



ANALISI AMBIENTALE DEL COMPARTO PRODUTTIVO

RUBINETTERIE E VALVOLAME

PROGETTO COMMISSIONATO DA



APAT

**Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici**

SETTEMBRE 2002

CONTRIBUTI

Hanno contribuito alla realizzazione del presente rapporto i partecipanti al seguente gruppo di lavoro:

Vecchiè Valerio	ARPA Piemonte
Glisoni Marco	ARPA Piemonte
Campanini Mario	ARPA Piemonte
Bertona Pierangelo	ARPA Piemonte
Ventura Alberto	Provincia di Novara
Varalda Gabriele	Provincia di Vercelli
Inzaghi Stefano	Unione Industriale del Vercellese e della Valsesia
La Ferla Franco	Associazione Industriali di Novara
Cruciano Francesco	Associazione Industriali di Novara

Hanno supportato tecnicamente il lavoro

Belfanti Sara	ARPA Piemonte
Zambroni Giancarlo	IPA Servizi
Pelizzari Sabrina	IPA Servizi
Dell'Orto Angelo	Idropan – Dell'Orto S.r.l.
Gilli Giorgio	Università degli Studi di Torino – Dip. di Sanità Pubblica e Microbiologia
Scursatone Vincenzo	Università degli Studi di Torino – Dip. di Sanità Pubblica e Microbiologia
Traversi Deborah	Università degli Studi di Torino – Dip. di Sanità Pubblica e Microbiologia

Si ringraziano per la collaborazione:

Livraga Anna Maria, Porzio Laura, Varalda Massimo, D'avenia Renato, Muraro Muriel, Rossitti Giovanni, Matera Francesco.

Il presente lavoro è stato commissionato dall'APAT nella persona del Responsabile di contratto, Ing. Alfredo Leonardi.

INDICE

1 PRESENTAZIONE.....	5
2. ANALISI DEL SETTORE	6
2.1 L'industria italiana della rubinetteria e del valvolame: una leadership mondiale	6
2.2 Il ruolo dei distretti industriali nella produzione italiana di rubinetteria-valvolame	8
2.3 Il distretto cusiano-valsesiano	8
2.4 Il distretto bresciano	14
2.5 Analisi ciclo produttivo/schema a blocchi generale della filiera	18
3. FASE DI STAMPAGGIO FONDERIA	20
3.1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	20
3.2 Descrizione dei flussi di materia.....	25
3.3 Descrizione degli aspetti ambientali ed indicatori ambientali	26
3.3.1 Rumore	27
3.3.2 Rifiuti	29
3.3.3 Emissioni in atmosfera.....	30
3.3.4 Consumi di combustibili e di energia.....	34
3.3.5 Consumi di acqua	36
3.3.6 Scarico di energia termica	37
3.3.7 Impatto visivo ed uso del suolo	38
3.3.8 Incidenti e malfunzionamenti.....	39
3.4 Valutazione degli aspetti ambientali significativi.....	40
4. LA FASE DELLA FUSIONE	44
4.1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	44
4.1.1 Linea sabbia a verde.....	47
4.1.2 Linea shell-moulding	49
4.2 Descrizione dei flussi di materia ed energia.....	51
4.3 Descrizione degli aspetti ambientali ed indicatori ambientali	52
4.3.1 Emissioni in atmosfera.....	52
4.3.2 Rumore (si rimanda alla trattazione nella fase stampaggio)	57
4.3.3 Rifiuti.....	57
4.3.4 Consumi di combustibili e di energia.....	59

4.3.5	Consumi di acqua	61
4.4	Valutazione degli aspetti ambientali significativi.....	62
5.	PULITURA	64
5.1	Descrizione del processo di lavorazione	64
5.1.1	Smerigliatura	64
5.1.2	Burattatura	64
5.1.3	Trattamento di depurazione	65
5.1.4	Spuntigliatura	65
5.1.5	Lucidatura	66
5.1.6	Ravvivatura – brillantatura	66
5.2	Aspetti ambientali	68
5.3	Indicatori ambientali prestazionali	73
5.4	Aspetti ambientali significativi	74
5.4.1	Gestione dei rifiuti e contaminazione	75
5.4.2	Rumore	76
5.4.3	Emissioni di polveri	76
6.	TRATTAMENTO GALVANICO	78
6.1	Descrizione generale delle fasi di lavorazione	79
6.1.1	Preparazione delle superfici	79
6.1.2	Finitura	83
6.2	Descrizione impianto chimico-fisico di depurazione	87
6.3	Analisi degli aspetti ambientali	96
6.3.1	Bilancio idrico	96
6.3.2	Bilancio di materie prime	101
6.3.3	Rifiuti	106
6.3.4	Bilancio energetico	108
6.3.5	Emissioni	110
6.3.6	Questioni locali	113
6.3.7	Aspetti ambientali indiretti	115
6.4	Analisi critica dei rischi sulle emergenze ragionevolmente prevedibili	116
6.4.1	Sicurezza e igiene nei luoghi di lavoro	118
6.5	Identificazione degli aspetti ambientali significativi	120

7. STRATEGIE DI MIGLIORAMENTO	
7.1 Introduzione	122
7.1.1 Indagine sulla diffusione dei sistemi di gestione ambientale	124
7.2 Tecnologie per il ricircolo delle acque nel ciclo galvanico	126
7.2.1 Evaporazione	126
7.2.2 Scambio ionico	129
7.2.3 Sistema lms	129
7.3 Cicli di trattamento consigliati	133
7.3.1 Reattore batch per concentrati	133
7.3.2 Sistema di trattamento chimico-fisico per le acque semiconcentrate	134
7.3.3 Sistemi di ricircolo acque dei pretrattamenti	138
7.3.4 Sistema di ricircolo acque di lavaggio dopo la nichelatura	141
7.3.5 Trattamento lavaggi dopo la cromatura	142
7.4 Precauzioni nella scelta dei prodotti per la galvanizzazione	148
7.4.1 Prodotti per la galvanizzazione a basso impatto ambientale	148
7.5 Precauzioni per la sicurezza	149
7.6 Considerazioni economico-ambientali sulle diverse tecnologie	150
7.7 Tecnologie emergenti	153
8. BIBLIOGRAFIA	155

1. PRESENTAZIONE

Il recepimento della Direttiva Comunitaria 96/61/CE sull'Autorizzazione Unica Ambientale (nota con il nome di IPPC) e la diffusione di sistemi di ecogestione (Reg. CEE 761/01) nel settore industriale debbono determinare un ripensamento sul sistema dei controlli ambientali e nei rapporti tra Pubblica Amministrazione e Forze Sociali e Produttive, in particolare diventa sempre più importante una conoscenza degli aspetti ambientali e della sicurezza legati ai singoli processi produttivi.

Il presente lavoro prende le mosse dai risultati del progetto "Rubineco: " che è frutto di un lavoro congiunto tra le tra enti, associazioni industriali ed dipartimenti ARPA delle province di Novara e Vercelli. Il progetto Rubineco, si è proposto di introdurre gli strumenti di ecogestione ed audit e le tecnologie pulite, presso le aziende del distretto piemontese del rubinetto. All'interno del progetto sono già state prodotte le linee guida per agevolare l'introduzione di EMAS nelle aziende di stampaggio, fonderia e galvaniche. Tali linee guida sono il frutto di analisi ambientali presso alcune aziende pilota rappresentative del settore. L'assegnazione a RUBINECO del Premio Ecodistretti 2002 istituito da Legambiente, Club dei Distretti e Padovafiore, è indice di una volontà di innescare una concorrenza all'interno dei distretti del settore in tema di qualità ambientale.

Metodologia e struttura del documento

Con lo scopo di rendere i contenuti il più aderente possibile alla realtà del comparto, nel presente studio si è cercato di riportare la situazione di un'azienda rappresentativa del settore, in base a dati ottenuti dalle aziende coinvolte nel progetto RUBINECO.

Dopo un primo inquadramento dimensionale del comparto della rubinetteria/valvolame (cap.2), vengono descritte le fasi particolarmente significative del processo dal punto di vista ambientale: la fase di fusione dell'ottone (cap. 3), la fase di stampaggio dell'ottone (cap. 4), la fase di rifinitura superficiale meccanica (cap. 5), la fase galvanica (cap. 6).

In ciascun capitolo viene riportata:

- descrizione del processo;
- analisi degli aspetti ambientale e bilanci di materia/energia;
- individuazione degli aspetti significativi.

Nel cap.7 vengono elencate le strategie di miglioramento ambientale e in termini di sicurezza che possono essere apportate al comparto soprattutto in relazione all'adozione delle migliori tecnologie disponibili a basso impatto ambientale

2. ANALISI DEL SETTORE1

L'industria della rubinetteria e del valvolame è un importante punti di forza del “made in Italy”, cioè di quei settori in cui l'Italia vanta una elevata specializzazione internazionale, particolarmente nell'ambito del cosiddetto sistema moda-arredo-casa.

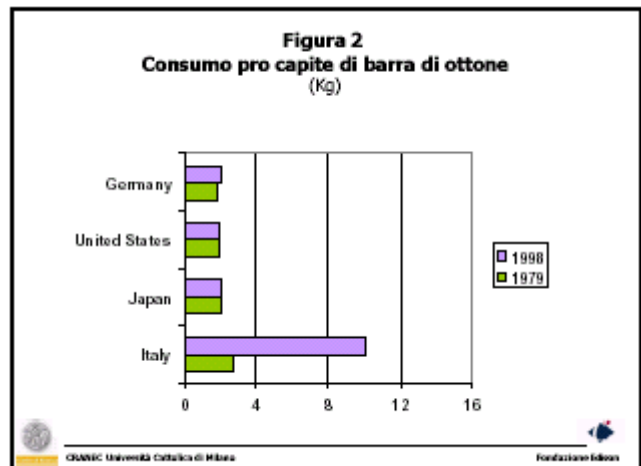
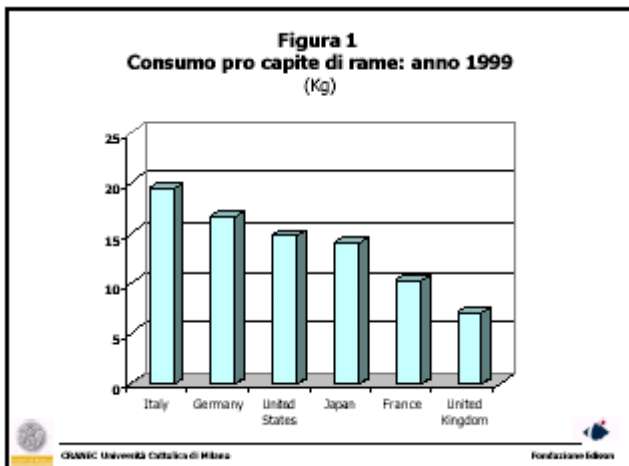
2.1 L'INDUSTRIA ITALIANA DELLA RUBINETTERIA E DEL VALVOLAME: UNA LEADERSHIP MONDIALE

Facendo leva su una serie di fattori tra cui tradizione, qualità, innovazione, assistenza ai clienti, negli ultimi anni l'industria italiana della rubinetteria-valvolame ha notevolmente rafforzato la sua posizione sul mercato, conquistando il primato mondiale per saldo commerciale con l'estero in questo settore e arrivando a detenere una quota nell'export mondiale del 17% circa per quanto riguarda il complesso della voce doganale SITC 84.81 relativa a “rubinetterie e valvole”.

In particolare, l'Italia si è specializzata nella rubinetteria-valvolame in ottone e bronzo, comparto in cui la sua quota di mercato internazionale è certamente ancor più elevata rispetto all'insieme statistico non disaggregabile della voce 84.81 (che incorpora anche il valvolame in acciaio).

L'Italia, a causa di questa specializzazione, presenta oggi il più alto consumo mondiale di barra di ottone e, per far fronte alla forte domanda di materia prima attivata dal settore nazionale della rubinetteria-valvolame, ha sviluppato una propria industria della barra di ottone (concentrata prevalentemente nel bresciano) che è diventata il più forte polo produttivo mondiale dell'ottone, con un output stimato attualmente in oltre 600.000 tonnellate annue di barra. Sempre a causa della sua specializzazione nella produzione di rubinetteria e valvolame l'Italia presenta il più alto consumo pro capite di rame al primo stadio di trasformazione tra i maggiori paesi avanzati (figura 1) e il più alto consumo pro capite di barra di ottone (figura 2).

¹ Tratto da: “Un marchio di qualità AVR per la produzione italiana di rubinetteria e valvolame: uno strumento per la valorizzazione e la promozione del made in Italy”, a cura di Marco Fortis, CRANEC-Fondazione Edison, 2001,



Secondo dati dell'AVR-ANIMA, nel 2000 la produzione italiana complessiva di rubinetteria-valvolame (incluse le valvole per il settore industriale) è stata di 6.200 miliardi di lire circa (3,2 miliardi di euro), di cui 3.700 circa esportati (1,9 miliardi di euro), con una occupazione di quasi 15.000 addetti.

In particolare, la produzione di rubinetteria e valvolame in ottone e bronzo (settore civile), in cui il nostro paese è più specializzato, è stata nel 2000 pari a circa 4.400 miliardi di lire con esportazioni pari a 2.500 miliardi e un'occupazione complessiva di circa 10.700 addetti.

Nel 2002 l'AVR (Associazione costruttori italiani valvolame e rubinetteria) aderente ad ANIMA (Federazione delle associazioni della meccanica varia e affine), ha istituito un marchio collettivo "Q AVR" che si propone di promuovere e tutelare l'immagine internazionale dei costruttori italiani e di meglio identificare il prodotto italiano di qualità, minacciato dalla concorrenza non sempre leale dei paesi emergenti. Per fregiarsi del marchio occorre essere aziende produttrici e non assemblatrici, localizzate sul territorio italiano e presentare un elevato rapporto tra valore aggiunto e ricavi delle vendite, perché tale indice segnala il livello di integrazione verticale, ossia lo svolgimento all'interno della maggior parte del processo produttivo. Sono stati individuati anche parametri alternativi, quali il costo delle materie prime o dei semilavorati in rapporto al valore della produzione (una spesa elevata in semilavorati indica forti acquisti all'esterno di prodotti semifiniti) e i consumi di energia elettrica in rapporto al fatturato (minori sono le fasi produttive svolte e minore risulterà il consumo energetico).

2.2 IL RUOLO DEI DISTRETTI INDUSTRIALI NELLA PRODUZIONE ITALIANA DI RUBINETTERIA-VALVOLAME

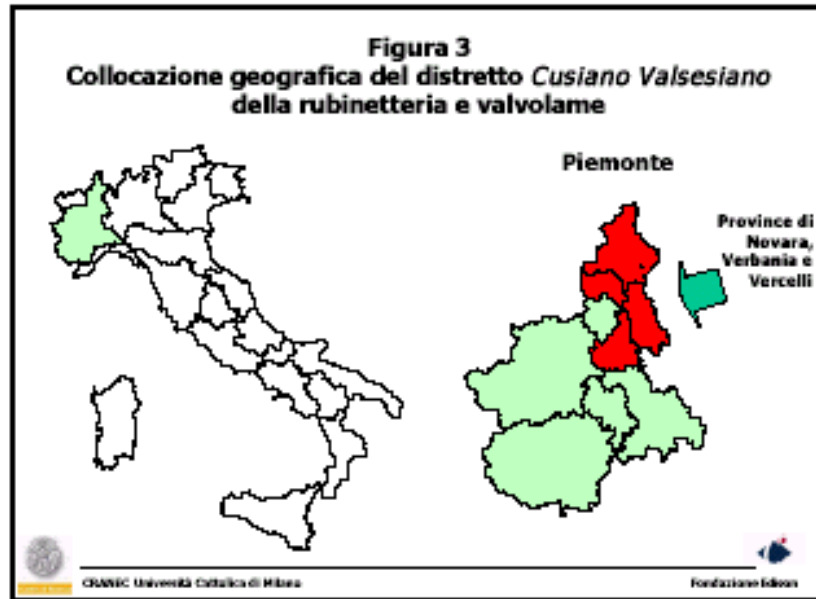
Analogamente a quanto avviene in molti settori del made in Italy, anche nel settore della rubinetteria e del valvolame la produzione italiana è concentrata in alcuni distretti industriali che sono divenuti poli di eccellenza a livello mondiale. Nell'esperienza dell'Italia, unica tra i maggiori paesi avanzati, i distretti rappresentano una forma di iperspecializzazione di alcune aree geografiche circoscritte che, partendo da storiche tradizioni artigianali, hanno sviluppato produzioni manifatturiere di grandi dimensioni ed elevati livelli qualitativi in numerosi settori della moda (tessuti di lana, articoli in seta, calze femminili, calzature, occhiali, gioielli, ecc.) e dell'arredo-casa (mobilio, piastrelle ceramiche, pietre ornamentali, casalinghi, lampade e, appunto, rubinetterie).

In particolare, la maggior parte della produzione italiana di rubinetteria e valvolame è localizzata in due grandi distretti industriali: il primo è situato nel Piemonte Nord-Orientale, intorno al Lago d'Orta, a cavallo tra le province di Novara e Vercelli (Valsesia), con qualche diramazione anche nella provincia di Verbania (tra Cesara, Omegna, Crusinallo e Gravellona Toce); il secondo distretto, con un fatturato e una occupazione leggermente inferiori a quelli del distretto piemontese, è invece localizzato intorno a Lumezzane, in provincia di Brescia. Oltre a questi due distretti, esistono anche più piccole ma significative aree produttive di rubinetteria e valvolame nel milanese, nel Sud del Piemonte, nel mantovano e in Toscana.

Per contro, a differenza di settori come quello del valvolame in bronzo-ottone e quello della rubinetteria sanitaria, le aziende che operano nel campo del valvolame industriale non presentano una concentrazione in distretti economici così evidente. In questo settore, infatti, anche se si può notare una localizzazione più marcata nel nord del paese, le imprese produttrici sono distribuite abbastanza uniformemente in tutto il territorio italiano.

2.3 IL DISTRETTO CUSIANO-VALSESIANO

Il distretto della rubinetteria-valvolame cusiano-valsesiano ha come propria capitale San Maurizio d'Opaglio, con i più importanti insediamenti produttivi situati nei comuni immediatamente circostanti, tra cui Pella e Pogno, nonché in Valsesia (Valduggia, Quarona) e nel territorio che va da Gozzano fino a Invorio, Briga Novarese, Borgomanero, Fontaneto d'Agogna e Suno a Sud (figura 3).

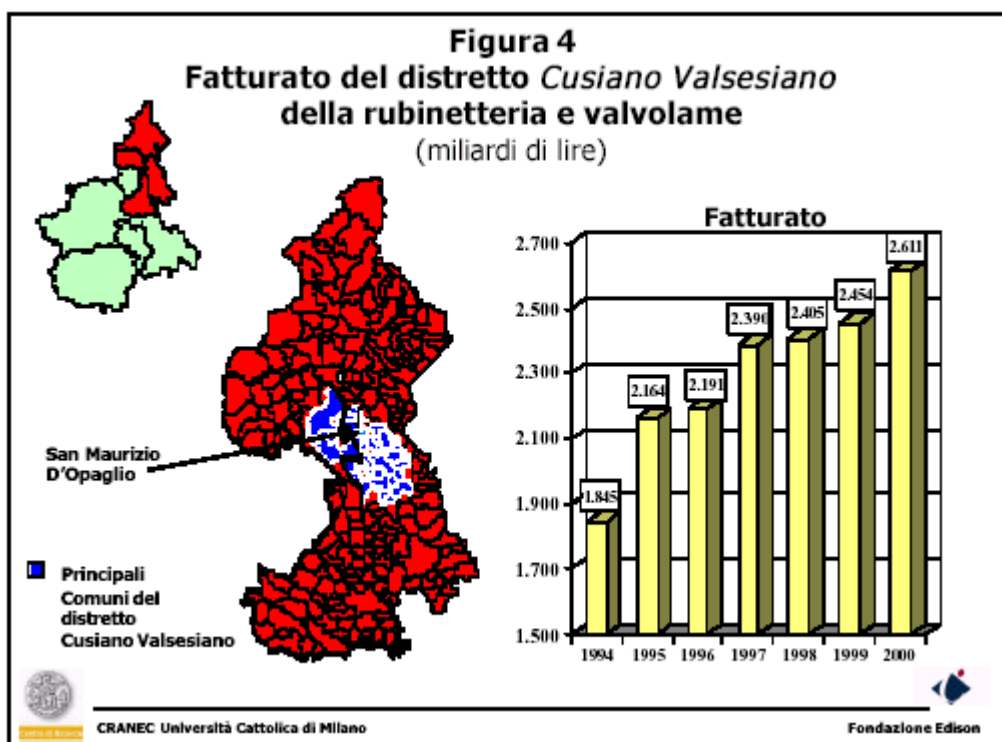


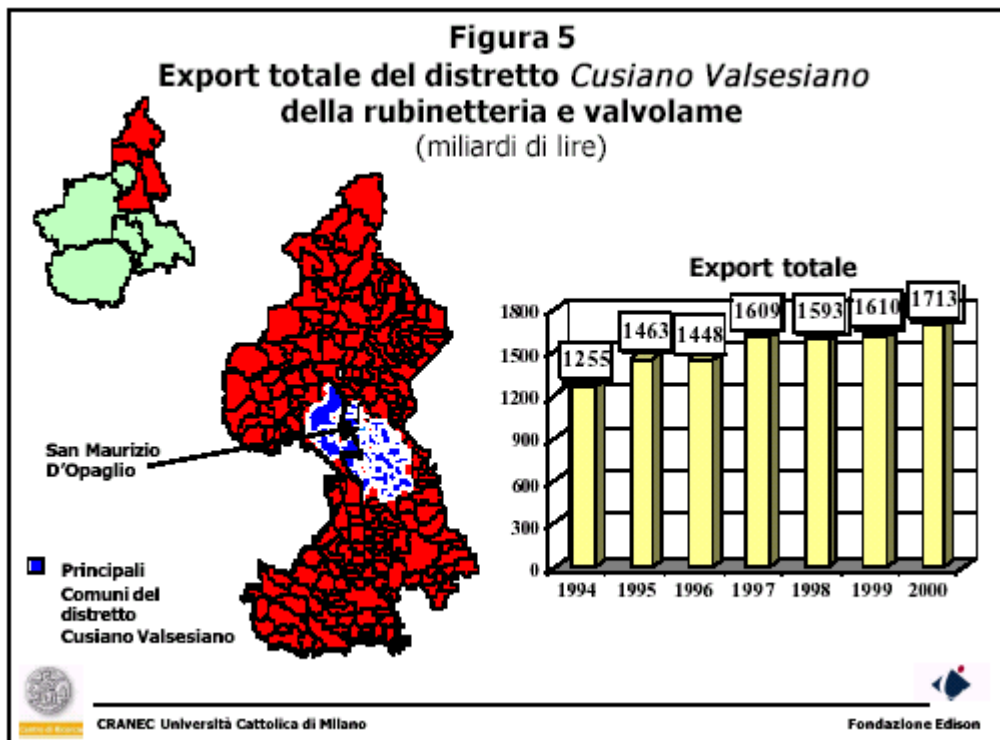
Alle origini del distretto cusiano-valsesiano della rubinetteria-valvolame vi è una consolidata tradizione nel campo della lavorazione dell'ottone e del bronzo, che risale alle prime attività di fonderia delle campane già presenti a Valduggia sin dal 1400. Nel corso di questo secolo è venuta gradatamente sviluppandosi intorno ai comuni del Basso Cusio, della Valsesia e del Basso-Medio Novarese l'attuale industria della rubinetteria-valvolame, con una particolare accelerazione a partire dagli anni '50. Negli ultimi dieci anni, in particolare, il distretto ha consolidato la sua preminenza a livello internazionale, con la presenza di diverse imprese leader che hanno esercitato un effetto di trascinamento sull'intero comprensorio, contribuendo in modo decisivo ad accrescere la sua fama nel mondo grazie a livelli qualitativi globalmente medio-alti, ad un forte tasso di innovazione di processo e di prodotto e, nel caso della rubinetteria sanitaria, anche grazie ad un elevato design. Il distretto, per utilizzare un'espressione dell'economista Giacomo Becattini, ha accumulato nel tempo uno straordinario "sapere contestuale", un *know-how* localizzato che gli ha consentito di imporsi e di eccellere a livello internazionale.

Secondo un'indagine svolta sui bilanci delle aziende e attraverso questionari dal Cranec dell'Università Cattolica in collaborazione con Edison-Montedison, nel 1994 il distretto cusiano-valsesiano della rubinetteria-valvolame, escludendo l'indotto, aveva fatturato circa 1.850 miliardi di prodotti finiti, saliti, secondo stime basate sulle proiezioni di un campione più ristretto di imprese, a 2.200 nel 1995, rimasti sostanzialmente stazionari nel 1996, con un ulteriore aumento a 2.400-2.450 miliardi di lire annui nel periodo 1997-1999 e una crescita a circa 2.600 miliardi di lire nel 2000 (Figura 4). Va precisato che il 43% del

fatturato del distretto è rappresentato da valvolame in ottone per impieghi nel campo idro-termosanitario e per il restante 57% da rubinetteria sanitaria in ottone cromato.

Il distretto cusiano-valsese, con circa 1.700 miliardi di lire di vendite all'estero (Figura 5), rappresenta oggi grosso modo 1/3 dell'export italiano del settore e detiene una quota del 5% circa nelle esportazioni mondiali e del 9-10% delle esportazioni UE della voce 84.81, rappresentando di fatto il più importante polo produttivo della rubinetteria-valvolame a livello internazionale. Tali quote sono addirittura superiori se si considera solo l'export di rubinetteria-valvolame in ottone e bronzo, comparto in cui il distretto è prevalentemente specializzato. Nel distretto l'export rappresenta mediamente il 60% delle vendite complessive, con punte per diverse imprese oltre l'80% sino a toccare, nel caso di alcune aziende, la quasi totalità del fatturato. I principali mercati di esportazione sono costituiti dai paesi UE (Germania, Gran Bretagna, Francia, Spagna nell'ordine), dagli Stati Uniti e dal Medio Oriente, ma negli ultimi anni hanno acquistato un crescente rilievo anche i paesi dell'Est Europeo, il Far East ed il Sud America.

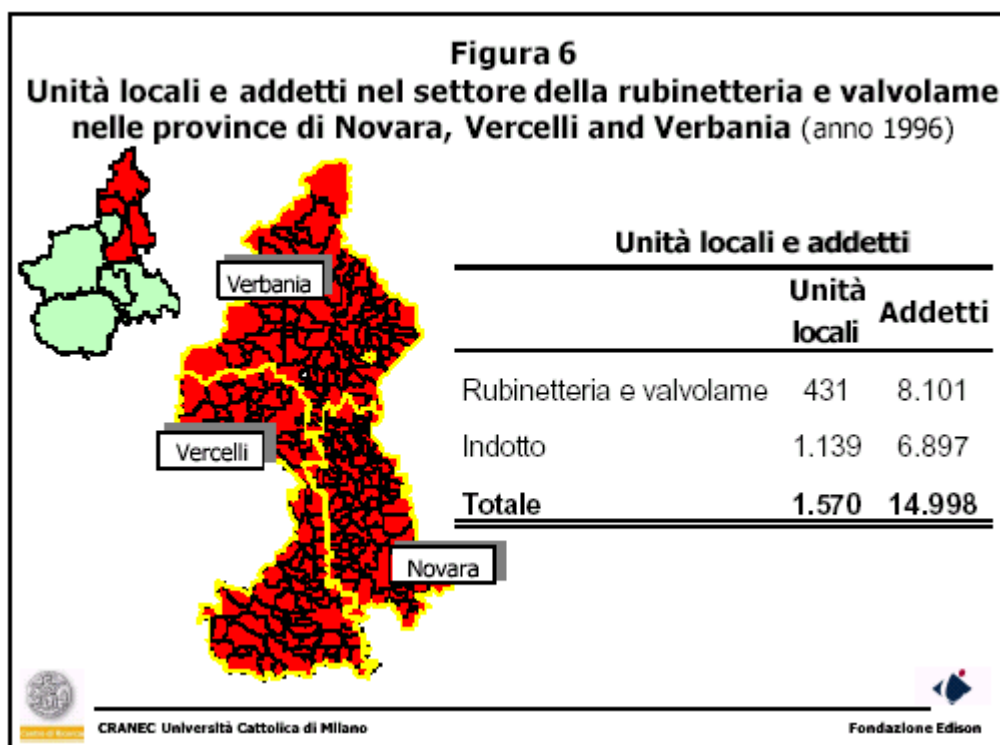




Secondo la ricerca Cranec-Università Cattolica/Edison-Montedison, nel comparto della rubinetteria sanitaria in ottone cromato il fatturato delle prime 10 imprese rappresenta grosso modo il 42% della produzione del distretto piemontese, mentre il fatturato delle prime 10 imprese produttrici di valvolame (inclusa una impresa produttrice di valvolame in acciaio) è pari al 71% circa della produzione specifica del distretto. Il comparto del valvolame presenta dunque nel distretto cusiano-valsesiano un grado di concentrazione della produzione nettamente maggiore rispetto a quello della rubinetteria sanitaria.

In base al censimento intermedio dell'industria dell'Istat, nel 1996 le province di Novara, Vercelli e Verbania presentavano 431 insediamenti produttivi riferiti al settore rubinetteria-valvolame, con una occupazione complessiva di 8.101 addetti (Figura 6). Più difficile è una valutazione della rilevanza dell'indotto manifatturiero (esclusi cioè i servizi come trasporti, pubblicità, ecc.), perché molte produzioni (come ad esempio il trattamento e la pulitura dei metalli) sono condivise con un altro distretto industriale presente nell'area, quello del pentolame e dei casalinghi, concentrato nella zona di Omegna. E' un fatto, comunque, che nelle tre province citate le attività di stampaggio, fonderia, trattamento e pulitura dei metalli occupavano, sempre nel 1996, 6.897 addetti, distribuiti in 1.139 unità locali, moltissime

delle quali di piccole dimensioni, e che per certo la maggior parte di queste attività è maggiormente legata alle produzioni di rubinetteria che non a quella di casalinghi. Non è azzardato ritenere, pertanto, che tra attività dirette e dell'indotto industriale, il distretto cusiano-valsesiano della rubinetteria e del valvolame impieghi complessivamente non meno di 12.000 addetti.



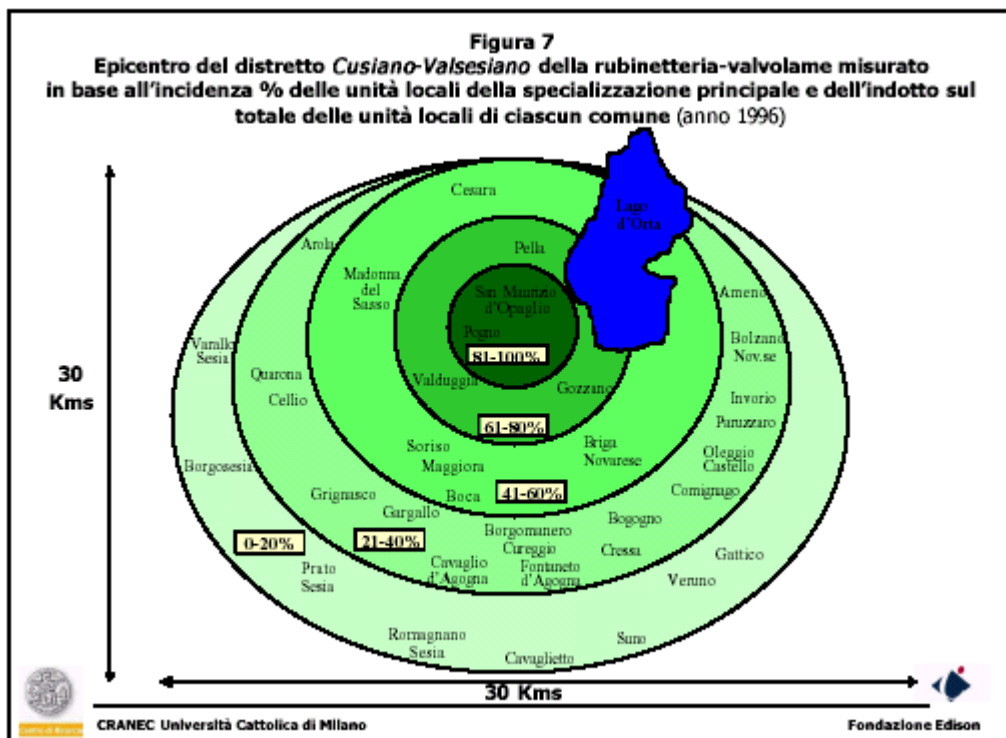
La crescita del settore della rubinetteria-valvolame nelle province di Novara, Vercelli e Verbania è stata impetuosa nel tempo: secondo i censimenti Istat gli addetti erano 3.228 nel 1971, 5.390 nel 1981, 6.684 nel 1991 e, come già detto, 8.101 nel 1996. Probabilmente, in base ad una proiezione ricavata dai dati di 44 aziende maggiori, gli occupati diretti sono saliti nel 1999 - 2000 a circa 8.800 unità. Altrettanto significativa è stata nelle tre province la crescita degli addetti nei settori della fonderia, stampaggio, trattamento galvanico e pulitura dei metalli: si è passati dalle 3.146 persone del 1971 alle 6.897 persone del 1996 e non vi è dubbio che la maggior parte di questo incremento sia attribuibile allo sviluppo della rubinetteria nella zona.

I dati del censimento Istat del 1996 ci consentono anche di inquadrare il distretto sotto il profilo dimensionale delle aziende. Limitandoci a quelle del settore rubinetteria-valvolame (escludendo cioè l'indotto) si contano: 3 grandi imprese (con più di 250 addetti), 34 medie imprese (da 50 a 249 addetti), 132 piccole imprese (da 10 a 49 addetti) e 262 microimprese (meno di 10 addetti).

Sempre secondo i dati del censimento Istat del 1996, il principale centro produttivo del distretto è San Maurizio d'Opaglio, con circa 2.000 addetti occupati nel settore rubinetteria-valvolame e nell'indotto industriale, seguito da Gozzano (circa 1.500 addetti diretti più l'indotto), Pogno (1.000 addetti), Valduggia (900 addetti) e Pella (500 addetti). Altri importanti comuni del distretto sono Invorio, Borgomanero, Briga Novarese, Fontaneto d'Agogna, Borgosesia, Quarona e Grignasco.

Nella figura 7 è rappresentato il distretto con il suo epicentro geografico, collocato tra San Maurizio d'Opaglio e Pogno, sulla sinistra del Lago d'Orta. Questi due comuni presentano la percentuale più alta di insediamenti produttivi riferiti al settore rubinetteria o al suo indotto rispetto al totale degli insediamenti industriali presenti nel loro territorio. In pratica, nei due comuni citati oltre l'80% delle fabbriche lavora nel settore della rubinetteria-valvolame o per esso. A Valduggia, Gozzano, Pella la percentuale di siti produttivi che opera nel settore o per esso va dal 61% all'80%, e così via.

Storicamente tra i fattori di successo del distretto novarese-valsesiano della rubinetteria-valvolame vi sono alcuni elementi comuni ai due distinti comparti della rubinetteria sanitaria e del valvolame. Innanzitutto, la già ricordata tradizione dell'area novarese-valsesiana nella lavorazione dell'ottone e del bronzo. Questa tradizione si è evoluta negli anni dando origine ad un elevatissimo know-how specifico riguardante sia la produzione di valvole che quella di rubinetti, con lo sviluppo in loco di tecnici e di manodopera altamente qualificati e il radicamento di una forte rete di rapporti interni al distretto per quanto riguarda la fornitura di componenti, semilavorati e servizi.



Un altro elemento di forza del distretto nel suo complesso è rappresentato dalla relativa vicinanza geografica con i centri produttivi della materia prima, la barra di ottone, e dall'esistenza di un efficiente sistema di riciclo degli scarti di lavorazione. Inoltre, come già ricordato, il ruolo guida delle maggiori imprese produttrici ha contribuito in modo determinante all'affermazione della fama mondiale del distretto e della qualità delle produzioni, che rispettano i più elevati standard internazionali. Nel comparto della rubinetteria sanitaria il design è un elemento di successo importante, su cui il distretto ha puntato con decisione per poter competere sul mercato mondiale.

Rispetto al comparto del valvolame, quello della rubinetteria sanitaria ha visto proliferare nel distretto un notevole numero di piccole imprese, in molti casi semplicemente di assemblaggio, il cui sviluppo è stato possibile grazie alla presenza di un forte indotto di produttori di componenti e di aziende fornitrici di servizi (galvanica, pulitura).

2.4 IL DISTRETTO BRESCIANO

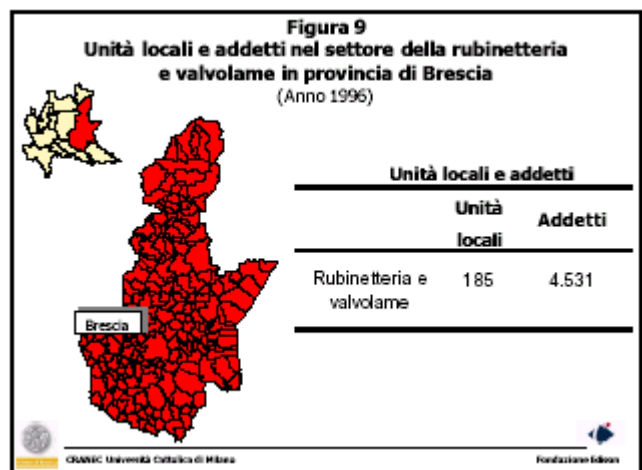
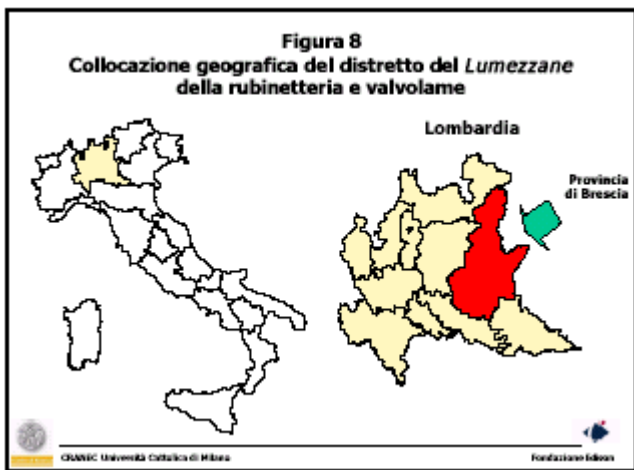
Per ciò che concerne il distretto di Lumezzane in provincia di Brescia (Lombardia), esso è leggermente più piccolo di quello piemontese ma è altrettanto significativo a livello internazionale.

Situato a nord di Brescia, lungo la Val Trompia e la Val Sabbia, questo distretto industriale si concentra soprattutto nei comuni di Lumezzane, vero e proprio fulcro del distretto, e di Sarezzo e Villa Carcina, presentando comunque una diramazione sia verso nord attraverso i comuni di Marcheno e Gardone Val Trompia che verso sud fino al comune di Concesio (Figura 8).

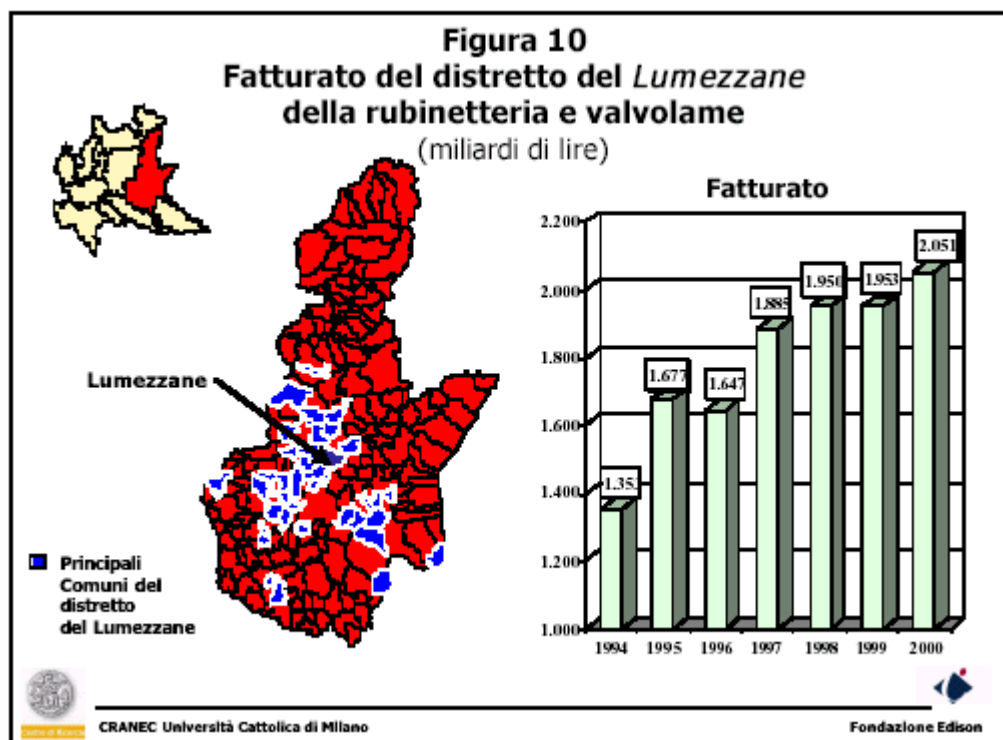
Come è stato messo in luce per il distretto piemontese, anche nel caso bresciano la tradizione si è rivelata un aspetto determinante per la nascita e lo sviluppo del distretto industriale della rubinetteria. La ricchezza di minerali e l'ampia disponibilità di acqua della zona, infatti, determinarono fin dall'antichità il fiorire della siderurgia e in modo particolare furono le fabbriche di armi a dare fama a queste valli, che già in epoca romana erano note per questa loro specializzazione. Successivamente, a questa produzione si aggiunsero nel corso dei secoli la fabbricazione di attrezzi agricoli, quella di posateria e stoviglie e più recentemente quella di rubinetteria e valvolame in ottone e bronzo. Inoltre, la forte

tradizione della provincia di Brescia in genere nell'industria siderurgica e nella lavorazione dei metalli ha determinato a livello distrettuale una specializzazione nelle lavorazioni a monte del processo produttivo, come la fusione e lo stampaggio della materia prima (cioè la barra d'ottone), e una preponderanza del comparto del valvolame rispetto a quello della rubinetteria sanitaria.

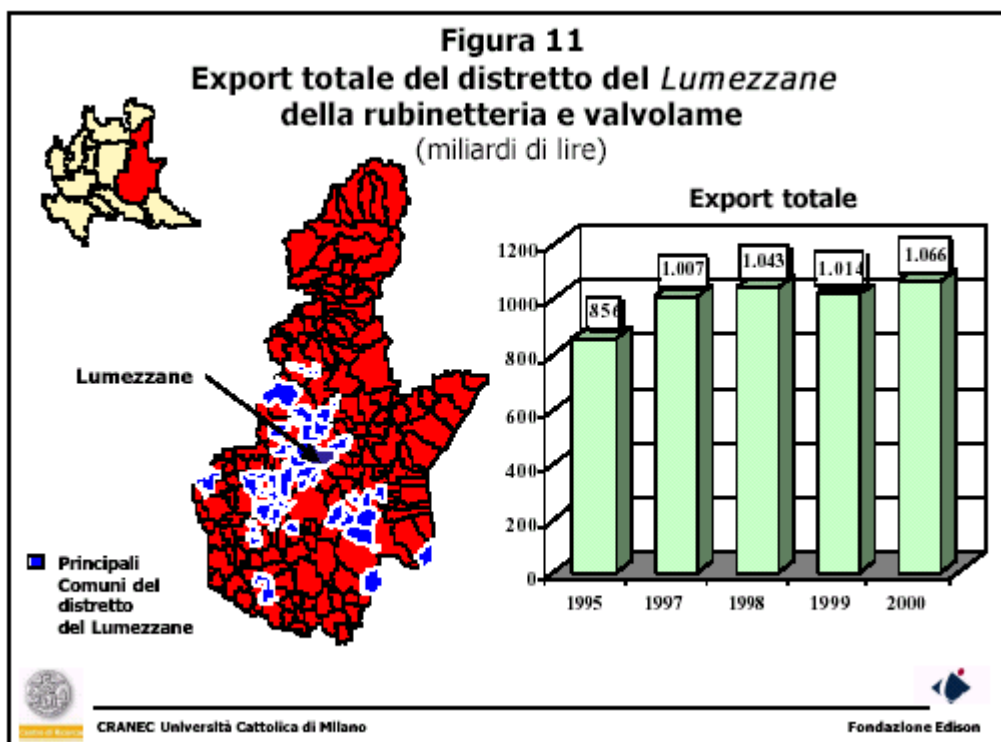
Per completare l'analisi sull'industria italiana della rubinetteria e valvolame, il Cranec dell'Università Cattolica di Milano in collaborazione con Edison-Montedison ha studiato questo secondo distretto industriale con la stessa metodologia impiegata nello studio del distretto piemontese. Da un'indagine a tappeto svolta nel 1995, e condotta tramite la compilazione di questionari inviati alle imprese e l'analisi dei bilanci delle maggiori società del settore operanti nell'area, si è potuto ricavare una prima valutazione quantitativa del distretto: nel 1995 il fatturato complessivo è risultato di 1.670 miliardi di lire e le esportazioni di oltre 850 miliardi. Inoltre, dal censimento intermedio Istat del 1996 si è ricavato, per la voce 29.13 "fabbricazione di rubinetti e valvole", il numero di unità locali e di addetti in provincia di Brescia, pari rispettivamente a 185 e a 4.531 (Figura 9).



Per gli anni successivi, invece, l'aggiornamento dei dati è stato condotto sulla base di un campione di 35 società, di cui 19 attive nel comparto del valvolame, 8 in quello della rubinetteria e 8 in quello dei componenti ed accessori per bagno e doccia. Dai dati del campione è stato possibile stimare i valori complessivi del distretto sia retrospettivamente, per il 1994, sia per gli anni successivi all'anno base della ricerca fino al 1999. Partendo da un fatturato di 1.350 miliardi di lire nel 1994, il distretto di Lumezzane ha conosciuto una forte crescita (+23%) nel 1995 raggiungendo i 1.670 miliardi; il dato del 1996 è stato invece leggermente inferiore (1.650 miliardi), mentre nel 1997 e nel 1998 si sono registrati altri due momenti di crescita, rispettivamente + 14% a 1.890 miliardi e + 3% a 1.950. Quest'ultimo livello è stato poi mantenuto anche nel 1999, mentre il fatturato del 2000 ha superato i 2.050 miliardi di lire (Figura 10).



Lo stesso trend di crescita ha riguardato anche le esportazioni, che negli ultimi anni hanno superato la soglia dei 1.000 miliardi di lire. Analogamente al distretto piemontese, infatti, anche quello bresciano presenta una forte vocazione all'export: complessivamente il rapporto tra valore delle esportazioni e ricavi totali delle vendite è di circa il 50%, ma si raggiungono percentuali molto più alte per un gran numero di imprese fino addirittura a punte massime del 98%. A livello dei singoli comparti, invece, l'incidenza dell'export sul fatturato è maggiore nel caso della rubinetteria sanitaria (mediamente 60%) rispetto a quello del valvolame (50-55% di media) e dell'industria dei componenti e degli accessori (35% circa) (Figura 11).



Come è già stato accennato, il distretto di Lumezzane presenta, diversamente da quello del Piemonte Nord Orientale, una specializzazione maggiore nel comparto del valvolame. Le aziende che operano in questo comparto, infatti, sono in numero molto superiore rispetto a quelle che operano nel comparto della rubinetteria sanitaria e rappresentano complessivamente il 60% del fatturato dell'intero distretto. Alcune tra le maggiori imprese del valvolame, inoltre, svolgono al proprio interno anche la prima fase del processo produttivo, cioè la fusione o lo stampaggio delle barre di ottone; si tratta di operazioni *capital intensive*, poiché richiedono l'installazione di una propria fonderia o stamperia, per cui le imprese che dispongono di questi impianti tendono ad utilizzarli anche per altre

società del settore alle quali vendono il prodotto grezzo che andrà successivamente lavorato.

Infine, per quanto riguarda l'indotto, è estremamente difficile, nel caso del distretto di Lumezzane, stimare il numero di addetti impiegati in settori collegati a quello della rubinetteria e valvolame a causa della sovrapposizione tra questo ed altri settori dell'industria metalmeccanica presenti nella zona, come ad esempio quello del pentolame. I punti di forza delle aziende del distretto bresciano sono sostanzialmente i medesimi di quelle del distretto cusiano-valsesiano, perciò non li ripeteremo. Vale però ancora la pena di ricordare che nel distretto piemontese la più ampia presenza di imprese appartenenti al settore della rubinetteria sanitaria pone l'elemento del *design* in una posizione di maggior preminenza di quanto non avvenga nel distretto bresciano. Nel distretto piemontese sono altresì presenti aziende di valvolame caratterizzate spesso da specializzazioni tecnologiche (valvole tecniche per usi specialistici o sistemi completi per impianti idrotermosanitari) che rendono più accentuata in questo distretto la componente di Ricerca e Sviluppo (R & S) rispetto al caso del distretto bresciano.

2.5 ANALISI CICLO PRODUTTIVO/SCHEMA A BLOCCHI GENERALE DELLA FILIERA

I componenti dei rubinetti e delle valvole sono realizzati generalmente in ottone e sono prodotti per fusione o stampaggio da ditte esterne specializzate; le aziende che confezionano il prodotto finito possono effettuare, più o meno compiutamente, anche la progettazione dei pezzi, lavorazioni meccaniche (forature, filettature, pulizia), trattamenti speciali di finitura, assemblaggio dei componenti fino all'inscatolamento dei prodotti finiti oppure svolgere solamente le operazioni connesse al trattamento galvanico delle superfici dei componenti per rubinetteria.

La gamma di tipologia di tali componenti può essere più o meno ampia, come anche la forma e le dimensioni di uno stesso pezzo. Di seguito viene riportata una tabella che indica quali sono le fasi e le lavorazioni ausiliarie tipiche di un ciclo produttivo completo.

Schema 2.1 Ciclo di produzione completo nel comparto rubinetteria e valvolame

Fasi del ciclo	<i>Attività o lavorazioni ausiliarie</i>
FUSIONE	
STAMPAGGIO	
Lavorazioni di foratura e pulitura dei pezzi grezzi	Manutenzione delle macchine utensili e delle attrezzature in genere
Vibratura	Impianto di depurazione chimico-fisica
LUCIDATURA	
TRATTAMENTO SUPERFICIALE DEI METALLI	Filtrazione acque di processo; decantatori e filtropressa
Assemblaggio dei pezzi lavorati	
Imballaggio dei rubinetti	

3. FASE DI STAMPAGGIO FONDERIA

3.1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il processo produttivo dello stampaggio prevede diverse fasi schematizzate nello schema 3.1, i riquadri tratteggiati indicano degli aspetti che possono generare un impatto ambientale in modo indiretto, tali fattori possono essere presi in considerazione nella valutazione dei fornitori e subfornitori.

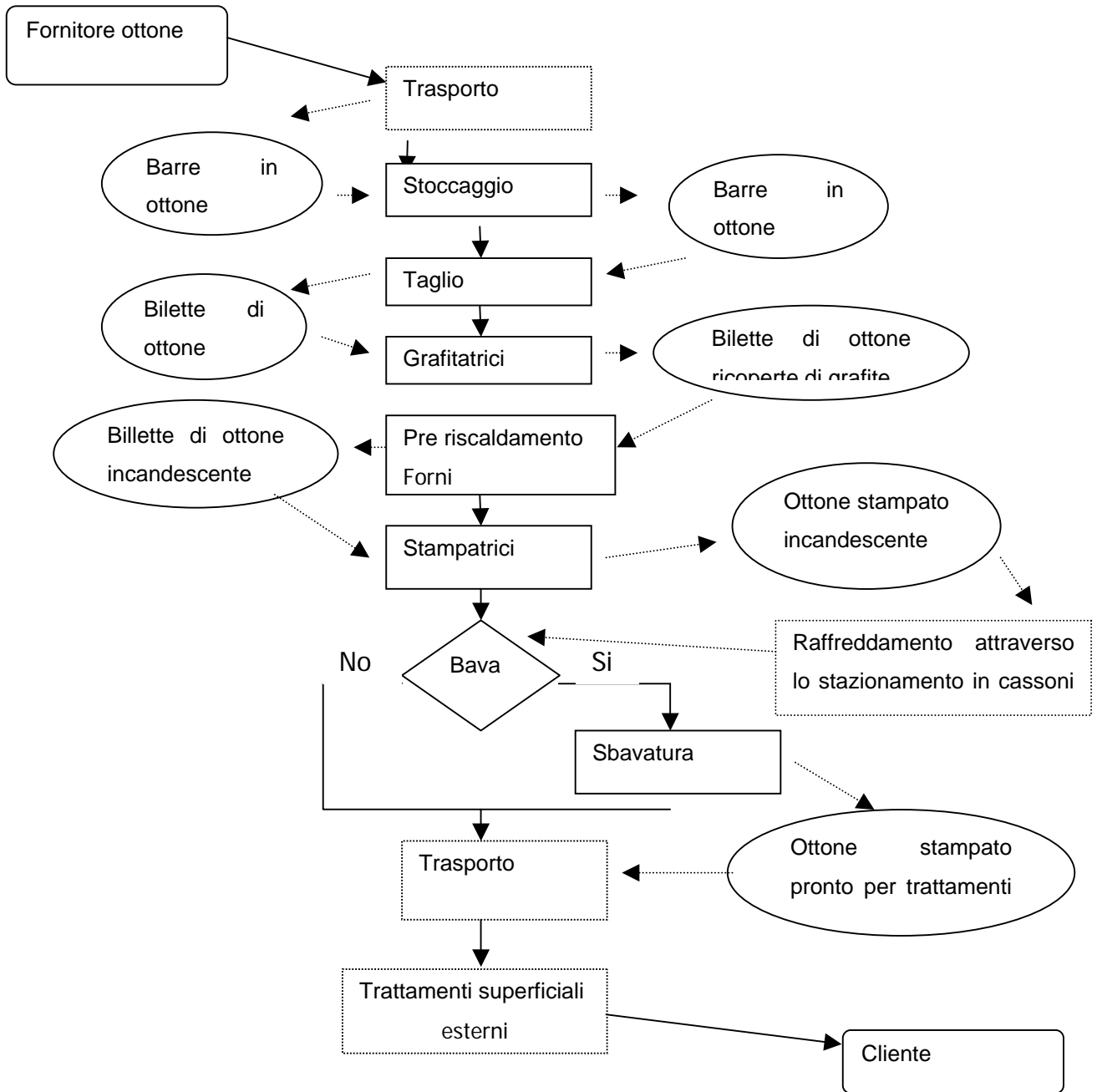
Le principali fasi di produzione sono: lo stoccaggio delle materie prime, il taglio delle barre, la deposizione di grafite sulle bilette, il preriscaldamento, il riscaldamento, lo stampo e la sbavatura.

Al fine di ridurre al minimo le scorte in azienda, lo stoccaggio è generalmente ridotto al minimo, esistono infatti piani di rifornimento programmato che si basano sulla definizione precisa dei ritmi lavorativi, le barre sono quindi stoccate presso le trafile forntrici fino all'utilizzo delle stesse per il processo produttivo.

Le barre di ottone sono solitamente stoccate nei cortili adiacenti all'entrata dei capannoni adibiti alla lavorazione su apposite pedane sollevate dal terreno, sotto apposite tettoie. Per la grafite e le riserve di oli lubrificanti è necessario utilizzare un apposito magazzino materie prime di ridotte dimensioni; mentre per i rifiuti occorre destinare delle aree attrezzate, definite e segnalate.

Le barre di ottone sono tagliate attraverso delle taglierine in bilette, delle porzioni di ottone sufficienti alla formazione di un pezzo. Il taglio è seguito dalla grafitatura; la funzione della grafite è rendere scorrevole il passaggio dello stampo sul metallo incandescente. La quantità utilizzata di questo prodotto varia in base al tipo di forno utilizzato. Esistono per il riscaldamento (ca. 800 °C) ed il preriscaldamento dei forni elettrici ad induzione e dei forni alimentati a metano. I forni ad induzione permettono il raggiungimento delle elevate temperature necessarie in pochi secondi, in questo caso l'impiego di grafite è molto elevato, nei forni a metano invece il raggiungimento delle temperature avviene lentamente provocando la combustione della grafite, che risulta, quindi, spogliata del suo ruolo fondamentale ossia ridurre l'attrito tra l'ottone e lo stampo. E' per questa ragione che nell'utilizzo di forni di questa tipologia sono utilizzate maggiori quantità di emulsioni oleose contenenti grafite che sono erogate ad alte pressioni sui pezzi incandescenti prima dell'impatto con lo stampo.

Schema 3.1 Processo di stampaggio



Lo stampaggio consiste nel posizionamento della biletta sullo stampo e nella successiva attivazione della pressa che chiude lo stampo, esercitando una pressione sull'ottone incandescente, che assume la forma dello stampo stesso. La funzione dell'olio lubrificante che è cosparso sugli stampi ha la funzione di raffreddare lo stampo rallentando il processo di logoramento dello stampo stesso.

Le fasi produttive principali sono affiancate da processi lavorativi di trattamento superficiale e rifinitura meccanica del prodotto che sono appaltati a ditte esterne.

Uno di questi trattamenti superficiali è la sabbiatura che ha la funzione di lucidare i pezzi levigandoli. Consiste nell'azione meccanica di microsfere di acciaio che vengono sparate sui pezzi all'interno delle sabbiatrici, le microsfere vengono poi divise dal rifiuto di sabbiatura e recuperate attraverso la cattura da parte di una calamita.

Altra fase esterna, che costituisce un aspetto ambientale indiretto per l'azienda, appaltata all'esterno è la produzione e la tempra degli stampi.

Gli stampi sono prodotti con un processo di elettroerosione a filo dello stampo grezzo. Questa operazione prevede l'impiego di un distillato petrolifero incolore e fluido, ottenuto da basi selezionate, mediante processi di raffinazione e desolforazione, che permette la laminazione a freddo dello stampo. Successiva alla formazione, la tempra degli stampi garantisce la resistenza degli stessi ad alte temperature.

Nonostante sia prevista la tempra e sia utilizzato olio che permette la riduzione dell'attrito gli stampi sono sottoposti a logoramento.

L'azienda si impegna a definire un indice di prestazione degli stampi che tenga conto della quantità di olio utilizzata per il processo di stampo, del numero di pezzi prodotti con tale stampo e dell'affidabilità ambientale del produttore dello stampo.

Lo stampaggio è operato con stampatrici di notevoli dimensioni che accolgono la piletta incandescente, sono dotati di presse che permettono di imprimere sulla biletta un'azione meccanica tale da ottenere che l'ottone scivoli nello stampo.

La dimensione della biletta è fondamentale, in quanto se la quantità di ottone è insufficiente il pezzo risulta non conforme se invece la quantità di materia prima è eccessiva si forma uno strato di materiale fuoriuscito dallo stampo che circonda il pezzo stampato.

Questo materiale (bava) deve essere rimosso attraverso un processo di sbavatura, anche in questo caso si tratta di passare i pezzi attraverso delle presse in appositi stampi tranciando il materiale in eccesso collocato sui bordi del pezzo.

Questa operazione comporta un impiego di energia ed una generazione di rumore notevoli, risulta vantaggioso sia da un punto di vista ambientale che economico riuscire a stabilire la dimensione delle pilette con una certa precisione.

Tutti gli scarti di ottone provenienti principalmente dalla fase di sbavatura sono restituiti alle trafilatrici per la riconversione in barre con un margine di calo tecnico del 5% ottenendo in tal modo un credito parziale per la fornitura successiva.

Lo stoccaggio del prodotto in uscita avviene in appositi contenitori metallici che generalmente accompagnano i pezzi da altre aziende che si occupano della rifinitura o direttamente al cliente. Tali contenitori sono restituiti all'azienda e riutilizzati, questa prassi limita il problema degli imballaggi utilizzati.

Tabella 3. 1: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore

Generalità	
anno di costituzione	1980
attività	Stampaggio a caldo di ottone
cod.ISTAT	27540
area occupata (m2)	1830
area coperta (m2)	1550
area stoccaggio Materie Prime (m2)	225
area stoccaggio Rifiuti (m2)	33
area stoccaggio Prodotti (m2)	27
area stoccaggio totale (m2)	285
certificazioni	sistema qualità Vision 2000 (in corso)
Produzione	
addetti totali.	40
addetti reparto.	24
ore lavorative al giorno	8
gg lavorativi annui	220
numero articoli	1500
produzione annua totale (t)	3.000
Materia Prima	ottone
Consumo annuo MP (t)	3.210
% pezzi da sbavare	82

% calo tecnico MP	6
Produzione / dipendenti	125
outsourcing	Trattamenti superficiali, trasporti, produzione stampi, smaltimento rifiuti
Consumi	
acqua pozzo	no
acqua potabile (m3/a)	1580
% acqua riutilizzata	10
energia elettrica (kwh/a)	1010643
metano (m3/a)	173954
gasolio (t/a)	0
Tonnellate equivalenti petrolio	375,090
Tep/(t) produzione	0,125
Scarichi industriali (m3/a)	
in acque superficiali	no
in fognatura	No (solo scarichi uso igienico)
Riepilogo Rifiuti	
solidi (t/a)	6
liquidi (t/a)	4,6
pericolosi (kg/a)	4,6
non pericolosi (kg/a)	6
Kg pericolosi/ t produzione	1,53
Kg non pericolosi/ t produzione	3,27
Emissioni aeriformi	
autorizzazione	xxxx
prescrizioni	Polveri totali
numero camini	3
portata totale (m3/h)	24158
Polveri	
flusso di massa (g/h)	6,24
concentrazione media (mg/m3)	0,258
limite max (mg/m3)	10

3.2 DESCRIZIONE DEI FLUSSI DI MATERIA.

Segue una breve descrizione delle materie in entrata, utilizzate per il processo di trasformazione in oggetto.

La grafite viene impiegata nel processo nell'operazione di grafitatura, durante il riscaldamento della billetta la grafite si brucia o viene successivamente dispersa durante il processo di stampaggio. E' una delle componenti che contribuisce alla formazione delle polveri nelle emissioni aeriformi.

La quantità di grafite utilizzata su base annua è pari a 6 tonnellate.

Tabella 3. 2 Grafite: Analisi chimica tipica

Carbonio:	82 %
Zolfo:	1 % max
Ceneri:	17 - 21 %
Analisi chimica dei componenti:	
SiO ₂	8.8 %
SiO	0.6 %
Fe ₂ O ₃	2.8 %
Al ₂ O ₃	2.4 %
Granulometria	80% < 44 µm

Barra di ottone estrusa per stampaggio

Sono barre di una lega, generalmente certificata, disponibili in diverse dimensioni sia per quanto riguarda il tondo, che può essere di diversi diametri, che per quanto riguarda la lunghezza delle verghe, generalmente trasportate in legacci da 1000 kg con fascette metalliche

I tranci di barra non utilizzati e gli scarti di stampaggio, quali per esempio la sbavatura o i pezzi non conformi, sono raccolti e restituiti alle trafilerie fornitrici che li ritrasformano in barra, in tal modo l'azienda si assicura un credito parziale sulla fornitura di ottone successiva.

Il consumo annuo di questa materia prima è di 3210 tonnellate.

E' necessario sottolineare che la bava e le eccedenze che vengono restituite alle trafilerie non sono conteggiate quale consumo in quanto sono reintrodotti nel processo produttivo. La bava è indirettamente proporzionale a volume del pezzo e si aggira intorno al 20% del volume finale del pezzo.

Emulsione per deformazione a caldo di ottone

E' un'emulsione che generalmente contiene tensioattivi non ionici, etanolo e potassio idrossido.

E' un composto non facilmente biodegradabile e che potrebbe avere un elevato potenziale di bioaccumulo. L'emulsione in eccesso viene raccolta in appositi contenitori e riutilizzata generalmente oppure smaltita come rifiuto pericoloso. Tali sostanze entrano in azienda in un volume di ca. 8000 litri all'anno, la maggior parte viene tradotta in emissione aeriforme alle alte temperature necessarie per lo stampaggio o impregna il pezzo dopo lo stampo.

Olio lubrificante grafitato

Si tratta d un olio minerale raffinato al solvente a carattere prevalentemente paraffinico con pigmenti di grafite. Il prodotto in eccesso viene raccolto e smaltito con lo stesso procedimento previsto per l'emulsione per deformazione a caldo. Il consumo annuo di tali sostanze grasse è di ca. 2000 litri all'anno.

3.3 DESCRIZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI ED INDICATORI AMBIENTALI

Gli indicatori ambientali sono uno strumento di sintesi, in grado di governare le risorse, di controllare lo stato complessivo dell'ambiente, di verificare gli effetti degli interventi sulla realtà aziendale. di individuare priorità di intervento di verificare l'andamento nel tempo dei progressi ottenuti verso gli obiettivi stessi.

Ad esempio, l'indicatore "concentrazione di polveri totali" ad un camino può consentire di diagnosticare precocemente una eventuale perdita di efficienza di un sistema di abbattimento.

Per misurare l'efficienza nell'utilizzo dell'energia può essere utilizzato come indicatore il rapporto tra l'energia utilizzata e la produzione totale.

Nella seguente trattazione gli aspetti ambientali sono trattati in ordine di significatività.

3.3.1 RUMORE

In questo reparto in pratica tutti i macchinari presenti sono fonte di elevata pressione sonora. E', infatti, rispettato l'obbligo di fornire ai dipendenti dei dispositivi di protezione individuale idonei.

La pressione sonora è quindi uno dei problemi ambientali da affrontare, con serietà, anche in previsione dell'adeguamento di Regioni e Province e Comuni alla normativa nazionale sul rumore di recente emanazione.

Molti stabilimento sorgono in zona abitata, pertanto limiti di rispetto di pressione sonora sono ridotti. Da misurazioni del rumore eseguiti in passato (a metà mattinata durante l'attività lavorativa in prossimità delle abitazioni adiacenti allo stabilimento e tramite un fonometro integratore) si sono ottenuti i seguenti risultati:

Tabella 3. 3: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, Valutazioni dell'emissione rumorosa (dB)

Abitazione X finestra chiusa ventola accesa	59
Abitazione X finestra aperta ventola accesa	66
Abitazione X finestra aperta ventola spenta	57
Abitazione Y finestra chiusa ventola accesa	< 40
Abitazione Y finestra aperta ventola accesa	60
Abitazione Y finestra aperta ventola spenta	< 40

Dai dati ottenuti in passato pare evidente la necessità di limitare l'emissione sonora, per ottenere tale risultato, possibili soluzioni sono:

Utilizzo di barriere acustiche

Schermi fonoisolanti e fonoassorbenti adatti per l'isolamento acustico di strade e ferrovie.

Utilizzo di cabine acustiche

Sono cabine fonoassorbenti con elevato potere d'insonorizzazione, progettate per attenuare la rumorosità nell'ambiente lavorativo. Il fondamentale vantaggio delle cabine silenziose è dato dall'industrializzazione e dalla composizione modulare di tutti i componenti.

Sistemi di riduzione dei livelli di pressione sonora generati durante i processi produttivi industriali.

La risposta acustica di locali industriali con elevata rumorosità ambientale può essere modificata attraverso l'inserimento di particolari materiali fonoassorbenti. Questo sistema antirumore è molto diffuso nel settore delle industrie alimentari, di lastratura, di imballaggio e nelle carpenterie. La tecnica di intervento consiste nell'installare elementi fonoassorbenti a soffitto disposti a pettine e ad interesse costante (baffles). A seconda delle applicazioni, si possono utilizzare baffles in alluminio oppure in fibra sintetica.

In tabella 3.4 sono evidenziati alcuni indicatori per valutare la situazione aziendale in rapporto al tema rumore.

Tabella 3. 4: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, *rumore esterno*

zona	abitata
abitazioni più vicine (m)	50
Continuo (dBA)	Nessuna rilevazione effettuata
Periodico (dBA)	Nessuna rilevazione effettuata
Al perimetro (dBA)	Nessuna rilevazione effettuata
numero macchinari rumorosi totali	18
numero macchinari insonorizzati	6
Percentuale di macchinari rumorosi insonorizzati	33,3
Numero delle segnalazioni di protesta ricevute	0

La legge n° 447 del 26 ottobre 1995, "legge quadro sull'inquinamento acustico", stabilisce i compiti e gli obblighi degli Enti Locali; in particolare sono di competenza dei comuni:

- la classificazione del territorio comunale (tab.3.5);
- il coordinamento degli strumenti urbanistici; l'adozione dei piani di risanamento;
- il controllo del rispetto della normativa per la tutela dell'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie; l'adozione di regolamenti per la tutela dall'inquinamento acustico;
- la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli

Tabella 3. 5 Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A), relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette:	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali:	55	45
III - Aree di tipo misto:	60	50
IV - Aree di intensa attività umana:	65	55
V - Aree prevalentemente industriali:	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali:	70	70

3.3.2 RIFIUTI

A seconda della tipologia produttiva considerata, ci potranno essere rifiuti solidi o liquidi, pericolosi o non pericolosi.

In ogni caso, sono considerati "rifiuti" ai fini del calcolo degli indicatori, quelli che compaiono nei registri di carico e scarico della ditta e nella comunicazione annuale.

Si considera indice di efficienza ambientale la raccolta differenziata eseguita dall'azienda per tipologia di rifiuto, ma solo quando questa risulta finalizzata all'effettivo recupero del materiale per mezzo di soggetti autorizzati.

Infine, per quanto concerne l'aspetto qualitativo della produzione di rifiuti, si fa riferimento alla classificazione prevista dal D. Lgs. 22/97 che distingue i rifiuti tra pericolosi e non pericolosi. Si accetta l'idea che abbiano maggiore impatto ambientale i rifiuti appartenenti alla prima categoria. Per la classificazione del rifiuto si rimanda al D. Lgs. 22/97 così come modificato dalla Decisione Comunitaria 2000/532/CE e s.m.i.

In tabella 3.6 sono indicate le quantità medie di rifiuti prodotti.

Tabella 3. 6: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, rifiuto annuo (t/a)

<i>rifiuto annuo (t/a)</i>	1998	1999	2000	Tonnellate/procapite	
				Range distretto	Media distretto
scarti di olio minerale per motori, ingranaggi e lubrificazione, non clorurati (130205) P	0,72	1,5	1,7	0,4 - 0,01	0,04
emulsioni non contenenti composti organici clorurati (130105) P	-	2,5	2,9	0,27-0,05	0,17
limatura e trucioli di materiali non-ferrosi (120103)	7,2	7,1	6	4,4-0,02	0,68

I rifiuti pericolosi sono costituiti dagli oli di lubrificazione degli impianti, una percentuale di questi oli è riciclata nel diluire le emulsioni grafitate per lo stampaggio. I rifiuti non pericolosi sono costituiti principalmente dalla grafite esausta e da metallo proveniente dalle operazioni di manutenzione degli impianti e dalla raccolta delle fascette metalliche che trattengono le barre di ottone.

Tabella 3. 7: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, riepilogo rifiuti prodotti

solidi (t/a)	6
liquidi (t/a)	4,6
pericolosi (t/a)	4,6
non pericolosi (t/a)	6
Quantità di rifiuti pericolosi per unità di prodotto (Kg/t)	1,53
Quantità di rifiuti non pericolosi per unità di prodotto (Kg/t)	2
Percentuale di rifiuti smaltiti in modo differenziato (%)	60

3.3.3 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le emissioni aeriformi della Azienda rappresentativa del settore sono valutate attraverso delle verifiche svolte da aziende specializzate che si occupano sia del campionamento ai camini che delle successive analisi di laboratorio. Tali dati descrivono la quantità di polveri totali presenti a valle ed a monte del processo di abbattimento, in uscita.

3.3.3.1 Descrizione del processo di abbattimento

Raccolta fumi

Ogni attrezzatura è collegata ai condotti di aspirazione che conducono all'impianto di abbattimento e quindi ad uno dei punti di emissione.

Sistema di abbattimento

Il processo di abbattimento consiste in due stadi.

Il primo stadio prevede l'impiego di un sistema con filtri a maniche e permette la filtrazione e la relativa separazione di polveri medie e fini costituite dalla grafite e dalle particelle di olio di dimensioni superiori al micron (1/1000 mm).

L'aria polverosa è immessa, nelle maniche filtranti, attraverso la bocca inserita e collegata alla tramoggia. La polvere contenuta nell'aria aspirata, per la notevole diminuzione della velocità precipita nel contenitore di raccolta, successivamente è convogliata alle maniche filtranti passando dall'esterno all'interno depositando così le impurità e restituendo l'aria depurata.

I filtri sono sostituiti periodicamente da una ditta specializzata, che si occupa del loro riutilizzo e sono costruiti da pannelli pressopiegati in lamiera zincata di spessore 2.5 mm, mentre le maniche filtranti sono in un tessuto adatto per filtrazioni a lunga durata.

A valle del filtro a maniche i fumi passano attraverso delle torri ad umido (secondo stadio).

Il trattamento ad umido

Questo secondo processo di abbattimento permette di recuperare le particelle di olio submicroniche che costituiscono circa il 90% dell'olio totale nell'aria aspirata. I fumi passano attraverso una torre di lavaggio ad umido con corpi di riempimento e con impiego di reagente sodico in soluzione acquosa. Tale emulsione deposita in una vasca dalla quale periodicamente viene rimossa la schiuma superficiale non riutilizzabile che viene smaltita come rifiuto pericoloso da ditte specializzate.

3.3.3.2 Analisi e valutazione dell'impatto ambientale atmosferico

Vista la natura del processo ed il tipo di sostanze utilizzate sono state effettuate delle analisi maggiormente approfondite in cui sono richieste delle valutazioni per un'altra classe di inquinanti atmosferici, le sostanze organiche volatili la cui presenza è possibile considerando l'utilizzo di abbondanti quantità di oli ed emulsioni a temperature elevate. Le

emissioni in atmosfera, intendendo come tali i sottoprodotti aeriformi di un processo produttivo le cui caratteristiche chimico-fisiche sono misurate appunto in corrispondenza dell'emissione. L'indicatore di emissione esprime una valutazione della caratteristica ambientale collegata ad un processo a seguito della generazione e della successiva espulsione di sottoprodotti aeriformi in atmosfera.

Se l'indicatore è calcolato con riferimento a prelievi effettuati sia a valle del processo che a monte dell'impianto di abbattimento, si ha modo di apprezzare il potenziale grado di incidenza del processo sull'ambiente che si avrebbe in assenza di trattamenti depurativi.

Se l'indicatore viene calcolato con riferimento a prelievi effettuati a valle dell'impianto di abbattimento, dopo i processi depurativi, allora si stima il reale grado di incidenza presentato dal processo e dall'impianto di abbattimento sull'ambiente esterno.

Il raffronto dei due approcci offre un'indicazione del grado di efficienza dell'impianto di trattamento delle emissioni aeriformi.

Il monitoraggio per valutare l'efficienza del processo di abbattimento va effettuato campionando a monte ed a valle dell'impianto. Il valore analitico riferito alle polveri totali è ottenuto attraverso delle misurazioni gravimetriche sui filtri utilizzati per il campionamento. Le sostanze organiche volatili sono invece determinate attraverso un metodo gascromatografico.

Efficienza dell'abbattimento

Formula: $[1 - C_{valle} / C_{monte}] \times 100$

Dai risultati delle analisi a monte dell'impianto ed a valle, effettuati in una giornata lavorativa in normale regime lavorativo, appare chiara (tabella 3.8) l'efficienza dell'impianto d'abbattimento che costituisce un indicatore ambientale fondamentale. Tali dati si riferiscono ad analisi effettuate in modo puntuale ma sono sostanzialmente confermati da dati presenti in letteratura (tabella 3.9).

Nel caso in cui il limite di rilevabilità del metodo analitico non permetta di quantificare l'inquinante non è possibile fare valutazioni sull'efficienza di abbattimento e sull'entità dell'impatto.

In letteratura troviamo considerazioni teoriche sulla lavorazione dell'ottone che non tengono presente la quantità di olio utilizzata nel processo di stampaggio non è pertanto disponibile un calcolo teorico sulle Sostanze Organiche Volatili prodotte.

Per quanto riguarda il piombo non sono presenti delle stime quantitative, in mancanza di un dato preciso è assumibile che la percentuale di piombo presente nel particolato emesso è la stessa presente negli scarti di processo (1.5 <% Pb < 2.5%).

E' inoltre da precisare che i fumi totali derivanti dal processo di stampaggio provengono dalle varie fasi ognuna delle quali incide in modo diverso. Durante le operazioni di riscaldamento e stampaggio è presumibile pensare che vi siano maggiori quantità di polveri totali rispetto alle altre fasi. Il dato teorico, del rapporto NPI, si riferisce alla fase di riscaldamento in forni ad induzione per cui non stupisce che la quantità di particolato prodotta totalmente nell'arco dell'anno sia minore rispetto a quella teoricamente prevista (ca. 1000 kg).

D'altro canto utilizzando una via differenziale di raccolta dei fumi provenienti dallo stampaggio (fase in cui si verifica l'utilizzo di sostanze organiche oleose) si potrebbero probabilmente ottenere dei valori di SOV superiori al limite di risoluzione.

L'unione della totalità dei fumi porta alla diluizione sulla portata totale dell'inquinante emesso in ciascuna singola fase.

Tabella 3. 8: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, efficienza abbattimento fumi, risultati analisi dei campioni (conc. Media)

Inquinante	Monte dell'impianto di abbattimento	Valle dell'impianto ad filtri + scubber	Efficienza abbattimento %
Polveri totali (mg/m ³)	12,9	0,258	98
SOV (mg/m ³)	< 0,5	< 0,5	==

Tabella 3. 9: fattori di emissione teorici

Inquinante	Senza abbattimento	Filtri a manica	Efficienza abbattimento %
Polveri totali (kg/ t prodotto)	10	0,35	96,5
Piombo (kg/ t prodotto)	No Dati [0,15 - 0,25]	No Dati [0,005 – 0,009]	Non applicabile

Margine di rispetto dei valori limite di emissione

Formula: $[1 - C_i / C_i \text{ lim}] \times 100$

Ci: concentrazione media annua dell'inquinante i-mo all'uscita del camino (mg/mc, microg/mc) misurata secondo i metodi di campionamento ed analisi previsti dalle vigenti leggi (vedi all.4 D.M. 12/7/90).

Ci lim: concentrazione limite dell'inquinante i-mo fissata dall'Allegato 1 - DM 12/7/1990 o da altra normativa specifica, di settore o locale, applicabile (mg/m³, µg/m³). In alternativa al limite legislativo può essere impiegato il valore del limite tecnologico raggiungibile dall'impianto ed indicato dal costruttore o ancora il valore di standard interni autoimposti dall'azienda (ovviamente inferiori ai limiti di legge).

Tanto più il valore percentuale risulterà elevato, tanto maggiore sarà l'efficienza ambientale del processo o dell'impianto.

100%: non viene emesso al camino l'inquinante considerato;

0%: concentrazione di inquinante all'uscita del camino mediamente pari al limite di legge.

Valori percentuali negativi: concentrazione di inquinante al camino mediamente superiore al limite di legge.

Tabella 3. 10: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, emissioni aeriformi

Prescrizioni particolari	Polveri totali
numero camini	3
portata totale (m ³ /h)	24158
portata media (m ³ /h)	8052,67
Polveri	
flusso di massa totale (g/h)	6,24
concentrazione media (mg/m ³)	0,258
limite max (mg/m ³)	10
Margine di rispetto dei valori limite di emissione	97,42
Quantità annua (gg x h) Kg/a	10,98
Efficienza dell'impianto di abbattimento %	99,87
Quantità annua di inquinante emessa per quantità di prodotto (kg/anno)	3,66

3.3.4 CONSUMI DI COMBUSTIBILI E DI ENERGIA

Il consumo energetico risulta costituito principalmente dall'energia elettrica che alimenta le attrezzature ed i forni.

Un'evoluzione nella trattazione energetica dell'azienda potrebbe essere condotta con un recupero dell'energia termica attraverso l'impianto di abbattimento e l'analisi di ogni fase del processo utilizzando dei contatori parziali collegati alle singole attrezzature.

Non è possibile fare una trattazione energetica differenziata per ogni fase di produzione in quanto i macchinari non sono dotati di contatori parziali.

Parlando di energia ci si riferirà, salvo diversa specificazione, alla somma dell'energia elettrica prelevata dalla rete ENEL e del contenuto energetico dei combustibili liquidi o gassosi utilizzati.

Per poter rendere confrontabili e sommabili tali contributi è necessario conoscere i poteri calorifici dei combustibili; a tale proposito, al fine di rendere omogenee le unità di misura, si fa riferimento al tep (tonnellate equivalenti di petrolio), secondo quanto suggerito dalla Circolare n. 219/F del 2.3.92 emanata dal Ministero per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale Italiana n. 57 del 09/03/1992.

Prodotto Equivalenza in tep (valori indicativi)

Gasolio 1t = 1.08 tep	Olio combustibile 1t = 0,98 tep
Gas di petrolio liquefatti (GPL) 1t = 1.10 tep	Benzine 1t = 1.20 tep
Carbon fossile 1t = 0,74 tep	Carbone di legna 1t = 0,75 tep
Antracite e prodotti antracinosi 1t = 0,70 tep	Legna da ardere 1t = 0,45 tep
Lignite 1t = 0,25 tep	Gas naturale 1000Nmc = 0,82 tep
L'energia elettrica:	
0,23 tep/MWh se in alta o media tensione	0,25 tep/MWh se in bassa tensione

Tabella 3. 11: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, consumo di combustibili

energia elettrica (kwh/a)	1010643
metano (m3/a)	173954
gasolio (t/a)	0
Tep	375,090
Quantità di energia consumata per quantità di prodotto (tep/anno)	0,125

3.3.5 CONSUMI DI ACQUA

Il consumo di acqua non riveste particolare importanza nel ciclo produttivo in questione, in linea generale gli indicatori proposti per stimare il consumo di acqua fanno riferimento a valori medi ricavati considerando emungimenti effettuati lungo l'arco dell'anno. Tuttavia, se ritenuto opportuno, la scelta del periodo sulla base del quale effettuare la valutazione può essere diversa. Se il consumo d'acqua dovesse essere significativamente discontinuo nell'arco dell'anno, a causa ad esempio di fattori stagionali, questo potrà essere suddiviso in intervalli di tempo nel corso dei quali le caratteristiche del consumo risultino omogenee. In questo modo potranno anche essere meglio evidenziate eventuali opportunità di miglioramento. Per il calcolo degli indicatori dovrebbero essere considerati tutti i tipi di acque impiegate, sia ad uso civile che industriale. È bene sottolineare che il prelievo della risorsa idrica comporta un impatto ambientale:

- quando si altera il regime idraulico del corpo recettore o nel caso di emungimenti da pozzi tali da variare il livello locale della falda freatica o la potenza dell'acquifero artesiano;
- nel caso di trasferimento d'acqua da un corpo recettore ad un altro (ad esempio nel caso di emungimento da un pozzo e di scarico in un fiume) o da un comparto ambientale ad un altro (ad esempio nel caso di emungimento da un pozzo e successiva evaporazione dell'acqua)

Rispetto a queste premesse possiamo stabilire che rappresenta un impatto ambientale il raffreddamento dei fumi ma che la quantità di acqua evaporata è minima (rabbocchi del sistema a circolo chiuso di ca. 100 litri l'anno).

Percentuale di riutilizzo dell'acqua

Formula: $[Q_r / (Q + Q_r)] \times 100$

Q: quantità totale d'acqua prelevata nell'arco dell'anno (m³)

Q_r : quantità d'acqua riutilizzata nell'arco dell'anno (m³).

Si intende come acqua riutilizzata l'acqua che, una volta espletata la sua funzione all'interno di un ciclo produttivo, viene reimpiegata per svolgere le stesse o altre funzioni. Ad esempio l'acqua impiegata come fluido di raffreddamento per un processo può, dopo aver subito un parziale abbassamento della temperatura in fase evaporativa, essere

nuovamente impiegata, assieme ad altra acqua di reintegro, all'interno dello stesso ciclo di raffreddamento, oppure con altre funzioni in un'altra fase del processo.

Tabella 3. 12: caratteristiche di un'azienda rappresentativa del settore, consumi di acqua

acqua pozzo	no
acqua potabile (m3/a)	1580
Percentuale di riutilizzo dell'acqua	10
Volume di acqua prelevata per unità di materia prima lavorata	0,53

3.3.6 SCARICO DI ENERGIA TERMICA

Per valutare il calore prodotto dall'insediamento industriale che viene smaltito nell'ambiente esterno, vengono valutati aspetti diversi.

Nel caso delle emissioni in atmosfera, l'indicatore dev'essere visto come espressione dell'efficienza dei recuperi energetici eventualmente effettuati a monte dello scarico. Ciò significa che, quanto più bassa risulterà la temperatura dell'emissione al camino, tanto migliore sarà stato il recupero. Ad esempio, nel caso di uno scarico di una caldaia per riscaldamento, un elevato valore della temperatura dei fumi è indice di un cattivo sfruttamento della reazione di combustione che evidentemente consentirebbe di sfruttare una maggior quantità di calore per il riscaldamento dell'acqua.

Nel caso invece di emissione di energia termica in corpo idrico, la necessità di smaltire calore di questo tipo è diffusa in quanto in molti processi il sistema di raffreddamento più usato consiste nell'impiego di acqua come fluido termovettore. Questa, prelevata da un corpo idrico, può essere impiegata a ciclo chiuso sfruttando raffreddamenti in torre evaporativa oppure può essere reimpressa nello stesso corpo idrico.

Questo tipo di scarico può essere in grado di produrre nel corso idrico vere e proprie forme di inquinamento termico in grado di determinare, in alcuni casi, alterazioni dell'equilibrio dell'ecosistema acquatico. Per tale motivo questo tipo di scarichi sono soggetti a vincoli normativi alla stregua degli scarichi di sostanze inquinanti e come esse regolate dalla tabella 3 allegato 5 D. Lgs. 152/99 e s.m.i.

Differenza tra temperatura dello scarico e del corpo recettore

Formula: $T_s - T_a$

T_s : temperatura di scarico degli effluenti (°C);

T_a : temperatura del corpo recettore (°C).

Quanto più elevato risulterà il valore dell'indicatore, tanto maggiori risulteranno le interferenze a livello locale su processi fisici, chimici e biologici nel corpo recettore e quindi all'ambiente naturale. Per tale motivo è necessario ridurre al minimo l'indicatore che va calcolato per ogni punto di emissione.

3.3.7 IMPATTO VISIVO ED USO DEL SUOLO

Il pericolo della contaminazione del terreno è legato alla presenza di sostanze liquide inquinanti che, fuoriuscendo da serbatoi, fissi o mobili, ed in assenza di bacini di contenimento in grado di garantire una sufficiente impermeabilizzazione del suolo, sono soggetti a percolazione nel terreno. A seconda del tipo di terreno e dell'altezza della falda, tale rischio può estendersi e comprendere l'inquinamento delle acque sotterranee. Alla luce di queste considerazioni gli indicatori riprodotti nel comparto si riferiscono in gran parte proprio a operazioni di movimentazione, travaso, carico e scarico, stoccaggio delle sostanze ritenute pericolose.

Oltre alle sostanze liquide, che possono generare direttamente queste forme di contaminazione, esiste il problema legato agli stoccaggi di materiale solido all'aperto che, esposti all'azione degli agenti atmosferici (precipitazioni, umidità), possono essere in grado di rilasciare nel terreno i prodotti del dilavamento.

Le variabili su cui l'azienda può pertanto operare al fine di ridurre il rischio di contaminazioni e migliorare pertanto le proprie prestazioni ambientali sono essenzialmente il grado di protezione del terreno, i tempi medi di durata dello stoccaggio e questi ultimi associati alle quantità di sostanze pericolose stoccate, la frequenza con cui le operazioni a rischio vengono condotte, la quantità di materiali coinvolta in queste operazioni.

Sono prese in considerazione variabili oggettive quali l'area occupata dal sito industriale (in quanto in relazione all'impiego del suolo inteso come bene della collettività), l'altezza degli edifici, la collocazione del sito in relazione alle aree soggette a vincoli, allo scopo di valutare gli effetti delle strutture impiantistiche sul paesaggio

In questi casi il calcolo dell'indicatore può essere calcolato non tanto per evidenziare un miglioramento nel corso del tempo, quanto piuttosto per fotografare una situazione di fatto.

Questa è eventualmente confrontabile con dati analoghi riguardanti altre aziende delle medesime dimensioni (per quanto riguarda ad esempio il fatturato o il numero di dipendenti), operanti nel medesimo ambito produttivo.

Nella valutazione dell'impatto visivo presentato dal sito si dovrà opportunamente considerare "la sensibilità ambientale delle zone geografiche" (art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale), ponendo particolare attenzione a zone costiere, zone montuose e forestali, zone a forte densità demografica, paesaggi importanti dal punto di vista storico, culturale e archeologico, aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle acque pubbliche, agli effetti dell'opera sulle eventuali aree naturali protette limitrofe.

L'azienda rappresentativa del settore occupa una superficie di 1830 m² di cui circa 84% risulta coperto dal reparto produttivo, dagli uffici e dall'area di stoccaggio (285 mq).

3.3.8 INCIDENTI E MALFUNZIONAMENTI

In questo contesto, con il termine "fermata" si intendono le interruzioni nel funzionamento degli impianti. Le cause possono essere incidentali o meno. Nel primo caso ci si riferisce a soste impreviste che costringono l'azienda ad un intervento sugli impianti. Nel secondo caso sono considerate le fermate che vengono programmate ed effettuate per consentire un'adeguata e preventiva manutenzione.

Entrambi i tipi di fermata implicano necessariamente un impegno non produttivo di tempo macchina. Inoltre le operazioni di avviamento dell'impianto, a prescindere dalla causa che ha generato la fermata, richiedono particolare attenzione perché possono comportare la produzione di maggiori emissioni, scarichi o rifiuti. In questo periodo di funzionamento infatti gli impianti non lavorano nelle condizioni ottimali di regime.

Per questi motivi ridurre il numero delle fermate in genere comporta effetti positivi per l'ambiente. Va tenuto in considerazione però che le fermate di manutenzione, adeguatamente programmate, riducono la durata ed il numero di quelle impreviste.

Gli indicatori proposti sono utilizzabili per il controllo delle prestazioni all'interno dell'azienda, non per confronti tra aziende diverse.

Numero di incidenti con impatto ecologico

Formula: leco

leco: numero di incidenti con impatto ecologico avvenuti nell'arco di un anno.

Questo tipo di fermate, oltre agli effetti negativi che si ripercuotono sull'efficienza del processo produttivo e sulle emissioni, generano anche conseguenze direttamente sull'ambiente esterno. Nell'intento di minimizzare il numero di incidenti in genere, ma soprattutto quelli con impatto ecologico, quanto minore risulterà il valore dell'indicatore, tanto maggiore sarà l'efficienza dell'azienda. L'azienda dovrà dotarsi di un criterio per l'individuazione documentata di questo tipo di incidenti, senza lasciare la decisione alla discrezione del momento.

3.4 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Per la valutazione degli aspetti ambientali significativi sono state, nella presente trattazione, sviluppate due metodologie tra le tante possibili come esemplificazione del processo valutativo. Tali metodologie sono sostanzialmente equivalenti e conducono alla definizione della significatività ambientale degli impatti attraverso un metodo standardizzato e quantificabile.

Le metodologie presentate si basano sui criteri classici del calcolo del rischio e conducono a valutazioni sostanzialmente paragonabili.

Spetta all'organizzazione definire i criteri di significatività ed il metodo di applicazione di tali criteri, in questa sede è sembrato opportuno mostrare i due metodi, fornendo in tal modo, degli esempi pratici di applicazione del calcolo del peso degli impatti agli operatori.

Qui di seguito viene illustrato un metodo di valutazione applicato allo stampaggio, successivamente verrà illustrato un metodo applicato alla fusione.

Spetta all'organizzazione definire i criteri per valutare la significatività degli aspetti ambientali delle sue attività e dei suoi prodotti in modo da definire quali abbiano un impatto ambientale rilevante.

I criteri devono avere delle caratteristiche quali:

- generalità
- verificabilità ad un controllo indipendente
- riproducibilità
- disponibilità al pubblico

Nel valutare l'importanza degli impatti ambientali delle sue attività, l'organizzazione deve prendere in considerazione molteplici aspetti (dati esistenti, opinioni dei soggetti interessati, attività di approvvigionamento, progettazione, condizioni ambientali d'area, ecc.) valutando non soltanto le condizioni operative normali ma anche quelle di avviamento e di arresto e quelle di emergenza ragionevolmente prevedibili.

Azienda rappresentativa del settore sulla base dei dati raccolti stabilisce 4 classi di significatività degli aspetti ambientali così ripartite:

- T ⇒ trascurabile
- PS ⇒ poco significativo
- S ⇒ significativo
- P ⇒ prioritario

Un aspetto ambientale è collocabile in una di queste classi attraverso l'applicazione della formula del rischio:

Indice di Significatività = (Probabilità * Gravità) dell'impatto

Probabilità dell'evento che genera l'impatto:

- raro ⇒ 1
- saltuario ⇒ 2
- frequente ⇒ 3
- costante ⇒ 4

Gravità dell'impatto ambientale:

- nessuna influenza sulle condizioni ambientali globali ⇒ 1
- poca influenza sulle condizioni ambientali globali ⇒ 2
- influenza le condizioni ambientali globali in modo scientificamente quantificabile ⇒ 3
- massiccio effetto sulle condizioni ambientali globali ⇒ 4

Da quanto esposto risulta che l'indice di significatività può variare da 1 a 16, la traduzione in classi di significatività segue la seguente tabella di trasformazione:

- $1 \leq \text{Indice di significatività} \leq 4$ ⇒ trascurabile (T)
- $4 < \text{Indice di significatività} \leq 8$ ⇒ poco significativo (PS)
- $8 < \text{Indice di significatività} \leq 12$ ⇒ significativo (S)

12 < Indice di significatività ≤ 16 ⇒ prioritario (P)

Secondo quanto appena descritto viene ricavata la seguente tabella per esplicitare i criteri applicati. Citiamo l'esempio della pressione sonora quale principale aspetto ambientale per il reparto di stampaggio.

L'aumento della pressione sonora ambientale è un evento certo (massimo valore di probabilità) in quanto il tipo di operazioni svolte implica un impatto di questa natura certo in assenza di dispositivi con la funzione di ridurre l'impatto.

Per quanto riguarda la gravità questa varia in base alle operazioni svolte, in quanto per esempio la pressione sonora generata durante lo stampaggio sarà superiore in normali condizioni alla pressione sonora generata durante il preriscaldamento.

Tabella 3. 13 Esempio di valutazione degli aspetti ambientali significativi

Fase	Rumore	Rifiuti	Aria	Consumo Energia	Acqua	Suolo	Scarico energia termica
Magazzino Materie Prime	2*3	1*1	1*1	2*2	1*1	4*1	1*1
Magazzino Prodotti finiti	2*3	1*1	1*1	2*2	1*1	4*1	1*1
Taglio	3*4	2*1	3*2	3*3	1*1	2*1	2*1
Grafitatura	3*3	2*1	3*3	3*3	1*1	2*1	2*1
Preriscaldamento	4*2	1*1	3*4	3*4	2*1	2*1	3*2
Stampaggio	4*4	3*4	3*4	3*4	2*1	2*1	3*1
Sbavatura	4*4	3*2	3*2	3*4	1*1	2*1	2*1
Deposito temporaneo rifiuti	2*2	4*3	1*1	2*2	1*1	4*2	1*1

Tabella 3. 14: Esempio di valutazione degli aspetti ambientali significativi, dopo aver applicato la tabella di conversione

Fase	Rumore	Rifiuti	Aria	Consumo Energia	Acqua	Suolo	Scarico energia termica
Magazzino Materie Prime	PS	T	T	T	T	T	T
Magazzino Prodotti finiti	PS	T	T	T	T	T	T
Taglio	S	T	PS	S	T	T	T
Grafitatura	S	T	S	S	T	T	T
Preriscaldamento	PS	T	S	S	T	T	PS
Stampaggio	P	S	S	S	T	T	T
Sbavatura	P	PS	PS	S	T	T	T
Deposito temporaneo rifiuti	T	S	T	T	T	PS	T

4. LA FASE DELLA FUSIONE

4.1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il ciclo produttivo di fusione del bronzo in shell ricalca quello generale su indicato (tabella 1), ed è mancante delle fasi di granigliatura e sbavatura; ad esso si affianca anche un ciclo a terra a verde che prevede la preparazione degli stampi in terra, la successiva colata del bronzo, la distaffatura dei getti, il riciclo della terra che ritorna in produzione dopo l'aggiunta di leganti, mentre le shell vengono allontanate come rifiuti non pericolosi.

La fusione avviene in forni con riscaldamento a combustibile (gas) ed il funzionamento dei reparti è intermittente essendo il turno di lavoro di otto ore.

I punti di emissione sono 6, con autorizzazioni e prescrizioni per polveri totali e fenolo+formaldeide, che risultano essere ampiamente nei limiti di norma.

Non risulta possibile individuare separatamente le emissioni provenienti dalle 2 linee produttive in quanto le cappe di aspirazione allontanano i fumi provenienti da ambedue le lavorazioni che sono contigue.

Va tenuto presente che anche l'ambiente di lavoro è interessato dallo sviluppo di contaminanti aeriformi e particolati.

Tabella 4. 1 Valori limite di riferimento per contaminanti aeriformi e particolati

Inquinante	TLV-TWA	TLV-stel	TLV-C
Polveri	10 mg /m ³	-	-
Ammoniaca	17 mg /m ³	24 mg /m ³	-
Fenolo	19 mg /m ³	-	-
Formaldeide	-	-	0.37 mg /m ³

I camini sono provvisti di impianti di abbattimento per particolato (cicloni, filtri a maniche) e per gas (filtri a umido). I semilavorati sono affidati a ditte esterne per le lavorazioni superficiali. L'azienda ha provveduto a monitorare l'esposizione al rumore degli addetti e nei reparti, come pure a valutare il rischio biologico per il piombo aerodiffuso e per le condizioni microclimatiche.

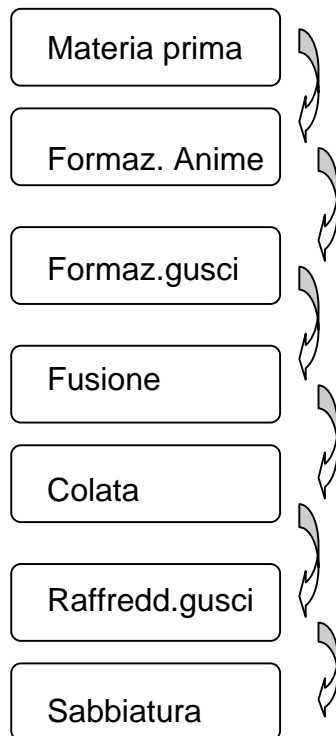
Tabella 4. 2 Caratteristiche generali di un'azienda rappresentativa del settore

Generalità	
anno di costituzione	1980
attività	Fusione di bronzo
cod.ISTAT	27540
area occup.(m2)	1830
area coperta (m2)	1550
area stoccaggio MP (m2)	25
area stoccaggio Rifiuti (m2)	100
area stoccaggio Prodotti (m2)	25
area stoccaggio totale (m2)	150
certificazione	In corso d'implementazione sistema qualità secondo Vision 2000
Produzione	
addetti totali.	40
addetti reparto.	13
ore lavorative al giorno	8
gg lavorativi annui	220
numero articoli	1500
produzione annua totale (t)	700
Materia Prima	bronzo
Consumo annuo MP (t)	749
% pezzi da sbavare	0
% calo tecnico MP	7
Produzione / dipendenti	53,84
outsourcing	Trattamenti superficiali, trasporti, smaltimento rifiuti
Consumi	
acqua pozzo	no
acqua potabile (m3/a)	1304
% acqua riutilizzata	0
energia elettrica (kwh/a)	412000
metano (m3/a)	247000

gasolio (t/a)	0
Tonnellate equivalenti petrolio	297,3
Tep/(t) produzione	0,425
Scarichi industriali (m3/a)	
in acque superficiali	no
in fognatura	No (solo scarichi uso igienico)
Riepilogo Rifiuti	
solidi (t/a)	761,27
liquidi (t/a)	9,36
pericolosi (kg/a)	9,36
non pericolosi (kg/a)	761,27
Kg pericolosi/ t produzione	13,37
Kg non pericolosi/ t produzione	1087,53
Emissioni aeriformi	
autorizzazione	xxxx
prescrizioni	Polveri totali, fenolo + formaldeide
numero camini	6
portata totale (m3/h)	73572
Polveri	
flusso di massa (g/h)	274,71
concentrazione media (mg/m3)	3,39
limite max (mg/m3)	10

Schema 4.1 Processo di fusione

SHELL-MOULDING



SABBIA AL VERDE



4.1.1 LINEA SABBIA A VERDE

Formatura

Il modello è una riproduzione dell'oggetto che si vuole ottenere, ed è realizzato in leghe metalliche leggere o in legno. Il modello serve per la formatura, cioè per la realizzazione della forma vuota di materiale refrattario che servirà per la colata del metallo. Le macchine di formatura vengono caricate tramite tramogge alimentate con terra di fonderia a mezzo di nastri trasportatori. La forma si ottiene introducendo il modello e costipando la terra di fonderia entro appositi telai in ferro o ghisa chiamati staffe. Per ogni oggetto che si vuole produrre è necessario realizzare due metà forme le quali, una volta chiuse tramite ganci, costituiscono il guscio nel quale viene colato il metallo fuso. Quando il pezzo da ottenere è cavo, la forma dovrà contenere un'anima. Essa è una forma che riproduce esattamente le parti dell'oggetto che devono restare vuote; l'anima viene realizzata mediante la cassa d'anima costruita anch'essa nella parte del ciclo corrispondente (formatura anime). La

cassa d'anima è un modello che contiene spazi vuoti corrispondenti all'anima che si vuole ottenere.

Alla terra di fonderia si richiedono le proprietà di plasmabilità, per adattarsi alla forma del modello, di coesione, per mantenere la forma del modello a seguito di adeguata compressione, di refrattarietà, per resistere alle alte temperature del metallo fuso, di permeabilità, per consentire l'uscita del gas durante la colata. La terra di fonderia è costituita da una miscela di sabbia silicea e di agglomeranti (leganti) che possono essere inorganici (argille, gesso,...) oppure organici (resine, olii essiccativi,...). Nella formatura a verde si aggiungono argilla, utilizzata come legante inorganico, nero minerale (costituito da carbon fossile in polvere, idrocarburi vari, acqua, zolfo, ceneri,...) e talvolta si utilizzano amidi pregelatinizzati come leganti organici. A volte vengono usate miscele contenenti bentonite, o resine sintetiche e naturali. La terra, prima dell'uso, subisce processi di molazzatura, per rendere omogeneo l'impasto e far sì che i cristalli di quarzo si rivestano di argilla, e di setacciatura per ottenere una granulazione uniforme.

Le forme subiscono una rifinitura, detta ramolaggio: si puliscono con aria compressa, si introducono le anime, si aprono i fori di colata e di fuoriuscita dei gas. Una volta così preparate, si provvede ad unire le due parti della staffa in modo da costituire il guscio nel quale colare il metallo fuso.

Fusione

Questa fase consiste nel riscaldare il metallo (o la lega) per portarlo dallo stato solido allo stato liquido ed innalzarne la temperatura sino alla temperatura di colata, superiore alla temperatura di fusione, in modo che il metallo si mantenga liquido fino a che non si è completata la colata nelle forme. La fusione avviene nei forni fusori, che possono essere elettrici ed in cui il calore è fornito da energia elettrica che viene trasformata in energia termica secondo sistemi diversi (a resistenza, ad arco, ad induzione), oppure possono essere alimentati a combustibile (metano, gasolio) e si suddividono in forni a crogiolo o a cubilotto.

Nel bagno metallico fuso vengono aggiunti inoculanti e correttive, per aggiustare le proprietà meccaniche desiderate, e scorificanti, che servono ad eliminare le impurezze contenute nel metallo. Il caricamento dei forni avviene dall'alto, lo spostamento del crogiolo e la colata tramite paranchi.

Colata

Il metallo fuso, dopo la scorificazione, viene versato nelle siviere e quindi trasferito nelle linee di colata dove sono predisposte le staffe provenienti dal reparto formatura. La movimentazione delle siviere è ottenuta con ausili meccanici quali paranchi, carro-ponte o carrelli elevatori. La siviera viene inclinata per versare il metallo nella staffa.

Distaffatura

Dopo la colata le staffe vengono lasciate raffreddare (fino a 200-300° C), solitamente poste su binari in prossimità dell'impianto di distaffatura, dove prima si estrae la forma dalla staffa e poi dalla forma si estrae il getto. Per estrarre la forma si utilizzano macchine a pugno o griglie vibranti, e le forme si depositano su griglie in modo che la terra caduta sotto la griglia venga avviata al recupero verso l'impianto di preparazione terre. Il getto si avvia all'operazione di disterratura mentre la staffa viene ricondotta alla linea di formatura. I risultati di tali monitoraggi hanno evidenziato una situazione igienico-ambientale che può essere considerata vicina ai limiti di esposizione professionale per quanto riguarda sia il livello di pressione sonora che i valori di microclima.

La misura dei valori di piombo aerodisperso è risultata nella norma anche se i livelli riscontrati sono da considerarsi non irrilevanti e tali da consigliare una pianificazione di interventi di controllo in tempi opportunamente ripetuti.

4.1.2 LINEA SHELL-MOULDING

Formatura

Alla testa di tale linea sono presenti macchine di formatura automatica sia per le anime che per i gusci (shell). La sabbia silicea utilizzata allo scopo è costituita da silice al 90-99% con la presenza di ossidi di alluminio, ferro, calcio, magnesio; in genere si utilizzano sabbie lavate quasi esenti da polveri. La sabbia viene addizionata di resine sintetiche (fenoliche o fenolfuraniche) e catalizzatori (acido solforico, acidi solfonici) che servono ad accelerare la reazione chimica dei componenti; La terra destinata a tale tipo di formatura viene immediatamente utilizzata perché con il passare del tempo e quindi con l'avanzare della reazione chimica la miscela perde gradualmente le sue caratteristiche di plasmabilità. La formatura avviene generalmente a caldo, a temperature di 300-350°C; durante questa lavorazione si sviluppano fumi contenenti principalmente fenolo,

formaldeide, ammoniaca, ammine ed altre sostanze provenienti dalla degradazione termica dei polimeri costituenti i leganti.

L'azienda rappresentativa del settore non ha ancora provveduto ad effettuare campagne di monitoraggio per la misura della presenza e concentrazione di inquinanti, in ambiente di lavoro, quali polveri, fenolo, ammoniaca, formaldeide, ammine alifatiche, che derivano dalle operazioni suddette, come pure dalle successive fasi di colata e di burattatura; va tenuto presente che i controlli ambientali e la loro conformità ai livelli limite di norma costituisce un importante tassello per l'ottenimento della conformità legislativa, fondamentale per ogni successivo intervento di certificazione ambientale.

Le sabbie e i leganti polimerici fenolici dopo l'uso non possono essere riutilizzati e diventano rifiuti da smaltire con le modalità previste.

Colata

La colata del bronzo o dell'ottone si effettua per gravità introducendo il metallo fuso, contenuto in forni riscaldati a 1200° all'interno dei gusci contenenti le anime.

I forni possono essere a combustibile (gas o gasolio) o ad induzione: questi ultimi stanno rapidamente sostituendo i forni a combustibile per motivi di maggiore efficacia e risparmio energetico.

Anche durante la colata ed il successivo raffreddamento si sviluppano fumi che contengono le sostanze indicate in precedenza in concentrazioni generalmente più rilevanti.

Distaffatura

L'operazione successiva è rappresentata dalla distaffatura/burattatura durante la quale il pezzo contenuto nello stampo viene liberato da quest'ultimo mediante scuotimento meccanico.

I frammenti di gusci e di anime non possono essere riutilizzati e debbono pertanto essere smaltiti come rifiuti.

Le operazioni di sbavatura e sabbiatura sono lavorazioni di superficie effettuate con materiale abrasivo che provvede a levigare e lucidare il pezzo grezzo e vengono affidate a ditte esterne.

4.2 DESCRIZIONE DEI FLUSSI DI MATERIA ED ENERGIA

Segue una breve descrizione delle materie in entrata utilizzate per il processo di trasformazione in fonderia (con indicazione dei quantitativi utilizzati dall'azienda rappresentativa).

Bronzo da getti

E' una lega di rame che contiene fino al 25% di stagno ed in cui possono essere presenti piombo e zinco; la lega offre elevate caratteristiche meccaniche e di resistenza alla corrosione ed all'usura. Il consumo annuale complessivo ammonta a 750 tonnellate.

Sabbia silicea

Il costituente mineralogico di base è il quarzo (99,6%) accompagnato da ossidi di ferro, alluminio, potassio, titanio e calcio. E' adatta alla fabbricazione di anime e forme con qualsiasi sistema di formatura. Da utilizzare inumidito per evitare la formazione di polveri fini. Il consumo annuale complessivo di sabbie è di 600 tonnellate.

Resine sintetiche

Sono denominate novolacche e sono costituite a base di fenolo ed esametilentetramina. Durante l'indurimento ad alta temperatura si può liberare ammoniaca e, in minor quantità, fenolo e formaldeide. Il consumo annuale complessivo di resine è di 0,3 tonnellate.

Sabbia prerivestita

E' costituita da sabbia silicea i cui granuli sono ricoperti da resina fenolica (novolacca), esametilentetramina, lubrificanti ed additivi vari (stearati). Anche in questo caso, ad alte temperature si possono sviluppare vapori contenenti ammoniaca, fenolo, formaldeide. Il consumo annuale complessivo di sabbie è di 600 tonnellate.

Distaccante per modelli e casse d'anima

E' un prodotto costituito da una miscela di idrocarburi leggeri e alluminio in polvere stabilizzato. Il consumo annuo complessivo di distaccanti è di 5000 litri. Il TLV è pari a 1600 ppm (eptano).

Distaccante per modelli in terra a verde

E' un prodotto a base di idrocarburi alifatici leggeri e untuosanti. Il consumo annuo complessivo di distaccanti è di 5000 litri. Il TLV è pari a 300 ppm (idrocarburi alifatici).

4.3 DESCRIZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI ED INDICATORI AMBIENTALI

4.3.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Non è dubbio, in generale, che l'aspetto ambientale significativo più rilevante, legato alle attività produttive di fusione di bronzo ed ottone, è attualmente costituito dalle emissioni di particolato, fumi e sostanze volatili in atmosfera.

Mentre nel passato si è affermata la tendenza a considerare importante soltanto l'abbattimento delle polveri, e di conseguenza si sono predisposte barriere fisiche per il loro contenimento prima dell'emissione (cicloni, filtri a maniche o elettrostatici), da tempo è emersa la valenza in termini di impatto sull'ambiente di altri contaminanti non corpuscolati quali, ad esempio, fenolo, formaldeide, ammoniaca, SOT, ammine alifatiche, tutti veicolati dai camini di tali insediamenti ed ora considerati "pesanti" per la matrice atmosferica a causa dell'entità della loro concentrazione negli effluenti gassosi.

Importanza sottolineata dal fatto che gli apparati di abbattimento delle polveri non sono in grado di trattenere, se non in quantità ininfluente, le sostanze sotto forma di gas e vapori, che passano inalterati attraverso questi apparati e si riversano liberamente nell'ambiente.

Come visto, il reparto fonderia di Azienda rappresentativa del settore è costituito da due linee produttive, shell-moulding e terra a verde, durante il cui funzionamento vengono prodotti inquinanti sia di tipo polverulento che di tipo gassoso. Per evitare la contaminazione dell'ambiente di lavoro le operazioni più evidentemente responsabili di tali fenomeni sono state dotate di aspirazioni che convogliano tali sostanze all'atmosfera esterna.

In tal modo sono stati creati 6 punti di emissione le cui caratteristiche risultano essere le seguenti:

Camino1: (formatura shell)

Altezza	10 m
Portata	5600 mc
Abbattitore	-

Camino2: (formatura staffe)

Altezza	11 m
Portata	14.000 mc
Abbattitore	-

Camino3: (colata shell)

Altezza	9 m
Portata	7500 mc
Abbattitore	filtro tessuto

Camino4: (colata staffe)

Altezza	10 m
Portata	15.000
Abbattitore	-

Camino5: (raffredd. shell)

Altezza	11.5 m
Portata	8800 mc
Abbattitore	abbatt. a umido

Camino6: (raffredd. staffe)

Altezza	9 m
Portata	7600 mc
Abbattitore	-

I camini n.3 e n.5 sono stati dotati di abbattitori, costituiti per la prima emissione da un filtro a tessuto (polveri), da un abbattitore a umido per la seconda (polveri e vapori).

Le emissioni aeriformi della Azienda rappresentativa del settore sono state quantificate a seguito di verifiche svolte da aziende specializzate che si occupano del campionamento ai camini e delle successive analisi di laboratorio. Tali dati evidenziano la quantità di polveri totali presenti a valle del processo di abbattimento, laddove esistente, e la concentrazione di alcuni composti volatili (fenolo, formaldeide, amine, SOT). Non vi sono invece dei dati quantitativi che descrivano la composizione dei fumi prima del processo di abbattimento, per cui non è possibile stabilire un'efficienza del processo.

Le prescrizioni stabilite dalla Provincia, per questo tipo di produzioni industriali, richiedono una valutazione ed un controllo delle polveri totali (limite all'emissione = 10 mg/mc) per tutti i camini, ed anche della somma di fenolo+formaldeide (limite all'emissione = 5 mg/mc) per i camini n.3 e n. 5.

I risultati delle analisi condotte sulle emissioni evidenziano valori di polverosità ampiamente al di sotto dei limiti della prescrizione, e concentrazioni di fenolo, formaldeide, amine e SOT al di sotto del limite del metodo analitico utilizzato.

	Camino 1	Camino 2	Camino 3	Camino 4	Camino 5	Camino 6
Polveri	5,35	3,42	0,92	6,84	0,42	4,34
HCHO	-	-	n.d.	-	n.d.	-
Fenolo	-	-	n.d.	-	n.d.	-
Amine	-	-	n.d.	-	n.d.	-
SOT	-	-	n.d.	-	n.d.	-

Tenuto conto delle portate dei vari camini, per le polveri è stato possibile calcolare una concentrazione effluente media pari a 3,39 mg/mc che, paragonata al limite della prescrizione (10 mg/mc) risulta essere ampiamente rispettato. Va, però, notato che i due camini muniti di abbattitore (n.3 e 5) presentano un'emissione di polveri quantitativamente inferiori di un ordine di grandezza rispetto a quelli che ne sono sprovvisti, e ciò può essere importante in termini di miglioramento dell'efficienza ambientale.

Per le altre sostanze analizzate nulla è possibile argomentare stante l'assenza analitica, se non dedurre un funzionamento ottimale dell'abbattimento.

Normalmente esse sono presenti, ed in quantità non piccola, nei fumi di fonderie di metalli non ferrosi; a testimoniarlo, la tabella seguente evidenzia i fattori di emissione tipici di una fonderia di bronzo. I numeri presentati sono l'espressione in Kg/tonnellata della quantità di composto emessa per unità di produzione, in assenza di qualsivoglia sistema di abbattimento.

Tabella 4. 3 Fattori di emissione per inquinante

Inquinante (sorgente puntiforme)	Fattore di emissione (Kg inquinante/t prodotto)
Polveri	10
Fenolo	2.456
Formaldeide	0.035
Ammoniaca	3.86
Inquinante (sorgente diffusa)	
Polveri	0.04

Fonte: NPI – Version 1.01 July 99

Formula: $[1 - Q_{valle} / Q_{monte}] \times 100$

Dai risultati delle stime dell'emissione a monte dell'impianto ed a valle appare chiara l'efficienza dell'impianto di abbattimento che costituisce un indicatore ambientale fondamentale.

Applicando le stime della tabella precedente alla produzione di Azienda rappresentativa del settore, e paragonando il risultato con i quantitativi analiticamente riscontrati, si ottengono i seguenti risultati:

Tabella 4. 4 Confronto risultati teorici con quelli di un'azienda rappresentativa del settore.

Sostanza (kg/anno)	Calcolo teorico	Calcolo da emissioni	Efficienza %
Fenolo	1719	n.d.	==
NH3	2702	-	==
HCHO	24	-	==
Polveri	7000	489 (- 93%)	93,0
SOT	-	n.d.	=

L'abbattimento delle polveri risulta essere pari al 93% di quello stimato in ingresso impianto; in relazione all'assenza degli altri inquinanti non sarebbe improprio, anche *una tantum*, analizzare le altre emissioni non monitorate per verificare se tale situazione persiste ed è generalizzata. Non va dimenticato, infatti, che caratteristica peculiare di tali sostanze è la diffusibilità nell'ambiente che potrebbe condurre, in linea teorica, alla loro captazione anche da parte camini a ciò non deputati.

A questo proposito il NEI, prima citato, asserisce che, in assenza di dati precisi sull'efficienza di dei sistemi di controllo sulle emissioni, sia valido presumere che uno qualsiasi di tali dispositivi abbia un'efficienza del 90%.

Per ottenere quindi dati di massima su una sorgente non dotata di controlli è sufficiente, in prima approssimazione, moltiplicare il totale delle emissioni libere (ottenuto usando i fattori di emissione o altri criteri di bilancio di massa) per un fattore pari a 0,1 per avere un valido riferimento ed uno strumento strategico decisionale per l'adozione di tecnologie di protezione ambientale.

Una tabella presente nella pubblicazione, in cui si paragona l'efficienza di varie tecnologie di contenimento nei confronti di vapori organici, vapori inorganici e particolato, evidenzia

come l'unico sistema adeguato nei confronti di tutte le tre famiglie di sostanze risulta essere l'abbattitore a umido, con un'efficacia media pari al 95%.

La tabella successiva riporta la sintesi dei dati di emissione e gli indici ambientali calcolati.

Tabella 4. 5: Emissioni aeriformi di un'azienda rappresentativa del settore.

Prescrizioni particolari	PT, FN + FA
numero camini	6
portata totale (m³/h)	73572
portata media (m³/h)	14714,4
<i>Polveri</i>	
flusso di massa (g/h)	274,71
Flusso di massa limite (g/h)	
concentrazione media (mg/m ³)	3,39
limite max (mg/m³)	10
1-[(Cx/Clim)]%	66,1
Quantità annua (gg x h) Kg/a	483,49
Quantità annua / t produzione	0,69
<i>formaldeide</i>	
flusso di massa (g/h)	0
concentrazione media (mg/m³)	0
<i>fenolo</i>	
flusso di massa (g/h)	0
concentrazione media (mg/m³)	0
SOV	
flusso di massa (g/h)	0
concentrazione (mg/m³)	0
<i>ammine</i>	
flusso di massa (g/h)	0
concentrazione (mg/m³)	0

Depuratori a umido (Scrubber)

E' un sistema di abbattimento che consiste nel convogliare le emissioni gassose inquinate dentro una torre all'interno della quale viene realizzato un intimo contatto tra i gas che salgono e soluzioni acquose discendenti dall'alto finemente suddivise in modo da ottenere un trasferimento di contaminanti dal gas al liquido.

I gas uscenti dall'alto risulteranno convenientemente depurati. Rimane il problema dello smaltimento dei liquidi esausti o dei precipitati uscenti dal basso, possibile ma costoso.

Con una sola apparecchiatura è possibile in alcune applicazioni abbattere completamente da gas odori, ammoniaci, acido solfidrico, fenoli, mercaptani, ecc.

A volte si possono recuperare le sostanze assorbite per successiva distillazione, stripping o precipitazione.

Le portate trattate arrivano fino a 25mc/s con concentrazione di solidi fino a 7000mg/mc

Filtri a maniche

Sono depolveratori automatici, adatti ad un funzionamento continuo: possono trattare gas con polveri molto fini, conservando un rendimento di captazione molto elevato, anche per particelle aventi dimensioni inferiori a 0,1 μ .

Gli elementi filtranti attraversati dal gas inquinato sono costituiti da tubi forati di dimensioni opportune ricoperti da un tubo di tessuto filtrante, o manica, le cui caratteristiche sono determinate in funzione di ogni specifica applicazione. Con l'impiego di particolari tessuti possono essere adoperati fino a temperature di 200° C. L'efficienza di filtrazione supera il 99% e le portate arrivano fino a 25mc/s.

4.3.2 RUMORE (si rimanda alla trattazione nella fase stampaggio)

4.3.3 RIFIUTI

In ogni caso, sono considerati "rifiuti" ai fini del calcolo degli indicatori, quelli che compaiono nei registri di carico e scarico della ditta e nella comunicazione annuale.

Per quanto concerne l'aspetto qualitativo della produzione di rifiuti, si fa riferimento alla classificazione prevista dal D. Lgs. 22/97 che distingue i rifiuti tra pericolosi e non pericolosi, con maggiore impatto ambientale per i rifiuti appartenenti alla prima categoria.

Per la classificazione del rifiuto si rimanda al D. Lgs. 22/97 così come modificato dalla Decisione comunitaria 2000/532/CE e s.m.i.

Rifiuti non pericolosi

Peculiarità delle fonderie è quella di utilizzare, in tutto o in parte, materiale refrattario che, una volta processato, non può essere riciclato ma deve essere smaltito come rifiuto non pericoloso, ed ammonta ad alcune centinaia di tonnellate/anno.

Ad esso si aggiunge, ma in quantità molto ridotte, la polvere proveniente dai dispositivi di filtrazione degli effluenti aeriformi (unità di tonnellate/anno).

Sarebbe importante, in termini di ricaduta ambientale, poter intravedere un riutilizzo del materiale che costituisce anime e conchiglie che attualmente è rifiuto a perdere. Sono operanti sul territorio industrie che recuperano tali terre di fonderia, generando in tal modo un indotto virtuoso che consente presumibilmente anche un rilevante vantaggio economico.

Rifiuti pericolosi

Sono costituiti da un'unica voce (soluzioni acide da abbattimento di sostanze gassose) che deriva dalla depurazione di contaminanti presenti negli effluenti aeriformi provenienti dai reparti di formazione anime e fusione.

Come visto in tema di emissioni aeriformi, la predisposizione di contromisure all'inquinamento atmosferico deve essere valutata in termini di efficacia e di efficienza ambientale, superando la filosofia del rispetto dei limiti di legge per sposare la scelta della migliore tecnologia disponibile a prescindere, ove ragionevole, da considerazioni di ordine economico.

L'opzione della decontaminazione a umido se, da un lato, conduce alla produzione di un rifiuto pericoloso, dall'altro permette la difesa ambientale da una immissione di sostanze che, seppure ipoteticamente scaricate in entità legittima, creerebbero un danno cronicamente protratto per l'ambiente stesso.

Tabella 4. 6: Azienda rappresentativa del settore, prodotti utilizzati rifiuto annuo (t/a)

	1998	1999	2000	Tonnellate/procapite	
				Range distretto	Media distretto
Rifiuti solidi derivanti dal trattamento ad umido dei fumi (100606) P	8,1	6,6	9,36	0,5-0,3	0,4
Polveri da gas di combustione diverse da 100815 (100816)	2,76	3,24	2,46	0,15-0,97	0,12
Forme ed anime da fonderia non utilizzate diverse da 101005 (101006)	730	710	150	77-9,3	16,4
Scorie di fusione (101003)				26-2,8	9,6
Rifiuti non specificati altrimenti (101099) - terre di fonderia -	36	44	608,8 1	43,6-12,3	38

Tabella 4. 7: azienda rappresentativa del settore, riepilogo rifiuti in sintesi

solidi (t/a)	761,27
liquidi (t/a)	9,36
pericolosi (t/a)	9,36
non pericolosi (t/a)	761,27
pericolosi/produzione (kg rifiuto/t prodotto)	13,37
non pericolosi/produzione (kg rifiuto/t prodotto)	1087,53
Percentuale di rifiuti smaltiti in modo differenziato	

4.3.4 CONSUMI DI COMBUSTIBILI E DI ENERGIA

Il consumo energetico risulta costituito principalmente dall'energia elettrica che alimenta le attrezzature, le macchine ed i forni.

Un'evoluzione nella strategia energetica del reparto potrebbe essere condotta riconvertendo i forni fusori, che attualmente sono riscaldati a gas metano, in forni ad induzione, che stanno rapidamente sostituendo i forni a combustibile per più motivi (principalmente risparmio energetico) così riassumibili:

- il forno a combustibile sfrutta un principio di riscaldamento indiretto, e cioè la fiamma scalda il crogiolo che contiene il metallo ad una temperatura notevolmente più alta di quella di fusione, bruciando e volatilizzando una quantità di metallo quantificabile in una percentuale compresa tra il 7 e l'8%, che se ne va insieme ai fumi di combustione.
- il forno ad induzione sfrutta un sistema di riscaldamento diretto in quanto l'energia elettrica viene indotta magneticamente sull'ottone/bronzo da fondere senza passaggi termici intermedi. Non vi è consumo di ossigeno oltre a quello dovuto alla naturale ossidazione del metallo fuso a contatto dell'aria. Il calo di fusione non supera la percentuale del 2-3%.

Il forno a combustibile non presenta composizione omogenea del bagno in quanto il metallo è costituito da elementi di diverso peso specifico e non essendo presenti mescolatori si evidenzia la tendenza della lega a scomporsi.

Il bagno del forno ad induzione è sempre in movimento e perciò assolutamente omogeneo. I forni ad induzione sono spesso costituiti da 2 bacini, uno di carico e l'altro di prelievo, permettendo colate con metallo pulito e a temperatura costante mentre si continua ad alimentare il forno stesso nel bacino di carico. Nel forno a combustibile è presente un unico bacino per il carico ed il prelievo. La gestione economica del forno ad induzione è favorevole, richiedendo manutenzione minima e sostituzione dei refrattari esausti mediamente ogni 2 anni, mentre il forno a combustibile richiede la sostituzione del crogiolo ogni 30-40 giorni lavorativi.

Per quanto riguarda infine la sicurezza degli addetti esiste una notevole differenza nell'operare su un forno a combustibile con fiamme che possono fuoriuscire dal forno e con temperature elevate unita alla carenza di ossigeno dovuta al processo di combustione, ed operare su un forno ad induzione che riverbera il solo calore del bagno di fusione ed è esternamente ben isolato.

Parlando di energia ci si riferirà, salvo diversa specificazione, alla somma dell'energia elettrica prelevata dalla rete ENEL e del contenuto energetico dei combustibili liquidi o gassosi utilizzati (vedi mod. conversione stampaggio).

Tabella 4. 8: azienda rappresentativa del settore, consumi energetici

Energia elettrica (kwh/a)	412000
Metano (m3/a)	247000
Gasolio (t/a)	0
Tep	297,3
Tep rapportate a tonn prodotto	0,42

4.3.5 CONSUMI DI ACQUA

In reparto fonderia non si registrano consumi di acqua destinata al ciclo tecnologico, ad eccezione di 9,36 mc che vengono utilizzati per l'abbattimento degli inquinanti nell'impianto ad umido e che per tale ragione vengono smaltiti come rifiuti pericolosi. Il consumo d'acqua per usi igienico-potabile ammonta a 1304 mc/anno.

Percentuale di riutilizzo dell'acqua

Formula: $[Q_r / (Q + Q_r)] \times 100$

Q: quantità totale d'acqua prelevata nell'arco dell'anno (m³)

Q_r : quantità d'acqua riutilizzata nell'arco dell'anno (m³).

Si intende come acqua riutilizzata l'acqua che, una volta espletata la sua funzione all'interno di un ciclo produttivo, viene reimpiegata per svolgere le stesse o altre funzioni. Ad esempio l'acqua impiegata come fluido di raffreddamento per un processo può, dopo aver subito un parziale abbassamento della temperatura in fase evaporativa, essere nuovamente impiegata, assieme ad altra acqua di reintegro, all'interno dello stesso ciclo di raffreddamento, oppure con altre funzioni in un'altra fase del processo.

Tabella 4. 9: azienda rappresentativa del settore, consumi idrici

acqua pozzo	no
acqua potabile (m3/a)	1304
acqua riutilizzata	0
Volume acqua per unità materia prima lavorata (mc/T)	1,86

Depiombatura

La presenza di piombo nelle leghe che costituiscono i manufatti di rubinetteria e valvolame può portare alla cessione di tale metallo nell'acqua potabile condottata che venga in contatto con tali materiali.

Il problema si pone soprattutto per quanto riguarda i mercati esteri, con particolare riguardo agli Stati Uniti che dispongono di una normativa particolarmente restrittiva, che si propone la tutela del consumatore nei riguardi dell'esposizione per via alimentare del metallo in quanto tossicologicamente dotato di proprietà pericolose.

Attualmente tale fase di lavorazione non è inserita tra quelle caratteristiche di un normale ciclo produttivo degli insediamenti di fusione, ma l'abbattimento della cessione di piombo dai manufatti deve essere considerato in futuro come un trattamento irrinunciabile anche sulla base della vigente legislazione nazionale sulle acque potabili. E' disponibile al riguardo un processo in grado di ottenere un prodotto conforme ai precetti legislativi che si basa su trattamenti in successione in bagni in grado di eliminare i fenomeni di solubilizzazione del piombo dal manufatto e di garantire l'erogazione di acqua potabile conforme al dettato della normativa,

Tale processo si avvale di successivi lavaggi in soluzioni saline in grado di eliminare la cessione, e di ricondurla a valori accettabili per i limiti di norma.

4.4 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Per la valutazione degli aspetti ambientali significativi si è utilizzata la metodologia utilizzata nel capitolo sullo stampaggio. Nella tabella successiva sono riportati i giudizi sul rischio derivati dai calcoli effettuati

Fase	Rumore	Rifiuti	Aria	Consumo Energia	Acqua	Suolo	Scarico energia termica
Magazzino Materie Prime	PS	T	T	T	-	T	-
Magazzino Prodotti finiti	PS	T	T	T	-	T	-
Formatura anime shell	PS	PS	PS	PS	-	PS	-
Formatura gusci shell	PS	PS	PS	PS	-	PS	-
Formatura verde	PS	PS	PS	PS	-	PS	-
Fusione	S	S	PS	S	-	PS	-
Colata	S	S	PS	S	-	PS	-
Distaffaggio	S	S	PS	PS	-	S	-
Burattatura	S	S	PS	PS	-	S	-
Deposito temporaneo rifiuti	PS	S	PS	B	-	S	

T = trascurabile

PS = poco significativo

S= significativo

P = prioritario