel processo di depurazione alla calce, per dare nuovamente carbonato di calcio che va sotto il nome di fanghi di defecazione.

L'unica fonte di emissione del CO<sub>2</sub> legata al processo di produzione è rappresentata dalla combustione del carbone coke che viene aggiunto alla pietra calcarea per permetterne la decomposizione.

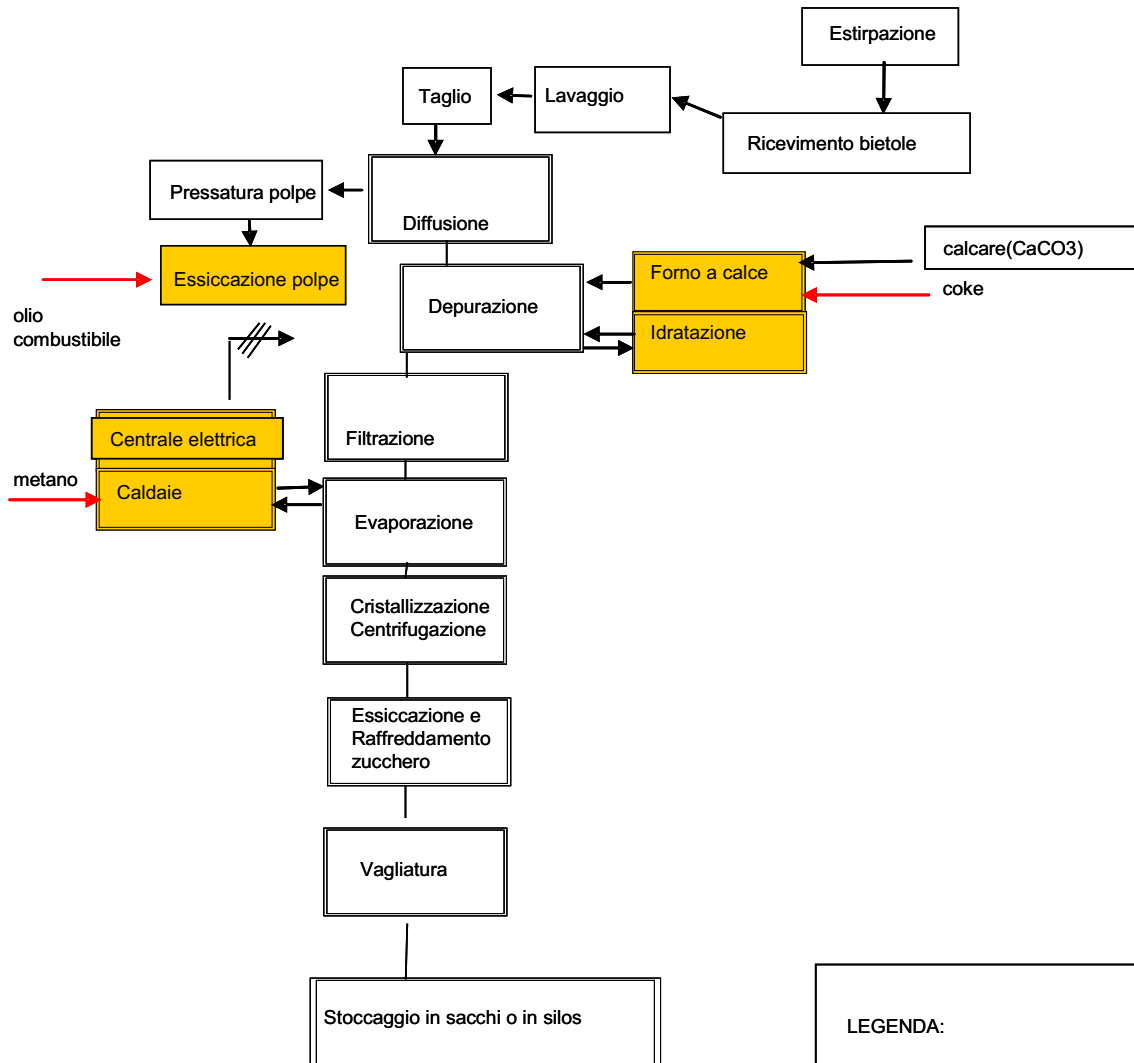
Può capitare che durante la lavorazione si creino delle situazioni di produzione di calce in eccesso che viene stoccata momentaneamente sul piazzale antistante i forni stessi. In questi casi quindi si avrebbe anche una produzione di CO<sub>2</sub> dovuta al processo proprio, perché la calce prodotta non viene subito ricombinata al gas prodotto.

Queste situazioni momentanee però vengono riequilibrate da situazioni altrettanto frequenti, in cui la calce prodotta in eccesso e stoccata sul piazzale, viene reintrodotta in lavorazione a causa di maggiore esigenza della stessa.

Visto che la normativa prevede un bilancio complessivo annuale delle emissioni di processo, tale dato istantaneo si può considerare ininfluenza, dato che a fine lavorazione tutta la calce prodotta viene utilizzata.

Lo stabilimento di Termoli compra calce d'integrazione quando quella prodotta non è sufficiente a soddisfare le esigenze della fabbrica, facendo spostare, di fatto, il bilancio della CO<sub>2</sub> verso valori quasi nulli.

Diagramma di flusso e Fonti di emissione CO2 nel processo di produzione dello zucchero



LEGENDA:

Fonte di emissione

Combustibile

**SISTEMI UTILIZZATI PER LA DETERMINAZIONE E LA VERIFICA DEI CONSUMI DEI COMBUSTIBILI**

La determinazione dei quantitativi di materia prima/ausiliaria (combustibile) consumato nell'impianto varia da fonte a fonte.

**GAS METANO**

Il gas metano viene utilizzato nella centrale termoelettrica durante il periodo di lavorazione. La quantità di combustibile acquistata viene calcolata dalle fatture emesse dall'ente erogatore del servizio.

La misurazione del consumo di gas viene eseguita dal trasportatore ed è espressa in volume (m<sup>3</sup> alle condizioni di riferimento di 15°C e di 1,01325 bar).

La tecnica utilizzata per la misura delle portate e dei volumi di gas nella stazione di misura è quella venturimetrica tramite diaframma tarato. Gli impianti di misura installati per la determinazione della misura sono sostanzialmente due : Complex VST e triplex.

Il sistema di misura principale è il Complex VST le cui caratteristiche sono regolate dalla normativa nazionale e le cui specifiche tecniche d'interesse ai fini della determinazione delle emissioni, comprese le sonde collegate, sono riportate nello schema seguente.

<b>SPECIFICHE TECNICHE DEL SISTEMA DI MISURA COMPLEX</b>			
Modello	Complex VST		
Matricola	736002		
REMI	700202		
Collocazione	n°1 planimetria generale n° 1166		
Costituenti:			
<b>Flangia tarata</b>			
Costruttore	FIMIGAS		
Matricola	15519		
Portata di fondo scala	29999 Smc/h		
Diametro interno della tubazione	391,0 mm	±	0,01 mm
Diametro dell'orifizio del diaframma	189,963 mm	±	0,003 mm
<b>Sonda di pressione</b>			
Modello	Rosemount 3051 CG4		
Matricola	7042995/0397		
Pressione fs	4 bar		
Pressione relativa di esercizio- p1	3 bar	±	0,3 %
<b>Sonda di pressione differenziale Alto ΔP</b>			
Modello	Rosemount 3051 CD2		
Matricola	8403934 08/07		
Pressione differenziale	200 mbar	±	0,03 %
<b>Sonda di pressione differenziale Basso ΔP</b>			
Modello	Rosemount 3051 CD2		
Matricola	7042993/0397		
Pressione differenziale	50 mbar		
<b>Sonda di temperatura</b>			
Modello	COR.TEM STA tipo PT100		
Matricola	96/48042		
Intervallo di lettura	0-100 °C		
Temperatura relativa di esercizio	15 °C	±	0,3 °C
Taratura	annuale		
<b>Errore complessivo sulla portata in volume</b>	<b>0,643 %*</b>		

Il secondo misuratore è un impianto tradizionale triplex che possiede proprie sonde interne di temperatura e pressione.

Pur non essendo un misuratore ufficiale è considerato dal trasportatore strumento di riserva e controllo che consente di determinare le quantità di Gas transitate, quando viene a mancare la disponibilità del sistema di misura principale.

Le specifiche tecniche del triplex sono riportate nello schema seguente:

SPECIFICHE TECNICHE DEL SISTEMA DI MISURA TRIPLEX			
Modello	Triplex		
Matricola	970209		
REMI	700202		
Collocazione	n°1 planimetria generale n° 1166		
<b>Flangia tarata</b>			
Costruttore	FIMIGAS		
Matricola	15519		
Portata di fondo scala	29999	Smc/h	
Diametro interno della tubazione	391	mm	± 0,01 mm
Diametro dell'orifizio del diaframma	189,963	mm	± 0,003 mm
<b>Pressione differenziale</b>			
Elemento di misura a vaso differenziale a mercurio con attacchi ½ NPT F			
Classe di resistenza ANSI 300			
Campi di misura standard	0 – 200 mbar		
Precisione	± 1% F.S. dal 10 ± 0.5% F.S dal 20 al 100% del F.S.		
<b>Pressione</b>			
Elemento di misura monometrica a molla bourbon in acciaio inox AISI 316			
Campi scala	0 – 4 bar		
Precisione	±1% del F.S.		
<b>Temperatura</b>			
Elemento di misura a dilatazione di mercurio			
Campi scala	-10 – 40 °C		
Precisione	± 1% ampiezza scala		
Taratura	annuale		

La taratura viene eseguita una volta all'anno secondo una standard condiviso con l'Ente trasportatore. E' eseguita prima dell'inizio della somministrazione e/o nei primi giorni di campagna sia sul Complex che sul triplex e la ditta incaricata, al termine delle operazioni, rilascia un verbale dettagliato dove si evidenziano le operazioni eseguite.

#### **OLIO COMBUSTIBILE E CARBONE COKE METALLURGICO E METALLURGICO/ANTRACITOSO 80/20**

I consumi di combustibili liquidi e solidi rispettivamente nell'impianto di essiccazione delle polpe di barbabietola e nei forni da calce, è determinato tramite sommatoria dei quantitativi riportati sui documenti di trasporto della merce, che coincidono con il fatturato, tenendo conto delle scorte.

A chiusura del bilancio viene verificata la rispondenza tra le bollette e il fatturato, confrontando il tutto con i dati tecnici raccolti dai sistemi di misura, tenendo conto delle scorte. Ogni cisterna di combustibile acquistata viene verificata in peso tramite l'utilizzo della pesa per autocarri.

La determinazione delle giacenze ad inizio e fine periodo di riferimento viene eseguita in maniera diversa se si tratta di olio combustibile o se si tratta di carbone. L'olio combustibile viene stoccato momentaneamente in un piccolo serbatoio che funge da tampone nel processo di alimentazione degli impianti ed evita di fatto la variazione di portate legata alle scorte.

Tale serbatoio ha una capienza complessiva di 700,48 m<sup>3</sup> e per la determinazione dei quantitativi stoccati, possiede un' asta metrica capacitiva costituita da un indice che scorre su una scala graduata espressa in metri. L'intervallo di lettura è di 10 cm corrispondente ad un volume di olio combustibile di 6,368 m<sup>3</sup>. La lettura viene eseguita sulla scala graduata e il dato ottenuto in metri viene convertito in volume di olio combustibile tramite una tabella di conversione. Quando si esegue la lettura dell'indice dell'asta capacitiva si prende anche la temperatura ambiente e si esegue la correzione del volume a 15°C utilizzando la tabella di densità dell'olio combustibile.

Anche il carbone acquistato viene stoccato in un apposito piazzale con una capienza massima di 150 tonnellate che funge da tampone nell'alimentazione dell'impianto.

Per la valutazione delle giacenze il carbone viene ammassato in modo da costituire una figura geometrica nota (tronco di piramide), su cui viene determinato il volume e moltiplicato il dato per il peso specifico del sistema (450 kg/m<sup>3</sup>). Il dato rilevato in questo modo ha una precisione che oscilla tra il 10 e il 15%.

#### TIPOLOGIA DI APPROCCIO ADOTTATA NEL CALCOLO DELLE EMISSIONI

I livelli di approccio al monitoraggio utilizzati per ciascuna attività fonte di emissione sono quelli riportati nella tabella 1 allegata alla Decisione della Commissione, del 29 gennaio 2004. Le metodologie adottate nella determinazione delle emissioni sono riassunte di seguito.

ATTIVITA' - PREVALENTE	
Codice	1.1
Tecnologia	Impianti termoelettrici di combustione a ciclo combinato
Fonte di emissione	caldaie
Tipo di approccio al monitoraggio delle emissioni	Fondato sul <b>calcolo</b> delle emissioni come il prodotto tra il combustibile utilizzato il fattore di emissione e il fattore di ossidazione
a) Il combustibile consumato	Nel processo non si ha stoccaggio intermedio essendo il metano decompresso in un'apposita cabina metano e inviato direttamente alla centrale. Prima della combustione nell'impianto viene eseguita la misura.  <b>L'incertezza massima ammissibile</b> dello strumento per il processo di misura è inferiore al 2,5% (come indicato nella sezione strumenti 8.0)  Da cui si ricava che il livello di approccio al monitoraggio è 3a secondo quanto riportato nella Decisione della Commissione del 29 gennaio 2004  La quantità di gas metano consumato durante il periodo di riferimento è determinata dalla sommatoria dei metri cubi riportati sulle fatture mensili dell'ente erogatore del combustibile
b) Potere calorifico netto	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 ... che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 2</b> per la valutazione del potere calorifico netto del combustibile usato nell'attività specifica. Cioè si adotta il potere calorico netto specifico del gas naturale (metano) contenuto nell'Inventario nazionale UNFCCC che è: <b>35,32 GJ/1000m<sup>3</sup></b>
c) Calcolo dell'energia contenuta	L'energia posseduta dal combustibile è data da: Std m <sup>3</sup> di metano x potere calorico inferiore
d) Fattore di emissione	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 2a</b> per la valutazione del fattore di emissione del combustibile usato nell'attività specifica. Cioè si adotta il fattore di emissione del gas naturale (metano) contenuto nell'Inventario nazionale UNFCCC che è: <b>55,65 tCO<sub>2</sub>/TJ</b>
Fattore di ossidazione	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 ... che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 1</b> per la valutazione fattore di ossidazione del combustibile usato nell'attività specifica. Cioè si adotta il fattore di ossidazione specifico del gas naturale (metano) contenuto nell'Inventario nazionale UNFCCC che è: <b>99,5 %</b>
Emissioni calcolate con i parametri standard	Da quanto dichiarato si possono calcolare le emissioni complessive dell'impianto per l'anno 2006 nel seguente modo: Fattore di emissione x Energia contenuta nel combustibile x Fattore di ossidazione

ATTIVITA'	
Codice	1.1
Descrizione	<b>Essiccatoio polpe</b>
Tipo di fonte	maggiore
<b>Tipo di approccio al monitoraggio delle emissioni</b>	Fondato sul <b>calcolo</b> delle emissioni come il prodotto tra il combustibile utilizzato il fattore di emissione e il fattore di ossidazione
<b>Combustibile consumato</b>	<p>Il combustibile utilizzato nel processo viene stoccato in apposita cisterna olio combustibile prima della combustione nell'impianto. La capienza massima della cisterna è di 700 m<sup>3</sup>. Quindi gli acquisti vengono organizzati in modo da non superare questa giacenza temporanea.</p> <p>Il consumo di combustibile si calcola usando un approccio fondato sul bilancio di massa sulla base della quantità di combustibile acquistata e della variazione delle scorte nell'arco del periodo di tempo considerato per mezzo della seguente formula:</p> <p><b>Combustibile C = Combustibile</b> <small>acquistato</small> <b>+ Combustibile</b> <small>scorta a inizio anno</small> <b>- Combustibile</b> <small>a fine anno</small></p> <p><b>La misurazione</b> per ciascun elemento della formula viene eseguita nel modo seguente:</p> <p><b>Combustibile</b> <small>acquistato</small> viene determinato dalla sommatoria dei pesi riportati sui documenti fiscali dei fornitori.</p> <p>Per l'anno 2006 l'olio combustibile acquistato è: <b>8527,80t</b></p> <p>E' cura del gestore verificare l'esattezza dell'acquistato tramite determinazione del peso utilizzando pesa per autocarri.</p> <p><b>Combustibile</b> <small>scorta all'inizio del periodo di riferimento</small> e <b>Combustibile</b> <small>rimasto al termine del periodo di riferimento</small> vengono valutati tramite lettura di asta metrica capacitiva posizionata sul serbatoio di stoccaggio rispettivamente prima e dopo il periodo di riferimento.</p> <p>Per l'anno 2006 si dichiara che:</p> <p><b>Combustibile scorta all'inizio del periodo di riferimento è 290,01 t</b></p> <p><b>Combustibile rimasto al termine del periodo di riferimento è 330,00 t</b></p> <p><b>Da cui si evince che l'olio combustibile consumato nel 2006 è: 8487,81 t</b></p> <p>Il livello di approccio adottato per la determinazione dei consumi di olio combustibile è <b>3b</b> anche se la precisione della pesa per autocarri è tale da permettere utilizzo di livelli più alti. Il sistema di trasporto e di scarico delle autocisterne e il sistema stesso di determinazione delle scorte prima e dopo il periodo di riferimento sono tali da poter generare oscillazioni maggiori di quelle previste da livelli più elevati di approccio. In attesa di eventuali studi statistici su più anni di riferimento che diano più precise indicazioni in merito si adotta il livello di approccio prudenziale <b>3 b</b>.</p>
<b>Potere calorifico netto</b>	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 2</b> per la valutazione del potere calorifico netto del combustibile usato nell'attività specifica. Cioè si adotta il potere calorifico netto specifico dell'olio combustibile contenuto nell'Inventario nazionale UNFCCC che è <b>40,76 GJ/t</b>
<b>Calcolo dell'energia contenuta</b>	L'energia posseduta dal combustibile è data da: olio combustibile(t) x potere calorico inferiore (TJ/t) <b>345,96 TJ</b>
<b>Fattore di emissione</b>	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 ... che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 2a</b> per la valutazione del fattore di emissione del combustibile usato nell'attività specifica. Cioè si adotta il fattore di emissione dell'olio combustibile contenuto nell'Inventario nazionale UNFCCC che è <b>77,47 GJ/t</b>
<b>Fattore di ossidazione</b>	Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 ... che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 1</b> , che considera per questo combustibile il valore: <b>99 %</b>
<b>Emissioni calcolate con i parametri standard</b>	Da quanto dichiarato si possono calcolare le emissioni complessive dell'impianto per l'anno 2006 nel seguente modo: Energia contenuta nel combustibile(TJ) x Fattore di emissione x Fattore di ossidazione = 345,96x 77,47x0,99 = <b>26533,51 tCO2/anno</b>

ATTIVITA'									
Codice	1.1								
Descrizione	<b>Forni da calce</b>								
Tipo di fonte	maggiore								
<b>Tipo di approccio al monitoraggio delle emissioni</b>	Fondato sul <b>calcolo</b> delle emissioni come il prodotto tra il combustibile utilizzato il fattore di emissione e il fattore di ossidazione								
<b>Combustibile consumato</b>	<p>Il combustibile utilizzato nel processo viene stoccato su piazzale antistante i forni da calce prima della combustione nell'impianto.</p> <p>Il consumo di combustibile si calcola usando un approccio fondato sul bilancio di massa sulla base della quantità di combustibile acquistata e della variazione delle scorte nell'arco del periodo di tempo considerato per mezzo della seguente formula:</p> <p><b>La determinazione</b> di ciascun elemento della formula viene eseguita nel modo seguente:  <i>Combustibile</i> <small>acquistato</small> viene determinato dalla sommatoria dei pesi riportati sulle fatture.            Per l'anno 2006 il coke totale acquistato tra antracitoso e metallurgico è :</p> <p><b>Coke metallurgico = 1627,42 t</b>  <b>Miscela metallurgico/antracitoso 80/20% = 2797,34 t</b>  <b>Miscela metallurgico/antracitoso 50/50%= 62,04 t</b></p> <p>E' cura del gestore verificare l'esattezza dell'acquistato tramite determinazione del peso utilizzando pesa per autocarri.</p> <p><b>Combustibile</b> <small>scorta all'inizio del periodo di riferimento</small> e <b>Combustibile</b> <small>rimasto al termine del periodo di riferimento</small> vengono valutati facendo una misurazione del volume occupato dal coke sul piazzale di stoccaggio e moltiplicando tale dato per un fattore di conversione.</p> <p>L'incertezza massima ammissibile come già rilevato nella sezione 8.2 non è mai stata determinata in maniera approfondita il dato deriva da una stima basata sull'esperienza mai validata da prove sul campo. Sicuramente si può affermare che è tale da non compromettere la scelta del livello di approccio data l'esigua quantità massima stoccabile e lasciata sul piazzale (150 ton.)</p> <p>Anche se l'incertezza massima ammissibile della pesa per autocarri è molto bassa, l'incertezza legata al processo di trasporto, scarico, e alle caratteristiche stesse del combustibile è tale da richiedere un livello di approccio prudenziale quale è il <b>2b</b> in attesa di eventuali studi statistici su più anni di riferimento che diano maggiori chiarimenti in merito.</p> <p>Dai dati di pesate in possesso per l'anno 2006 si valuta questo livello di approccio adeguato.</p> <p>Per l'anno 2006 si dichiara che:</p> <p><b>Coke metallurgico scorta all'inizio del periodo di riferimento è: 150,0 t</b>  <b>Coke metallurgico rimasto al termine del periodo di riferimento è: 150,0 t</b>  <b>Da cui si evince che il totale di coke metallurgico consumato nel periodo di riferimento è: 1627,42 t</b></p> <p>La miscela metallurgico/antracitoso 80/20 è stata consumata tutta durante la lavorazione e non era presente tra le scorte d'inizio anno quindi il consumo coincide con l'acquistato e cioè:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Miscela metallurgico/antracitoso 80/20</td> <td style="text-align: right;">2797,34 t</td> </tr> <tr> <td>Nella miscela l'80% è coke metallurgico cioè</td> <td style="text-align: right;">2237,87 t</td> </tr> <tr> <td>Miscela metallurgico/antracitoso 50/50</td> <td style="text-align: right;">62,04 t</td> </tr> <tr> <td>Nella miscela il 50% è coke metallurgico cioè</td> <td style="text-align: right;">31,02 t</td> </tr> </table> <p>Queste quantità vanno aggiunte al <b>coke metallurgico</b> utilizzato nell'impianto che diviene <b>3896,31 t</b>  <b>L'antracite</b> utilizzata nel 2006 è <b>590,49</b></p>	Miscela metallurgico/antracitoso 80/20	2797,34 t	Nella miscela l'80% è coke metallurgico cioè	2237,87 t	Miscela metallurgico/antracitoso 50/50	62,04 t	Nella miscela il 50% è coke metallurgico cioè	31,02 t
Miscela metallurgico/antracitoso 80/20	2797,34 t								
Nella miscela l'80% è coke metallurgico cioè	2237,87 t								
Miscela metallurgico/antracitoso 50/50	62,04 t								
Nella miscela il 50% è coke metallurgico cioè	31,02 t								
<b>Potere calorifico netto</b>	<p>Conformemente a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 ... che regolamenta i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto si adotta il <b>livello 3</b> per la valutazione del potere calorifico netto del combustibile usato nell'attività specifica. Tale livello prevede per i combustibili solidi che venga determinato analiticamente dal gestore o dal fornitore del materiale dopo l'esecuzione di analisi di lotti.</p> <p>Conformemente alle altre società saccarifere italiane si è deciso di farsi rilasciare una dichiarazione dal fornitore del coke riportante sia la specifica dei lotti forniti sia le caratteristiche degli stessi determinate analiticamente unitamente alle metodiche allegate.</p> <p>La quantità di coke metallurgico fornita da <b>Bronchi</b> combustibili è: 1568,8 t            La quantità di coke metallurgico fornita da <b>Adriacoke</b> è: 58,66 t            a quest'ultima quantità va sottratta la rimanenza di 150,0 t e aggiunta la giacenza iniziale di 150,0 t            Il dato finale ottenuto è 58,66 t</p> <p>La quantità totale di miscela coke metallurgico/antracitoso 80/20 fornita unicamente da Adriacoke è: 2797,34 t            di tale quantità il 20% è coke antracitoso e cioè 559,47 t            la restante quantità è coke metallurgico e cioè 2237,87 t            La miscela metallurgico/antracite 50/50 fornita da Adriacoke è 62,04 t            di tale quantità il 50% è coke antracitoso e cioè 31,02 t</p>								



Tabella 1: Esempio di calcolo del potere calorifico netto

Fornitore		Adriacoke Bronchi		Adriacoke			Adriacoke		
prodotto		Coke metallurgico		Coke metallurgico/antracitoso 80/20			Coke met/antracitoso50/50		
unità				Totale miscela	Di cui: antracitoso	metallurgico	Totale miscela	Di cui: antracitoso	metallurgico
Quantità acquistata	t	58,66	1568,76	2797,34	559,47	2237,87	62,04	31,02	31,02
Giacenza a inizio 2006		150	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Giacenza a fine 2006			150						
Consumo		208,66	1418,76	2797,34	559,47	2237,87	62,04	31,02	31,02
C.Fisso	%	83,22	83,15	77,29	77,07	77,34	77,21	77,07	77,34
C.Fisso	%ss	90,46	90,39	80,25	79,93	80,33	80,13	79,93	80,33
Umidità	%	8,00	8,01	3,692	3,58	3,72	3,65	3,58	3,72
PCI	Kcal/Kg	7282	7282	7165	7127	7174	7151	7127	7174
<b>PCI**</b>	<b>GJ/t</b>	<b>30,48</b>	<b>30,48</b>	<b>29,99</b>	<b>29,83</b>	<b>30,03</b>	<b>29,93</b>	<b>29,83</b>	<b>30,03</b>

\*\* si è provveduto a trasformare il PCI in GJ/t che è l'unità di misura richiesta nella dichiarazione del PCI utilizzando la relazione  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$  Il PCI totale del coke metallurgico è la media ponderale dei PCI ottenuti dalle singole partite di combustibile e cioè:  $(58,66 \times 30,48 + 1568,76 \times 30,48 + 2237,87 \times 30,03 + 31,02 \times 30,03) / (58,66 + 1568,76 + 2237,87 + 31,02) = 30,22 \text{ GJ/t}$ . IL PCI dell' antracite è:  $29,83 \text{ GJ/t}$ .

Si può allora calcolare l'energia contenuta nel combustibile consumato nel seguente modo:  $\text{PCI}(\text{GJ/t}) \times \text{Combustibile consumato (t)} / 1000 = \text{Energia(TJ)}$  e si ottiene:

Tabella 2: Calcolo dell'energia contenuta nel combustibile

Fornitore		Adriacoke Bronchi		Adriacoke			Adriacoke		
prodotto		Coke metallurgico		Coke metallurgico/antracitoso 80/20			Coke metallurgico/antracitoso 50/50		
				Totale miscela	Di cui: antracitoso	metallurgico	Totale miscela	Di cui: antracitoso	metallurgico
Calcolo dell'energia del combustibile	TJ	6,36	43,24	83,89	16,69	67,20	1,86	0,93	0,93

L'energia totale della fornitura di coke metallurgico è data da  $(30,22 \times 3896,31) = 117,75 \text{ TJ}$   
L'energia totale dell'antracite è :  $17,61 \text{ TJ}$

### Fattore di ossidazione

In base a quanto indicato nella Tabella A delle "disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004, che regola i livelli minimi da applicare per ciascuna fonte maggiore in funzione del valore delle emissioni complessivamente emesse dall'impianto, si dovrebbe adottare il livello 2 per la valutazione del fattore di ossidazione del combustibile usato nell'attività specifica. Tale livello prevede che il gestore ricavi i fattori specifici relativi all'attività sulla base del tenore di carbonio nelle ceneri, degli effluenti e degli altri rifiuti e sottoprodotti ecc..

La realizzazione di quanto riportato non è tecnicamente possibile a causa dell'impossibilità tecnica di determinare le ceneri del carbone bruciato nei forni. Il tiraggio che si esegue delle emissioni, il lavaggio successivo dei gas aspirati prima di utilizzarli in depurazione, le zone di stagno inevitabili del sistema fanno sì che le ceneri si vengano a disperdere rendendo poco affidabile quanto determinabile analiticamente. Si accetta quindi come fattore di ossidazione per il carbone utilizzato durante il periodo di riferimento il fattore massimo possibile e cioè 1.

### Calcolo fattore di emissione

Il fattore di emissione viene determinato secondo il livello 3 che prevede il calcolo dello stesso a partire dai dati analitici specifici del combustibile.

Il fattore di emissione del carbonio cioè le t di CO<sub>2</sub> che si ottengono da 1 tonnellata di carbonio puro è : 3,667 tCO<sub>2</sub>/ t C

Il carbone consumato possiede quantità variabili di Carbonio riportate nelle analisi dei fornitori (si è provveduto a trasformare tutto in Carbonio %peso di carbone).

E' necessario quindi correggere il fattore di emissione del carbonio puro moltiplicandolo per la percentuale di carbonio contenuta in ciascun lotto cioè: Fattore di emissione del lotto considerato (tCO<sub>2</sub>/tcoke) = 3,667 x %di carbonio contenuta/100.

I valori calcolati sono riportati in tabella 3

Tabella 3: Fattore di emissione del combustibile

Fornitore		Adriacoke	Bronchi	Adriacoke			Adriacoke		
prodotto		Coke metallurgico		Coke metallurgico/antracitoso 80/20			Coke metallurgico/antracitoso 50/50		
				Totale miscela	Di cui:		Totale miscela	Di cui:	
					antracitoso	metallurgico		antracitoso	metallurgico
Acquistato	t	58,66	1568,76	2797,34	559,47	2237,87	62,04	31,02	31,02
C.Fisso	%	83,22	83,15	77,29	77,07	77,34	77,21	77,07	77,34
C.Fisso	%ss	90,46	90,39	80,25	79,93	80,33	80,25	79,93	80,33
Fattore di emissione C	tCO <sub>2</sub> /t	3,667	3,667	3,667	3,667	3,667	3,667	3,667	3,667
<b>Fattore di emissione</b>	<b>tCO<sub>2</sub>/t</b>	<b>3,052</b>	<b>3,049</b>	<b>2,834</b>	<b>2,826</b>	<b>2,836</b>	<b>2,831</b>	<b>2,826</b>	<b>2,836</b>

Il fattore di emissione della fornitura totale di coke metallurgico è dato dalla media ponderale dei fattori delle singole forniture. Fattore di emissione tCO<sub>2</sub>/t coke cioè:

$$(3,052*58,66+3,049*1568,76+2,836*2237,87+2,836*31,02)/(3896,31) 2,926 \text{ tCO}_2/\text{t}$$

Il fattore di emissione dell'antracite è 2,826 tCO<sub>2</sub>/t

La normativa prevede l'espressione di tale dato in tonnellate di CO<sub>2</sub> per TJ di energia posseduta dal combustibile.

Si può allora trasformare il fattore di emissione da tCO<sub>2</sub>/t in tCO<sub>2</sub>/TJ nel seguente modo:

$$\text{Fattore di emissione (tCO}_2/\text{t)/PCI(GJ/t)x1000 = Fattore di emissione (tCO}_2/\text{TJ):}$$

Fornitore		Adriacoke	Bronchi	Adriacoke			Adriacoke		
prodotto		Coke metallurgico		Coke metallurgico/antracitoso 80/20			Coke metallurgico/antracitoso 50/50		
				Totale miscela	Di cui:		Totale miscela	Di cui:	
					antracitoso	metallurgico		antracitoso	metallurgico
Fattore di emissione	tCO <sub>2</sub> /t	3,052	3,049	2,834	2,826	2,836	2,831	2,826	2,836
PCI	GJ/t	30,48	30,48	29,99	29,83	30,03	29,93	29,83	30,03
Fattore di emissione	tCO <sub>2</sub> /T								
Fattore di emissione	J	100,13	100,03	94,50	94,74	94,44	94,59	94,74	94,44

**Fattore di emissione coke metallurgico 96,78 tCO<sub>2</sub>/TJ**

**Fattore di emissione antracite 94,74 tCO<sub>2</sub>/TJ**

### Calcolo delle emissioni

Si possono calcolare le emissioni complessive dell'impianto per l'anno 2006 nel seguente modo:

Energia contenuta nel combustibile (TJ) x Fattore di emissione (tCO<sub>2</sub>/TJ) x Fattore di ossidazione da cui si ricava che le emissioni provenienti dal coke metallurgico sono:

**Emissioni da coke metallurgico (tCO<sub>2</sub>/anno) sono:**

$$96,78*117,75 = 11395,85 \text{ tCO}_2/\text{anno}$$

**Emissioni da antracite (tCO<sub>2</sub>/anno) sono:**

$$94,74*17,61 = 1668,37 \text{ tCO}_2/\text{anno}$$

## SEQUENZA E INTERAZIONE DEI PROCESSI DI MONITORAGGIO E COMUNICAZIONE

Le sequenze e le interazioni nel processo di monitoraggio e comunicazione seguono lo schema riportato.



All'inizio del periodo di riferimento per la dichiarazione delle emissioni l'azienda esegue:

1. controlli sui sistemi di misura dei consumi
2. manutenzione dei sistemi di valutazione delle giacenze

Durante la lavorazione i dati prodotti dai sistemi di misura vengono acquisiti da operatori autorizzati che a seconda del combustibile in esame sono:

- il responsabile per la strumentazione o un suo incaricato per il gas metano
- il responsabile per la valutazione dei consumi o un suo incaricato per l'asta metrica capacitiva
- il responsabile per le pesa o un suo incaricato (in genere l'addetto alle operazioni di pesata) per la pesa per autocarri.

I dati relativi agli acquisti vengono forniti in copia dalla sede amministrativa di Bologna per le fatture e dal responsabile per la gestione scorte i documenti di trasporto allegati agli acquisti di olio combustibile e carbone.

I dati vengono comunicati al responsabile per l'acquisizione che provvede a:

- Verificare l'attendibilità tramite confronti tra dato tecnico e dato fiscale.
- Determinare la quantità di combustibile consumata dalla somma degli acquisti tenendo conto delle scorte.
- Determinare le quantità in giacenza a inizio e fine lavorazione
- Valutare l'attendibilità dei sistemi di misura.

In caso si verificano discordanze nei controlli viene comunicato al responsabile per la strumentazione quanto osservato in modo che possa fare i controlli le verifiche ed eventualmente eseguire gli interventi correttivi del caso. Se dopo la verifica dei sistemi di misura permane il problema vengono attivate le procedure di contestazione.

I dati vengono trasferiti al responsabile per la gestione dei dati che provvede ad inserirli in fogli di calcolo per:

- valutazione delle emissioni
- controllo della qualità del dato tramite confronto tra dati tecnici e dati fiscali
- valutazione dell'efficienza dei processi

Se i dati osservati sono in disaccordo con le valutazioni viene comunicato al responsabile dell'acquisizione dati che provvede a verificare quanto dichiarato. Conserva copia della documentazione utile alle verifiche. Il responsabile per la gestione dei dati mostra gli elaborati e quanto necessario come supporto, al responsabile per il monitoraggio e la comunicazione che valuta la corretta applicazione del protocollo di monitoraggio e comunicazione, verificando che:

- tutta la documentazione di supporto sia stata acquisita
- valuta l'attendibilità dei dati alla luce di quanto previsto dal protocollo di monitoraggio
- redige la comunicazione annuale delle emissioni da sottoporre a verifiche esterne

## GESTIONE DEI DATI

La gestione dei dati acquisiti viene eseguita al fine di evitare omissioni, dichiarazioni inesatte ed errori al livello operativo sulla comparazione, tramite approcci verticali ed orizzontali dei valori sottoposti al monitoraggio.

### Approcci verticali

La normativa prevede che tali approcci mettano a confronto dati sulle emissioni rilevati in anni diversi. E' da evidenziare però, che il settore specifico non esegue una lavorazione standardizzata e costante che permetta confronti diretti tra i valori delle emissioni complessive di gas serra da un anno all'altro, senza evidenziare anche notevoli differenze.

Per le caratteristiche del tipo di lavorazione infatti, le emissioni sono legate alla quantità di zucchero prodotto e di materia prima lavorata, alle caratteristiche della materia prima, agli eventi climatici ecc..

Fattori questi, che portano notevoli variazioni nel processo lavorativo e quindi nel consumo di combustibili.

I valori relativi alle emissioni hanno oscillazioni notevoli da un anno all'altro e risultano inutili ai fini di una corretta gestione e assicurazione della qualità. Un sistema più adeguato è valutare l'efficienza del processo produttivo tramite confronto tra i rapporti di tCO<sub>2</sub>/t zucchero prodotto in anni diversi.

Questi dati anche se più costanti risentono comunque dell'influenza della qualità della materia prima. Si dovrebbe quindi comunque eseguire confronti tra annate equivalenti. Di gran lunga più utili ai fini di un controllo dei dati sono i raffronti eseguiti tra i dati tecnici di lavorazione calcolati giornalmente tenendo conto anche dell'andamento del processo produttivo della giornata o del periodo di riferimento.

Per i combustibili in esame si eseguono raffronti periodici tra i dati:

- per il gas metano: metano % zucchero prodotto
- per l'olio combustibile: olio combustibile % polpe essiccate
- per il carbone: coke % bietole

Ovviamente i dati sono valutati alla luce dell'andamento della giornata o del periodo di riferimento, considerando la qualità della bietola, i problemi tecnici riscontrati, gli imprevisti, gli eventi climatici ecc..

### **Approcci orizzontali**

Gli approcci orizzontali sono quelli più utilizzati al fine di validare i dati di consumo dichiarati e in generale tutti i dati del processo di monitoraggio. Per tutte e tre le fonti di emissione si utilizza la comparazione tra i dati sul combustibile in entrata consumato e i dati sugli acquisti e le variazioni delle scorte. Le procedure relative a tale sistema di validazione dei dati possono essere riassunte nel seguente modo:

Gas metano:

I dati acquisiti dalla lettura del contatore fiscale vengono periodicamente confrontati con il consumo fatturato dall'ente trasportatore.

La validazione dei dati fatturati, i dati analitici del gas utilizzati per il calcolo dei consumi, la verifica del contatore, il controllo in doppio con il triplex, sono ad opera del trasportatore, che allega alle fatture i verbali relativi a quanto rilevato.

Olio combustibile e carbone coke:

I dati acquisiti dalla lettura dei sistemi di misura vengono validati dalla comparazione con i dati sugli acquisti, tenendo conto delle scorte. A fine lavorazione viene eseguita la stessa comparazione tra i dati totali, la variazione delle scorte e i dati fatturati. Il processo prevede vari livelli di acquisizione e verifica dati, che hanno valori di precisione crescente e sono: determinazione giornaliera dei consumi e delle emissioni, controlli periodici dei consumi e delle emissioni a fine lavorazione.

### **ASSICURAZIONE, CONTROLLO DELLA QUALITA' E CONSERVAZIONE DEI DATI**

Le procedure di assicurazione e controllo della qualità si applicano alle procedure necessarie per il monitoraggio e la comunicazione dei gas a effetto serra e riguardano:

- la sequenza e l'interazione dei processi di monitoraggio e comunicazione
- le responsabilità e le competenze
- gli apparecchi di misura utilizzati
- le comunicazioni e gli archivi
- le valutazioni esterne dei dati
- gli interventi correttivi

Di seguito si riportano per ogni fase del processo di monitoraggio, le operazioni di gestione dei dati e la conservazione degli stessi.

### **Il gas metano**

All'inizio del periodo di riferimento per la determinazione delle emissioni di gas serra viene eseguita la verifica del contatore del gas metano a opera della ditta incaricata. Ciò in accordo con l'ente Trasportatore della fornitura che partecipa con un suo rappresentante assieme al responsabile per la strumentazione, a tutte le operazioni.

I verbali relativi alle verifiche annuali vengono conservati dal responsabile per la strumentazione che controfirma i verbali stessi assieme ad un rappresentante di SGI. Il responsabile per la strumentazione è tenuto a partecipare a tutte le operazioni che si eseguono in contraddittorio con l'ente Trasportatore e a conservare i relativi verbali rilasciati. Il responsabile per la strumentazione partecipa anche alle operazioni di apertura e chiusura contatore che vengono eseguite all'inizio e alla fine del periodo di riferimento dal Trasportatore, il quale rilascia appositi verbali.

Il responsabile per la strumentazione non può intervenire in alcun modo nella gestione del contatore che è eseguita dal Trasportatore del servizio.

Copia della documentazione è fornita al responsabile per la gestione dati.

### **La pesa per autocarri**

Il responsabile della pesa per autocarri partecipa a tutte le operazioni previste per la verifica, eseguite dall'ufficiale metrico in collaborazione con la ditta incaricata al supporto. Conserva i relativi certificati di conformità rilasciati dall'ufficiale metrico (dal 2006 non ci saranno più certificati ma solo bollini apposti allo strumento), con tutta la documentazione tecnica relativa alla pesa principale e alle quattro pesa di casa bietole. Copia della documentazione è fornita al responsabile per la gestione dati.

### **Asta metrica capacitiva**

Viene verificata dal responsabile del reparto essiccatoio introducendo quantità note di combustibile e valutando l'entità dello spostamento dell'indice sulla scala.

### **La lettura dei sistemi di misura**

La determinazione o il controllo dei consumi giornalieri o totali, viene eseguita da operatori autorizzati dal responsabile per l'acquisizione dei dati.

In questa fase vengono eseguite le letture dei sistemi di misurazione e di determinazione delle giacenze che sono:

- contatore del gas metano
- asta metrica capacitiva del serbatoio dell'olio combustibile
- volume del piazzale del carbone occupato dal prodotto
- cartellini di pesata dei combustibili acquistati

### **Conservazione dei dati**

I documenti relativi a tutto il protocollo di monitoraggio e comunicazione vengono conservati in formato cartaceo e in supporto informatico dove possibile, in appositi archivi per almeno 10 anni.

Vengono conservati nello specifico:

- Il protocollo riportante le indicazioni relative a tutte le fonti da monitorare ed ai calcoli eseguiti
- Planimetria dettagliata dei punti di emissione e la collocazione dei sistemi di misura
- Descrizione e dati tecnici dei sistemi di misura
- Certificati che ne dimostrino una corretta manutenzione e taratura
- Documenti che giustifichino la scelta della metodologia di monitoraggio e i risultati delle determinazioni dei fattori di emissione, consumi totali, fattori di ossidazione.
- Fatture dei combustibili, analisi utilizzate nei calcoli riportanti le caratteristiche chimiche del carbone
- Documenti di accompagnamento della merce acquistata con cartellini di pesata allegati
- Domanda di autorizzazione alle emissioni presentata al Ministero
- Documentazione riguardante le responsabilità in materia di monitoraggio e comunicazione
- Documentazione riguardante il processo di raccolta dati relativi all'attività per le varie fonti di emissione e la validazione degli stessi.
- Comunicazione annuale delle emissioni totali dell'impianto.



## STOCCAGGIO E TRASPORTO DELLE MERCI

A fronte della crescente domanda di mobilità che caratterizza i sistemi economici moderni, si fanno sempre più evidenti gli effetti negativi di una scelta fortemente squilibrata sull'utilizzo del mezzo stradale. Si tratta dei danni provocati alla salute dell'uomo, all'ambiente e all'ecosistema. La limitata percezione da parte degli individui delle conseguenze delle proprie azioni induce, infatti, a comportamenti non ottimali sul piano sociale, rispetto alle scelte di spostamento e dell'uso del mezzo di trasporto.

Da questa considerazione ha origine la crescente attenzione alla valutazione dei costi sociali della mobilità. La stima economica degli effetti diretti e indiretti della mobilità stradale, fornisce, infatti, un utile parametro di riferimento nelle scelte pubbliche ed è il modo per correggere attraverso il sistema dei prezzi, l'utilità percepita dagli individui e i loro comportamenti.

La messa in campo di strumenti per una mobilità sostenibile trova, quindi, nella quantificazione in termini economici e sociali dei molteplici impatti dei trasporti, un contributo importante.

L'industria saccarifera più di altre attività industriali ed agricole, risente il peso economico e sociale legato al trasporto della materia prima (la barbabietola) e dei residui della sua lavorazione.

A causa dell'ampiezza del comprensorio bieticolo afferente allo Stabilimento di Termoli, che si sviluppa sul territorio di otto regioni italiane, è evidente la pressione esercitata dal gran numero di automezzi che ogni giorno, per tutti i giorni di durata della campagna produttiva, trasportano le migliaia di tonnellate di barbabietole dal campo al piazzale dello Stabilimento.

Cumuli di barbabietole pronte per essere caricate per lo stabilimento



Altrettanto imponente risulta il trasporto degli scarti di lavorazione dallo Stabilimento alle diverse destinazioni, sempre realizzato con l'ausilio di grandi automezzi.

Un ulteriore punto critico in questa organizzazione di trasporto è il momento del conferimento delle bietole, regolamentato in base alla capacità lavorativa della fabbrica. In questa fase si evidenzia la



necessità di una precisa organizzazione, che eviti il più possibile le attese dei Tir prima di effettuare le operazioni di scarico e per evitare i fenomeni di intasamento del traffico, lungo le direttrici viarie che portano allo Stabilimento.

Fase di carico delle barbabietole



Un adeguato piano di scarico, permette da un lato di ottimizzare le fasi iniziali della lavorazione delle bietole e dall'altro di operare un risparmio nei tempi morti di attesa e più in generale nei costi legati al trasporto della materia prima. Per gli zuccherifici, il sistema di trasporto delle barbabietole risulta ottimale se fornisce la quantità prevista al momento giusto e a

condizioni favorevoli. Tale requisito può essere soddisfatto solo attraverso una partnership ben sincronizzata tra bieticoltori, trasportatori e zuccherifici.

Tabella 1: comprensorio produttivo dello Zuccherificio di Termoli (anno 2006)

Regione	Provincia	Superficie coltivata Ha.	Trasportatori utilizzati n°
Abruzzo	Chieti		
	Pescara		
	Teramo		
Totale Abruzzo		1788,30	13
Basilicata	Matera		
	Potenza		
Tot. Basilicata		627,30	7
Calabria	Catanzaro		
	Cosenza		
	Crotone		
Tot. Calabria		338,76	
Campania	Caserta		
	Napoli		
Tot. Campania		395,65	1
Lazio	Latina		
	Roma		
	Viterbo		
Tot. Lazio		1393,35	2
Marche	Ancona		
	Ascoli P.		
	Macerata		
Tot. Marche		155,03	
Molise	Campobasso		
	Isernia		
Tot. Molise		3615,20	15
Puglia	Brindisi		
	Foggia		
	Lecce		
	Taranto		
Tot. Puglia		11571,33	33
<b>Totale generale</b>		<b>19884,92</b>	<b>71</b>

Questi presupposti possono consentire un incremento dell'efficienza di tutto il sistema di produzione, ma non possono prescindere dalla ricerca di nuove forme di mobilità maggiormente sostenibili a livello ambientale ed economico, come può essere il trasporto ferroviario e marittimo. Sarebbe dunque necessario creare dei centri di carico comprensoriali o regionali afferenti a stazioni ferroviarie o marittime, dotate di un collegamento diretto con gli stabilimenti produttivi.

Analizzando i dati dello Stabilimento di Termoli in riferimento alla campagna produttiva 2006, si evidenzia un comprensorio produttivo estremamente frammentato e al limite della convenienza economica, per quanto riguarda la distanza dai campi di coltivazione della bietola.

Questo fatto è legato essenzialmente alla riforma della OCM zucchero, che ha determinato la chiusura di alcuni stabilimenti produttivi italiani, incrementando, al contrario, la quota di produzione dello Stabilimento di Termoli.

Questo incremento produttivo non è stato compensato da un aumento proporzionale delle superfici coltivate a barbabietola da zucchero nel comprensorio più naturale, che è quello del Molise, dove al contrario le superfici destinate a tale coltivazione sono in calo. Di conseguenza si è reso necessario l'allargamento dell'orizzonte produttivo nelle regioni del centro-sud Italia, con effetto di un incremento dei costi di produzione e di tutte le problematiche legate al trasporto della materia prima.

Dalla tabella 1 è possibile evidenziare che il 59,31% della produzione bieticola afferente nello Stabilimento di Termoli è coltivata in Puglia, mentre il Molise contribuisce solo per il 15,62%. La restante superficie è distribuita in Abruzzo con il 8,96%, nel Lazio con il 6,49%, in Basilicata con il 4,11%, in Campania e Calabria con il 2% ciascuna e infine nelle Marche con lo 0,62%.

---

La situazione produttiva così strutturata fa capire bene l'entità della problematica legata al trasporto della barbabietola e impone, allo stesso tempo, una radicale ripensamento del bacino produttivo, adeguandolo verso situazioni più sostenibili a livello ambientale ed economico.

## ANALISI DEI FATTORI DI RISCHIO

### Rischi derivanti da esposizione alle polveri

La valutazione del rischio di esposizione alle polveri è stata effettuata nel corso dell'abituale processo di lavoro, durante la normale attività lavorativa ed il normale funzionamento degli impianti, sulla base di una preliminare identificazione delle zone a maggior rischio ambientale.

Per valutare l'esposizione personale dei lavoratori addetti vanno impiegati dispositivi di campionamento e di misura che permettono di rappresentare la situazione espositiva media del turno di lavoro secondo quanto stabilito dal D. Lgs. n. 277 del 15 agosto 1991 e dal D. Lgs. n. 25 del 2 febbraio 2002. I campionamenti sono stati eseguiti utilizzando un campionatore con membrana filtrante su postazione fissa, posizionando il captatore all'interno delle diverse aree di lavoro da sottoporre ad analisi. I luoghi coinvolti nelle misurazioni sono di solito:

- Reparto manovratori
- Reparto campionatori
- Reparto centrale termica
- Reparto forno calce
- Reparto pellets
- Reparti insacco
- Laboratorio tare
- Reparto Depurazione/Evaporazione

Il protocollo di analisi prevede il campionamento delle polveri totali e della frazione respirabile in tutti i reparti evidenziati, con l'aggiunta del prelievo per le fibre di amianto nei reparti centrale termica e depurazione/evaporazione, oltre che del piombo inorganico nel reparto laboratorio tare.

I campionamenti eseguiti durante la campagna produttiva del 2006 hanno evidenziato il superamento dei valori soglia stabiliti dalla normativa per le polveri totali, in alcuni dei reparti monitorati, evidenziando la necessità di mettere in atto accorgimenti più restrittivi, capaci di ridurre i livelli di esposizione degli addetti e per scongiurare i rischi connessi all'accumulo di queste sostanze nelle vie respiratorie. Per quanto riguarda le fibre di amianto e il piombo inorganico, le indagini condotte ne manifestano l'assenza negli ambienti di lavoro.

Tabella 1: Campionamento per la valutazione dell'esposizione alle polveri

Reparto	Metodo utilizzato	Polveri totali mg/mc	Frazione respirabile mg/mc	Fibre di amianto	Piombo inorganico	Valore limite µg/mc
Manovratori	Unichim 317/77	14	4			
Campionatori	Unichim 317/77	20	10			
Centrale termica	Unichim 317/77	1,5	< 0,1			
				assenti		
Forno a calce	Unichim 317/77	28	12			
Pellets	Unichim 317/77	7,5	1,3			
Insacco linea 50 Kg	Unichim 317/77	3,5	0,5			
Insacco linea 1 Kg	Unichim 317/77	3,5	0,5			
Laboratorio tare	Unichim 317/77	0,8	< 0,1			
		µg/mc			12	40
Depurazione/evaporazione	Unichim 317/77	1,0	< 0,1			
				assenti		

## Rischi di esposizione al rumore

Il rumore viene comunemente identificato come un suono non desiderato o come una sensazione uditiva sgradevole e fastidiosa. Dal punto di vista fisico, infatti, rumore e suono hanno caratteristiche che si sovrappongono, al punto che un suono gradevole per alcuni può essere percepito da altri come fastidioso. Il suono è definito come l'effetto che le vibrazioni dell'aria provocano sul timpano e che l'orecchio umano riesce a rilevare. Queste vibrazioni causano variazioni di pressione, il cui numero, al secondo, viene definito frequenza del suono. La frequenza è misurata in Hertz (Hz). L'intensità del suono percepito nel punto di misura viene espressa in decibel (dB). I suoni che l'orecchio umano è in grado di percepire sono quelli che si trovano all'interno della cosiddetta banda udibile, caratterizzata da frequenze comprese tra 16 Hz e 16.000 Hz e da livelli di pressione sonora di circa 130 dB.

La scala decibel è logaritmica, quindi un aumento del livello sonoro pari a tre decibel rappresenta già un raddoppio dell'intensità del rumore. Non è soltanto l'intensità a determinare la pericolosità del rumore, ma anche la durata dell'esposizione. Per tenere conto di questo fattore, si utilizzano livelli sonori con media ponderata nel tempo. Per il rumore nei luoghi di lavoro, solitamente ci si basa su una giornata lavorativa media di otto ore.

Esistono altri fattori che possono influenzare la pericolosità del rumore e sono:

- Impulsività, cioè l'eventuale presenza di «picchi» acustici;
- Frequenza misurata in hertz (Hz); l'altezza di un rumore è la percezione della frequenza;
- Distribuzione temporale, che definisce in che occasione e con che frequenza si rileva il rumore.

Il rumore non deve necessariamente essere molto intenso per risultare nocivo all'interno dei luoghi di lavoro e può contribuire in maniera significativa ad aumentare il verificarsi di altri rischi, ad esempio:

- può aumentare il rischio di infortuni a causa dell'impossibilità di udire i segnali di allarme;
- può interagire con l'esposizione a certi prodotti chimici aumentando ulteriormente il rischio di perdita dell'udito;
- può essere causa dello stress sul lavoro.

Chiunque sia esposto al rumore è potenzialmente a rischio e una maggiore intensità del rumore con un'esposizione più prolungata aumentano il rischio di subire danni permanenti.

Nei settori manifatturiero e minerario, il 40 % dei lavoratori è esposto a livelli di rumore significativi per più di metà della propria giornata lavorativa. Nel settore edile, questo valore può raggiungere il 35 %, mentre in molti altri settori, compresi l'agricoltura, i trasporti e le comunicazioni, il valore si aggira intorno al 20 %. Nel 2003 è stata adottata la direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore). Secondo l'articolo 5, paragrafo 1, della direttiva, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, «i rischi derivanti dall'esposizione al rumore sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo». La direttiva definisce anche un nuovo valore limite di esposizione quotidiana pari ad 87 dB(A).

Presso lo Zuccherificio del Molise le misurazioni fonometriche hanno un duplice scopo:

- valutazione del livello di esposizione giornaliera ai lavoratori al rumore (sono eseguite in alcune postazioni più a rischio all'interno della fabbrica);
- valutazione dell'emissione sonora proveniente dallo Stabilimento ai danni degli ambienti abitativi e dell'ambiente esterno ad esso adiacenti (sono eseguite lungo il perimetro aziendale).

Nel primo caso la valutazione del rischio all'esposizione da rumore è stata effettuata in tutti i luoghi di lavoro dove vengono svolte le lavorazioni che comportano l'utilizzo di macchinari che producono rumorosità. Le rilevazioni sono effettuate ponendo il microfono nella posizione occupata normalmente dalla testa del lavoratore, avendo cura di orientare il microfono verso la sorgente di rumore. La misurazione della rumorosità nelle varie postazioni è effettuata per campionamenti ripetuti, in modo da poter cogliere la sua variabilità nel tempo.

Il metodo di calcolo utilizzato per ottenere il livello di esposizione al rumore è quello indicato nella Norma UNI 9432 "Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro".

I dati riscontrati a seguito delle misurazioni vengono classificate in quattro livelli di esposizione che prevedono adempimenti diversi in caso di superamento dei valori limite:

Esposizione al rumore inferiore a 80 dB(A) (Non si raggiunge il valore inferiore di azione)

Sono esposti a tale valore di rumorosità i seguenti operatori:

- Capo piazzale e personale a disposizione
- Pesatore pesa A e B
- Controllo bollette pesa A e B
- Campionatore
- Impiegati tecnici del laboratorio analisi
- Addetto contabilità del laboratorio analisi
- Analista del laboratorio tare
- Addetti magazzini, uffici amministrativi e uffici tecnici

Esposizione al rumore compresa tra 80,0 dB(A) e 85,0 dB(A) (Compreso tra il valore inferiore di azione e il valore superiore di azione)

Sono esposti a tale valore di rumorosità i seguenti operatori:

- Stayer
- Manovratore
- Manovratore/Campionatore
- Portacampioni e addetto pulizie del laboratorio analisi
- Addetto ispezione scarico meccanico
- Lancia bietole
- Affilatura coltelli
- Conduttore diffusioni
- Conduttore depurazione e filtri Hoesch
- Conduttore evaporazione
- Addetto cottura
- Addetto quentin e filtri raffineria

Esposizione al rumore compresa tra 85,0 dB(A) e 87,0 dB(A) (Compreso tra il valore superiore di azione e il valore limite di azione)

Sono esposti a tale valore di rumorosità i seguenti operatori:

- Conduttore tagliatrici e aiuti
- Conduttore pellets
- Addetto confezionamento zucchero

Esposizione al rumore superiore a 87,0 dB(A) (Si supera il valore limite di esposizione)

Sono esposti a tale valore di rumorosità i seguenti operatori:

- Operaio e addetto alle bilance del laboratorio tare
- Conduttore essiccatoi
- Conduttore forno a calce
- Addetto centrifughe
- Solutore
- Conduttore centrale termica

Nel caso in cui i valori di rumorosità non raggiungono il limite inferiore di azione, per l'azienda non sono previsti adempimenti, al contrario, nei casi compresi tra il valore inferiore di azione e il valore limite di esposizione, ha l'obbligo di mettere a disposizione dei lavoratori tutti i dispositivi di protezione individuale dell'udito, vigilando che gli stessi vengano correttamente indossati. Dovrà inoltre garantire che i lavoratori esposti vengano correttamente informati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, sottoponendo gli stessi a periodica sorveglianza sanitaria, oltre che elaborare ed applicare un programma di misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore.

Nei casi in cui viene superato anche il valore limite di esposizione, l'azienda dovrà adottare misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite, individuare le cause dell'esposizione eccessiva, modificare le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

Passando al caso della valutazione del rischio all'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e negli ambienti esterni all'azienda, i criteri adottati nell'esecuzione delle misure seguono il D.P.C.M. del 01.03.1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", la Legge 26 ottobre 1995, n° 447, il D.P.C.M. del 14.11.1997 e il D.M. 16 marzo 1998.

L'area di appartenenza dello stabilimento si configura come "AREA INDUSTRIALE", i cui limiti massimi del livello sonoro equivalente sono di 70 dB nel periodo diurno e in quello notturno. Il monitoraggio è eseguito lungo tutto il perimetro aziendale per individuare le sorgenti che producono i valori massimi di rumorosità, posizionando il fonometro a 1,50 metri dal suolo all'interno del perimetro aziendale, orientato verso lo stabilimento per un tempo di misura pari a 30 minuti.

Questa indagine ha permesso di identificare le sorgenti che maggiormente possono influenzare la rumorosità nell'area, permettendo poi di esportare il campionamento nelle aree esterne allo stabilimento, che maggiormente sono utilizzate da persone o comunità. Le sorgenti sonore che maggiormente generano rumorosità sono:

- Cabina di decompressione metano – lato est
- Chiarificatore – lato sud-ovest su binario
- Binario tra scarico idraulico vagoni e pesa vagoni

Le aree esterne individuate per le misurazioni riguardano il piazzale della stazione ferroviaria e il centro abitato di Portocannone, dove non sono stati registrati superamenti dei valori limiti stabiliti.

### **Rischi microclimatici**

Il tema dei controlli analitici per gli ambienti di lavoro ha acquistato negli ultimi anni una notevole rilevanza sia normativa che tecnica.

Dal punto di vista normativo la prima specificazione, sul piano generale dell'obbligo di sicurezza ex art. 2087 cod.civ., è avvenuta ad opera dei numerosi regolamenti emanati a seguito della legge delega n. 51 del 12 febbraio 1955. In particolare il D.P.R. 19 marzo 1956 n. 303 è quello che più specificatamente interessa e che per primo ha impartito obblighi agli imprenditori ed ai lavoratori. Da ultimi i D.Lgs. 277/91, il D.Lgs. 626/94, il D.Lgs. 66/2000 e il D.Lgs. 25/02 impongono ulteriori controlli per la salvaguardia della salubrità e dell'igiene del lavoro e specificano parametri e modalità per i controlli.

Con l'emanazione del decreto legislativo 2 febbraio 2002, n. 25 (D.Lgs. 25/02) viene recepita nell'ordinamento legislativo italiano la direttiva 98/24 CE del Consiglio Europeo del 7 aprile 1998 che costituisce la quattordicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE del 12 giugno 1989 e viene istituito il titolo VII-bis del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (titolo VII-bis D.Lgs.626/94).

Tale recepimento determina nel nostro paese i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dagli effetti degli agenti chimici presenti sul luogo del lavoro o che siano il risultato di ogni attività lavorativa che comporti la loro presenza.

La normativa individua le misure e i principi generali per la prevenzione del rischio chimico negli ambienti di lavoro indicati prevalentemente nel Decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 303 agli art. 9, 15, 18, 19, 20, 21, 25 e 26 (D.P.R. 303/56), nel Decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547 (D.P.R. 547/55), nell'art. 3 comma 1, nell'art. 4 commi 1 e 5 lett. b), negli art. 12 e 13 del Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (Titolo I D.Lgs. 626/94) e nel Decreto del Ministero dell'Interno 10 marzo 1998 (D.M. 10/3/1998).

Pertanto il recepimento della Direttiva 98/24 CE e la susseguente istituzione del titolo VII-bis D.L.gs. 626/94 ha confermato che, in presenza di rischio chimico per la salute e la sicurezza, le misure generali di tutela dei lavoratori debbano in ogni caso sempre essere rigorosamente osservate assieme alle misure successivamente individuate con particolarità dell'art. 72-quinquies D.Lgs. 626/94 e cioè:

- a) la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- b) la fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e le relative procedure di manutenzione adeguate;
- c) la riduzione al minimo di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
- d) la riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- e) le misure igieniche adeguate;
- f) la riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
- g) i metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

Inoltre, nel caso del rischio da agenti chimici, la tutela della salute dei lavoratori dall'esposizione ad agenti chimici è sempre più legata alla ricerca ed allo sviluppo di prodotti chimici meno pericolosi per prevenire, ridurre ed eliminare, per quanto possibile, il pericolo in via prioritaria alla fonte.

La politica comunitaria in materia è tesa ad agevolare questo fondamentale processo per la salvaguardia della salute e della sicurezza ed in tale contesto va inserito il titolo VII-bis D.Lgs. 626/94, laddove prescrive al datore di lavoro di valutare il rischio chimico per la salute e la sicurezza dei lavoratori al momento della scelta delle sostanze e dei preparati da utilizzare nel processo produttivo e di sostituire, se esiste un'alternativa, ciò che è pericoloso con ciò che non lo è o lo è meno.

Anche nell'uso degli agenti cancerogeni e mutageni ed in presenza di rischio da agenti chimici pericolosi al di sopra della soglia del RISCHIO MODERATO, la possibile sostituzione è una misura di tutela obbligatoria la cui inosservanza (art. 62 e 72-sexies comma 1 del D.Lgs. 626/94) rappresenta un'inadempienza sanzionata dall'art. 89 comma 2, lettera a) del D.Lgs. 626/94.

Nel D.Lgs. 25/02 viene introdotto il concetto di "RISCHIO MODERATO" e viene stabilito che quando il processo valutativo indichi il non superamento di tale soglia di rischio, il datore di lavoro debba applicare le misure e i principi generali di prevenzione di cui all'articolo 72-quinquies comma 1 del D.L.gs. 626/94 (nonché di tutte le altre norme di prevenzione e protezione) e sia invece sollevato dall'applicazione di specifiche misure di tutela quali: la sorveglianza sanitaria e di rischio, le misure specifiche di protezione e prevenzione e le disposizioni in caso di incidenti o di emergenze.

Dal punto di vista tecnico, per i monitoraggi strumentali e i controlli analitici, si fa riferimento ai metodi ufficiali pubblicati e divulgati dalla UNICHIM. Per le valutazioni effettuate presso lo Stabilimento di Termoli sono state utilizzate le metodiche contenute nei manuali 124, 125 e 126 "Controllo degli ambienti di lavoro".

In questa occasione la valutazione del rischio all'esposizione agli agenti microclimatici è stata effettuata in tutti i luoghi di lavoro dove vengono svolte le lavorazioni e che sono soggette a situazioni di rischio fisico e chimico.

Le misurazioni microclimatiche sono state effettuate in tutte le postazioni del reparto presidiate da addetti, per poter evidenziare eventuali esposizioni degli operatori ad **agenti fisici e chimici** e a stress di tipo climatico.



Le misurazioni microclimatiche effettuate per un breve periodo di tempo, solo in parte possono rappresentare l'effettiva realtà dell'ambiente di lavoro in quanto tali condizioni dipendono fortemente dall'andamento dei fattori climatici esterni.

### CARICO TERMICO

Al fine di valutare se i lavoratori sono sottoposti a stress termico ed in via subordinata se operano in uno stato di benessere termico, vengono condotte indagini microclimatiche negli ambienti di lavoro.

Il benessere termico è rappresentato da quelle condizioni in cui l'organismo riesce a mantenere l'equilibrio termico senza l'intervento del sistema di termoregolazione propria.

Per l'effettuazione delle misure sono stati utilizzati acquisitori di dati microclimatici tipo: QUEST Air Probe-9 WPC030013 e QUEST QT-36 TKB060006.

I valori rilevati sono riportati nella tabella 1 dove Il **WISGT (Wet Bulb Globe Temperatur)** Indica il valore calcolato in base a tre parametri: temperatura a bulbo secco (D13), temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale (W13) e temperatura globotermometrica (G). Esso è oggetto della norma ISO 72431 e consente di valutare il livello di tensione termica prodotta da un ambiente di lavoro sull'individuo. Per ambienti chiusi i valori limite dell'indice WBGT interno individuati sono i seguenti:

Tabella 1 Indice WBGT

pause lavorative (continuità della fase operativa)	massimo di esposizione in funzione dei lavoro metabolico (°C)		
	Lavori leggeri	Lavori moderati	Lavori pesanti
0% (100%)	29.5	27.5	26.0
25% (75%)	30.5	28.5	27.5
50% (50%)	31.5	29.5	28.5
75% (25%)	32.5	31.0	30.0

### AGENTI CHIMICI

Per lo svolgimento delle attività presso lo Stabilimento di Termoli vengono utilizzate attrezzature e prodotti tipici della produzione saccarifera e del laboratorio chimico che comportano la formazione di gas, vapori e polveri aerodisperse.

Anche durante le operazioni di manutenzione e pulizia degli impianti vengono utilizzati prodotti specifici delle lavorazioni meccaniche (oli lubrificanti, solventi organici, ecc.).

Data la possibile pericolosità di alcuni prodotti utilizzati, il lavoro richiede misure di prevenzione importanti, sia in termini di igiene che di sicurezza del lavoro, quali l'utilizzo di dispositivi individuali di protezione, uno specifico addestramento degli operatori e procedure di lavoro tali da contenere al massimo la dispersione nell'ambiente dei prodotti impiegati.

La valutazione dei rischi da esposizione ad agenti chimici segue il seguente schema logico:

- Identificazione di tutti gli agenti chimici utilizzati e/o eventualmente prodotti nei processi lavorativi;
- Valutazione della presenza di agenti chimici pericolosi;
- Identificazione dei pericoli dall'utilizzo delle sostanze pericolose;
- Valutazione della esposizione degli operatori attraverso:
  1. analisi di misurazioni o valutazioni già eseguite in precedenza
  2. misurazioni o valutazioni eseguite ad hoc in questa fase;
  3. stime qualitative che identificano, in termini semplici le variabili e permettono una graduazione preliminare del livello di esposizione;
  4. l'analisi delle circostanze di svolgimento del lavoro e le quantità in uso della sostanza o del preparato;
  5. i valori limite d'esposizione professionale e/o biologici dell'agente se esistenti;
- Verifica dell'applicazione delle misure e dei principi generali per la prevenzione e la riduzione del rischio per la salute degli operatori
- Verifica dei risultati delle azioni di sorveglianza sanitaria.

Il D.Lgs. 25/2002 classifica il rischio da esposizione ad agenti chimici in MODERATO e NON MODERATO e stabilisce gli obblighi per il datore di lavoro come specificato di seguito:

Situazione di rischio	Riferimento normativo	Obblighi
Moderato	Art. 72, quinquies comma 2	-valutazione dei rischi -informazione e formazione
Non moderato	Art. 72, quinquies comma 2	-valutazione dei rischi -informazione e formazione -misure specifiche di protezione e prevenzione -disposizioni in caso di incidenti o di emergenze -sorveglianza sanitaria

Il RISCHIO MODERATO può essere associato alla dizione “rischio irrilevante per la salute” oppure quale “soglia al di sotto della quale il rischio è basso”

Tale situazione si intende verificata quando:

1. la natura e l'entità dei rischi rendono non necessaria una ulteriore valutazione maggiormente dettagliata dei rischi;
2. le esigue quantità degli agenti chimici impiegati e la natura degli stessi (inclusione in matrice, ciclo chiuso, ecc.) ovvero caratteristiche chimico-fisiche quali tensione di vapore, temperatura di fusione di ebollizione, punto di infiammabilità, stato di aggressione , ecc. lo permettono, sia possibile terminare il processo di valutazione dei rischi;
3. a seguito di misurazioni strumentali e monitoraggi dell'agente chimico, il valore di esposizione risulti quantomeno inferiore ad 1/10 del valore limite nell'ambiente di lavoro oppure, su rilevazioni effettuate in tre diversi turni di lavoro e nella medesima postazione di lavoro, il valore di esposizione risulti quantomeno inferiore ad 1/4 del valore limite.

Risulta, pertanto, ragionevole e praticabile indicare che quantomeno tali valori fissino la soglia al di sopra della quale si deve classificare il RISCHIO NON MODERATO.

Le valutazioni effettuate durante la campagna produttiva del 2006 non hanno rivelato presenza di particolari rischi per la salute e la sicurezza degli operatori.

Per quanto riguarda l'esposizione a sostanze chimiche definite pericolose contenute nei prodotti utilizzati non è stato condotto un monitoraggio analitico della presenza dei singoli agenti chimici durante la loro manipolazione, poiché in base alle quantità effettivamente utilizzate e alle modalità di impiego delle stesse, il RISCHIO CHIMICO personale degli addetti associato alle attività svolte è stato ritenuto essere MODERATO.

## VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI E DEI RELATIVI INDICATORI DI PRESSIONE

Un aspetto ambientale è definito quale “elemento di una attività, prodotto o servizio di un’organizzazione che può interagire con l’ambiente”.

L’impatto ambientale si riferisce invece a “qualunque modificazione dell’ambiente, negativa o benefica, totale o parziale, conseguente ad attività, prodotti o servizi di un’organizzazione” (ex UNI EN ISO 14001).

La relazione esistente tra aspetto ed impatto è dunque quella di causa-effetto: l’impatto esiste perché esiste l’aspetto.

Un punto cruciale nel rapporto tra l’aspetto e l’impatto ambientale è che mentre il primo si identifica, il secondo si valuta.

Quando si effettua una valutazione degli impatti/aspetti ambientali è necessario esprimere per ognuno di essi la quantità rispetto ad un indicatore numerico, specifico, misurabile. Questi valori andranno a costituire il termine di riferimento per tutte le future valutazioni delle prestazioni ambientali dell’organizzazione.

In particolare, essi permettono di riclassificare e sintetizzare i dati sugli aspetti ambientali, fornendo in questo modo un quadro immediato e rappresentativo della situazione aziendale in ambito ambientale, confrontabile con il contesto temporale e territoriale in cui l’organizzazione è inserita. La scelta di tali indicatori e la loro misura risulta dunque un punto cruciale.

Uno strumento che aiuta a migliorare le prestazioni ambientali delle attività e dei servizi è rappresentato dalla norma UNI EN ISO 14031. Quest’ultima utilizza la famiglia degli indicatori EPE (Environmental Performance Evaluation) distinti in: Eci (Environmental Condition Indicators) che rappresentano indicatori della condizione ambientale, legati allo stato di salute dell’ecosistema e le EPI (Environmental Performance Indicators) che forniscono informazioni sulle prestazioni svolte dall’organizzazione.

Questi ultimi si dividono a loro volta in: MPI (Management Performance Indicators) indicatori di prestazione della direzione e OPI (Operator Performance Indicator) indicatori di prestazione operativa.

Dall’analisi accurata del ciclo produttivo dell’industria di produzione dello zucchero, realizzata attraverso lo studio dettagliato di ognuna delle fasi intermedie di lavorazione, è possibile individuare una serie di punti critici che possono generare degli impatti potenziali sull’ambiente, in cui l’attività industriale conduce la sua produzione.

Tutti gli aspetti ambientali significativi possono essere valutati attraverso l’utilizzo di idonei indicatori ambientali in grado di semplificare e rendere di immediata lettura i potenziali rischi, consentendo di adottare tutti quegli accorgimenti tecnici e gestionali, in grado di scongiurare l’accadimento di eventuali situazioni di rischio per l’ambiente e la salute degli operatori. Tutti gli indicatori di performance individuati, sono sintetizzati nella successiva tabella:

**Indicatori di performance ambientale derivanti dalla normativa ISO 14031**

Indicatori	Un. Misura
<b>Indicatori ECI relativi alle condizioni ambientali del sito</b>	
Odore misurato nei pressi del sito	
Temperatura e torbidità misurati nel corso d'acqua recettore dei reflui aziendali	
<b>Indicatori MPI indirizzati alla valutazione delle prestazioni gestionali dell'azienda</b>	
Numero di obiettivi e di traguardi ambientali raggiunti	n°
Numero di iniziative adottate per prevenire l'inquinamento	n°
Numero di livelli direzionali aventi specifiche responsabilità ambientali	n°
Numero di dipendenti che hanno prescrizioni ambientali nei loro incarichi di lavoro	n°
Grado di rispetto della normativa	%
Tempo di risposta agli incidenti ambientali	
Numero delle esercitazioni di emergenza effettuate	n°
Numero o importo di multe o penalità subite	n°
Costi (operativi e di investimento) connessi agli aspetti ambientali di processi e di prodotti	
Risparmi ottenuti riducendo le risorse utilizzate, prevenendo l'inquinamento e riciclando i rifiuti	
Numero di reclami connessi con aspetti ambientali	n°
Numero di articoli di stampa connessi con le proprie prestazioni ambientali	n°
Numero di programmi ambientali rivolti al pubblico	n°
<b>Indicatori OPI mirati alla valutazione delle prestazioni operative</b>	
Kg di materiale usato/t di prodotto	Kg/t di prodotto
Kg di materiale riciclato/t di prodotto	Kg/t di prodotto
Kg di materiale da imballaggio da smaltire o riciclare/t di prodotto	Kg/t di prodotto
m <sup>3</sup> di acqua usata nel processo x unità di prodotto	m <sup>3</sup> x unità di prodotto
Kg di materiale pericoloso usato nel ciclo produttivo/t di prodotto	Kg/t di prodotto
Quantità di rifiuti per anno o unità di prodotto	Kg/anno u.p.
Quantità di rifiuti pericolosi prodotti per anno	Kg/anno
N. di spedizioni giornaliere per tipologia di vettore	n°/giorno
Consumo medio di carburante della flotta aziendale	Litri/giorno
Numero di viaggi evitati attraverso mezzi di comunicazione	n°
Numero di prodotti riusabili o riciclabili	n°

I punti critici di questa complessa attività produttiva sono riferibili essenzialmente alle emissioni in atmosfera, alla produzione di rifiuti e alla corretta gestione delle acque reflue.

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, sono legate all'utilizzo di combustibili fossili della centrale termoelettrica e del sistema di trasporto della materia prima dai luoghi di produzione allo stabilimento, nonché del trasporto dei residui di produzione dallo stabilimento ai luoghi di smaltimento.

Le emissioni dei camini sono costantemente monitorate e dotate di moderni sistemi di abbattimento dei fumi, che consentono il generale contenimento delle sostanze potenzialmente tossiche per l'uomo e per l'ambiente.

Queste sono costituite essenzialmente da: anidride carbonica, monossido di carbonio, diossido di zolfo, ossidi di azoto, acido solfidrico, ammoniaca e polveri, le cui concentrazioni, da tutti i dati di monitoraggio effettuati, rientrano nei limiti previsti dalla vigente normativa (D.Lgs. 152/06).

Per quanto riguarda le emissioni derivanti dal sistema di trasporto delle merci e dei sottoprodotti, che avvengono esclusivamente su gomma, esiste un reale problema di emissioni diffuse, difficilmente quantificabili, in quanto dipendenti da numerose variabili, legate alla distanza dei luoghi di approvvigionamento della materia prima, all'entità complessiva della produzione annuale di barbabietole, al numero di viaggi effettuati da ogni autotrasportatore e al consumo medio delle macchine, spesso legato anche alla tipologia delle strade percorse.

Per contenere al massimo il livello delle emissioni derivanti dal trasporto delle merci verso lo Stabilimento e dallo Stabilimento, occorre procedere, quanto più possibile, alla riduzione della

distanza del bacino produttivo della barbabietola dal luogo di trasformazione, confinandolo in un raggio massimo di 80 Km., al fine, anche, di contenere il più possibile i costi di produzione.

Per quanto concerne la produzione e la gestione dei rifiuti, l'industria agro-alimentare di produzione dello zucchero si colloca tra le più virtuose del settore, recuperando la gran parte (Zuccherificio di Termoli oltre il 90%) dei rifiuti prodotti, costituiti essenzialmente da carbonato di calcio, residui di calcinazione e idratazione della calce e terriccio derivante dalle operazioni di pulizia e lavaggio delle barbabietole.

Questi materiali sono tutti recuperati attraverso lo spandimento su suoli agricoli. La rimanente parte viene smaltita singolarmente attraverso ditte specializzate.

Il livello massimo di attenzione per questa attività produttiva è da indirizzare verso la corretta gestione delle acque di lagunaggio presenti nelle apposite vasche di accumulo, dove sono sottoposte ad un trattamento preliminare di riduzione del carico inquinante, prima dell'invio definitivo al depuratore consortile.

I principali rischi sono legati alla collocazione delle vasche di accumulo a pochi metri dall'alveo del fiume Biferno, che raccoglie le acque di un ampio bacino idrografico e può essere soggetto, come è avvenuto nel mese di gennaio del 2003, a improvvisi fenomeni alluvionali, con superamento degli argini e relativa invasione dei territori circostanti. Un eventuale accadimento di questi fenomeni rischierebbe di provocare forme di inquinamento diffuso a carico dei suoli agricoli e delle acque stesse del fiume.

Anche il corretto abbattimento del carico inquinante dei reflui, in termini di COD e BOD, è da considerare come elemento imprescindibile nel sistema di monitoraggio dell'azienda e di ARPA Molise, organo ufficiale di controllo a livello regionale.

Un certo disagio alla popolazione che vive e lavora nelle aree limitrofe allo stabilimento, è avvertito rispetto alla emissione di esalazioni maleodoranti, dovute alla decomposizione delle sostanze. Questo problema è stato fortemente attenuato negli ultimi anni, con l'ausilio di particolari attivatori biologici che accelerano la decomposizione dei composti maleodoranti, rendendo fondamentalmente accettabile il livello di sopportazione dei cattivi odori emessi.

### Sintesi dei possibili impatti distinti per fasi produttive unitarie

Processi	Fasi unitarie	Elementi impattanti
Ricezione materiali e preparazione	Approvvigionamento bietole	<b>Aria:</b> biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), ozono (O <sub>3</sub> ), Idrocarburi, Particolato Sospeso
	Conferimento bietole e approvvigionamento fabbrica	<b>Solidi:</b> materiale organico e inerte <b>Acqua:</b> BOD/COD
Riduzione di misure, miscelamento e modellatura	Diffusione e taglio bietole	<b>Solidi:</b> materiale organico <b>Acqua:</b> BOD/COD, additivi chimici (solfato di calcio, acido solforico ecc.)
Tecnologie di processo	Produzione del latte di calce	<b>Aria:</b> biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )
	Depurazione	<b>Solidi:</b> materiale organico e inerte <b>Acqua:</b> BOD/COD
	Essiccatoi polpe	<b>Aria:</b> biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Particolato Sospeso <b>Solidi:</b> materiale organico <b>Acqua:</b> BOD/COD, solidi sospesi
Concentrazione da calore	Evaporazione	<b>Aria:</b> Ammoniaca (NH <sub>3</sub> ), anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ),
Tecniche di separazione	Trattamento di scambio ionico (Quentin)	<b>Acqua:</b> BOD/COD, Sali inorganici
	Condizionamento zucchero	<b>Solidi:</b> scorie di materiale ferroso <b>Aria:</b> polvere di zucchero
Operazioni di post-processo	Immagazzinamento e confezionamento zucchero	<b>Solidi:</b> imballaggi <b>Aria:</b> polvere
Processi di utilità	Laboratorio analisi	<b>Aria:</b> odori , reattivi chimici <b>Acqua:</b> additivi chimici, acidi, basi
	Pulizia e disinfezione	<b>Acqua:</b> BOD/COD, solidi sospesi, acidi e basi, fosfati, candeggianti
	Centrale Termica	<b>Aria:</b> biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ).





**Ortofoto dell'area industriale della valle del Biferno**



**Ortofoto di dettaglio dello stabilimento Zuccherificio del Molise**



## LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER L'INDUSTRIA ALIMENTARE DI PRODUZIONE DELLO ZUCCHERO

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 (recepimento della direttiva 96/61/CE nota come IPPC), per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).

La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei settori ritenuti al momento prioritari, in cui è stata compresa anche l'industria alimentare.

### SITUAZIONE DEL SETTORE ALIMENTARE IN ITALIA

#### Descrizione, fatturato, crescita, numero di addetti

L'industria nazionale degli alimenti e delle bevande rappresenta il secondo comparto produttivo del Paese (12% dell'industria manifatturiera nazionale), dopo il settore metalmeccanico, con un fatturato complessivo nel 2003 di 103 miliardi di euro. Essa si colloca tra il settore agricolo e quello distributivo, quale centro di propulsione del sistema della filiera alimentare, il cui valore totale è stimato sui 250 miliardi di euro/anno.

La produzione industriale alimentare ha registrato, nel periodo 2000-2003, un aumento in quantità del +7,2%, contro il — 3,2% registrato in parallelo dall'industria nel suo complesso. I tassi medi di crescita annua dei consumi e della produzione sono soddisfacenti e in controtendenza con quanto accade nel totale industria, come testimoniato dal recente aumento di produzione 2003 (+1,9%), rispetto al parallelo calo del totale industria (-0,8%).

All'andamento produttivo, nel suo complesso soddisfacente, si deve aggiungere il dato positivo dell'occupazione, in quanto impiega complessivamente 396.000 addetti, di cui 266.000 dipendenti.

#### La filiera alimentare come "sistema"

Il sistema alimentare riunisce un insieme complesso di attività ed un numero elevato di soggetti economici afferenti al settore agricolo, all'industria di trasformazione e alla distribuzione (che a sua volta comprende il commercio all'ingrosso, al dettaglio e la ristorazione). Completano la filiera tutte quelle attività di servizio, logistica e intermediazione commerciale che contribuiscono all'incremento della catena del valore, configurando una rete di relazioni comprensiva delle azioni economiche che si realizzano sul territorio nazionale e di quelle che avvengono con l'estero. L'analisi della struttura del sistema alimentare implica pertanto un approccio integrato, che guardi a tutti i segmenti della filiera ed individui correttamente il molo e le competenze proprie di ciascun segmento.

#### Struttura agricola

Le dimensioni economiche del sistema agricolo italiano raggiungono una posizione di rilievo nell'ambito dello scenario europeo. Nel 2002, con un valore della produzione che supera i 43 miliardi di euro, l'agricoltura italiana si è confermata seconda in Europa, dopo il primato francese (64,813 miliardi di euro). Il terzo e quarto posto sono presidiati da Germania e Spagna, rispettivamente con 41,454 e 37,335 miliardi di euro, mentre il Regno Unito si attesta in quinta posizione (24,465 miliardi di euro).

Dal punto di vista strutturale, le ottime performance legate alla diffusione di colture intensive ricche (quali, ad esempio, quelle ortofrutticole) compensano gli effetti di dinamiche penalizzanti, essenzialmente riconducibili al cospicuo impiego di manodopera ed alla elevata frammentazione aziendale, che, seppure con cospicue differenze tra nord, centro e sud in termini di superficie agricola utile per azienda (SAU), caratterizza significativamente il settore agricolo italiano.

### Struttura industriale

L'industria alimentare italiana conta circa 37.000 imprese, delle quali il 18% con più di 9 addetti, eterogeneamente distribuite sul territorio nazionale. A livello regionale, guida la classifica la Lombardia, con un'incidenza pari al 25% sul fatturato totale e il più alto numero di addetti e di imprese. In seconda e in terza posizione figurano, rispettivamente, Emilia Romagna e Veneto con pesi del 20 e dell' 1,2 %. Rilevante anche il ruolo del Piemonte, la cui incidenza sul giro d'affari complessivo raggiunge l'8,4%, seguito dal Lazio con il 5,9% e da Campania e Puglia, rispettivamente con il 5 e 4 % del totale. Nel complesso, le regioni meridionali rappresentano il 15% del fatturato dell'industria alimentare italiana. Analoga la percentuale delle regioni centrali, contro il 70% del nord.

L'industria alimentare italiana produce sia prodotti finiti pronti per il consumatore finale, che semilavorati destinati a successive ulteriori trasformazioni industriali. Nell'ambito dei diversi comparti produttivi, i primi quattro settori dell'industria alimentare italiana (dati aggiornati al 2003) sono rappresentati dal lattiero caseario (13,5 miliardi di euro), dal dolciario (10,05 miliardi di euro), dalla trasformazione della carne (7,165 miliardi di euro) e dal vinicolo (7,165 miliardi di euro).

L'industria alimentare italiana, al pari di quella europea, costituisce un settore altamente articolato, soprattutto se confrontata ad altri settori industriali. Le peculiarità del comparto alimentare e la sua intrinseca eterogeneità concernono sia le dimensioni che la tipologia delle imprese e sono principalmente collegate all'ampia gamma delle materie prime utilizzate e, conseguentemente, alla significativa varietà di prodotti e dei processi di trasformazione impiegati.

Tale complessità strutturale fisiologicamente propria del comparto alimentare, ed intimamente connessa alla crescente varietà della domanda, che spazia dai prodotti industriali più standardizzati, ai prodotti "speciali", a quelli tradizionali, risulta ancor più accentuata dalla diversità di condizioni economiche, sociali ed ambientali, sulle quali, a livello nazionale, si innestano le singole realtà produttive.

L'industria alimentare italiana è altamente parcellizzata essendo caratterizzata da un elevato numero di piccole e medie imprese, che rappresentano il 98% del totale delle imprese nazionali di settore, con l'eccezione di alcuni comparti, quale quello zuccheriero, contrassegnati dalla concentrazione della intera produzione in pochi grandi soggetti industriali.

Dal punto di vista della distribuzione sul territorio, si conferma la collocazione dei siti produttivi sia nelle aree più densamente industrializzate che nei distretti agricoli a specifica vocazione colturale. Tradizionalmente, le produzioni industriali risultano strettamente collegate ai luoghi di origine delle materie prime che impiegano, di conseguenza, anche le tecniche produttive sono sensibilmente influenzate dalle caratteristiche dell'area di ubicazione dell'impresa, sia in termini di struttura morfologica del territorio, che di fattori climatici e di disponibilità idriche.

Nonostante tale correlazione risulti in costante diminuzione e debba essere esclusa nei settori alimentari che utilizzano materie prime non disponibili a livello nazionale (caffè, cacao, tè), essa continua a caratterizzare alcuni settori, prevalentemente afferenti alla trasformazione primaria, tipicamente collocati in specifici ambiti territoriali (conservie ittiche, olio d'oliva, conserve vegetali, vini).

Va inoltre sottolineato che, indipendentemente dalla provenienza della materia prima, alcune attività produttive devono necessariamente essere situate in aree che garantiscano l'ampia disponibilità di fattori impiegati nel processo, come nel caso degli zuccherifici.

### La sicurezza degli alimenti

L'industria alimentare identifica nella sicurezza, intesa come pre-requisito naturale ed obbligatorio, e nella qualità intrinseca dei prodotti, i pilastri della propria capacità competitiva. La sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti si realizza attraverso il rispetto e la puntuale messa in opera di tutte le regole e le procedure necessarie a garantire al consumatore un prodotto sicuro. Peraltro, anche in materia di sicurezza, è necessario adottare un approccio integrato di responsabilizzazione di tutti i segmenti della filiera produttiva, dalla componente agricola alla trasformazione, alla grande e piccola distribuzione.

## INDIVIDUAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Anche per l'industria alimentare è stato elaborato un documento guida sulle “migliori tecniche disponibili”, il BREF (Best Available Techniques Reference), in cui è stata data una particolare importanza alle operazioni unitarie, cercando una correlazione trasversale alle numerose e spesso del tutto differenti tecniche di produzione del settore stesso.

Il contenuto del BREF comunitario, come pure il tempo necessario alla sua redazione sono stati fortemente condizionati dalle esigenze di garantire la sicurezza del consumatore, imponendo scelte a maggior valenza di garanzia.

Il BREF europeo ha dimostrato come una tecnica ben sviluppata in un Paese non sempre sia applicabile ed efficace in un altro, per cui è sbagliato pensare che possa avere le stesse performance ambientali ovunque, nei vari Paesi membri dell'Unione. Per questo il BREF va preso come traccia e non come documento che fornisce standard vincolanti sul piano legislativo.

Discorso analogo vale naturalmente per la lista delle “migliori tecniche disponibili” che, in nessun modo può essere presa come riferimento legislativo, né potrebbe averne la pretesa.

Le informazioni contenute nel BREF sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle MTD nei singoli casi specifici, da considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale basata sulle MTD.

La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA deve tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'impianto interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di insediamenti esistenti, inoltre, si deve prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come MTD, ricordando che è definita come tale solo in senso generale.

Inoltre, i livelli di performance ambientali e/o di consumi energetici che vengono associati alle varie tecniche, vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dello stabilimento, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione o di consumo.

Gli aspetti ambientali di maggior rilevanza per l'industria alimentare sono i consumi rilevanti di acqua di processo, l'emissione di liquami a elevato carico organico e le forti richieste di energia elettrica per il congelamento e il mantenimento dei prodotti nella catena del freddo e di combustibile per la produzione di vapore e/o acqua calda per i trattamenti termici di sterilizzazione di prodotti, impianti e attrezzature.

Al funzionamento degli impianti di refrigerazione e di condizionamento, oltre che al funzionamento delle linee di lavorazione più in generale è legata la maggior quantità di energia elettrica consumata.

Le normative igienico-sanitarie obbligano ad un forte consumo di acqua potabile, con impossibilità spesso di ridurre i consumi mediante ricicli, con evidenti conseguenze negative sulla quantità di acqua di pregio consumata e sull'energia richiesta per riscaldarla.

Le emissioni in atmosfera, negli scarichi idrici, le emissioni termiche, sonore, o da vibrazione, nell'industria alimentare possono essere di rilevante impatto sociale. Rumore ed emissioni in aria sono anche riferibili alla movimentazione (in ingresso e uscita) dei veicoli adibiti al trasporto di materie prime, semilavorati e prodotti finiti.

La produzione di rifiuti nell'industria alimentare è molto diversa come quantità e qualità, in base al tipo di materia prima lavorata e in base alla tipologia produttiva adottata.

Per quanto riguarda la trasformazione di prodotti di origine animale, la normativa vigente (Reg. 1774/2002) che reca le norme sanitarie applicabili ai sottoprodotti di origine animale non destinabili al consumo umano, condiziona molto la produzione di rifiuti.

I sottoprodotti non sono mai considerati rifiuti (tranne quelli destinati agli impianti di incenerimento) e pertanto la produzione di rifiuti si limita alla eliminazione di materiale solido separato dalle griglie negli ambienti di lavorazione e dagli sgrigliatori degli impianti di depurazione degli effluenti idrici. Molti altri sottoprodotti (vegetali, materiale inerte) derivanti dalle operazioni di pulizia, mondatura, cernita e toelettatura delle materie prime possono trovare utile destinazione (nel rispetto delle varie normative vigenti) nell'industria mangimistica, nell'alimentazione diretta del bestiame e nell'attività agricola.

Sono inoltre da tenere in considerazione i rifiuti speciali legati allo smaltimento di materiale da imballaggio di semilavorati, di prodotto lavorato non conforme, di resi dalla distribuzione e scarti derivanti da particolari attività di manutenzione episodica (oli esausti di motori, liquidi di circuiti refrigeranti, resine di scambio ionico esaurite, ecc.), materiale di imballaggio di detersivi e disinfettanti comuni a molte attività produttive.

#### Analisi dei rischi per incidenti nell'industria alimentare

La grande diversità di tipologia produttiva non consente di fornire indicazioni generali. Gli impianti di produzione di alimenti non sembrano avere particolari rischi se non quelli legati ad una normale attività produttiva di trasformazione di materiale organico deperibile.

Non esistono comunque particolari aspetti di pericolosità di tipo ambientale di questi impianti sia derivanti da rischi di tipo endogeno sia esogeno. Sono stati segnalati potenziali rischi di esplosioni di polveri in stoccaggio e dell'ammoniaca eventualmente utilizzata negli impianti frigoriferi.

#### **MIGLIORI TECNICHE E TECNOLOGIE DISPONIBILI NELL'INDUSTRIA ALIMENTARE**

Le candidate migliori tecniche disponibili (Best Available Techniques, BAT) sono corrispondenti alla definizione adottata dalla direttiva 96/61/CE e contenuta nell'art. 2, comma 12 de D. Lgs.372/1999. I criteri utilizzati per individuare le candidate BAT sono riassumibili nell'individuazione delle tecniche mature (uscite dalla fase di R&S), commercialmente disponibili, in grado di evitare e/o ridurre le relative emissioni. Esistono BAT che sono da considerarsi trasversali ai diversi settori e che riguardano in particolare la gestione degli impianti produttivi stessi in termini di corretta gestione ambientale. Sotto questo aspetto sono da considerarsi BAT possibili tutti gli strumenti di seguito elencati:

#### Sistemi di gestione ambientale

E' il caso di sistemi quali EMAS, EN ISO 14001, o non standardizzati, ma che comunque prevedano una gestione dell'impianto di produzione con gli stessi principi dei sistemi citati.

#### Addestramento del personale

La sensibilizzazione e l'addestramento del personale ad una particolare attenzione alla corretta gestione delle risorse e alla riduzione degli aspetti negativi per l'ambiente è fondamentale a tutti i livelli di responsabilità dell'impianto produttivo

#### Adozione di un piano di manutenzione programmata

Una manutenzione attenta e programmata riduce i rischi di emissioni accidentali e di possibili incidenti ambientali e riduce il rischio di fermate dell'attività produttiva per rotture o incidenti.

#### Riduzione degli scarti e delle emissioni in fase di ricevimento delle materie prime

In ogni tipologia produttiva si possono applicare diverse precauzioni per ridurre la produzione di scarti e le emissioni in aria.

#### Riduzione dei consumi di acqua

Installazione di contatori su ciascun comparto produttivo e/o su ciascuna macchina (nel caso di macchine particolarmente idroesigenti). Il consumo di acqua oltre che nel suo complesso può essere misurato per singola operazione unitaria o per singola linea produttiva. Ciò permette di evidenziare i consumi specifici più elevati e valutare l'efficacia di un intervento teso alla riduzione dei consumi. L'ideale è registrare con una notevole frequenza i consumi momentanei in modo da evidenziare anche le variazioni puntuali.

#### Riduzione del prelievo dall'esterno - Impianto di raffreddamento a torri evaporative.

Al fine di recuperare l'acqua di processo (acque di condensa 60-90 °C e acque da condensatori barometrici 50-55 °C) e ridurre i prelievi di acqua pulita sono installati impianti di raffreddamento costituiti da torri evaporative. Le torri evaporative normalmente utilizzate sono torri a tiraggio meccanico; ciò significa che la portata dell'aria necessaria al raffreddamento è assicurata da uno o più ventilatori azionati tramite motore elettrico.

La temperatura abbastanza elevata di tali acque viene ridotta facendo investire tali acque finemente frazionate da una corrente d'aria in controcorrente; l'effetto refrigerante è prodotto dalla evaporazione di una parte dell'acqua durante il passaggio della stessa attraverso la torre.

#### Riutilizzo delle acque di raffreddamento e delle acque delle pompe da vuoto

L'acqua proveniente dagli impianti di raffreddamento e dalle pompe a vuoto che non sia venuta a contatto con il prodotto potrà essere utilizzata per altri scopi, da individuarsi in base alla qualità e agli eventuali trattamenti,

#### Eliminazione dei rubinetti a scorrimento e manutenzione di guarnizioni di tenuta della rubinetteria, dei servizi igienici.

I rubinetti ad apertura e chiusura manuale sono da eliminare, perché è molto frequente che siano lasciati aperti o chiusi solo parzialmente per disattenzione o per scelta, con notevole sperpero di acqua di pregio.

#### Impiego di idropultrici a pressione

I sistemi di pulizia idraulica a media pressione garantiscono una maggior efficienza di pulizia e un risparmio sensibile di acqua, danno un'efficacia di pulizia pari ad una idropulitrice operante a 0,3 MPa che consuma 250 l/min. Non è univocamente consigliabile, ma è piuttosto da valutare caso per caso, l'utilizzo di idropultrici ad alta pressione, stante il rischio di contaminazione microbica o di dispersione di sporcizia nei locali.

#### Applicazione di comandi "pistola" agli ugelli dell'acqua

Consentono di erogare l'acqua solo quando serve effettivamente.

#### Prima pulizia a secco degli impianti e applicazione alle caditoie sui pavimenti di trappole amovibili per la separazione dei solidi

Consente di effettuare una prima separazione dei solidi appena questi diventano materiale di scarto senza che vengano a contatto con le acque. Si effettua applicando grate con luci di passaggio idonee alle caditoie sui pavimenti.

#### Progettazione e costruzione dei veicoli e delle attrezzature di carico e scarico in modo che siano facilmente pulibili

Consente di effettuare la necessaria operazione di pulizia dei veicoli e delle attrezzature di carico e scarico con ridotti consumi di acqua.

#### Riutilizzo delle acque provenienti dai depuratori per operazioni nelle quali non sia previsto l'uso di acqua potabile

In molte operazioni l'impiego di acqua di pregio non è necessaria e può essere sostituita con acqua con idonee caratteristiche, come quella in uscita dall'impianto di depurazione.

#### Miglioramento del rendimento delle centrali termiche

Il rendimento di una centrale termica è definito come il rapporto tra l'energia termica resa al fluido e quella in ingresso associata al combustibile, valutata per mezzo del potere calorifico inferiore.

I metodi di calcolo del rendimento del generatore di calore sono due:

- metodo diretto;
- metodo indiretto.

Il metodo diretto si basa sulla misura di: vapore in uscita o acqua surriscaldata e dei parametri che consentono di definirne l'entalpia; combustibile in ingresso, del quale deve essere noto il potere calorifico inferiore. Il metodo indiretto si basa sulla valutazione convenzionale delle perdite attribuibili a: calore sensibile nei fumi; per combustione incompleta; per dispersioni dalle pareti del generatore di calore.

I controlli da effettuare per monitorare il rendimento sono:

- analisi dei fumi e dell'O
- misura e portata dell'acqua di reintegro;
- portata del combustibile e dell'aria di combustione;

- pressione, temperatura, portata dei fluidi termovettori alle utenze (vapore o acqua surriscaldata) e dell'olio diatermico.

Il rendimento del generatore di calore può essere migliorato riducendo le perdite o aumentando l'efficienza di produzione del fluido termovettore, con le tecniche seguenti.

#### Coibentazioni delle tubazioni di trasporto di fluidi caldi e freddi

Le tubazioni che trasportano i fluidi termovettori all'interno degli stabilimenti vengono a contatto con i fluidi degli ambienti che attraversano per cui, in mancanza o in presenza di insufficiente isolamento, tali fluidi possono subire un raffreddamento o un riscaldamento causati dalle dispersioni termiche. Al fabbisogno di energia termica delle utenze bisogna quindi sommare l'energia dissipata lungo le tubazioni.

#### Demineralizzazione dell'acqua

L'acqua che proviene dalle fonti di approvvigionamento può contenere le più svariate sostanze, a partire da impurità grossolane visibili ad occhio nudo fino ad arrivare a sali disciolti che possono essere eliminati solo con trattamenti raffinati.

#### Cogenerazione

Alcuni settori dell'industria alimentare possono richiedere grandi quantità di energia termica, (ad es. nell'industria dello zucchero per la concentrazione delle soluzioni zuccherine); a tale tipologia di energia si aggiunge la necessità di energia elettrica, occorrente per il funzionamento delle macchine presenti in fabbrica.

E' dunque questa la situazione ideale per ricorrere alla cogenerazione, cioè alla generazione combinata di energia elettrica e termica.

#### Uso efficiente dell'energia elettrica

La distribuzione dell'energia elettrica all'interno dello stabilimento industriale è realizzata di solito in media tensione ( ovvero in bassa tensione (380V) alternata trifase.

Le linee elettriche sono soggette a perdite dell'energia elettrica trasmessa, causate dall'effetto Joule (trasformazione in calore dell'energia elettrica che transita in un conduttore). Le perdite vadano mediamente dal 2-3% (valore ottimale) al 5-6 % (valore massimo da non superare) dell'energia trasmessa.

Le perdite lungo una determinata linea dipendono da parametri fisici caratteristici della linea e da parametri elettrici di esercizio della linea stessa.

Le migliori tecniche disponibili per ridurre la potenza trasmessa sono:

- l'installazione di motori ad alta efficienza (a parità di potenza assorbita dall'utilizzatore);
- il rifasamento (per aumentare il fattore di potenza).

#### Sostituzione dei combustibili liquidi con combustibili gassosi per il funzionamento degli impianti di generazione del calore

Il gas è praticamente esente da zolfo e azoto e quindi nella combustione i fumi prodotti hanno caratteristiche decisamente più accettabili. Nel caso sia disponibile l'approvvigionamento di gas la conversione degli impianti di generazione del calore da combustibile liquido a metano è da prevedere.

#### Controllo in continuo dei parametri della combustione e del rendimento

Adozione di un sistema di controllo della combustione per mezzo di analizzatori in continuo dell'ossigeno libero, dell'ossido di carbonio e di rivelatori di temperatura nei gas effluenti per impianti con potenza termica pari o superiore a 6 MW.

#### Riduzione dei rischi di emissione in atmosfera da parte di impianti frigoriferi che utilizzano ammoniacca

Adozione di interventi e sistemi di misura quali quelli di seguito illustrati.

- Sistemi di controllo ed allarme (rivelatori) in presenza di fughe di ammoniacca nella centrale frigo. I rivelatori sono tarati a differenti valori di soglia (concentrazioni in parti per milione);



- In alternativa ai rivelatori si può adottare un sistema di ventilazione in continuo della “sala macchine” mediante un ventilatore appositamente dimensionato come da normativa vigente costruito con materiali antiscintilla.
- Tubazione, appositamente dimensionata, di raccolta degli sfiati delle valvole di sicurezza e convogliamento degli stessi all’interno di una vasca o serbatoio di assorbimento contenenti acqua ed appositamente dimensionati.
- Per i circuiti secondari dedicati al raffreddamento dei locali di stoccaggio con temperature prossime allo zero, ove sostenibile dal punto di vista ambientale, tecnologico ed economico può essere valutata la sostituzione dell’ammoniaca con altri fluidi refrigeranti, ad esempio acqua glicolata.
- Procedura tecnico-gestionale per gli impianti con presenza di gas tossici.

#### Abbattimento polveri

Diversi comparti dell’industria alimentari, quali ad es. il molitorio e la produzione dello zucchero, comportano l’emissione di polveri, materiale particellare prodotto durante il processo produttivo. Durante le operazioni di stoccaggio, trasporto e lavorazione di materiali pulverulenti le polveri emesse vengono aspirate con idonei impianti di captazione delle polveri a secco ed inviate a sistemi di abbattimento che possono essere realizzati con differenti tecnologie.

#### Abbattimento polveri mediante cicloni e multicicloni

Il ciclone è il più antico e semplice mezzo per l’abbattimento delle polveri, ma ha una limitata capacità di purificazione. Si tratta di un apparato statico: la parte superiore dell’apparecchio è costituita da un corpo cilindrico al centro del quale è inserito un camino di scarico, quella inferiore è invece tronco-conica al fine di facilitare il convogliamento delle polveri separate che possono essere rimosse dal fondo dell’apparecchiatura.

#### Abbattimento polveri mediante filtri a maniche

Consiste in una serie di maniche filtranti, in tessuto permeabile all’aria, le cui estremità sono collegate con due camere metalliche. La superiore riceve l’aria proveniente dal ventilatore e la distribuisce alle maniche, da dove fuoriesce purificata nell’atmosfera. L’inferiore raccoglie le polveri che vi cadono per gravità. Il numero di maniche filtranti è direttamente collegato al volume d’aria da filtrare.

#### Controllo del rumore

Per l’industria alimentare in genere non si hanno punti critici per il rumore, con le dovute eccezioni per alcuni settori particolari, quali quello molitorio, o per particolari apparecchiature (quali i compressori). Nel caso di ubicazione all’interno di centri abitati c’è da considerare anche l’effetto negativo provocato dai mezzi che portano materie prime, ingredienti, semilavorati, imballaggi e che trasportano i prodotti finiti. Alcuni impianti possono essere interessati dall’emissione di rumori derivanti dagli impianti di raffreddamento e congelamento e dalle ventole di raffreddamento dei fluidi di refrigerazione e dai compressori dell’aria. Anche l’impianto di depurazione degli effluenti idrici spesso provoca rumori molesti che vengono avvertiti soprattutto nelle ore notturne.

Le problematiche relative al rumore possono essere affrontate con interventi di carattere tecnico quando ciò è possibile ed anche economicamente fattibile, in alternativa si deve optare per degli interventi di carattere organizzativo.

#### Trattamenti di depurazione delle acque

La presenza di un impianto di depurazione per il trattamento dei reflui liquidi prodotti nell’industria alimentare deve essere considerata la MTD di eccellenza per quella quota parte residua di inquinamento non eliminabile operando a monte, sul processo produttivo. Alcune possibili MTD sono:

- Ridurre il carico di solidi e di colloidali al trattamento per mezzo di diverse tecniche
- Prevenire la stagnazione di acqua
- Eliminare preventivamente i solidi sospesi attraverso l’uso di griglie
- Eliminare il grasso dall’acqua con appositi trattamenti meccanici,



- Adoperare un flottatore, possibilmente con l'aggiunta di flocculanti per l'ulteriore eliminazione dei solidi.

Sono pratiche che mirano a ridurre il carico di solidi e di grassi al depuratore e di conseguenza al corpo recettore. La loro pratica applicazione dipenderà dalle caratteristiche dei reflui prodotti dallo stabilimento ed inviati al trattamento.

#### Riduzione dei consumi energetici per mezzo dell'utilizzo di una sezione di equalizzazione delle acque di scarico e del corretto dimensionamento dell'impianto di trattamento stesso.

L'adozione di una fase di equalizzazione inserita a monte dell'impianto di trattamento consente di ridurre le variazioni del carico in ingresso sia in termini volumetrici che di carico inquinante. Ciò si traduce in un funzionamento maggiormente costante dell'impianto stesso evitando sprechi energetici legati alle fasi transitorie. Analogamente il corretto dimensionamento dell'impianto produce effetti benefici sulle fasi che comportano consumi energetici.

#### Materie prime

La qualità e le condizioni della materia grezza ed i sistemi di conferimento, scarico e invio alle linee possono condizionare fortemente la quantità di prodotto di scarto, che si traduce, a seconda dei casi, in una maggior quantità di rifiuti e/o in un maggior carico organico eliminato attraverso gli effluenti idrici.

#### Valutazione e controllo dei rischi presentati dai prodotti chimici utilizzati nell'industria alimentare

In alcuni settori dell'industria alimentare (quali ad esempio le conserve vegetali) si utilizzano coadiuvanti tecnologici di vario genere, sia per alcuni processi (pelatura a soda, controllo pH, coagulazione, ecc.), sia per il corretto funzionamento degli impianti (trattamento acque primarie, clorazione, ecc.). Si tratta di prodotti chimici che debbono essere valutati sulla base del Regolamento CE 793/93. Altri prodotti possono essere impiegati per il lavaggio, la pulizia, la disinfezione degli impianti, dei locali di lavorazione e delle strutture accessorie (prodotti caustici, acidi minerali, disinfettanti, ecc.).

Per tutti i prodotti chimici è necessaria una corretta gestione e la minimizzazione delle quantità utilizzate.

Vantaggi ambientali — Minor quantità di rifiuti pericolosi e di carico inquinante, anche non biodegradabile, destinato al trattamento di depurazione

#### Scelta di alternative valide nell'uso dei prodotti di disinfezione

La necessità di garantire standard accettabili di sanitizzazione di locali, impianti e superfici destinati a venire a contatto con le sostanze alimentari, pone alcuni vincoli non superabili. Sono disponibili, ma non alternativi, biocidi ossidanti (cloro, bromo e loro derivati, ozono, acqua ossigenata, acido peracetico), biocidi non ossidanti (sali di ammonio quaternario, formaldeide/glutaraldeide), radiazioni UV e vapore.

Il cloro e i suoi derivati (ipoclorito, biossido di cloro, cloro gas) sono i prodotti più utilizzati; favoriscono il loro impiego l'efficacia, il costo relativamente basso e l'azione che perdura anche dopo il trattamento. A loro svantaggio, il fatto che reagiscano con tutte le sostanze organiche presenti e quindi la minor efficacia (o la conseguente necessità di sovradosaggi), la formazione di sostanze maleodoranti (ciorammine) e l'immissione nell'ambiente di sostanze clorurate che possono dar origine a contaminazioni gravi delle falde idriche (formazione di cloro-derivati organici) e la forte aggressività.

La tendenza attuale è di limitare ai casi di assoluta indispensabilità i disinfettanti a base di cloro attivo, per evitarne l'immissione nell'ambiente acquatico. L'impiego di disinfettanti può essere proporzionalmente ridotto se vengono migliorate le fasi di lavaggio e pulizia.

Tutti gli altri prodotti citati, le radiazioni UV e il vapore hanno diversi gradi di efficacia e di persistenza; sono pertanto usati soprattutto in sistemi chiusi non ricontaminabili.

#### Impiego di un sistema di lavaggio denominato CIP (Cleaning In Place) con cicli totalmente automatizzati regolati da PLC.

Il sistema è normalmente costituito da 3 serbatoi (accumulo acqua potabile, soluzione alcalina e soluzione acida) e da un numero sufficiente di linee, ciascuna dedicata al lavaggio di aree (parti di

impianto) ben definite. La sequenza di lavaggio standard prevede: risciacquo iniziale, lavaggio alcalino, risciacquo intermedio, lavaggio acido e risciacquo finale.

#### Traffico e movimentazione materiali

- Applicazione di una procedura di gestione del traffico all'interno dello stabilimento con adozione di apposita cartellonistica, di adeguate indicazioni, limiti di velocità e, se il caso, di sistemi di rallentamento degli automezzi, quali dossi artificiali ecc.
- Procedura di prevenzione delle fuoriuscite o spargimenti di sostanze liquide, gassose o materiali pericolosi per l'ambiente.

Il documento deve fornire una guida in merito alle azioni da intraprendere in presenza degli eventi descritti.

#### Raccolta differenziata dei rifiuti

Applicazione di una procedura per la gestione dei rifiuti di imballaggi secondari e terziari, comprendente un sistema di raccolta differenziata, in alcuni casi anche di cernita, pressatura e preparazione di appositi "stock", suddivisi per tipologia dei rifiuti di imballaggio. Conferimento degli stessi ad aziende che effettuano il recupero.

#### Riduzione dei rifiuti da imballaggio anche per mezzo del loro riutilizzo o del loro riciclo

L'industria alimentare è il settore che in assoluto impiega notevoli quantità di materiale da imballaggio. L'uso ha in molti casi motivazioni di assoluta necessità e in altri ha soprattutto motivazioni logistico-commerciali. L'obiettivo della riduzione dei rifiuti da imballaggio può essere raggiunto innanzitutto con una corretta progettazione dell'imballaggio stesso, con una opportuna selezione dei flussi in uscita, e con il loro eventuale riutilizzo o riciclo. Esistono peraltro specifiche regolamentazioni all'uso di materiali destinati a venire a contatto con l'alimento (cessione globale e specifica) che in molti casi vietano il possibile ricorso al riutilizzo o anche al riciclo di materiale da imballaggio, mentre l'uso di questi materiali è sempre possibile per gli imballaggi secondari e terziari.

#### Accordi con i fornitori

Fatto salvo il rispetto della normativa vigente, stipula di accordi con i fornitori per l'inoltro agli stessi, dopo l'utilizzo, dei contenitori, solitamente in materiale plastico, di materie prime o prodotti ausiliari, in special modo detersivi e prodotti sanificanti.

#### Riduzione volumetrica dei rifiuti assimilabili agli urbani (RSAU) destinati allo smaltimento, e degli imballaggi avviati a riciclaggio

Lo scopo della tecnica descritta è la riduzione delle operazioni di trasporto dei rifiuti sia per quelli smaltiti in discarica, quali i rifiuti assimilabili agli urbani, (RSAU) ed i materiali di imballaggio ceduti ad apposite società per le attività di riciclo/recupero. L'operazione consiste nella pressatura dei materiali per mezzo di appositi dispositivi idraulici o ad aria compressa quali press-container ecc. Nel caso specifico, dopo il riempimento del container, è possibile effettuare la pressatura dei rifiuti mediante un pistone con conseguente riduzione del volume. Invece, per quanto riguarda i rifiuti recuperabili/riciclabili quali: carta e cartone, plastica ecc, a valle del processo di raccolta differenziata vengono costituiti dei pacchi per ciascuna tipologia di materiale suddiviso.

#### Compattazione dei fanghi

La compattazione dei fanghi viene effettuata mediante l'uso di ispessitori ad azione meccanica, che separano ed eliminano una parte dell'acqua dai fanghi degli impianti di depurazione.

Il fango prodotto da un impianto di depurazione si trova a circa il 2 -3 % di sostanza secca. I metodi utilizzabili possono essere:

- centrifughe: si ottiene un fango a circa il 12% di sostanza secca
- nastro pressa: si ottiene un fango a circa il 15% di sostanza secca
- presse a piastre: si arriva fino al 30% di sostanza secca.

La scelta del metodo da utilizzare dipende essenzialmente dagli utilizzi successivi del fango e dagli impianti di movimentazione esistenti.

### Gestione dei serbatoi fuori terra

Adozione di sistemi di contenimento, platee impermeabili, dispositivi di allarme per “troppo pieno”. Applicazione di una procedura di prevenzione delle fuoriuscite e di un piano di controllo che preveda l'esatta ubicazione di tutti i serbatoi, l'elencazione di sistemi di sicurezza adottati, l'ispezione periodica degli stessi e delle tubazioni di trasporto dei fluidi ed una squadra di emergenza che intervenga in caso di eventuali fuoriuscite.

### Gestione dei serbatoi interrati

Verifica dello stato dei serbatoi interrati mediante apposite prove di tenuta. Se necessario eventuali interventi di risanamento ed installazione di dispositivi per il rilevamento delle perdite. Piano di rimozione e bonifica dei serbatoi, sostituendoli, se il caso, con altri fuori terra.

### Gestione delle tubazioni

Utilizzo, quando possibile, di tubazioni fuori terra opportunamente contrassegnate e dotate delle colorazioni specifiche per il trasporto di fluidi pericolosi. In casi critici adozione di doppio tubo per il contenimento di eventuali perdite e/o ripari contro gli urti.

### Adozione di solai impermeabili

Realizzare, dove le condizioni operative e l'analisi dei rischi evidenzino la possibilità di versamenti di sostanze pericolose (es. zone di carico e scarico), solai in calcestruzzo armato resi impermeabili con l'aggiunta di additivi idrofughi, o per interposizione, tra la pavimentazione e il sottofondo, di apposite membrane bituminose e tappeti di usura calpestabili o carrabili a celle chiuse.

### Gestione delle sostanze pericolose

Regole interne di GEP (Good Environmental Practices) che comprendano anche il corretto stoccaggio e movimentazione delle sostanze pericolose.

Applicazione di una specifica procedura per la manipolazione delle sostanze pericolose, appositamente studiata per il personale addetto alle operazioni di pulizia e sanificazione.

### Trattamento arie esauste / deodorizzazione

Alcune fasi o tipologie di lavorazione del settore alimentare possono dare luogo ad emissioni in aria di sostanze volatili maleodoranti o fastidiose la cui diffusione negli ambienti di lavoro ed all'esterno deve essere evitata.

Rientrano in questa categoria tipicamente le emissioni da sorgenti diffuse associate a specifiche apparecchiature, aree o catene di lavorazione, o quelle da sorgenti puntiformi, come sfiati a pressione atmosferica e temperatura ambiente, prodotte durante alcune fasi operative.

Sono viceversa escluse le emissioni di processo e le correnti gassose di scarico da impianti termici, di norma ben individuabili ed oggetto di eventuale trattamento specifico a parte.

L'aria proveniente dall'ambiente o dalla linea di lavorazione dove si ha lo sviluppo di tali emissioni viene di norma captata mediante sistemi di aspirazione e convogliata ad impianti di abbattimento delle emissioni prima di essere rilasciata in atmosfera.

I sistemi di abbattimento delle emissioni odorose o delle arie esauste possono essere di vario tipo, a seconda dell'entità della corrente da trattare, della sua temperatura, della qualità e quantità dei composti inquinanti o maleodoranti presenti, della presenza o meno di polveri trascinata, umidità, ecc.

Nel caso di presenza di polveri nella corrente da trattare, sarà opportuna l'installazione di uno stadio preliminare di abbattimento delle polveri stesse, che potrà essere o del tipo a secco, con effetto specifico di rimozione delle sole polveri, o ad umido, che potrà avere anche effetto sulla rimozione dei composti gassosi maleodoranti. I sistemi di abbattimento specifici per le emissioni di arie esauste o maleodoranti sono:

- torri di abbattimento ad umido, con l'uso eventuale di reagenti chimici;
- biofiltri;
- filtri a carbone attivo.

## Riduzione delle emissioni in atmosfera

### Abbattimento ad umido delle polveri

Il contenimento delle emissioni di polveri nei fumi degli impianti di essiccamento delle polpe di barbabietola viene realizzato mediante impianti di abbattimento ad umido. Spesso tali impianti sono posti a valle di cicloni che provvedono alla separazione dal flusso gassoso della frazione di dimensioni maggiori del materiale particellare trascinato dai gas.

Dal punto di vista costruttivo gli impianti possono essere diversi, ma seguono il medesimo principio di funzionamento: il gas viene introdotto nella parte alta della torre, fluisce in equi-corrente con l'acqua spruzzata per mezzo di appositi ugelli e fuoriuscito dal fondo della torre, risale verso il camino di emissione attraversando un separatore di gocce a labirinto, continuamente irrorato con il fluido di lavaggio. La soluzione di lavaggio impiegata nella torre si raccoglie in un serbatoio conico sottostante e viene riciclata agli ugelli.

L'eliminazione dei solidi abbattuti viene ottenuta attraverso spurghi temporizzati della soluzione di lavaggio, che vengono inviati al sistema di depurazione delle acque reflue. Il livello del serbatoio è integrato in automatico con acqua. Impianti di abbattimento ad umido di questo tipo permettono di ridurre in modo efficace anche l'emissione di ossidi di azoto e ossidi di zolfo, che possono essere presenti in quantità variabile nei fumi dell'impianto di essiccamento delle polpe, in particolare quando l'impianto è alimentato con olio combustibile denso.

Data la natura acida dei composti che si formano in soluzione, può essere necessaria l'aggiunta di soda alla soluzione di lavaggio, al fine di mantenere il pH ai corretti valori di esercizio (7,0 – 8,5).

Lo stesso sistema viene generalmente utilizzato anche per l'abbattimento dell'ammoniaca presente nei fumi di saturazione, convogliando le emissioni gassose provenienti dall'impianto di saturazione all'abbattitore ad umido dei fumi degli essiccatoi delle polpe.

Vantaggi ambientali — Riduzione delle emissioni in atmosfera di materiale particellare, ossidi di azoto e di zolfo e di ammoniaca. La riduzione percentuale della concentrazione di polveri è normalmente dell'ordine dell'80%.

Effetti incrociati — L'acqua utilizzata per l'abbattimento proviene dal processo (es: acqua di condensa dal processo di concentrazione delle soluzioni zuccherine); l'impianto non produce pertanto un aumento del prelievo di acqua dall'esterno. Il materiale solido e le sostanze disciolte contenute nello spurgo vengono inviati al sistema di depurazione delle acque.

Dati operativi — Il sistema di abbattimento ad umido può essere messo in esercizio anche con temperature elevate dei fumi.

Applicabilità — Da un punto di vista tecnico, la soluzione è applicabile a tutti gli impianti.

Aspetti economici — Il costo dell'installazione più recente (1995) è stato di circa 600.000 €. I costi di gestione comprendono la manutenzione annuale e l'eventuale costo della soda da aggiungere alla soluzione di lavaggio. Il costo per i consumi di energia elettrica rappresenta circa il 70% dei costi totali; il consumo di energia elettrica è dovuto soprattutto all'alimentazione delle pompe per il riciclo, per l'integrazione e per lo spurgo della soluzione di lavaggio e per il lavaggio del separatore di gocce; l'aspirazione dei fumi all'interno del sistema di abbattimento non comporta un consumo aggiuntivo di energia in quanto si utilizzano a tale scopo i ventilatori degli essiccatoi.

### Abbattimento ad umido dell'ammoniaca

In alternativa al convogliamento delle emissioni gassose dell'impianto di saturazione al sistema di abbattimento ad umido dei fumi degli essiccatoi delle polpe, può essere adottato un sistema di abbattimento ad umido dedicato al trattamento dei fumi provenienti dall'impianto di saturazione.

Il principio di funzionamento dell'impianto è il seguente: il flusso gassoso uscente dai camini dei carbonatatori viene aspirato da un ventilatore e inviato ad una torre di lavaggio a letto flottante ad asse verticale.

La corrente del liquido di lavaggio viene introdotta dall'alto attraverso ugelli spruzzatori e scorre per gravità all'interno della torre, mentre gli aeriformi, introdotti dal fondo, salgono in contro-corrente rispetto al liquido. La torre comprende anche un separatore di gocce. Il flusso di lavaggio, raccolto nella sezione inferiore della torre viene riciclato agli ugelli da pompe centrifughe ad asse verticale.

E inoltre previsto uno scarico temporizzato dal fondo della torre per consentire l'allontanamento di eventuali residui solidi; la soluzione scaricata viene unita all'acqua reflua dello stabilimento.

La soluzione di abbattimento è tipicamente acqua di condensa proveniente dalla fase di concentrazione dei sughi all'interno del processo, portata a pH 4-5 con l'aggiunta di acido concentrato. L'utilizzo di acido fosforico assicura efficienza di abbattimento e minori problemi di corrosione rispetto all'acido cloridrico e solforico.

L'impianto prevede un sistema automatico di reintegro con acqua del livello della soluzione di abbattimento nella cassa alla base della torre, e un sistema di controllo del pH che attiva automaticamente l'aggiunta di acido.

Vantaggi ambientali — Contenimento della concentrazione di ammoniaca nelle emissioni gassose. Dati operativi - L'efficienza di abbattimento dell'ammoniaca di questo tipo di impianti è dell'ordine del 90%.

Effetti incrociati - L'acqua utilizzata per l'abbattimento proviene dal processo (es: acqua di condensa dal processo di concentrazione delle soluzioni zuccherine); l'impianto non produce pertanto un aumento del prelievo di acqua dall'esterno.

Nei casi in cui le acque reflue del processo risultino povere di fosforo rispetto al rapporto ottimale BOD/N/P per la depurazione, lo spurgo del sistema di abbattimento costituisce una utile integrazione della eventuale carenza di fosforo.

Applicabilità - Dal punto di vista tecnico la soluzione è applicabile a tutti gli impianti.

Aspetti economici - Il costo di una nuova installazione può essere valutato approssimativamente in 180.000 €. Il costo annuo dell'acido fosforico aggiunto alla soluzione di abbattimento può variare anche sensibilmente in funzione del valore impostato di pH, ed è approssimativamente compreso fra 30.000 € e 60.000 €/anno. Altri costi sono dovuti al consumo elettrico del ventilatore e delle pompe di riciclo della soluzione di abbattimento, e alla manutenzione annuale.

#### Sistemi di abbattimento ad umido per recupero di polveri di zucchero

Durante la fase di condizionamento dello zucchero il prodotto viene essiccato e poi raffreddato con aria. L'aria in uscita dagli impianti di essiccamento e raffreddamento viene opportunamente trattata con impianti di captazione polveri a umido (che utilizzano acqua di condensa raffreddata oppure sugo leggero) al fine di recuperare nel processo produttivo le polveri di zucchero ivi contenute.

Vantaggi ambientali — Il vantaggio ambientale è dato dal contenimento della emissione di particelle solide nelle emissioni gassose.

Effetti incrociati — Nessuno.

Dati operativi — L'efficienza di questo tipo di filtro è dell'ordine del 90%.

Applicabilità — La soluzione è applicabile a tutti gli impianti.

### **Riduzione dei consumi energetici**

#### Evaporazione a multiplo effetto

La concentrazione del sugo leggero in zuccherificio viene effettuata in evaporatori posti in serie secondo lo schema della batteria di evaporazione a multiplo effetto.

Il vapore viene alimentato al primo effetto della batteria, producendo l'evaporazione di parte dell'acqua contenuta nel sugo; il vapore che si genera viene utilizzato come fluido riscaldante nel secondo effetto della batteria, e così di seguito.

Le batterie di evaporazione degli zuccherifici sono composte normalmente da 5 o 6 effetti, l'ultimo dei quali è collegato con un condensatore barometrico nel quale viene condensato il vapore uscente, producendo il vuoto. In condizioni normali ogni effetto è caratterizzato da uno specifico valore di pressione e temperatura, con i valori più bassi nell'ultimo ( 90°C) ed i più elevati nel primo (130°C).

Parte del vapore prodotto in ciascun effetto viene prelevato e utilizzato per le necessità di riscaldamento del processo e come fluido riscaldante in altri apparecchi evaporatori nei quali si realizza la cristallizzazione dello zucchero.

In questo schema la batteria di evaporazione rappresenta in pratica un distributore di vapore, che riceve vapore dalla centrale termoelettrica e ridistribuisce il vapore (proveniente dalla evaporazione dell'acqua dal sugo) verso le utenze descritte sopra. Il consumo netto di vapore per la

concentrazione del sugo corrisponde pertanto solo alla quantità di vapore che esce dall'ultimo effetto e viene condensato nel condensatore barometrico.

Vantaggi ambientali — L'utilizzo di una batteria di evaporazione a multiplo effetto con prelievi consente una notevole riduzione della quantità di vapore da produrre in caldaia, con una conseguente riduzione del consumo di combustibile e delle emissioni in atmosfera.

Effetti incrociati — L'acqua di condensa prodotta viene ampiamente riutilizzata all'interno del processo per operazioni di riscaldamento, e in sostituzione dei prelievi di acqua pulita dall'esterno per la fase di estrazione del saccarosio dalle barbabietole, per le pulizie e per altri servizi. L'eccesso di acqua di condensa, raffreddato, viene inviato agli impianti di depurazione delle acque.

Applicabilità — La soluzione è applicabile a tutti gli impianti.

Dati operativi — Una batteria di evaporazione tipica a 5 effetti, con prelievi, durante il funzionamento normale può consentire di evaporare circa 3,0 t di acqua per tonnellata di vapore alimentato al primo effetto.

#### Ricomprensione meccanica del vapore

La ricomprensione meccanica del vapore rappresenta una metodologia efficiente per concentrare una soluzione, e può essere utilizzata per integrare il sistema tradizionale di concentrazione del sugo basato sull'evaporazione a multiplo effetto.

Si utilizza un gruppo formato da un turbocompressore e un corpo di evaporazione; il turbocompressore è azionato con vapore di caldaia ( 35 bar), e serve a riquilificare, mediante compressione, il vapore generato nel corpo di evaporazione; tale vapore, ricompreso e poi attemperato, è adatto a fare da fluido riscaldante nello stesso corpo.

Questo significa in pratica aggiungere un pre-concentratore alla batteria a multiplo effetto, che verrà alimentata dunque con un sugo leggermente meno diluito rispetto al funzionamento classico (da un'alimentazione a 12 ÷ 13 Bx si passerà ad un'alimentazione a 18 ÷ 19 Bx).

#### Ricomprensione termica del vapore

In questo impianto si realizza la ricomprensione di una parte del vapore prodotto dalla evaporazione del sugo, normalmente nel primo effetto della batteria, aspirandolo in un eiettore assieme ad una adatta quantità di vapore motore ad alta pressione prodotto dalla centrale termica. Nella zona divergente dell'eiettore si realizza la miscelazione dei due vapori e si ottiene in uscita il vapore compresso.

In particolare il vapore estratto dal primo effetto di evaporazione viene riportato in questo modo alle condizioni di pressione e temperatura del vapore riscaldante del primo effetto e impiegato di nuovo, realizzando una evaporazione supplementare di acqua al primo effetto e un corrispondente risparmio di combustibile alla centrale termica.

Vantaggi ambientali - L'installazione di un sistema di compressione del vapore consente di ridurre la quantità di vapore da produrre in caldaia, con una conseguente riduzione del consumo di combustibile e delle emissioni in atmosfera.

Effetti incrociati — Entrambi i sistemi di compressione del vapore possono costituire una sorgente di rumore.

Dati operativi — Un sistema di ricomprensione del vapore normalmente riesce a riquilificare circa 5 t di vapore di primo effetto utilizzando 1 t di vapore di caldaia; il vapore di azionamento è a 35 bar di pressione e 400°C di temperatura. Il vapore di primo effetto passa da P" 3 bar e T" 135°C a P" 3,7 bar e T" 145°C. Il turbocompressore è una macchina rotante, e in quanto tale è soggetta a usura e necessita di adeguati controlli e manutenzione.

Applicabilità — La soluzione è tecnicamente applicabile ed economicamente vantaggiosa solo per gli impianti nei quali la richiesta complessiva di vapore per i riscaldamenti e per la cristallizzazione risulta inferiore alla quantità di vapore che è necessario impiegare nella fase di concentrazione del sugo leggero, cioè nei casi in cui la concentrazione può essere completata solo inviando una certa quantità di vapore ai condensatori barometrici, dove il flusso di calore corrispondente viene disperso.

Una ulteriore limitazione è dovuta al fatto che per evitare di avere un salto di pressione troppo alto tra camera vapore e camera sugo del 1° effetto (che pregiudica, peraltro, anche il rendimento di compressione) è normalmente necessario ampliare la corrispondente superficie di scambio termico con l'installazione di un nuovo corpo di evaporazione. L'inserimento di un impianto di



ricompressione del vapore in uno stabilimento esistente è pertanto vincolato anche allo spazio e ai problemi impiantistici legati all'installazione.

Generalmente all'interno di uno stabilimento gli spazi utilizzabili sono minimi, mentre l'installazione di un impianto del genere necessita di tutto lo spazio, in pianta e in elevazione, per l'inserimento di un ulteriore corpo di evaporazione e del relativo pallone di condensa, oltre che del sistema di compressione (ugelli o turbocompressore); inoltre sono da realizzare i collegamenti del vapore motore e i collegamenti elettrostrumentali; a tutto questo si deve poi aggiungere un desurriscaldatore, che è necessario per poter utilizzare un vapore in condizioni di equilibrio termodinamico.

Aspetti economici — Il costo dell'installazione di un simile impianto è notevole, (circa 800.000 Euro per un impianto di termocompressione di medie dimensioni) ed è inoltre da valutare il rischio di dover comperare dell'energia elettrica che, in caso di forte diminuzione del fabbisogno di vapore, lo stabilimento non sarebbe più in grado di autoprodurre.

### Evaporatore a flusso discendente

Un'evaporazione a multiplo effetto implica la suddivisione del salto entalpico totale in tanti intervalli quanti sono gli effetti; risulta dunque necessario poter sfruttare al meglio un salto entalpico piccolo utilizzando evaporatori il più possibile efficienti. L'evaporatore a flusso discendente corrisponde appunto a queste caratteristiche.

Il principio di Funzionamento si basa sullo scambio termico che si ottiene facendo discendere un film di soluzione all'interno di tubi investiti esternamente dal fluido riscaldante (vapore).

In tal modo il vapore che si libera si muove in equicorrente con il liquido da cui evapora; lo scambio termico è ottimizzato grazie all'eliminazione del  $\Delta T$  idrostatico e grazie ai maggior coefficiente di scambio termico che si ottiene attraverso il sottilissimo spessore del film. Il vapore deve poi essere inviato ad un separatore, mentre il sugo concentrato, che si raccoglie nella parte inferiore, viene inviato all'effetto successivo.

Vantaggi ambientali — L'utilizzo di evaporatori a flusso discendente consente di sfruttare al massimo il contenuto energetico del vapore, permettendo una diminuzione della necessità di vapore con conseguente riduzione del consumo di acqua, di combustibile e di emissioni in atmosfera.

Effetti incrociati — Nessuno

Dati operativi — Nessuno in particolare.

Applicabilità — La soluzione è tecnicamente applicabile per tutti gli impianti.

Aspetti economici — Il costo di installazione è notevole, tanto da considerarsi vantaggiosa solo per nuovi impianti.

### Utilizzo di cristallizzatori continui

Il processo di cristallizzazione dello zucchero da soluzioni sovrassature di saccarosio può essere condotto in apparati di cristallizzazione discontinui o continui.

In entrambi i casi il principio è quello della evaporazione sottovuoto dell'acqua della soluzione fino al raggiungimento del prodotto di solubilità del saccarosio, che precipita in forma cristallina.

Da un punto di vista impiantistico, tuttavia, le due soluzioni presentano differenze sostanziali:

- nei cristallizzatori discontinui il processo viene interrotto ogni volta che la "bolla di cottura" risulta piena di una miscela di cristalli e acqua madre (massacotta) della consistenza desiderata, in modo da permettere lo scarico della stessa verso le successive fasi di maturazione e centrifugazione;
- i cristallizzatori continui, invece, vengono alimentati senza sosta con un magma contenente cristalli preformati di piccole dimensioni e con la soluzione concentrata di saccarosio e in continuo si estrae dall'altra estremità dell'impianto la massacotta che viene inviata agli stadi successivi.

Le diverse fasi della cristallizzazione per evaporazione, che nel processo discontinuo avvengono una dopo l'altra in un unico apparato, negli impianti continui sono in parte separate nello spazio, mentre la miscela di cristalli e acqua madre si sposta da una estremità all'altra dell'impianto.

Vantaggi ambientali — Gli impianti continui sono caratterizzati da un maggiore coefficiente di scambio in virtù della più efficiente movimentazione della massacotta all'interno del cristallizzatore



e del minore battente idrostatico sul fascio tubiero. Ciò può permettere di condurre la cristallizzazione con vapore di riscaldamento a temperatura più bassa, eventualmente prelevato da effetti a valle nella batteria di evaporazione, con conseguente risparmio nella produzione di vapore e quindi nel consumo di combustibile.

**Effetti incrociati** — L'eliminazione dei tempi morti dovuti allo scarico della massacotta e al lavaggio con vapore delle bolle di cottura discontinue dopo ogni ciclo permette di ottenere con gli impianti continui una maggiore efficienza, in termini di capacità produttiva. Bisogna comunque tenere conto della necessità di fermate e lavaggi periodici delle bolle continue, la cui frequenza aumenta all'aumentare della purezza degli sciroppi trattati, e quindi alla crescente tendenza alla incrostazione delle superfici di scambio.

**Applicabilità** — L'applicazione è di fatto limitata agli stadi di cristallizzazione che utilizzano soluzioni di saccarosio a purezza relativamente bassa. In situazioni impiantistiche particolari l'introduzione di una bolla continua può essere sostituita dal collegamento in cascata di una serie di cristallizzatori discontinui in un impianto esistente.

**Aspetti economici** — La semplice sostituzione di un gruppo di cristallizzatori discontinui con uno continuo non comporta di per sé un risparmio energetico che giustifichi l'investimento necessario; tale obiettivo può essere raggiunto solo modificando l'intero assetto di produzione e distribuzione del vapore, che comprende anche il ricorso a cristallizzatori continui. Pertanto la soluzione va considerata solo per nuove installazioni.

### Cristallizzatore MET

Il cristallizzatore continuo verticale MET (Multistage Ebullism Tank) costituisce un completamento della cristallizzazione con in più l'introduzione di un notevole recupero entalpico. Viene installato a valle della cristallizzazione classica (in quanto in esso non avviene nucleazione, e va quindi alimentato con un sugo già contenente cristalli), ed è costituito da un cilindro verticale formato da più cristallizzatori (o "camere") sovrapposti, dotati di agitazione meccanica, in cui la massacotta passa da una camera alla successiva per gravità; l'introduzione del MET, che consente una cristallizzazione ulteriore (cristallizzazione per raffreddamento) e il successivo raffreddamento con relativo ingrossamento dei cristalli di saccarosio (maturazione), consente di fermare la cristallizzazione classica ad un punto di sostanza secca più basso. Il funzionamento di tale apparecchiatura avviene sottovuoto.

**Vantaggi ambientali:** L'utilizzo del MET consente un minor impatto energetico:

- il prodotto in uscita può essere trattato utilizzando un fluido riscaldante meno pregiato (la massacotta esce dal MET a temperatura più bassa rispetto alla cristallizzazione classica);
- maggiore sfruttamento dell'entalpia disponibile (operando sotto vuoto la massacotta in uscita ha un contenuto entalpico particolarmente basso).

**Aspetti economici:** Il costo dell'investimento è notevole (1.000.000 di €), va dunque valutata situazione per situazione la convenienza di una tale installazione.

**Applicabilità:** la soluzione è applicabile ovunque.

**Effetti incrociati:** Effetti positivi dovuti al ridotto consumo di energia.

### Adozione di tubi scanalati negli apparecchi di evaporazione

Lo scambio termico tra fluido riscaldante e fluido di processo è garantito, negli evaporatori, da appositi fasci tubieri. Al fine di aumentare la superficie di scambio si può prevedere, per gli impianti di nuova installazione, l'utilizzo di tubi scanalati.

**Vantaggi ambientali:** L'aumento della superficie di scambio consente una riduzione del consumo di energia termica (in virtù dell'aumento di rendimento), con conseguente riduzione delle emissioni in atmosfera e di consumo di combustibile.

**Aspetti economici:** L'acquisto di tubi scanalati, che costano singolarmente di più dei tubi classici, comporta di contro la diminuzione dei volumi in gioco in virtù dell'aumentato rapporto superficie di scambio/volume.

Si prevede che si possa avere un ritorno dell'investimento nel giro di pochi anni.

**Applicabilità:** la soluzione è applicabile per impianti di nuova installazione e nel caso di sostituzione di vecchi fasci tubieri.

## Riduzione dei consumi idrici

La barbabietola da zucchero è costituita da ca. 75% di acqua che viene rilasciata durante il processo di estrazione dello zucchero. Una ulteriore quantità di acqua deve poi essere prelevata dall'esterno per usi tecnologici. Una parte dell'acqua viene eliminata per evaporazione, una parte rimane nei prodotti e sottoprodotti e la parte restante costituisce lo scarico idrico del processo che deve essere trattato prima dello scarico finale.

### Riciclo dell'acqua per il trasporto bietole

Il volume più importante di acqua utilizzata nel processo è quella del trasporto delle bietole. Questa acqua viene riciclata dopo essere stata il più possibile liberata dalla terra e dai vegetali che accompagnano le bietole; il reintegro del ciclo con acqua prelevata all'esterno è estremamente contenuto.

Al fine di contenere il prelievo di acqua, ed in considerazione della disponibilità locale delle fonti di approvvigionamento, parte dell'acqua depurata prodotta nella precedente campagna può essere trattenuta nei bacini di stoccaggio per essere poi riutilizzata come acqua di trasporto bietole per la campagna successiva.

Vantaggi ambientali: Poiché la quantità necessaria al trasporto delle bietole è variabile fra 4 a 8 m<sup>3</sup> per tonnellata di barbabietole, il riutilizzo di questa acqua per uno zuccherificio che processa in media 700.000 tonnellate a campagna è un fattore essenziale.

Aspetti economici: Riduzione dei costi di prelievo dell'acqua pulita.

Applicabilità: la soluzione è applicabile ovunque.

Effetti incrociati: Il riciclo di acqua produce una concentrazione del carico organico trasferito all'acqua dalla materia prima trasportata. Necessità di contenere possibili infezioni ed emissioni di odori.

### Riciclo dell'acqua di spremitura delle polpe

Le polpe esauste di barbabietola, in uscita dall'impianto di estrazione (diffusione) del saccarosio, vengono sottoposte ad un processo di pressatura (o spremitura) per innalzarne la sostanza secca da un valore circa pari al 7-8% fino a valori di 25-28%.

L'acqua proveniente dall'impianto di spremitura delle polpe non viene scaricata all'esterno del processo, ma viene riciclata in continuo all'impianto di diffusione e serve di nuovo per l'estrazione del saccarosio dalle barbabietole.

Vantaggi ambientali: Il riciclo dell'acqua di spremitura rappresenta circa il 60% dell'acqua totale utilizzata nel processo di estrazione, e sostituisce una uguale quantità di acqua che dovrebbe altrimenti essere prelevata dall'esterno. Per uno zuccherificio tipo che lavora 10.000 t. di barbabietole al giorno, il risparmio nell'approvvigionamento idrico dall'esterno può essere stimato in circa 6.000 m<sup>3</sup> di acqua al giorno.

Aspetti economici: Riduzione dei costi di prelievo dell'acqua pulita.

Applicabilità: la soluzione è applicabile ovunque.

Effetti incrociati: Un effetto positivo è rappresentato dal recupero nel processo dello zucchero residuo contenuto nell'acqua di spremitura.

### Tecniche agronomiche

Fra i produttori di barbabietole e le società saccarifere esiste una fattiva collaborazione allo scopo di sviluppare le migliori tecniche di coltivazione, soprattutto per quanto riguarda l'utilizzo dei fertilizzanti. Una applicazione attenta dei fertilizzanti (in termini di quantità di nutrienti totali applicati, con particolare riferimento all'azoto, frequenza delle applicazioni e relative modalità) porta a massimizzare la resa in zucchero per entrambi i soggetti interessati, vale a dire coltivatori e produttori di zucchero.

Il corretto dosaggio dei fertilizzanti azotati permette di evitare l'introduzione nel processo, con la materia prima, di eccessive quantità di azoto.

Vantaggi ambientali: Dal punto di vista ambientale, la riduzione più consistente dell'impatto si registra sulle acque, per il minore rilascio di azoto dalle barbabietole all'acqua di trasporto e nelle successive fasi del processo (acqua di condensa).

Effetti incrociati; Un altro impatto importante è la riduzione dell'emissione in aria di ammoniaca, con particolare riferimento alle emissioni dell'impianto di saturazione.

#### Riduzione tempo di stoccaggio della materia prima

Il tempo di stoccaggio della materia prima risulta un fattore cruciale, soprattutto nei climi caldi. Lunghi periodi di sosta delle barbabietole sui campi dopo l'estirpo e nei sili di stoccaggio in zuccherificio, possono causare il deterioramento della materia prima a causa delle elevate temperature esterne, con conseguente perdita di saccarosio. I tempi dell'estirpo sono pertanto pianificati con cura dal servizio agricolo, in modo tale che non trascorrono, in condizioni normali, più di 24 ore tra la raccolta e la lavorazione della materia prima.

Vantaggi ambientali: Un minore deterioramento della materia prima comporta una riduzione del rilascio di sostanze organiche nell'acqua di trasporto.

#### Riduzione della produzione dei rifiuti

I principali residui solidi prodotti nell'attività di uno zuccherificio sono costituiti da materiali provenienti dalla pulizia delle barbabietole, vale a dire terra da coltivo e frammenti vegetali (erba e frammenti di barbabietola), e da materiali provenienti dalla fase di depurazione del sugo zuccherino estratto dalle barbabietole, vale a dire le calci di defecazione o calci di carbonatazione. Le terre e le calci di carbonatazione sono riutilizzate principalmente per ripristini ambientali; le calci di carbonatazione possono essere anche impiegate come fertilizzanti in agricoltura, mentre i vegetali recuperati dalle operazioni di lavaggio e pulizia delle barbabietole sono destinati alla produzione di mangimi.

#### Macchine sterratrici

La quantità di terra separata dalle barbabietole in zuccherificio può essere notevolmente ridotta adottando macchine per la raccolta delle barbabietole dotate di sistemi efficienti di separazione della terra già sul campo.

Le macchine si suddividono in tre tipologie principali: carri autocaricanti, estirpatrici semoventi su 6 file e caricatori pulitori.

Complessivamente, la percentuale di terra riferita alle bietole trasportate in stabilimento per effetto dell'introduzione delle macchine sterratrici diminuisce circa della metà. Vantaggi ambientali - Riduzione della quantità di terra di pulizia delle barbabietole introdotta in zuccherificio.

Effetti incrociati - L'introduzione con le barbabietole di una minore quantità di terra comporta i seguenti vantaggi:

- riduzione del carico organico dell'acqua di trasporto e lavaggio delle barbabietole;
- minore necessità di reintegro di acqua pulita;
- minore necessità di calce o altri agenti alcalinizzanti per il trattamento dell'acqua;
- a parità di materia prima introdotta in stabilimento, riduzione del numero di viaggi necessari per il trasporto delle barbabietole e per il ricollocamento della terra di pulizia;
- riduzione dell'impatto dovuto alla restituzione della terra su un sito diverso da quello di provenienza.

Aspetti economici - Dal punto di vista economico l'acquisto delle macchine rappresenta un notevole investimento.

### **ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO**

In fase di valutazione dell'applicabilità di una tecnica ad una data situazione esistente, occorre tenere in considerazione alcuni elementi essenziali:

- La dimensione dell'impianto

L'economia di scala non permette agli impianti più piccoli di ottenere, a parità di costo, le stesse prestazioni ambientali. Questo può rendere alcune tecniche inaccessibili.

- L'età dell'impianto

Tra i problemi che possono insorgere nell'applicazione delle MTD su impianti esistenti devono essere menzionati, poiché direttamente connessi con l'età dell'impianto, la disponibilità di spazio e

la compatibilità tecnica con le caratteristiche progettuali e costruttive delle strutture preesistenti. In via generale è opportuno ricordare che le modifiche impiantistiche sugli impianti esistenti sono più costose e richiedono spesso di interrompere o rallentare la produzione.

L'applicazione di alcune MTD, di conseguenza, potrebbe risultare appropriata solo in occasione di rilevanti modifiche o nuove installazioni; gli impianti esistenti possono inoltre avere scarse disponibilità di spazi, che impediscono la piena adozione di alcune tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito.

- Le materie grezze impiegate

La scelta delle materie grezze influenza le prestazioni ambientali del processo produttivo in ogni aspetto, dalla produzione di rifiuti, al consumo energetico, alle emissioni in aria e acqua. Le scelte delle materie prime da parte degli operatori sono spesso legate a fattori esterni, quali la disponibilità, a livello locale, di materie prime, l'andamento dei prezzi e la qualità del prodotto finito desiderata. Il mercato delle materie prime, in particolare, impone ai produttori frequenti modifiche delle materie impiegate.

- Il contesto locale

La necessità di considerare le caratteristiche dell'ambiente circostante può determinare scelte differenti nelle MTD a livello di singolo stabilimento.

La pianificazione degli interventi da realizzare dovrà tenere conto dell'impatto sulle diverse matrici ambientali.

Ad esempio, l'utilizzo di circuiti di raffreddamento in ciclo chiuso o parzialmente chiuso comporta la necessità di installare torri di raffreddamento con i possibili effetti incrociati (impatto paesaggistico, consumi energetici, consumi di prodotti chimici per l'aggiunta dell'acqua di raffreddamento). L'entità delle portate in gioco per i circuiti di raffreddamento varia inoltre in funzione delle condizioni climatiche; ad esempio nei climi caldi i volumi di acqua di raffreddamento sono necessariamente superiori rispetto a quanto accade nei climi freddi. Infatti la maggiore temperatura ed umidità dell'aria da un lato richiedono dimensionamenti superiori in termini di portate d'acqua e di torri di raffreddamento, mentre dall'altro rendono difficilmente realizzabile il raffreddamento per mezzo di scambiatori ad aria.

Ciò ha naturalmente impatto anche sui consumi energetici.

Tali condizioni sono profondamente diverse da quelle che si riscontrano negli impianti produttivi collocati in climi freddi, dove è possibile effettuare raffreddamenti ad aria, con un ulteriore risparmio di risorse idriche.

E' necessario trovare il corretto punto di equilibrio, in funzione del contesto ambientale in cui opera l'impianto.

- La chiusura dei cicli idrici

La chiusura dei cicli ha come scopo prioritario la riduzione, per quanto tecnicamente possibile, dell'utilizzo della risorsa acqua, salvaguardando dal punto di vista quantitativo il corpo idrico dal quale l'acqua viene prelevata. Tale obiettivo non può comunque prescindere dal rispetto degli obiettivi di qualità del corpo idrico recettore.

Quindi la valutazione del grado ottimale di chiusura del ciclo dovrà tenere conto, tra l'altro, delle due diverse esigenze ambientali: da un lato la riduzione delle portate di acqua prelevate e dall'altro i limiti di concentrazione da rispettare sui reflui scaricati.

Allo stesso modo, una chiusura spinta dei cicli deve essere valutata alla luce del potenziale impatto puntuale sul corpo recettore.

A parità di carico inquinante riversato, infatti, la chiusura spinta dei cicli comporta uno scarico localmente più concentrato mentre una minore chiusura dei cicli comporta un maggior prelievo di risorsa ed uno scarico localmente meno concentrato.

Nel caso di emungimento da falda, il contenimento del prelievo assume particolare importanza, vista la superiore qualità della risorsa utilizzata. Diversamente, nel caso di prelievo da corpo superficiale, il vantaggio di contenere il prelievo potrebbe essere meno rilevante, contrapposto al vantaggio di avere uno scarico localizzato meno concentrato.

Nella valutazione del corretto grado di chiusura dei cicli si dovrà inoltre considerare anche il contesto locale in cui opera l'impianto.

- La legislazione nazionale e regionale

L'applicabilità delle MTD è naturalmente vincolata a quanto disposto dalla legislazione nazionale e regionale. Questo vale non solo per quanto riguarda la legislazione di carattere ambientale, ma più in generale per l'intero ordinamento nazionale. E' il caso, ad esempio della normativa in materia di tutela della salute del consumatore, che riveste carattere di priorità e non può essere subordinata ad altre considerazioni.

### **Prestazioni conseguibili con l'adozione delle MTD**

I livelli di prestazione ambientale vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere, tramite l'adozione di una specifica tecnica, in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'impianto, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione.

#### Criteri di monitoraggio

I programmi di monitoraggio dovranno controllare che le MTD eventualmente adottate siano gestite nella maniera più corretta, in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo.

Il monitoraggio in fase di regime serve a valutare l'efficacia delle MTD applicate e la conformità degli scarichi alle prescrizioni autorizzative e sarà effettuato in base al programma concordato fra azienda ed autorità competente. Esso potrà essere ridotto ai soli parametri ritenuti rilevanti.

È importante osservare che la scelta del piano di monitoraggio è responsabilità del gestore che dovrà presentare una proposta in sede di istanza autorizzativa.

Sarà poi compito dell'autorità la valutazione della proposta e, dopo le eventuali interlocuzioni con il gestore, l'approvazione del piano che dovrà essere allegato all'autorizzazione (essendone parte integrante) e rappresenterà un obbligo per le parti.

## LA NORMATIVA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

### Tutela del lavoratore

Oltre ad investire la sfera dei diritti fondamentali dell'uomo e quindi assumere una valenza morale prioritaria, la tutela del lavoratore è necessaria in termini economici anche per l'organizzazione sociale e per l'unità produttiva: il lavoratore che si ammala o che subisce infortunio, provoca un costo spesso elevato a tutto l'apparato sociale ed anche all'azienda di cui è dipendente.

Le leggi emanate nel corso degli anni, alle quali si fa ancora riferimento, sono:

- D.P.R. n. 547 del 27/4/1955 "Norme generali e speciali in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- D.P.R. n. 303 19/3/1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro"
- D.Lgs n. 277/91 del 15/8/1991 "Protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici, biologici durante il lavoro"
- D.Lgs n. 626/94 del 19/9/1994 "Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- D.Lgs n. 242/96 del 19/3/1996 "Modifiche ed integrazioni al D.Lgs n. 626/94"
- D.Lgs n. 494/96 del 14/8/1996 "prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili"
- Legge 3 agosto 2007 n. 123 "Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia"
- D.Lgs n. 81 del 9/4/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

### Tutela dell'ambiente dall'attività industriale

E' noto che qualsiasi attività umana comporta l'utilizzo e la trasformazione di risorse prelevate dall'ambiente ed è al momento inevitabile, specialmente per le attività esplicate su scala industriale, che in qualche misura l'ambiente ne risenta. L'ambiente è patrimonio dell'umanità intera e tutti abbiamo il dovere morale, ancora prima degli obblighi di legge, di fare il possibile per minimizzare questo impatto, al fine di consentire alla natura di rigenerarsi.

Le principali leggi emanate nel corso degli anni in materia di salvaguardia ambientale sono:

#### Emissioni in atmosfera

- D.P.R. n. 203/88 del 24/5/1988 " Norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali"
- DPCM 21/7/89
- DM 12/7/90 "Linee guida per il contenimento e i limiti delle emissioni"
- D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 (Codice dell'ambiente)
- Direttiva europea 2003/87/CE relativa alle emissioni di gas serra
- Direttiva n. 96/61/CE e D.Lgs n. 59/2005 Autorizzazione integrata Ambientale

#### Salvaguardia del suolo

- D.P.R. n. 915 del 10/9/1982 "Attuazione delle Direttive CEE relative ai rifiuti, allo smaltimento dei policlorodifenili e poloclorotrifenili ed ai rifiuti tossici e nocivi"
- Legge 18 maggio 1989 n. 183 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
- D.Lgs n. 22/97 del 5/2/1997 (decreto Ronchi)
- D.Lgs n. 389/97 del 8/11/1997 (decreto Ronchi bis)
- D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 (Codice dell'ambiente)
- D.Lgs n. 4 del 16/01/2008 "disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs n. 152 del 03/04/2006"

#### Salvaguardia delle acque

- Legge n. 319 del 10/05/1976 (Legge Merli) "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento"

- Legge n. 650 del 24/12/1979 “Integrazioni e modifiche delle leggi vigenti in materia di tutela delle acque dall'inquinamento”
- D.Lgs n. 152 dell'11/05/1999 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento”
- D.Lgs n. 152 del 03/04/2006 (Codice dell'ambiente)

#### Nuovo regime autorizzativo

La Direttiva 96/61/CE (IPPC) è stata recepita dal governo italiano con Decreto Legislativo n. 372 del 4 agosto 1999 e successivi decreti attuativi, limitatamente agli impianti già esistenti. La Direttiva stabilisce i principi che devono regolare il funzionamento delle installazioni industriali nuove e già esistenti, nell'ottica di assicurare un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

I settori produttivi interessati, per poter operare, devono ottenere l'Autorizzazione Integrata Ambientale, un'unica autorizzazione che comprende tutte le forme di scarico (aria, acqua, suolo) e in più lo smaltimento dei rifiuti prodotti.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) L'estrazione dello zucchero dalla barbabietola in Italia – F Patria – Tipografia Sivieri – Ferrara 2002.
- 2) Tecniche di coltivazione della barbabietola da zucchero in Molise – F. Tesi, P. Sorella – ERSAMolise notizie – Tipografia Cicchetti – Isernia n°5 2000.
- 3) Guida alla coltivazione della barbabietola da zucchero – Beta S.c.a.r.l. – MDM S.p.A. – Forlì 2006.
- 4) Speciale barbabietola – A. Frison, S. Tugnoli, V. Tugnoli, G. Campagna, E. Biancardi - L'informatore agrario n° 46 2005.
- 5) "Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi". A cura del Gruppo di Lavoro Nazionale APAT – ARPA per l'Analisi ambientale per comparto produttivo. Manuale APAT n. 36/2006. Impaginazione e stampa: I.G.E.R. srl . Testo disponibile su sito web internet: [http://www.apat.gov.it/Media/cicli\\_produttivi/Avvio.htm](http://www.apat.gov.it/Media/cicli_produttivi/Avvio.htm)  
<[http://www.apat.gov.it/site/\\_contentfiles/00142200/142216\\_Metodologie\\_cicli.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00142200/142216_Metodologie_cicli.pdf)>
- 6) Bieticoltura integrata - Il Divulgatore – Periodico di informazione Agricola Zootecnica Forestale Regione Emilia Romagna – n° 9 1993.
- 7) Barbabietola da zucchero – G. Amaducci – Edizioni REDA 1984.
- 8) Elementi per l'emanazione delle linee guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili IPPC (Prevenzione e Riduzione integrate dell'inquinamento) – Decreto Legislativo 372/99 art. 3 comma 2.
- 9) La Cogenerazione in una industria saccarifera: Analisi dei flussi energetici e termici – V. Luciani Tesi di Laurea – Università degli Studi del Molise 2005.
- 10) Programma nazionale di ristrutturazione del settore bieticolo – saccarifero – Commissione Europea, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali – marzo 2008.
- 11) Analisi della filiera agroalimentare: Problematiche ambientali, tecnologie di miglioramento ed opportunità – M. Secci - APAT

## GLOSSARIO

<b>Acidità totale</b>	Valore relativo, che esprime la percentuale di anioni
<b>Acqua barometrica</b>	È l'acqua della colonna barometrica del condensatore a miscela.
<b>Acqua di spremitura</b>	È la soluzione che scola dalle presse delle polpe esaurite.
<b>Acqua di trasporto</b> (o di fluitazione)	È l'acqua che viene immessa nelle canalette per il trasporto idraulico delle bietole.
<b>Acqua d'iniezione</b>	È l'acqua che si inietta nei condensatori barometrici a ugelli.
<b>Acqua fresca</b>	Si tratta di acqua in molti casi adeguatamente preparata, che viene addotta all'impianto di estrazione, ad integrazione dell'acqua di spremitura.
<b>Agglomerati cristallini</b>	Si tratta di formazioni di vari cristalli ammassati insieme.
<b>Alcalinità effettiva</b>	Misura dell'alcalinità dei sughi dopo la depurazione calcocarbonica; si determina titolando il filtrato del sugo torbido di 1a carbonatazione a ph 9,25, e detraendo la durezza totale.
<b>Alcalinità naturale</b>	Come per "l'alcalinità naturale", ma con titolazione fino a ph 8,2
<b>Alcalinità ottimale</b>	È l'alcalinità del filtrato del sugo di 2a carbonatazione corrispondente al punto di minimo contenuto in calcio.
<b>Apparecchio di cristallizzazione</b>	È l'apparecchio in cui si realizza la cristallizzazione per evaporazione.
<b>Apparecchio d'evaporazione</b>	È l'apparecchio in cui avviene l'evaporazione dell'acqua dal sugo per scambio termico tra vapore di riscaldamento e sugo attraverso una adeguata superficie di scambio.
<b>Azoto nocivo</b>	È la quota di azoto presente nelle bietole, che, nella lavorazione saccarifera, finisce nel melasso .
<b>Basso prodotto</b>	È lo zucchero di bassa purezza dell'ultimo stadio di cristallizzazione delle fabbriche, sia di zucchero bianco, sia di zucchero greggio.
<b>Bietola</b>	Denominazione abbreviata corrente per la radice, a carattere fittonante, della barbabietola da zucchero.
<b>Bietole alterate</b>	Bietole che, per influenze esterne, hanno subito una riduzione della loro lavorabilità.
<b>Bietole danneggiate</b>	Sono le bietole il cui valore tecnologico si è ridotto.

<b>Bietole forcutate</b>	Bietole con radice multipla.
<b>Bietole stoccate</b>	Si definiscono così le bietole che sono state messe in cumulo per periodo più o meno lungo, in genere a bordo dei campi, prima di ricaricarle per trasportarle in fabbrica.
<b>Calcinazione</b>	Processo di produzione della calce viva tramite arrostitimento del calcare.
<b>Carbonatazione</b>	Fase del processo di depurazione nella quale la calce e il gas carbonico vengono introdotti contemporaneamente nel sugo.
<b>Cannoncino (spingarda)</b>	Lancia idraulica mobile, installata sulla tubazione dell'acqua che viene lanciata per abbattere le bietole nelle canalette e farle fluitare.
<b>Cassette porta coltelli</b>	Dispositivi a forma di scatola, su cui vengono fissati i coltelli delle tagliatrici per bietole, sia a disco, sia a tamburo.
<b>Centrifuga</b>	Apparecchio che realizza la separazione dello scolo dal magma, per forza centrifuga.
<b>Codette</b>	In senso stretto è la parte inferiore, rastremata, della bietola.
<b>Coefficiente di sovrassaturazione</b>	È il quoziente tra il rapporto zucchero/acqua della soluzione sovrassatura e il rapporto zucchero/acqua della soluzione satura alle stesse condizioni (di temperatura e purezza, oppure di rapporto non zucchero/acqua).
<b>Colletto</b>	È la parte della radice della bietola su cui si inseriscono le foglie.
<b>Colore</b>	È il coefficiente di estinzione, moltiplicato x 1.000, determinato in condizioni definite. le lunghezze d'onda di normale impiego sono 420 e 560 nm.
<b>Coltelli</b>	Sono i coltelli per le tagliatrici bietole.
<b>Contenuto in cristalli</b>	È la quota percentuale di cristalli contenuti in un magma.
<b>Copertura</b>	Lavaggio dei cristalli in centrifuga, con sciroppo, acqua, vapore.
<b>Cristallizzatore raffreddatore</b>	Apparecchio in cui si esegue la cristallizzazione per raffreddamento.
<b>Cristallizzazione</b>	Formazione del germe di cristallizzazione e accrescimento dei cristalli o degli agglomerati cristallini.
<b>Cristallizzazione per evaporazione</b>	È la cristallizzazione che avviene a seguito di evaporazione del solvente.

<b>Cristallizzazione da raffreddamento</b>	È la cristallizzazione per raffreddamento del magma.
<b>Decantatore (chiarificatore)</b>	Apparecchio che permette di aumentare, per decantazione, la proporzione di solido nel corpo di fondo di un sugo torbido.
<b>Denaturazione</b>	Modificazione del tessuto cellulare delle bietole, che si ottiene soprattutto per azione del calore.
<b>Deposito bietole</b>	È rappresentato dai cumuli di bietole, all'interno del recinto di fabbrica, disposto su superficie adeguatamente preparata.
<b>Deposito bietole esterno</b>	Si tratta di cumuli di deposito intermedio delle bietole estirpate dai terreni, prima di essere riprese per la consegna in zuccherificio.
<b>Depurazione (sugo)</b>	Parziale eliminazione del non-zucchero dal sugo greggio, volta all'ottenimento di un sugo leggero termostabile.
<b>Desabbiatore</b>	Apparecchio per la separazione della sabbia o delle pietre fini.
<b>Diserbatore</b>	Apparecchio per togliere le foglie e le parti vegetali in genere, che galleggiano alla superficie dell'acqua di fluitazione delle bietole nelle canalette.
<b>Disidratatore per essiccazione</b>	È un apparecchio in cui l'evaporazione dell'acqua dalle polpe avviene per contatto con gas inerti (fumi).
<b>Disidratatore per evaporazione</b>	È un apparecchio in cui l'evaporazione dell'acqua dalle polpe avviene senza contatto con gas inerti (fumi).
<b>Durata del ciclo</b>	Cristallizzazione per evaporazione (cottura): è il tempo che intercorre tra l'inizio di un tiro e l'inizio del successivo.
<b>Essiccatoio a bassa temperatura</b>	Essiccatoio in cui l'evaporazione dell'acqua avviene a bassa temperatura, ad es. utilizzando del calore di ricupero.
<b>Essiccatore ad alta temperatura</b>	È un essiccatore in cui l'acqua viene evaporata a temperatura abbastanza elevata.
<b>Estrazione</b>	Fase tecnologica di ottenimento del sugo dalle bietole.
<b>Falsa grana</b>	Si tratta di cristalli o di conglomerati di grandezza non desiderata.
<b>Fanghi di carbonatazione</b>	È il precipitato che si forma nella carbonatazione, soprattutto per la reazione tra la calce e il gas carbonico e che viene separato dal sugo per filtrazione.
<b>Fanghi pressati</b>	Si tratta delle melme della depurazione calcocarbonica filtrate ad alto tenore di s.s.
<b>Fettucce</b>	Sono i pezzetti di bietola sminuzzati dalle tagliatrici.

<b>Fettucce esaurite</b>	Sono le fettucce che escono dall'impianto di estrazione.
<b>Fettucce integrali</b>	Fettucce essiccate senza essere esaurite.
<b>Filtro addensatore</b>	Apparecchio che, mediante filtrazione del sugo torbido, aumenta la proporzione di fango nel corpo di fondo.
<b>Foglie</b>	Dal punto di vista agronomico, si definiscono foglie delle bietole l'insieme di foglie e colletto.
<b>Formazione di geminati</b>	Accrescimento secondo una legge ben definita, di due o più individui dello stesso sistema cristallino.
<b>Gas di carbonatazione</b>	Gas ad elevato tenore di CO <sub>2</sub> , usato nella carbonatazione.
<b>Grado di estrazione</b>	È lo zucchero passato nel sugo greggio, riferito allo zucchero introdotto con le bietole.
<b>Ingranare</b>	Operazione termica o meccanica posta in essere al fine di provocare la formazione dei germi di cristallizzazione.
<b>Innescare</b>	Introdurre nello sciroppo sovrassaturo un numero definito di microcristalli di zucchero sotto forma di slurry.
<b>Invertito</b>	Miscela equimolecolare di glucosio e fruttosio.
<b>Lavaggio bietole</b>	Stadio del trattamento di pulizia delle bietole.
<b>Lavatrice bietole</b>	Apparecchio impiegato per la pulizia delle bietole.
<b>Magma</b>	È la massa cristallina (massacotta) ottenuta per cristallizzazione.
<b>Melasso</b>	È lo scolo del magma di basso prodotto.
<b>Mescolatore</b>	Apparecchio provvisto di agitatore, nel reparto cristallizzazione, atto a ricevere o a generare un magma; esso può essere dotato di dispositivo di raffreddamento e/o di riscaldamento.
<b>Mescolatore distributore</b>	È l'apparecchio che distribuisce il magma alle centrifughe
<b>Non zucchero</b>	È il termine più usato per indicare tutte le sostanze presenti nella bietola e nei vari prodotti della lavorazione saccarifera, fatta eccezione per il saccarosio e per l'acqua.
<b>Numero di Siline</b>	È la lunghezza, espressa in metri, di 100 g di fettucce, determinata senza tener conto dei frammenti minori di 1 cm. È un valore convenzionale per valutare se le fettucce sono più o meno finemente tagliate, o per stimarne la superficie specifica.

<b>Numero svedese</b>	È il rapporto tra il peso delle fettucce di lunghezza superiore a 5 cm. e quello dei pezzetti di fettuccia inferiori a 1 cm. Si determina per valutare la qualità del taglio.
<b>Percentuale di non zucchero %</b>	È rappresentata dalla differenza tra sostanza secca e saccarosio.
<b>Perdite di estrazione</b>	È la quota del saccarosio introdotto con le bietole nell'impianto di estrazione che non passa nel sugo greggio. Si esprime in % bb.
<b>Piccolo imballo</b>	È lo zucchero confezionato in imballi di peso ridotto, (10 kg.)
<b>Piede di cotta</b>	Sospensione di cristalli di zucchero in soluzione sovratura di zucchero, contenente un ben definito numero di cristalli, che costituiscono la base della successiva cristallizzazione, fino al raggiungimento della granulometria desiderata.
<b>Polarizzazione</b>	Termine corrente dell'analitica saccarifera, con cui si indica la rotazione ottica relativa di una sostanza contenente zucchero.
<b>Polpa di rasatura</b>	Trattasi di un campione di bietole, appositamente preparato per l'analisi, di particolare finezza, ottenuto per rasatura. Nel gergo si dice anche "brei".
<b>Polpe esaurite</b>	Si tratta delle fettucce, come escono dall'impianto di estrazione.
<b>Polpe essiccate e melassate</b>	Si tratta di polpe secche a cui è stato aggiunto melasso dopo l'essiccazione.
<b>Polpe fresche</b>	Termine del commercio per indicare le polpe, sgocciolate e leggermente pressate, in uscita dagli impianti di estrazione.
<b>Polpe pressate</b>	Si tratta delle polpe esaurite, pressate dopo l'estrazione.
<b>Polpe secche</b>	Le polpe esaurite, surpressate ed essiccate.
<b>Polpe secche melassate</b>	Termine commerciale, secondo le norme mangimistiche indica la miscela di polpe secche e melasso, sia tal quali sia pellettate.
<b>Polpe secche premelassate</b>	Sono polpe surpressate, addizionate di melasso e poi essiccate.
<b>Polpini</b>	Particelle di bietole presenti nel sugo greggio.
<b>Pompa bietole</b>	Speciale pompa centrifuga che consente il sollevamento della miscela di acqua e bietole.

<b>Prefiorita</b>	È così chiamata la pianta di bietola da zucchero, che è pianta biennale, quando fiorisce e matura il seme già nel primo anno di vegetazione.
<b>Purezza</b>	È il rapporto tra il contenuto in zucchero e il contenuto in sostanza secca, espresso in %.
<b>Raffinare</b>	Il termine sintetizza le operazioni di miglioramento della purezza dello zucchero cristallizzato e comprende generalmente l'affinaggio, la rifondita, la filtrazione e la ricristallizzazione.
<b>Raffinato</b>	Zucchero bianco di alta purezza.
<b>Raspa per bietole (fresa)</b>	È l'apparecchio che si impiega per produrre la polpa dalle singole bietole, per sottoporle alle varie analisi.
<b>Saccarosio</b>	È il nome più usato nel gergo tecnico per l'alfa-d-glucopiranosil. beta-d-fruttofuranoside.
<b>Scarico idraulico</b>	Scarico delle bietole per mezzo di un getto d'acqua.
<b>Schema di cristallizzazione</b>	Indicazione degli stadi di cristallizzazione per la produzione dello zucchero a partire dal sugo denso.
<b>Scioppo</b>	Soluzione zuccherina ad elevata concentrazione.
<b>Scollettatura</b>	Eliminazione del colletto, quale parte della radice che non consente una conveniente estrazione del saccarosio.
<b>Scolo</b>	Termine generico per tutti gli scioppi ottenuti dalla centrifugazione di un magma (massacotta).
<b>Scolo povero</b>	È lo scolo che esce nella centrifugazione della massacotta, prima dell'eventuale copertura.
<b>Scolo aspirato</b>	È lo scolo che si separa da un campione di magma, per filtrazione sotto vuoto in laboratorio (in genere si impiega come filtro un pezzo di velo per centrifughe).
<b>Scolo ricco (scolo di copertura)</b>	Scolo della fase di copertura della massacotta in centrifuga.
<b>Seme calibrato</b>	Si tratta di seme portato a grandezza uniforme per mezzo di operazione meccanica e successiva vagliatura.
<b>Seme confettato</b>	Si tratta di seme avente diametro uniformato mediante rivestimento con particolari sostanze.
<b>Seme di precisione</b>	Seme monogerme tecnico ottenuto da seme plurigerme.
<b>Seme monogerme genetico</b>	Seme monogerme ottenuto per selezione genetica.
<b>Seme multigerme</b>	È un seme che contiene più germi.



<b>Separatore codini</b>	Apparecchio per recuperare i codini e i frantumi di bietola dall'acqua di fluitazione e di lavaggio.
<b>Separatore sugo</b>	Dispositivo per la separazione delle gocce di magma o di sciroppo dai vapori negli apparecchi di cristallizzazione.
<b>Separatore terra</b>	Esempio: rollenrost, tamburo a barrotti, vibratore.
<b>Silice nociva</b>	È la quota di acido silicico contenuta nella pietra da calce, che passa in soluzione nel sugo, nelle condizioni della seconda carbonatazione.
<b>Sonda per campionamento bietole</b>	Dispositivo a penetrazione, che permette il prelievo delle bietole da ciascun carico, attraversando tutto lo strato di bietole e ripetendo il prelievo in vari punti.
<b>Sostanza secca</b>	Sostanza secca che rappresenta la sostanza anidra.
<b>Sostanze riducenti</b>	Il valore numerico deve essere precisato con l'indicazione del metodo analitico impiegato e normalmente si calcola come zucchero invertito.
<b>Sovrasaturazione critica</b>	È il grado minimo di sovrasaturazione, nel quale compaiono i primo germi di cristallizzazione.
<b>Spietratore</b>	Apparecchio per separare le pietre e gli altri corpi estranei pesanti, dalle acque di trasporto e di lavaggio delle bietole.
<b>Stadio d'evaporazione (effetto)</b>	Apparecchio di evaporazione che lavora con vapore di riscaldamento a pressione determinata (ad es. 1° effetto, 2° effetto).
<b>Stretta</b>	Fase finale della cottura, dall'ultimo tiro fino al raggiungimento del valore richiesto della sostanza secca nella massacotta allo scarico.
<b>Sugo</b>	Espressione generale per indicare una soluzione acquosa, contenente zuccheri e non zucchero, ottenuta da una pianta.
<b>Sugo denso</b>	Sugo concentrato, dopo l'evaporazione.
<b>Sugo di spremitura</b>	Sugo cellulare della bietola, ottenuto mediante pressatura.
<b>Sugo greggio</b>	È il sugo ricavato dalle bietole nell'impianto di estrazione, e destinato alla successiva lavorazione (depurazione).
<b>Sugo leggero</b>	Sugo depurato, avanti evaporazione.
<b>Sugo torbido di carbonatazione</b>	È il sugo zuccherino, dopo la carbonatazione, torbido per precipitato di carbonato di calcio con una parte di non-zucchero.

<b>Tagliatrice</b>	Apparecchio per tagliare le bietole in fettucce. Attualmente sono impiegate tagliatrici a disco (ad asse verticale) e a tamburo (ad asse orizzontale).
<b>Tara terra</b>	Terra aderente alle bietole, riferita alle bietole campionate.
<b>Tenore di non-zucchero</b>	Differenza fra il tenore di s. secca e il contenuto in zucchero.
<b>Tenore in saccarosio</b>	È il valore numerico che riflette il contenuto in zucchero delle varie sostanze che si presentano nell'industria saccarifera. Il valore numerico, che normalmente si esprime in percento, deve essere integrato dall'indicazione del metodo analitico di riferimento.
<b>Tenore in sostanza secca</b>	Il valore numerico deve essere integrato con l'indicazione del metodo di analisi (gravimetrico, rifrattometrico, aerometrico).
<b>Tenore in zucchero</b>	È il valore numerico che riflette il contenuto in zucchero delle varie sostanze, che si presentano nell'industria saccarifera.
<b>Tipo di colore (Farbtype)</b>	Corrispondente alla determinazione visuale dello zucchero bianco
<b>Tiraggio</b>	Peso del sugo ricavato nell'impianto di estrazione e destinato alla successiva lavorazione, riferito al peso delle bietole introdotte; si esprime in percento (bietole).
<b>Tritume</b>	È la quantità di fettucce di lunghezza inferiore a 1 cm.
<b>Vapore di cristallizzazione</b>	Si originano nel corso della cristallizzazione per evaporazione.
<b>Vasca fanghi</b>	È un bacino, ricavato nel terreno e delimitato da argini, in cui viene convogliato e raccolto il fango.
<b>Velocità di cristallizzazione</b>	E' la quantità di massa cristallina che si forma nell'unità di tempo.
<b>Ventilazione delle bietole</b>	Insufflazione di aria sotto i cumuli di bietole per mantenere la temperatura di stoccaggio desiderata.
<b>Zucchero</b>	Il termine definisce il disaccaride saccarosio, nonché i prodotti intermedi dell'industria dello zucchero costituiti quasi totalmente da saccarosio.
<b>Zucchero affinato</b>	Zucchero la cui purezza è stata ottenuta mediante affinaggio.
<b>Zucchero bianco</b>	Zucchero cristallizzato, di elevata purezza.

## INDICE

INTRODUZIONE .....	5
METODOLOGIA .....	5
INQUADRAMENTO DEL COMPARTO PRODUTTIVO .....	7
Analisi del contesto produttivo nazionale .....	7
Caratteristiche principali della produzione bieticola nazionale .....	9
Tecniche di coltivazione della barbabietola da zucchero .....	12
Descrizione del contesto territoriale regionale .....	15
1. <i>Aspetti generali</i> .....	15
2. <i>Quadro di riferimento ambientale</i> .....	16
3. <i>Caratteristiche generali del clima</i> .....	16
4. <i>Acque superficiali</i> .....	17
Descrizione del contesto produttivo di Termoli .....	17
ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO .....	21
Le fasi del ciclo di lavorazione .....	21
Schema a blocchi del ciclo produttivo .....	65
Il laboratorio analisi .....	80
Gli eco-bilanci .....	81
1. Bilancio di materia .....	81
2. Bilancio idrico .....	85
3. Bilancio energetico .....	92
PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI .....	95
STOCCAGGIO E TRASPORTO DELLE MERCI .....	111
ANALISI DEI FATTORI DI RISCHIO .....	115
1. Rischi derivanti da esposizione alle polveri .....	115
2. Rischi di esposizione al rumore .....	116
3. Rischi microclimatici .....	118
VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI E DEI RELATIVI INDICATORI DI PRESSIONE .....	123
LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER L'INDUSTRIA ALIMENTARE DI PRODUZIONE DELLO ZUCCHERO .....	129
LA NORMATIVA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO .....	149
BIBLIOGRAFIA .....	151
GLOSSARIO .....	153