

Perrone Raffaele



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali

Da: lucchiniasecologia@pec.lucchini.com
Inviato: giovedì 14 novembre 2013 21.25
A: aia@pec.minambiente.it; dgsalvanguardia.ambientale@pec.minambiente.it; dva-IV@minambiente.it
Cc: protocollo.ispra@ispra.legalmail.it
Oggetto: Lucchini spa in A.S. DEC-MIN 127/13 Prescrizione 25 a, b del PIC_Audit energetico
Allegati: ECO_2013_254_I_AIA_Prescrizione 25 a-b_lettera.pdf; NTHH 1495(13) completa.pdf

E.prot DVA-2013-0026314 del 15/11/2013

Prot ECO 254/13<?xml:namespace prefix = o ns = "urn:schemas-microsoft-com:office:office" />

Si trasmette, in allegato la documentazione relativa all'ottemperanza della prescrizione in oggetto

Cordiali saluti

A. Guglielmini

Referente del Gestore



LUCCHINI

Spett.le Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni
Ambientali
Divisione IV - Rischio Rilevante e
Autorizzazione Integrata Ambientale
Via Cristoforo Colombo, 44
00147 Roma
aia@pec.minambiente.it
dva-IV@minambiente.it

e p.c. Istituto Superiore per la Protezione e la
Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 Roma
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

Prot. ECO/254/13

Piombino, 14.11.2013

Oggetto: Lucchini S.p.A. in Amministrazione Straordinaria - Stabilimento siderurgico di Piombino (LI) - Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con decreto n. DEC-MIN-0000127 del 18 aprile 2013. Prescrizione n. 25 lettera a) e lettera b) del Parere Istruttorio Conclusivo (PIC) allegato all'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA): Sistema di audit energetico.

In riferimento alla prescrizione n. 25 lettera a) e lettera b) del Parere Istruttorio Conclusivo (PIC) allegato all'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) di cui all'oggetto (avviso pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – serie generale n. 111 di martedì 14 maggio 2013):

“Entro 6 mesi dal rilascio dell'AIA il Gestore deve:

- a) implementare un sistema di audit energetico per valutare le eventuali necessità di adeguamento delle apparecchiature esistenti, secondo i criteri di elevata efficienza energetica richiesti dalle BAT,*
- b) produrre uno studio atto a certificare che l'impianto è esercito secondo i migliori criteri di efficientamento e rendimento energetico, in modo da rispettare i principi delle MTD e dei BREF vigenti.*

[...]

Lucchini S.p.A.
in Amministrazione Straordinaria
Sede Legale

C.S. Euro 12.501.879,00 - i.v.
C.F. e P.IVA 01730680152
R.E.A. di Livorno N. 134643
Largo Caduti sul Lavoro, 21
57025 Piombino (LI) - Italia

Uffici:

Via Oberdan, 5
25128 Brescia - Italia
Tel. +39-030-39921
Fax +39-030-3992709

B.U. Piombino:

Stab. Piombino e Sede Amministrativa
Largo Caduti sul Lavoro, 21
57025 Piombino (LI)
Tel. +39-0565-64111
Fax +39-0565-36514

B. L. Vertek

Via Torino, 19
10055 Condove (TO)
Tel. +39-011-9638111
Fax + 39-011-9643303

B. L. Trieste

Via di Servola, 1
34145 Trieste
Tel. +39-040-89891
Fax + 39-040-8989401

Stab. Lecco

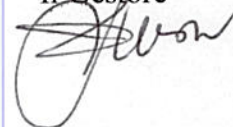
Via Arlenico, 22
23900 Lecco
Tel. +39-0341-278611
Fax +39-0341-284742

con la presente la società Lucchini S.p.A. in Amministrazione Straordinaria riscontra quanto richiesto al fine di verificare lo stato dell'impianto sotto il profilo dell'efficienza energetica, allegando gli elementi principali di uno studio relativo a recenti interventi di efficientamento energetico effettuati sul sito che, nell'anno 2012 hanno ricevuto il riconoscimento da parte dell'Autorità per l'Energia Elettrica e Gas (AEEG), di 76909 titoli di efficienza energetica, mentre per il primo periodo del 2013 hanno ricevuto il riconoscimento di 5084 titoli di efficienza energetica.

Per quanto concerne gli Audit Energetici, compatibilmente con gli esiti dell'attuazione del Programma recentemente approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto del 6 Novembre 2013, questi verranno programmati per il primo semestre 2014 per gli impianti che continueranno ad essere eserciti nello stabilimento in esito all'attuazione del Programma stesso.

Distinti saluti

Lucchini S.p.A.
in Amministrazione Straordinaria
Il Gestore



Allegato – Relazione “Autorizzazione Integrata Ambientale – Prot. DEC-MIN-0000127 del 18.04.2013 – Prescrizione n. 25 del PIC – Sistema di audit energetico e studio di certificazione energetica dell'impianto”.

LUCCHINI S.p.A.

in amministrazione straordinaria

Stabilimento di Piombino



***AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE
PROT. DEC-MIN-0000127 DEL 18.04.2013***

PRESCRIZIONE N. 25 DEL PIC

***SISTEMA DI AUDIT ENERGETICO E STUDIO DI
CERTIFICAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO***

INDICE

INDICE	2
1 PREMESSA	3
2 SISTEMA DI AUDIT ENERGETICO	4
3 STUDIO PER CERTIFICAZIONE ENERGETICA DELL’IMPIANTO	5
3.1 Altri interventi	5

ALLEGATO 1

PRSGA 46.09.00 “Risorse energetiche” rev. 2 (frontespizio)

PRSGA 56.01.00 “Audit energetici” rev. 0 (frontespizio)

ALLEGATO 2

Documentazione relativa a certificazione risparmi energia primaria ed emissione TEE

1 PREMESSA

Lo stabilimento siderurgico di Piombino (LI) della LUCCHINI S.p.A. è dotato di Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con Decreto Prot. DEC-MIN-0000127 del 18.04.2013, il cui comunicato è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 111 di martedì 14 maggio 2013.

La prescrizione n. 25 riportata a pagina 234 del Parere Istruttorio Conclusivo allegato all'Autorizzazione prevede:

25. Entro 6 mesi dal rilascio dell'AIA il Gestore deve:
- a) implementare un sistema di audit energetico per valutare le eventuali necessità di adeguamento delle apparecchiature esistenti, secondo i criteri di elevata efficienza energetica richiesti dalle BAT,
 - b) produrre uno studio atto a certificare che l'impianto è esercito secondo i migliori criteri di efficientamento e rendimento energetico, in modo da rispettare i principi delle MTD e dei BREF vigenti.
- L'Autorità Competente potrà riesaminare l'AIA a valle della presentazione dei documenti di cui alla presente prescrizione.

A fronte di quanto sopra, nella presente relazione sono riportati gli elementi e le valutazioni relative a quanto prescritto.

2 SISTEMA DI AUDIT ENERGETICO

A fronte delle richieste di cui alla prescrizione 25 a) del PIC, nell'ambito delle procedure del SGA di stabilimento, al fine di implementare un sistema di audit energetico, sono state effettuate le seguenti azioni:

- Revisione della procedura PRSGA 46.09.00 “Risorse energetiche” (rev. 2 ufficializzata in data 14/11/2013, cfr. copia frontespizio in Allegato 1), nella quale sono stati inseriti gli obblighi e le registrazioni pertinenti per l'attuazione del Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC), nonché gli aspetti connessi alla gestione dei risultati derivanti dall'effettuazione di specifici audit energetici, relativi al sistema di audit energetico di cui al punto seguente.
- Elaborazione e distribuzione in bozza della procedura PRSGA 56.01.00 “Audit energetici” (rev. 0 del 14/11/2013, cfr. copia frontespizio in Allegato 1), che definisce le modalità di organizzazione, programmazione, effettuazione e valutazione di audit energetici ai processi di stabilimento.

In particolare, la PRSGA 56.01.00 “Audit energetici” è relativa alla definizione ed implementazione di un sistema di audit energetici aventi come obiettivo la determinazione del grado di conformità delle prestazioni energetiche degli impianti delle varie aree dello Stabilimento ai criteri di elevata efficienza energetica previsti dalle BAT di riferimento e dai BRef di settore per le attività svolte in tali aree.

La procedura definisce le modalità di programmazione e di pianificazione degli audit, le competenze del personale incaricato per l'effettuazione degli stessi, gli strumenti (check-list di audit) da sviluppare sulla base del processo energetico auditato, le modalità di rendicontazione degli audit e di valutazione dei risultati, nonché l'identificazione e la gestione di interventi di miglioramento.

In relazione agli Audit energetici, compatibilmente con gli esiti dell'attuazione del Programma recentemente approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto del 6 Novembre 2013, questi verranno programmati per il primo semestre 2014 per gli impianti che continueranno ad essere eserciti nello stabilimento in esito all'attuazione del Programma stesso.

3 STUDIO PER CERTIFICAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO

A partire dalla seconda metà del 2011, la Società CONSUL SYSTEM s.r.l. ha svolto attività di consulenza presso il Gruppo LUCCHINI per la valutazione di un intervento di risparmio energetico effettuato presso lo stabilimento di Piombino, che ha portato alla consistente riduzione del consumo specifico di fossile e di coke in ingresso all'altoforno.

L'implementazione del progetto, seppure ha portato il Gruppo Lucchini a sostenere un ingente sforzo economico (circa 30 milioni di Euro), ha consentito il raggiungimento di una maggiore sostenibilità ambientale e la riduzione dei costi di produzione, consentendo altresì di ottenere una maggiore competitività del proprio prodotto.

Lo studio, fra l'altro, riporta:

“Il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stato possibile grazie all'utilizzo delle migliori tecnologie (o tecniche) disponibili, includendo nel concetto di Miglior Tecnica Disponibile (MTD) non solo l'installazione di strumentazione idonea, ma anche e soprattutto l'importanza di vedere l'impianto nel suo complesso, valutare finalità e bisogni dei vari sistemi, le loro energie e le loro interazioni associate (APPROCCIO INTEGRATO)”.

Lo studio citato, la cui documentazione saliente è riportata in Allegato 2, ha ottenuto, a completamento della fase istruttoria e del rapporto di valutazione predisposto dall'ENEA, la certificazione di risparmi di energia primaria (ai sensi dell'art. 16 comma 5 della Delibera 27/10/2011, EEN 9/11 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, AEEG), con conseguente autorizzazione al Gestore dei servizi energetici all'emissione, in favore della LUCCHINI, di titoli di efficienza energetica (TEE), ciascuno di valore pari ad 1 tep (tonnellata equivalente di petrolio), pari a:

- n. 71496 titoli di tipo III (prot. 4625-15/12/2012)
- n. 5413 titoli di tipo III (prot. 4624-15/12/2012)
- n. 5084 titoli di tipo III (prot. 12747-04/04/2013).

3.1 Altri interventi

In aggiunta ai citati interventi di ottimizzazione del “coke equivalente” in altoforno, a partire dal 2008, nell'ambito di specifiche attività di ottimizzazione dei consumi energetici di stabilimento, sono stati predisposti dei progetti miglioramento più specificamente connessi alla riduzione dei consumi di energia elettrica, per i quali sono stati implementati specifici interventi di efficientamento energetico degli impianti, di seguito elencati, insieme all'anno di effettiva implementazione:

1. Montaggio sistemi inverter su motori pompe acqua mare stazione 2° salto (2008)
2. Riduzione sfioro eccedenze vapore prodotto da caldaie impianto aspirazione fumi primari convertitori acciaieria, mediante specifica procedura gestionale (2009)
3. Installazione di sistemi inverter su pompe stazione isola ovest (2009)

4. Ottimizzazione gestione compressori produzione aria compressa presso stazione LAM/2 (2010)
5. Ottimizzazione gestione pompe acqua mare stazione 1° salto, che ha consentito di marciare con una pompa da 400 kW in meno rispetto al passato (2011)
6. Ottimizzazione della gestione delle soffianti di produzione vento per l'altoforno, con riduzione del numero di soffianti in esercizio (una elettro-soffiante invece che due), in coerenza all'attuale assetto produttivo (2013).

Allo stato attuale, sono in fase di studio e/o implementazione, i seguenti progetti:

1. Ottimizzazione gestione compressori produzione aria compressa presso le altre stazioni di stabilimento denominate “stazione Centralino O₂” e “stazione AFO”
2. Ottimizzazione gestione consumi forni a metano di laminazione
3. Riduzione consumi di energia elettrica per i forni LF dell'acciaieria, mediante ottimizzazione della gestione dei tempi attesa siviere.

Lo sviluppo e l'implementazione degli stessi avverrà compatibilmente con gli esiti dell'attuazione del Programma recentemente approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto del 6 Novembre 2013, questi verranno programmati per il primo semestre 2014 per gli impianti che continueranno ad essere eserciti nello stabilimento in esito all'attuazione del Programma stesso.

ALLEGATO 1

PRSGA 46.09.00 “Risorse energetiche” rev. 2 (frontespizio)

PRSGA 56.01.00 “Audit energetici” rev. 0 (frontespizio)

LUCCHINI S.p.A. <i>Stabilimento di</i> <i>Piombino</i>	<i>Procedura Gestionale</i> SGA	PRSGA 46.09.00	<i>Pag. 1 di 7</i> <i>Rev. 2</i> <i>Data 14/11/13</i>
	Controllo Operativo RISORSE ENERGETICHE		

RISORSE ENERGETICHE

Copia Controllata n° _____

INDICE

- 1 SCOPO**
- 2 CAMPO DI APPLICAZIONE**
- 3 RESPONSABILITA'**
 - 3.1 Personale interessato**
- 4 MODALITA' OPERATIVE**
 - 4.1 Identificazione delle utenze energetiche**
 - 4.2 Bilancio globale di energia**
 - 4.3 Monitoraggio delle produzioni e dei consumi energetici e delle fonti energetiche allo stato gassoso**
 - 4.4 Valutazione delle opportunità di miglioramento e delle criticità**
 - 4.5 Audit energetici**
- 5 REGISTRAZIONI E DISTRIBUZIONE**
- 6 RIFERIMENTI**

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione modifiche</i>	<i>Elaborato</i>	<i>Verificato</i>	<i>Approvato</i>	<i>Approvato</i>
0	30/03/06	Distribuzione in bozza	ECO	RSGA	STS	DS
1	30/06/06	Emissione	ECO	RSGA	STS	DS
2	14/11/13	Prescrizione AIA 25 a)	ECO	RSGA	STS	DS



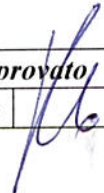
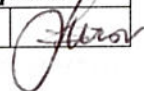
LUCCHINI S.p.A.	<i>Procedura Gestionale SGA</i>	PRSGA 56.01.00	<i>Pag. 1 di 11 Rev. 0 Data: 14/11/13</i>
<i>Stabilimento di Piombino</i>	Audit energetici		

AUDIT ENERGETICI

Copia Controllata n° _____

INDICE

- 1 **SCOPO**
- 2 **CAMPO DI APPLICAZIONE**
- 3 **DEFINIZIONI**
- 4 **RESPONSABILITA'**
- 5 **MODALITA' OPERATIVE**
 - 5.1 **Individuazione delle Best Available Techniques (BAT)**
 - 5.2 **Designazione degli auditor energetici e redazione del relativo elenco**
 - 5.3 **Programmazione degli audit energetici**
 - 5.4 **Preparazione degli audit energetici**
 - 5.5 **Conduzione degli audit energetici**
 - 5.6 **Chiusura degli audit energetici**
 - 5.7 **Valutazione dei rapporti di audit energetici**
- 6 **REGISTRAZIONI**
- 7 **RIFERIMENTI**

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione modifiche</i>	<i>Elaborato</i>		<i>Verificato</i>		<i>Approvato/</i>		<i>Approvato</i>	
0	14/11/13	Distribuzione in bozza	ECO		RSGA		STS		DS	

ALLEGATO 2

Documentazione relativa a certificazione risparmi energia primaria ed emissione TEE



Operatore

Ragione sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**

Partita Iva: **01594820449**

Progetti di efficienza energetica - Proposta di progetto e programma di misura

Data download: 23/11/2011 - 10:30:39

LG2003cong: (presentata ai sensi delle Linee guida pubblicate con delibera n.103/03 ma con diritto all'applicazione del coefficiente di durabilità di cui alla delibera EEN XX/11)

Denominazione: **CONSUL SYSTEM SRL**

Indirizzo: **VIALE TREVIRI 63/A**

Città: **ASCOLI PICENO** CAP: **63100** Provincia: **AP**

Numero telefonico e di fax: **0736264443 / 0736264455**

Codice fiscale: **01594820449**

Persona di riferimento: **STEFANO EVANGELISTI**

Email: **stefano.evangelisti@consulsystem.net**

Codice identificativo della proposta: **0159482044911T047_rev2**

QUADRO 1: informazioni sul soggetto proponente

1.1 Ruolo e attività svolta nell'ambito del progetto:

La Consul System Srl con sede operativa in Ascoli Piceno (AP) ha svolto attività di consulenza per la presentazione della proposta di progetto e programma di misura. Ha presentato la proposta di progetto e programma di misura in quanto E.S.Co. autorizzata dall'A.E.E.G. ed ha assistito il GRUPPO LUCCHINI, stabilimento di Piombino, per la presentazione della domanda per la richiesta di TEE. La Consul-System è certificata ISO 9001:2008 per LEROGAZIONE DEI SERVIZI DI CONSULENZA ENERGETICA (E.S.Co.) ed in materia di certificati bianchi, verdi ed emission trading.

I siti produttivi per acciaio da ciclo integrale presenti nel territorio Italiano sono 3 (Federacciai a pagina 143 Allegato A) :

- Gruppo Lucchini Piombino;
- Gruppo Lucchini Trieste;
- ILVA (Gruppo Riva) Taranto.

Il parametro utilizzato in ambito internazionale per la classificazione e la valutazione delle prestazioni energetiche di un altoforno è il diametro del crogiolo.

L'altoforno Lucchini Piombino (oggetto della relazione allegata), ha un diametro del crogiolo pari a circa 11,7 m; l'altoforno Lucchini Trieste, ha un diametro del crogiolo pari a 6,2 m; ILVA (Gruppo RIVA) Taranto possiede 4 altiforni con i seguenti diametri:

- AFO1 crogiolo 10,6 m;
- AFO2 crogiolo 10,3 m;
- AFO4 crogiolo 10,6 m;
- AFO5 crogiolo 14 m.

Non essendoci uniformità di dimensioni, è ragionevole poter confrontare solo gli altiforni di dimensioni simili perché sono appunto le dimensioni a condizionare le prestazioni energetiche.

In questo caso gli unici altiforni confrontabili (e quindi rappresentativi della media di mercato per l'Italia) con l'altoforno Lucchini di Piombino (11,7m), sono l'AFO1 (10,6m) e l'AFO4 (10,6m) dell'ILVA (Gruppo RIVA) di Taranto, in quanto la differenza di dimensioni non risulta essere superiore al 10% (limite entro il quale gli altiforni vengono ancora considerati confrontabili).

Per la comparazione delle prestazioni energetiche dei tre altiforni scelti, si è fatto riferimento ai consumi dichiarati dalle stesse società nei rapporti VDEh di cui si allega come esempio la copertina della pubblicazione dati per l'anno 2009 a pag 144 Allegato A.

Il VDEh è un importante Istituto per la Siderurgia: è un'associazione volontaria nata con lo scopo di promuovere la collaborazione tecnica e scientifica nello sviluppo delle migliori tecnologie per la produzione dell'acciaio, annualmente si svolge una riunione durante la quale avviene lo scambio dei dati tecnici, fondamentali per l'ottimizzazione dei processi riguardanti gli altiforni.

Da tali dati si evince che, per il periodo preso come riferimento (baseline 2006) per il calcolo dei consumi, la media dichiarata al VDEh delle kcal spese per produrre un chilogrammo di ghisa liquida nei soli altiforni, è pari a 3.626,700 Kcal/Kg per l'altoforno di Piombino e il consumo medio dichiarato per gli altiforni (AFO1-AFO4) dell'ILVA (Gruppo RIVA) di Taranto è pari a 3.595,474 Kcal/Kg.

Pertanto si evince chiaramente che i dati di baseline utilizzati per i consumi dell'altoforno di Piombino, e dichiarati ufficialmente al VDEh, erano perfettamente in linea con la media di mercato identificata con il valor medio ponderato del consumo degli altiforni (AFO1-AFO4)

presenti nel sito produttivo di Taranto, infatti la differenza di consumo è minore all'1% (0,87%). Questo dimostra come l'impianto LUCCHINI Piombino fosse già un buon impianto.

QUADRO 2: informazioni generali sulla proposta di progetto

2.1 Tipologia di intervento

Categoria d'intervento n. 01

Categoria intervento: IND-T

Descrizione: Processi industriali: generazione o recupero di calore, raffreddamento, essiccazione, cottura, fusione, ecc.

Richiesto e ottenuto parere preliminare di conformità ai decreti ministeriali: **NO**

2.3 Descrizione degli interventi, delle strutture/impianti interessati, della tempistica e dei risultati attesi

L'intervento di risparmio energetico, effettuato presso lo stabilimento LUCCHINI Piombino, entrato a regime il 01 Gennaio 2008, ha portato alla consistente riduzione del consumo specifico di fossile e coke in ingresso all'altoforno.

Il crescente costo delle materie prime, il raggiungimento di una sempre maggiore sostenibilità ambientale e la necessità di ridurre i costi di produzione (per rimanere sempre competitivi sul mercato), hanno portato il Gruppo Lucchini a sostenere un ingente sforzo economico (circa 30 milioni di Euro). Il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stato possibile grazie all'utilizzo delle migliori tecnologie (o tecniche) disponibili, includendo nel concetto di Miglior Tecniche Disponibili (MTD) non solo l'installazione di strumentazione idonea, ma anche e soprattutto l'importanza di vedere l'impianto nel suo complesso, valutare finalità e bisogni dei vari sistemi, le loro energie e le loro interazioni associate (APPROCCIO INTEGRATO).

Gli interventi di seguito descritti hanno subito un'accurata fase di studio preliminare, progettuale e di implementazione, che ha coperto un arco temporale durato tutto l'anno 2007, concentrandosi su tutti gli aspetti di maggior rilevanza per un altoforno.

Un approccio strategico di questo tipo, si è reso necessario per le peculiarità del ciclo produttivo della ghisa da altoforno, che sono:

- 1) varietà e complessità impiantistica;
- 2) scarsa flessibilità operativa e necessità di costanti ed alti livelli produttivi per consentire un'adeguata economia di scala;
- 3) costi gestionali elevati.

Gli interventi di seguito elencati (descritti a pagina 107-134 Allegato A), sono stati effettuati tutti con il comune scopo di garantire la regolarità di marcia dell'altoforno (unico aspetto che garantisce il corretto funzionamento dell'altoforno), e di conseguenza ridurre i consumi di coke e fossile in ingresso. La pianificazione degli interventi e degli investimenti in maniera integrata (approccio integrato cioè, la necessità di ottimizzare l'efficienza energetica dei sistemi e degli impianti e non quella dei singoli componenti), ha garantito il miglioramento gestionale e di controllo del processo industriale di produzione ghisa, garantendo all'altoforno una marcia regolare, sono quindi da intendersi come un unico intervento integrato complessivo rivolto al saving dell'altoforno.

Interventi:

- Costruzione nuovo Cowpers (IV) e nuova modalità gestionale dei Cowpers esistenti.
- Sonde Neutroniche.
- Sonde Radar.
- Sistema di controllo velocità.
- Intervento profilo refrattari forno.
- Sistema di raffreddamento.
- Installazione termocoppie sulla bocchetta di colata.
- Installazione termocoppie crogiolo.
- Progetto in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali (C. S. M.).
- Interventi alla blindatura di bocca.
- Interventi alla torre di lavaggio gas.
- Interventi agli organi di bocca.
- Interventi alle Hopper di caricamento con particolare riferimento alle piastre di usura.
- Interventi ai nastri principali di caricamento forno.
- Interventi alla sacca a polvere.

(Riferimento pagine 107 134 Allegato A)

L'energia utilizzata nei processi produttivi ha un peso determinante nella identificazione delle tecniche da utilizzare, che in qualsiasi sito produttivo le tecniche utilizzate dipendono dalla dimensione, complessità dell'impianto in esame, e il fabbisogno energetico di tutte le sue componenti.

Gli interventi sono volti al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- riduzione dei consumi energetici dell'Altoforno, responsabile del maggior consumo di combustibile (coke e fossile);
- riduzione delle emissioni atmosferiche, per una maggiore sostenibilità ambientale;
- miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti oggetto degli interventi;
- miglioramento delle condizioni operative di esercizio per i lavoratori.

2.4 Data di prima attivazione del progetto (prevista o effettiva) di cui all'articolo 1, comma 1 delle Linee guida: **01/01/2008**

Data di inizio del periodo di monitoraggio: **01/01/2008**

2.5 Eventuali ulteriori contributi economici

QUADRO 3: programma di misura proposto

3.1 Descrizione del programma di misura proposto

I risparmi energetici, per i quali si intende richiedere il rilascio dei certificati bianchi, sono dovuti ai minori consumi specifici (kcal/kg) relativi agli interventi in altoforno.

Il programma di misura che si intende proporre è il seguente:

come baseline per il calcolo dei risparmi specifici si intende partire dai consumi dell'altoforno ante-interventi; i consumi specifici di riferimento che si intendono adottare sono pari a 3.631,5580 kcal/kg di ghisa liquida prodotta, riferiti al consumo di carbon fossile e coke in altoforno (tee di tipo 3) così meglio individuati nell'allegato A di cui a pag 150 della relazione allegata. I consumi calcolati sono relativi alla ghisa liquida prodotta, nell'ultimo periodo di produzione ante-interventi (anno 2006, baseline).

Come riferimento per il calcolo dei tee risparmiati si intende adottare il file Appendice Risparmi di cui a pag. 151 della relazione allegata, il file, allegato come esempio, Appendice Risparmi è relativo ai risparmi del 2009 e prevede l'esatto conteggio del consumo espresso in kcal/kg a seguito degli interventi sopra descritti (colonna D); tali dati di consumo specifico vengono rapportati a quelli di baseline (colonna C); si ottiene quindi il risparmio espresso in kcal/kg dei consumi post-intervento rispetto a quelli di baseline pre-intervento (colonna E), tale risparmio viene moltiplicato per i chilogrammi di ghisa liquida prodotta nel periodo oggetto di riferimento (colonna A); da tale calcolo si ottengono i tee risparmiati e richiesti come certificati bianchi, di tipo 3 (colonna F).

I dati di consumo relativi al coke da cokeria, al coke acquistato, al fossile alle tubiere e alla ghisa liquida prodotta, sono contabilizzati tramite l'utilizzo di celle di carico e tramogge pesatrici. I metodi e la strumentazione per determinare il materiale caricato in altoforno, sono meglio descritti al capitolo 9 della relazione allegata (pag. 148).

Saranno presentate richieste semestrali per i seguenti periodi, 01 Gennaio - 30 Giugno, 01 Luglio - 31 Dicembre; tali richieste saranno effettuate entro il semestre successivo. Per la prima richiesta di verifica e certificazione il periodo di riferimento sarà dato dal 01 Gennaio 2008 al 31 dicembre 2011, da presentarsi entro il 30 giugno 2012.

3.2 Condizioni pre-installazione (baseline)

Il calcolo che si intende proporre è basato sul consumo espresso in kcal, poi trasformato in tep.

I dati che la società elabora per la propria contabilità industriale e dai quali sono estratti i riepiloghi dei consumi, trasformati con l'algoritmo in kcal per kg di ghisa liquida prodotta, consentono di monitorare in continuo i consumi delle fonti energetiche utilizzate e delle tonnellate prodotte.

Tali dati sono eventualmente disponibili su richiesta dell'AEEG o dell'ENEA ma si ipotizza di non allegarli in considerazione dell'estrema complessità e quantità degli stessi.

La società giornalmente raccoglie i dati di produzione.

L'impianto che fornisce l'aria comburente ai Cowpers è centralizzato ed è composto da due ventilatori con annessi motori asincroni da 1.150 kW dei quali uno è in marcia ed uno è in stand-by. L'aria ventilata è convogliata in un unico clarinetto dal quale ciascun Cowper si stacca e la preleva solo quando si trova nella fase di combustione ed impilaggio refrattario. Il quarto Cowper è stato allacciato allo stesso clarinetto, per cui di fatto non è stata aggiunta alcuna apparecchiatura elettrica. Inoltre si può dire che essendo la quantità di aria comburente funzione del vento da riscaldare e che è la quantità di aria comburente a determinare il consumo elettrico del ventilatore, il numero dei Cowpers installati è praticamente ininfluenza.

A fronte della configurazione dell'impianto di spinta aria comburente ai Cowpers, l'aggiunta del quarto non comporta nessun consumo elettrico aggiuntivo.

L'utilizzo del quarto Cowper in effetti va a diluire il servizio offerto dagli altri tre esistenti e consente, se richiesto, di incrementare la produzione di ghisa a livelli che i tre Cowpers precedentemente installati da soli non avrebbero consentito.

Anche se si ritengono valide le considerazioni sopra esposte, solo per la mancanza di contatori, e della volontà di essere assolutamente cautelativi nel calcolo dei TEE risparmiati, si detraggono i consumi di energia elettrica calcolati come segue:

massimo consumo (kWh) = (potenza installata [kW] x ore di funzionamento) / rendimento;

TEP da detrarre = (massimo consumo x PCI) / 10.000.000

L'algoritmo che si intende utilizzare e del quale si allega un esempio proposto nella relazione a pag. 151 dell'Allegato A (relativo ai risparmi del 2009) è così riassumibile:

$F = E \times A \times 1.000 / 10.000.000$ dove:

A è uguale al numero delle tonnellate di ghisa liquida prodotta;

E è uguale ai risparmi conseguiti, nel periodo di riferimento rispetto al periodo di baseline, espressi in kcal/kg; 10.000.000 è il fattore di conversione kcal/TEE.

Ai TEE calcolati con l'algoritmo sopra descritto, verrà richiesta un'addizionalità dell'83% (rif. 3.5 della presente proposta di progetto) e detratti i consumi di energia elettrica Cowpers, quindi i TEE richiesti saranno dati da:

(Totale TEE risparmiati x addizionalità richiesta (83%)) meno Tep Energia Elettrica = TEE richiesti.

Si veda dettaglio a pagina 151 Allegato A, per esempio relativo all'anno 2009.

3.3 Aggiustamenti

I consumi energetici specifici precedenti l'intervento, che si ipotizza rappresentino la baseline, sono quelli indicati nell'allegato A di cui a pag. 150 della relazione.

Tali consumi specifici sono stati calcolati sulla base dei dati aziendali, relativi al periodo 01 Gennaio-31 Dicembre 2006.

Sia nella condizione ex-ante che in quella ex-post intervento la società monitora in continuo il processo produttivo con riguardo ai consumi ed alla produzione.

3.4 Addizionalità

Le misure energetiche, come dettagliatamente indicato negli altri campi, sono state tutte convertite in kcal.

Le rilevazioni pre e post intervento sono elaborate secondo il medesimo criterio e sono indicate dettagliatamente negli altri campi della presente proposta di progetto e di programma di misura.

3.5 Algoritmi di valutazione per il calcolo dei risparmi

Gli interventi effettuati nello stabilimento Lucchini Piombino, volti alla riduzione di consumi energetici nell'altoforno, sono da considerarsi come un unico grande intervento in quanto, per ottenere i risultati prefissati, è stato necessario intervenire (per quanto economicamente/tecnologicamente possibile, cioè applicazione di tecniche in condizioni tecnicamente ed economicamente valide prendendo in considerazione costi/vantaggi, definizione BAT) su tutti gli aspetti/componenti che influenzano la regolarità di marcia dell'altoforno (aspetto unanimemente riconosciuto fondamentale per una corretta gestione energetica dell'altoforno).

La complessità impiantistica di un altoforno, e la necessità di dover coniugare il massimo efficientamento possibile con la sostenibilità economica, hanno portato alla realizzazione di una serie di interventi assolutamente consequenziali, senza i quali non si sarebbero raggiunti i risultati di risparmio energetico.

Per quanto detto sopra si ritiene corretta un'addizionalità pari al 100%, in quanto tutti gli interventi, prima attentamente studiati e poi implementati, sono interconnessi tra loro e tutti di fondamentale importanza per il raggiungimento della regolarità di marcia dell'altoforno.

L'unica distinzione tecnicamente accettabile degli interventi, può essere riferita al peso che questi hanno avuto nel raggiungimento dell'obiettivo prefissato (la regolarità di marcia, e quindi il relativo risparmio energetico), e che si tratti di interventi di nuova installazione o interventi di efficientamento su componenti esistenti (con modifiche tecnologiche e con diversi materiali utilizzati).

Nuove installazioni:

- Costruzione nuovo Cowpers (IV), nuova modalità gestionale Cowpers esistenti.
- Sonde Neutroniche.
- Sonde Radar.
- Sistema controllo velocità.
- Sistema raffreddamento.
- Installazione termocoppia bocchetta di colata.
- Installazione termocoppia crogiolo.

Linsieme delle nuove installazioni, identificabili come interventi di risparmio energetico, dal punto di vista tecnico hanno avuto un peso stimato, dai responsabili della conduzione dell'altoforno Lucchini Piombino, pari all'83% sui risultati di risparmio ottenuti.

Economicamente, le nuove installazioni hanno avuto un peso sul totale degli interventi pari a circa il 93%.

Interventi di efficientamento su componenti esistenti (con modifiche tecnologiche e diversi e migliorati materiali utilizzati):

- Progetto in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali (CSM).
- Intervento profilo refrattari altoforno.
- Interventi blindatura di bocca.
- Interventi organi di bocca.
- Interventi Hoppers di caricamento (piastre di usura).
- Interventi nastri principali caricamento forno.
- Interventi sacca a polvere.

Linsieme degli interventi di efficientamento su componenti esistenti, dal punto di vista tecnico hanno avuto un peso stimato, dai responsabili della conduzione dell'altoforno Lucchini Piombino, pari al 17% sui risultati di risparmio ottenuti. Economicamente, gli interventi di efficientamento su componenti esistenti, hanno avuto un peso sul totale degli interventi pari a circa il 7%.

Seppur si ritiene corretto ottenere un'addizionalità del 100%, in relazione agli interventi di efficientamento energetico (nuove installazioni), e altri interventi di efficientamento su componenti esistenti (che non hanno riguardato ripristini, in quanto sono state apportate modifiche strutturali, gestionali e nei materiali), si chiede di considerare l'innovazione tecnologica introdotta con le nuove installazioni, quindi

unaddizionalità pari al peso, che dal punto di vista tecnico, hanno inciso per all'83% sul totale dei minori consumi; economicamente, queste nuove installazioni hanno pesato per circa il 93% sul totale degli investimenti effettuati. (Rif. pag. 146 All. A).

3.6 Vita utile, vita tecnica e coefficiente di durabilità

Categoria prevalente per il progetto: **IND-T**

Valori tipici afferenti alla categoria prevalente: U=5 anni T=20 anni tau=3.36

QUADRO 4: Sistema di misura

4.1 Strumentazione e modalità di misurazione

I dati di consumo relativi al coke da cokeria, al coke acquistato, al fossile alle tubiere e alla ghisa liquida prodotta, sono contabilizzati tramite l'utilizzo di celle di carico e tramogge pesatrici. I metodi e la strumentazione per determinare il materiale caricato in altoforno, sono meglio descritti al capitolo 9 della relazione allegata (pag. 148).

Tutte le strumentazioni utilizzate sono perfettamente funzionanti e rispondenti alle vigenti norme.

Il controllo e la registrazione dei dati di consumo con apposito programma software aziendale, viene effettuato istante per istante e viene continuamente monitorato dal personale addetto alla produzione.

La procedura che si intende utilizzare qualora ci fosse un improbabile malfunzionamento è la seguente: si utilizzerà il consumo orario precedente moltiplicandolo per le ore di malfunzionamento, tali dati saranno poi verificati anche con i contatori specifici di consumo dell'apposito programma di software aziendale.

La procedura che si intende adottare nel caso di perdita di dati rilevanti per il calcolo dei risparmi è la seguente:

lo stabilimento è dotato dei necessari strumenti informatici volti a garantire la Business Continuity. In questo modo è assicurata l'integrale e costante fruizione dei dati relativi alla produzione e ai consumi dell'altoforno.

4.2 Verifiche periodiche di funzionalità

La società giornalmente monitorizza su pc in continuo i consumi, mensilmente viene effettuata la verifica del corretto funzionamento delle pesatrici e degli strumenti di misura. Trimestralmente viene effettuata la verifica contabile dei consumi e delle produzioni anche con riferimento alle giacenze.

QUADRO 5: Documentazione

5.1 Documentazione da trasmettere

La documentazione che si propone di trasmettere sarà la seguente:

- file Appendice Risparmi, Stabilimento LUCCHINI Piombino, RISPARI 2009 ALTOFORNO", allegato a pag. 151 della relazione, contenente le tonnellate di ghisa liquida prodotta nell'area ghisa, il consumo espresso in kcal/kg (rif tee di tipo III), il risparmio in TEE ottenuto (rif tee di tipo III) rispetto al consumo di baseline, e l'indicazione quindi dei TEE richiesti di tipo 3.

Si veda come esempio il file riportato a pag. 151 della relazione allegata e relativo al risparmio del 2009.

5.2 Documentazione da conservare

La documentazione che si propone di conservare sarà la seguente:

- file indicato al punto 5.1 della presente proposta;

- copia della documentazione da contabilità industriale relativa alle tonnellate di ghisa liquida prodotta ed ai consumi dell'altoforno relativi alle kcal per chilogrammo di ghisa liquida prodotta per i consumi rif. tee tipo III (coke + fossile);

- copie delle fatture di acquisto coke e fossile.

- copia degli attestati di verifica per la comunicazione delle emissioni di gas effetto serra rilasciatoi dalle società autorizzate.

QUADRO 6: Valutazioni quantitative sui risparmi conseguibili

6.1 Risparmi netti previsti su base annua applicando gli algoritmi descritti al paragrafo 3.5

0 tep di energia elettrica, 0 tep di gas naturale, 16600 tep di altri combustibili (non per autotrazione)

6.2 Numero di Titoli di efficienza energetica di cui si prevede l'emissione su base annua

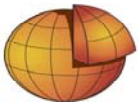
0 TEE di tipo I, 0 TEE di tipo II, 55776 TEE di tipo III

6.3 A soli fini statistici, è possibile specificare di seguito la stima dei risparmi energetici lordi annui di cui beneficia il cliente partecipante, qualora si ritenga che questi superino i risparmi netti indicati al precedente campo 6.1

0 tep di energia elettrica, 0 tep di gas naturale, 20000 tep di altri combustibili (non per autotrazione)

Valore stimato per il coefficiente di addizionalità: **83%**

Data di inoltro della richiesta: **23/11/2011**



OGGETTO: “Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino”

21 Novembre 2011



INDICE

<u>1. STORIA DELLO STABILIMENTO, CICLO PRODUTTIVO</u>	3
1.2 Aree produttive	5
1.3 La qualità	18
1.4 I laboratori	19
<u>2.. L'ELEMENTO FERRO</u>	21
<u>3. I MATERIALI</u>	32
3.1 Ghise	32
3.2 Guida per l'utilizzo della ghisa	41
3.3 Influenza degli elementi leganti	43
3.4 Classificazione degli acciai in base all'impiego	48
<u>4. GENERALITA' PRODUZIONE DA CICLO INTEGRALE</u>	54
4.1 Generalità	54
4.2 Produzione ghisa e acciaio al ciclo integrato	55
4.3 Il ciclo integrato	61
<u>5. PROGETTO ALTOFORNO LUCCHINI (Piombino)</u>	105
5.1 Le motivazioni	105
5.2 Gli interventi	107
<u>6. IL MERCATO DELLE EMISSIONI</u>	135
<u>7. PRESTAZIONI ENERGETICHE ALTIFORNI ITALIA</u>	141
<u>8. ALGORITMO PROPOSTO</u>	145
<u>9. MISURA DEL MATERIALE CARICATO IN ALTOFORNO</u>	148
<u>10. DATI DI CONSUMO</u>	150
- Appendice Risparmi	151

La Consul System s.r.l. è certificata ISO 9001: 2008 per l' EROGAZIONE DI
SERVIZI DI CONSULENZA ENERGETICA (E.S.Co.) ed in materia di
certificati bianchi, verdi ed emission trading.

La stesura del seguente documento è soggetta ad una procedura certificata.



1. STORIA DELLO STABILIMENTO, CICLO PRODUTTIVO

La nascita della siderurgia a Piombino risale ai tempi degli Etruschi: quasi tremila anni fa si costituirono, infatti le prime forme organizzate per la lavorazione del materiale ferroso proveniente dall'Isola d'Elba.

Il passo decisivo verso l'impostazione di un'industria siderurgica vera e propria fu compiuto comunque, a partire dalla seconda metà del secolo scorso. E' nel 1865, infatti, che viene installato a Piombino il primo stabilimento metallurgico "Le Officine Perseveranza", primo in Italia ad utilizzare il convertitore Bessemer.

La scelta di Piombino nasceva dalla vicinanza dei luoghi di approvvigionamento e dalla presenza di un porto naturale che facilitava lo scarico delle materie prime ed il carico dei prodotti.

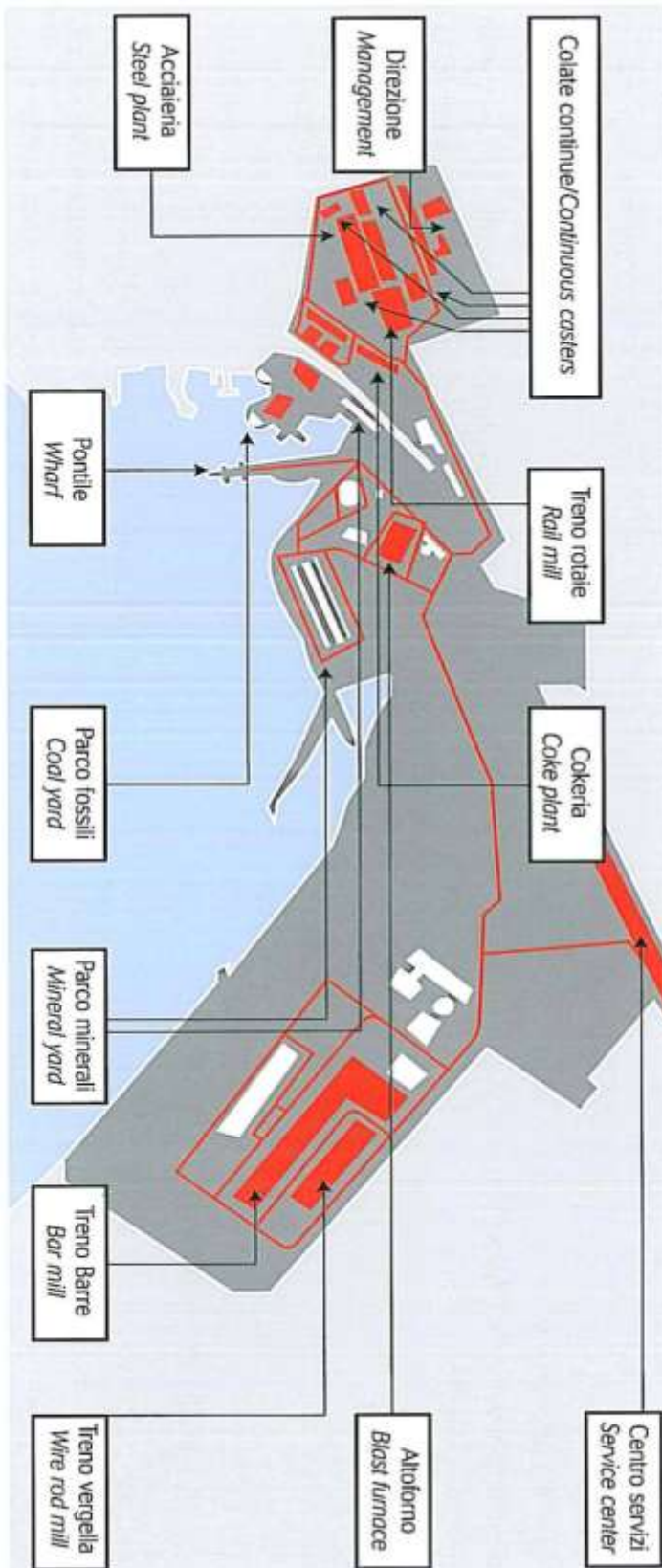
Già nel 1908 il grande complesso industriale rappresentava il primo stabilimento italiano a ciclo integrale per la fabbricazione dell'acciaio. Nel 1936, superata la crisi successiva alla prima guerra mondiale, lo stabilimento passò sotto il controllo dell'IRI e, nel 1937, venne inserito nella Finsider, società finanziaria creata per avviare i nuovi programmi di sviluppo della siderurgia italiana. Il nuovo piano di sviluppo iniziò nel 1937, ma nel 1943 l'attività di rinnovamento venne bloccata ed il controllo dello stabilimento passò alle autorità militari tedesche che, nel 1944, minarono e fecero saltare. Rimase solo la vecchia centrale elettrica che costituì poi la base per la ricostruzione.

In meno di 10 anni lo stabilimento riprese vita e nel 1961, a seguito della fusione societaria tra Ilva e Cornigliano in Italsider, occupava quasi seimila persone. Le vicende successive, sia dal punto di vista impiantistico che societario, furono svariate e articolate. Basti sapere che lo stabilimento rimase di proprietà statale fino al 12 Dicembre 1992, quando la società "Acciaierie e Ferrerie di Piombino" venne ceduta al gruppo Lucchini, sotto la cui proprietà venne completamente rinnovato.

Nel 2005 entra nella compagine azionaria come azionista di maggioranza il Gruppo Severstal, uno dei maggiori gruppi industriali russi, che acquisisce una partecipazione del 70%.



PIANTA DELLO STABILIMENTO





1.2. AREE PRODUTTIVE

L'attività si estende su una superficie di circa 6,7 milioni di mq, dei quali parte di proprietà e parte in concessione demaniale e si divide in diverse aree.

1.2.1 AREA COKERIA

Nella siderurgia italiana, la produzione di acciaio avviene essenzialmente con due metodi:

1. a ciclo integrato, dove l'acciaio è ottenuto per riduzione dei materiali di ferro;
2. ciclo a forno elettrico, dove l'acciaio è ottenuto per fusione dei rottami ferrosi.

Nello stabilimento di Piombino la produzione di acciaio è realizzata tramite il ciclo integrato, ottenuto con una serie di processi correlati tra loro, primo fra tutti la produzione di coke metallurgico, per passare poi alla produzione di ghisa ed acciaio con le relative colate continue.

Il processo di produzione del coke inizia con la preparazione della miscela, che deve essere realizzata con un mix idoneo di fossili, indispensabili per il processo di cokefazione e una granulometria adatta per produrre un coke di qualità per l'Altoforno, ovvero un coke che deve soddisfare funzioni molteplici:

- fabbisogno energetico;
- supporto meccanico;
- azione aerodinamica della carica;
- produzione di gas riducente.

La miscela realizzata è caricata all'interno dei forni con l'utilizzo di apposite macchine cariatrici che operano sul piano di carica della batteria. Il riempimento delle camere deve avvenire secondo una sequenza prestabilita in modo tale da perturbare nel minor modo possibile il regime termico della batteria. La fase successiva è la cokefazione del carbone, processo di trasformazione del fossile in carbone coke. La miscela caricata all'interno dei forni sottrae calore alle celle riscaldate da un complesso sistema di insufflaggio di aria e gas. La batteria 45 forni, attualmente in servizio nella cokeria di Piombino, è alimentata da



un gas composto o dallo stesso gas coke prodotto durante il processo di distillazione. Il gas composto è una miscela costituita da un determinato rapporto di gas d'Altoforno ($\approx 90\%$) e gas coke ($\approx 10\%$), tale da possedere un idoneo potere calorifico. Successivamente il gas attraverso dei bruciatori viene combusto con l'aria comburente producendo i fumi, questi ultimi evacuati tramite il camino.

I quantitativi di gas e di aria introdotti nella batteria sono i fattori principali che permettono di variare la temperatura delle celle e di conseguenza quella del carbone nei forni (ad una più alta temperatura corrisponde un minor tempo di distillazione e viceversa).

Per una corretta conduzione del sistema di riscaldamento, bisogna assicurare l'uniforme riscaldamento e la buona cottura del carbone lungo tutta la lunghezza e l'altezza del forno, la completa separazione del gas grezzo, un'alta efficienza dei forni e per ultimo, ma non meno importante, la minima quantità di emissioni nocive in atmosfera.

Durante la fase di cokefazione, in cui si ha lo stazionamento del carbon fossile all'interno delle celle per il tempo necessario alla distillazione, i gas prodotti vengono inviati al trattamento del gas di cokeria. In caso di anomalia il gas coke grezzo può essere combusto direttamente attraverso le torce presenti sul bariletto, elemento nel quale viene convogliato tutto il gas prodotto dalle singole celle. Al completamento della cokefazione, in un intervallo di tempo (16 – 24 ore) che varia in funzione del regime termico della batteria, si passa alla fase di sfornamento. Questa è ottenuta con l'ausilio di due macchine di servizio: sfornatrice e transfer car. La prima ha il compito di rimuovere il "salmone" dal forno con l'ausilio di un'asta sfornante, la seconda ha il compito di guidare il coke durante lo sfornamento in un carro e, nello stesso tempo, di aspirare i fumi prodotti che verranno successivamente trattati nell'impianto di aspirazione.

Il coke sfornato dalla cella di distillazione è raccolto in un carro di spegnimento, movimentato da un locomotore verso la torre di spegnimento ad umido. Per effetto dell'acqua versata, il coke subisce un drastico raffreddamento, passando da una temperatura di circa $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ad una temperatura prossima a quella ambiente. In questa fase parte dell'acqua versata viene recuperata previa decantazione del polverino di coke e riutilizzata nei cicli successivi di estinzione unitamente al reintegro della quota parte evaporata.

Il gas coke grezzo (che principalmente è costituito da idrogeno, metano, ossido di



carbonio, azoto, idrocarburi, ammoniaca) dopo il trattamento viene utilizzato come combustibile di recupero nelle varie utenze termiche di stabilimento, tra cui anche lo stesso riscaldamento delle batterie di forni a coke.

Dal sistema di trattamento del gas grezzo di cokeria sostanzialmente si ha la rimozione di catrame, che successivamente viene venduto per l'ottenimento di ulteriori sottoprodotti, dell'ammoniaca finalizzata a ridurre il tenore di composti azotati del gas e a prevenire effetti di corrosione delle tubazioni e della naftalina per evitare fenomeni di intasamento delle stesse. A questo punto il coke è pronto per essere caricato in altoforno insieme ai minerali per produrre ghisa liquida.

1.2.2 ALTOFORNO

L'impianto altoforno può essere immaginato come un grande reattore (che lavora in controcorrente) al cui interno si produce ghisa a partire da minerale ferroso.

L'altoforno è infatti caratterizzato da tre flussi principali:

1. caricamento dei materiali dalla parte alta (detta "bocca") del forno. I materiali in oggetto sono stoccati in molteplici sili nella Stock-House e sono di tre differenti tipologie:
 - coke: materiale che deve apportare il carbonio che bruciando (l'atmosfera all'interno di un altoforno è completamente riducente) apporta il calore necessario per le reazioni di riduzione degli ossidi di ferro fino a formare la ghisa, circa il 70% del coke utilizzato è prodotto dalla cokeria interna, mentre il rimanente è acquistato sul mercato ed approvvigionato tramite navi al porto dove avviene lo scarico.
 - ferrifero: materiale che apporta il ferro, principale costituente della ghisa, i materiali ferriferi sono di due tipi quali il calibrato (cioè sotto forma di pezzatura) e le pellets (materiale ridotto in forma sferoidale con diametro di circa 12 mm). Questi materiali provengono principalmente dal Canada, dal Brasile e dalla Russia.
 - fondenti: materiali quali olivina e calcare che sono utilizzati per regolare la

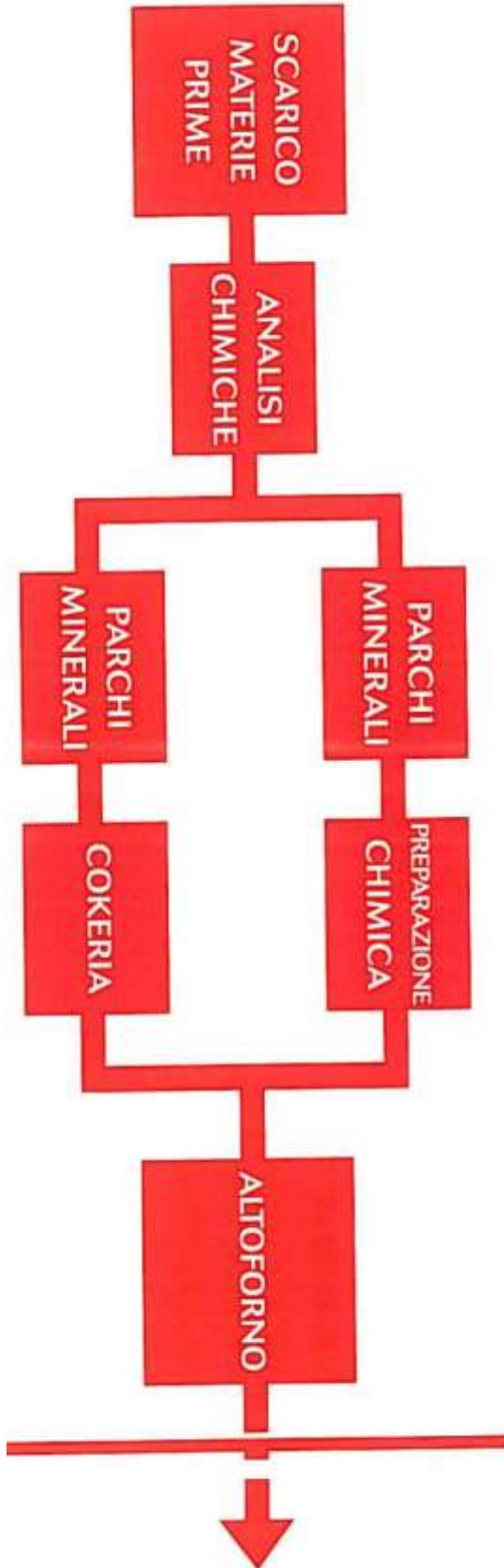


basicità della carica.

2. spillaggio della ghisa e della loppa. Il forno di Piombino ha due fori e normalmente si cola alternativamente dalle due parti. La ghisa viene raccolta in apposite canale refrattarie che la versano direttamente all'interno dei carro siluri diretti in acciaieria. Su ogni carro siluro riempito viene preso un campione della ghisa ed analizzato nel laboratorio sul campo di colata. L'analisi viene poi trasmessa in Acciaieria e Sala Controllo AFO. Le impurità della carica danno origine alla loppa (ossidi di calce, silice, alluminia e magnesio) che avendo un peso specifico inferiore, viene separata dalla ghisa tramite un sistema di sifone e canale trasversale.
3. sistema di soffiaggio vento: attraverso 30 ugelli viene soffiato all'interno del forno dell'aria preriscaldata a circa 1200 °C, arricchita con ossigeno e vapore, in modo da fornire l'ossigeno necessario affinché le reazioni di riduzione degli ossidi di ferro possano avvenire. Il gas prodotto, esce dalla bocca del forno all'interno di una tubazione e, dopo avere attraversato il sistema di depurazione gas ed un turbo espansore per la produzione di energia, viene immesso in rete, mandato alle Centrali di stabilimento e agli usi interni (cokeria e cowpers).



FABBRICAZIONE DELLA GHISA





1.2.3 AREA ACCIAIERIA

La ghisa liquida prodotta in altoforno viene portata in acciaieria con i carri siluro, versata in opportuni contenitori (siviere ghisa) e, se necessario, sottoposta al trattamento di desolforazione.

La ghisa costituisce l' 85% della carica dei convertitori, che sono gli impianti in cui avviene la trasformazione della stessa in acciaio. La restante parte della carica è costituita dal rottame.

Il processo di conversione si può riassumere in 4 fasi:

- 1) **Fase di carica:** caricamento del rottame e della ghisa nel convertitore.
- 2) **Fase di soffiaggio:** una lancia verticale, posizionata ad una certa altezza dal bagno, soffia ossigeno che brucia il carbonio contenuto nella ghisa (circa 4,5%) fino all'ottenimento dell'acciaio (C circa 0,05%. Durante tale processo si verifica la formazione di monossido di carbonio, successivamente recuperato).
- 3) **Fase di messa a punto:** è il primo passo per l'ottenimento dell'analisi chimica desiderata.
- 4) **Fase di spillaggio:** l'acciaio ottenuto viene versato in un contenitore (la siviera) per le successive lavorazioni. In questa fase si effettua l'aggiunta delle ferroleghie. La siviera riempita di acciaio procede il suo percorso verso gli impianti LF, dove l'acciaio viene messo a punto definitivamente sia in termini di composizione chimica che in termini di temperatura.

Per alcune marche di acciaio, generalmente destinate ad impieghi particolarmente critici (es. settore automobilistico) può essere previsto un ulteriore trattamento, il degasaggio sotto vuoto, che ha lo scopo di ridurre il contenuto di gas (ad es. idrogeno) presente nel liquido e di aumentarne la pulizia.

A questo punto si procede all'invio della siviera in colata continua, che costituisce la fase finale del ciclo acciaieria. E' qui infatti che avviene la trasformazione dell'acciaio liquido in solido, sottoforma di semiprodotto (blumi, billette o bramme) destinati direttamente alla vendita o utilizzati negli impianti interni di laminazione.

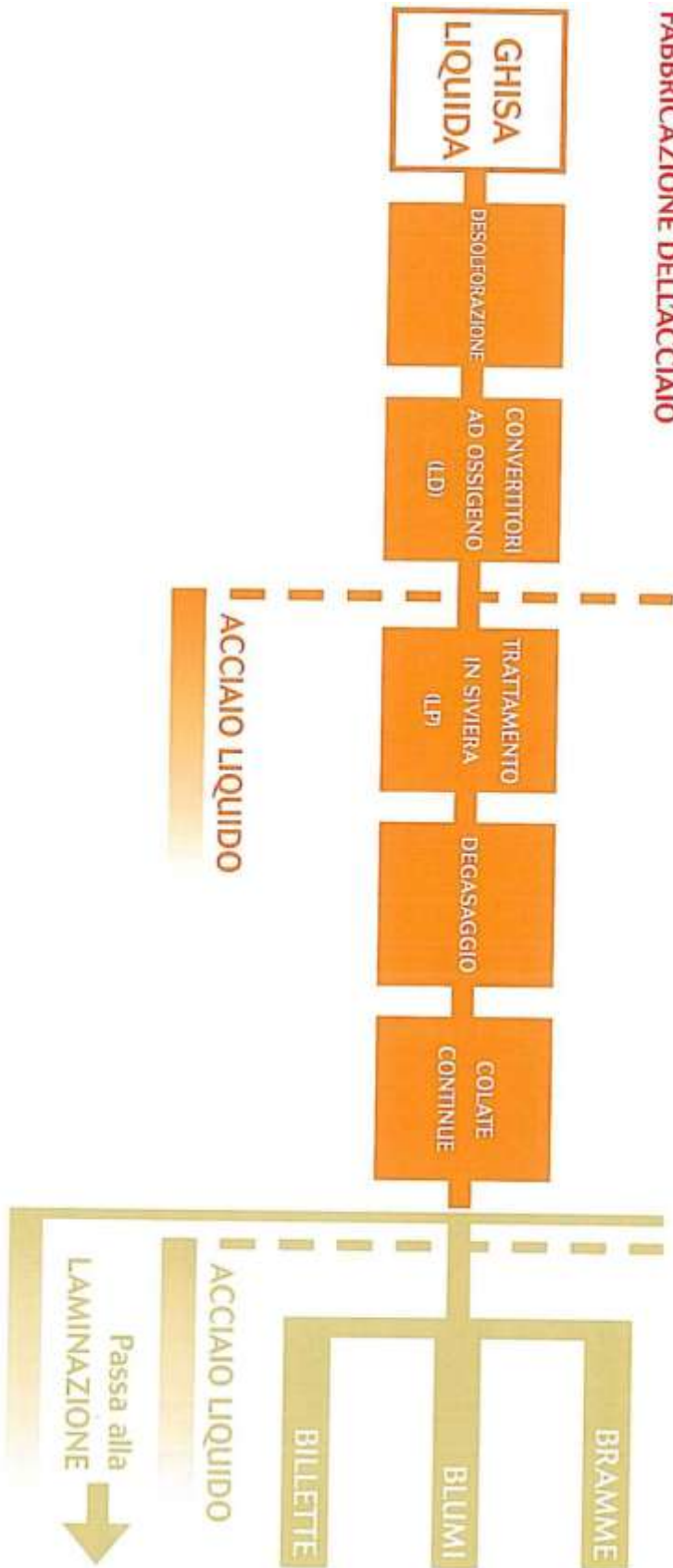


Gli impianti di acciaieria sono dunque:

- 3 convertitori LD –LBE;
- 1 postazione di desolforazione ghisa;
- 4 impianti Ladle Fornace (LF);
- 2 impianti di degasaggio;
- 4 macchine di colata continua (CCO): la CC1B con 1 linea a bramme, la CC2 a 6 linee a billette (a getto libero – scaricatori sommersi), la CC3 a 4 linee a blumi e billette a la CC4 a 4 linee a billette.



FABBRICAZIONE DELL'ACCIAIO





1.2.4 LA LAMINAZIONE

Mentre le bramme costituiscono un semilavorato già pronto per la spedizione, i blumi e le billette d'acciaio vanno ad alimentare i laminatoi, denominati "treni". I blumi transitano in un unico forno di riscaldamento che porta a due treni differenti.

TPP (Treni Primari e Profilati)

La linea di produzione a rotaie a Piombino nasce intorno ai primi anni del secolo (1908), subisce pesanti bombardamenti durante la seconda guerra mondiale, riparte a pieno regime nel 1946 per rimanere nel 1956 l'unico produttore di rotaie in Italia.

L'attuale impianto, che comprende una linea a rotaie (RTL) e una linea per tondi e quadri di grossa sezione (TSB), è dotato di forno di riscaldamento a gas metano e di un preparatore (BBL) comune tra le due linee che da lì in poi sono costituite da due impianti di laminazione distinti con gabbie duo reversibili.

La linea a rotaie produce profili da 27 kg/m a 70 kg/m di lunghezza fino a 108 metri.

Il processo di laminazione dura circa 9 minuti ed è costituito da 14 riduzioni di sezione in 4 gabbie di laminazione diverse, al termine la rotaia viene depositata sul letto di raffreddamento dove passa da oltre 900 gradi ai 60 gradi massimo e viene sottoposta al processo di raddrizzo.

Dopo questa fase si procede all'esame a ultrasuoni e a correnti indotte per verificare l'assenza di difetti interni e superficiali sul prodotto, quindi si esegue un taglio a misura e l'eventuale foratura dell'estremità. A questo punto il prodotto è finito e pronto per la spedizione.

A valle del taglio a misura si effettua il collaudo di tutta la produzione su di un piano che ribalta le rotaie in modo che il collaudatore possa controllarle su tutta la superficie.

Alcune produzioni via nave di rotaie estremamente corte (es. 18m) vengono tagliate in un impianto diverso dal TPP, chiamato CSE, per evitare che una eccessiva mole di operazioni di finitura condizioni la produttività dell'impianto di laminazione.

Le rotaie vengono prodotte per il mercato ferroviario nazionale per circa il 40% del volume annuale, il rimanente si divide in mercato estero europeo (spedizioni prevalentemente via



treno) e mercato estero extraeuropeo (spedizioni esclusivamente via nave).

La laminazione di tondi e quadri è per sua natura molto meno delicata e problematica della laminazione di profilati complessi come le rotaie, per cui questo impianto è estremamente più semplice del treno rotaie.

I prodotti di questo laminatoio (quadri da 110 a 170 mm e tondi da Ø 115 a Ø 220) sono la materia prima per industrie meccaniche che costruiscono componenti anche per il settore automobilistico.

Treno TMP

Il Treno TMP produce barre tonde da 38 a 125 mm di diametro e quadre da 40 a 100 mm di lato. Gli acciai laminati al TMP sono principalmente acciai da bonifica e da cementazione, bi e trilegati, acciai per cuscinetto, per trattoristica e acciai automatici.

Il forno di riscaldamento delle billette ad infornamento frontale e sfornamento laterale è del tipo a spinta ed attualmente riscalda billette di dimensioni 170 X 170 mm (sbozzate al TSB da billetta 320 X 320 mm) e billetta 200 X 200 (provenienti direttamente dalla colata continua).

Le billette, appena estratte dal forno, dopo il riscaldamento, subiscono un processo di discagliatura, ovvero di asportazione dello strato di ossido per mezzo di getti d'acqua a 200 bar. Le billette, che hanno raggiunto una temperatura di circa 1180 °C, alimentano il treno di laminazione, composto da una serie di 20 gabbie orizzontali e verticali poste in linea, intervallate da cesoie per la spuntatura delle barre durante la laminazione. Il numero di gabbie effettivamente in presa durante la laminazione aumenta con il diminuire della sezione finale del laminatoio. Per laminare, ad esempio, il tondo da 125 mm occorrono 6 sole gabbie in presa (le altre sono escluse o fungono da trascinatori), mentre il tondo 38 scaturisce da una riduzione di sezione molto più spinta per cui ha bisogno di 16 gabbie in presa.

Un misuratore di profilo automatico posto in uscita dal treno di laminazione tiene sempre sotto controllo la dimensione del prodotto laminato, fornendo agli operatori la dimensione reale del prodotto e le tolleranze dello stesso.

La gestione operativa dell'impianto viene effettuata da tre pulpiti di manovra, uno per la



zona forno, uno per il treno di laminazione ed uno per la conduzione delle placche di raffreddamento.

Una placca di raffreddamento a doppio letto di raccolta permette di raffreddare le barre prodotte in maniera controllata, grazie a delle placche coibentanti di acciaio inox, per poi inviarle nell'area di taglio/confezionamento successiva, dove le barre vengono tagliate alla misura richiesta dal cliente per mezzo di seghe rotative. Un sistema di tracking di area fornisce in tempo reale agli operatori delle varie postazioni i dati tecnici e le caratteristiche stabilite in ogni lotto. Le barre così ridotte vengono impacchettate e pesate, infine legate con reggia metallica per mezzo di macchine automatiche. I pacchi così formati vengono cartellinati, controllati e prelevati da carroponete magnetici che li depositano a magazzino.

Di qui una parte del materiale ("all'ordine") è già pronta per essere spedita, un'altra parte, mediamente il 50%, verrà trasportata alle Linee di Finitura dell'FMP per subire ulteriori lavorazioni di raddrizzo, rullatura, sabbiatura, bisellatura, ispezione con gli ultrasuoni e spettroscopia.

Treno TVE

Il Treno TVE produce filo in acciaio avvolto in aspi (comunemente detto vergella) con sezione variabile da diametro 5,5 a 17 mm.

Gli acciai laminati al TVE sono principalmente:

- acciai per bulloneria;
- acciaio di qualità per stampaggio;
- acciai alto carbonio;
- acciai per molle;
- acciai per filo saldante.

Il forno di riscaldamento è del tipo a longheroni mobili e riscalda billette di dimensione 140 X 140mm e lunghezza da 10 a 16 m provenienti direttamente dalla colata continua.

Le billette, che hanno raggiunto una temperatura di circa 1150 °C, alimentano il treno di laminazione a 2 linee, composto da una serie di 26 gabbie disposte su 4 sezioni:



- sezione sbozzatore gabbie 0 ÷ 5;
- sezione I intermedio gabbie 6 ÷ 11;
- sezione II intermedio gabbie 12 ÷ 15;
- blocco finitore gabbie 16 ÷ 25.

Le sezioni sbozzatore – I intermedio sono comuni alle due linee, mentre le sezioni II intermedio - blocco finitore sono distinte.

Tutti i profili prodotti dal TVE subiscono dei passaggi di laminazione all'interno del Blocco Finitore. Il numero di gabbie del Blocco effettivamente in presa durante la laminazione aumenta con il diminuire della sezione finale del laminatoio.

All'uscita del Blocco Finitore vi sono dei Box di raffreddamento ad acqua che hanno lo scopo di abbattere la temperatura del laminatoio e prepararlo all'ingresso dello Stelmor dove inizia il raffreddamento controllato.

Un misuratore di profilo automatico posto tra il II ed il III Box di raffreddamento tiene costantemente sotto controllo la dimensione del prodotto laminato, fornendo agli operatori la dimensione reale del prodotto e le tolleranze dello stesso.

La gestione operativa dell'impianto viene effettuata da tre pulpiti di manovra, uno per la zona forno, uno per il treno di laminazione ed uno per la conduzione del tappeto di raffreddamento.

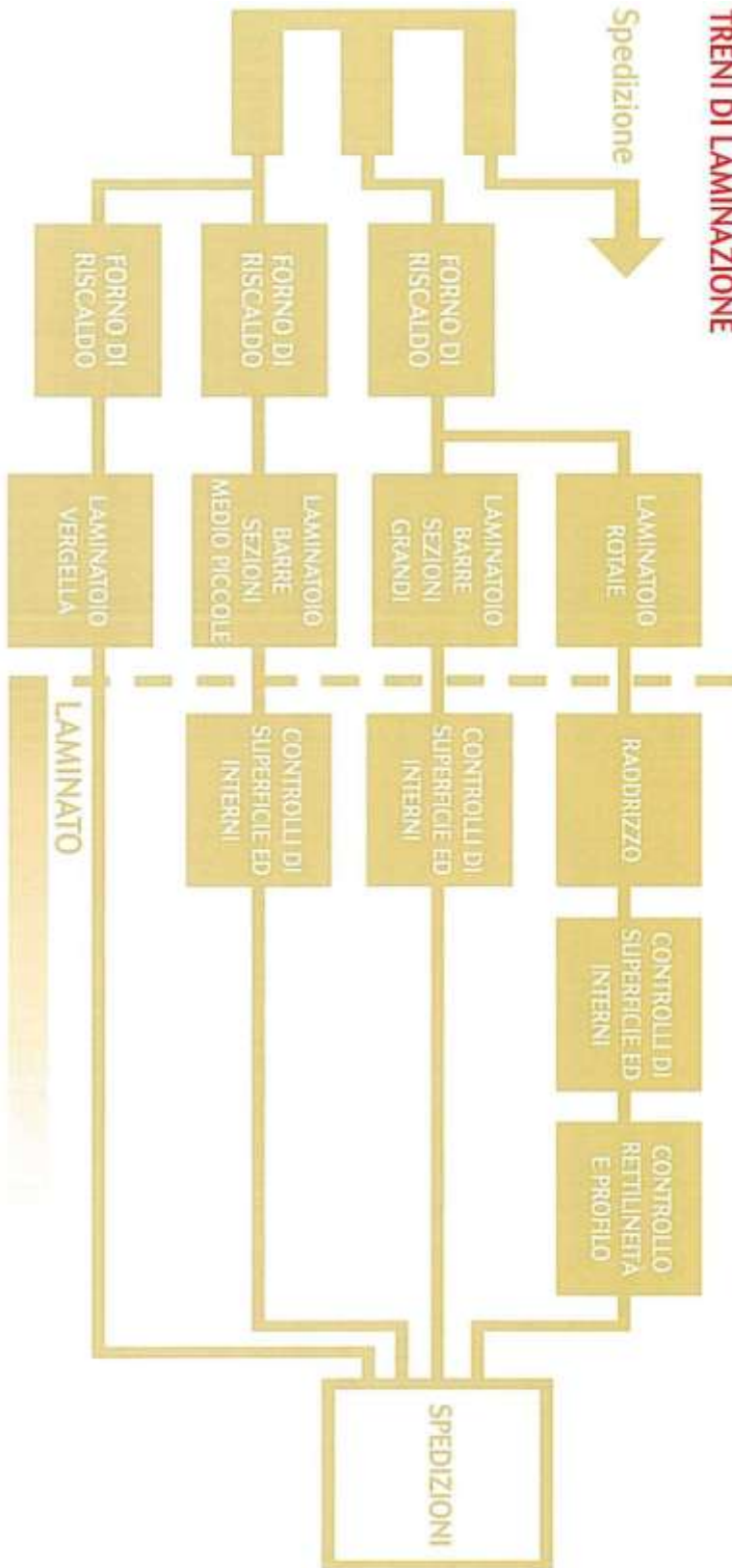
Due tappeti di raffreddamento Stelmor permettono di raffreddare la vergella in maniera controllata, grazie a delle cappe coibentanti che possono stare o aperte o chiuse, unite a dei ventilatori per poter avere trattamenti termici variabili da coibentato a convezione forzata.

Successivamente la vergella arriva ad una gancera dove i rotoli vengono bonificati, pressati, legati, pesati, cartellinati, controllati ed infine prelevati da carri-ponte magnetici che li depositano a magazzino pronti per essere spediti.



TRENI DI LAMINAZIONE

Spedizione





1.3. LA QUALITA'

“Qualità” per Lucchini vuol dire soddisfare tutte le esigenze di tutti i clienti, anche quelli più sofisticati. Al centro dei pensieri delle azioni c'è il cliente, grande o piccolo che sia, al quale va garantita stabilità delle prestazioni nel tempo, affidabilità dei prodotti e più in generale garanzie di miglioramento continuo.

Per arrivare a questi risultati il gruppo Lucchini, che è interamente certificato UNI EN ISO 9001 2000, si è reso protagonista di una massiccia trasformazione organizzativa e tecnologica che lo ha portato da realtà industriale “*product oriented*”, a realtà “*market oriented*”. L'attenzione viene rivolta sul sistema produttivo, all'interno del quale sono costantemente monitorati i parametri di processo orientati in modo da garantire la centralità dei bisogni del cliente, e sui clienti stessi ai quali il gruppo è in grado di offrire costantemente una caratterizzazione dei prodotti.

L'attenzione rivolta ai clienti si sviluppa così in tre fasi:

- **prevendita**; con cui si acquistano norme di riferimento, processi di fabbricazione, organizzazione logistica e impiego finale del prodotto, comunicando come avviene la fabbricazione dell'acciaio che il cliente acquista e come si può sostenere il lavoro e che ha come obiettivo quello di comprendere le esigenze dell'interlocutore, anche quelle meno visibili, valutando la possibilità di costruire un prodotto/servizio adattandolo alle sue esigenze;
- **fornitura**;
- **post vendita**; rilevando le performance del prodotto, l'evoluzione prevedibile degli impianti del cliente, comunicandogli progetti di miglioramento qualitativi e tecnologici, prevedendone le esigenze future, migliorando costantemente sia il prodotto che il servizio che viene fornito e sostenendo il cliente nella messa a punto del suo prodotto.

Per il gruppo “qualità” è: definizione delle regole di lavoro, rispetto di queste regole e rigoroso controllo del loro rispetto.



1.4. I LABORATORI

Lo stabilimento dispone di laboratori completamente attrezzati per la determinazione della composizione chimica degli acciai e dei materiali utilizzati nel ciclo produttivo, per l'esecuzione di prove meccaniche (trazione, resilienza, piegamento, durezza superficiale, temprabilità Jominy), di esami macro e micro strutturali.

Laboratorio centrale per le analisi metallografiche

Per quanto concerne l'analisi metallografica dei metalli, il laboratorio centrale di Piombino esegue sia le prove normalmente previste per la certificazione del prodotto, sia le prove richieste specificatamente dai clienti.

Le prove, laddove la normativa lo consente, sono effettuate sul materiale fucinato. Disponendo di due presse verticali attrezzate di maglio, infatti, lo stabilimento ha la possibilità di preparare i campioni di prova da materiale ottenuto mediante fucinatura.

Possono inoltre essere effettuate ulteriori prove prelevando dei campioni direttamente dal prodotto finito.

Laboratorio centrale per le prove meccaniche

Il laboratorio centrale dello stabilimento di Piombino è in grado di effettuare tutte le prove meccaniche per la caratterizzazione del prodotto acciaio.

Laboratorio centrale per le prove chimiche

Per quanto riguarda l'analisi chimica dei materiali, il laboratorio centrale è dotato di numerosi strumenti e apparecchiature che consentono varie tipologie di analisi quali:

- quantometrica;
- a raggi X;
- al plasma;
- ad assorbimento atomico.

Laboratorio del TVE per le prove su vergella

Questo laboratorio si occupa della caratterizzazione dal punto di vista sia meccanico sia



metallografico della vergella.

Laboratorio campionamento materie prime e laboratorio tecnologico

Si tratta di due laboratori di supporto all'area ghisa (Cokeria ed Altoforno) per la caratterizzazione e la verifica della qualità delle materie prime. Nel laboratorio campionamento materie prime si effettua la rilevazione dell'umidità, la granulometria e la prova a freddo di resistenza all'abrasione.

Si preparano inoltre i provini per effettuare la determinazione chimica analitica per il laboratorio chimico centrale. Nel laboratorio tecnologico si svolgono prove di compressione a freddo ed a caldo; test di risonanza, rigonfiamento, RDI e di decrepitazione; prove di fluidità, dilatazione macinabilità, petrografia sui carboni fossili ed il CSR sul coke.

Nelle strategie della società è considerata particolarmente significativa l'attività di assistenza post-vendita che assicura ai clienti consulenza tecnica, invio di documentazione, visite alle unità produttive.

Le informazioni sui reclami, sui difetti rilevati dai clienti e sulle esigenze ed aspettative del mercato sono costantemente tenute in considerazione per la progettazione di nuovi prodotti ed il miglioramento degli stessi per l'adozione di eventuali azioni correttive sui processi e per la formulazione di suggerimenti al cliente sul miglior utilizzo del materiale.

Il Sistema Qualità della società è sottoposto a verifiche periodiche interne effettuate da personale dipendente opportunamente qualificato, a verifiche esterne affidate ad organismi di certificazione e a valutazione da parte dei clienti.



2. L'ELEMENTO FERRO

2.1 Origine

Il ferro è il quarto elemento in ordine di abbondanza, costituisce il 5.1% della crosta terrestre ed è contenuto in quantità variabile in quasi tutte le rocce della litosfera. Il ferro allo stato elementare si trova sulla terra nelle meteoriti (sideroliti) di origine extratellurica e come corpo del nucleo terrestre, di solito accompagnato da altri metalli in lega (nickel e cobalto).

Il ferro nativo di origine terrestre è piuttosto raro: masse di varia entità vennero scoperte in alcune località della Groenlandia occidentale (Ovifak, Isola Disko). Questo Fe nativo contiene un certo tenore (1-2 %) di cobalto e si è formato per riduzione degli ossidi ferrosi presenti in un magma basaltico durante la sua ascesa attraverso dei banchi di carbone (lignite). Altri ritrovamenti di ferro nativo si hanno a Bühl (Kassel, Germania) e in Alvernia (Francia).

I minerali utili nell'estrazione del ferro sono soprattutto gli ossidi: ematite (Fe_2O_3), magnetite (Fe_3O_4), limonite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ed il carbonato (FeCO_3). Non meno importanti sono i solfuri: pirite (FeS), marcasite e pirrotina. Giacimenti importanti di magnetite ed ematite si trovano in Svezia, negli Urali centrali, negli USA Appalachi e Grandi laghi, nel Nord-Est della Cina, in Canada Ontario, in India, in Sud Africa e in Venezuela con una distribuzione piuttosto diffusa.

2.2 Proprietà fisiche

Il ferro è un metallo bianco splendente, duttile e malleabile, è ferromagnetico a bassa temperatura e tipicamente polimorfo: esistono cioè delle forme allotropiche, stabili entro determinati intervalli di temperatura, denominate "alpha", ("beta"), "gamma" e "delta".

La forma "alpha", ferromagnetica, è stabile dalla temperatura ambiente fino a $760\text{ }^\circ\text{C}$ (temperatura di transizione, detta "di Curie") al di sopra della quale, pur mantenendo la stessa struttura "alpha", perde la caratteristica della magnetizzazione permanente. Perciò per un certo tempo, nei primi anni del '900, questa forma "alpha" non-ferromagnetica venne definita come forma "beta", stabile fino a $910\text{ }^\circ\text{C}$. Da questa temperatura fino a $1400\text{ }^\circ\text{C}$ è stabile la forma "gamma" che si trasforma nella forma "delta" stabile, a sua



volta, fino al punto di fusione a 1535 °C. Il ferro liquido sussiste alla pressione di 1 atmosfera fino a 2862 °C che rappresenta la temperatura di ebollizione.

Il ferro è un metallo molto reattivo, tuttavia a freddo non reagisce né con l'aria secca né con l'acqua disareata. La presenza di ossigeno e acqua, però, specialmente in presenza di acido carbonico (anidride carbonica sciolta in acqua), porta alla formazione dell'ossido ferrico idrato (ruggine) la cui formula generica è $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Il numero "n" di molecole d'acqua è variabile e dipende dalle condizioni di formazione dell'idrato, cioè dalle condizioni con cui precipita in fase solida.

Solitamente il precipitato si rappresenta come $\text{Fe}(\text{OH})_3$, idrossido ferrico, la cui solubilità è estremamente bassa ($K_{ps} = 4 \times 10^{-38}$). Questo precipitato si scioglie in una soluzione fortemente acida ma non in una basica e proprio ciò consente di effettuare il processo Bayer di separazione dell'ossido di alluminio (allumina) dagli ossidi di ferro ferrico mediante un bagno fortemente basico in cui sono trattate le miscele dei due ossidi, note come "bauxiti".

Il ferro è solubile in tutti gli acidi e la dissoluzione è accompagnata dallo svolgimento di idrogeno e dalla formazione di sali "ferrosi" o "ferrici", a seconda della natura ossidante dell'acido (es. acido nitrico) e della presenza di ossigeno che determina un'ossidazione piuttosto lenta.

Il ferro è resistente alle soluzioni basiche (alcaline) concentrate e alle alte temperature, anche in presenza di ossidanti.

Il ferro gioca un ruolo fondamentale nella chimica delle molecole biologiche, basti citare per tutte il suo ruolo nell'emoglobina trasportatrice di ossigeno.

2.3 Il ferro metallico

Il ferro forma leghe con quasi tutti gli altri metalli e con alcuni elementi "non-metallici" come carbonio ed azoto. Le leghe "ferro-carbonio" hanno costituito il campo di studio più approfondito della metallurgia e sono state il modello per gran parte delle ricerche in campo metallurgico contemporaneo.

Le leghe ferro-carbonio sono dette "ghise" ed "acciai" a seconda del tenore di carbonio presente nella lega. Sono detti "acciai" le leghe che contengono al massimo 1.7 % di carbonio. Sono dette "ghise" le leghe con tenori di carbonio dal 2.0 % al 4.0 %. Acciai e ghise speciali possono contenere anche elevate quantità di altri elementi che costituiscono



il complemento al ferro nella composizione complessiva. Se il ferro supera il 50 % in peso della lega, questa può essere considerata una "lega ferrosa", viceversa, se il ferro scende sotto il 50 %, non si parla più di leghe ferrose ma di leghe denominate sulla base dell'elemento dominante: per es. di nickel, di cromo, cobalto ecc. Le leghe "non-ferrose" sono, invece, quelle basate su altri elementi in concentrazioni tali che il ferro, se presente, lo è come impurezza più o meno controllata.

2.4 Cenni storici sull'evoluzione tecnologica dell'acciaio

Anche volendo trattare solo in breve la storia dell' acciaio, si devono citare quelle antiche popolazioni che per prime apprezzarono il ferro, che dell' acciaio è il primo e più importante componente. Già verso il 4000 a.C., Assiri, Babilonesi ed Egiziani potevano utilizzare questo strano metallo che si trovava in alcune meteoriti, cadute sul suolo terrestre, ricavandone piccoli oggetti quali fibbie, spille e decorazioni varie. Solo parecchi secoli dopo, intorno al 1500 a.C., gli Ittiti si accorsero di poter ottenere il nuovo metallo da alcuni minerali molto abbondanti in natura, modificando appena i metodi fino allora utilizzati per produrre rame e bronzo.

Ben presto Persiani, Cinesi ed Indiani adottarono a loro volta tecniche simili. Nel periodo storico che va tra il 1000 a.C. fino all' Era Cristiana, i Fenici, i Greci, gli Etruschi, i Cartaginesi ed infine i Romani seppero far progredire ulteriormente l' arte di estrarre il ferro dai minerali, tanto che ai tempi dell' Impero questo metallo era diventato di uso comune. Così, gradualmente, i popoli d' Europa scoprirono i vantaggi degli strumenti in ferro, la cui produzione iniziava a diffondersi capillarmente.

I primi forni usati per il trattamento del minerale (a partire dal 1500 a.C.) furono detti "bassifuochi".

Essi consistevano essenzialmente in focolari ricavati nel terreno entro cui erano introdotti i minerali di ferro alternati a strati di legna o di carbone di legna. Alla base del focolare veniva praticata un' apertura attraverso la quale era possibile ottenere il tiraggio naturale che permetteva la combustione necessaria per produrre il calore ed i gas che servivano al processo chimico di riduzione degli ossidi di ferro al metallo vero e proprio. Questo veniva estratto sotto forma di blocchi ed ammassi spugnosi. Questo materiale, assorbendo piccole quantità di carbonio dal combustibile, poteva già definirsi acciaio. La tecnica di produzione dell' acciaio migliorò ben poco durante il primo Medio Evo, tuttavia in quel periodo si iniziarono a costruire focolari non più scavati nel terreno, ma sviluppati verso l'



alto con muri di pietra.

Un significativo progresso ebbe luogo intorno all' anno 1000 d.C. in Germania ed in Austria: fu la comparsa dei primi "Stuckofen", che erano fornaci alte fino a 5 metri da cui poteva anche essere ottenuta ghisa liquida, oltre che i soliti blocchi spugnosi di acciaio. Lo sviluppo ulteriore condusse, attraverso miglioramenti e modifiche dimensionali, alla prima bozza di altoforno, comparso in Inghilterra intorno al 1500. Si può indicare invece il 1730 come data del primo vero e proprio altoforno, sempre in Inghilterra, dove per la prima volta fu usato il carbone come combustibile (figura 1a) al posto del legno.

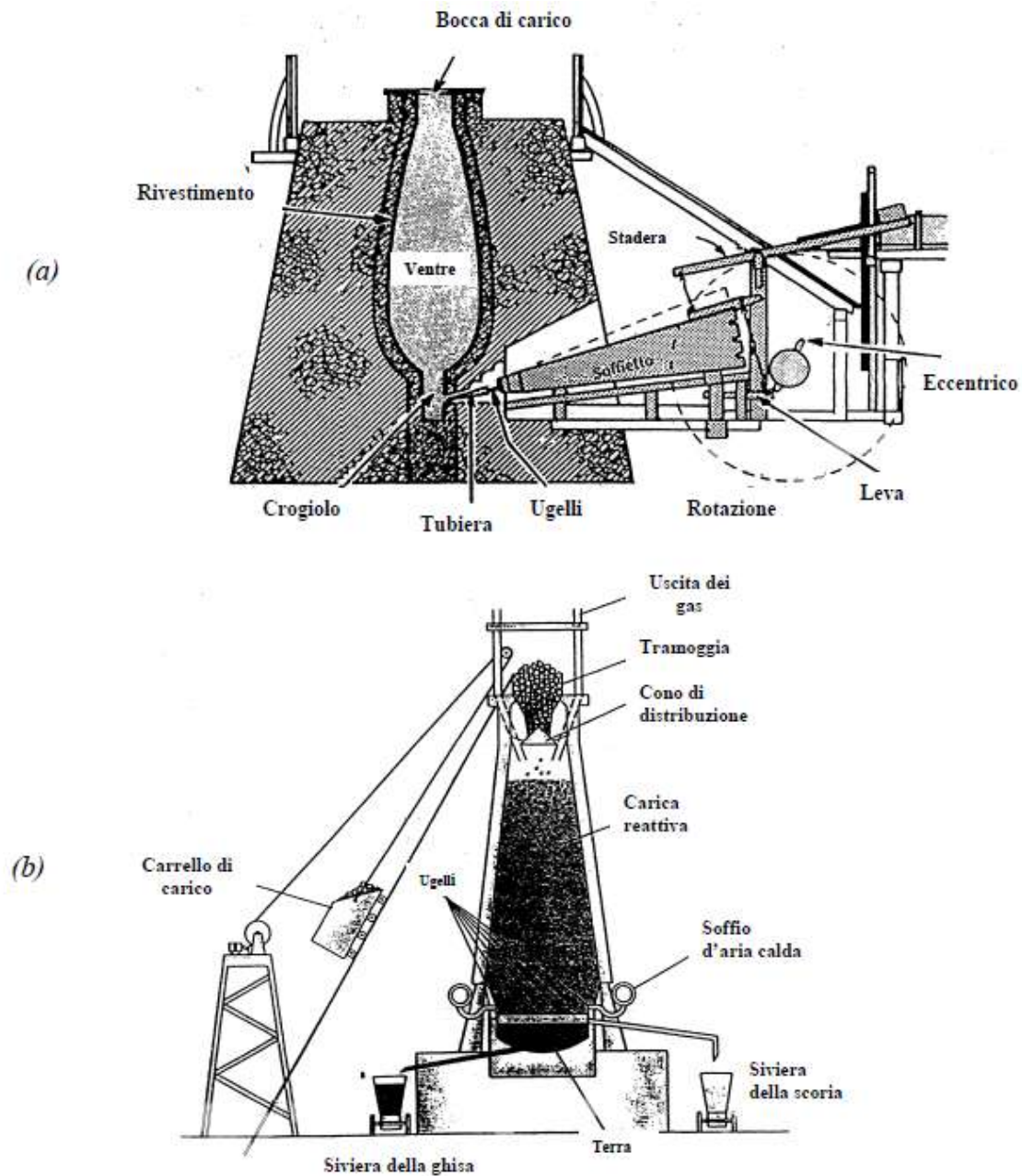


Fig. 1 (a) Schema di un altoforno del XVIII° realizzato in Inghilterra.
(b) Schema di un altoforno moderno. E' analogo a quello precedente salvo per le dimensioni e le automazioni del processo.



Tuttavia, il risultato raggiunto nell' aumentare la capacità produttiva mediante la costruzione degli altoforni era penalizzato dal fatto che le alte temperature raggiunte con l' uso del carbone conducevano alla produzione di ghisa liquida, cioè ferro contenente elevati quantitativi di carbonio (oltre il 2 %) e di altri elementi indesiderati, quali fosforo, zolfo e silicio. Gli anni successivi, fino alla metà del 1800, furono tutti dedicati a risolvere il problema di ridurre il carbonio e gli altri elementi in quanto le ghise, una volta solidificate, risultavano molto fragili e poco lavorabili.

La metallurgia del ferro è molto complessa. Se osservata tenendo presenti le temperature raggiunte nel corso dei secoli nei forni di riduzione degli ossidi di ferro, si nota che all'inizio fu prodotta una lega, allo stato solido, costituita da una spugna di ferro a basso tenore di carbonio facilmente lavorabile (ferro fucinato), mentre dal XIV secolo, quando la temperatura del forno superò i 1150°C, si ebbe la ghisa liquida.

Nel 1700 ci si rese conto della variazione delle proprietà delle leghe di ferro ottenuta con le lavorazioni (fucinatura, forgiatura) e lo sviluppo delle conoscenze chimiche fece associare queste proprietà al tenore ed al tipo di carbonio contenuto nel ferro: carbonio libero (grafite) e carbonio legato (carburi di ferro, cementite) che potevano essere messi in evidenza con l'attacco degli acidi sulle leghe.

La prima soluzione industriale del problema, pur sempre molto laboriosa, fu adottata nel 1766 nel Galles e fu la puddellazione (puddling) che consisteva nel caricare i getti di ghisa in speciali contenitori posti in forni a riverbero, usando carbone come combustibile. In questo modo si arrivò a produrre acciaio allo stato pastoso, semi-fuso, che poteva essere separato e solidificato. La tecnica porta il nome di "puddling" perchè lo stato fisico dell'acciaio prodotto ricalca il concetto di "pudding" cioè di massa pastosa. Gli elementi indesiderati venivano eliminati con la scoria che si separava dal metallo fuso e poteva essere rimossa con operazioni meccaniche di laminazione. La tecnica prevedeva delle varianti "a secco" e "a fluido" per cui lo stato dell'acciaio "puddellato" era più o meno liquido prima di essere lavorato per l'espulsione della scoria. Nel 1851, un americano, William Kelly, si isolò in una località del Kentucky per condurre in segreto una serie di esperimenti che gli consentirono di produrre l'acciaio direttamente dalla ghisa liquida, avendo egli intuito che per ridurre il contenuto di carbonio nella ghisa sarebbe stato sufficiente bruciarlo insufflando dell'aria nella massa fusa o semifusa. Raggiunse dei risultati riproducibili nel 1854 ma quella di Kelly sembrò un'impresa impossibile. Anche a causa del



tipo di cultura e di economia vigenti nell'America di quegli anni, egli non riuscì a comunicare la propria scoperta all'ambiente industriale.

Viceversa, diverso era l'ambiente culturale ed industriale dell'Inghilterra dove, nel 1856, l'inglese H. Bessemer brevettò un procedimento di produzione dell'acciaio da ghisa liquida utilizzando un forno rivestito di refrattario siliceo (acido) con il fondo forato, in modo da potervi soffiare aria in pressione e provocare in breve tempo la riduzione del contenuto di carbonio. Lo stesso procedimento era stato pensato dall'Americano Kelly.

Dopo varie vicissitudini necessarie ad aggiustare il processo, nel 1875 l'inglese S.G. Thomas, modificando il rivestimento refrattario da acido (silice) a basico (calce e dolomite), rese possibile l'applicazione del processo Bessemer anche alle ghise ad alto contenuto di fosforo. Gli ossidi di calcio e magnesio (ossidi basici forti) potevano reagire con l'anidride fosforica (ossido acido) ed estrarre il fosforo dal metallo.

E' interessante rilevare che nel 1857 Bessemer ebbe dei proficui contatti con gli ambienti industriali americani che avevano iniziato la costruzione delle ferrovie per favorire lo spostamento delle merci nel vasto continente interno. L'industriale americano Andrew Carnegie, appartenente ad una famiglia scozzese di imprenditori tessili emigrati nello stato di New York, acquistò il brevetto di Bessemer ed avviò la Carnegie Steel Corporation che produsse l'acciaio per le ferrovie dando l'avvio alla potenza industriale americana del XX secolo. Andrew Carnegie divenne ben presto uno dei più influenti e facoltosi imprenditori degli Stati Uniti. Nel 1900 si ritirò dall'attività industriale, ritornò in Scozia dopo aver fatto costruire, come segno della propria riconoscenza, un grande teatro a New York, la Carnegie Hall, ed avviato altre importanti attività filantropiche.

Contemporaneamente, in Inghilterra, la ricerca sui modi di produrre l'acciaio continuava e nel 1858 K.W. Siemens, tecnologo tedesco naturalizzato inglese, costruì un primo forno sperimentale del tipo a "focolare aperto" con recupero di calore, che consisteva principalmente in un crogiolo poco profondo di refrattario, detto "suola", incluso in un ambiente coperto da una volta "a vela" molto bombata, che permetteva ai gas e alla fiamma di riscaldamento di lambirne la superficie ed aumentare la temperatura fino ai valori desiderati (circa 1600 °C) (figura 2). Il processo vero e proprio consisteva nell'utilizzo di ghisa e minerale di ferro, dosati in modo da controllare la percentuale di carbonio voluta. Più tardi il francese Pier-Emil Martin sostituì l'impiego del minerale con il rottame di ferro, adeguando il rivestimento acido o basico della suola al tipo di ghisa di cui si disponeva.



Questa tecnologia viene chiamata forno Martin-Siemens.

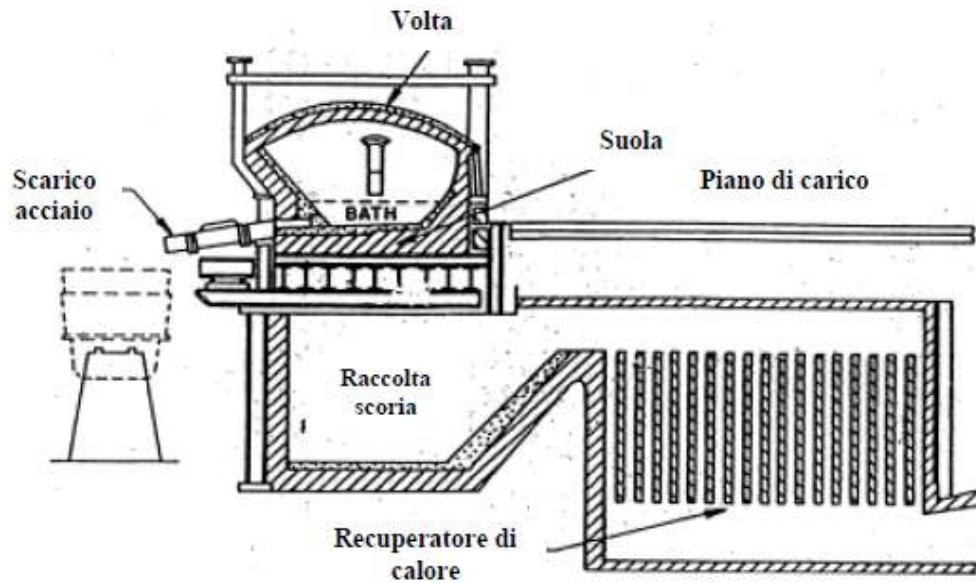


Fig. 2 Schema di un forno "a focolare aperto" costituito da una vasca (suola) che contiene il metallo in fusione sovrastato da una volta per riverbero di calore. L'impianto è dotato di un recuperatore di calore (metodo Siemens) per il preriscaldamento dell'aria di combustione. La suola può essere acida o basica (Martin-Siemens).



Verso la fine del secolo, nel 1899, P.L. Héroult, presso Creuzot in Francia, avviò un forno con riscaldamento elettrico (figura 3) che utilizzava corrente trifase e come elementi riscaldanti elettrodi di grafite che penetravano dalla volta e che sfioravano la carica da fondere. Il calore prodotto era quello dell' arco elettrico che scoccava fra gli elettrodi e la carica (rottame, ghisa, minerale). In questi forni furono usati sia rivestimenti acidi che basici, ma ben presto si imposero i basici di dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, per le suole e quelli di magnesite, MgO , per le pareti. Questo forno si specializzò comunque quasi subito per la produzione di acciai di alta qualità, quali gli inossidabili e gli acciai alto legati.

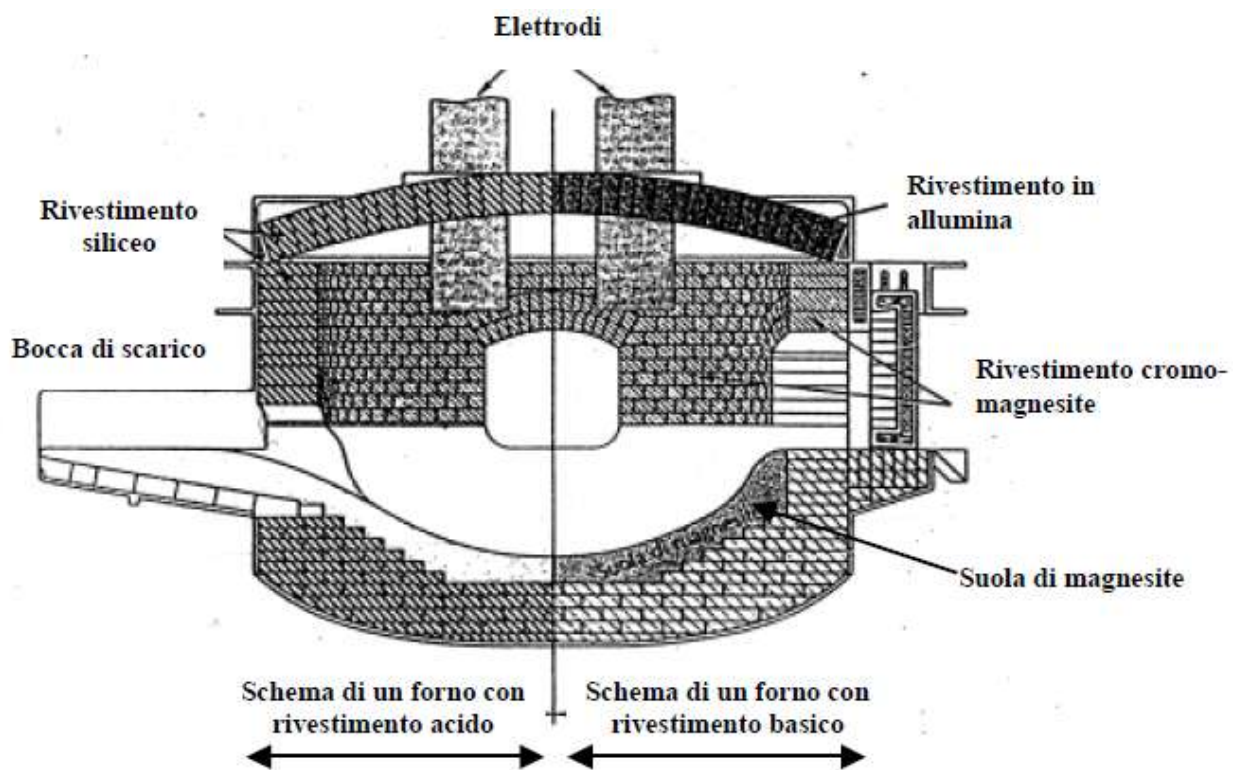


Fig. 3 Forno elettrico progettato da P.L. Héroult nel 1899. Refrattari acidi o basici.



2.5 I moderni impianti di fusione

Ritornando ai processi pneumatici quali il Bessemer ed il Thomas, fu ben presto evidente che l'impiego dell' aria quale agente affinante ed ossidante comportava due aspetti negativi. Il primo consisteva nella necessità che il bagno fosse attraversato da una notevole quantità di aria, che asportava dal bagno stesso - durante la conversione - una gran quantità di calore. Il secondo svantaggio era il rischio di notevoli arricchimenti di azoto che infragilivano l' acciaio. La sostituzione dell' aria con l'ossigeno puro fu la soluzione del problema, che trovò molto più tardi, solamente negli anni ' 50, la migliore realizzazione nel processo LD presso le acciaierie austriache di Linz e Donauwitz, da cui il nome del processo.

Dopo l'entrata in uso dei convertitori, verso la metà del 1800, il metallo liquido da colare conteneva grandi quantità di ossigeno. La solidificazione aveva luogo con un forte sviluppo di gas (CO, CO₂) che determinava il meccanismo dell'effervescenza. Questo fenomeno è stato a lungo sfruttato per ottenere superfici metalliche esenti da elementi indesiderati, quali inclusioni di ossidi e composti del fosforo e dello zolfo.

Quando si voleva interrompere il meccanismo dell' effervescenza occorreva eliminare completamente l' ossigeno in soluzione, che altrimenti avrebbe continuato a reagire. Per far questo si ricorreva all'aggiunta di antiossidanti quali l' alluminio, il silicio ed il manganese dando luogo ai cosiddetti acciai "calmati".

Ritornando brevemente ai sistemi di affinamento dell' acciaio, verso la metà degli anni '60 , le grandi acciaierie hanno effettuato un passo fino ad oggi conclusivo. Sono stati, infatti, introdotti i cosiddetti trattamenti "fuori forno", quali ad esempio il Ladle Furnace ed il degasaggio R.H..

L' impianto Ladle Furnace non e' altro che una siviera (contenitore speciale) in cui viene versato l' acciaio liquido, nella quale sono possibili dosaggi accuratissimi dei vari elementi di lega ed è possibile un aggiustamento della temperatura del bagno mediante riscaldamento elettrico con anodi di grafite.

Il sistema di degasaggio RH (Ruhrstahl - Heraeus) consiste nel pompare l' acciaio liquido in un recipiente sovrastante la siviera di base, favorendo con l' iniezione di argon l' agitazione e provocando attraverso un vuoto spinto e l' iniezione di piccoli volumi di ossigeno l' evaporazione del gas CO, ottenendo una decarburazione fino a 10 - 15 p.p.m.



di carbonio residuo (0.0010 - 0.0015 %).

Anche l' ultimo passo nel progresso siderurgico di colata dell'acciaio risale agli anni ' 60 ed è costituito dall' avvio delle colate continue. Già immaginato da Bessemer nel 1860, il processo di colata continua ha dovuto attendere l' era dell' elettronica per poter essere gestito in maniera economica e soddisfacente dal punto di vista qualitativo. La solidificazione è ottenuta in maniera continua versando acciaio liquido in una paniera (tundish) da cui, attraverso uno scaricatore tubolare, viene alimentata una lingottiera (mould) lungo le cui pareti inizia la solidificazione della bramma (o del blumo) nelle dimensioni idonee per poter essere successivamente laminata (figura 4).

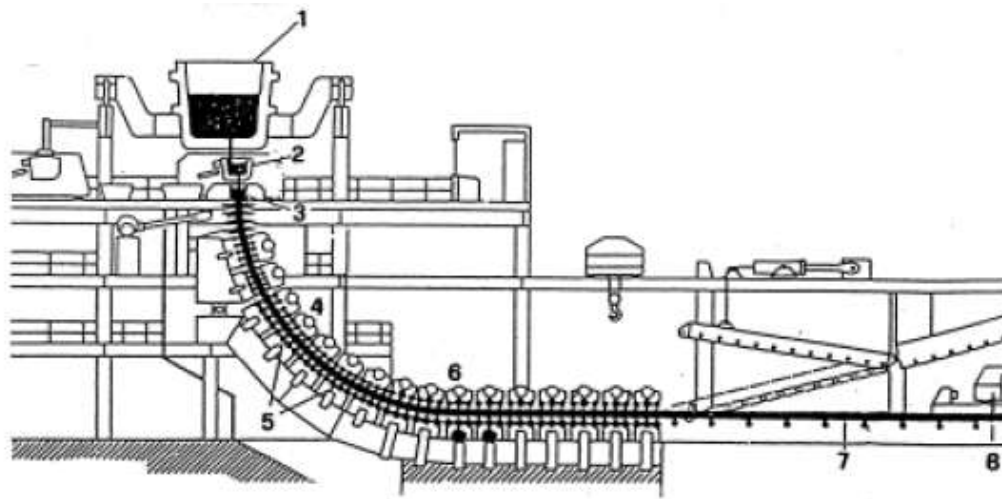


Fig. 4 Macchina per la colata continua: 1) siviera; 2) paniera; 3) lingottiera; 4) zona di raffreddamento secondario; 5) rulli trascinatori; 6) zona di raddrizzatura; 7) barra solidificata; 8) stazione mobile di taglio.



3. I MATERIALI

3.1 Ghise

Si chiamano ghise tutte le leghe Fe-C nelle quali la percentuale di carbonio varia tra il 2% e il 6,67%; le ghise più comuni ne contengono il 3 , 4 %. Inoltre sono sempre presenti delle quantità variabili di silicio e manganese che influiscono sulle strutture e quindi sulle proprietà della ghisa ed altri elementi speciali aggiunti per migliorarne le proprietà.

Rispetto agli acciai le ghise presentano:

MAGGIORE FUSIBILITÀ E COLABILITÀ ma MINORE SALDABILITÀ

MAGGIORE RESISTENZA ALLA CORROSIONE

DIVERSA RESISTENZA A TRAZIONE E A COMPRESSIONE $(R_m)_{\text{compressione}} = (2 , 5) \cdot (R_m)_{\text{trazione}}$

Le altre proprietà dipendono dalla loro composizione chimica, dalla struttura cristallina, cioè dallo stato in cui si trova il carbonio e gli altri costituenti strutturali (ferrite, perlite, cementite, steadite) e quindi dal trattamento termico cui sono state sottoposte.

Il carbonio presente nelle ghise si può trovare in due forme diverse:

CARBONIO LIBERO allo stato di grafite: la sua formazione è favorita dalla presenza di molto silicio (1,3)% e poco manganese (0,6,1,2)% e da un raffreddamento lento dopo la colata effettuata in forme di terra eventualmente riscaldate. Tali ghise vengono chiamate **GHISE GRIGIE**.

CARBONIO COMBINATO con il ferro – cementite-: la sua formazione è favorita dalla presenza del manganese e da un raffreddamento rapido come quello che si può ottenere da una colata in conchiglia. Tali ghise vengono chiamate **GHISE BIANCHE**.

Ghise grigie e bianche vengono classificate come ghise comuni.

COSTITUENTI STRUTTURALI DELLE GHISE

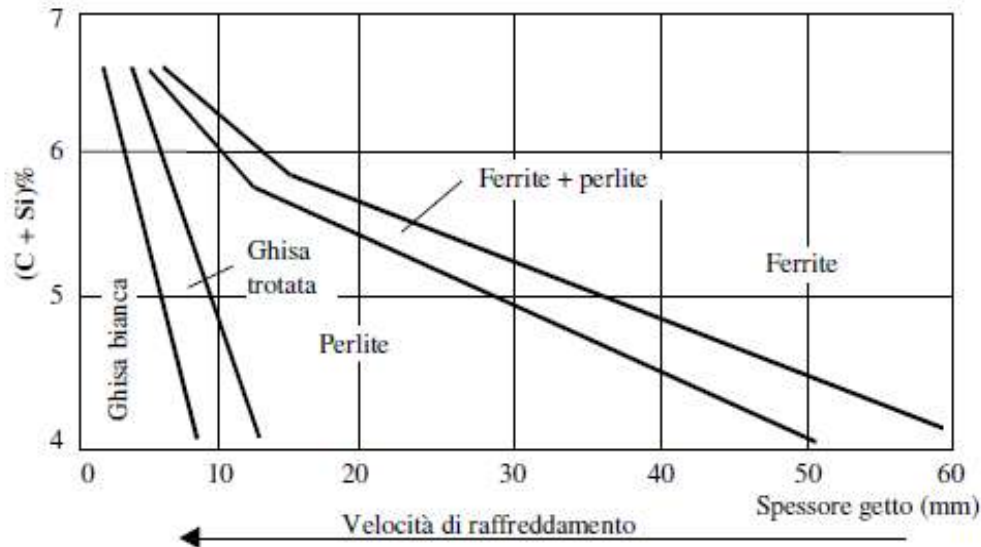
Le strutture cristalline finali ottenute in un getto di ghisa dipendono:

- _ dagli elementi presenti, soprattutto carbonio e silicio;
- _ dalla velocità di raffreddamento e quindi indirettamente dalla dimensione dei getti.

Il diagramma di GREINER e KLINGENSTEIN indica le strutture ottenute in conseguenza



sia della percentuale globale di C + Si sia del variare della velocità di raffreddamento.



Ogni costituente strutturale ha diverse proprietà (durezza, resistenza meccanica e all'usura, elasticità) per cui la loro presenza influisce sulle caratteristiche meccaniche medie del getto.

FERRITE – è ferro quasi puro; è il costituente tenero ($HB = 95$), poco resistente ma duttile ($R_m = 343 \text{ N/mm}^2$, $A = 40\%$), poco resistente all'usura. La sua presenza nella ghisa è causata da elementi grafitizzanti (silicio, nichel). È un costituente non gradito per alcune applicazioni (ghise resistenti all'usura) o provocato ad arte per altre applicazioni (ghisa malleabile).

PERLITE – è una fine struttura composta di ferrite e cementite alternata a strati sottili. La forma naturale della perlite è quella lamellare, ma attraverso trattamenti termici o con elementi di alligazione si può ottenere anche in forma globulare fine; in tal caso viene chiamata sorbite. Presenta buone proprietà elastiche, si lavora facilmente pur presentando buona resistenza all'abrasione. La perlite è il costituente che ha la principale influenza nelle caratteristiche meccaniche. È la migliore tra le strutture di una ghisa. $R_m = 823 \text{ N/mm}^2$, $A = 25\%$, $HB = 197$.

CEMENTITE – è un composto di ferro e carbonio (carburo di ferro Fe_3C) presente totalmente nella ghisa bianca e parzialmente nella trotata. È causata da elementi antigrafitizzanti (manganese, cromo, alluminio) o da elevate velocità di raffreddamento. È un costituente duro, fragile, difficilmente lavorabile $R_m = 34 \text{ N/mm}^2$, $A = 0\%$, $HB = 550$.



STEADITE – è un composto di fosforo e ferro. È dura, fragile e ha bassissima resistenza a trazione. HB = 400. Talvolta è gradita per organi non fortemente sollecitati che devono avere buona resistenza all'usura.

Ad esempio una ghisa con 2,9% di carbonio ha una resistenza a trazione $R_m = 315$ N/mm² con matrice perlitica e una resistenza a trazione $R_m = 160$ N/mm² con matrice ferritica.

GHISE BIANCHE

In queste ghise il carbonio si trova prevalentemente combinato sotto forma di cementite immerse in una matrice metallica perlitica. A causa della notevole presenza di cementite, risultano molto dure e fragili e pertanto la loro utilizzazione risulta limitata alla fabbricazione di componenti per i quali si richieda un'elevata resistenza all'usura. Alcuni tipi di getti vengono ottenuti in ghisa bianca per essere successivamente sottoposti al trattamento di malleabilizzazione.

Le loro PROPRIETÀ CARATTERISTICHE sono:

- R_m a trazione non identificabile per la dispersione dei risultati
- Elevata durezza HB > 370
- $A \approx 0\%$
- Elevata resistenza all'usura
- Notevole fragilità
- Scarsa lavorabilità alle macchine utensili

GHISE GRIGIE PER GETTI (UNI ISO 185)

In queste ghise il carbonio si trova prevalentemente allo stato di grafite a forma di lamelle (struttura lamellare) immerse in una matrice metallica normalmente perlitica. Le lamelle di grafite, interrompendo la continuità della matrice metallica, determinano una bassa resistenza a trazione e una notevole fragilità, non alterano la resistenza a compressione, favoriscono le lavorazioni per asportazione di truciolo. La lunghezza delle lamelle influisce sulla resistenza a trazione: lamelle più lunghe → minore resistenza a trazione.

Le loro PROPRIETÀ CARATTERISTICHE sono:

- Bassa resistenza a trazione $R_m = 100 \div 350$ N/mm²
- Buona resistenza a compressione $R_m = 400 \div 800$ N/mm²
- Media durezza HB = 150 ÷ 250



- Buona lavorabilità alle macchine utensili

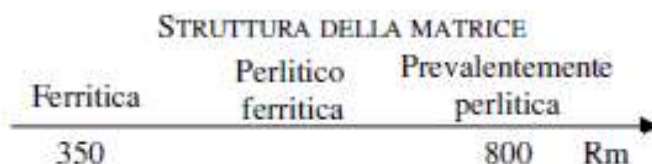
Le ghise trattate nel seguito vengono chiamate speciali.

GHISE A GRAFITE SFEROIDALE (UNI ISO 1083)

In queste ghise il carbonio si trova prevalentemente allo stato di grafite a forma di sferule (struttura sferoidale). L'agglomerazione del carbonio in sferule è determinata aggiungendo nella siviera, al momento della colata, delle leghe Fe-Si (favoriscono la formazione di grafite) e Ni-Mg (provocano la disposizione sferoidale). In questo caso le discontinuità della matrice metallica che risultano più concentrate, non influiscono negativamente sulle proprietà meccaniche. Queste ghise risultano più resistenti, meno fragili e manifestano un certo allungamento prima della rottura. La matrice strutturale può essere ferritica (ghise meno resistenti) o perlitica (ghisa più resistente, ma più fragile).

Le loro PROPRIETÀ CARATTERISTICHE sono:

- Buona resistenza a trazione $R_m = 350 \div 900 \text{ N/mm}^2$
- Discreto allungamento $A = 2 \div 22 \%$
- Media durezza $HB = 150 \div 350$
- Discreta lavorabilità alle macchine utensili



GHISE SPECIALI MALLEABILI (UNI ISO 5922)

Sono ghise che possono subire deformazioni e apprezzabili allungamenti senza criccarsi, ma non sono malleabili nel significato tecnologico della parola. Si fabbricano in due fasi:

1. produzione del getto in ghisa bianca, quindi con struttura cementitica;
2. trattamento termico di ricottura di malleabilizzazione che trasforma la struttura cementifica originale.



Tali ghise possono essere di due tipi:

A. a CUORE BIANCO (ghisa malleabile europea) – Viene fabbricata con getti di ghisa colata in forme nelle quali avviene un raffreddamento da 1400 °C a 800 °C in 15 min. Quindi si effettua meccanicamente la distaffatura facendolo raffreddare in aria calma. Successivamente il getto viene immerso in polvere di ossido di ferro (Fe_2O_3) e riscaldato lentamente fino a circa 980 °C con permanenza a questa temperatura per 5 ÷ 7 giorni; segue un raffreddamento lento (qualche giorno). Durante questo tempo avviene la decomposizione della cementite in grafite e ferrite, soprattutto nelle zone superficiali, mentre il cuore ha come costituenti strutturali perlite + ferrite.

Le loro PROPRIETÀ CARATTERISTICHE sono:

- Discreta resistenza a trazione $R_m = 300 \div 450 \text{ N/mm}^2$
- Medio allungamento $A = 4 \div 10 \%$
- Media durezza $HB = 150 \div 210$
- Discreta lavorabilità alle macchine utensili

B. a CUORE NERO (ghisa malleabile americana) – Viene fabbricata con ghisa bianca sottoposta a ricottura ($t = 900 \text{ °C}$) in un ambiente neutro (sabbia silicea) per il tempo sufficiente perché il carbonio contenuto nella cementite e nella perlite si scinda in piccoli fiocchi tondeggianti di grafite in una matrice del tutto ferritica in superficie, mentre il cuore ha una struttura perlitica.

Le loro PROPRIETÀ CARATTERISTICHE sono:

- Discreta resistenza a trazione $R_m = 300 \div 350 \text{ N/mm}^2$
- Medio allungamento $A = 6 \div 12 \%$
- Bassa durezza $HB = 110 \div 150$
- Discreta lavorabilità alle macchine utensili

GHISA MEEHANITE

È una ghisa grigia di qualità i cui costituenti strutturali sono perlite (circa 90%) e grafite in forma di lamelle o globuli molto fini e uniformemente dispersi. Per tale costituzione strutturale, le sue proprietà si avvicinano a quelle di un acciaio eutettoide.

Per la sua produzione occorre un procedimento di fabbricazione ben regolato:



- la materia prima è costituita da ghisa e rottami di acciaio puliti e con poco zolfo e fosforo;
- nel canale di colata del cubilitto si aggiunge una piccola percentuale di siliciuro di calcio (CaS₂);
- si aggiunge nella secchia di colata una lega Fe-Si ricca di silicio (50 ÷ 75%).

Viene utilizzata per basamenti di macchine utensili, alberi a gomiti per compressori e motori a combustione interna, bruciatori a gas e nafta, camicie per motori, camme, ingranaggi di fusione.

DESIGNAZIONE GHISE (UNI EN 1560)

Le norme EN sono norme redatte dal CEN (Comitato Europeo di Normazione).

Si riportano, di seguito, nella colonna di sinistra, le vecchie norme perché ancora utilizzate nei libri di testo e nelle riviste.



Vecchie designazioni

GRIGIE (UNI ISO 185)

G 250 → ($R_m = 250 \text{ N/mm}^2$)

Gh 235 → ($HB = 235$)

BIANCHE (UNI 8845)

Getto di ghisa GBCr 12 (12% cromo)

SFEROIDALI (UNI ISO 1083)

GS 400-12 → ($R_m = 250 \text{ N/mm}^2$, $A = 12\%$)

MALLEABILI (UNI ISO 5922)

Bianca (W = white)

W 400-05 → ($R_m = 400 \text{ N/mm}^2$, $A = 5\%$)

Nera (B = black)

B 325-12 → ($R_m = 325 \text{ N/mm}^2$, $A = 12\%$)

MALLEABILI (UNI 3779)

Bianca

GMB 400 → ($R_m = 400 \text{ N/mm}^2$)

Nera

GMN 350 → ($R_m = 350 \text{ N/mm}^2$)

Nuove designazioni

La designazione delle ghise da fonderia prevede

- il prefisso EN
- le lettere GJ (G = getti, J = ghisa)
- una lettera che indica la struttura della grafite contenuta nella ghisa
 - L = lamellare
 - S = sferoidale
 - M = ghisa malleabile
 - V = vermiculare
- un numero che indica la resistenza minima a trazione

Esempio: **EN-GJL-250**

Per la GHISA SFEROIDALE è previsto pure l'indicazione dell'allungamento percentuale a rottura a trazione minimo.

Esempio: **EN-GJS-400-18**

Per le GHISE MALLEABILI è previsto pure l'indicazione dell'allungamento percentuale a rottura a trazione minimo; inoltre si utilizzano le lettere

W (white = bianco) per le ghise malleabili a cuore bianco

Esempio: **EN-GJMW-400-5**

B (black = nero) per le ghise malleabili a cuore nero

Esempio: **EN-GJMB-350-10**

LAVORABILITÀ DELLE GHISE MEDIANTE ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO

Le caratteristiche di lavorabilità della ghisa dipendono principalmente dalla sua microstruttura.

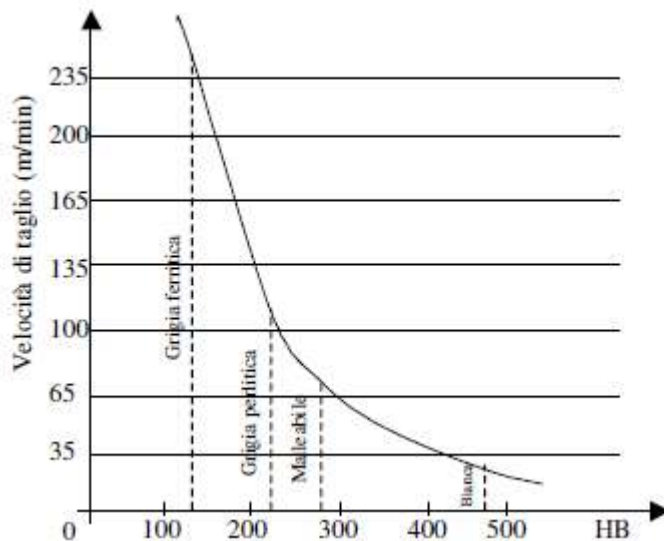
La GHISA GRIGIA ha una struttura ferritica o perlitica ed è facilmente lavorabile perché non contiene carburi liberi (composti chimici molto duri). La presenza di carburi riduce la lavorabilità e, se presenti in grande quantità danneggiano l'utensile, come pure le zone indurite che si riscontrano in superficie o sugli spigoli dei particolari a piccole sezioni dove la velocità di raffreddamento è più elevata. La tendenza all'indurimento aumenta con l'aumentare del contenuto di magnesio e di silicio. Una distribuzione fine e irregolare della



grafite è essenziale quando sia richiesta una buona finitura superficiale.

Le GHISE SFEROIDALI e MALLEABILI sono ghise ad alta resistenza con strutture ferritiche e perlitiche che hanno una discreta lavorabilità grazie alla loro microstruttura controllata. La grafite nodulare conferisce a queste ghise caratteristiche paragonabili a quelle dell'acciaio. Tuttavia la loro lavorabilità è, a volte, migliore di quella di uno stesso particolare in acciaio avente la stessa durezza Brinell.

Esiste un rapporto diretto tra la lavorabilità e la durezza della ghisa. Nel campo di durezza della ghisa grigia $HB = 130 \div 240$, la variazione di pochi punti di durezza ha una grande influenza sulla velocità di taglio. Generalmente la lavorazione diviene difficoltosa per $HB > 240$ in quanto la struttura contiene carburi liberi e la durata dell'utensile viene di molto ridotta.

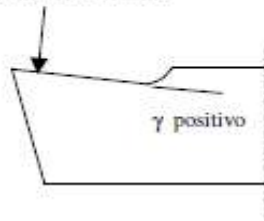


Viene riportata, in modo grafico orientativo, la variazione della velocità di taglio in funzione della durezza Brinell, nel caso di utensile in metallo duro.

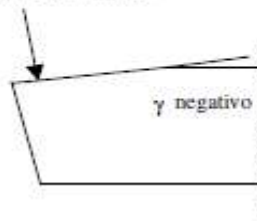
Per la lavorazione delle ghise sono raccomandati utensili in ceramica per la loro elevata durezza e resistenza all'usura, meglio se con angoli di spoglia negativi ($g = -4^\circ \div -6^\circ$) per sfruttare l'elevata resistenza a compressione della ceramica e limitare inconvenienti derivanti dalla bassa resistenza alla rottura trasversale per taglio. Ricordare che gli utensili con angoli di spoglia negativi sono più robusti.



Utensile con **angolo di spoglia superiore positivo** (piccola sezione resistente a taglio della punta dell'utensile)



Utensile con **angolo di spoglia superiore negativo** (grande sezione resistente a taglio della punta dell'utensile)





3.2 Guida per l'utilizzo delle ghise

In generale si può dire che per la scelta del materiale metallico per una determinata applicazione, occorre tenere presente i seguenti quattro punti fondamentali:

1. forma e dimensioni del pezzo;
2. sollecitazioni prevedibili per il pezzo in opera;
3. caratteristiche chimico-fisiche del materiale;
4. eventuali trattamenti termici.

GHISA	TENDENZE PER L'UTILIZZO	
BIANCA	Organi per i quali è richiesta durezza, elevata resistenza all'usura, non soggetti a urti e per la fabbricazione di ghise malleabili: cilindri per laminatoi, parti di frantoi, corone esterne per ruote di carrelli, sfere di macinazione per mulini.	
GRIGIA	Organi meccanici vari poco sollecitati: basamenti, incastellature, carcasse di motoriduttori, flange, gusci di bronzine, dischi di frizione, volani, volantini di manovra.	
SFEROIDALE	Ferritica	Organi meccanici che devono presentare massima tenacità e per cui non è richiesta molta resistenza, soprattutto all'usura: parti di macchine tessili e macchine utensili, attrezzature.
	Perlitica	Organi meccanici che devono presentare notevole resistenza, ma non resilienti: alberi a gomito, monoblocchi di auto e compressori.
MALLEABILE	A cuore nero	Organi meccanici piccoli soggetti a flessione, torsione, urti ripetuti. Spessore dei getti 5÷40 mm. Adatta per organi di macchine elettriche e valvole nelle condotte d'acqua.
	A cuore bianco	Morse, scatole per cambio, parti varie di macchine agricole, ceppi per freni, raccorderie idrauliche, pedaliera, piccole leve. Si salda facilmente perché in superficie è molto decarburata.

3.3 Proprietà degli acciai

Prendono il nome di acciai tutte le leghe del ferro con il carbonio, nelle quali il ferro è predominante e la percentuale di carbonio risulta inferiore al 2 %. Tuttavia negli acciai più comuni il carbonio di solito non supera l'1 %. Inoltre nelle varie leghe possono essere presenti anche altri elementi speciali, allo scopo di migliorarne le proprietà.

Le proprietà degli acciai dipendono principalmente dalla percentuale di carbonio, dalla presenza nella lega di altri elementi, dal trattamento termico cui sono stati sottoposti.

Comunemente essi presentano:

- BUONA RESISTENZA MECCANICA $R_m = 400 \div 1000 \text{ N/mm}^2$



- BUON ALLUNGAMENTO $A = 5 \div 25 \%$
- BUONA RESILIENZA $KU = 20 \div 60 \text{ J}$
- BUONA SALDABILITÀ
- BUONA PLASTICITÀ A CALDO (PER GLI ACCIAI DOLCI ANCHE A FREDDO)
- SCARSA FUSIBILITÀ E COLABILITÀ

Ecco in sintesi come variano le proprietà degli acciai all'aumentare della percentuale di carbonio:

aumentano	diminuiscono
- LA RESISTENZA MECCANICA	- L'ALLUNGAMENTO
- LA DUREZZA	- LA RESILIENZA
- LA LAVORABILITÀ ALLE M.U.	- LA PLASTICITÀ A FREDDO
- LA TEMPRABILITÀ	- LA SALDABILITÀ
- LA FUSIBILITÀ	
- LA RESISTENZA ALL'USURA	

La lavorabilità aumenta perché negli acciai teneri il truciolo tende a saldarsi al tagliante. In tal modo l'utensile più di tagliare tende a strappare il truciolo.

CLASSIFICAZIONE PRATICA DEGLI ACCIAI

Classificazione degli acciai in base alla percentuale di carbonio

• ACCIAI DOLCI (TENERI)	$C < 0,2 \%$	Struttura dopo ricottura <i>ferrite + poca perlite</i>
• ACCIAI DI MEDIA DUREZZA	$C = 0,2 \div 0,6 \%$	<i>ferrite + perlite</i>
• ACCIAI MOLTO DURI	$C > 0,6 \%$	<i>perlite + poca ferrite</i>

← Acciai ipoeutettoiidi | Acciai ipereutettoiidi →
0,8% C

Classificazione degli acciai in base alla presenza di altri elementi in lega



ACCIAI NON LEGATI : quando eventuali altri elementi sono presenti in percentuali minime.

ACCIAI DEBOLMENTE LEGATI : quando **ciascuno** degli elementi speciali è presente in quantità inferiore al 5 %.

ACCIAI LEGATI : quando **almeno uno** degli elementi speciali è presente in quantità uguale o superiore al 5 %.

3.3 Influenza degli elementi leganti

Di solito durante la fabbricazione degli acciai vengono aggiunti alla lega alcuni elementi speciali, per migliorarne le proprietà meccaniche e/o tecnologiche. L'influenza degli elementi in lega dipende sia dalla presenza dell'elemento, sia dalla quantità presente nella lega. Qui di seguito sono elencati quelli più comuni e per ciascuno di essi vengono indicati brevemente gli effetti provocati nell'acciaio.



ELEMENTO	Simbolo chimico	Effetti sull'ACCIAIO
ALLUMINIO	Al	Contribuisce con il cromo e il molibdeno a conferire all'acciaio una notevole durezza superficiale in seguito a trattamento termico di nitrurazione. Consente di regolare lo spessore dello strato nitrurato.
BORO	B	In quantità minima aumenta l'attitudine dell'acciaio a subire particolari trattamenti termici
COBALTO VANADIO	Co V	Il cobalto migliora la durezza a caldo, mentre il vanadio migliora la resistenza all'usura. Entrambi gli elementi favoriscono la stabilità della durezza a temperature elevate, proprietà tipica dei materiali per utensili. Negli acciai superrapidi per utensili il cobalto è presente in percentuale da 3 ÷ 10%. Il cobalto non dà luogo alla formazione di carburi, mentre il vanadio forma carburi.
CROMO	Cr	Aumenta la resistenza meccanica, la durezza, la resistenza all'usura, l'elasticità e la temprabilità. Quando è presente in quantità superiore al 10,5% in massa rende l'acciaio inossidabile (se C ≤ 1,2% in massa). Forma carburi.
NICHEL	Ni	Di solito è presente insieme al cromo. Aumenta la tenacità senza alterare la lavorabilità. Migliora la resistenza alla corrosione e la temprabilità. Non forma carburi, si trova sempre disciolto nel ferro a qualsiasi temperatura.
MANGANESE	Mn	Si trova in tutti gli acciai in piccole quantità per la sua azione disossidante. In percentuali maggiori (fino al 10%) aumenta la durezza e la resistenza ad usura, senza far diminuire la resilienza. Il manganese in parte si scioglie nel ferro e in parte forma carburi.
MOLIBDENO	Mo	Di solito è presente insieme al cromo e al nichel. Migliora ancora di più le proprietà meccaniche. Migliora la temprabilità ed elimina la fragilità da rinvenimento. Gli acciai che contengono Ni, Cr e Mo hanno la più alta resistenza meccanica (Rm = 1000 ÷ 1500 N/mm ²). Forma carburi.
SILICIO	Si	Si trova in tutti gli acciai in piccole percentuali (< 0,5%) per la sua azione disossidante. In percentuale pari a 1 ÷ 2% aumenta il carico unitario di rottura a trazione, ma soprattutto l'elasticità. È usato quindi negli acciai per molle. Non forma carburi, ma entra in soluzione solida con il ferro.
WOLFRAMIO (TUNGSTENO)	W	Si trova solo negli acciai per utensili in percentuale da 10 ÷ 25%, perché mantiene stabile la durezza anche alle alte temperature (ACCIAI RAPIDI). Forma carburi.
TITANIO	Ti	Viene aggiunto in alcuni acciai inossidabili; elimina il pericolo di fenomeni di corrosione intergranulare. Affina il grano ed ha una forte azione disossidante. Forma carburi.
PIOMBO	Pb	Il piombo in percentuale pari a 0,15 ÷ 0,35% aumenta la lavorabilità alle macchine utensili. È insolubile nel ferro e non si combina con nessuno dei componenti dell'acciaio.
ZOLFO	S	Lo zolfo in piccole percentuali pari a 0,1 ÷ 0,3% facilita la lavorabilità alle macchine utensili, ma fa peggiorare le proprietà meccaniche. Entrambi aumentano la truciolabilità degli acciai, senza nuocere in modo deciso alla loro resistenza. (ACCIAI PER LAVORAZIONI AD ALTA VELOCITÀ)

NOTE

I CARBURI sono composti formati dal carbonio con un metallo. Hanno sempre una durezza molto elevata.

La TENACITÀ è una proprietà globale del materiale; essa non è esprimibile numericamente perché dipende da proprietà diverse che contemporaneamente il materiale deve possedere. Un materiale si dice tenace quando ha una buona resistenza meccanica, un discreto allungamento percentuale e in più è resiliente.

La FRAGILITÀ DA RINVENIMENTO è un fenomeno che si manifesta negli acciai al Cr e al Cr Ni, se sono raffreddati lentamente dopo il rinvenimento.

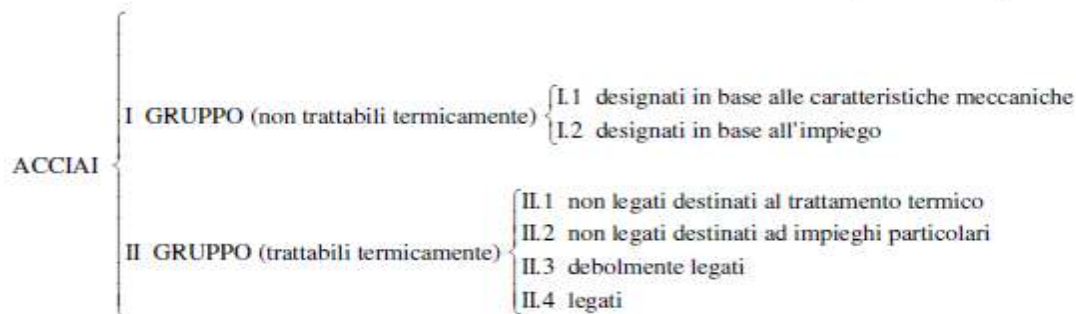
CORROSIONE INTERGRANULARE: è una corrosione profonda che avviene ai bordi dei



cristalli della matrice metallica senza che l'interno dei grani venga attaccato. Le microfessure che si formano pregiudicano enormemente la resistenza del materiale.



DESIGNAZIONE CONVENZIONALE DEGLI ACCIAI (UNI EU 27)



I GRUPPO

- Simbolo iniziale: Fe Fe E Fe G
- Numero che indica la resistenza meccanica.

ESEMPI: **Fe 510** Acciaio con resistenza minima a trazione $R_m = 510 \text{ N/mm}^2$
Fe E 390 Acciaio con carico unitario di snervamento minimo $R_s = 390 \text{ N/mm}^2$
Fe 60 Acciaio con resistenza minima a trazione $R_m = 590 \text{ N/mm}^2$
Fe G 70 Acciaio per getti con resistenza minima a trazione $R_m = 690 \text{ N/mm}^2$

II GRUPPO

II.1 ACCIAI
NON LEGATI

- Simbolo iniziale: C
- Numero che indica la percentuale di carbonio $\times 100$.

ESEMPI: **C 45** Acciaio con 0,45 % di carbonio.
C 100 Acciaio con 1 % di carbonio.

II.3 ACCIAI
DEBOLMENTE
LEGATI

- Nessun simbolo iniziale (o G negli acciai per getti)
- Numero che indica la percentuale di carbonio $\times 100$.
- Uno o più simboli chimici degli elementi in lega.
- Uno o più numeri separati da un trattino che indicano la percentuale di ciascun elemento, moltiplicata per un opportuno coefficiente, come indicato nella tabella a fianco.

ESEMPI: **41 Cr 4** Acciaio con 0,41 % di carbonio e 1 % di cromo.
18 Ni Cr 16 Acciaio con 0,18 % di carbonio, 4 % di nichel e presenza di cromo.
30 Cr Al Mo 5-10 Acciaio con 0,3 % di carbonio, 1,25 % di cromo, 1 % di alluminio e presenza di molibdeno.
10 S 20 Acciaio con 0,1 % di carbonio e 0,2 % di zolfo.
G 90 Cr 4 Acciaio per getti con 0,9 % di carbonio e 1 % di cromo.

$\times 4$
Co
Cr
Mn
Ni
Si
W
$\times 10$
Al
Mo
Pb
Ti
V
$\times 100$
N
P
S
$\times 1000$
B

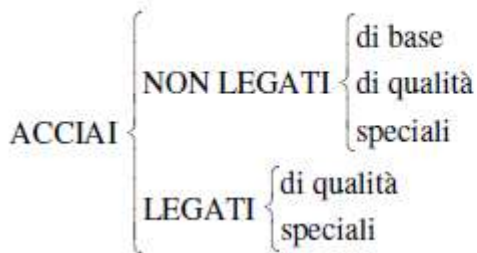
II.4 ACCIAI
LEGATI

- Simbolo iniziale X (o GX negli acciai per getti)
- Numero che indica la percentuale di carbonio $\times 100$.
- Uno o più simboli chimici degli elementi in lega.
- Uno o più numeri separati da un trattino che indicano la percentuale reale di ciascun elemento.

ESEMPI: **X 20 Cr 13** Acciaio con 0,2 % di carbonio e 13 % di cromo.
X 10 Cr Ni 18-09 Acciaio con 0,1 % di carbonio, 18 % di cromo e 9 % di nichel.
X 100 Cr Mo V 5-1 Acciaio con 1 % di carbonio, 5 % di cromo, 1 % di molibdeno e presenza di vanadio.



CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI (UNI EN 10020)



Limiti in % in massa degli elementi in lega									
Cr	Co	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Si	W	V
0,3	0,1	0,4	1,65	0,08	0,3	0,4	0,5	0,1	0,1

Gli ACCIAI NON LEGATI sono quelli in cui la percentuale degli elementi in lega non raggiunge nessuna delle quantità indicate in tabella.

Se nell'acciaio sono presenti contemporaneamente più elementi fra quelli segnati in grassetto, bisogna verificare:

1. che i tenori limite per ciascuno degli elementi sia inferiore ai limiti in tabella; inoltre
2. che la somma delle percentuali degli elementi in lega sia inferiore al 70% della somma dei tenori limiti di quegli elementi.

Esempio: un acciaio contiene 0,2% Cr e 0,1% Ni

0,2 < 0,3 e 0,1 < 0,3 ma non basta, bisogna verificare che

$$(0,2 + 0,1) < (0,3 + 0,3) \times 0,7; \quad 0,3 < 0,42 \text{ vera} \rightarrow \text{acciaio non legato}$$

Gli ACCIAI LEGATI sono quelli in cui la percentuale di almeno uno degli elementi in lega raggiunge o supera il valore limite indicato in tabella.

Acciai non legati di base: non vi sono prescrizioni di trattamento termico, né di particolari attitudini, né degli elementi in lega. Hanno caratteristiche meccaniche entro limiti specificati dalle norme.

Acciai non legati di qualità: non sono richieste regolarità di risposta ai trattamenti termici o prescrizioni di purezza per le inclusioni non metalliche. Sono adatti ad uno specifico impiego.

Acciai non legati speciali: presentano purezza elevata e composizione chimica molto precisa. Hanno le più diverse proprietà di lavorabilità e attitudini all'impiego. Sono in genere destinati ai trattamenti termici.

Acciai legati di qualità: contengono elementi in lega con tenori limite percentuali seguenti. La loro utilizzazione è simile agli acciai non legati di qualità. Normalmente non sono



destinati a trattamenti termici.

Limiti in % in massa degli elementi in lega									
Cr	Co	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Si	W	V
0,5	0,1	0,5	1,8	0,1	0,5	0,4	0,5	0,1	0,12

Acciai legati speciali: hanno una precisa composizione chimica che gli conferiscono le più diverse attitudini all'impiego. Fanno parte di questi acciai: quelli per costruzioni meccaniche, gli acciai inossidabili, gli acciai da cementazione, gli acciai per cuscinetti, gli acciai per utensili.

3.4 Classificazione degli acciai in base all'impiego

Gli acciai usati nelle costruzioni meccaniche vengono classificati di solito in tre gruppi:

A - ACCIAI PER USI GENERALI.

B - ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE.

C - ACCIAI SPECIALI PER UTENSILI.

A - ACCIAI PER USI GENERALI

Sono acciai comuni a resistenza medio-bassa, usati per la fabbricazione di pezzi che devono sopportare modeste sollecitazioni di tipo statico (carpenteria metallica, strutture portanti, ecc.). Non contengono elementi speciali aggiunti in lega e non vengono sottoposti a trattamenti termici, fatta eccezione per la ricottura o la normalizzazione. Generalmente sono caratterizzati da una buona saldabilità. Di essi viene garantita solo la resistenza meccanica. Vengono posti in commercio sotto forma di barre, lamiere, profilati, ecc., prodotti di solito mediante laminazione a caldo.

Esempi: Fe 510 Fe 60 Fe E 390

B - ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE

Sono acciai di qualità e resistenza più elevata, ottenuti mediante un processo di fabbricazione più accurato e usati per costruire particolari meccanici che devono resistere a forti sollecitazioni di tipo dinamico o alternato (alberi, bielle, giunti, ruote dentate, ecc.). Di solito contengono degli elementi speciali aggiunti alla lega, ma possono anche esserne privi. Le loro proprietà vengono esaltate con appropriati trattamenti termici.

Gli acciai da costruzione vengono suddivisi nelle seguenti categorie:



ACCIAI DA BONIFICA

Contengono il carbonio in quantità superiore allo 0,2 %: più comunemente $C = 0,3 \div 0,5$ %. Questi acciai acquistano elevata tenacità dopo il trattamento di bonifica.

ACCIAI DA BONIFICA			
Tipi	Impieghi	Proprietà	Esempi
<i>Non legati di qualità</i>	Produzione di parti di macchine geometricamente semplici, di modeste dimensioni, sollecitate.	$R_m = 600 \div 900 \text{ N/mm}^2$ $A = 11 \div 20 \%$ $KU = 15 \div 40 \text{ J}$ Bassa temprabilità	C22, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60
<i>Non legati speciali</i>	Produzione di parti di macchine geometricamente semplici, di modeste dimensioni, sollecitate.	$R_m = 850 \div 1100 \text{ N/mm}^2$ $A = 11 \div 20 \%$ $KU = 15 \div 40 \text{ J}$ Bassa temprabilità	C22E → C60E C22R → C60R
<i>Speciale legato al Mn</i> <i>Speciali legati al Cr</i>	Produzione di parti di macchine geometricamente complessi, di medie dimensioni. Pezzi saldati per la bassa percentuale di carbonio.	$R_m = 600 \div 900 \text{ N/mm}^2$ $KU = 20 \div 40 \text{ J}$ Moderata temprabilità	28Mn6 38Cr2, 46Cr2, 34Cr4, 37Cr4, 41Cr4
<i>Speciali legati al Cr-Mo</i> <i>Speciali legati al Cr-Ni-Mo</i>	Produzione di parti di macchine di grandi dimensioni, molto sollecitate.	$R_m = 1100 \div 1300 \text{ N/mm}^2$ $KU > 30 \text{ J}$ Elevata temprabilità	25CrMo4, 34CrMo4, 42CrMo4, 50CrMo4 36CrNiMo4, 34CrNiMo6, 30CrNiMo8 36NiCrMo16 (autotemperante)

NOTA: gli acciai C22E contengono $S = 0,035\%$

gli acciai C22R contengono $S = 0,02 \div 0,04\%$

ACCIAI DA CEMENTAZIONE

Contengono il carbonio in quantità inferiore allo 0,2 %. Dopo il trattamento di cementazione seguito dalla tempra presentano una notevole durezza superficiale e quindi resistenza ad usura, associata ad una buona tenacità all'interno del pezzo.



ACCIAI DA CEMENTAZIONE			
Tipi	Impieghi	Proprietà	Esempi
<i>Al carbonio</i>	Parti di macchine di modeste dimensioni, geometricamente semplici, senza intagli e brusche variazioni di sezione, per i quali si richiede solo la durezza in superficie.	$R_m = 500 \div 600 \text{ N/mm}^2$ $KU > 40 \text{ J}$ Bassa temprabilità	C10, C55
<i>Al Cr-Mn Cr-Mo Ni-Mo Ni-Cr</i>	Parti di macchine di modeste dimensioni, geometricamente semplici, senza intagli e brusche variazioni di sezione, per i quali si richiede solo la durezza in superficie.	$R_m = 900 \div 1000 \text{ N/mm}^2$ $KU = 30 \div 40 \text{ J}$ Bassa temprabilità	16MnCr5 16CrNi4, 12NiCr3
<i>Al Ni-Cr-Mo</i>	Particolari di notevole dimensione con elevate resistenze al nucleo.	$R_m = 1100 \div 1400 \text{ N/mm}^2$ $KU = 35 \div 40 \text{ J}$ Elevata temprabilità	18NiCrMo5

ACCIAI PER LAVORAZIONI AD ALTA VELOCITÀ

Sono acciai da bonifica o da cementazione con piccole aggiunte di zolfo ($S \leq 0,25 \%$) e piombo ($Pb \leq 0,15 \%$), allo scopo di migliorarne la lavorabilità alle macchine utensili: con essi la velocità di taglio può essere aumentata anche del 50 %. Dopo la lavorazione possono subire un appropriato trattamento termico.

Esempi: 10 S 20 35 S Mn Pb 10 ($R_m = 600 \text{ N/mm}^2$)

ACCIAI DA NITRURAZIONE

Sono dei particolari acciai da bonifica ($C = 0,3 \div 0,4 \%$) legati al Cr-Mo o al Cr-Al-Mo (non devono però contenere il nichel). La nitrurazione, eseguita sempre dopo il trattamento di bonifica, conferisce all'acciaio notevole durezza superficiale, resistenza ad usura e a fatica. Vengono usati per alberi a gomito, spinotti, ingranaggi, calibri di controllo, ecc.

Esempi: 31 Cr Mo 12 41 Cr Al Mo 7 (spessore nitrurato $HV > 1050$)

ACCIAI PER MOLLE

Sono caratterizzati da una notevole elasticità, dovuta all'alto tenore di carbonio ($C > 0,5 \%$) e di solito anche alla presenza di silicio e cromo.



ACCIAI PER MOLLE			
Tipi	Impieghi	Proprietà	Esempi
<i>Al carbonio</i>	Molle di piccole dimensioni e poco sollecitate, spine elastiche.	$R_m = 700 \div 800 \text{ N/mm}^2$	C75
<i>A bassa temprabilità</i>	Molle a balestra, molle per applicazioni ferroviarie, valvole per motori.	$R_m = 1300 \div 1700 \text{ N/mm}^2$ $A = 8\%$	48Si7, 55Si7, 50CrV4
<i>Ad alta temprabilità</i>	Molle a balestra, molle per applicazioni ferroviarie, valvole per motori molto sollecitati, anche a fatica.	$R_m = 1500 \div 1800 \text{ N/mm}^2$ $A = 6\%$	51CrMoV4

ACCIAI PER CUSCINETTI VOLVENTI

Hanno una percentuale di carbonio molto alta (di solito $C = 1\%$) e contengono cromo e manganese.

Dopo la tempra, seguita da un rinvenimento a bassa temperatura ($150 \div 220 \text{ }^\circ\text{C}$), presentano un'elevata durezza e resistenza ad usura. Vengono usati per cuscinetti a sfere e a rulli.

Esempi: 100 Cr 6 100 Cr Mn 4 (HRC = $63 \div 64$)

ACCIAI INOSSIDABILI

Contengono di solito più del 12% di cromo e possono essere presenti anche nichel, molibdeno, titanio. Sono caratterizzati da una notevole resistenza alla corrosione e al calore.



ACCIAI INOSSIDABILI			
Tipi	Impieghi	Proprietà	Esempi
<i>Martensitici</i> C = 0,2÷1% Cr = 13÷18%	Coltelleria, strumenti chirurgici, palette di turbine, cuscinetti a rulli, bulloneria.	Buona resistenza, resilienza e durezza. Temprabili (per lo più autotemperanti). Soddisfacente inossidabilità. Rm = 750 ÷ 900 N/mm ² A = 14%	X10Cr13 X30Cr13
<i>Ferritici</i> C < 0,2% Cr = 14÷30%	Parti d'impianti petroliferi, palette di turbine.	Buone caratteristiche meccaniche. Non temprabili . Buona inossidabilità anche ad elevate temperature. Buona lavorabilità all'utensile e per deformazione plastica. Rm = 450 ÷ 600 N/mm ² A = 20 ÷ 25%	X6CrAl13 X2CrNi2 X2CrMoTi29-4 X2CrAlTi18-2
<i>Austenitici</i> Cr = 16÷28% Ni = 6÷22%	Posateria, parti d'impianti chimici e alimentari, parti di forni e scambiatori di calore.	Buona resistenza ad urti e usura. Non temprabili . Massima resistenza alla corrosione. Non sono magnetici. Rm = 550 ÷ 750 N/mm ² A = 40%	X2CrNi18-9 X5CrNiMo17-12-2 X6CrNiTi18-10 X22CrNi25-20

C - ACCIAI SPECIALI PER UTENSILI

Presentano notevole durezza, tenacità e resistenza all'usura, in modo da poter lavorare altri materiali mediante taglio o deformazione plastica. Contengono un elevato tenore di carbonio ed elementi speciali come wolframio, cromo, vanadio, molibdeno. Questi elementi, combinandosi con il carbonio, formano dei carburi durissimi, che mantengono inalterata la durezza dell'acciaio anche a temperature elevate, consentendo quindi di lavorare ad alta velocità (acciai rapidi). La presenza in lega del cobalto, insieme agli altri elementi, stabilizza la durezza fino a temperature ancora più elevate (500 ÷ 600 °C).

Gli acciai per utensili sono suddivisi in quattro categorie:

ACCIAI NON LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO. Es. C 100 KU C 120 KU
(HRCmin = 62)

ACCIAI LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO. Es. 90 MnVCr 8 KU X 100
CrMoV 5 1 KU

ACCIAI LEGATI PER LAVORAZIONI A CALDO. Es. 55 NiCrMoV 7 KU X 40
CrMoV 5 1 1 KU

ACCIAI RAPIDI. Es. X 75 W 18 KU (HS 18-0-1) X 78 WCo 18 05 KU (HS 18-1-1-5) (HRC = 65) (HRC = 66)



Vengono usati per lime, scalpelli, strumenti di misura, stampi, utensili da tornio, punte elicoidali, alesatori, maschi, frese, creatori, brocche, ecc.

DESIGNAZIONE AISI (USA) DEGLI ACCIAI INOSSIDABILI

La designazione è ottenuta con numeri di riferimento secondo la seguente tabella

DESIGNAZIONE AISI DEGLI ACCIAI INOSSIDABILI		
Tipi	Numero base	Esempi
<i>Martensitici e Ferritici</i> al cromo	4 xx i simboli xx devono essere sostituiti con la percentuale media di carbonio moltiplicata per 100.	410 martensitico 406 ferritico
<i>Austenitici</i> al cromo-nichel	3 xx i simboli xx devono essere sostituiti con la percentuale media di carbonio moltiplicata per 100.	302 306 316
<i>Austenitici</i> al Cr-Ni-Mo	2 xx i simboli xx devono essere sostituiti con la percentuale media di carbonio moltiplicata per 100.	208 202



4. GENERALITA' PRODUZIONE DA CICLO INTEGRALE (da Linee Guida IPPC)

4.1 Generalità

Nella siderurgia italiana, i procedimenti utilizzati per produrre acciaio sono essenzialmente due:

- ciclo integrato, dove l'acciaio viene ottenuto per riduzione dei minerali di ferro;
- ciclo al forno elettrico, dove l'acciaio viene ottenuto per fusione dei rottami ferrosi.

La produzione di acciaio in un ciclo integrato è realizzata attraverso una serie di processi correlati tra loro di cui i principali sono:

- la produzione del coke metallurgico,
- la produzione di agglomerato di minerali di ferro,
- la produzione di ghisa,
- la produzione di acciaio con relativa colata continua,

a cui possono seguire dei processi di trasformazione dell'acciaio, nonché la produzione di energia elettrica e/o vapore attraverso anche l'utilizzo di gas siderurgici (gas di cokeria, gas di altoforno, gas di acciaieria).

La produzione di acciaio al forno elettrico in sé per sé è meno articolata rispetto al ciclo integrato, in quanto la materia prima è costituita da rottame di ferro. La produzione è essenzialmente realizzata per fusione del rottame di ferro con relativo colaggio in continuo dell'acciaio, a cui possono seguire dei processi di trasformazione dell'acciaio.

Il settore della trasformazione è interessato da una complessa serie di lavorazioni intermedie e dà luogo ad una produzione molto articolata di semilavorati (lingotti, bramme, blumi, billette, ecc.) necessari a soddisfare la domanda dei prodotti finiti. La lavorazione principale, che rientra nella normativa IPPC, è la laminazione a caldo per la produzione di laminati piani, lunghi e tubi.

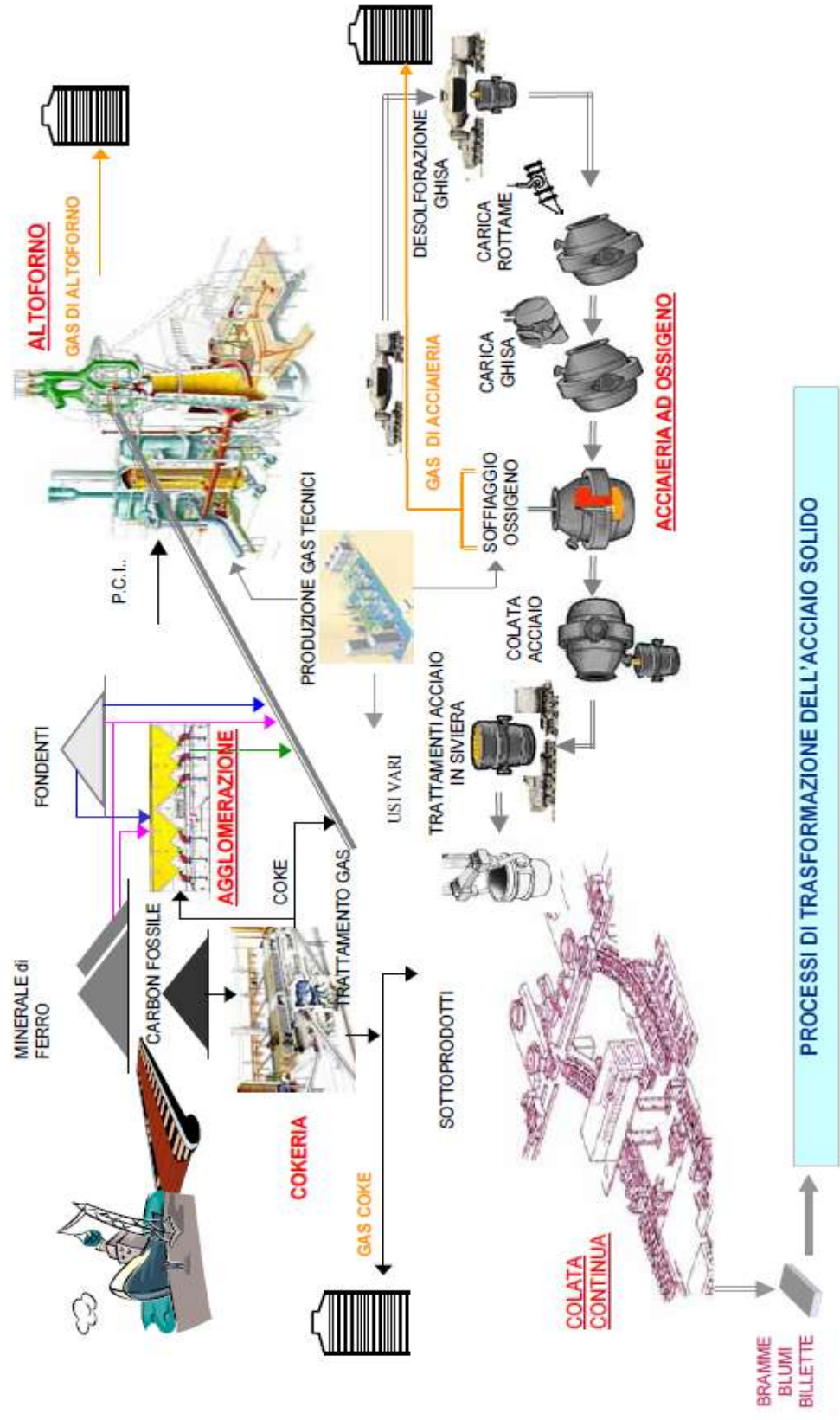


4.2 Produzione di ghisa e acciaio al ciclo integrato (cokeria, agglomerato, altoforno, acciaieria)

Nella figura seguente è riportato lo schema di flusso tipico di produzione acciaio al ciclo integrato.



CICLO INTEGRATO DI PRODUZIONE ACCIAIO





Fra le materie prime, i minerali di ferro ed i carbon fossili, provengono da paesi terzi; trasferiti per mare, raggiungono lo stabilimento di produzione su grandi linee di trasporto a nastro; stoccati nello stabilimento in appositi parchi di polmonazione, vengono poi ripresi ed inviati ai processi produttivi. I fondenti, invece, essenzialmente costituiti da calcare e dolomite, provengono dalla estrazione in cave locali.

La ghisa viene prodotta dagli altoforni con una carica essenzialmente costituita da coke metallurgico, agglomerato, minerali di ferro in pezzatura e fondenti. Il coke metallurgico svolge le seguenti principali funzioni:

- sviluppa il gas riducente necessario alla trasformazione degli ossidi di ferro in ferro metallico;
- fornisce il carbonio necessario per la carburazione della ghisa e per la riduzione di alcuni elementi di lega;
- sostiene il peso del materiale caricato fino alla parte bassa dell'altoforno, essendo l'unico materiale che non fonde;
- fornisce il calore necessario alla fusione dei minerali.

Per la produzione di coke metallurgico vengono utilizzate delle miscele di carbone; queste vengono preparate in appositi impianti, con operazioni di vagliatura e dosatura, e vengono stoccate in sili situati nei pressi dei forni di distillazione (batterie); il caricamento dei forni è effettuato, per gravità, per mezzo delle macchine cariatrici.

Nelle celle la miscela di carbon fossile distilla ad elevata temperatura (1000-1100°C) ed in assenza di aria, libera le materie volatili e dà origine al coke metallurgico con caratteristiche di porosità e di resistenza necessarie per la carica negli altoforni.

Ogni cella si presenta come una camera chiusa, con una serie di aperture per le varie operazioni; nella parte superiore si aprono le bocchette di carica, da dove viene introdotta la miscela del carbon fossile, e la bocchetta d'aspirazione (tubo di sviluppo) della miscela gassosa prodotta nella fase di distillazione; lateralmente, le aperture consentono le operazioni di sfornamento del coke metallurgico.

Il riscaldamento del carbon fossile avviene mediante la combustione di gas di cokeria (o gas di altoforno miscelato con gas di cokeria), nelle camere di combustione adiacenti, denominate "piedritti".

La miscela gassosa (gas di cokeria), che si sviluppa durante la distillazione del carbon



fossile, viene raccolta e trattata all'impianto sottoprodotti, dove il gas combustibile recuperato è sottoposto ad un processo di depurazione prima di essere immesso nella rete di distribuzione alle varie utenze termiche di stabilimento. A fine distillazione la macchina sfornatrice si porta davanti alla cella da sfornare mentre dall'altra parte della batteria si posiziona la macchina guida-coke. Entrambe le macchine operatrici tolgono le porte dalla cella da sfornare e, mentre la macchina guida-coke posiziona le due paratie metalliche necessarie a convogliare il coke metallurgico nel carro sottostante, la macchina sfornatrice spinge, con un'asta dalla testa sagomata, il coke stesso.

Terminata la fase di sfornamento la cella viene richiusa e caricata nuovamente per iniziare un nuovo ciclo di cokefazione. Il coke metallurgico incandescente, raccolto nel carro di spegnimento, viene portato allo spegnimento, effettuato con forti getti di acqua sotto apposite torri; successivamente il coke spento viene inviato agli impianti di vagliatura per ottenere la pezzatura idonea alla carica in altoforno.

I minerali di ferro fini, per il loro impiego nel processo di produzione della ghisa in altoforno, vengono avviati a fasi di lavorazione intermedie, quali l'omogeneizzazione e la sinterizzazione, nelle quali si realizza l'ottimizzazione dell'analisi chimica e la preparazione di un prodotto "agglomerato" che ha le caratteristiche chimico-fisiche ottimali per l'impiego in altoforno.

Il processo di sinterizzazione dei minerali di ferro viene effettuato negli impianti di agglomerazione, secondo le tre fasi principali di lavorazione: preparazione della miscela, produzione dell'agglomerato, trattamento dell'agglomerato. Per la preparazione della miscela, le materie prime da agglomerare (omogeneizzato fine, coke fine, calcare, calce, minuti di ritorno altoforno e di ricircolo) vengono insilate in appositi sili di stoccaggio e da qui riprese ed inviate ai mescolatori, dove vengono aggiunte opportune quantità di acqua e/o materiale umido di recupero per conseguire l'umidità desiderata della miscela.

La miscela umida in uscita dai tamburi mescolatori viene distribuita uniformemente sul nastro di agglomerazione, formato da una serie continua di carrelli a fondo grigliato. L'inizio del processo di sinterizzazione avviene con l'accensione superficiale della miscela al passaggio sotto il fornetto di accensione.

Dopo l'innescio della combustione del coke contenuto nella miscela, il processo continua alimentato dall'aspirazione dell'aria attraverso i carrelli, dall'alto verso il basso, per completarsi alla fine della macchina di agglomerazione; i fumi di processo, prima di essere



convogliati in atmosfera, vengono opportunamente depolverati.

L'agglomerato prodotto viene scaricato in un rompizolle costituito da un dispositivo rotante dotato di elementi stellari frantumatori, che provvedono alla frantumazione dei grossi blocchi.

L'agglomerato caldo perviene in un raffreddatore rotante di tipo circolare in cui, a mezzo di insufflaggio di aria, viene raffreddato. L'agglomerato, in uscita dal raffreddatore rotante, viene frantumato e vagliato a freddo per ottenere la pezzatura idonea alla carica in altoforno.

Gli altoforni hanno la funzione di trasformare in ghisa i ferriferi della carica in presenza di coke e fondenti. Dalla parte superiore vengono periodicamente introdotti a strati alterni: il minerale, già in pezzatura idonea, l'agglomerato, il coke ed i fondenti. Durante la lenta discesa della carica avvengono le reazioni di ossido riduzione degli ossidi di ferro ad opera del gas riducente che attraversa la carica dal basso verso l'alto. A livello tubiere viene insufflato il vento caldo costituito da aria preriscaldata nei cowpers, arricchita in ossigeno, il quale reagisce con il carbonio del coke per dare origine alla suddetta miscela gassosa che esplica la sua azione riducente sui minerali di ferro. Negli altoforni vengono anche iniettati a livello tubiere carbon fossile polverizzato, combustibili, oli usati, ecc...

La tecnica di iniezione di carbon fossile polverizzato rappresenta un'evoluzione dell'ultimo decennio, e consente di ridurre il fabbisogno di coke nel processo di fabbricazione della ghisa con evidenti vantaggi sotto il profilo energetico ed ambientale in quanto viene in parte by-passato il ciclo di produzione del coke metallurgico.

Dalla parte alta viene recuperato il gas di altoforno che, dopo opportuna depurazione, viene immesso nella rete di stabilimento per essere utilizzato come combustibile di recupero in varie utenze termiche. Nella parte bassa dell'altoforno, dove più alte sono le temperature, avviene la fusione della carica con la formazione di ghisa e della ganga dei minerali; questa, unitamente alle ceneri di coke ed ai fondenti, determina la scoria, nota come loppa di altoforno.

L'evacuazione dei prodotti della riduzione avviene attraverso un apposito foro di colata, situato nella parte bassa dell'altoforno, aperto mediante macchina perforatrice. I prodotti fusi vengono raccolti in una canale principale di colaggio (rigolone), rivestita in refrattario, ove ghisa e loppa stratificano per effetto dei differenti pesi specifici. Una barriera a sifone posta all'estremità del rigolone separa i due flussi e determina il loro convogliamento in



due canali di colaggio differenti (rigola ghisa e rigola loppa). La ghisa, caricata in appositi carri ferroviari (carri siluro), viene trasferita nelle acciaierie per essere affinata ad acciaio, mentre la loppa viene granulata con acqua.

La trasformazione della ghisa in acciaio (processo di affinazione), avviene riducendo il contenuto di carbonio nella ghisa e con il trasferimento dei prodotti indesiderati nella scoria. Tale processo di affinazione avviene nei convertitori ad ossigeno.

La carica nei convertitori è costituita da una carica solida (rottami di ferro, ghisa granulata, ecc...) e da una carica liquida (ghisa fusa). Nel processo riveste un ruolo importante anche l'utilizzo di calce per la formazione della scoria, nella quale vengono inglobate una serie di impurezze dell'acciaio.

Il processo di affinazione avviene per insufflaggio di ossigeno nel convertitore; reagendo principalmente con il carbonio della ghisa, l'ossigeno produce una fase gassosa che può essere combusta o recuperata per essere riutilizzata come combustibile di recupero. A fine soffiaggio, l'acciaio viene spillato dai convertitori in appositi contenitori (siviere acciaio) e, successivamente, colato negli impianti di colata continua, dove si trasforma in bramme, blumi, billette (semiprodotti a sezione rettangolare di larghezza ed altezza variabili).

Negli ultimi anni grande importanza hanno assunto gli impianti di trattamento dell'acciaio, a valle dei convertitori, che permettono di ridurre sempre più le impurezze ancora presenti nel bagno e di conferire al prodotto, con l'aggiunta di idonee ferroleghie, particolari caratteristiche meccaniche.

L'acciaio solido così prodotto può essere avviato ai successivi processi di trasformazione quali la laminazione a caldo, la laminazione a freddo i rivestimenti, ecc....



4.3 Il ciclo integrato

4.3.1 COKERIA

Per le cokerie i principali aspetti ambientalmente rilevanti riguardano:

- la prevenzione delle emissioni a carattere diffuso;
- il trattamento del gas di cokeria;
- il trattamento delle acque reflue, considerando in particolare l'ammoniaca.

A) Aspetti tecnici, tecnologici ed ambientali (consumi, emissioni, rifiuti)

Il processo di produzione del coke metallurgico comprende le seguenti fasi:

1. preparazione della miscela di carbon fossile;
2. caricamento della miscela di carbon fossile nelle batterie di forni a coke;
3. cokefazione;
4. sfornamento del coke;
5. spegnimento del coke;
6. trattamento del gas di cokeria;
7. trattamento del coke

Per ciascuna delle suddette fasi vengono di seguito descritte le attività svolte e le principali componenti di natura ambientale su cui applicare le B.A.T. ai fini della prevenzione integrata dall'inquinamento.

1. Preparazione della miscela di carbon fossile

I carboni di diversa qualità, stoccati selettivamente in cumuli a cielo aperto date le grosse quantità in gioco, vengono quindi ripresi ed inviati, a mezzo nastri trasportatori, alla fase di preparazione della miscela per ottenere il mix idoneo al processo di cokefazione.

Le diverse qualità di carboni vengono stoccati in diversi sili e quindi successivamente ripresi, vagliati e quindi dosati e miscelati prima dell'invio alle torri di stoccaggio fossile, che a loro volta sono dotate di una serie di tramogge, da cui attingono le macchine cariatrici.

Per ottenere la granulometria idonea al processo di cokefazione i carboni fossili possono



essere sottoposti oltre che all'operazione di vagliatura, anche all'operazione di frantumazione.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante tale fase di processo sono quelle che derivano dalle operazioni di manipolazione, frantumazione e vagliatura dei carboni per la preparazione della miscela di fossili da caricare nelle batterie di forni a coke.

2. Caricamento della miscela di carbon fossile nelle batterie di forni a coke.

Il caricamento della miscela di carbon fossile avviene tramite l'utilizzo di apposite macchine cariatrici che operano sul piano di carica delle batterie di forni a coke.

Per gravità si ha il trasferimento del carbon fossile dalle tramogge delle torri fossile alle tramogge delle cariatrici. Il numero di queste ultime dipende dal numero delle bocchette di carica di ciascun forno della batteria, bocchette generalmente in numero di cinque.

La macchina caricatrice si sposta lungo il piano di carica su appositi binari e si posiziona sul forno da caricare. Il caricamento ha quindi luogo secondo la seguente sequenza:

- chiusura delle porte su ambo i lati del forno da caricare;
- attivazione del sistema di aspirazione dei gas di caricamento, realizzando una depressione all'interno del forno con l'iniezione di vapore o acqua in pressione nel tubo di sviluppo;
- i coperchi delle bocchette di carica vengono sollevati dalla macchina caricatrice;
- posizionamento delle tramogge di trasferimento della macchina caricatrice con le rispettive bocchette di carica.

La miscela di carbon fossile si trasferisce per gravità da ciascuna tramoggia della caricatrice al forno e conseguentemente si ha la formazione di coni di materiale all'interno del forno in corrispondenza di ciascuna bocchetta di carica. Questi coni sono livellati mediante un'asta spianante presente sulla macchina sfornatrice al fine di mantenere libero un canale gas tra il pelo libero del carbon fossile caricato e la sommità del forno. Tale canale gas permette ai gas di distillazione di fluire verso il tubo di sviluppo, per effetto della depressione realizzata con l'eiezione di vapore o acqua, e di essere convogliati al bariletto ed al sistema di trattamento del gas di cokeria.

Il caricamento termina con la chiusura delle bocchette di carica e la macchina caricatrice

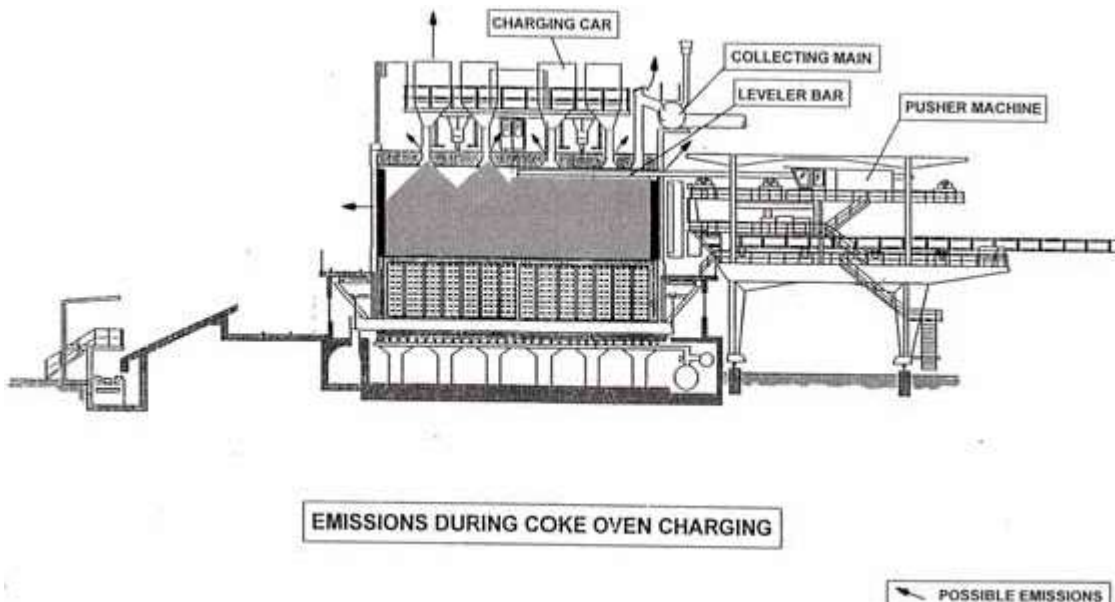


ritorna sotto la torre fossile per approvvigionarsi di altra miscela da caricare in un altro forno e la sequenza riprende nuovamente.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante la fase di caricamento derivano:

- dagli accoppiamenti della caricatrice con il forno;
- dalla perdita della tenuta a fine caricamento;
- dalle porte dei forni;
- dai coperchi dei tubi sviluppo (cappellotti);
- dallo sportelletto di spianamento durante l'operazione di livellamento.

Di seguito viene riportato uno schema che evidenzia i suddetti punti di emissione.



3. Cokefazione

La cokefazione avviene in forni a sezione rettangolare che vengono riempiti con la miscela di carbon fossile da distillare. Il carbon fossile all'interno della cella viene riscaldato esclusivamente da due opposte e parallele camere di combustione che trasmettono il calore attraverso la muratura in materiale refrattario.

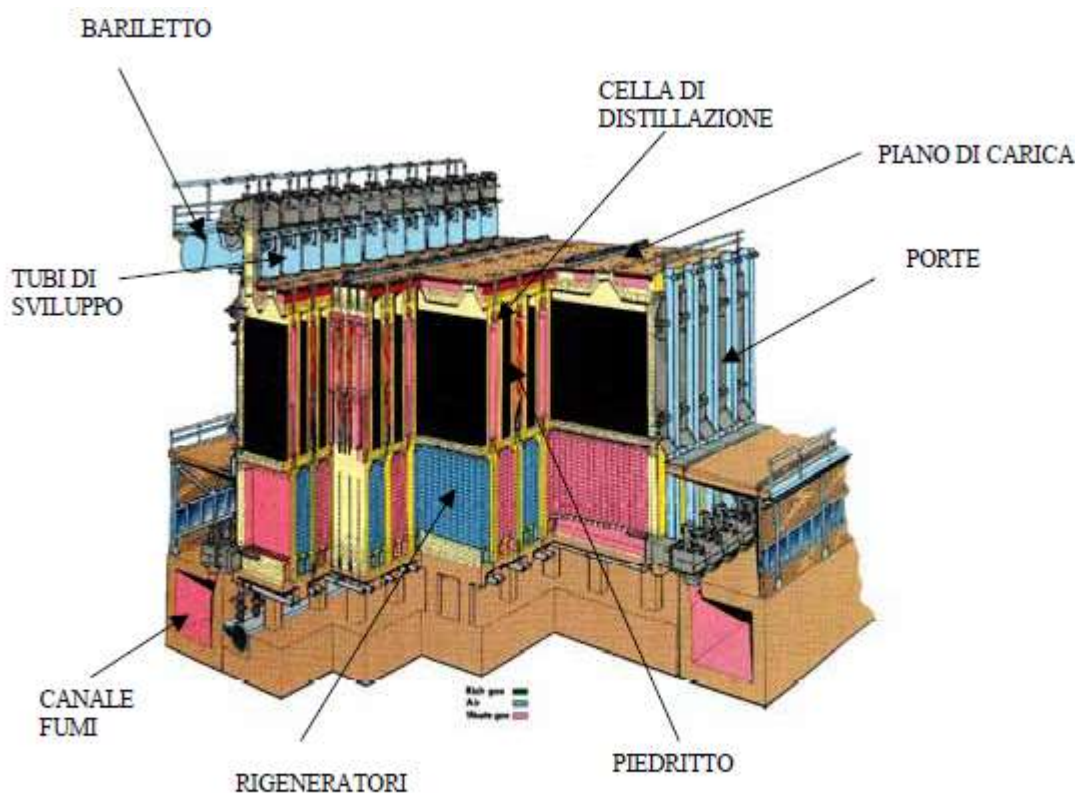
Conseguentemente si ha un profilo di temperatura nella miscela di fossili che è fatto di una serie di isoterme planari che si muovono parallelamente dalla parete della cella al centro del forno. Il tempo di distillazione e la temperatura di cokefazione sono correlati tra loro: a



più alta temperatura corrisponde un minor tempo di distillazione e viceversa.

Il riscaldamento avviene mediante la combustione di gas di cokeria (o gas di altoforno miscelato con gas di cokeria) nelle camere di combustione parallele, denominate “piedritti”, che attraverso la muratura in refrattario trasmettono il calore al carbon fossile da distillare.

Ogni piedritto è diviso in due sezioni verticali, sostanzialmente analoghe, che costituiscono due gruppi di riscaldamento separati: alternativamente fungono da camera di combustione e da convogliamento fumi; a ciascun gruppo corrisponde, sotto il forno, una camera di rigenerazione comunicante nella parte superiore con i canali di riscaldamento, nella parte inferiore con un canale orizzontale per l’evacuazione dei fumi.



Sezione di una batteria di forni a coke

Quando la combustione avviene in un gruppo di riscaldamento, i gas combusti percorrono tutti i canali della parete di riscaldamento di questa sezione; raccolti da un canale collettore orizzontale, vengono convogliati attraverso l’altro gruppo di riscaldamento, ne attraversano la relativa camera di rigenerazione e vengono convogliati al camino attraverso le gallerie



fumi.

Ad intervalli di ca. 20-30 minuti, si ha l'inversione di funzionamento delle due sezioni del piedritto; nel gruppo di riscaldamento prima attraversato dai gas combusti si ha ora la combustione del gas di cokeria, con aria aspirata e preriscaldata.

Il gruppo che era in precedenza in combustione viene adesso attraversato dai fumi, che nel loro percorso verso il camino, attraversano la relativa camera di rigenerazione. In tal modo la cella di distillazione viene alternativamente riscaldata o dalla sua metà lato coke o dalla sua metà lato macchina, con alternanza anche della funzione del rigeneratore. In alcune batterie tale alternanza avviene per coppie di bruciatori.

L'evacuazione dei fumi e l'aspirazione dell'aria comburente sono di tipo naturale, per effetto del tiraggio del camino; pertanto tutte le sezioni di passaggio sono calibrate per consentire un certo regime dei flussi ed una distribuzione uniforme del calore.

Tenuto conto della necessità di una distribuzione uniforme del calore su tutta l'altezza, l'aria comburente viene distribuita in due o più stadi in modo da ottenere una fiamma quanto più possibile distribuita per tutta l'altezza del piedritto.

Durante la fase di cokefazione, in cui si ha lo stazionamento del carbon fossile all'interno delle celle per il tempo necessario alla distillazione, sia le porte, che i cappellotti ed i coperchi di carica sono chiusi. I gas di distillazione vengono inviati al sistema di trattamento del gas di cokeria; in caso di anomalie al sistema di trattamento del gas di cokeria, il gas coke grezzo può essere combusto direttamente attraverso le torce presenti sul bariletto.



Vista di una batteria di forni a coke

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante la fase di cokefazione derivano:

- dal camino di convogliamento in atmosfera dei prodotti della combustione dei combustibili per il riscaldamento della batteria di forni a coke e di possibili trafile di gas grezzo tra la camera di distillazione e piedritto;
- dalle porte dei forni;
- dai coperchi dei tubi sviluppo (cappellotti);
- dai coperchi delle bocchette di carica.



4. Sfornamento del coke

Lo sfornamento del coke è l'operazione finale del ciclo di cokefazione; al completamento della cokefazione, in un intervallo di tempo (14 ÷ 24 ore) funzione del regime termico della batteria, il forno è ancora isolato dall'atmosfera esterna ed è collegato con il bariletto della batteria che convoglia il gas coke grezzo sviluppatosi durante il processo di distillazione.

La sequenza dello sfornamento si articola nelle seguenti fasi:

- posizionamento della macchina sfornatrice e della macchina guida coke;
- isolamento del forno dal bariletto e apertura del cappello;
- apertura delle porte su entrambi i lati;
- sfornamento del coke sul carro di spegnimento.

La macchina sfornatrice, la macchina guida coke ed il carro di spegnimento devono essere in linea, corrispondente all'asse del forno da sfornare. Il forno è poi isolato dal bariletto attraverso la chiusura della corrispondente valvola; viene aperto il coperchio del tubo di sviluppo ripristinando il collegamento con l'atmosfera.

Con la rimozione delle porte su entrambi i lati del forno, mediante appositi sistemi montati rispettivamente sulla macchina sfornatrice e sulla macchina guida coke, il forno è pronto per lo sfornamento, operazione che avviene per mezzo di un'asta sfornante presente sulla macchina sfornatrice.

Durante lo sfornamento il carro di spegnimento si muove lentamente sul fronte della guida coke in modo da distribuire il coke sull'intera lunghezza del carro.

Al termine dello sfornamento, con l'estrazione dell'asta sfornante, il riposizionamento delle porte, la chiusura del coperchio del tubo di sviluppo e la riapertura del collegamento con il bariletto, il forno è pronto per un nuovo ciclo di caricamento.

L'emissione in atmosfera preponderante durante la fase di sfornamento è determinata dal trasferimento del coke dalla cella al carro di spegnimento, mentre emissioni di limitata entità, costituite essenzialmente dalle materie volatili residuali presenti nel coke, si manifestano all'apertura del cappello e delle porte su entrambi i lati del forno.

5. Spegnimento del coke

Il coke sfornato dalla cella di distillazione è raccolto in un carro di spegnimento



movimentato da un locomotore verso la torre di spegnimento ad umido.

Per effetto dell'acqua versata il coke subisce un drastico raffreddamento avviene attraverso il versamento e dalla temperatura di ca. 1000 °C si porta ad una temperatura prossima a quella ambiente.

Parte dell'acqua versata sul coke viene recuperata, previa decantazione del polverino di coke, riutilizzata nei cicli successivi di spegnimento, unitamente al reintegro della quota parte evaporata.

Il vapore che si genera in tale di processo viene diffuso in atmosfera mediante un'apposita torre che rappresenta la fonte di emissione in atmosfera.

6. Trattamento del gas di cokeria

Durante il processo di distillazione del carbon fossile nelle batterie di forni a coke si sviluppa il cosiddetto gas di cokeria grezzo che attraverso i tubi di sviluppo ed il bariletto, previo raffreddamento diretto con acqua, viene inviato al sistema di trattamento del gas di cokeria. Tale gas, che è principalmente costituito da idrogeno, metano, ossido di carbonio, biossido di carbonio, azoto, ossigeno, idrocarburi, ammoniaca e idrogeno solforato, dopo il trattamento viene utilizzato come combustibile di recupero nelle varie utenze termiche di stabilimento, tra cui anche per lo stesso riscaldamento delle batterie di forni a coke.

Dal sistema di trattamento del gas di cokeria, che può avere alcune diversità impiantistiche, sostanzialmente si ha:

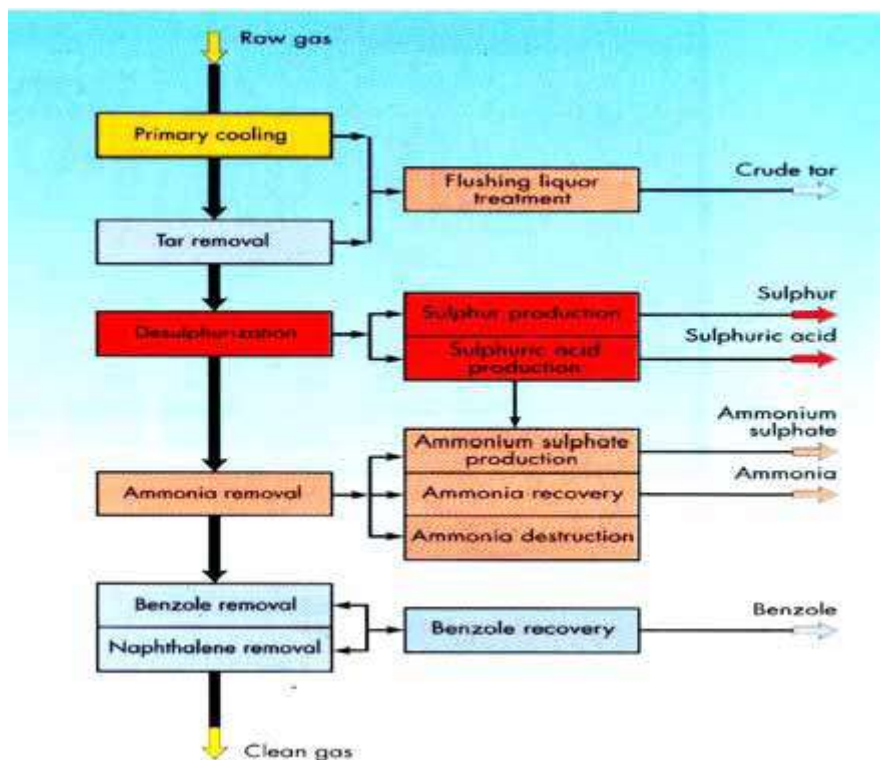
- la rimozione del catrame avviene principalmente per condensazione e la sua separazione dall'acqua avviene per decantazione. Il catrame, o comunque la miscela di condensabili ottenuti come sottoprodotto dal trattamento del gas di cokeria, viene venduto per l'ottenimento di ulteriori sottoprodotti o può essere utilizzato direttamente in altoforno in sostituzione di altri agenti riducenti iniettati a livello tubiere;
- la rimozione dell'ammoniaca è finalizzata a ridurre il tenore di composti azotati del gas e a prevenire effetti di corrosione delle tubazioni, ed avviene per assorbimento con acqua o acido solforico. Nel caso di utilizzo di acido solforico si ha la formazione di solfato ammonico che dopo cristallizzazione ed essiccamento, viene venduto come prodotto fertilizzante per l'agricoltura;
- la rimozione della naftalina è finalizzata a prevenire fenomeni di intasamento delle tubazioni, ed avviene per assorbimento con olio. La contestuale rimozione del benzolo (più



propriamente benzene, toluene, xilene), è realizzata solo in alcuni casi in quanto il suo mantenimento nel gas di cokeria contribuisce favorevolmente ad innalzarne il potere calorifico e quindi porta ad un minor fabbisogno di combustibili di acquisto (ad es.: gas naturale, olio combustibile) con evidenti vantaggi dal punto di vista energetico;

- la rimozione dell'idrogeno solforato è finalizzata a ridurre le emissioni di ossidi di zolfo dagli impianti utilizzatori del gas di cokeria, e può avvenire con processi ad assorbimento o processi ossidativi. Da tali processi si ha in genere la produzione di acido solforico o zolfo.

Di seguito viene riportato uno schema di flusso generalizzato di un sistema di trattamento del gas di cokeria.



Dal sistema di trattamento del gas di cokeria le principali emissioni in atmosfera sono quelle di vapori derivanti dagli sfiati dei serbatoi di materiale organico e da eventuali perdite derivanti da tubazioni e pompe di convogliamento di materiale organico.

A questa specifica tipologia di emissioni a carattere diffuso, sono associate quelle derivanti dal trattamento dei sottoprodotti come ad esempio: la produzione di acido solforico, la produzione di zolfo, la termodemolizione dell'ammoniaca, ecc....

Dal sistema di trattamento del gas di cokeria derivano inoltre dei reflui costituiti



essenzialmente da acque ammoniacali contenenti sostanze organiche e inorganiche.

7. Trattamento del coke

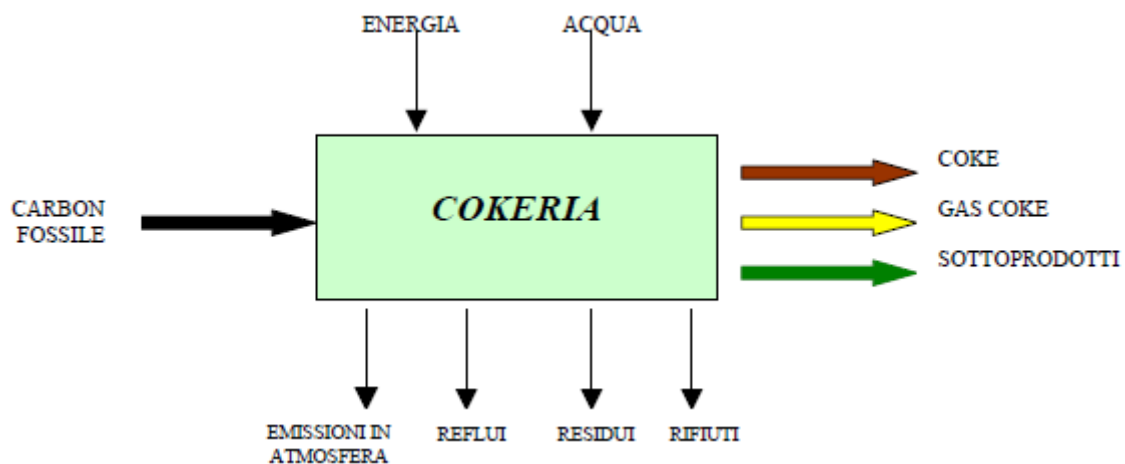
Dopo il raffreddamento del coke, il carro di spegnimento scarica il coke sulle cosiddette rampe dalle quali il coke viene avviato al trattamento che consiste essenzialmente in operazioni di frantumazione e/o vagliatura per ottenere le frazioni granulometriche idonee all'utilizzo in altoforno. La frazione fine viene invece utilizzata nel processo di sinterizzazione dei minerali di ferro.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano durante tale fase di processo sono principalmente a carattere diffuso e derivano:

- dal trasferimento del coke
- dal trattamento del coke con operazioni di frantumazione e/o vagliatura.

Bilancio complessivo di materia ed energia

Lo schema di flusso di materia ed energia in ingresso ed in uscita dalla cokeria è sinteticamente di seguito rappresentato:



I principali residui nel normale esercizio sono costituiti dai fanghi derivanti dal sistema di trattamento dei reflui che vengono riciclati sul carbon fossile in alimentazione alle celle, il polverino di coke derivante dalla decantazione delle acque dello spegnimento ad umido del coke che viene riutilizzato negli impianti di sinterizzazione dei minerali di ferro e le polveri di carbon fossile e coke derivanti dai sistemi di depolverazione, che vengono anch'esse riciclate. Altri residui sono quelli derivanti da attività di manutenzione quali ad



esempio refrattari, materiali contenenti amianto, rottame, ecc.... che vengono smaltiti e, ove possibile, avviati a riciclo.

B) Migliori tecniche e tecnologie disponibili

1. Preparazione della miscela di carbon fossile

- Assicurare il giusto livello di umidificazione del carbon fossile per limitare le eventuali emissioni che possono generarsi durante la manipolazione e trasferimento del materiale.
- Adozione di sistemi di captazione delle emissioni di polveri che si generano durante la frantumazione e/o vagliatura del carbon fossile e relativa depolverazione mediante filtro a tessuto.

2. Caricamento della miscela di carbon fossile nelle batterie di forni a coke

Adozione di uno dei seguenti sistemi di caricamento:

- Caricamento “smokeless” con macchina caricatrice che realizza una connessione a tenuta tra la macchina ed il forno da caricare.

La connessione a tenuta riguarda sia l'accoppiamento tra le tramogge fisse della caricatrice con i rispettivi telescopi mobili di collegamento al forno da caricare, che il sistema di distribuzione del carbon fossile all'interno delle celle che, oltre a consentire una regolare distribuzione, assicura una tenuta a fine caricamento (ad es.: adozione di coclea, ecc...).

Durante l'operazione di caricamento, il forno deve essere messo in depressione mediante l'eiezione di vapore (o acqua) nel gomito del tubo di sviluppo, in modo da non consentire la fuoriuscita dei gas di caricamento ed indirizzare la loro estrazione attraverso il tubo di sviluppo.

Il carbon fossile deve essere livellato all'interno del forno mediante l'uso dell'asta spianante presente sulla macchina sfornatrice, al fine di assicurare la presenza d'un canale gas tra il pelo libero del carbon fossile e la volta del forno e consentire il regolare deflusso dei gas di distillazione verso il tubo di sviluppo.

- Caricamento con macchina caricatrice e “jumper pipe”. Con tale tipo di caricamento l'aspirazione dei gas di caricamento viene realizzata da entrambi i lati del forno. Da una



parte mediante il tubo di sviluppo e dall'altra mediante un "jumper pipe" di collegamento del forno in caricamento con un forno adiacente, anch'esso mantenuto in depressione mediante l'attivazione del sistema di eiezione a vapore (o ad acqua) nel tubo di sviluppo. Le emissioni sono ridotte per effetto della ripartizione dell'aspirazione dei gas di caricamento sui due lati della batteria.

Il carbon fossile deve essere ugualmente livellato all'interno del forno per mezzo dell'asta spianante della macchina sfornatrice, al fine di assicurare la presenza del canale gas e consentire il regolare deflusso dei gas di distillazione verso il tubo di sviluppo ed il "jumper pipe". Tale sistema necessita di ulteriori bocchette sul piano di carica della batteria, oltre a quelle già presenti per il caricamento e per il tubo di sviluppo, per realizzare di volta in volta il sistema di collegamento "jumper pipe" tra forni vicini. Tale aspetto risulta essere un ulteriore punto di possibile emissione di una batteria durante la fase di cokefazione in caso di imperfetta tenuta tra gli accoppiamenti, in particolar modo sulle batterie esistenti.

Alcuni tipi di batterie di forni a coke possono essere del tipo a doppio bariletto (uno sul lato macchina e l'altro sul lato coke) in modo tale che i gas di caricamento possano essere evacuati su entrambi i lati della batteria.

Tale tipologia di batterie di forni a coke non è presente a livello nazionale.

- Caricamento "tipo giapponese" del tipo non a tenuta, con estrazione dei gas di caricamento fuori dal forno e loro convogliamento ad un sistema di trattamento. I gas di caricamento estratti vengono combusti ed inviati, attraverso un complesso sistema di collettori, ad un sistema di depolverazione mediante filtro a tessuto situato a piano campagna. Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- emissioni di polveri nei fumi trattati ed immessi in atmosfera, al camino : ≤ 5 g/t coke.

A differenza degli altri tipi sopra riportati, questo sistema di caricamento non permette di mantenere i gas all'interno del forno, per cui non è un sistema idoneo dal punto di vista della prevenzione integrata dall'inquinamento, e determina inoltre notevoli problemi di layout nel caso di eventuale inserimento nel contesto dell'impiantistica esistente per la collocazione del sistema di collettori di convogliamento dei gas aspirati e del sistema di depolverazione a piano campagna.



3. Cokefazione

- Adozione di:

- porte a tenuta elastica su forni di altezza > 5 m;
- porte a tenuta rigida e ben mantenute su forni di altezza ≤ 5 m.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

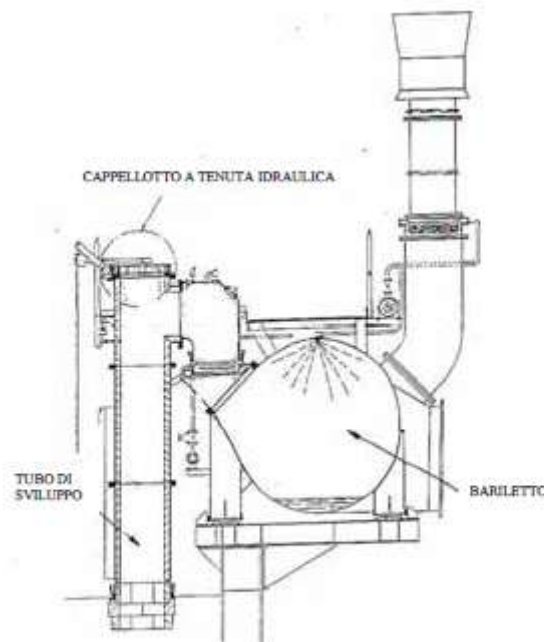
- percentuale di porte con emissioni visibili sul totale delle porte installate:

- $\leq 5\%$ su nuovi impianti;
- $\leq 10\%$ su impianti esistenti.

- Adozione di tubi di sviluppo dotati di coperchi (cappellotti) a tenuta idraulica.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- percentuale di coperchi dei tubi di sviluppo con emissioni visibili sul totale dei coperchi installati: $\leq 1\%$.



Tubo di sviluppo con cappello a tenuta idraulica

- Sigillatura dei coperchi di carica con malta liquida o con altro materiale idoneo.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- percentuale di coperchi con emissioni visibili sul totale dei coperchi installati: $\leq 1\%$.



- Adozione di sportelletti di spianamento dotati di sistemi di chiusura a tenuta.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- percentuale di sportelletti con emissioni visibili sul totale degli sportelletti installati: $\leq 5\%$.
- Pulizia di porte e telai, dei coperchi e delle bocchette di carica, dei tubi di sviluppo;
- Prevenzione delle perdite tra camera di distillazione e camera di combustione attraverso la regolarità delle operazioni di cokefazione e la riparazione delle rotture del materiale refrattario;
- Buon mantenimento del canale gas all'interno del forno per il veicolamento dei gas di distillazione verso il tubo di sviluppo mediante:
 - adeguato livellamento del carbon fossile tramite l'asta spianante durante la fase di caricamento del carbon fossile;
 - periodico degrafitaggio della volta del forno e pulizia del tubo di sviluppo meccanicamente o con aria compressa;
- Accurata manutenzione di forni, porte, telai, tubi di sviluppo, bocchette di carica e altre apparecchiature;
- Utilizzo di gas coke desolfurato. Il tipo di tecnica e le prestazioni raggiungibili sono riportate nel paragrafo relativo al sistema di trattamento del gas di cokeria.
- Utilizzo di una delle seguenti tecniche per la limitazione delle emissioni di NOx presenti nei fumi di combustione:
 - Utilizzo di tecniche low-NOx tramite la combustione a stadi nella costruzione di nuove batterie.

Questo sistema è strutturalmente legato al tipo di batteria e non può essere oggetto di implementazione su batterie esistenti.

Le prestazioni raggiungibili con questa tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- emissioni di NOx nei fumi di combustione immessi in atmosfera, al camino:
500÷770mg/Nmc;
- denitrificazione dei fumi di combustione (ad es. con sistema SCR) in cui gli NOx vengono cataliticamente ridotti, per mezzo di NH₃, in N₂ e H₂O, solo nel caso di nuovi



impianti.

Tale tecnica presenta notevoli problemi rispetto alla precedente in quanto:

- non è un sistema integrato con il processo;
- riduce il recupero energetico nei rigeneratori in quanto i fumi dovranno essere rilasciati ad una temperatura maggiore (300-400°C) per consentire le operazioni di conversione catalitica;
- sul catalizzatore viene a formarsi il nitrato d'ammonio (NH_4NO_3) che ha caratteristiche esplosive e determina, unitamente al particolato, un decadimento dell'efficienza di conversione;
- difficile installazione negli stabilimenti esistenti per problemi di lay-out;
- ha un elevato costo di installazione ed esercizio;
- è una tecnica raramente applicata.

4. Sfornamento del coke

Adozione di sistema di captazione dei fumi generati nel punto di trasferimento del coke dal forno di distillazione al carro di spegnimento, con convogliamento dell'aeriforme captato dalla macchina guida coke e dal carro di spegnimento ad un sistema di depolverazione con un filtro a tessuto collocato a terra.



Vista sistema di captazione emissioni allo sfornamento coke

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

- emissioni di polveri nei fumi trattati ed immessi in atmosfera, al camino: ≤ 5 g/t coke.



Sugli impianti esistenti va ricercata una soluzione che si adatti all'impiantistica esistente, tenendo comunque presente che la mancanza di spazio è un elemento che è comunque vincolante per la possibile implementazione di tale tipo di tecnica.

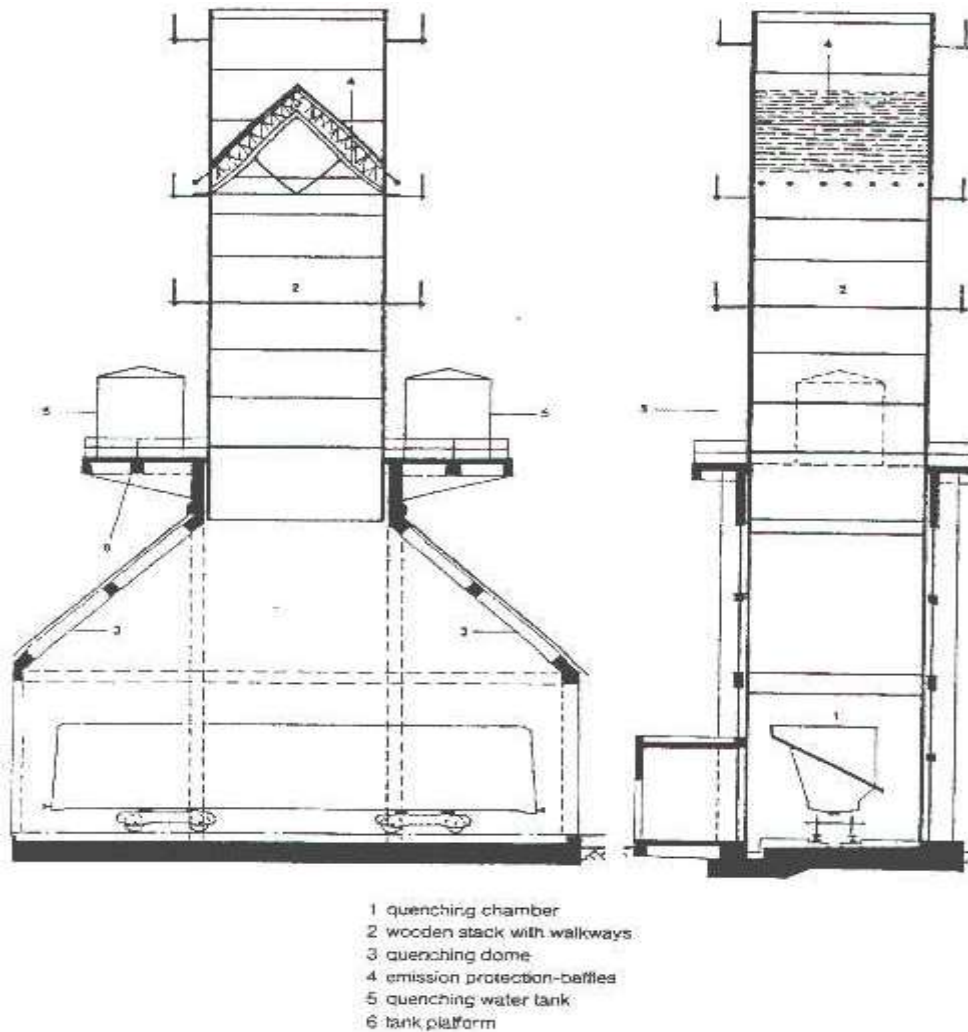
5. Spegnimento del coke

– Spegnimento ad umido del coke in un'apposita torre al di sotto della quale viene posizionato il carro di spegnimento con il coke incandescente estratto dal forno. L'acqua immessa per lo spegnimento del coke produce una quantità di vapore che viene diffuso in atmosfera attraverso la torre; questa deve essere dotata sulla sommità di setti per il trattenimento del particolato eventualmente trascinato con il flusso di vapore.

Va evitato l'utilizzo di acqua con un rilevante carico organico, quale ad esempio l'effluente derivante dal sistema di depurazione dei reflui del sistema di trattamento del gas di cokeria.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica in condizioni normali sono le seguenti:

– emissioni di particolato presente nel vapore acqueo diffuso dalla torre di spegnimento ad umido: ≤ 50 g/t coke.



Torre di spegnimento ad umido del coke

– spegnimento a secco del coke con recupero del calore sensibile, in un sistema che è essenzialmente costituito da un reattore di raffreddamento, una caldaia per la produzione di vapore ed un sistema di ricircolo del gas inerte di raffreddamento.

In particolare, il coke viene caricato nel reattore nel quale ricircola gas inerte che sottrae calore sensibile al coke incandescente, raffreddandolo. Il gas inerte caldo viene quindi inviato in una caldaia, previa separazione delle polveri grossolane, dove cede il calore acquisito e consente la produzione di vapore. In uscita dalla caldaia il gas inerte viene quindi ricircolato nel reattore, previo un blow-down per abbassare il livello di CO ed altri composti che vengono a generarsi durante il processo.

Le emissioni derivanti dalla fase di carica del reattore, scarico del coke spento e lo scarico del gas inerte sono convogliate ad un sistema di depolverazione a tessuto.

L'utilizzo di tale tecnica è limitato, principalmente per i seguenti motivi:



- il livello di recupero energetico non è sempre tale da giustificare l'investimento. A tal proposito è anche da considerare che non è trascurabile il maggior consumo di energia elettrica necessaria per il funzionamento dei ventilatori e delle unità di depolverazione;
- ha un basso livello di utilizzo e quindi necessita comunque sempre la presenza di torri per lo spegnimento ad umido del coke da utilizzare in alternativa;
- il coke spento a secco determina maggiori effetti di spolveramento nelle fasi successive di trasporto, manipolazione e trattamento del coke, rispetto al coke spento ad umido;
- determina problemi di sicurezza legati alla possibile formazione di miscela esplosiva all'interno del reattore di raffreddamento a causa della formazione di ossido di carbonio e altri composti combustibili;
- difficile installazione negli stabilimenti esistenti per problemi di lay-out.

6. Trattamento del gas di cokeria

- Sistema di trattamento del gas di cokeria grezzo in uscita dai forni di distillazione dotato di sistema di desolforazione secondo uno dei seguenti processi:

Processi ad assorbimento

– Carl Still, Diamex, ASK, Desulf

L'idrogeno solforato (H_2S) è assorbito dal gas di cokeria per mezzo di una soluzione di acqua ammoniacale. La soluzione di acqua ammoniacale, in uscita dalle torri di assorbimento, viene strippata con vapore ed i gas acidi in uscita dalla colonna di strippaggio possono essere inviati ad un impianto Claus o ad un impianto per la produzione di acido solforico.

– Vacuum carbonate

L'idrogeno solforato (H_2S) è assorbito dal gas di cokeria con una soluzione di carbonato sodico (Na_2CO_3) o una soluzione di carbonato di potassio (K_2CO_3). La soluzione di lavaggio è rigenerata in una colonna ad alta temperatura e bassa pressione. I gas acidi vengono strippati dalla soluzione e devono essere trattati (ad es.: in un impianto Claus o in



un impianto per la produzione di acido solforico).

- Sulfiban

Il gas di cokeria è lavato con monoetanolamina (MEA). L'ammoniaca deve essere assorbita prima dell'assorbimento dell'H₂S con la MEA per evitare la formazione di prodotti indesiderati nella soluzione di assorbimento. L' H₂S viene quindi strappato dalla MEA con vapore acqueo e quindi trattato in un impianto Claus o in un impianto per la produzione di acido solforico. I prodotti organici insolubili dello zolfo che si formano durante il processo vengono rimossi dalla MEA e costituiscono un rifiuto.

Processi ossidativi

- Stretford

L'idrogeno solforato (H₂S) è assorbito dal gas di cokeria con una soluzione di carbonato sodico (Na₂CO₃) con formazione di zolfo elementare utilizzando vanadato (VO₃) come reagente. La rigenerazione della soluzione di lavaggio viene effettuata per mezzo di aereazione (O₂), utilizzando ADA (anthrachinone disulphonic acid) come reagente.

- Takahax

Processo simile allo Stretford ad eccezione del reagente utilizzato per la rigenerazione che è 1,4-naphthoquinone-2-sulphonic acid.

- Thylox

L'assorbimento dell' H₂S è effettuato con una soluzione di tioarsenato sodico (Na₄As₂S₅O₂) e la rigenerazione della soluzione è effettuata con ossigeno. Il prodotto ottenuto è zolfo elementare.

- Perox

Il gas di cokeria è lavato con una soluzione ammoniacale. Viene utilizzato parabenzoquinone per l'ossidazione dello zolfo e la rigenerazione della soluzione di lavaggio è effettuata con ossigeno.

- Fumaks-Rhodacs

L' H₂S è ossidato per mezzo di acido picrico in una fase-Fumaks, ottenendo zolfo elementare. I cianuri sono recuperati nella fase-Rhodacs.

I range di prestazioni raggiungibili con la desolforazione del gas di cokeria sono i seguenti:



- con processi ad assorbimento: 500÷1000 mg/Nmc di H₂S residuale nel gas di cokeria;
- con processi ossidativi: < 500 mg/Nmc di H₂S residuale nel gas di cokeria.

I processi ossidativi anche se permettono di ottenere una concentrazione residuale di H₂S nel gas di cokeria più bassa rispetto ai processi ad assorbimento, determinano però l'utilizzo e la formazione di sostanze tossiche che anche se trattate e/o smaltite determinano un impatto ambientale aggiuntivo.

La realizzazione di un complesso sistema di desolforazione del gas di cokeria da inserire nel contesto dell'impiantistica esistente comporta il superamento di numerose difficoltà connesse alla natura dei processi tecnologici ed alla complessità della realizzazione con associati problemi legati alla necessaria ristrutturazione dell'impiantistica esistente

- Adozione delle seguenti tecniche per la tenuta negli impianti di trattamento del gas di cokeria:

- utilizzo di pompe a tenuta;
- collettamento degli sfiati dei serbatoi con convogliamento nel gas di cokeria oppure effettuando la combustione dei gas di sfogo;
- minimizzazione del numero di flangie utilizzando, ove possibile, connessioni saldate.

- Pretrattamento delle acque di cokeria con stripping dell'ammoniaca utilizzando alcali.

In particolare si ha la rimozione dell'ammoniaca in colonne di distillazione la cui efficienza di rimozione dipende dal vapore e dagli alcali addizionati al sistema (ad es. NaOH), oltre che dal tipo di colonna.

Le prestazioni raggiungibili con tale tipo di tecnica sono le seguenti:

_ Concentrazione di ammoniaca teoricamente raggiungibile nelle acque di stripping: 20 mg/l

Tenendo presente che sono previsti trattamenti successivi di nitrificazione-denitrificazione, lo stripping dell'ammoniaca non deve essere così spinto dovendo comunque raggiungere il punto di miglior equilibrio con il successivo stadio di trattamento biologico.

Normalmente l'effluente derivante dallo stripping dell'ammoniaca non contiene catrame, ma se questo è significativamente presente, risulterebbe necessaria la sua rimozione per evitare effetti negativi sul funzionamento dello stadio di trattamento biologico.



- Trattamento biologico integrato con stadio di nitrificazione e denitrificazione.

La tecnica biologica più comunemente applicata per il trattamento dei reflui di cokeria è il trattamento biologico aerobico con fanghi attivi integrato con stadio di nitrificazione-denitrificazione .

Sistema aerobico a fanghi attivi

Nel sistema aerobico a fanghi attivi, i contaminanti biodegradabili sono degradati biologicamente a CO₂ e H₂O e i minerali e i componenti non degradabili sono rimossi dalla fase acquosa mediante parziale adsorbimento sui fanghi attivi.

In pratica, la maggior parte dei contaminanti come fenoli, cianuri e idrocarburi aromatici, sono degradati biologicamente e i metalli pesanti e altri composti non degradabili sono parzialmente rimossi per adsorbimento sui fanghi attivi.

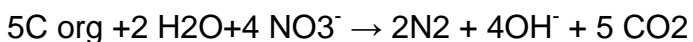
Nitrificazione

Il sistema di trattamento aerobico a fanghi attivi può essere preso come punto di partenza per lo stadio di nitrificazione. I batteri nitrificanti trasformano l'ammonio in nitrato.

Denitrificazione

Per ottenere basse concentrazioni di tutti i composti contenenti azoto è necessario un ulteriore trattamento anaerobico. Sono possibili diverse varianti di impianto, ma buoni risultati possono essere ottenuti con il cosiddetto trattamento di pre-denitrificazione(DN)-nitrificazione(N).

Nel sistema pre-DN/N, il sistema a fanghi attivi aerobico viene usato come punto di partenza . Prima che il refluo sia aerato, viene aggiunta l'acqua ricca di nitrati derivante dallo stadio di nitrificazione. In condizioni anaerobiche, i batteri usano, come fonte di ossigeno per la degradazione del carbonio organico, l'ossigeno dei nitrati. L'azoto del nitrato viene quindi trasformato in azoto gassoso. La reazione complessiva è la seguente:



I range di prestazioni raggiungibili con il trattamento biologico integrato con sistema di nitrificazione e denitrificazione cokeria sono i seguenti:

- Rimozione COD: $\geq 90\%$;
- Solfuri: $\leq 0,1$ mg/l;



- IPA (6 Bornef): $\leq 0,05$ mg/l
- CN- : $\leq 0,1$ mg/l;
- Fenoli : $\leq 0,5$ mg/l
- Somma di NH₄-,NO₃-NO₂: ≤ 30 mgN/l;
- Solidi sospesi: ≤ 40 mg/l.

7. Trattamento del coke

- Assicurare il giusto livello di umidificazione del coke per limitare le eventuali emissioni che possono generarsi durante la manipolazione e trasferimento del materiale.
- Adozione inoltre di sistemi di captazione delle emissioni di polveri che si generano durante la frantumazione e/o vagliatura del coke e relativa depolverazione mediante filtro a tessuto.



4.3.2 Altoforno

Per la produzione della ghisa in altoforno, i principali aspetti ambientalmente rilevanti riguardano:

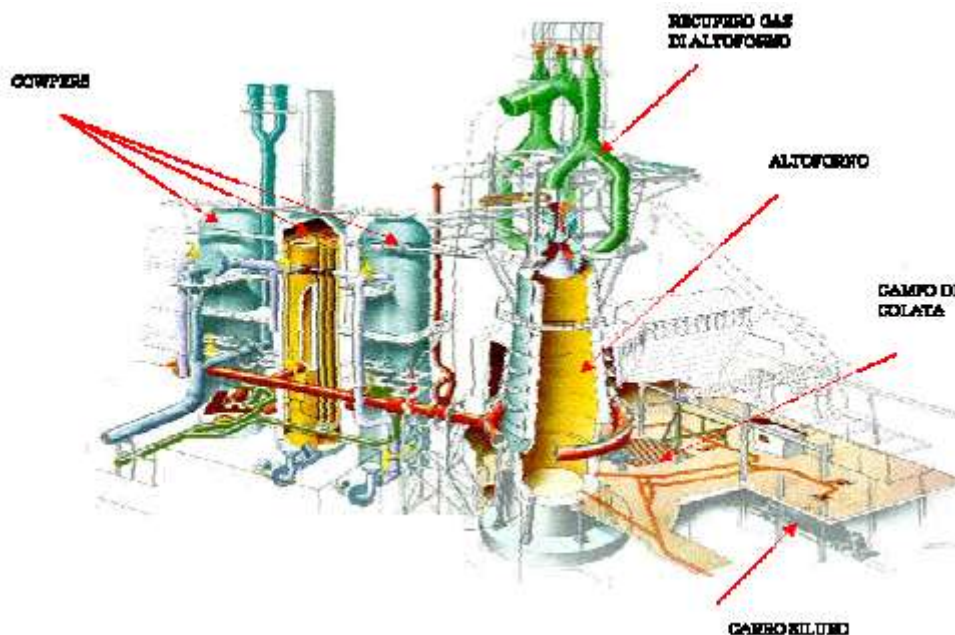
- il trattamento ed il recupero del gas di altoforno;
- la captazione e abbattimento delle emissioni nel colaggio dei prodotti fusi.

A) Aspetti tecnici, tecnologici ed ambientali (consumi, emissioni, rifiuti)

Il processo di produzione della ghisa in altoforno comprende le seguenti fasi:

1. caricamento materiali;
2. generazione del vento caldo;
3. processo di riduzione in altoforno;
4. colaggio ghisa e loppa;
5. trattamento loppa.

Per ciascuna delle suddette fasi vengono di seguito descritte le attività svolte e le principali componenti di natura ambientale su cui applicare le B.A.T. ai fini della prevenzione integrata dall'inquinamento.





1 Caricamento materiali

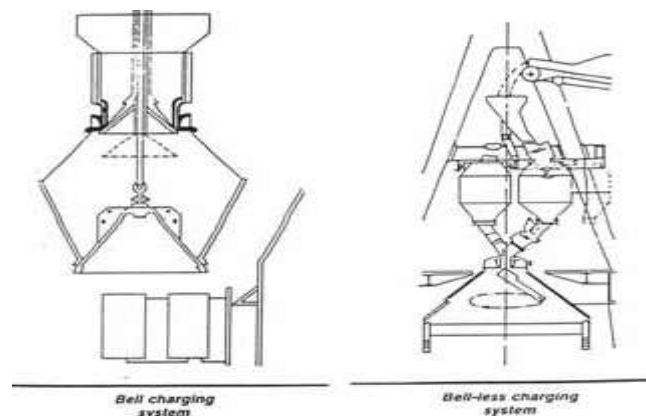
I materiali costituenti la carica dell'altoforno sono il coke, i fondenti ed i materiali feriferi, questi ultimi in forma di minerale agglomerato e/o in pezzatura (pellets e calibrati). Detti materiali, provengono dai rispettivi impianti produttivi e/o dallo stoccaggio in cumuli, sono stati insilati in una stock-house al servizio dell'altoforno e dopo vagliatura per la scelta della frazione granulometrica idonea, vengono, dopo pesatura, inviati in altoforno per il caricamento dall'alto.

Il coke in altoforno assolve a diverse funzioni, tra le quali:

- fornisce il calore necessario alla fusione dei minerali;
- fornisce il gas riducente necessario alla trasformazione degli ossidi di ferro in ferro metallico;
- fornisce il carbonio necessario alla carburazione della ghisa e per la riduzione di alcuni elementi di lega;
- sostiene la carica fino alla parte bassa dell'altoforno, essendo l'unico materiale che non fonde.

L'agglomerato e i minerali di ferro in pezzatura sono i portatori del ferro: dallo stato di ossidi essi vengono trasformati dall'azione del gas riducente; i fondenti, invece, hanno il compito di rendere fusibili le impurità (ganga) contenute nei minerali di ferro e che vanno a costituire la cosiddetta loppa di altoforno.

Con l'adozione di sistemi di caricamento a tenuta con campane o con tramogge, la quantità di gas di altoforno e particolato che può essere emesso durante l'operazione di caricamento, viene limitata alla sola quantità relativa alla depressurizzazione del volume del vano di carica.





Sistema di caricamento in altoforno

In normali condizioni di funzionamento, le principali emissioni in atmosfera presenti nella fase di caricamento sono quelle che si manifestano nella vagliatura dei materiali alla stock-house.

2 Generazione del vento caldo.

Per i processi che avvengono in altoforno è necessaria l'iniezione di aria calda (vento caldo) tramite apposite tubiere.

L'ossigeno contenuto nel vento caldo (quello presente nell'aria ambiente con eventuale arricchimento esterno) ed il carbonio del coke reagiscono tra loro dando origine al gas riducente, ricco in ossido di carbonio, che investe in fase ascensionale la carica ed esercita l'azione riducente nei confronti degli ossidi di ferro presenti nei minerali.

La generazione del vento caldo avviene attraverso l'utilizzo dei cosiddetti "cowpers" a combustione interna o a combustione esterna; per ogni altoforno sono necessari dai tre ai quattro cowpers.



Vista cowpers altoforno

I cowpers vengono riscaldati attraverso la combustione del gas di altoforno, arricchito con gas di cokeria o gas metano; il calore generato nella combustione determina il riscaldamento di un impilaggio di mattoni refrattari, sino a raggiungere nella camera una temperatura di circa 100÷1500 °C. A questo punto la combustione nel cowper viene interrotta e nella camera viene soffiata aria in controcorrente; il calore accumulato dall'impilaggio di mattoni refrattari si trasferisce all'aria riscaldandola sino ad una



temperatura compresa tra 900÷1350 °C.

Il processo continua fino a che la camera non può più produrre vento a temperatura idonea, dopodiché viene interrotto il passaggio dell'aria ed effettuato un nuovo ciclo di riscaldamento.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano, in normali condizioni, durante la fase di generazione del vento caldo sono quelle dei prodotti di combustione del gas di altoforno, arricchito con gas di cokeria o con gas metano; in particolare gli NO_x, per via delle alte temperature.

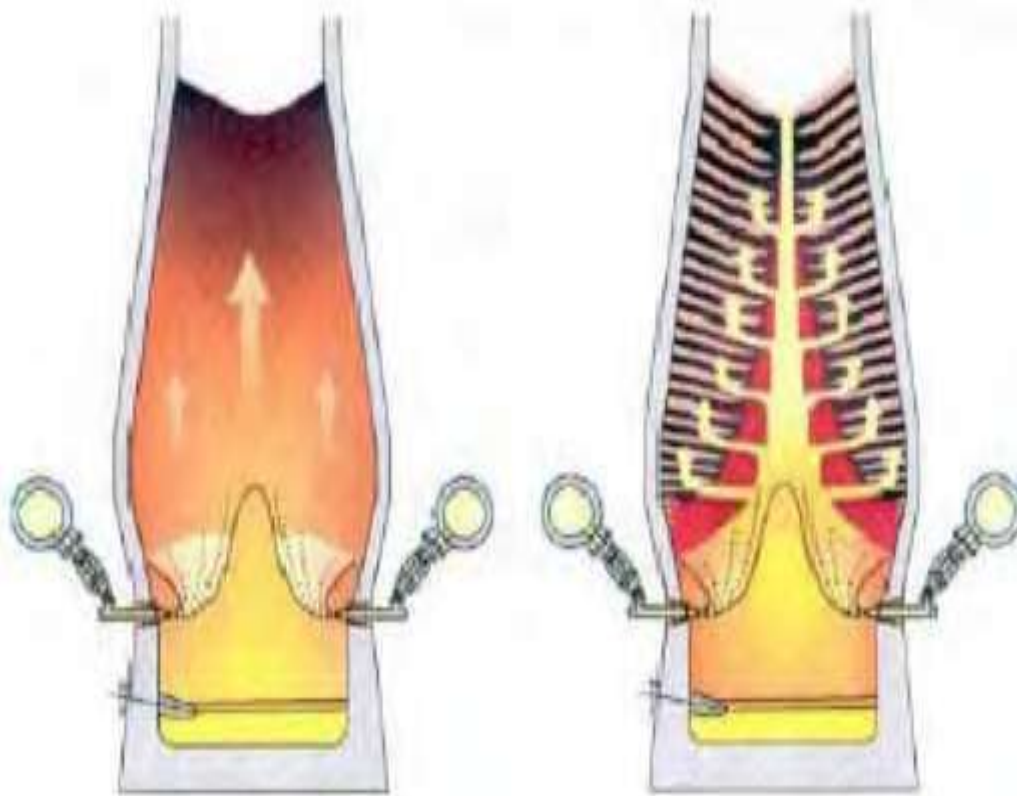
3 Processo di riduzione in altoforno

L'altoforno è costituito da una corazza esterna d'acciaio rivestita all'interno da mattoni refrattari con particolari caratteristiche chimico-fisiche atte a resistere alle elevate temperature e raffreddato con acqua nelle zone termicamente più sollecitate.

La temperatura varia da zona a zona: è massima (ca. 2000 °C) nella zona in cui il vento caldo viene insufflato alle tubiere e dove si ha la combustione del coke e degli altri agenti riducenti, ed è più bassa nella parte alta del forno dove viene introdotta la carica (ca. 100 – 300 °C): nel crogiolo dove si raccolgono la ghisa e la loppa allo stato fuso, si hanno temperature di ca. 1600°C.

L'altoforno è un forno a tino costituito da due tratti troncoconici ("tino" la parte superiore e "sacca" la parte inferiore) uniti in corrispondenza della loro base maggiore da un zona cilindrica (ventre).

Il materiale grezzo, che costituisce la carica del forno, viene introdotto dalla parte alta della struttura (bocca).



vista in sezione di un altoforno

Immediatamente al di sotto della sacca si trova un parte cilindrica detta “crogiolo”, la quale ha la funzione di raccogliere la ghisa prodotta insieme alla scoria (loppa di altoforno).

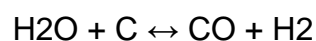
La carica, costituita dal letto di fusione (carica ferrifera e fondenti) e da coke viene introdotta dalla bocca a strati alterni e discende lentamente lungo il tino, permeata in controcorrente da gas caldi riducenti costituiti principalmente da CO, CO₂ e N₂. Il gas si origina nella parte bassa del forno per effetto della combustione del carbonio del coke e degli agenti riducenti con l’ossigeno del vento, secondo la seguente reazione:



La CO₂, in presenza di carbonio in eccesso, reagisce dando origine al CO secondo la seguente reazione di equilibrio:



L’umidità contenuta nell’aria soffiata a livello tubiere (“vento caldo” prodotto dai coppers) si dissocia secondo la seguente reazione:



L’ossido di carbonio (CO) così formatosi nella zona di combustione, tende a salire



attraverso la carica solida ed entra in contatto con il minerale esercitando l'azione di riduzione degli ossidi di ferro. La parte ridotta (Fe) fonde e si deposita nel crogiolo dove avviene la carburazione (soluzione del carbonio nella massa fusa) dando origine alla ghisa. La calcinazione del fondente presente nella carica dà origine ad ossido di calcio che insieme alla ganga dei minerali e alle ceneri del coke formano la loppa di altoforno. Questa fonde nella zona a più elevata temperatura del forno e si raccoglie nel crogiolo, in uno strato galleggiante sul bagno di ghisa fusa. Oltre alla neutralizzazione della componente acida dei minerali, la loppa consente l'assorbimento dello zolfo e di altre impurezze contenute nella carica ed indesiderate nella ghisa.

Il gas di altoforno esercita l'azione riducente nel suo moto ascensionale attraverso la carica, si raccoglie nella parte alta del forno, da dove viene convogliato al sistema di depurazione. Il gas d'altoforno è principalmente costituito da ca. 20÷28 % di CO, ca. 1÷5% di H₂, ca. 50÷55% di N₂ e ca. 17÷25% di CO₂.

Tale gas per le sue caratteristiche energetiche viene recuperato e dopo depurazione utilizzato tal quale, o arricchito con gas di cokeria o gas metano nelle varie utenze termiche. Emissioni in atmosfera a carattere transitorio possono derivare dai cappelli di sicurezza posti sulla sommità dell'altoforno per consentire di scaricare le eventuali sovrappressioni che possono determinarsi all'interno del forno.

Dai sistemi di trattamento ad umido del gas di altoforno derivano inoltre dei reflui contenenti prevalentemente solidi sospesi (come carbone e metalli pesanti), composti dei cianuri, ecc.

4 Colaggio ghisa e loppa

All'interno del crogiolo dell' altoforno si raccolgono, allo stato liquido, la ghisa e la scoria (loppa), quest'ultima stratificata sul bagno di ghisa fusa per effetto del differente peso specifico.

Periodicamente, la ghisa e la loppa vengono evacuate attraverso dei fori di colata situati lateralmente al crogiolo e chiusi con una massa refrattaria. All'apertura, mediante un martello pneumatico, i prodotti fusi fluiscono in un canale (rigolone) rivestito di materiale refrattario. La colata inizia con la fuoriuscita della ghisa, mentre verso la fine si ha la fuoriuscita sia della ghisa che della loppa; questa continua a stratificarsi sopra il bagno di ghisa e sfruttando proprio l'azione dei due diversi pesi specifici, con l'azione di una barriera immersa nel rigolone si ha la separazione della ghisa dalla loppa che si



incanalano rispettivamente nella rigola ghisa e nella rigola loppa, che sono anch'essi dei canali rivestiti di materiale refrattario. Il tratto terminale della rigola ghisa è costituito dal sistema di caricamento (tilting) dei carri siluro.

I carri siluro sono dei contenitori a forma allungata rivestiti internamente di materiale refrattario, movimentati attraverso carri ferroviari, all'interno dei quali viene colata la ghisa fusa per il trasferimento in acciaieria.



Carri siluro

Periodicamente occorre verificare lo stato del rivestimento, per l'eventuale ripristino o rifacimento; ciò richiede che vengano eliminati gli eventuali residui depositatisi all'interno del carro; l'evacuazione è effettuata allo stato fuso (sgrondo) per rotazione quasi totale del carro siluro in modo da riversare il contenuto in una vasca e raffreddarlo con spruzzaggio di acqua.

In caso di necessità e/o per sopperire ad eventuali scompensi tra la produzione dell'altoforno e quella dell'acciaieria, la ghisa contenuta nei carri siluro può essere sottoposta a trattamento di solidificazione (granulazione, produzione di pani di ghisa o colaggio in campo di emergenza).

La granulazione della ghisa viene effettuato in vasca con spruzzaggio di acqua; l'evaporazione di quest'ultima può trascinare con sé del polverino, effetto che viene contenuto mediante irrorazione di acqua aggiuntiva nella vasca di granulazione.

La produzione di pani di ghisa avviene in apposita macchina a colare dove la ghisa viene solidificata in forme raffreddate con acqua.

In via eccezionale la ghisa può essere colata in un campo di emergenza, in tal caso il



raffreddamento avviene per via naturale.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante le operazioni descritte, sono emissioni di particolato, in media le emissioni non abbattute sono nell'intervallo 400-1500 g/t di ghisa prodotta. Queste emissioni si generano principalmente dal contatto tra il metallo caldo e le scorie con l'ossigeno dell'ambiente.

5 Trattamento loppa

La loppa prodotta nel processo di riduzione dei minerali di ferro e che fuoriesce dall'altoforno allo stato fuso deve essere raffreddata.

Il sistema di raffreddamento utilizzato in ambito nazionale è quello della granulazione mediante spruzzaggio di acqua di mare o di acqua dolce ad alta pressione.

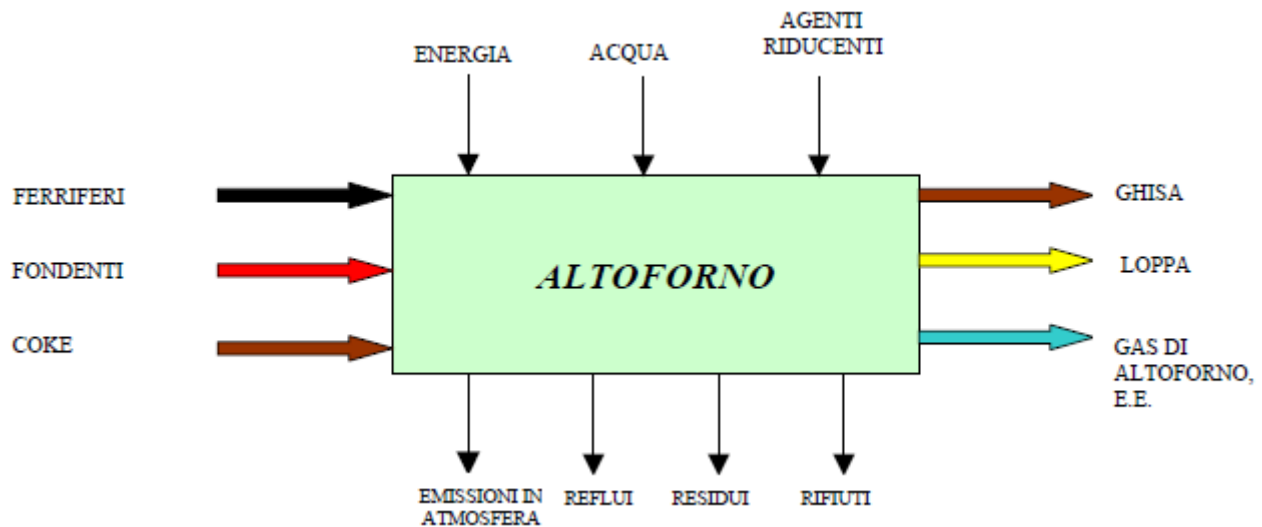
L'operazione può avvenire in bacino aperto o in bacino chiuso. In entrambi la loppa fusa viene convogliata, attraverso la rigola loppa, alla testa di granulazione in cui un forte getto di acqua permette il suo raffreddamento e nello stesso tempo dà origine a granuli di loppa che vengono trascinati insieme all'acqua utilizzata nel processo. Durante la granulazione si genera del vapore acqueo, contenente una limitata quantità di composti solforati, che viene emesso in atmosfera.

La separazione dell'acqua dalla loppa, nel sistema a bacino aperto, avviene in un letto drenante che consente il filtraggio e lo scarico dell'acqua, e trattiene in superficie la loppa; in bacino chiuso la miscela di acqua e loppa può essere inviata ad un sistema di separazione acqua-loppa di tipo statico con sili drenanti, oppure può essere inviata ad un sistema dinamico di separazione a tamburo rotante (processo INBA), dove la loppa separata viene evacuata a mezzo nastro trasportatore.

La loppa granulata così prodotta, che ha una umidità residua di ca. il 10%, viene stoccata in cumuli per essere poi destinata al riutilizzo (cementerie, costruzione di strade, ecc....). Nel caso di granulazione con acqua dolce si ha un sistema a riciclo, con reintegro dell'acqua persa per evaporazione; mentre nel caso di utilizzo di acqua di mare si ha un sistema aperto in cui l'acqua separata dalla loppa viene filtrata e scaricata dal sistema di drenaggio.

Bilancio complessivo di materia ed energia

Lo schema di flusso di materia ed energia in ingresso ed in uscita dall'altoforno è sinteticamente di seguito rappresentato:



I residui solidi determinati nelle fasi del processo di produzione descritto sono in larga misura recuperati con operazioni di riciclo; la loppa prodotta nel normale esercizio degli impianti viene riutilizzata nell'industria del cemento, per la costruzione di strade, ecc.; i fanghi derivanti dai sistemi di depurazione ad umido e dalle polveri raccolte dai sistemi di depurazione a secco vengono in gran parte riciclati negli impianti di agglomerazione e/o bricchettaggio. Altri residui di natura ferrosa, come rottame, spuntature, crostoni, ecc. sono riciclati in acciaieria; in pratica, sono soprattutto i rifiuti derivanti da attività di manutenzione, come i refrattari non riciclabili, ad essere indirizzati allo smaltimento in discarica.

B) Migliori tecniche e tecnologie disponibili

1 Caricamento materiali

- Adozione di sistemi di captazione delle emissioni di polveri durante la vagliatura dei materiali nella stock-house e successivo trattamento con sistemi di abbattimento ad umido o a secco (filtri a tessuto). Nel caso di depolverazione con sistemi ad umido, il trattamento delle acque reflue può essere effettuato congiuntamente con il trattamento delle acque derivanti dalla depurazione ad umido del gas di altoforno.

2 Generazione del vento caldo.

La produzione di vento caldo a mezzo di cowpers avviene con la combustione di gas d'altoforno, spesso arricchito; le emissioni raggiungibili nei fumi di combustione, in condizioni normali, sono:



- concentrazione di polveri : < 10 mg/Nmc (3% O₂)
- concentrazione di NO_x : < 350 mg/Nmc (3% O₂)

A riguardo, si possono adottare vari sistemi per ottimizzare l'efficienza energetica:

- Recupero del calore sensibile dei fumi con preriscaldamento dell'aria comburente e/o del combustibile, ove possibile.

Tale tecnica non è economicamente e tecnicamente applicabile, in generale, sugli impianti esistenti, se la temperatura dei fumi è troppo bassa (< 250 °C). Il preriscaldamento dell'aria e/o del combustibile alimentato ai cowper determina in ogni caso un aumento della formazione di NO_x.

- Miglioramento del processo di combustione; può essere vantaggioso, ove possibile, l'impiego di idonei bruciatori ed il controllo del processo di riscaldamento.

3 Processo di riduzione in altoforno

- Iniezione diretta di agenti riducenti in altoforno. In particolare l'iniezione di idrocarburi, come ad esempio carbon fossile polverizzato o granulare, olio combustibile, residui oleosi, catrame, residui plastici o gas naturale, permette la sostituzione di parte del coke utilizzato in altoforno, con conseguente effetto di riduzione delle emissioni e dei consumi energetici associati alla produzione di coke.

L'agente riducente maggiormente utilizzato, ed iniettato a livello tubiere, è il carbon fossile polverizzato, opportunamente preparato attraverso processi di macinazione ed essiccamento (P.C.I. – Powdered Coal Injection).

Il coke è un componente insostituibile nel processo di produzione della ghisa in altoforno, per cui la sua parziale sostituzione con agenti riducenti non può essere eccessivamente spinta e comunque non può superare determinati livelli.

Il livello provato di iniezione di carbon fossile polverizzato in altoforno è di 180 Kg/t ghisa; tuttavia è da tenere presente che tale livello di iniezione è strettamente legato alla marcia dell'altoforno, alla stabilità del processo, alla qualità dei materiali alimentati, nonché alla qualità della ghisa e della loppa prodotti.



Sistema P.C.I.(Powdered Coal Injection)

- Recupero del gas di altoforno (Bfgas); un apposito sistema di collettori di raccolta posizionati nella parte alta, in prossimità della bocca, con relativo sistema di sicurezza per le eventuali sovrappressioni che possono verificarsi all'interno dell'altoforno, consente di convogliare verso la depurazione e poi allo stoccaggio un gas che contiene un 20-28 % di ossido di carbonio (CO) ed 1-5 % di idrogeno. Anche se il contenuto energetico del Bfgas è relativamente basso (2,7-4,0 MJ/Nm³) ed il suo impiego come combustibile prevede un arricchimento con gas di cokeria o gas naturale, il recupero energetico è molto significativo, per le alte quantità in gioco (1200-2000 Nm³/t di ghisa) e può aggirarsi sui 5 GJ/t di ghisa.
- Depolverazione del gas di altoforno recuperato, mediante un preabbattimento delle polveri grossolane con sistema di separazione a secco (sacca a polvere) e successivo trattamento di depurazione ad umido o, più raramente, con elettrofiltri.
- Adozione di un sistema di recupero energetico della pressione di bocca dell'altoforno mediante turbina ad espansione collegata a un turboalternatore per la produzione di energia elettrica.



Questa tecnica può essere applicata su nuovi altoforni, che operano con un'elevata pressione di bocca (2-2,5 bar) e con sistemi di depurazione gas opportunamente dimensionati con una ridotta perdita di carico. Su impianti esistenti non sempre sussistono i suddetti prerequisiti e quelli di realizzabilità (disponibilità del lay-out, vantaggio del recupero, ecc...).

Negli impianti moderni si fa particolare attenzione anche alla caduta di pressione lungo tutto il sistema di depurazione, poiché essa determina l'efficienza del recupero energetico dalla pressione del gas.

- Trattamento delle acque reflue derivanti dalla depurazione ad umido del Bfgas; con:
 - riciclo, per quanto possibile, delle acque trattate;
 - coagulazione e sedimentazione dei solidi sospesi; le prestazioni raggiungibili in condizioni normali, sono le seguenti:
 - concentrazione di solidi sospesi dopo trattamento : < 50 mg/l (media giornaliera);
: < 20 mg/l (media annuale).
 - Riciclaggio, per quanto possibile, all'impianto di agglomerazione dei fanghi precipitati e trattamento della parte non direttamente riciclabile; questi fanghi sono caratterizzati da presenza di zinco, che è di ostacolo al processo in altoforno. Se la parte di fanghi non riciclabile ha una distribuzione granulometrica tale da permettere una separazione rappresentativa delle particelle fini (più ricche in zinco) da quelle più grossolane (più povere di zinco), può essere operata l'idrociclonatura dei fanghi. La frazione più grossolana può quindi essere avviata a riciclo mentre la frazione fine viene inviata in discarica.

Per la tipologia di fanghi prodotti non sempre è adottabile il processo di idrociclonatura in quanto non si otterrebbe un ragionevole e vantaggioso effetto di separazione e quindi un significativo incremento delle quantità di fanghi da poter riciclare.

4 Colaggio ghisa e loppa

- Adozione di un sistema di captazione delle emissioni che si generano dalle operazioni di colaggio della ghisa e della loppa e loro relativa depolverazione mediante filtro a tessuto o elettrofiltro.

Le prestazioni raggiungibili dopo depolverazione in condizioni normali, sono le seguenti:



– concentrazione di polveri : 1÷15 mg/Nmc.

• Riduzione delle emissioni durante la colata nelle rigole. Si può raggiungere questo obiettivo con le seguenti attività:

- adozione di materiale refrattario non legato con catrame, per il rivestimento delle rigole;

- copertura delle rigole; questa tecnica può essere adottata laddove la tipologia di ghisa prodotta lo consenta; infatti per alcune campagne di ghisa caratterizzate da maggiore viscosità (con conseguente difficoltà di deflusso nelle rigole), si rende necessario disporre di canali aperti per poter intervenire meccanicamente al fine di agevolare il deflusso del materiale.

- adozione di un sistema di inertizzazione dei prodotti fusi con azoto per la riduzione della formazione dei fumi durante le operazioni di colaggio, in alternativa alla installazione di sistemi di captazione e depolverazione, nel caso in cui il design dell'impianto permetta la sua adozione e se vi è una sufficiente disponibilità di azoto. La captazione e depolverazione delle emissioni dal foro di colata resta comunque necessaria.

L'insufflaggio di azoto, che si diffonde nell'ambiente di lavoro, può determinare problemi di sicurezza per il personale (asfissia), per cui l'eventuale adozione di tale tecnica necessita di misure aggiuntive tese ad assicurare un'adeguata ventilazione degli ambienti di lavoro ed il loro monitoraggio.

5 Trattamento loppa

• Adozione di un sistema di granulazione della loppa, con raffreddamento ad acqua di mare se a circuito aperto o ad acqua dolce con relativo riciclo.

• Condensazione dei vapori di granulazione della loppa, nel caso vi siano problemi di odori (da H₂S o SO₂).

La tecnica è applicabile soprattutto nella realizzazione di nuovi altoforni; negli stabilimenti esistenti problemi di lay-out, di compatibilità con l'impiantistica esistente ed elevati costi di realizzazione, rendono in genere impraticabile la realizzazione dell'intervento, i cui benefici devono essere valutati anche in relazione ai consumi energetici richiesti dal circuito dell'acqua ed alle emissioni conseguenti alla produzione di energia.

6 Gestione dei residui

Per i rifiuti solidi, le seguenti tecniche sono considerate BAT:



- la minimizzazione della produzione di rifiuti;
- il riciclaggio dei residui e dei sottoprodotti riutilizzabili, tra cui principalmente le polveri derivanti dalle depolverazioni a secco, i fanghi derivanti dai sistemi di abbattimento ad umido, ecc...,tal quali e/o tramite bricchettaggio; il riutilizzo della loppa (ad es.: in cementeria, per la costruzione di strade, ecc...);
- lo smaltimento in idonea discarica dei residui non riciclabili.

4.3.3 Acciaieria ad ossigeno e Colata Continua

Per le acciaierie ad ossigeno e le colate continue i principali aspetti ambientalmente rilevanti riguardano:

- il trattamento ed il recupero del gas di acciaieria;
- la captazione e abbattimento delle emissioni secondarie.

A) Aspetti tecnici, tecnologici ed ambientali (consumi,emissioni,rifiuti)

La tecnologia più diffusa per il trattamento della ghisa fusa è la tecnica BOS (Basic Oxygen Steelmaking), un processo di affinazione in convertitori ad ossigeno che comprende le seguenti fasi:

1. trasferimento e pretrattamento della ghisa fusa (desolforazione);
2. affinazione della ghisa;
3. trattamento metallurgico secondario dell'acciaio;
4. colaggio acciaio.

Per ciascuna delle suddette fasi vengono di seguito descritte le attività svolte e le principali componenti di natura ambientale su cui applicare le B.A.T. ai fini della prevenzione integrata dall'inquinamento.

1 Trasferimento e pretrattamento della ghisa fusa (desolforazione)

La ghisa fusa prodotta dagli altoforni viene trasferita in acciaieria a mezzo di carri siluro movimentati con locomotori ferroviari.

In acciaieria, il versamento della ghisa dai carri siluro viene effettuato posizionando una siviera ghisa in zona sottostante al carro ed effettuando una rotazione di quest'ultimo



attorno all'asse longitudinale.

La ghisa, in arrivo dall'altoforno, può contenere delle impurezze la cui presenza è controindicata per la produzione di acciai dai requisiti qualitativi particolarmente severi.

Pertanto, prima del caricamento nel convertitore ad ossigeno, possono rendersi necessari degli opportuni pretrattamenti, come la desolfurazione, la defosforazione, la desilicizzazione; di questi il più diffuso è la desolfurazione, effettuata per regolare nella ghisa il contenuto in zolfo.

La desolfurazione avviene mediante l'iniezione nel bagno di ghisa fusa di agenti desolforanti (carburo di calcio, soda, calce, ecc...) che sono essenzialmente dei composti basici ai quali lo zolfo si lega, trasferendosi dalla ghisa nella scoria.

La scoria si stratifica sul bagno di ghisa fusa per effetto del minor peso specifico e deve essere eliminata per evitare il ritorno dello zolfo durante l'operazione di affinazione. L'operazione di "scorifica" viene effettuata in apposita postazione mediante l'ausilio di un raso.

Dopo la raspatura la siviera di ghisa fusa viene inviata al convertitore per la fase di carica.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano, in normali condizioni, durante il processo di desolfurazione e le successive fasi di separazione e pesatura delle scorie, sono emissioni di particolato, presenti fino a 10.000 mg/Nm³.

2 Affinazione della ghisa.

L'affinazione della ghisa avviene nel convertitore, dove per azione dell'ossigeno si ha l'ossidazione del carbonio (approssimativamente dal 4% a meno dell'1%) e di altri composti indesiderati che si trasferiscono nella scoria. Le principali reazioni che hanno luogo durante il processo di affinazione sono le seguenti:



Carbon elimination	$[C] + [O]$ $[CO] + [O]$	\leftrightarrow CO (off-gas) \leftrightarrow CO ₂ (off-gas)
Oxidation of accompanying and tramp elements		
- Desiliconisation	$[Si] + 2[O] + 2(CaO)$	\leftrightarrow (2CaO • SiO ₂)
- Manganese reaction	$[Mn] + [O]$	\leftrightarrow (MnO)
- Dephosphorisation	$2[P] + 5 [O] + 3 [CaO]$	\leftrightarrow (3CaO • P ₂ O ₅)
- Desulphurisation	$[S] + [CaO]$	\leftrightarrow (CaS) + [O]
Deoxidation		
Removal of residual oxygen through ferro-silicon	$[Si] + 2[O]$	\leftrightarrow (SiO ₂)
Aluminium	$2[Al] + 3[O]$	\leftrightarrow (Al ₂ O ₃)

Notes: [] solute in the iron
() contained in the slag

La reazione del carbonio (decarburazione) è quella di maggiore importanza; essa avviene con sviluppo di gas (principalmente monossido di carbonio), che determina agitazione del metallo e rimescolamento della scoria. Il contenuto di ossigeno nel corso dell'affinazione è in larga misura controllato da questa reazione, che indirettamente influisce così su altre reazioni e sui parametri di processo dipendenti dallo stato di ossidazione. La durata dell'affinazione dipende quindi dal tempo necessario alla riduzione del tenore di carbonio da un determinato livello iniziale al livello finale desiderato.

I processi di affinazione ad ossigeno impiegano una carica composta per il 70 ÷ 90 % di ghisa liquida e il rimanente da rottame di ferro e materiale ferriero. Essi consentono anche di arrestare la decarburazione a livelli medi ed elevati di carbonio, e quindi la produzione di acciai duri e semiduri.

I principali processi di conversione ad ossigeno sono il processo L.D. (Linz-Donawitz) ed il processo O.B.M. (Oxygen-Boden-Maxhütte).

Il processo L.D. è realizzato in un convertitore a fondo chiuso, rivestito internamente di materiale refrattario, dove viene introdotta la carica (rottame e ghisa fusa) mantenendo il convertitore in posizione inclinata. Al termine della carica, il convertitore viene raddrizzato e con l'introduzione della lancia per il soffiaggio dell'ossigeno inizia il processo di affinazione; la lancia è mantenuta ad una certa altezza rispetto alla superficie del bagno metallico.

L'impatto dell'ossigeno con il bagno metallico fuso crea dopo pochi attimi l'innesco, ossia si forma una zona di reazione a temperatura estremamente elevata per l'ossidazione



diretta del materiale. In tale zona avviene l'assorbimento dell'ossigeno soffiato, che si diffonde con grande rapidità in tutta la massa metallica per la forte turbolenza e circolazione di metallo, determinata dal getto di ossigeno, dallo sviluppo di gas per il procedere veloce della decarburazione e dal gradiente termico determinatosi all'interno del bagno metallico.



Soffiaggio in convertitore

Contemporaneamente all'ossidazione del carbonio e di altri composti (silicio, manganese, fosforo, ecc...), si formano anche delle scorie basiche fluide, dovute all'aggiunta di calce, immessa anch'essa dalla bocca del convertitore. A seconda dei tipi e della qualità degli acciai da produrre, la decarburazione può essere completa (scendendo così a tenori di carbonio dello 0,03 ÷ 0,08%) oppure parziale, se viene arrestata a un tenore di carbonio più elevato.

Terminata la fase di soffiaggio l'acciaio viene colato in siviera (spillaggio) procedendo alle aggiunte necessarie per il raggiungimento della composizione chimica richiesta.

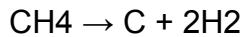
La scoria, invece, versata in paiole movimentate con carri ferroviari, dopo lo svuotamento delle stesse è raffreddata con acqua ed avviata alla deferrizzazione: la separazione del materiale ferrifero dall'inerte, ne consente il riciclo.

A differenza del processo L.D., nel processo OBM, il soffiaggio del bagno fuso avviene invece dal basso, come di seguito schematizzato.

L'ossigeno, immesso direttamente all'interno del bagno e per una zona relativamente



estesa attraverso numerose tubiere, riduce le condizioni di non omogeneità della composizione del bagno metallico e gli stati di non equilibrio tra bagno e scoria. Il soffiaggio dell'ossigeno provoca elevatissime temperature nella zona di contatto tra tubiera e bagno metallico determinando una rapida usura delle tubiere e del refrattario di fondo. A contrastare tale fenomeno viene soffiato anche un idrocarburo gassoso (metano), il quale a contatto con il bagno, si dissocia termicamente secondo la reazione:



assorbendo quindi una elevata quantità di calore e diminuendo le alte temperature provocate dalle reazioni dell'ossigeno nella zona di uscita dalla tubiera.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano, in normali condizioni, durante le operazioni di carica e spillaggio del convertitore, sono emissioni di polveri; queste sono presenti in discreta quantità (15-20 kg/t LS), anche nel gas di acciaieria che si sviluppa durante il soffiaggio; quest'ultimo, contenendo una grande quantità di monossido di carbonio, può essere recuperato o combusto.

Durante il soffiaggio possono inoltre intervenire sporadicamente particolari perturbazioni nel processo che comportano effetti transitori con generazione anomala di fumi di ossidi di ferro, il cui volume istantaneo è di entità tale da non poter essere totalmente aspirato dai sistemi di aspirazione dei fumi primari e secondari.

Dal trattamento del gas di acciaieria per via umida derivano inoltre dei reflui contenenti prevalentemente solidi sospesi.

3 Trattamento metallurgico secondario dell'acciaio.

Il processo di ossidazione nel convertitore è generalmente seguito da post-trattamenti metallurgici che sono stati sviluppati per far fronte alle sempre maggiori richieste qualitative dell'acciaio prodotto. I principali obiettivi dei trattamenti metallurgici sono:

- miscelazione e omogeneità del bagno;
- aggiustamenti della composizione chimica;
- aggiustamenti della temperatura;
- deossidazione;
- rimozione di gas indesiderabili;
- miglioramento della purezza attraverso la separazione delle inclusioni non metalliche.



Uno dei principali step dei trattamenti metallurgici è il degasaggio (o trattamento sottovuoto) che permette la rimozione di composti gassosi inglobati nel bagno, come idrogeno, ossigeno, azoto, o composti del carbonio.

Sono stati sviluppati i seguenti sistemi degasaggio:

- Degasaggio in siviera;
- Degasaggio mediante ricircolazione dell'acciaio.

Degasaggio in siviera

Può essere realizzato introducendo la siviera, con l'acciaio in essa contenuto, in un contenitore collegato all'impianto del vuoto; oppure dotando la siviera stessa di un coperchio di tenuta collegato all'impianto del vuoto.

In questo modo la superficie dell'acciaio viene esposta all'azione del vuoto, azione che però si attenua rapidamente al di sotto della superficie; per questo motivo l'acciaio in siviera deve venire costantemente rimescolato in modo da portare il metallo che si trova in profondità in superficie e viceversa. Questa agitazione viene ottenuta mediante gorgogliamento di argon dal fondo della siviera (introducendolo mediante tappo poroso), oppure mediante azione elettromagnetica. L'acciaio deve essere adeguatamente surriscaldato per tener conto della caduta di temperatura durante il trattamento.

Degasaggio mediante ricircolazione dell'acciaio

Rispetto al degasaggio in siviera, che esercita la sua azione sull'intera colata, in questo processo viene esposta all'azione del vuoto, ripetutamente, solo una parte della colata d'acciaio.

Questo viene fatto ricircolare in un recipiente di trattamento sovrastante, nel quale si mantiene il vuoto. Il metallo passa dalla siviera al recipiente sotto vuoto attraverso una o due gambe tubolari di refrattario che stanno immerse nell'acciaio.

La porzione di acciaio degasato ritorna nella siviera mescolandosi con il resto della colata, che viene ad essere così progressivamente diluita.

Con questo sistema il degasaggio è favorito poiché con la limitata quantità di acciaio sottoposta di volta in volta al vuoto, si realizza un aumento della superficie esposta ed una diminuzione del percorso diffusionale dei gas da eliminare. Il trattamento può essere discontinuo (DH) o continuo (RH) con possibilità di operare aggiunte e soffiare ossigeno



allo scopo di effettuare decarburazioni molto spinte.

Su impianti significativi il vuoto viene realizzato per mezzo di eiezione con vapore e condensazione con acqua, di cui si ha un consumo significativo.

Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante tale fase di processo sono quelle che derivano dalle operazioni di trattamento dell'acciaio. Dai trattamenti sotto vuoto, che utilizzano vapore ed acqua per creare il vuoto, derivano inoltre dei reflui contenenti prevalentemente solidi sospesi.

4 Colaggio acciaio.

Una volta raggiunta la qualità desiderata, l'acciaio deve essere solidificato; il colaggio in lingotti, per molti anni, ha rappresentato un passaggio obbligato per la produzione di bramme, blumi, billette. Il lingotto, trascorso il tempo necessario alla solidificazione, veniva strappato, inviato ai forni a pozzo e riscaldato fino a raggiungere la temperatura idonea di laminazione allo sbozzatore.

Con l'introduzione della colata continua, l'acciaio liquido viene direttamente solidificato in bramme, blumi, billette senza l'ausilio di ulteriori passaggi intermedi, con evidenti vantaggi dal punto di vista del risparmio energetico, di riduzione delle emissioni, dell'utilizzo di acque, di aumento della produttività, di miglioramento delle rese di trasformazione, ecc...

Il processo di colata continua è caratterizzato essenzialmente dal colaggio dell'acciaio dalla siviera in un recipiente rivestito in materiale refrattario (paniera), che ha il compito principale di mantenere un battente ferrostatico costante e consentire un deflusso regolare e controllabile dell'acciaio liquido alla sottostante lingottiera. La paniera garantisce la continuità del colaggio; nel caso di macchine a più linee disposte in parallelo, ha anche il compito di ripartire l'acciaio fra le diverse linee.

La lingottiera è dotata di moto oscillatorio ed è raffreddata indirettamente con acqua; il raffreddamento assicura la veloce solidificazione dell'acciaio, nel breve tempo del suo attraversamento, in modo che la barra abbia formato un guscio solido esterno prima di abbandonarla.

Il moto oscillatorio, invece, impedisce che l'acciaio aderisca alle superfici, provocando incollamenti che dapprima ostacolerebbero l'avanzamento della barra e poi provocherebbero la rottura della pelle.

La lunghezza della lingottiera è studiata così da conciliare i seguenti principali fattori:



- deve essere sufficientemente lunga e realizzata in materiale idoneo per consentire il raffreddamento della bramma e permettere la formazione di una pelle di spessore tale da resistere alla pressione ferrostatica;
- evitare eccessivi attriti tra l'acciaio e la superficie della lingottiera.



Macchina di colata continua

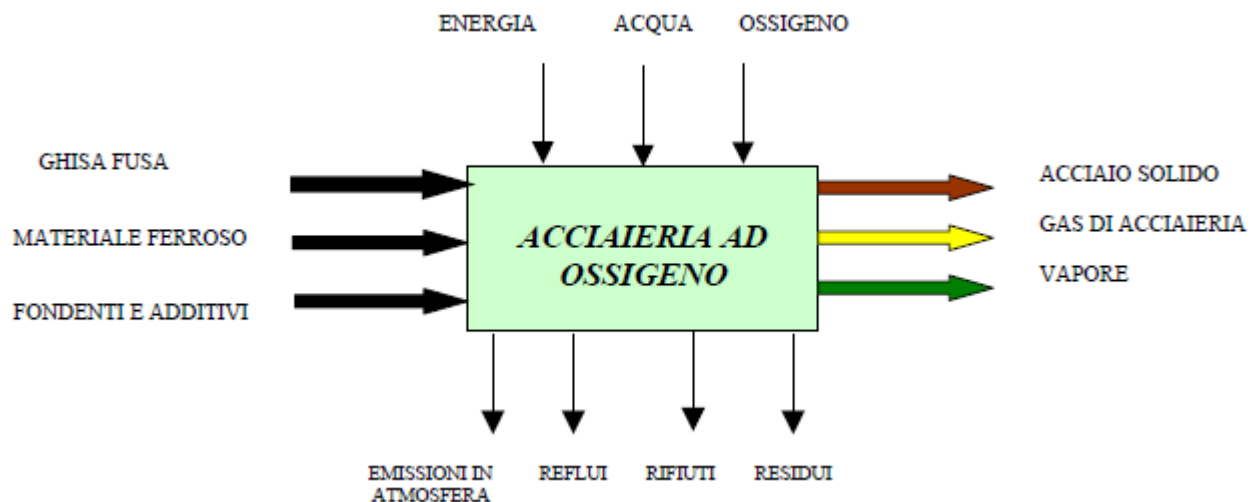
Le principali emissioni in atmosfera che si manifestano in normali condizioni durante tale fase di processo sono quelle di vapore che derivano dalle operazioni di raffreddamento della bramma, dei blumi, delle billette con acqua e che vengono evacuate in atmosfera.

Dal processo di raffreddamento dell'acciaio derivano inoltre reflui contenenti solidi sospesi ed oli.



Bilancio complessivo di materia ed energia

Lo schema di flusso di materia ed energia in ingresso ed in uscita dalla acciaieria ad ossigeno è sinteticamente di seguito rappresentato:



I principali residui solidi, determinati nel normale svolgimento del processo descritto, sono costituiti da scorie di acciaieria e da scorie derivanti dai trattamenti ghisa e acciaio, dalle scaglie e dai fanghi derivanti dai sistemi di trattamento dei reflui e da polveri derivanti dai sistemi di depolverazione a secco. In larga misura si tratta di residui che vengono recuperati sia in acciaieria che in agglomerato. Quanto non riciclabile, insieme ai rifiuti derivanti da attività di manutenzione, quali i refrattari non riciclabili, sono indirizzati allo smaltimento in discarica.



5. PROGETTO ALTOFORNO LUCCHINI (Piombino)

5.1 Le motivazioni

Gli interventi volti ad una riduzione dell'utilizzo di materie prime per la produzione di ghisa da altoforno (fossile e coke), presso lo stabilimento Lucchini di Piombino, hanno avuto inizio nel 2007 e si sono protratti per svariati mesi. E' opportuno ricordare che l'energia utilizzata nei processi produttivi ha un peso determinante nella identificazione delle tecniche da utilizzare, che in qualsiasi sito produttivo le tecniche utilizzate dipendono dalla dimensione, complessità dell'impianto in esame, e il fabbisogno energetico di tutte le sue componenti.

Il crescente costo delle materie prime, il raggiungimento di una sempre maggiore sostenibilità ambientale e la necessità di ridurre i costi di produzione (per rimanere sempre competitivi sul mercato), hanno portato il Gruppo Lucchini a sostenere un ingente sforzo economico (circa 30 milioni di Euro) per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- riduzione dei consumi energetici dell'Altoforno, responsabile del maggior consumo di materie prime (coke e fossile);
- riduzione delle emissioni atmosferiche, per una maggiore sostenibilità ambientale;
- miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti oggetto degli interventi (meglio descritti nel capitolo successivo, 5.2);
- miglioramento delle condizioni operative di esercizio per i lavoratori.

Il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stato possibile grazie all'utilizzo delle migliori tecnologie (o tecniche) disponibili, includendo nel concetto di "Miglior Tecniche Disponibili (MTD)" non solo l'installazione di strumentazione idonea, ma anche e soprattutto l'importanza di vedere l'impianto nel suo complesso, valutare finalità e bisogni dei vari sistemi, le loro energie e le loro interazioni associate (APPROCCIO INTEGRATO). La definizione di una politica di efficienza energetica deve basarsi anche sulla struttura del personale e delle responsabilità, formazione, sensibilizzazione, competenze, comunicazione, coinvolgimento dei dipendenti, documentazione, efficiente controllo dei processi, programmi di manutenzione, preparazione alle emergenze. Sono tutti aspetti indicati dalle Linee Guida, recepiti e implementati per l'intervento oggetto della presente



relazione.

La corretta applicazione delle disposizioni delle direttive non deve, però, penalizzare il tessuto produttivo; in linea generale essa deve essere diretta ad ottenere da ciascun impianto le migliori prestazioni ambientali ed energetiche, senza con ciò compromettere (anche dal punto di vista economico) il livello produttivo. Infatti, accanto all'aspetto ambientale ed energetico, la "disponibilità" di una tecnica deve essere accertata anche in considerazione dei costi e dei benefici inerenti alla sua implementazione.

Il Gruppo Lucchini, per portare avanti un progetto di continua innovazione e formazione, ben sapendo che lo sviluppo richiede risorse, tempo ed esperienza, negli anni ha instaurato collaborazioni con enti internazionali (Comunità Europea) e nazionali (Università, Centro Studi Materiali, ecc.), che le ha permesso di sviluppare progetti di grande rilevanza industriale. (si veda pagine 116 - 130)



5.2 *Gli interventi*

Nel sito produttivo Lucchini Piombino è presente un solo altoforno, avente dimensioni (diametro del crogiolo) pari a 11,7 metri circa.

Gli interventi di seguito descritti hanno subito un'accurata fase di studio preliminare, progettuale e di implementazione, che ha coperto un arco temporale durato tutto l'anno 2007, concentrandosi su tutti gli aspetti di maggior rilevanza per un'altoforno.

Un approccio strategico di questo tipo, si è reso necessario per le peculiarità del ciclo produttivo della ghisa da sull'altoforno, che sono:

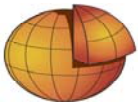
- 1) varietà e complessità impiantistica;
- 2) scarsa flessibilità operativa e necessità di costanti ed alti livelli produttivi per consentire un adeguata economia di scala;
- 3) costi gestionali elevati.

Gli interventi effettuati nello stabilimento Lucchini di Piombino, volti alla riduzione di consumi energetici nell'altoforno, sono da considerarsi nel loro insieme come un unico grande intervento in quanto, per ottenere i risultati prefissati, è stato necessario intervenire (per quanto economicamente e tecnologicamente possibile, cioè l'applicazione di tecniche in condizioni tecnicamente ed economicamente valide prendendo in considerazione i costi ed i vantaggi, come da definizione di BAT) su tutti gli aspetti/componenti che influenzano la regolarità di marcia dell'altoforno (aspetto unanimemente riconosciuto fondamentale per una corretta gestione energetica dell'altoforno).

La complessità impiantistica di un altoforno, e la necessità di dover coniugare il massimo efficientamento possibile con la sostenibilità economica degli interventi, hanno portato alla realizzazione di una serie di interventi assolutamente consequenziali, senza i quali non si sarebbero raggiunti i risultati di risparmio energetico meglio descritti in seguito.

Per quanto detto sopra si ritiene corretta un'addizionalità pari al 100%, in quanto tutti gli interventi, prima attentamente studiati e poi implementati, sono interconnessi tra loro e tutti di fondamentale importanza per il raggiungimento della regolarità di marcia dell'altoforno.

L'unica distinzione tecnicamente accettabile degli interventi, può essere riferita al peso (espresso in percentuale) che questi hanno avuto nel raggiungimento dell'obiettivo



prefissato (la regolarità di marcia dell'altoforno, e quindi il relativo risparmio energetico), e che si tratti di interventi di nuova installazione o interventi di efficientamento su componenti esistenti (con modifiche tecnologiche e con diversi e migliorati materiali utilizzati).

Nuove installazioni:

- Costruzione nuovo Cowpers (IV) e nuova modalità gestionale dei Cowpers esistenti.
- Sonde Neutroniche.
- Sonde Radar.
- Sistema di controllo velocità.
- Sistema di raffreddamento.
- Installazione termocoppia sulla bocchetta di colata.
- Installazione termocoppia crogiolo.

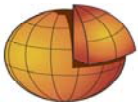
L'insieme delle nuove installazioni, identificabili certamente come interventi di risparmio energetico, dal punto di vista tecnico hanno avuto un peso stimato, dai responsabili della conduzione dell'altoforno Lucchini Piombino, pari all'83% sui risultati di risparmio ottenuti.

Da un punto di vista strettamente economico, le nuove installazioni, hanno avuto un peso percentuale sul totale degli interventi pari a circa il 93%.

Interventi di efficientamento su componenti esistenti (con modifiche tecnologiche e con diversi e migliorati materiali utilizzati):

- Progetto in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali (CSM).
- Intervento profilo refrattari altoforno.
- Interventi alla blindatura di bocca.
- Interventi agli organi di bocca.
- Interventi alle Hoppers di caricamento con particolare riferimento alle piastre di usura.
- Interventi ai nastri principali di caricamento forno.
- Interventi alla sacca a polvere.

L'insieme degli interventi di efficientamento su componenti esistenti, dal punto di vista tecnico hanno avuto un peso stimato, dai responsabili della conduzione dell'altoforno



Lucchini Piombino, pari al 17% sui risultati di risparmio ottenuti. Da un punto di vista strettamente economico, gli interventi di efficientamento su componenti esistenti, hanno avuto un peso percentuale sul totale degli interventi pari a circa il 7%.

Tutti gli interventi sopra citati, sono di seguito descritti e riassunti nella tabella allegata a pag. 146:

Costruzione nuovo Cowpers (IV) e nuova modalità gestionale dei Cowpers esistenti:

I Cowpers sono una delle principali apparecchiature che fanno parte dell'impiantistica di altoforno; Per i processi che avvengono in altoforno è necessaria l'iniezione di aria calda (vento caldo) tramite apposite tubiere.

L'ossigeno contenuto nel vento caldo (quello presente nell'aria ambiente con eventuale arricchimento esterno) ed il carbonio del coke reagiscono tra loro dando origine al gas riducente, ricco in ossido di carbonio, che investe in fase ascensionale la carica ed esercita l'azione riducente nei confronti degli ossidi di ferro presenti nei minerali.

La generazione del vento caldo avviene attraverso l'utilizzo dei cosiddetti "cowpers", il calore generato nella combustione determina il riscaldamento di un impilaggio di mattoni refrattari, sino a raggiungere nella camera una temperatura di circa 1000÷1500 °C. A questo punto la combustione nel cowper viene interrotta e nella camera viene soffiata aria in controcorrente; il calore accumulato dall'impilaggio di mattoni refrattari si trasferisce all'aria riscaldandola sino ad una temperatura compresa tra 900÷1350 °C.

L'aria riscaldata è, attraverso il collettore vento caldo, le maniche a vento ed, infine, le tubiere, insufflato in altoforno.

E' stato installato un nuovo Cowpers (IV Cowpers), da affiancare ai tre già esistenti, corredato di opere civili, servizi e collegamenti alle strutture già esistenti. Di corredo al quarto cowper è stato fornito un sistema denominato "ESPERTO" per la gestione del funzionamento suo e degli altri già esistenti che ottimizza sia la fase di rigenerazione (combustione) sia la fase di riscaldamento vento permettendo una migliore utilizzazione del gas di riscaldamento e conseguente aumento della temperatura del vento soffiato in forno.

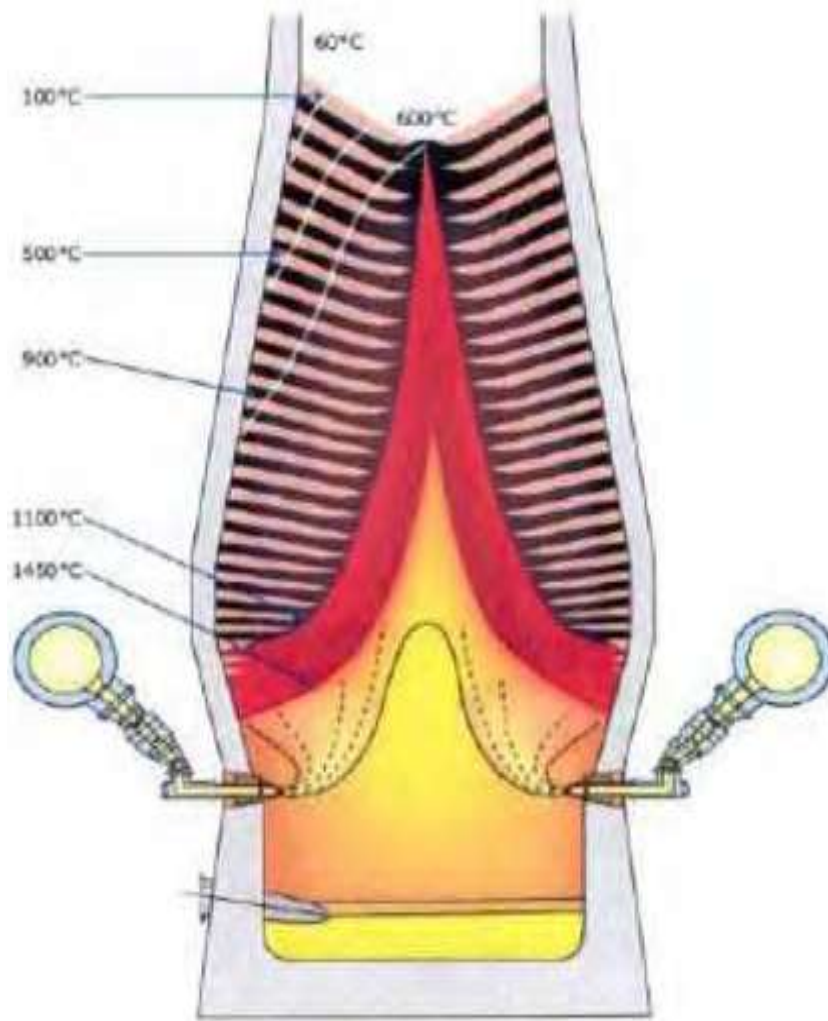


di riscaldamento e conseguente aumento della temperatura del vento soffiato in forno.

Altro impianto facente parte del pacchetto IV° Cowper è l'installazione del Demister sul collettore del gas AFO all'uscita della turbina. Tale impianto permette di abbassare il contenuto di acqua trascinata nel gas e di abbattere ulteriormente il contenuto delle polveri presenti.

Il risparmio energetico derivante l'installazione del quarto cowper ha permesso un aumento della temperatura del vento caldo soffiato nel forno con conseguente introduzione di una maggiore quantità di energia termica e riduzione del fabbisogno di combustibile, sia esso fossile o coke.

Il revamping dei tre cowpers esistenti, ha riguardato l'aspetto gestionale, con l'implementazione di un nuovo software che ha permesso l'ottimizzazione della fase di rigenerazione (combustione) e della fase di riscaldamento vento, permettendo un migliore utilizzo del gas di riscaldamento con conseguente aumento della temperatura del vento soffiato in altoforno (programma ESPERTO).



Profilo di temperatura in altoforno (esempio tipico)



Sonde Neutroniche:

Installazione di due sonde neutroniche per la misurazione online della umidità del coke caricato in forno. La misura online sostituisce una misura fatta per campionamento.

La qualità del coke può essere descritta in due grandi categorie:

1. la sua composizione;
2. le sue caratteristiche meccaniche a caldo ed a freddo.

Gli aspetti più importanti della composizione chimica del coke, che influiscono sul suo uso come combustibile e reagente nel forno sono: umidità e ceneri.

Entrambi dovrebbero essere più bassi possibile. Il contenuto in ceneri è circa l'8-11%. L'umidità è conseguenza del quenching (brusco raffreddamento del coke) e del susseguente trasporto del coke.

L'umidità del coke, presente in misura variabile e fisiologica, sottrae calore all'interno del forno diventando vapore. Il controllo processo richiede l'esatta conoscenza del peso di acqua contenuta nel coke per valutare quanto carbone effettivo (esente da acqua) si sta caricando in forno. La disconoscenza totale o parziale di questo dato può produrre una insufficiente quantità di coke introdotto in forno in base al minerale con conseguente raffreddamento del forno stesso o una eccessiva quantità introdotta che comporta uno spreco.

Il raffreddamento del forno richiederà successivamente un surplus di coke per riportare le temperature al livello dovuto. In entrambi i casi (quantità insufficiente o eccessiva di coke caricato) si avrà prima o poi un extraconsumo di coke non legato alla produzione. La misura online fornita dalla sonda neutronica evita entrambi i casi garantendo la giusta quantità di coke in carica, ottimizzando i parametri di gestione (marcia) dell'altoforno, consentendo quindi un minor consumo di coke e fossile.



Sonde Radar:

Installazione di una sonda radar per la misurazione del livello di riempimento del forno in aggiunta alle tre meccaniche esistenti.

Le tre sonde meccaniche sono costituite da pesi ricoverati in una zona protetta della bocca del forno e vengono fatti scendere con un sistema di funi all'interno del forno al momento in cui si vuole misurare la profondità alla quale si trova la carica solida; quando il peso, scendendo, tocca la superficie solida della carica la fune va in bando ed il sistema recepisce la sua posizione misurando di quanti metri si è srotolata la fune.

La sonda radar non ha bisogno di attendere il tempo di discesa dei pesi e fornisce al contrario una misurazione pressochè immediata, questo permette una gestione ottimale del caricamento dell'altoforno, ottimizzando i parametri di gestione (marcia) dell'altoforno si ottiene un minor consumo di coke e fossile.

Sistema di controllo velocità:

Acquisto ed installazione di un giunto oleodinamico per l'azionamento del nastro CV1 di caricamento materie prime in forno.

Il tipo di meccanismo di caricamento utilizzato ha una notevole influenza sulla velocità con la quale con la quale il nastro trasportatore porta il materiale dalla Stock House alla bocca dell'altoforno (Hoppers).

La distribuzione della carica viene usata per controllare il flusso del gas in altoforno. La teoria della distribuzione della carica è piuttosto complessa, dato che essa è una conseguenza della interazione tra le caratteristiche dei materiali di carica e le apparecchiature di carica. L'intervento ha permesso l'ottimizzazione dei parametri di marcia dell'altoforno, garantendo la riduzione del consumo di coke e fossile.

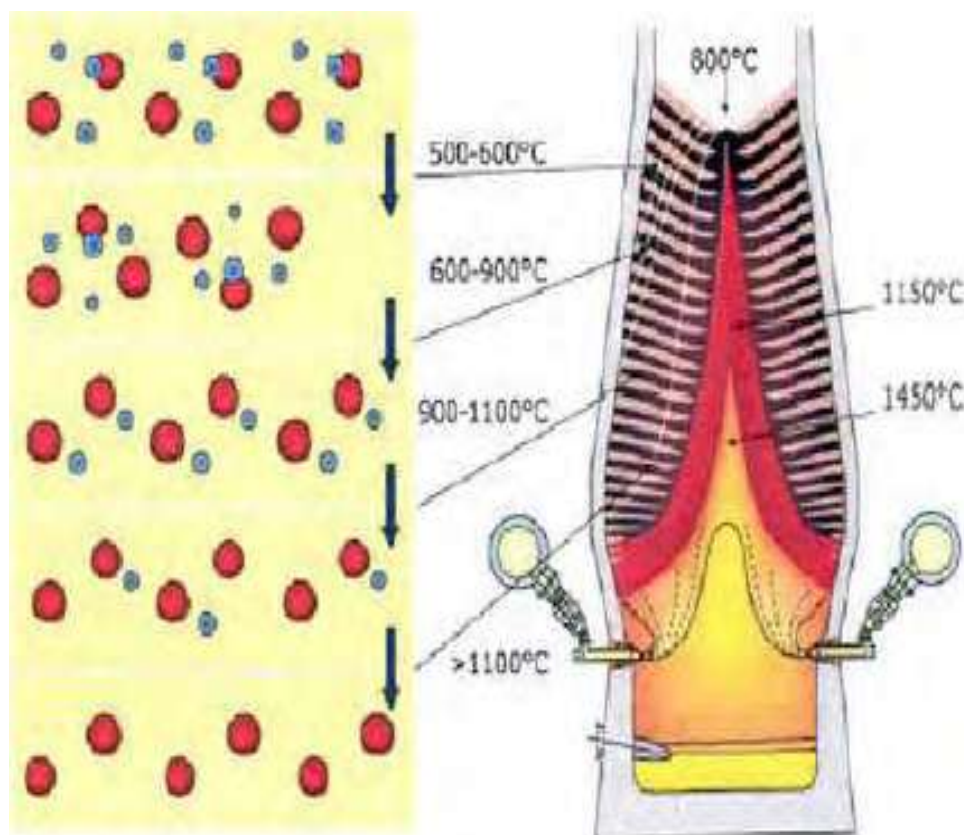


Rifacimento sistema di raffreddamento:

Impianto di raffreddamento a cassette di rame.

Le cassette di rame percorse internamente da acqua raffreddata provvedono al raffreddamento del refrattario nel quale sono immerse a protezione sua e della corazza in acciaio dell'altoforno. Le cassette sono alimentate separatamente a gruppi e la portata di acqua erogata ad ogni gruppo era stabilita invariabilmente da dischi calibrati all'interno delle tubazioni di alimentazione acqua di ciascun gruppo. Tali dischi calibrati sono stati sostituiti da valvole manuali a lama che ha permesso di utilizzare in modo più funzionale la distribuzione dell'acqua indirizzandola verso quei gruppi di cassette che maggiormente ne hanno bisogno.

La zona di criticità dal punto di vista termico e meccanico in un altoforno è senza dubbio la sacca, dove avviene il passaggio di stato dei minerali da solidi a liquido;



La tecnologia adottata garantisce la protezione del refrattario evitando l'aumento delle



temperature con conseguente progressivo deterioramento e irregolarità dei flussi di gas all'interno dell'altoforno, che si traducono in un maggior consumo di agenti riducenti. Permette una marcia ad elevato rapporto minerale/coke quindi un consumo specifico di coke minore.

Nello stesso tempo questa tecnologia risulta molto versatile a tal punto da permettere la sostituzione di un elemento di raffreddamento con una semplice fermata programmata.

Inoltre la migliore distribuzione del raffreddamento ha permesso di uniformare le temperature esterne della corazza soccorrendo le zone più carenti di raffreddamento che determinavano perdite termiche più alte. Il migliore controllo della temperatura evita anche il surriscaldamento di zone della corazza che è causa di rallentamenti di marcia e/o di fermate. Ogni fermata e conseguente riavviamento del forno comporta consumo di combustibile non finalizzato alla produzione comportando un aumento del consumo specifico.

Installazione termocoppie sulla bocchetta di colata:

L'intervento è consistito nell'inserimento di 12+8 termocoppie nella zona critica attorno al foro di colata mediante l'apertura di finestre sulla carpenteria del jacket per permetterne il raggiungimento della corazza Afo.

La parte del foro di colata è una delle zone più termicamente sollecitate nel forno che può comportare fermate e rallentamenti della marcia se il controllo sul suo raffreddamento non è efficace e tale da fornire informazioni utili alla predisposizione delle contromisure necessarie in caso di problemi. L'efficacia del controllo del raffreddamento aumenta la regolarità di marcia con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Installazione termocoppie crogiolo:

Il controllo dello stato del crogiolo è effettuato mediante il monitoraggio delle termocoppie, queste sono installate a contatto della corazza. Sul crogiolo, il montaggio delle termocoppie corrisponde alla zona raffreddata con acqua a velo.



Le termocoppie installate a profondità diverse nel refrattario di protezione del crogiolo permettono la misura del gradiente termico dalla zona interna del forno attraverso il refrattario fino alla corazza e sono utili per la misura e controllo delle perdite termiche della zona. L'efficacia del controllo aumenta la regolarità di marcia con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Progetto in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali (C. S. M.)

Nel 2007 è stato finanziato dalla Commissione Europea (Research Fund for Coal and Steel), un progetto di ricerca e sviluppo in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali dal titolo:

“Improvement of heart drainage efficiency and refractory life for high Blast Furnace productivity and a well aduste reductant injection rate at varying coke quality”

Il CSM è stato fondato nel 1963 dai maggiori produttori di acciaio in Italia, con la missione di sviluppare tecnologie in acciaio e le sue applicazioni. In un secondo momento l'azienda ha ampliato la gamma dei suoi interessi tecnologici e le competenze necessarie per coprire tali nuove funzionalità, come quelle relative ai nuovi materiali, prodotti e tecnologie di produzione al fine di diventare un centro di ricerca di riferimento per l'acciaio e l'industria ad alta tecnologia sia a livello nazionale che a livello europeo.

Oggi, il Centro Sviluppo Materiali è un'impresa di rilievo tra i materiali e un centro di ricerca e sviluppo di livello superiore in ambito europeo, collaborando con industrie italiane e internazionali, università e enti di ricerca e, svolgendo un ruolo riconosciuto in ambito nazionale e internazionale come punto di riferimento per l'innovazione sui materiali.

Di seguito è riportato una presentazione del rapporto finale del progetto che ha consentito, mediante l'applicazione di un nuovo software gestionale (ESPERTO), di ottimizzare le varie fasi di produzione ghisa, e quindi di diminuire la quantità di combustibile utilizzato (sia coke che fossile).



Hearth Efficiency: Improvement of hearth drainage efficiency and refractory life for high BF productivity and a well adjusted reductant injection rate at varying coke quality



Logos of collaborating institutions and companies: BFI, DILLINGER HÜTTE, Eisenhüttenstadt Maizière Espana SA, ArcelorMittal, OULUN YLIOPISTO UNIVERSITY of OULU, LUCCHINI, swerea | MEFOS, Centro Sviluppo Materiali S.p.A., CENIM Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC, and AA HEAT ENGINEERING LABORATORY.

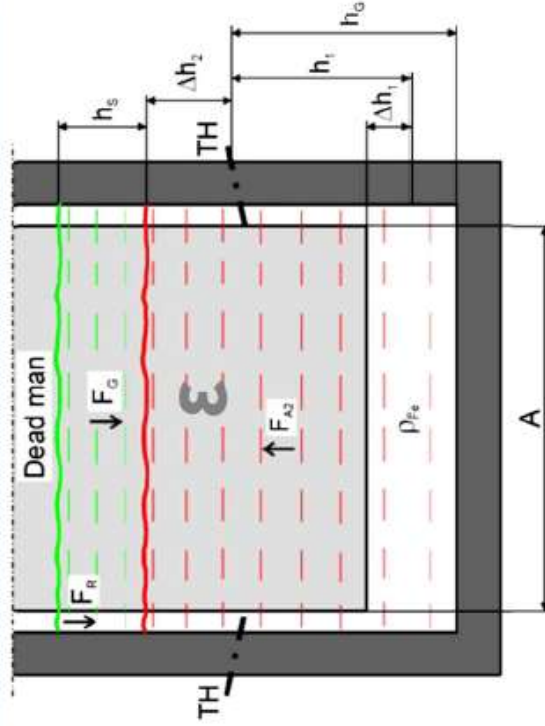
- WP1 New measurement techniques for online hearth status
- WP2 Refractory degradation and deadman state
- WP3 Improved drainage efficiency
- WP4 Enhanced BF productivity by improved tapping strategy
- WP5 thermo-mechanical stresses, thermal expansion and wear

Presentation of final report, TGS1

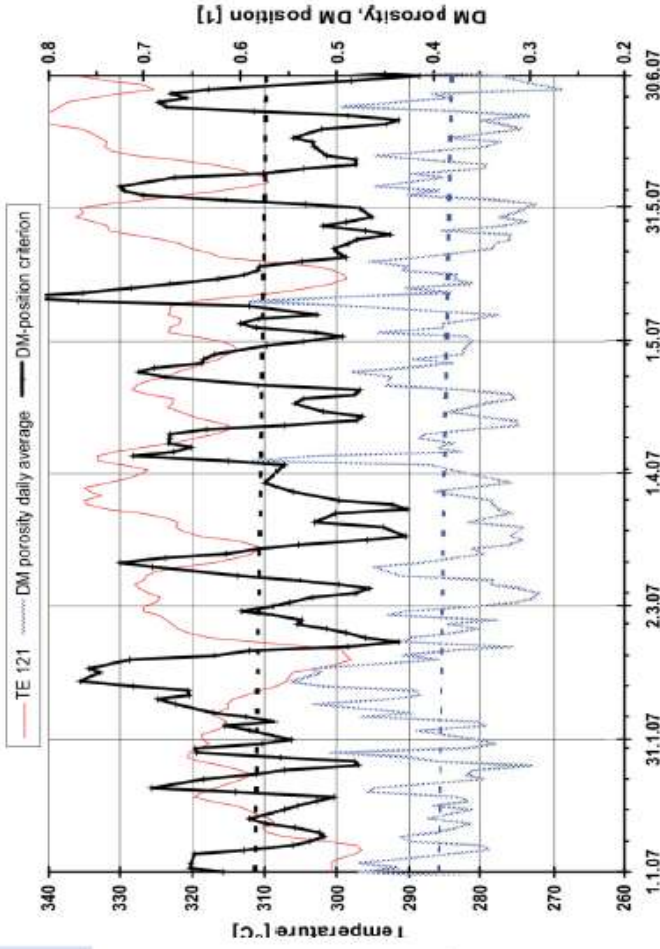


Criterion for DM porosity (ϵ) and position (DMC)

- Porosity index ϵ from tapping data and trend of bottom temperature
- range of DMC: 0 (swimming) to 1 (sitting)
- ⇒ Estimation of deadman position more reliable than porosity
- ⇒ DMC online installed and evaluated

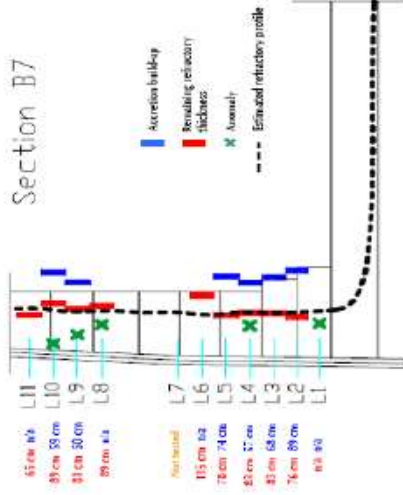


DMC calculated for 6 months at AGDH BF 4



Measurement of refractory state (Cenim, AMES)

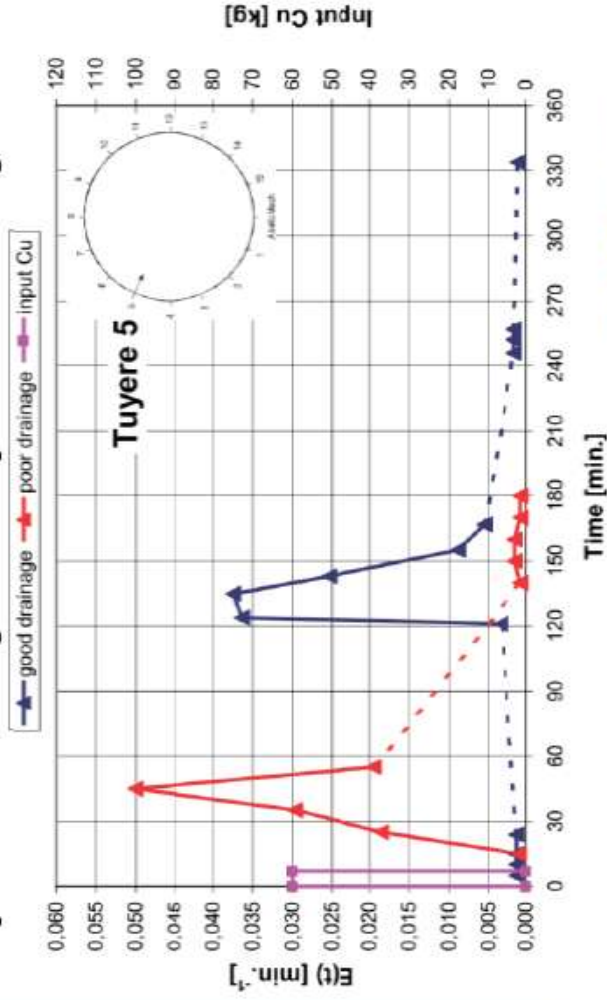
- ⇒ GPR not suited in practice
- ⇒ Ultrasound technique AU-E promising to assist conventional wear determination / analysis



Results of tracing campaigns (BFI, AMEH)

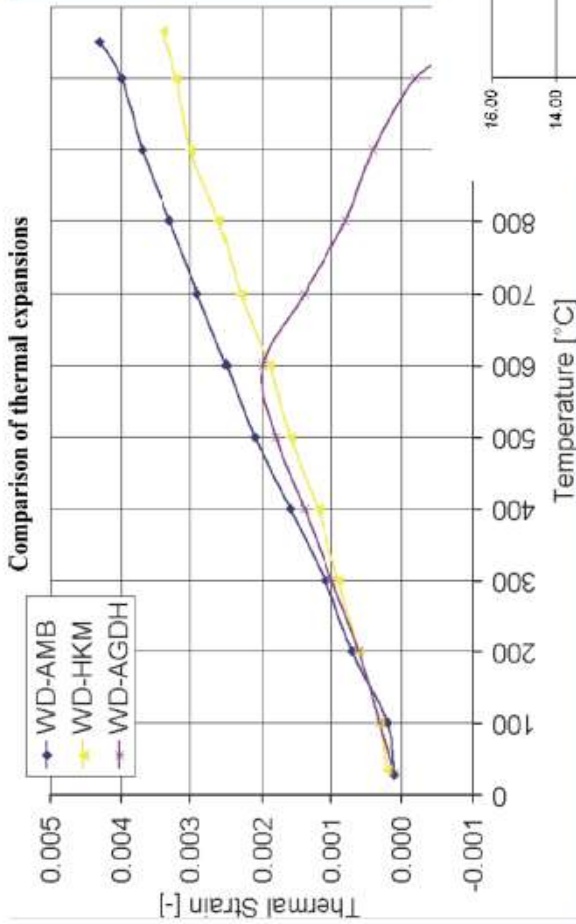
- ⇒ Tracing method using copper successfully tested
- ⇒ Results reproducible
- ⇒ RTD plausible and dependent on hearth conditions

Comparison of RTD at good and at poor hearth drainage conditions



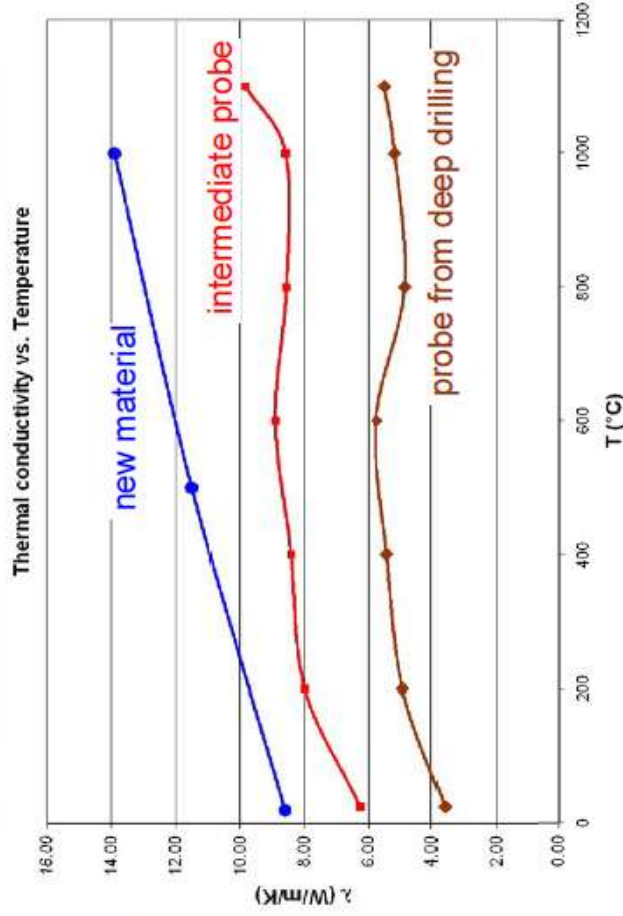


Hearth Efficiency – WP 2 Refractory degradation and DM state Task 2.1: Hearth refractory analysis (BFI, AMEH, AGDH, AMR)



Thermal Expansion (BFI, AGDH)

- ⇒ Characteristics relatively similar
- ⇒ AGDH sample from brittle layer has very high Zn/alkali contents (~80%)
- ⇒ shrinks at T>600°C due to evaporation of alkalis.



Core drillings of Dunkerque BF 3 (AMR)

- ⇒ Conductivity decreases with time and towards the inside of hearth
- ⇒ Young modulus decreases with time ⇒ lower stress levels



Hearth Efficiency – WP 2 Refractory degradation and DM state
Task 2.2: Industrial deadman sampling (Ruukki, UOulu, AGDH)

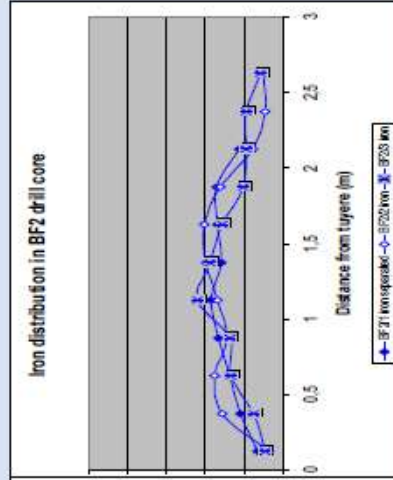
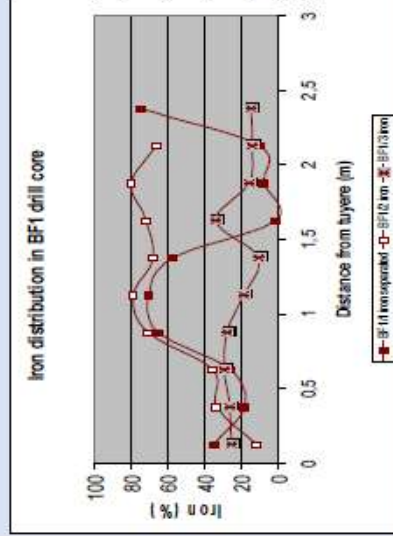


Six tuyere drill core samples with chemical, grain size and mineral analysis

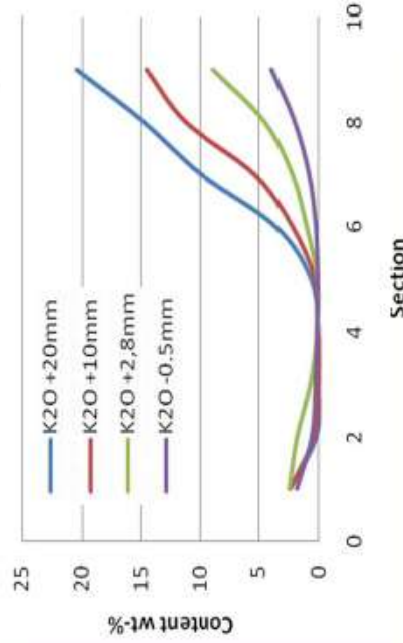
Results:

- ⇒ High deviations in chemical analysis at Ruukki BF1 (wall working)
- ⇒ Low deviations for Ruukki BF2 (center working)
- ⇒ Raceway length shorter in BF1 than in BF2.
- ⇒ Grain size analysis changed more in BF1 than BF2.
- ⇒ Wall skulls falling into BF hearth and making skull.

- ⇒ Alkali content in Ruukki BF2 similar to AGDH BF4
- ⇒ Basic reactions are
 - at different furnaces the same
 - determined by operational case (wall or center operating)



Ruukki - BF2 Drill2, K2O



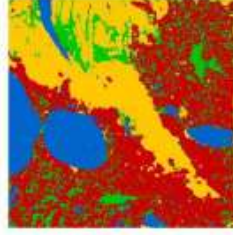
Example of analyses and conclusions (UOulu)

Feed coke analyses - example

Texture analysis

Texture	Drill period 1 [%]	Drill period 2 [%]
Pores	54.65	48.79
Mosaic	27.86	29.83
Isotropic	11.14	15.39
Band	6.34	5.99

Example images

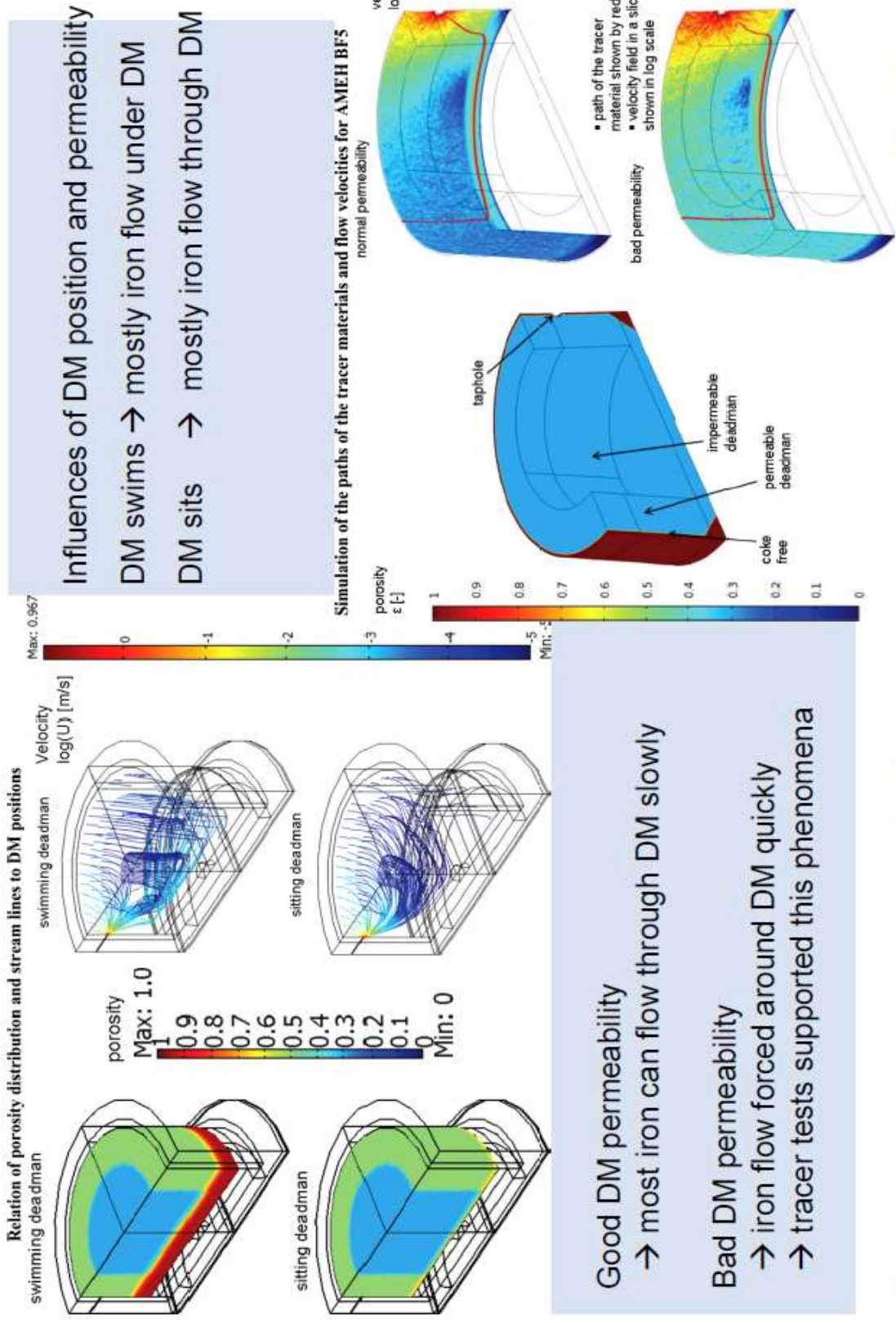


Results and conclusions

- Texture analysis with gasification tests:
Small changes in feed coke textures but equal gasification rate.
 - Pore shape analysis: Equal shape and mechanical strength (similar coke blend)
 - Grain size distribution changed dramatically in BF1
⇒ changed thermal state despite similar operational parameters
 - Wetting phenomena studies explained coke infiltration found in drilled coke
- ⇒ By linking information with process data understanding of BF operation can be elevated to a level not otherwise possible.



Hearth Efficiency – WP 3 Improved drainage efficiency Task 3.1: CFD simulations of hearth drainage (BFI)



Stahl-Zentrum

0 · T. Hauck · © VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH



Hearth Efficiency – WP 3 Improved drainage efficiency Task 3.2: Hearth drainage at flexible production (Ruukki, AAU)



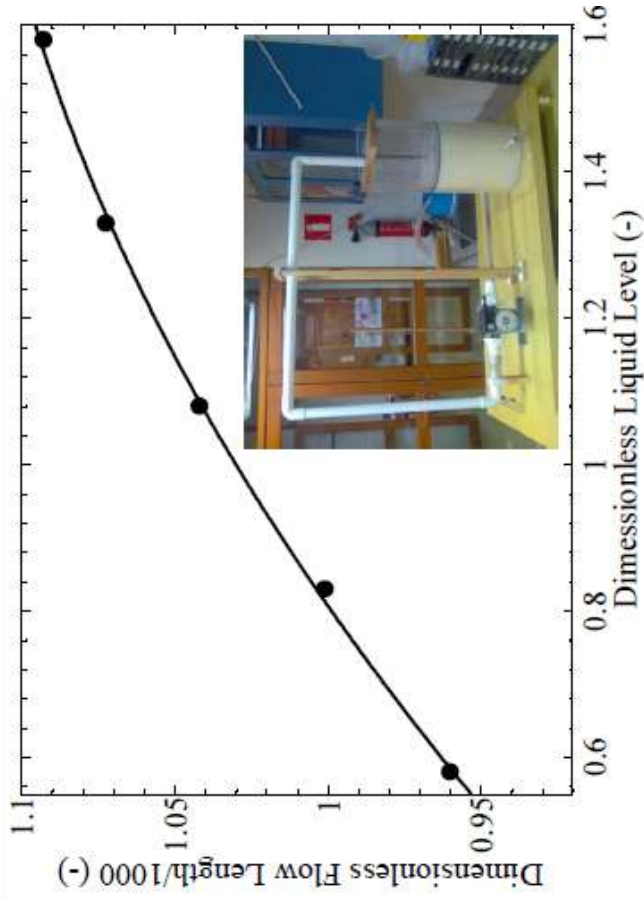
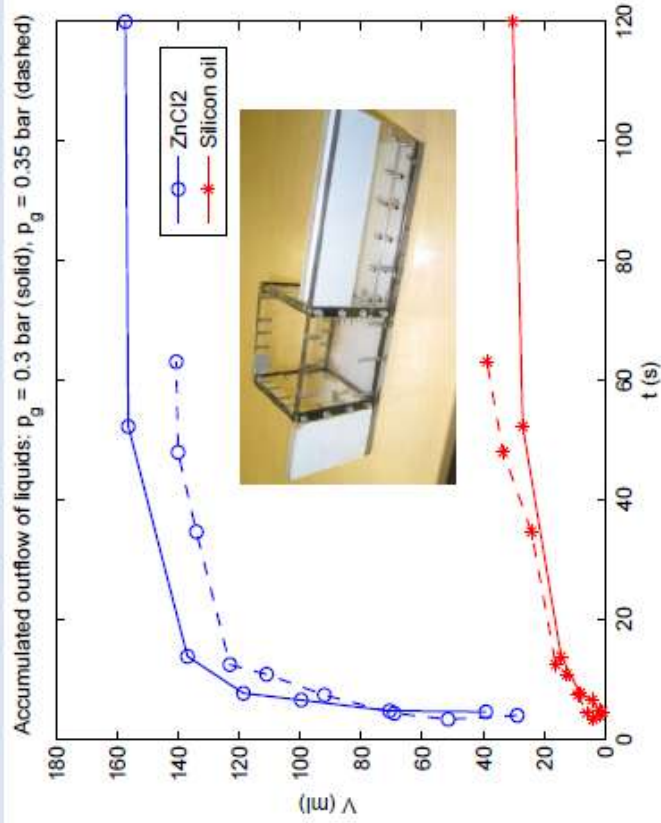
Experiments for taphole flow

- ⇒ flow of two phases in taphole was stratified
- ⇒ flow pattern at taphole entry was complex
- ⇒ iron flow was relatively easy
- ⇒ slag flows only at reasonable rates with iron
- ⇒ outflow rates decrease dramatically for slag only flow

Experiments for

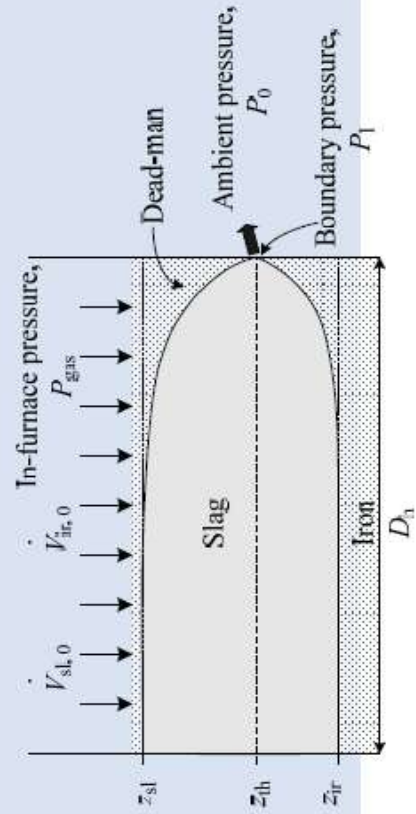
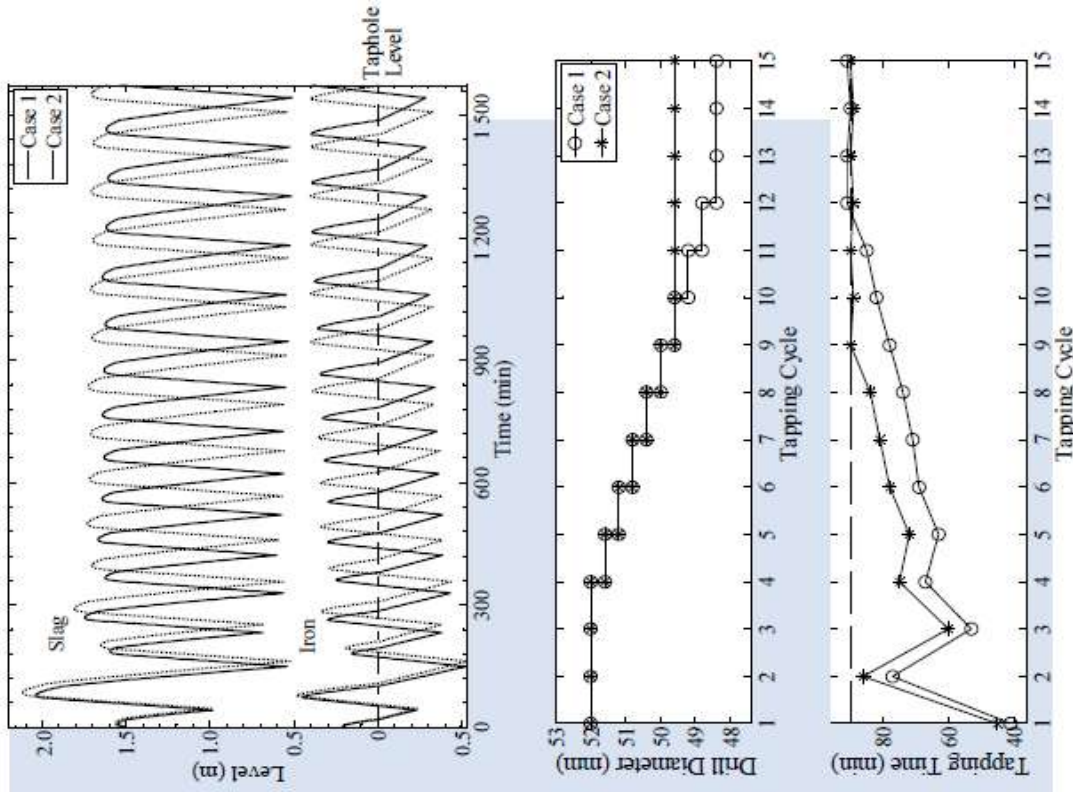
drainage/pressure drop

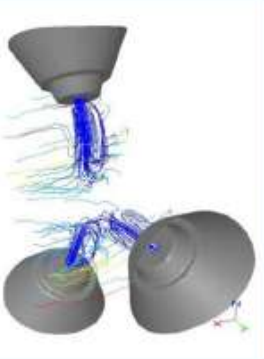
- ⇒ pressure loss in coke bed by water experiment and CFD simulations
- ⇒ flow length nonlinearly related to liquid level in the hearth



Mathematical model of hearth:

- ⇒ Considers pressure loss in coke bed and TH by two-fluid model
- ⇒ Can help to understand behavior of furnace hearth by using what-if analysis
- ⇒ Simulates quasi-stationary state of hearth and finds proper drill diameter to achieve intended tap duration
- ⇒ Helps to understand effect of liquid levels on drainage behavior



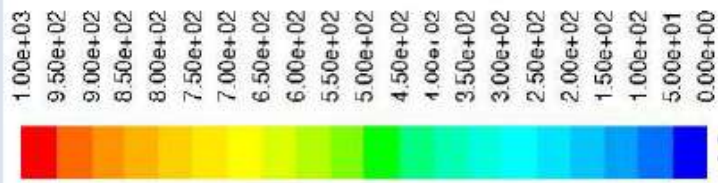


Coal combustion in raceway

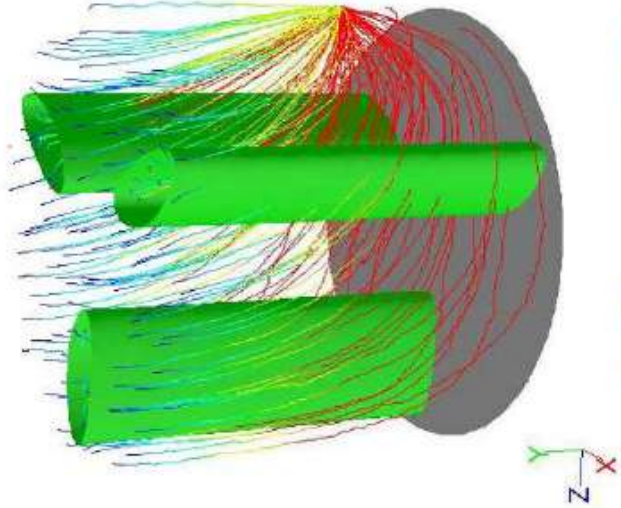
- High combustion efficiency
- Extended residence time of PC due to eddies

Steady state modelling of EBF tap

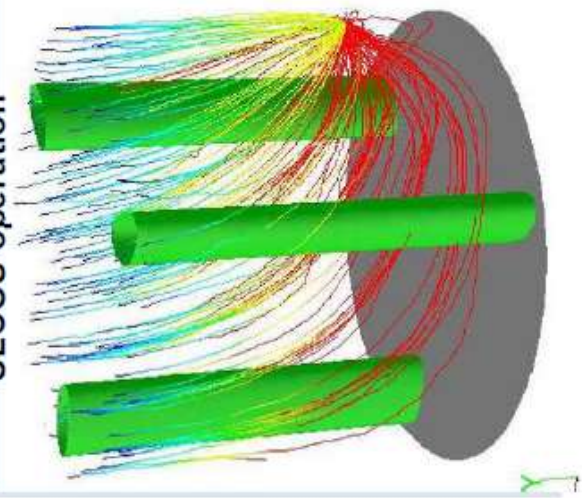
Decreased porosity below raceway implemented in CFD model
Streamlines coloured by time from release at top surface



Conventional operation



ULCOS operation



Conclusion:
Greater risk for wear in conventional BF in consistency with thermocouple data

Tapping assistance system:

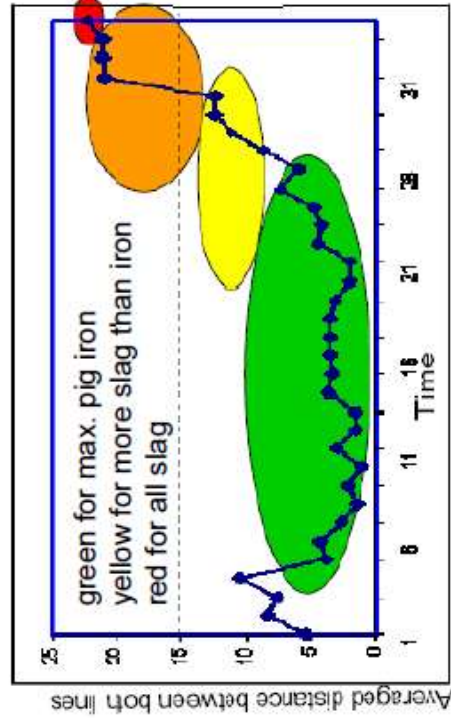
Determines optimum moment to stop tapping based on two techniques (both in AMES-BF)

- Analysis of the video images obtained from taphole
- Analysis of electromotive force (EMF) signals

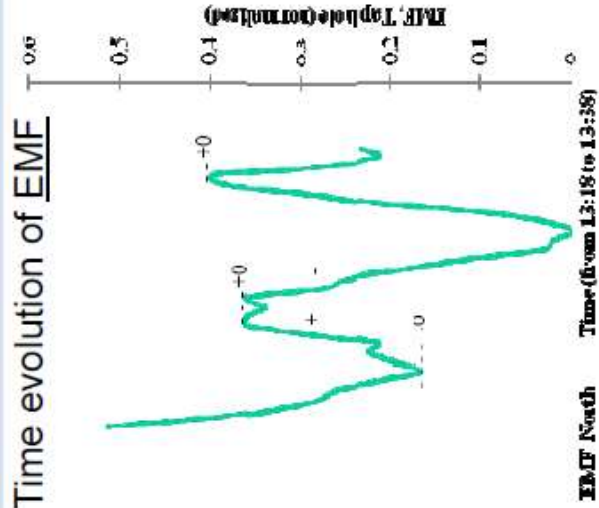
Comparison of both subsystems and validation with feedback from casthouse operators



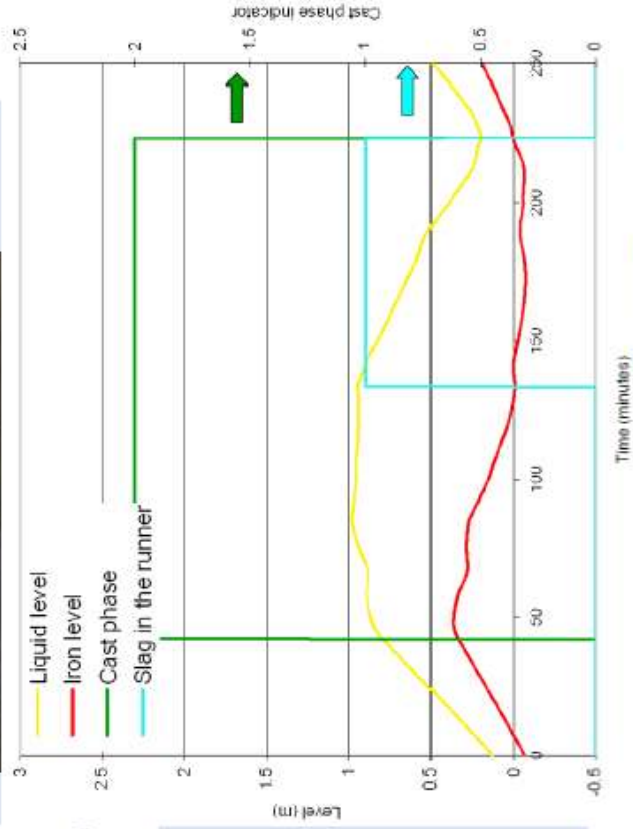
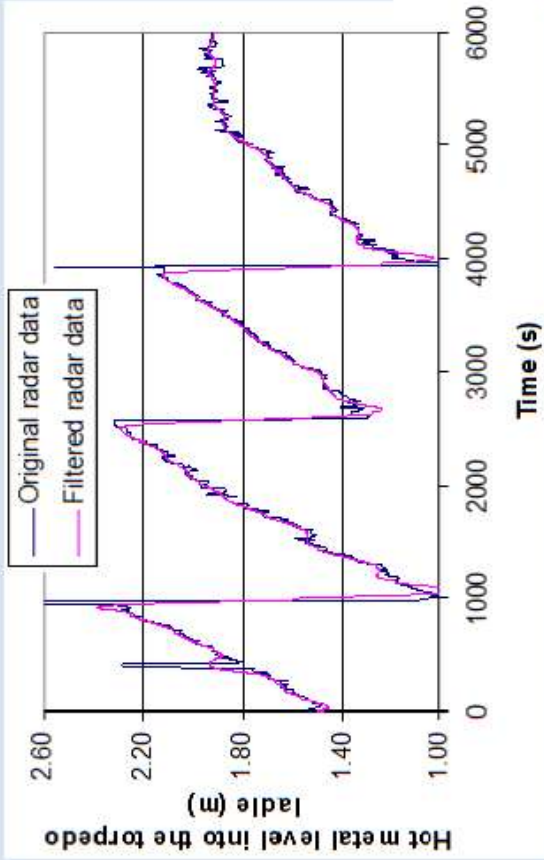
Evaluation of video images



Time evolution of EMF



Radars installation and raw data filtration (CSM, Lucchini)



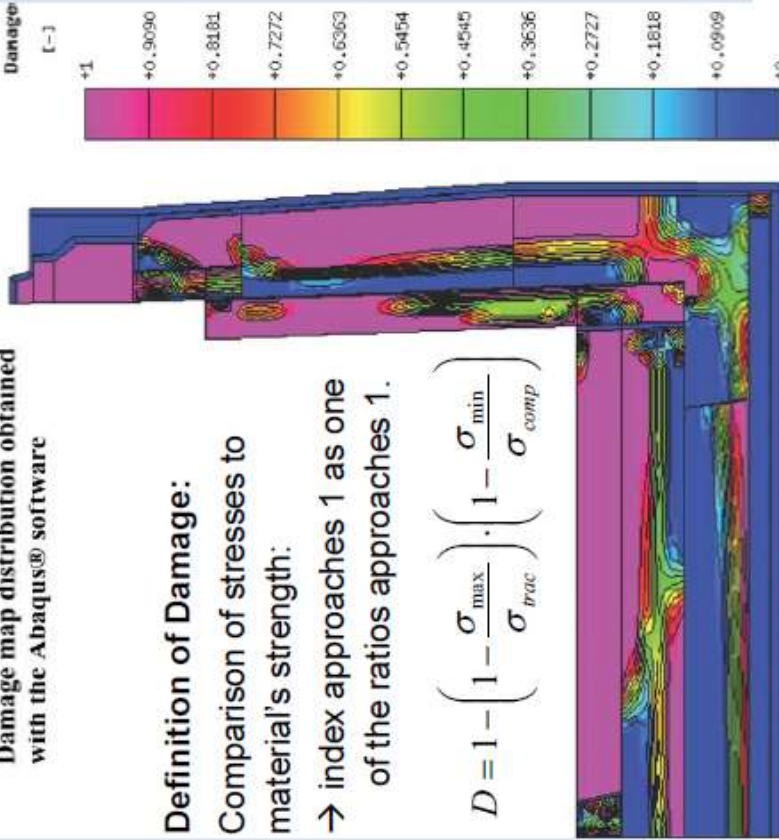
Mathematical model results and conclusions

- ⇒ Calculation of hearth liquid level by radar measurement provides quite good results.
- ⇒ Slag delay calculation provides lack accuracy at the beginning of cast phase.

Thermal stresses at AGDH BF4 hearth were computed using different simulations tools.

- ⇒ Results were verified
- ⇒ Differences were assigned to modeling of block contact and of ramming mix.
- ⇒ Gaps created by thermal expansion cause hot metal or gas infiltration
- ⇒ Results of nodal wear models had poor accuracy

Damage map distribution obtained with the Abaqus® software



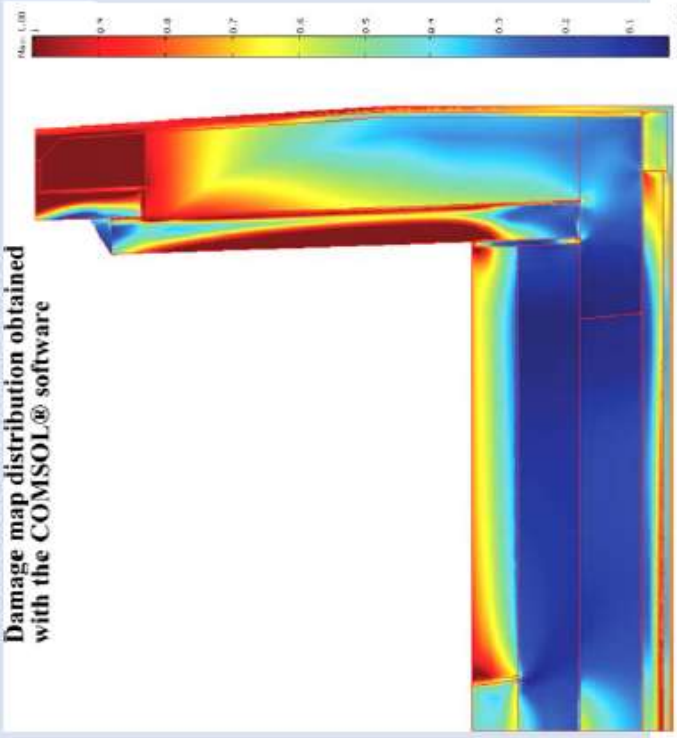
Definition of Damage:

Comparison of stresses to material's strength:

→ index approaches 1 as one of the ratios approaches 1.

$$D = 1 - \left(1 - \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{trac}} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{comp}} \right)$$

Damage map distribution obtained with the COMSOL® software



FEM benchmark of 60 hearth geometries → classified into 7 groups

Family no.	Characteristics	Name of blast furnace
1	No ceramic cup, spray cooling water	Dunkerque-2, Florange-3 & 5, Liège-B
2	Intermediate joint	Monlevade, Gent A & B
3	Small bricks, straight walls	Burns Harbor C & D, Dofasco 2 & 4
4	Ceramic cup, spray cooling water	Eisenhüttenstadt 5, Bremen-3 (before revamp), Fos-2 (before revamp)
5	Large diameter	Indiana Harbor 7, Dunkerque 4
6	Ceramic cup, channel cooling	Dunkerque-3, Bremen-2, Fos-1, Asturias-B
7	Small bricks, tilted walls	Galati-4



Conclusions and Results

- ⇒ Comparison and classification between different groups based on **damage criterion**;
- ⇒ Family 2 'intermediate joint' has best performance
- ⇒ The ramming layer can absorb most stresses
- ⇒ Overall damage criterion is strongly reduced.



Diapositiva 14

Hck4

Hier fehlen Conclusions

Vielleicht von gelöschter zweiter Seite ?

Eine Seite muss noch gelöscht werden, falls es keine guten Conclusions gibt, diese löschen b.R.



Intervento profilo refrattari forno:

Intervento sul profilo refrattario interno dell'altoforno a partire da dalla 19ma fila di piastre di raffreddamento (circa Sette metri sopra il piano delle tubiere) fino alle piastre di usura della bocca del forno.

L'intervento è stato eseguito da una moderna apparecchiatura robotizzata che ha spruzzato circa 430 tonnellate di cemento refrattario di ultima generazione.

L'intervento è stato preceduto dalla bonifica del forno durante le operazioni di abbassamento della carica fino a cinque metri sopra il piano tubiere mediante iniezione in forno di vapore e azoto.

Ricostruito con materiale di ultima generazione, il corretto spessore del rivestimento refrattario all'interno del forno, consente una riduzione delle perdite termiche (calore trasmesso dall'interno del forno all'ambiente esterno) che devono essere rimpiazzate con impiego di combustibile, e soprattutto viene isolata in maniera più efficace la corazza metallica esterna prevenendo rotture della stessa o delle cassette in rame dell'impianto di raffreddamento, evitando irregolarità di marcia e fermate supplementari dell'Altoforno, con conseguente aumento di consumo di combustibile, ben sapendo che la regolarità di marcia è uno degli aspetti più importanti per un corretto utilizzo di un altoforno.

Interventi alla blindatura di bocca:

La bocca del forno (che è la parte più fredda) è protetta da piastre in metallo per resistere all'abrasione del materiale in carica che cade dall'alto e del gas che scorre lungo le pareti del forno.

L'intervento è stato il revamping delle piastre in metallo.

Risultato ottenuto: aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.



Interventi alla torre di lavaggio gas:

La torre di lavaggio ha il compito di abbattere la polverosità del gas in uscita dal forno e di diminuire drasticamente la temperatura.

L'intervento effettuato ha riguardato il revamping delle gole Venturi, attraverso le quali il gas passa aumentando la sua velocità e incontra un getto di acqua in controcorrente.

Risultato ottenuto: aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Interventi agli organi di bocca:

Gli organi di bocca sono quei meccanismi che consentono di indirizzare il materiale in carica in caduta dalle Hoppers nelle zone desiderate dall'operatore in funzione della granulometria del materiale da distribuire per favorire il transito del gas prevalentemente sul centro. La scivola rotante che effettua questa distribuzione ruota attorno all'asse centrale del forno e può assumere inclinazioni variabili in modo da depositare il materiale nel punto desiderato.

L'intervento effettuato è stato il revamping degli organi di bocca.

Aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Interventi alle Hopper di caricamento con particolare riferimento alle piastre di usura:

Le Hoppers sono due tramogge poste sopra la bocca del forno che ricevono il materiale in carica ed a intervalli regolari lo scaricano in forno consegnandolo alla scivola rotante che provvederà poi a metterlo nella zona desiderata. Prima di questa operazione le Hoppers devono essere pressurizzate alla stessa pressione all'interno dell'altoforno, dopodiché si apre il collegamento tra hopper e altoforno ed il materiale cade sulla scivola rotante. L'intervento consiste nel revamping delle piastre che proteggono la parete interna delle hoppers dall'azione abrasiva del materiale in carica. Inoltre sono state ottimizzate tutte le



apparecchiature di comando delle serrande di collegamento tra hopper e altoforno.

Risultato ottenuto: aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Interventi ai nastri principali di caricamento forno:

I nastri principali sono quelli che portano il materiale in carica dalla Stock House alla bocca del forno. Non hanno riserve per cui un loro guasto causa l'immediata fermata della produzione.

L'intervento effettuato è stato il revamping dei nastri.

Risultato ottenuto: aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.

Interventi alla sacca a polvere:

La sacca a polvere è il primo impianto che il gas attraversa dopo aver lasciato il forno. Serve per decantare la parte più pesante della polvere contenuta costringendo il gas ad un percorso tortuoso abbinato ad una considerevole diminuzione di velocità. Lo scarico del polverino accumulato avviene con il forno in marcia per cui l'affidabilità del sistema di scarico deve essere assoluta perché altrimenti si rischia di mettere in collegamento l'ambiente esterno con l'interno della sacca a polvere che contiene gas e si trova ad una pressione di circa 1,8 bar.

L'intervento di revamping, ha riguardato le valvole di scarico e l'intero sistema.

Risultato ottenuto: aumento della affidabilità e regolarità di marcia del forno con conseguente riduzione del consumo di combustibile.



6. IL MERCATO DELLE EMISSIONI

Nel maggio del 2002 l'Unione Europea ha ratificato il Protocollo di Kyoto, impegnandosi a ridurre del 8% le emissioni di gas serra rispetto a quelle del 1990. Ogni Stato ha un suo obiettivo, che per l'Italia è del 6,5%. Con la Direttiva 2003/87/CE sull' Emission Trading Scheme (ETS), che istituisce a livello comunitario un sistema per lo scambio di quote di emissione di CO₂, denominate EUA (EU Allowances), l'Unione Europea si è impegnata ad adempiere agli impegni presi ratificando il protocollo di Kyoto. Il primo periodo di applicazione della Direttiva, ormai concluso, si riferiva al triennio 2005-2007; attualmente è in corso il secondo periodo copre il quinquennio 2008-2012. Il Protocollo di Kyoto, entrato in vigore il 16 febbraio 2005, prevede tre dispositivi flessibili per favorire il raggiungimento degli obiettivi, che risulterebbero altrimenti eccessivamente costosi per i Paesi dell'Unione:

- l'Emission Trading (ET);
- il Clean Development Mechanism (CDM);
- la Joint Implementation (JI).

L'Emission Trading

La Direttiva 2003/87/CE sull'Emission Trading istituisce un sistema di scambio di quote di emissioni di gas effetto serra all'interno dell'Unione Europea, di tipo cap-and-trade. Sinteticamente, il sistema europeo di Emission Trading prevede la fissazione di un limite massimo (cap) alle emissioni realizzate dagli impianti industriali che ricadono nel campo di applicazione della Direttiva, attraverso un Piano Nazionale di Allocazione(PNA) nel quale viene assegnato un certo numero di quote di emissioni a ciascun impianto che rientri nelle categorie previste dalla direttiva. Ciascuna quota (European Unit Allowance) attribuisce il diritto ad emettere una tonnellata di biossido di carbonio equivalente in atmosfera nel corso dell'anno di riferimento o successivo.

A partire dal 1° gennaio 2005, gli impianti hanno potuto esercitare la propria attività solo se muniti di un'apposita autorizzazione ad emettere gas serra rilasciata dall'autorità competente.

Tale Direttiva, nel cui ambito ricade il processo di produzione ghisa e lavorazione dell'acciaio, prevede che ogni unità produttiva debba elaborare un piano di monitoraggio e



rendicontazione delle emissioni di CO₂, sulla base delle linee guida istituite con Decisione della Commissione europea 2004/156/CE e successivi aggiornamenti, che alla Direttiva si richiama. L'applicazione del suddetto piano consente di determinare le quantità di CO₂ emesse che devono essere comunicate per ogni esercizio annuale entro il 31 marzo dell'anno successivo al Ministero dell'Ambiente.

La corretta applicazione del Piano di Monitoraggio e Rendicontazione deve essere annualmente validata da un verificatore accreditato ed indipendente ai sensi degli articoli 14 e 15 della direttiva 2003/87/CE.

L'attestato di verifica rilasciato annualmente dal verificatore accerta che il Piano di monitoraggio e rendicontazione è stato applicato regolarmente e quindi sono state rispettate tutte le prescrizioni richieste dalla Decisione 2007/589/CE compreso il livello di rilevanza (2%).

Sono disponibili nell'archivio aziendale, per gli anni presi in considerazione, le rendicontazioni relative ai consumi dei combustibili e alle produzioni di acciaio con relativi attestati di verifica da parte della IGQ. Si allega alle pagine 137 - 140 della presente relazione uno stralcio della certificazione rilasciata dalla IGQ per lo stabilimento di Piombino relativa all'anno 2010.



IGQ

Attestato di verifica IGQ E1037

della comunicazione delle emissioni di gas ad effetto serra prevista dall'articolo 15 della Direttiva 2003/87/CE e dall'articolo 15, comma 5 del D.Lgs. 4 aprile 2006, n.216

per l'impianto autorizzato con numero 620

rilasciato da
IGQ - Istituto italiano di garanzia della qualità
Verificatore riconosciuto n° 5
Viale Sarca, 336 - 20126 Milano - Italia

Contesto e obiettivi

Impianto verificato:

Lucchini Spa Stabilimento di Piombino

Elenco settoriale di appartenenza: Impianti a ciclo integrato per la produzione di ghisa e acciaio

Categoria dimensionale: C

Comunicazione delle emissioni sottoposte a verifica inviata ad IGQ il 25/03/2011

Anno di riferimento: 2010 Numero complessivo di emissioni 1.062.421,00 t/CO2

Destinatari dell'attestato di verifica: Lucchini Spa

Autorità Competente Nazionale per l'attuazione della Direttiva

Svolgimento della verifica

Analisi dei rischi svolta dal gruppo di verifica prima della verifica nella sede dell'impianto.

Verifiche effettuate nella sede dell'impianto:

Data inizio	Durata	Verificatori	Giorni/uomo	Responsabile	Assistente
21/03/2011	3,0	2	6,0	Gianluigi	D'Altilia Enzo Cimino

Il responsabile dell'organismo che ha sottoscritto la domanda di riconoscimento dell'attività di verifica ai sensi della Deliberazione n. 24/2010 è il rappresentante legale, ing. Vincenzo Portanova

Finalità del lavoro:

La verifica condotta presso l'impianto sopra indicato consente l'espressione di un giudizio professionale con un ragionevole livello di certezza relativamente all'assenza nei dati contenuti nella comunicazione delle emissioni per l'anno solare indicato di omissioni non corrette, rappresentazioni errate o errori che avessero potuto portare a inesattezze rilevanti o non conformità. Per ragionevole certezza si è inteso un elevato ma non assoluto livello di certezza che ha permesso l'espressione del giudizio in maniera affermativa.

Il giudizio finale e la sua giustificazione sono riportati al punto "esito della verifica"



IGQ

Attestato di verifica IGQ E1037

Conformità ai requisiti per il riconoscimento della verifica (Deliberazione n. 24/2010)

Imparzialità e indipendenza:

IGQ e i membri del gruppo di verifica ispettiva sono indipendenti dall'operatore verificato o da società controllanti, controllate o collegate.

IGQ ed i membri del gruppo di verifica si impiegano altresì a non erogare servizi di consulenza all'operatore verificato nei due anni successivi alla conclusione della presente verifica.

In Allegato A è riportata la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi del D.P.R. 28/12/200 n° 445 sottoscritta dal Legale Rappresentante dell'IGQ.

Competenza del gruppo di verifica:

I membri del gruppo di verifica conoscono in modo accurato:

- la Normativa applicabile in Italia al sistema di scambio di gas a effetto serra,
- le modalità di stima e valutazione delle emissioni di gas a effetto serra riguardanti in particolare il calcolo delle emissioni, l'utilizzo di fattori di emissione e l'incertezza per i settore e la categoria dimensionali sopra indicati;
- le modalità di conduzione degli audit con particolare riferimento all'analisi strategica, analisi dei processi ed analisi dei rischi, ivi comprese le necessarie tecniche statistiche di campionamento dati;
- le norme tecniche applicabili ed in particolare:
 - EA-6/03 "Guidelines for Recognition of Verification Bodies Under EU ETS Directive" March 2005.
 - UNI ISO 14065 "Requisiti per gli organismi di validazione e verifica dei gas ad effetto serra per l'utilizzo nell'accreditamento o in altre forme di riconoscimento.

I membri del gruppo di verifica hanno:

- la formazione tecnico scientifica minima richiesta;
- l'esperienza professionale in materia di audit ambientali o di ispezione;
- l'esperienza professionale che ha portato ad una buona conoscenza dei processi esistenti nel settore e nella categoria dimensionale sopra indicati.

Il responsabile del gruppo di verifica dispone inoltre di esperienza adeguata all'esercizio di responsabilità in attività di audit.

Descrizione del lavoro svolto

Descrizione degli elementi normativi di riferimento e delle prescrizioni in materia di monitoraggio e comunicazione delle emissioni

- Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 ottobre 2003, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio.
- DEC/RAS/115/2006 Disposizioni per la comunicazione delle emissioni di gas ad effetto serra prevista dall'articolo 14, paragrafo 3 della Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio.
- D.Lgs. 4 aprile 2006, n.216 Attuazione della Direttiva 2003/87/CE e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità, con riferimento ai meccanismi di progetto del Protocollo di Kyoto.
- Deliberazione 25/2007 Specificazione del campo di applicazione del decreto legislativo 4 aprile 2006 relativamente agli impianti di combustione e raccolta delle informazioni ai fini dell'assegnazione delle quote di CO₂ per il periodo 2008-2012 agli impianti di cui alla Decisione della Commissione Europea del 15 maggio 2007.
- Deliberazione 001/2009 Esecuzione della Decisione di assegnazione delle quote di CO₂ agli impianti di combustione supplementari o a parti supplementari di impianti di combustione, per il periodo 2008-2012, elaborata ai sensi dell'art. 8, comma 2, lettera c) del D.Lgs 4 aprile 2006, n.216 e s.m.i., in osservanza al nulla osta della Commissione Europea.
- Decisione della Commissione del 18 luglio 2007 C(2007) che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio.
- Deliberazione 14/2009 Disposizioni di attuazione della decisione della Commissione Europea 2007/589/CE del 18 luglio 2007 che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio.
- Deliberazione 10/2009 Raccolta di informazioni relative ai parametri di base necessari per la definizione di una metodologia di assegnazione relativa ad incrementi netti della capacità di produzione acciai - laminati di cui al punto 7.1.5 dell'allegato B alla decisione di assegnazione per il periodo 2008 - 2012.
- Deliberazione 24/2010 Disposizioni per lo svolgimento dell'attività di verifica di cui alla Direttiva 2003/87/CE e ricognizione dei riconoscimenti dell'attività di verifica.
- Deliberazione 11/2010 Approvazione dei piani di monitoraggio delle emissioni di gas ad effetto serra e aggiornamento delle autorizzazioni ad emettere gas ad effetto serra.



IGQ

Attestato di verifica IGQ E1037

Definizione del livello accettabile di rilevanza

Tenuto conto della natura e della complessità delle attività e delle fonti dell'impianto verificato:
Complessità dell'impianto verificato: alta; categoria dimensionale: C; livello di rilevanza: 2%
Emissioni complessive: 1.062.421,00 t/CO2

Dichiarazione

IGQ dichiara che, con riferimento all'obiettivo della verifica della comunicazione delle emissioni in esame il lavoro svolto fornisce una base adeguata per l'espressione del giudizio professionale con un ragionevole livello di certezza.

Per ragionevole certezza si intende un elevato ma non assoluto livello di certezza che permetta l'espressione del giudizio in maniera affermativa.

Valutazione indipendente di congruenza del piano di monitoraggio

Il gruppo ispettivo ha effettuato la verifica di congruenza delle informazioni dichiarate all'interno del piano di monitoraggio con lo stato di fatto riscontrato in impianto.

Descrizione sintetica degli eventuali rilievi

Il gruppo di verifica ha espresso, in termini di singole inesattezze rettificate e non rettificate, omissioni, dichiarazioni inesatte o errori, i seguenti rilievi:

Nessuno.

Esito della verifica

IGQ, ricevuto ed riesaminato il rapporto di verifica redatto dal gruppo di verifica incaricato, esprime il seguente giudizio:

Giudizio sintetico: **Giudizio senza rilievi**

Giudizio dettagliato: a) La comunicazione delle emissioni è priva di inesattezze, dichiarazioni errate, omissioni ed errori di natura volontaria o involontaria.
b) La comunicazione delle emissioni è conforme alle norme, prescrizioni autorizzative e regolamentarie che ne disciplinano i criteri di preparazione e redazione.
c) Non vi sono state limitazioni alla conduzione della verifica.



Allegato A all'attestato di verifica IGQ E1037

Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà

Ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica del 28 dicembre 2000, n.445, il sottoscritto Portanova Vincenzo nato a Napoli il 20/11/1933, domiciliato per la carica presso IGQ Viale Sarca, 336 20126 Milano MI - in qualità di legale rappresentante dell'Istituto Italiano di Garanzia della Qualità (IGQ), Viale Sarca 336, Milano, consapevole delle conseguenze penali di dichiarazioni mendaci, atti falsi o contenenti dati non più rispondenti a verità

dichiara

che nessuno dei membri del gruppo di verifica né l'IGQ hanno erogato di servizi di consulenza all'operatore verificato o a società controllanti, controllate o collegate, nel corso dei due anni precedenti l'inizio della missione di verifica.

Milano, 28/03/2011

In fede,

Il Rappresentante Legale
Ing. Vincenzo Portanova



7. PRESTAZIONI ENERGETICHE ALTOFORNI ITALIA

I siti produttivi per acciaio da ciclo integrale presenti nel territorio Italiano sono 3 (Federacciai a pagina 143) :

- Gruppo Lucchini Piombino;
- Gruppo Lucchini Trieste;
- ILVA (Gruppo Riva) Taranto.

Il parametro utilizzato in ambito internazionale per la classificazione e per la valutazione delle prestazioni energetiche di un altoforno è il diametro del crogiolo.

L'altoforno Lucchini Piombino (oggetto della presente relazione), ha un diametro del crogiolo pari a circa 11,7 metri; l'altoforno Lucchini Trieste, ha un diametro del crogiolo pari a 6,2 metri; ILVA (Gruppo RIVA) Taranto possiede 4 altiforni con i seguenti diametri:

- AFO1 crogiolo 10,6 metri;
- AFO2 crogiolo 10,3 metri;
- AFO4 crogiolo 10,6 metri;
- AFO5 crogiolo 14 metri.

Non essendoci una uniformità di dimensioni, è ragionevole poter confrontare solo gli altiforni di dimensioni simili perché, come detto in precedenza, sono appunto le dimensioni a condizionare le prestazioni energetiche.

In questo caso specifico gli unici altiforni confrontabili (e quindi rappresentativi della media di mercato per l'Italia) con l'altoforno Lucchini di Piombino (11,7m), sono l'AFO1 (10,6m) e l'AFO4 (10,6m) dell'ILVA (Gruppo RIVA) di Taranto, in quanto la differenza di dimensioni non risulta essere superiore al 10% (limite entro il quale gli altiforni vengono ancora considerati confrontabili).

Per la comparazione delle prestazioni energetiche dei tre altiforni scelti, si è fatto riferimento ai consumi dichiarati dalle stesse società nei rapporti VDEh di cui si allega come esempio la copertina della pubblicazione dati per l'anno 2009 a pagina 144.

Il VDEh è un importante Istituto per la Siderurgia: è un'associazione volontaria nata con lo scopo di promuovere la collaborazione tecnica e scientifica nello sviluppo delle migliori



tecnologie per la produzione dell'acciaio, annualmente si svolge una riunione durante la quale avviene lo scambio dei dati tecnici, fondamentali per l'ottimizzazione dei processi riguardanti gli altiforni.

Da tali dati si evince che, per il periodo preso come riferimento (baseline 2006) per il calcolo dei consumi, la media dichiarata al VDEh delle kcal spese per produrre un chilogrammo di ghisa liquida nei soli altiforni, è pari a 3.626,700 Kcal/Kg per l'altoforno di Piombino e il consumo medio dichiarato per gli altiforni (AFO1-AFO4) dell'ILVA (Gruppo RIVA) di Taranto è pari a 3.595,474 Kcal/Kg.

Pertanto si evince chiaramente che i dati di baseline utilizzati per i consumi dell'altoforno di Piombino, e dichiarati ufficialmente al VDEh, erano perfettamente in linea con la media di mercato identificata con il valor medio ponderato del consumo degli altiforni (AFO1-AFO4) presenti nel sito produttivo di Taranto, infatti la differenza di consumo è minore all'1% (0,87%). Questo dimostra come l'impianto LUCCHINI Piombino fosse già un buon impianto, con prestazioni energetiche perfettamente in linea con la media di mercato italiana.

CONSUMI ALTIFORNI ITALIA (dati VDEh)							
2006	diametro crogiolo (m)	ghisa liquida (ton)	Coke (kg/t) PCI 7.000	Fossile (kg/t) PCI 6.300	tot. RAR (kg/t)	Kcal/kg	media pesata Taranto AFO 1-4 (RAR e Kcal/kg)
ILVA Taranto AFO 1	10,6 (90,6%)	1.902.000	358,1	177,19	535,29	3.622,997	529,875
ILVA Taranto AFO 4	10,6 (90,6%)	1.676.000	378,2	145,53	523,73	3.564,239	3.595,474
LUCCHINI Piombino	11,7 (100%)	2.025.000	402	129	531	3.626,700	



SITI DI PRODUZIONE Production sites



■ ALTOFORNI

Piombino, Taranto, Trieste

■ CONVERTITORI ALL'OSSIGENO

Piombino, Taranto

● FORNI ELETTRICI

Aosta, Bergamo, Bolzano,
Brescia, Catania, Cremona,
Cuneo, Modena, Padova,
Potenza, Torino, Terni,
Trento, Udine, Varese,
Verona, Vicenza

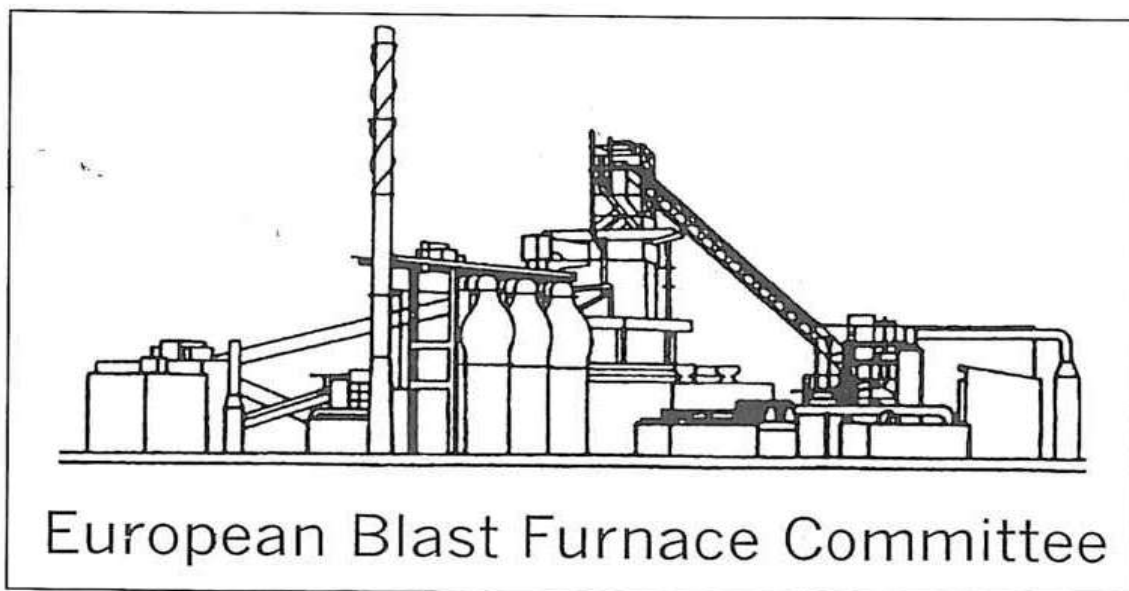


Operation data of sinter plants and blast furnaces

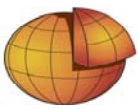
Austria
Belgium
Finland
France
Germany

Italy
Netherlands
Spain
Sweden
United Kingdom

Period of reference: 01.01. - 31.12.2009



VDEh **Stahlinstitut VDEh**



8. ALGORITMO PROPOSTO

I risparmi energetici per i quali si intende richiedere il rilascio dei certificati bianchi sono dovuti ai minori consumi specifici (kcal/kg) dovuti agli interventi effettuati sull'altoforno, durati circa un anno (2007) e dopo un periodo di start-up, i nuovi parametri gestionali possono considerarsi entrati a regime dal 01 Gennaio 2008.

L'algoritmo di misura che si intende proporre è il seguente.

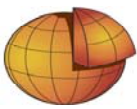
Come baseline per il calcolo dei risparmi specifici si intende partire dai consumi dell'altoforno nel periodo antecedente gli interventi precedentemente descritti, anno 2006; i consumi specifici di riferimento che si intendono adottare sono pari a 3.631,5580 kcal/kg di ghisa liquida prodotta così meglio individuati nell'allegato A di cui a pag. 150 della presente relazione, relativi al periodo 01 Gennaio 2006 – 31 Dicembre 2006.

Come riferimento per il calcolo dei TEE risparmiati si intende adottare il file "appendice Risparmi" di cui a pag. 151 della presente relazione, il file allegato come esempio è relativo ai risparmi del 2009.

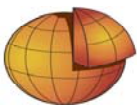
Il primo passo è l'esatto conteggio del consumo espresso in kcal/kg di ghisa liquida prodotta; tali dati di consumo specifico vengono poi rapportati a quelli di baseline, si ottiene quindi il risparmio espresso in kcal/kg dei consumi post-interventi rispetto a quelli di baseline ante-interventi e tale risparmio viene moltiplicato per i chilogrammi di ghisa liquida prodotta nel periodo oggetto di riferimento; dalla moltiplicazione del risparmio per i chilogrammi di ghisa liquida prodotta si ottengono i TEE risparmiati e richiesti come certificati bianchi.

Seppur si ritiene corretto ottenere un'addizionalità del 100%, in relazione agli interventi di efficientamento energetico (nuove installazioni), e altri interventi di efficientamento su componenti esistenti (che non hanno riguardato dei semplici ripristini, in quanto sono state apportate modifiche strutturali, gestionali e nei materiali), si chiede di considerare l'innovazione tecnologica introdotta con le nuove installazioni, quindi un'addizionalità pari al peso espresso in percentuale, che dal punto di vista tecnico hanno inciso per l'83% sul totale dei minori consumi; da un punto di vista economico, queste nuove installazioni hanno pesato per circa il 93% sul totale degli investimenti effettuati.

A seguire, si allega schema riepilogativo degli interventi effettuati e del loro peso tecnico espresso in percentuale.



ATTIVITA'	Incidenza su riduzione consumo carbone	NOTE	
Costruzione nuovo Cowper (IV) e nuova modalità gestione dei Cowpers esistenti	70,0%	L'installazione del quarto cowper ha permesso un aumento della temperatura del vento caldo soffiato nel forno con conseguente introduzione di una maggiore quantità di energia termica e riduzione del fabbisogno di combustibile, sia esso fossile o coke.	NUOVE INSTALLAZIONI
Sonde neutroniche	1,0%	L'umidità del coke, presente in misura variabile e fisiologica, sottrae calore all'interno del forno diventando vapore. Il controllo processo richiede l'esatta conoscenza del peso di acqua contenuta nel coke per valutare quanto carbone effettivo (esente da acqua) si sta caricando in forno. La disconoscenza totale o parziale di questo dato può produrre una insufficiente quantità di coke introdotto in forno in base al minerale con conseguente raffreddamento del forno stesso o una eccessiva quantità introdotta che comporta uno spreco. Il raffreddamento del forno richiederà successivamente un surplus di coke per riportare le temperature al livello dovuto. In entrambi i casi (quantità insufficiente o eccessiva di coke caricato) si avrà prima o poi un extraconsumo di coke non legato alla produzione. La misura on line fornita dalla sonda neutronica evita entrambi i casi.	
Sonda radar	1,0%	La sonda permette una misurazione del livello di carica all'interno del forno in tempo reale ed evita oscillazioni importanti del livello stesso. Quando il livello si abbassa troppo (ciò che la sonda evita) è necessario ripristinarlo velocemente, e poiché la carica introdotta è fredda è necessario introdurre una quantità di coke leggermente maggiorata.	
Sistema di controllo velocità	0,0%	Non ha attinenza	
Sistema di raffreddamento	2,0%	La migliore distribuzione del raffreddamento ha permesso di uniformare le temperature esterne della corazza soccorrendo le zone più carenti di raffreddamento che determinavano perdite termiche più alte dello standard. Il migliore controllo della temperatura evita anche il surriscaldamento di zone della corazza che è causa di rallentamenti di marcia e/o di fermate. Ogni fermata e conseguente riavviamento del forno comporta consumo di combustibile non finalizzato alla produzione comportando un aumento del consumo specifico. L'intervento su raffreddamento ha portato il forno in un assetto migliore di quello che aveva da nuovo.	
Installazione termocoppia sulla bocchetta di colata	1,0%	La parte del foro di colata è una delle zone più termicamente sollecitate nel forno che può comportare fermate e rallentamenti della marcia se il controllo sul suo raffreddamento non è efficace e tale da fornire informazioni utili alla predisposizione delle contromisure necessarie in caso di problemi. L'efficacia del controllo del raffreddamento aumenta la regolarità di marcia con conseguente riduzione del consumo di combustibile. Il forno originale non aveva tale misura.	
Installazione termocoppie crogiolo	8,0%	Le termocoppie installate a profondità diverse nel refrattario di protezione del crogiolo permettono la misura del gradiente termico dalla zona interna del forno attraverso il refrattario fino alla corazza e sono utili per la misura e controllo delle perdite termiche della zona. L'efficacia del controllo della distribuzione della temperatura permette di aumentare l'impiego di fossile in sostituzione del coke.	
			83%
Progetto in collaborazione con il Centro Sviluppo Materiali (CSM)	8,0%	Il miglioramento del controllo processo attraverso l'acquisizione di nuovi metodi e nuove conoscenze condivise con altri altifornisti europei contribuisce a realizzare la stabilità di marcia necessaria al contenimento dei consumi energetici. Altri aspetti obiettivo del progetto come la qualità non impattano direttamente sul consumo di combustibile.	ALTRE INSTALLAZIONI
Intervento profilo refrattari forno	8,0%	Ripristinando il corretto spessore del rivestimento refrattario all'interno del forno si ottiene una riduzione delle perdite termiche (calore trasmesso dall'interno del forno all'ambiente esterno) che devono essere rimpiazzate con impiego di combustibile, e soprattutto si isola in maniera più efficace la corazza metallica esterna prevenendo rotture della stessa o delle cassette in rame dell'impianto di raffreddamento, evitando irregolarità di marcia e fermate supplementari dell'Altoforno, con conseguente aumento di consumo di combustibile.	
Interventi alla blindatura di bocca	0,2%	Gli interventi indicati non hanno diretta attinenza con la riduzione di consumo di coke, ma partecipano al miglioramento della stabilità di marcia e quindi indirettamente sul consumo.	
Interventi alla torre lavaggio gas	0,2%		
Interventi agli organi di bocca	0,2%		
Interventi alle Hoppers di caricamento con	0,2%		
Interventi ai nastri principali di caricamento	0,0%		
Interventi alla sacca a polvere	0,2%		
TOTALE	100,0%		



L'impianto che fornisce l'aria comburente ai Cowpers è centralizzato ed è composto da due ventilatori con annessi motori asincroni da 1.150 kW dei quali uno è in marcia ed uno è in stand-by. L'aria ventilata è convogliata in un unico clarinetto dal quale ciascun Cowper si stacca e la preleva solo quando si trova nella fase di combustione ed impilaggio refrattario. Il quarto Cowper è stato allacciato allo stesso clarinetto, per cui di fatto non è stata aggiunta alcuna apparecchiatura elettrica. Inoltre si può dire che essendo la quantità di aria comburente funzione del vento da riscaldare e che è la quantità di aria comburente a determinare il consumo elettrico del ventilatore, il numero dei Cowpers installati è praticamente ininfluenza.

A fronte della configurazione dell'impianto di spinta aria comburente ai Cowpers, l'aggiunta del quarto non comporta nessun consumo elettrico aggiuntivo.

L'utilizzo del quarto Cowper in effetti va a diluire il servizio offerto dagli altri tre esistenti e consente, se richiesto, di incrementare la produzione di ghisa a livelli che i tre Cowpers precedentemente installati da soli non avrebbero consentito.

Anche se si ritengono valide le considerazioni sopra esposte, solo per la mancanza di contatori, e della volontà di essere assolutamente cautelativi nel calcolo dei TEE risparmiati, si detraggono i consumi di energia elettrica calcolati come segue:

massimo consumo (kWh)= (potenza installata[kW] x ore di funzionamento) / rendimento;

TEP da detrarre = (massimo consumo x PCI) / 10.000.000

(Si veda dettaglio a pagina 151, per esempio relativo all'anno 2009)

I dati di consumo relativi all'area ghisa ante e post-efficiamento sono contabilizzati come descritto nel capitolo seguente (9. MISURA DEL MATERIALE CARICATO IN ALTOFORNO).

Saranno presentate richieste semestrali per i seguenti periodi, 01 Gennaio – 30 Giugno, 01 Luglio – 31 Dicembre; tali richieste saranno effettuate entro il semestre successivo. Per la prima richiesta di verifica e certificazione il periodo di riferimento sarà dato dal 01 Gennaio 2008 al 30 Giugno 2011 ipotizzando che l'approvazione del progetto di programma di misura proposto avvenga entro il II° semestre 2011.



9. MISURA DEL MATERIALE CARICATO IN ALTOFORNO

Il cuore del sistema di caricamento dell'altoforno è un impianto che si chiama Stock House nel quale viene preparata la miscela di materiali che si intende poi inviare al processo.

L'impianto è costituito essenzialmente da una serie di tramogge, ognuna delle quali è dedicata solo ad un materiale (una tramoggia per le pellets Cartier, una tramoggia per le pellets Wabush, una tramoggia per il coke e così via).

Ogni tramoggia è dotata di celle di carico che misurano la quantità di materiale che vi è stato immesso.

La procedura di caricamento dell'altoforno prevede più passi, ed è la stessa per tutti i tipi di materiali che raggiungono separatamente la Stock House:

1. Prelevamento del materiale dal parco attraverso le macchine di ripresa e nastri trasportatori.
2. Vagliatura per separare i materiali fini.
3. Caricamento tramite nastro trasportatore della tramoggia dedicata nella Stock House e misura del peso.
4. Svuotamento completo del materiale immesso nella tramoggia sul nastro che raggiungerà la bocca del forno.

Il processo è ripetitivo e si replica N volte. La somma dei pesi di ciascun materiale darà poi la quantità di carica immessa in forno.

Le celle di carico sono verificate periodicamente secondo un programma prestabilito.

MISURA DELLA QUANTITA' DI GHISA PRODOTTA

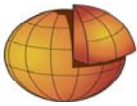
Ci sono due modi di misurare la quantità di ghisa prodotta di cui il secondo è quello ufficiale ed il primo serve di supporto e verifica.

- I. Metodo indiretto: dalle quantità di materiale ferroso immesso in altoforno (misurato come sopra) si risale tramite un algoritmo alla quantità di ghisa che si formerà conoscendo le caratteristiche di ciascun tipo di materiale ferroso immesso (la percentuale di contenuto in ferro ed altro). Il metodo è normalmente molto affidabile. La ghisa uscita dal foro di colata e sversata nei carri siluro non viene pesata in area altoforno.
- II. Pesatura: la ghisa caricata nei carri siluro viene trasportata in acciaieria e pesata al



momento del suo travaso nella siviera ghisa. Il peso è accurato dal momento che il processo in acciaieria ai Convertitori richiede l'esatta conoscenza del mix di carica (ghisa liquida, rottame solido ecc.) per poter impostare i parametri relativi (quantità di ossigeno da soffiare ad esempio).

I due sistemi danno una misura coerente se confrontati. Anche le celle di carico che pesano la ghisa travasata nelle siviere ghisa sono sottoposte a controllo periodico.

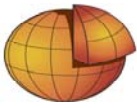


10. DATI DI CONSUMO

STABILIMENTO LUCCHINI PIOMBINO BASELINE 2006 ALTOFORNO									
1)	2)	3)	TOT.	unità di misura	PCI	unità di misura	Ghisa liquida prodotta (ton) "A"	TEP "B"	consumo spec. Kcal/kg "C" = (B x 10.000.000)/(A x 1.000)
Fonte	Quantità Utilizzata (ton)	Fonte	Quantità Utilizzata (ton)	Fonte	Quantità Utilizzata (ton)	Fonte	Quantità Utilizzata (ton)	Fonte	Quantità Utilizzata (ton)
coke da cokeria	467.229	coke da cokeria	467.229	ton	7.000	kcal/kg	327.060,300		
coke acquistato	347.890	coke acquistato	347.890	ton	7.000	kcal/kg	243.523,000		
fossile alle tubiere	261.714	fossile alle tubiere	261.714	ton	6.300	kcal/kg	164.879,820		
							2.025.200	735.463,120	3.631,5580

1) =	coke prodotto dalla cokeria e successivamente caricato in altoforno
2) =	coke acquistato
3) =	carbon fossile tal quale insufflato tramite tubiere direttamente in altoforno.

Stabilimento LUCCHINI Piombino, Baseline 2006 (Altoforno)



“Appendice Risparmi”:

STABILIMENTO LUCCHINI PIOMBINO, RISPARMI 2009 (su Baseline 2006 ALTOFORNO)												
FONTE	unità di misura	QUANTITA' UTILIZZATA (ton)	PCI	unità di misura	Ghisa liquida prodotta (ton) "A"	TEP	"B"	consumo spec. Kcal/kg	consumo spec. Kcal/kg su baseline 2006 "C"	risparmi Kcal/Kg "E" = C - D	TEE risparmiati e oggetto della richiesta di validazione "F" = E x A x 1,000 / 10.000,000	tipo TEE
1)	ton	325,471	7,000	kcal/kg			227,829,700	"D" = (B x 10.000,000) / (A x 1,000)				
2)	ton	125,251	7,000	kcal/kg			87,675,700					
3)	ton	144,276	6,300	kcal/kg			90,893,880					
TOT.					1.157,183		406.399,280		3.631,5580	119,5873	13.838,4	III

- 1) = coke prodotto dalla coleria e successivamente caricato in altoforno
- 2) = coke acquistato
- 3) = carbon fossile (al quale insufflato tramite tubiere direttamente in altoforno.

CONSUMI ENERGIA ELETTRICA Coppers 2009							
FONTE	unità di misura	potenza installata (kW)	ore di funzionamento	rendimento (η)	massimo consumo (kWh)	PCI (kcal/kWh)	TEP = (max consumo x PCI) / 10.000,000
energia elettrica	kWh	1.150	7.809	0,95	9.453,000,000	1.870	1.767,7

TOTALE TEE RICHIESTI (con additionalità dell'83% e detratti dei consumi di energia elettrica)			
TEE TOTALI	Addizionalità	Consumi En. Elettrica (TEP)	Tipo TEE
13.838,4	83%	11.485,9	III
		1.767,7	9.718,2
			Totale TEE Richiesti = TEE con Add. 83% - Tep En. Elettrica

Stabilimento LUCCHINI Piombino, RISPARMI 2009 ALTOFORNO (su baseline 2006)

Spett. Le Consul System Srl
Via Treviri, 63/a
63100 Ascoli Piceno (AP)

Oggetto: dichiarazione ad uso richiesta titoli di efficienza energetica da effettuarsi dalla E.S.Co. Consul System Srl.

Il Sottoscritto Mauro Grigoletto, in qualità di referente della società LUCCHINI S.p.A. per il procedimento, con riferimento alla pratica in corso per la richiesta di rilascio di certificati bianchi, da presentarsi all'A.E.E.G. a mezzo della E.S.Co. Consul System Srl, dichiara e certifica i seguenti dati desunti dai documenti fiscali/gestionali del Gruppo LUCCHINI S.p.A., per gli anni 2006-2008-2009-2010-01 Gennaio/31 Ottobre 2011.

ALTOFORNO ANTE INTERVENTO (Baseline periodo di riferimento 01 gennaio 2006 - 31 dicembre 2006)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	
467.229 ton	347.890 ton	261.714 ton	2.025.200 ton	

ALTOFORNO ANTE INTERVENTO (Baseline periodo di riferimento 01 gennaio 2008 - 31 dicembre 2008)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
417.626 ton	211.075 ton	260.007 ton	1.775.750 ton	8.497 h

ALTOFORNO ANTE INTERVENTO (Baseline periodo di riferimento 01 gennaio 2009 - 31 dicembre 2009)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
325.417 ton	125.251 ton	144.276 ton	1.157.183 ton	7.809 h

ALTOFORNO ANTE INTERVENTO (Baseline periodo di riferimento 01 gennaio 2010 - 31 dicembre 2010)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
402.395 ton	173.681 ton	192.685 ton	1.498.850 ton	8.262 h

ALTOFORNO ANTE INTERVENTO (Baseline periodo di riferimento 01 gennaio 2011 - 31 ottobre 2011)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
356.765 ton	70.404 ton	156.657 ton	1.150.700 ton	6.661 h

Piombino, 11.01.2012

LUCCHINI S.p.A


.....
(firma)

Lucchini S.p.A.
C.S. Euro 925.199.990,00 del
C.S. Euro 694.199.990,00 - i.v.
C.F. e P.IVA 01730680152
R.E.A. di Milano N. 877816
Via M. Barozzi, 2
20122 Milano - Italia

Uffici:
Via Oberdan, 1/a
25128 Brescia - Italia
Tel. +39-030-39921
Fax +39-030-3702587

B.U. Piombino:
Stab. Piombino e Sede Amministrativa
Largo Caduti sul Lavoro, 21
57025 Piombino (LI)
Tel. +39-0565-64111
Fax +39-0565-36514

B. L. Vertek
Via Torino, 19
10055 Condove (TO)
Tel. +39-011-9638111
Fax + 39-011-9643303

B. L. Trieste
Via di Servola, 1
34145 Trieste
Tel. +39-040-89891
Fax + 39-040-8989401

Stab. Lecco
Via Arlenico, 22
23900 Lecco
Tel. +39-0341-278611
Fax +39-0341-284742



Operatore

Ragione sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**

Partita Iva: **01594820449**

Progetti di efficienza energetica - Richiesta di verifica e certificazione risparmi

Data download: 11/01/2012 - 14:16:34

QUADRO 1: Informazioni sul soggetto titolare del progetto

Denominazione: **CONSUL SYSTEM SRL**

Indirizzo: **VIA MAMIANI 23**

Città: **ASCOLI PICENO** CAP: **63100** Provincia: **AP**

Numero telefonico e di fax: **0736264443 / 0736264455**

Codice fiscale: **01594820449**

Persona di riferimento: **STEFANO EVANGELISTI**

Email: **stefano.evangelisti@consulsystem.net**

1.1 Ruolo e attività svolta nell'ambito del progetto:

La Consul System Srl con sede in Ascoli Piceno (AP) ha svolto attività di consulenza per la presentazione della proposta di progetto e programma di misura. ha presentato la P.P.P.M. e la R.V.C. in quanto E.S.Co autorizzata dall'A.E.E.G. ed ha assistito il GRUPPO LUCCHINI, stabilimento di Piombino, per la presentazione della domanda per la richiesta di TEE.

QUADRO 2: Informazioni generali sul progetto

2.1 Codice identificativo di progetto: **0159482044912R063**

2.2 Metodologia di valutazione degli interventi che compongono il progetto: **valutazione a consuntivo**

QUADRO 3: Sintesi del risparmio totale netto di cui si richiede la verifica e la certificazione

3.1 Contatore progressivo degli interventi	3.2 Descrizione dell'intervento	3.3 Risparmio totale netto per ogni intervento [tep]
1	Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino	71.496 tep

Sintesi del risparmio totale netto di cui si richiede la verifica e la certificazione

3.4 Risparmio totale netto conseguito dal progetto nel corso del periodo oggetto di misurazioni 71.496 tep

Scheda di rendicontazione dell'intervento 1

QUADRO 1: Informazioni generali sull'intervento

1.1 Codice di intervento: **0159482044912R063-1**

1.2 Descrizione intervento

Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino

QUADRO 2: Informazioni generali sull'intervento

2.1 Programma di misura di riferimento per questo intervento: **0159482044911T047_rev2**

Primo anno previsto di contabilizzazione dei risparmi: **2008**

Risparmi netti contestuali previsti pari a:

- **0 tep di energia elettrica**
- **0 tep di gas naturale**
- **55776 tep di altri combustibili (non per autotrazione)**

Categoria prevalente per il progetto: **IND-T**

Valori tipici afferenti alla categoria prevalente: U=5 anni T=20 anni tau=3,36

2.2 Estremi temporali del periodo di misurazione

Data di avvio: 01/01/2008 Data di conclusione: 31/10/2011

2.3 Rendicontazione interventi a consuntivo:

Il consuntivo dei risparmi energetici conseguiti con la prima richiesta di verifica e certificazione dei risparmi relativa al periodo dal 01 gennaio 2008 al 31 ottobre 2011 è stato pari a n. 71.496 tee totali, tutti di tipo III.

Di cui:

n. 32.088 tee di tipo III per l'anno 2008;

n. 9.718 tee di tipo III per l'anno 2009;

n. 14.456 tee di tipo III per l'anno 2010;

n. 15.234 tee di tipo III per il periodo 01 gennaio 2011-31 ottobre 2011.

Documentazione allegata: risparmi 01 Gen. '08-31 Ott. '11.xls

2.4 Quota di risparmio netto contestuale (RNc) di cui si richiede la verifica e certificazione:

0,00	0,00	71.496,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

2.5 Corrispondente quota di risparmio netto anticipato (RNa):

0,00	0,00	0,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

2.6 Titoli di efficienza energetica di cui si richiede l'emissione:

0	0	71.496
TEE di tipo I	TEE di tipo II	TEE di tipo III

2.5 Ripartizione percentuale dei risparmi tra le Regioni

Piemonte	0 %	Marche	0 %
Valle d'Aosta	0 %	Lazio	0 %
Lombardia	0 %	Abruzzo	0 %
Trentino-Alto Adige	0 %	Molise	0 %
Veneto	0 %	Campania	0 %
Friuli-Venezia Giulia	0 %	Puglia	0 %
Liguria	0 %	Basilicata	0 %
Emilia-Romagna	0 %	Calabria	0 %
Toscana	100 %	Sicilia	0 %
Umbria	0 %	Sardegna	0 %
TOTALE 100 %			

Data di inoltro della richiesta: 11/01/2012

**Operatore**Ragione sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**Partita Iva: **01594820449****Progetti di efficienza energetica - Richiesta di verifica e certificazione risparmi**

Data download: 17/01/2012 - 14:16:22

QUADRO 1: Informazioni sul soggetto titolare del progettoDenominazione: **CONSUL SYSTEM SRL**Indirizzo: **VIA MAMIANI 23**Città: **ASCOLI PICENO** CAP: **63100** Provincia: **AP**Numero telefonico e di fax: **0736264443 / 0736264455**Codice fiscale: **01594820449**Persona di riferimento: **STEFANO EVANGELISTI**Email: **stefano.evangelisti@consulsystem.net**

1.1 Ruolo e attività svolta nell'ambito del progetto:

La Consul System Srl con sede in Ascoli Piceno (AP) ha svolto attività di consulenza per la presentazione della proposta di progetto e programma di misura. ha presentato la P.P.P.M. e la R.V.C. in quanto E.S.Co autorizzata dall'A.E.E.G. ed ha assistito il GRUPPO LUCCHINI, stabilimento di Piombino, per la presentazione della domanda per la richiesta di TEE.

QUADRO 2: Informazioni generali sul progetto2.1 Codice identificativo di progetto: **0159482044912R063-1#1**2.2 Metodologia di valutazione degli interventi che compongono il progetto: **valutazione a consuntivo****QUADRO 3: Sintesi del risparmio totale netto di cui si richiede la verifica e la certificazione**

3.1 Contatore progressivo degli interventi	3.2 Descrizione dell'intervento	3.3 Risparmio totale netto per ogni intervento [tep]
1	Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino	5.413 tep

Sintesi del risparmio totale netto di cui si richiede la verifica e la certificazione

3.4 Risparmio totale netto conseguito dal progetto nel corso del periodo oggetto di misurazioni 5.413 tep

Scheda di rendicontazione dell'intervento 1**QUADRO 1: Informazioni generali sull'intervento**1.1 Codice di intervento: **0159482044912R063-1#1**

1.2 Descrizione intervento

Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino**QUADRO 2: Informazioni generali sull'intervento**2.1 Programma di misura di riferimento per questo intervento: **0159482044911T047_rev2**Primo anno previsto di contabilizzazione dei risparmi: **2008**

Risparmi netti contestuali previsti pari a:

- **0 tep di energia elettrica**
- **0 tep di gas naturale**
- **55776 tep di altri combustibili (non per autotrazione)**

Categoria prevalente per il progetto: **IND-T**

Valori tipici afferenti alla categoria prevalente: U=5 anni T=20 anni tau=3,36

2.2 Estremi temporali del periodo di misurazione

Data di avvio: 01/11/2011 Data di conclusione: 31/12/2011

2.3 Rendicontazione interventi a consuntivo:

Il consuntivo dei risparmi energetici conseguiti con la seconda richiesta di verifica e certificazione dei risparmi relativa al periodo dal 01 novembre 2011 al 31 dicembre 2011 è stato pari a n.1.611 tee (n. 5.413 comprensivi di maggiorazione), tutti di tipo III.

Documentazione allegata: risparmi 01 Nov. - 31Dic. '11.xls

2.4 Quota di risparmio netto contestuale (RNc) di cui si richiede la verifica e certificazione:

0,00	0,00	1.611,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

2.5 Corrispondente quota di risparmio netto anticipato (RNa):

0,00	0,00	3.801,96
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

2.6 Titoli di efficienza energetica di cui si richiede l'emissione:

0	0	5.413
TEE di tipo I	TEE di tipo II	TEE di tipo III

2.5 Ripartizione percentuale dei risparmi tra le Regioni

Piemonte	0 %	Marche	0 %
Valle d'Aosta	0 %	Lazio	0 %
Lombardia	0 %	Abruzzo	0 %
Trentino-Alto Adige	0 %	Molise	0 %
Veneto	0 %	Campania	0 %
Friuli-Venezia Giulia	0 %	Puglia	0 %
Liguria	0 %	Basilicata	0 %
Emilia-Romagna	0 %	Calabria	0 %
Toscana	100 %	Sicilia	0 %
Umbria	0 %	Sardegna	0 %
TOTALE 100 %			

Data di inoltro della richiesta: 17/01/2012

Spett. Le **Consul System Srl**
Via Treviri, 63/a
63100 Ascoli Piceno (AP)

Oggetto: dichiarazione ad uso richiesta titoli di efficienza energetica da effettuarsi dalla E.S.Co. Consul System Srl.

Il Sottoscritto Mauro Grigoletto, in qualità di referente della società LUCCHINI S.p.A. per il procedimento, con riferimento alla pratica in corso per la richiesta di rilascio di certificati bianchi, da presentarsi all'A.E.E.G. a mezzo della E.S.Co. Consul System Srl, dichiara e certifica i seguenti dati desunti dai documenti fiscali/gestionali del Gruppo LUCCHINI S.p.A., per il periodo 01 novembre 2011 – 31 dicembre 2011.

ALTOFORNO (periodo di riferimento 01 novembre 2011 - 31 dicembre 2011)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
52.328 ton	19.881 ton	20.856 ton	181.600 ton	1.182 h

Piombino (LI), 11.01.2012

LUCCHINI S.p.A


.....
(firma)



Autorità per l'energia elettrica e il gas

Spett.
CONSUL SYSTEM SRL
VIA MAMIANI 23
63100 ASCOLI PICENO

0004625-15/02/2012
PROT.GENERALE / P

c.a. sig. STEFANO EVANGELISTI

codice esercente: ES1867

Milano, 14/02/2012

Oggetto: Richiesta di Verifica e Certificazione di Risparmi presentata dalla Vostra società

Con riferimento a:

- Richiesta di verifica e certificazione dei risparmi avente codice 0159482044912R063 del 11/01/2012,
- il rapporto di valutazione della Richiesta di cui sopra predisposto dall'Ente per le nuove tecnologie l'energia e l'ambiente (ora Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, di seguito: l'Enea) e trasmesso al Direttore della Direzione Consumatori e Utenti dell'Autorità ai sensi dell'articolo 3, comma 2, della delibera 1° gennaio 2006, n. 4/06, si comunica quanto segue.

Sulla base dell'attività istruttoria e del rapporto di valutazione predisposto dall'Enea, si certificano risparmi di energia primaria nell'ammontare equivalente a quello da Voi richiesto.

Sulla base di tale certificazione, ai sensi dell'articolo 16, comma 5, della delibera 27 ottobre 2011, EEN 9/11 (di seguito: Linee guida), si autorizza la società Gestore dei mercati energetici S.p.A. ad emettere a Vostro favore titoli di efficienza energetica (TEE), ognuno di valore pari ad 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep), pari a:

- n. 0 titoli di tipo I,
- n. 0 titoli di tipo II,
- n. 71496 titoli di tipo III,
- n. 0 titoli di tipo IV,
- n. 0 titoli di tipo V.

L'autorizzazione all'emissione dei titoli viene inviata dagli uffici dell'Autorità alla società Gestore dei mercati energetici S.p.a. per via telematica, contestualmente all'invio di questa lettera.

Cordiali saluti.

Direzione Consumatori e Utenti
il Direttore
Alberto Grossi
(eff/enea)



Autorità per l'energia elettrica e il gas

Spett.
CONSUL SYSTEM SRL
VIA MAMIANI 23
63100 ASCOLI PICENO

c.a. sig. STEFANO EVANGELISTI

codice esercente: ES1867

0004624-15/02/2012
PROT.GENERALE / P

Milano, 14/02/2012

Oggetto: Richiesta di Verifica e Certificazione di Risparmi presentata dalla Vostra società

Con riferimento a:

- Richiesta di verifica e certificazione dei risparmi avente codice 0159482044912R063-1#1 del 17/01/2012,
- il rapporto di valutazione della Richiesta di cui sopra predisposto dall'Ente per le nuove tecnologie l'energia e l'ambiente (ora Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, di seguito: l'Enea) e trasmesso al Direttore della Direzione Consumatori e Utenti dell'Autorità ai sensi dell'articolo 3, comma 2, della delibera 1° gennaio 2006, n. 4/06, si comunica quanto segue.

Sulla base dell'attività istruttoria e del rapporto di valutazione predisposto dall'Enea, si certificano risparmi di energia primaria nell'ammontare equivalente a quello da Voi richiesto.

Sulla base di tale certificazione, ai sensi dell'articolo 16, comma 5, della delibera 27 ottobre 2011, EEN 9/11 (di seguito: Linee guida), si autorizza la società Gestore dei mercati energetici S.p.A. ad emettere a Vostro favore titoli di efficienza energetica (TEE), ognuno di valore pari ad 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep), pari a:

- n. 0 titoli di tipo I,
- n. 0 titoli di tipo II,
- n. 5413 titoli di tipo III,
- n. 0 titoli di tipo IV,
- n. 0 titoli di tipo V.

L'autorizzazione all'emissione dei titoli viene inviata dagli uffici dell'Autorità alla società Gestore dei mercati energetici S.p.a. per via telematica, contestualmente all'invio di questa lettera.

Cordiali saluti.

Direzione Consumatori e Utenti
il Direttore
Alberto Grossi
(eff/enea)



Operatore

Ragione sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**

Partita Iva: **01594820449**

Progetti di efficienza energetica - Richiesta di verifica e certificazione risparmi

Data download: 23/07/2012 - 14:26:11

QUADRO 1: Informazioni sul soggetto titolare del progetto

Denominazione: **CONSUL SYSTEM SRL**

Indirizzo: **VIA MAMIANI 23**

Città: **ASCOLI PICENO** CAP: **63100** Provincia: **AP**

Numero telefonico e di fax: **0736264443 / 0736264455**

Codice fiscale: **01594820449**

Persona di riferimento: **STEFANO EVANGELISTI**

Email: **stefano.evangelisti@consulsystem.net**

1.1 Ruolo e attività svolta nell'ambito del progetto:

La Consul System Srl con sede in Ascoli Piceno (AP) ha svolto attività di consulenza per la presentazione della proposta di progetto e programma di misura. ha presentato la P.P.P.M. e la R.V.C. in quanto E.S.Co autorizzata dall'A.E.E.G. ed ha assistito il GRUPPO LUCCHINI, stabilimento di Piombino, per la presentazione della domanda per la richiesta di TEE.

QUADRO 2:

2.1 Codice di intervento: **0159482044912R063-1#2**

2.2 Descrizione intervento

Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino

QUADRO 3: Informazioni generali sull'intervento

3.1 Programma di misura di riferimento per questo intervento: **0159482044911T047_rev2**

Primo anno previsto di contabilizzazione dei risparmi: **2008**

Risparmi netti contestuali previsti pari a:

- **0 tep di energia elettrica**
- **0 tep di gas naturale**
- **55776 tep di altri combustibili (non per autotrazione)**

Categoria prevalente per il progetto: **IND-T**

Valori tipici afferenti alla categoria prevalente: U=5 anni T=20 anni tau=3,36

3.2 Estremi temporali del periodo di misurazione

Data di avvio: **01/01/2012**

Data di conclusione: **30/06/2012**

3.3 Rendicontazione interventi a consuntivo:

Il consuntivo dei risparmi energetici conseguiti con la terza richiesta di verifica e certificazione dei risparmi relativa al periodo dal 01 gennaio 2012 al 30 giugno 2012 è stato pari a n. 17.717 tee tutti di tipo III.

Documentazione allegata: **risparmi 01 gen. - 30 giu. 2012.xls**

3.4 Quota di risparmio netto contestuale (RNc) di cui si richiede la verifica e certificazione:

0,00	0,00	5.273,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

3.5 Corrispondente quota di risparmio netto anticipato (RNa):

0,00	0,00	12.444,28
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili

3.6 Titoli di efficienza energetica di cui si richiede l'emissione:

0
TEE di tipo I

0
TEE di tipo II

17.717
TEE di tipo III

3.7 Ripartizione percentuale dei risparmi tra le Regioni

Piemonte	0 %	Marche	0 %
Valle d'Aosta	0 %	Lazio	0 %
Lombardia	0 %	Abruzzo	0 %
Trentino-Alto Adige	0 %	Molise	0 %
Veneto	0 %	Campania	0 %
Friuli-Venezia Giulia	0 %	Puglia	0 %
Liguria	0 %	Basilicata	0 %
Emilia-Romagna	0 %	Calabria	0 %
Toscana	100 %	Sicilia	0 %
Umbria	0 %	Sardegna	0 %
TOTALE 100 %			

Data di inoltro della richiesta: **11/01/2012**

Spett. Le **Consul System S.r.l.**
Via Treviri, 63/a
63100 Ascoli Piceno (AP)

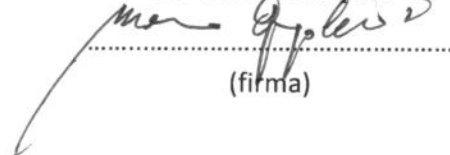
Oggetto: dichiarazione ad uso richiesta titoli di efficienza energetica da effettuarsi dalla E.S.Co. Consul System Srl.

Il Sottoscritto Mauro Grigoletto, in qualità di responsabile del procedimento per il Gruppo LUCCHINI S.p.A., con riferimento alla pratica in corso per la richiesta di rilascio di certificati bianchi, da presentarsi all'A.E.E.G. a mezzo della E.S.Co. Consul System Srl, dichiara e certifica i seguenti dati relativi allo stabilimento di Piombino (LI) desunti dai documenti fiscali/gestionali del Gruppo LUCCHINI S.p.A., per il periodo 01 gennaio 2012 – 30 giugno 2012.

ALTOFORNO (periodo di riferimento 01 gennaio 2012 – 30 giugno 2012)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
149.863 ton	79.066 ton	59.582 ton	565.050 ton	3.891 h

Piombino (LI), 3 luglio 2012

LUCCHINI S.p.A.



(firma)



Estratto Conto

Titoli di Efficienza Energetica

giovedì 13 dicembre 2012

Ragione Sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**

Codice Operatore: **ORT000000005369**

TEE Tipo: 3

Saldo Iniziale a giovedì 13 dicembre 2012

Totale	Emissio	Mercat	Bilatera	Ric.	Annulla	Bloccati	Ritirati
17.717	135.546	-7.247	-110.582	0	0	0	0

Movimenti compiuti dal 13/12/2012 al 13/12/2012.

Q.tà TEE Causale	Codice Progetto	Id Mov.	Autore	Data
17.717	EMI 0159482044912R063-1#2	110612	0010000000000000	13/12/2012 10.30.27

Legenda causale:

BKT	Blocco per Transazione (-)	ANN	Annullamento (-)	RIT	Ritirati (-)
EMI	Nuova Emissione (+)	TBA	Transazione Bilaterale di Acquisto (+)		
RAN	Richiesta di Annullamento (-)	TBV	Transazione Bilaterale di Vendita (-)		
RMB	Richiesta di Rimborso Tariffario (Blocco) (-)	TMA	Acquisto a Mercato (+)		
RTF	Richiesta di Rimborso Tariffario (Annullamento) (-)	TMV	Vendita a Mercato (-)		

Saldo Movimentazione periodo: 13/12/2012 - 13/12/2012 Quantità Movimenti: 1

Totale	Emissioni	Mercato	Bilaterali	Ric. Ann.	Annullati	Bloccati	Ritirati
17.717	17.717	0	0	0	0	0	0

Saldo Attuale:

Totale	Emissioni	Mercato	Bilaterali	Ric. Ann.	Annullati	Bloccati	Ritirati
17.717	135.546	-7.247	-110.582	0	0	0	0

LUCCHINI

Spett. Le Consul System S.r.l.
Via Treviri, 63/a
63100 Ascoli Piceno (AP)

Oggetto: dichiarazione ad uso richiesta titoli di efficienza energetica da effettuarsi dalla E.S.Co. Consul System Srl.

Il Sottoscritto Mauro Grigoletto, in qualità di responsabile del procedimento per il Gruppo LUCCHINI S.p.A., con riferimento alla pratica in corso per la richiesta di rilascio di certificati bianchi, da presentarsi all'A.E.E.G. a mezzo della E.S.Co. Consul System Srl, dichiara e certifica i seguenti dati desunti dai documenti fiscali/gestionali del Gruppo LUCCHINI S.p.A., per il periodo 01 luglio 2012 – 31 dicembre 2012.

ALTOFORNO (periodo di riferimento 01 luglio 2012 – 31 dicembre 2012)				
Coke da cokeria	Coke acquistato	Fossile alle tubiere	Ghisa liquida prodotta	Ore di funzionamento Cowpers
172.258 t	33.661 t	34.445 t	464.250 t	3.402 h

Inoltre dichiara che per l'intervento di efficienza energetica realizzato (Riduzione consumi altoforno) non sono stati ricevuti incentivi a carico delle tariffe dell'energia elettrica e del gas e altri incentivi statali (fatto salvo, nel rispetto delle rispettive norme operative, l'accesso a fondi di garanzia e fondi di rotazione, contributi in conto interesse, detassazione del reddito d'impresa riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature).

Piombino (LI), 14 gennaio 2013

LUCCHINI S.p.A.




Operatore

Ragione sociale: **CONSUL SYSTEM SRL**

Partita Iva: **01594820449**

Progetti di efficienza energetica - Richiesta di verifica e certificazione risparmi

Data download: 16/01/2013 - 17:15:05

QUADRO 1: Informazioni sul soggetto titolare del progetto

Denominazione: **CONSUL SYSTEM SRL**

Indirizzo: **VIA MAMIANI 23**

Città: **ASCOLI PICENO** CAP: **63100** Provincia: **AP**

Numero telefonico e di fax: **0736264443 / 0736264455**

Codice fiscale: **01594820449**

Persona di riferimento: **STEFANO EVANGELISTI**

Email: **stefano.evangelisti@consulsystem.net**

1.1 Ruolo e attività svolta nell'ambito del progetto:

La Consul System Srl con sede in Ascoli Piceno (AP) ha svolto attività di consulenza per la presentazione della proposta di progetto e programma di misura. ha presentato la P.P.P.M. e la R.V.C. in quanto E.S.Co autorizzata dall'A.E.E.G. ed ha assistito il GRUPPO LUCCHINI, stabilimento di Piombino, per la presentazione della domanda per la richiesta di TEE.

QUADRO 2:

2.1 Codice di intervento: **0159482044912R063-1#3**

2.2 Descrizione intervento

Riduzione consumi altoforno LUCCHINI Piombino

QUADRO 3: Informazioni generali sull'intervento

3.1 Programma di misura di riferimento per questo intervento: **0159482044911T047_rev2**

Primo anno previsto di contabilizzazione dei risparmi: **2008**

Risparmi netti contestuali previsti pari a:

- **0 tep di energia elettrica**
- **0 tep di gas naturale**
- **55776 tep di altri combustibili (non per autotrazione)**

Categoria prevalente per il progetto: **IND-T**

Valori tipici afferenti alla categoria prevalente: U=5 anni T=20 anni tau=3,36

3.2 Estremi temporali del periodo di misurazione

Data di avvio: **01/07/2012**

Data di conclusione: **31/12/2012**

3.3 Rendicontazione interventi a consuntivo:

Il consuntivo dei risparmi energetici conseguiti con la quarta ed ultima richiesta e verifica di certificazione dei risparmi relativa al periodo dal 01 luglio 2012 al 31 dicembre 2012 è stato pari a n. 5.084 tee tutti di tipo III.

Documentazione allegata: **Risparmi 01 lug. - 31 dic. 2012.xls**

3.4 Quota di risparmio netto contestuale (RNc) di cui si richiede la verifica e certificazione:

0,00	0,00	1.513,00	0,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili	tep di altri combustibili per i trasporti

3.5 Corrispondente quota di risparmio netto anticipato (RNa):

0,00	0,00	3.570,68	0,00
tep di energia elettrica	tep di gas naturale	tep di altri combustibili	tep di altri combustibili per i trasporti

3.6 Titoli di efficienza energetica di cui si richiede l'emissione:

0
TEE di tipo I

0
TEE di tipo II

5.084
TEE di tipo III

0
TEE di tipo V

3.7 Ripartizione percentuale dei risparmi tra le Regioni

Piemonte	0 %	Marche	0 %
Valle d'Aosta	0 %	Lazio	0 %
Lombardia	0 %	Abruzzo	0 %
Trentino-Alto Adige	0 %	Molise	0 %
Veneto	0 %	Campania	0 %
Friuli-Venezia Giulia	0 %	Puglia	0 %
Liguria	0 %	Basilicata	0 %
Emilia-Romagna	0 %	Calabria	0 %
Toscana	100 %	Sicilia	0 %
Umbria	0 %	Sardegna	0 %
TOTALE 100 %			

Data di inoltro della richiesta: **11/01/2012**



Autorità per l'energia elettrica e il gas

Spett.
CONSUL SYSTEM SRL
VIA MAMIANI 23
63100 ASCOLI PICENO (AP)

c.a. sig. STEFANO EVANGELISTI
codice esercente ES1867

0012747-04/04/2013
PROT. GENERALE / P

p.c. Gestore dei Servizi Energetici
v.le Maresciallo Pilsudski, 92
00197 Roma

Milano, 3 aprile 2013

**Oggetto: Richiesta di Verifica e Certificazione di Risparmi presentata dalla Vostra società
avente codice 0159482044912R063-1#3**

Con riferimento a:

- Richiesta di verifica e certificazione dei risparmi avente codice 0159482044912R063-1#3 del 16/1/2013,
- il rapporto di valutazione della Richiesta di cui sopra predisposto dalla società Ricerca sul Sistema Energetico S.p.a. (di seguito: RSE) e trasmesso al Direttore della Direzione Consumatori e Utenti dell'Autorità ai sensi dell'articolo 1 della deliberazione 31 ottobre 2012, 449/2012/A/EFR,

e visto l'articolo 5, comma 2, del DM 28 dicembre 2012, si comunica quanto segue.

Sulla base dell'attività istruttoria e del rapporto di valutazione predisposto dalla società RSE, si **certificano risparmi di energia primaria nell'ammontare equivalente a quello da Voi richiesto.**

Sulla base di tale certificazione - ai sensi dell'articolo 16, comma 5, della delibera 27 ottobre 2011, EEN 9/11 e s.m.i. (di seguito: Linee guida) e in ragione del trasferimento di competenze cui all'articolo 5, comma 1, del DM 28 dicembre 2012 - le operazioni telematiche necessarie per l'emissione da parte della società Gestore dei mercati energetici S.p.A di titoli di efficienza energetica (TEE) verranno effettuate dallo stesso GSE, che riceve questa comunicazione in copia. Verranno conseguentemente emessi i seguenti quantitativi di TEE, ognuno di valore pari ad 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep):

- n. 0 titoli di tipo I,
- n. 0 titoli di tipo II,
- **n. 5084 titoli di tipo III,**
- n. 0 titoli di tipo IV,
- n. 0 titoli di tipo V.

Cordiali saluti.

Direzione Consumatori e Utenti
il Direttore
Alberto Grossi