



quaderni
di Monitor
10>14

Linee guida per la sorveglianza degli inceneritori

inceneritori
monitoraggio


monitor

Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna



moniter

quaderni


moniter

Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna

“Quaderni di Monitor”

Collana di documentazione a cura di

Regione Emilia-Romagna

Servizio Comunicazione, Educazione alla
sostenibilità

Responsabile: Paolo Tamburini

Arpa Emilia-Romagna, Area Comunicazione

Responsabile: Mauro Bompani

Impaginazione: Stefano Folli,

Arpa Emilia-Romagna

Realizzazione tipografica a cura del Centro
stampa della Regione Emilia-Romagna



Linee guida per la sorveglianza degli inceneritori

Responsabile Linea progettuale 1: Valeria Biancolini

Responsabile Linea progettuale 2: Mauro Rossi

Bologna, gennaio 2014

ISBN 978-88-907370-6-0



Linee guida per la sorveglianza degli inceneritori

Il progetto Monitor *Benedetto Terracini* | p. 5

Caratterizzazione e diffusione delle emissioni *Mario Cirillo* | p. 7

Presentazione | p. 11

Linee guida per la sorveglianza degli impianti di incenerimento | p. 13

Introduzione | p. 15

Obiettivo | p. 18

Caso studio | p. 19

Piano di monitoraggio e controllo | p. 26

Responsabilità nell'esecuzione del Piano | p. 48

Comunicazione dei risultati del monitoraggio | p. 49

Linee guida per la realizzazione della sorveglianza ambientale | p. 71

Introduzione | p. 73

1. Supporto modellistico alla pianificazione delle campagne di monitoraggio dell'impatto di un inceneritore | p. 75

2. Stima della numerosità delle rilevazioni dei metalli pesanti ai fini di analisi statistiche su dei siti di rilevazione: analisi pilota sulla popolazione di dati dei metalli della città di Bologna | p. 102

3. Scelta e metodologia di monitoraggio degli inquinanti atmosferici nell'area circostante gli impianti di incenerimento | p. 114

4. Metodologia di monitoraggio della matrice suolo nell'area circostante gli impianti di incenerimento | p. 121

Responsabili delle azioni | p. 128



Benedetto Terracini

Presidente del
Comitato scientifico
di Monitor

Il progetto Monitor

Nel 2007 la Regione Emilia-Romagna decise di investire oltre tre milioni di Euro in una serie di indagini intese a chiarire - nei limiti degli strumenti di ricerca disponibili - gli effetti ambientali e sanitari degli inceneritori di rifiuti urbani presenti in regione (otto attivi in quel momento e uno dismesso da qualche tempo).

La complessa serie di indagini ha preso il nome di Monitor (Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna) ed è stata condotta da decine di tecnici e specialisti qualificati, prevalentemente di Arpa Emilia-Romagna e della Regione, affiancati da apporti provenienti da altri centri di ricerca e università.

Il progetto si svolge su una vasta ampiezza di temi. Sono cinque le linee di intervento tecnico scientifico esperite: indagine sulle emissioni in atmosfera degli impianti, indagine sulle ricadute e sugli effetti ambientali, individuazione della popolazione esposta nel corso degli scorsi decenni agli inceneritori e indagine epidemiologica sulla loro salute (230.000 persone, circa il 5% della popolazione regionale), ricerche di laboratorio sugli effetti tossici delle emissioni dagli impianti.

Ad esse si affiancano una linea di intervento volta a definire un protocollo per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) della realizzazione di infrastrutture e una linea di comunicazione del progetto e dei suoi risultati. Infatti, parte della motivazione a realizzare questo impegnativo progetto nasce dalle sollecitazioni che settori della cittadinanza avanzano verso la Pubblica Amministrazione e le autorità sanitarie e ambientali, spinti da ansie e timori per gli effetti che questa forma di smaltimento dei rifiuti genera. La

definizione partecipata di strategie di contenimento dei rischi e di tutela della salute sottintende una continua e trasparente comunicazione tra ricercatori e pubblico, in merito tanto a risultati scientifici validati quanto alle incertezze

Mario Cirillo

Istituto superiore
protezione e ricerca
ambientale (Ispra)

Caratterizzazione e diffusione delle emissioni

La Linea Progettuale 1 si concentra sulla caratterizzazione di *quanto viene emesso oggi dai camini di un inceneritore esistente dotato delle migliori tecnologie attualmente disponibili, ed esercito al meglio*. Le precisazioni temporali, tecnologiche e sulle modalità di esercizio dell'impianto non sono incidentali, ma essenziali per circostanziare correttamente valore e limiti di questa indagine: detto in altri termini, i risultati non sono quelli di un inceneritore come funzionava quaranta anni fa, né quelli di un inceneritore come funziona oggi ma con tecnologie non all'avanguardia, né quelli di un inceneritore che non sia esercito al meglio.

Ciò premesso bisogna dire che lo sforzo fatto è notevole e lo dimostra tra l'altro la quantità di parametri misurati, che vanno anche al di là di quanto previsto dalla normativa vigente: in pratica è stato preso in considerazione tutto quanto è ragionevolmente caratterizzabile e misurabile nelle emissioni di un inceneritore, programmando e attuando un consistente piano sperimentale di campionamento e misura. La comparazione dei risultati con indagini analoghe o similari costituisce un indubbio valore aggiunto per la corretta contestualizzazione degli esiti di questa Linea Progettuale.

La mole di dati, informazioni e prodotti scaturiti dalle attività della Linea Progettuale 1 è cospicua, e non c'è dubbio che il *focus* è la caratterizzazione delle *polveri* (dette anche particolato) emesse al camino da un inceneritore; di queste si sono indagate le dimensioni (PM_{10} , $PM_{2,5}$, nanopolveri, ...), le caratteristiche fisiche e morfologiche, la composizione

chimica e la *numerosità* in un'ottica che, oltre a consentire un raffronto con i limiti alle emissioni imposti dalla normativa, vuole iniziare a dare delle risposte a quesiti e problemi che si sono oramai stabilmente affacciati all'attenzione non solo del mondo della ricerca ma anche presso l'opinione pubblica e i *mass media*. Mi riferisco in particolare alle nanopolveri (dette anche *particelle ultrafini*) le cui dimensioni, inferiori ai 100 nanometri, le rendono trascurabili in termini di massa – e non dimentichiamo che i valori limite delle polveri attualmente previsti dalla normativa sono tutti riferiti a *concentrazioni in massa* – per cui un loro apprezzamento va fatto in termini di *numerosità*, con metodiche diverse da quelle adottate tradizionalmente.

Per quanto riguarda il raffronto con i limiti di legge i risultati delle misure effettuate evidenziano con chiarezza quanto già noto agli addetti ai lavori, ma forse meno al pubblico in generale, e che cioè *un inceneritore dotato delle migliori tecnologie ad oggi disponibili ed esercito al meglio* – di nuovo il richiamo alle tecnologie e alla modalità di gestione non è incidentale – *emette particolato, diossine, furani, idrocarburi policiclici aromatici e metalli in misura di molto inferiore agli attuali valori limite di emissione*.

Dalle misure effettuate risulta che la stragrande maggioranza in numero delle polveri emesse dall'inceneritore sono particelle ultrafini (nanopolveri). Utile l'analisi comparativa dei risultati delle misure fatte con dati disponibili su caldaie per riscaldamento: il numero specifico di particelle emesse dall'inceneritore è inferiore, anche di molto (da 100 a 10.000 volte), rispetto a quello di caldaie a pellet di legna e a gasolio, e superiore di circa 10 volte a quello di caldaie a gas naturale.

La Linea Progettuale 2 si concentra sulla *discriminazione del contributo dell'inceneritore all'inquinamento dell'aria* rispetto alle altre fonti di emissione. A tale scopo sono stati messi in campo attività sia modellistiche che sperimentali, sempre baricentrate sul particolato.

La modellistica, propedeutica alle misure in campo, è stata orientata a individuare sul territorio coppie di punti che differiscono solo per l'impatto dell'inceneritore (massimo in uno, minimo nell'altro): l'idea di base è che eventuali differenze tra i due siti vanno ragionevolmente

ascrritte all'inceneritore. Va detto che le ponderose analisi modellistiche realizzate sono state portate avanti nella consapevolezza che il “segnale” da catturare (il contributo delle emissioni dell'inceneritore all'inquinamento dell'aria) risultava essere enormemente più piccolo del “rumore” (il contributo di tutte le altre sorgenti di emissione); comunque sulla base delle risultanze modellistiche si sono individuati i siti dove realizzare le campagne sperimentali di misura di concentrazione in aria di inquinanti.

I risultati delle indagini sperimentali confermano la impossibilità di discriminare attualmente, con misure di concentrazioni in massa di particolato, una “traccia” dell'inceneritore: in altre parole *i punti sul territorio circostante l'inceneritore dove si è stimato modellisticamente che l'impatto dell'inceneritore è massimo e quelli dove si è stimato essere minimo non differiscono significativamente tra loro sulla base delle misure effettuate.*

Il passo successivo è stato l'esame sperimentale delle singole specie chimiche del particolato misurato nell'aria e la successiva elaborazione dei dati, nella speranza di trovare uno o più *marker* delle emissioni dell'inceneritore: anche questa strada, peraltro condotta a fondo facendo uso di analisi statistiche multivariate, ha confermato *la non discernibilità di una traccia “chiara e distinta” dell'impatto dell'inceneritore sulla qualità dell'aria.*

La Linea Progettuale 2 prevede anche un'analisi micrometeorologica e la concomitante analisi della distribuzione degli inquinanti in atmosfera con elevato grado di dettaglio spazio-temporale, sempre in area potenzialmente interessata dalle ricadute di un inceneritore. Si evidenzia come l'andamento dell'inquinamento atmosferico durante le ore della giornata, sia nel periodo invernale che estivo, sia nei giorni feriali che festivi, è *compatibile con le emissioni delle attività tipicamente urbane e in particolare del traffico veicolare.*

Infine il monitoraggio relativo al contenuto di microinquinanti nel suolo, che fa parte dell'ultima azione prevista dalla Linea Progettuale 2, riveste particolare interesse in quanto il suolo, contrariamente all'aria, ha memoria

delle deposizioni inquinanti che si sono succedute nel corso degli anni. L'indagine ha rilevato un accumulo di inquinanti negli strati superficiali del suolo in tutti i siti indagati, evidenziando peraltro una qualità del suolo superficiale non drammatica, con l'indice di geoaccumulo che va da "non contaminato" a "moderatamente contaminato". Campionamenti effettuati nell'arco di due anni evidenziano che il fenomeno della ricaduta di inquinanti al suolo è tuttora in atto, e *va ascritto principalmente all'azione inquinante del traffico veicolare a cui si vanno sovrapponendo localmente fenomeni di contaminazione di differente origine.*

Le analisi di diossine e furani hanno messo in evidenza che non esistono emergenze di accumulo di tali microinquinanti.

A conclusione di questa premessa mi sia consentito di fare qualche breve considerazione che esula dagli aspetti meramente tecnici delle Linee Progettuali 1 e 2.

L'elemento che emerge da queste attività di Monitor è inequivoco: *l'impatto di un inceneritore dotato delle migliori tecnologie disponibili ed esercito al meglio sulla qualità dell'aria è talmente basso da essere indiscernibile.*

Eppure gli inceneritori sono tra gli impianti più avversati dall'opinione pubblica.

Esiste dunque un forte *disallineamento* tra quanto emerge dalle indagini quali quelle qui presentate, e le percezioni di significative parti della pubblica opinione. Perché? Forse si pensa che gli inceneritori sono ancora quelli di quarant'anni fa? Oppure c'è il sospetto che – per motivi meramente economici o per inefficienza o altro – vengano esercitati male? O forse ci si chiede, dovendo chi "vende" il servizio di uno o più inceneritori massimizzarne l'utilizzo e quindi indurre i propri "clienti" a bruciare più rifiuti possibile, come questo si sposa con una razionalizzazione e ottimizzazione dell'intero ciclo dei rifiuti?

Presentazione

Questo “quaderno di Monitor” contiene le linee guida per la sorveglianza degli impianti di incenerimento, ovvero un “modello condiviso” di piano di monitoraggio e controllo applicato al caso specifico di un impianto di incenerimento di rifiuti urbani esistente e soggetto ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), e le linee guida per la realizzazione della sorveglianza ambientale.

Il volume si riferisce alle attività effettuate durante il progetto Monitor, anno 2009.



Linee guida per la sorveglianza degli impianti di incenerimento

Linea progettuale 1 azione 1

Autori: Gianna Sallese, Daniela Berti, Marco Canè, Stefano Fornaciari, Stefano Forti, Enrico Ghigli

Arpa Emilia-Romagna



Introduzione

Questo documento illustra un “modello condiviso” di piano di monitoraggio e controllo applicato al caso specifico di un impianto di incenerimento di rifiuti urbani esistente e soggetto ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Il “modello condiviso” è il frutto di un lavoro delle Agenzie Ambientali, per tramite del Gruppo di Consultazione Permanente in materia di IPPC, che in questo modo ha pensato di fornire un contributo a tutti i soggetti interessati all’attuazione della direttiva, redigendo un documento che permettesse una pluralità di scopi:

- La verifica di conformità dell’impianto all’AIA
- Una raccolta dati per comunicazioni INES
- La verifica di una buona gestione dell’impianto
- La verifica delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) adottate.

Il caso che si propone fa dunque parte di un documento dal titolo *“IPPC-Prevenzione e Riduzione Integrata dell’Inquinamento. Il contenuto minimo del piano di monitoraggio e controllo”*, la cui stesura si è conclusa a luglio 2006, composto da uno schema generale di piano di monitoraggio e di allegati in cui lo schema è applicato a casi studio.

Arpa Emilia-Romagna ha redatto quelli relativi ad un impianto di incenerimento ed ad una ceramica.

Si tratta di un esempio, che si ritiene però sia sufficientemente rappresentativo delle esigenze di monitoraggio e controllo degli inceneritori di rifiuti in generale.

Nel corso del 2006 il documento è stato condiviso all’interno di Arpa Emilia-Romagna da un gruppo di lavoro che ha contribuito alla redazione delle specifiche circa le modalità di restituzione dei dati di autocontrollo da parte del Gestore.

A maggio 2006 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il decreto legislativo 152 “norme in materia ambientale” che non modifica la normativa cui fare

riferimento nel caso specifico degli inceneritori soggetti ad AIA.

Gli inceneritori rispondono da circa un anno ad una normativa di settore, il decreto legislativo 133/05, che si configura come una vera e propria disciplina quadro in materia di incenerimento e co-incenerimento di rifiuti pericolosi e non pericolosi. Ovviamente non tutti gli inceneritori ricadono nel decreto legislativo 59/05 (IPPC).

Spesso le normative di settore forniscono ampie indicazioni in merito ai limiti di emissione, ma poche indicazioni in termini di controllo inteso come in questo documento, ovvero come pianificazione e realizzazione di azioni. Il 133/05 si configura invece come un testo di “requisiti minimi vincolanti” per l’intera categoria degli inceneritori ed il piano di monitoraggio approvato con l’autorizzazione non potrà che allinearsi largamente alla normativa specifica. In particolare il decreto contiene disposizioni che riguardano metodi di campionamento, di analisi e di valutazione degli inquinanti, indica ai soggetti incaricati dei controlli i campionamenti che sono autorizzati ad effettuare a spese del titolare della autorizzazione ed impone ai gestori degli impianti aventi una capacità nominale di due o più tonnellate/ora di fornire all’autorità competente tutte le informazioni relative alla gestione degli impianti stessi attraverso una relazione annuale, resa accessibile al pubblico, sull’andamento del processo di combustione e sulle emissioni in atmosfera e nei corpi idrici. Le prescrizioni riportate possono dunque configurarsi come BAT.

Inoltre si può considerare già completata per questa tipologia di impianti l’analisi del rischio, essendo già definiti:

- Le caratteristiche generali del sistema di monitoraggio delle emissioni di cui l’impianto dovrà essere dotato (INTENSIVO)
- Il numero di visite ispettive (ordinarie) attribuite all’autorità competente per i controlli.

Nella richiesta di AIA il gestore presenta un piano di monitoraggio e controllo per la cui costruzione si fa riferimento a documenti comunitari e nazionali (Bref Monitoring Systems; Linea guida nazionale relativa ai sistemi di monitoraggio e controllo recepita nel Decreto 31 gennaio 2005) che delineano le caratteristiche del controllo nel nuovo scenario normativo le quali prevedono:

- Definizione dello scopo del monitoraggio
- Definizione di intensità e frequenza correlate al rischio ambientale
- Scelta dei parametri diretti/surrogati
- Attenzione all'intera catena di produzione dei dati
- Codifica delle azioni di reporting.

Il piano rappresenta dunque l'insieme delle procedure e delle tecniche che consentono, da un lato, di mantenere una conoscenza continua e d'insieme sull'evoluzione dei parametri ambientali di rilievo per l'esercizio di un impianto e dall'altro lato, di costituire la base informativa per l'azione di verifica di conformità rispetto ai VLE contenuti nell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

Il piano è fondamentalmente sotto la responsabilità operativa del gestore, ma potrà prevedere azioni e ispezioni ordinarie da parte dell'autorità competente per i controlli.

E' quindi importante che siano scritti in modo chiaro tutti gli elementi che caratterizzano la catena di produzione dei dati, con specifico riguardo alle metodologie di prelievo e di analisi ed ai criteri per la loro valutazione ai fini della verifica di conformità dell'impianto alle condizioni fissate nell'AIA. La peculiarità di IPPC di poter fissare valori limiti ricavandoli dal range prestazionale fissato dalle MTD, rende molto delicata la determinazione della catena di produzione del dato.

Il piano infatti, deve essere valutato sia rispetto alla sua effettiva congruenza con la variabilità del processo che deve essere controllato, in termini di frequenze e tipologie di rilevamenti, sia rispetto alla sua fattibilità rispetto all'intera catena di produzione del dato, fattori che determinano in modo decisivo anche i costi dell'intero piano di monitoraggio e controllo.



Obiettivo

Il caso studio contenuto in questo documento intende rappresentare un esempio di piano di monitoraggio e controllo allegato dal Gestore nella domanda di Autorizzazione Ingrata Ambientale relativa ad un impianto di incenerimento dei rifiuti urbani con potenzialità maggiore di 3 t/h, dunque soggetto alla normativa sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento nel settore IPPC 5.2.

Si tratta di un esempio, che si ritiene possa essere sufficientemente rappresentativo delle esigenze di monitoraggio e controllo degli inceneritori di rifiuti in generale, restando comunque di un modello ipotetico da testare effettivamente nel momento di redazione dell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

Partendo da una ricognizione delle caratteristiche degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani e speciali soggetti ad AIA presenti sul territorio della regione Emilia-Romagna e tenendo in considerazione:

- le raccomandazioni indicate nello “schema per la redazione del piano di monitoraggio e controllo” contenuto nelle “Linee guida recante i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili” (rif DM 31 Gennaio 2005 pubblicato sul supplemento ordinario n. 107 alla Gazzetta Ufficiale - serie generale 135 del 13 giugno 2005),
- il Bref Waste Inceneration (luglio 2005)
- il D.lgs 133/05.

Sono stati identificati e declinati gli aspetti ritenuti essenziali ai fini sia della verifica di conformità con le condizioni dell'autorizzazione, sia degli obiettivi conoscitivi richiesti dalla normativa IPPC.

Caso studio

L'impianto che si sta considerando tratta un rifiuto urbano con un potere calorifico inferiore (PCI) mediamente pari a 10,5 MJ/kg (2.500 kcal/kg). E' realizzato su due linee, ognuna con capacità di smaltimento di 15,5 t/h, su un periodo di funzionamento annuo di circa 325 gg/anno, pari a 7700 ore annue per linea, operando di norma ad una capacità pari al 90% di quella di progetto.

Ne consegue che ogni linea brucia circa:

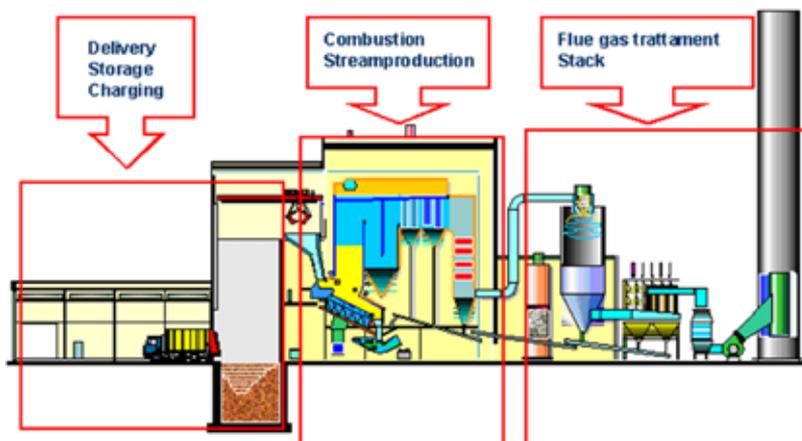
- Linea 1: 100.000 t/a
- Linea 2: 100.000 t/a.

Il calore prodotto è usato per generare elettricità

Di seguito è mostrato uno schema a blocchi di un inceneritore con recupero energetico.

I. Configurazione dell'impianto

Schema tipico di inceneritore con recupero di energia (WTE)



L'impianto è dunque costituito da:

- Una sezione di stoccaggio dei rifiuti in ingresso
- Una sezione di combustione e recupero di energia termica tramite

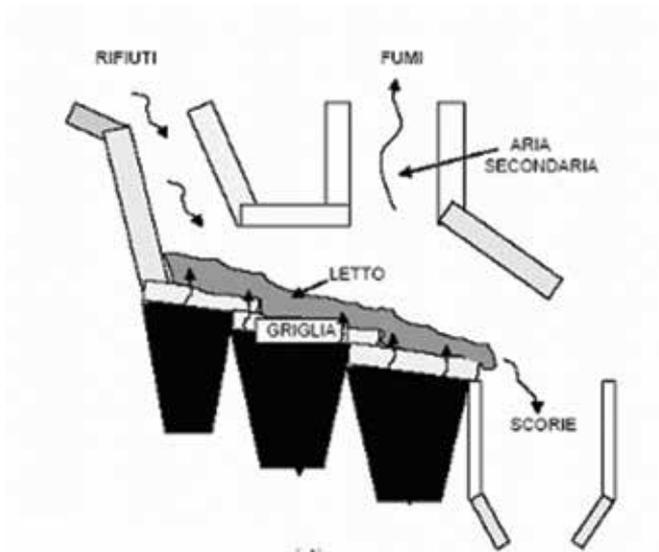
produzione di vapore surriscaldato, costituita da due linee operanti in parallelo

- Una sezione di produzione di energia elettrica costituita da una unica turbina a vapore accoppiata ad un generatore
- Una sezione di depurazione fumi costituita da due linee operanti in parallelo e totalmente indipendenti fra loro, ciascuna asservita alla rispettiva linea di combustione e generazione di vapore
- Due condotte indipendenti di scarico dei fumi depurati in atmosfera
- Sistemi di monitoraggio e controllo della combustione, delle concentrazioni degli inquinanti a monte delle apparecchiature per la depurazione dei fumi (utilizzato per il dosaggio dei reagenti), dei fumi in uscita al camino, montati su ognuna delle due linee.

Gli automezzi di conferimento del rifiuto all'impianto, dopo essere stati pesati e registrati, accedono al fabbricato avanfossa per procedere con le operazioni di scarico dei rifiuti nella fossa di ricezione e stoccaggio (fossa rifiuti). Il fabbricato consente di effettuare le operazioni di scarico in un ambiente coperto, mantenuto in depressione mediante aspirazione dell'aria per evitare la fuoriuscita di polveri ed odori.

Un carroponete preleva i rifiuti dalla fossa rifiuti per alimentare il forno, attraverso la sua tramoggia di caricamento.

Sulle **Linee 1 e 2** è utilizzata la tecnologia di combustione “forno a griglia mobile”.



Il parametro di maggiore interesse per la valutazione delle prestazioni complessive della griglia è costituito dal carico termico superficiale, che deve essere idoneo ad assicurare una elevata efficienza di combustione. Le scorie residue del processo vengono scaricate dalla parte finale della griglia con sistemi di vasche di accumulo a bagno d'acqua, che provvedono al loro raffreddamento.

I fumi in uscita dalla camera di combustione entrano nel generatore di vapore ad una temperatura di circa 1000 °C ed escono ad una temperatura di circa 250 °C.

La turbina a vapore è del tipo a condensazione multistadio ed è in grado di produrre, alle condizioni di esercizio, una potenza elettrica ai morsetti del generatore pari a 10,5 MW. Il condensatore di vapore ad aria consente di eliminare il consumo di acqua di raffreddamento evitando le emissioni di vapore d'acqua dalle torri evaporative. Il sistema in circuito chiuso, realizzato mediante aerotermini, riduce al minimo i consumi di acqua.

La produzione specifica di energia elettrica è di 0,7 kWh/kgRSU.

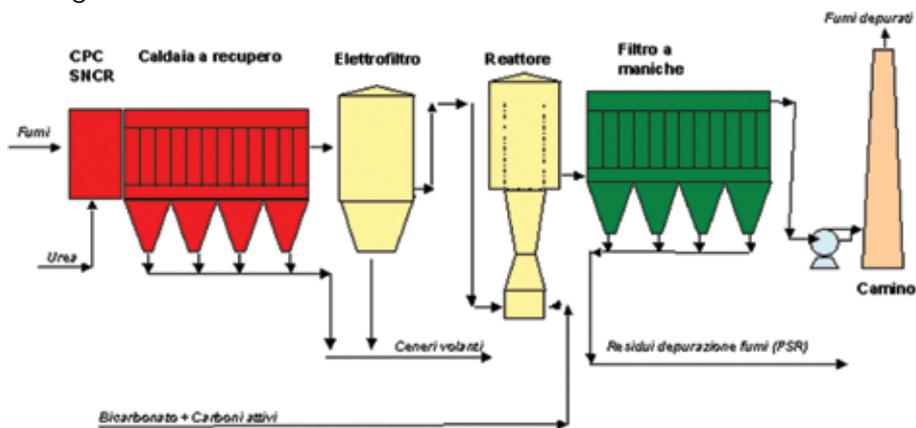
La successiva tabella riassume i processi utilizzati nell'impianto per la rimozione degli inquinanti contenuti nei fumi.

Processo	Trattamento	Inquinanti
Filtrazione /assorbimento	"A secco"	Polveri, metalli pesanti adsorbiti, gas acidi
Adsorbimento	Iniezione di carbone attivo	Mercurio, diossine, altri microinquinanti organici
Ossidazione/riduzione	DENOx SNCR DENOx SCR	Ossidi di azoto Ossidi di azoto, diossine

Le **Linee 1 e 2** si differenziano per l'adozione di differenti sistemi di depurazione fumi.

II. Linea di termodistruzione n. 1

Di seguito è schematizzata la **Linea 1**.



Gli ossidi di azoto vengono abbattuti per il 50 – 60% mediante il processo riduttivo/ossidativo non catalitico DeNOx SNCR, che consiste in una iniezione di soluzione acquosa di urea all'interno del generatore di vapore in un campo di temperature comprese di norma tra 850 – 1050°C.

L'elettrofiltro abbatte le particelle di polvere. Poiché l'efficienza di un elettrofiltro diminuisce all'aumentare del tenore di polveri presenti nella corrente di fumi, ne consegue che l'efficacia dell'elettrofiltro è funzione della portata dei fumi trattata.

Successivamente è collocato un reattore di neutralizzazione dei gas acidi nel quale avviene l'iniezione di bicarbonato di sodio, reagente alcalino in



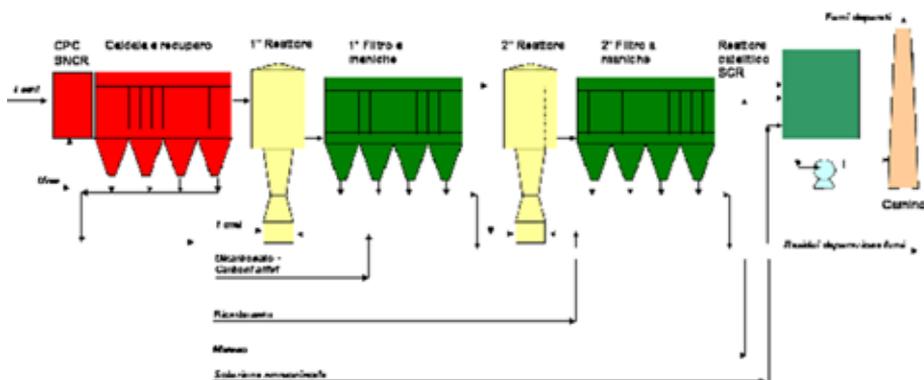
fase solida, cui segue il filtro a maniche, sistema di abbattimento dei sali di reazione e delle polveri trascinate.

L'iniezione congiunta di carbone attivo permette l'assorbimento di mercurio e diossine/furani. I metalli pesanti sono convertiti con la combustione per lo più in ossidi non volatili e nel corso del raffreddamento tendono a depositarsi sulle particelle solide. Ne consegue che quanto più efficiente risulta essere la depolverazione, tanto migliore è anche l'abbattimento dei metalli pesanti. Le prestazioni del filtro a maniche sono definibili tramite la concentrazione di polvere in uscita espressa in mg/mc.

I residui prodotti dal sistema di depurazione fumi dovranno essere smaltiti in impianti autorizzati.

III. Linea di termodistruzione n. 2

Di seguito è schematizzata la **Linea 2**.



Su questa linea la riduzione degli ossidi di azoto avviene mediante una sezione di iniezione di urea in camera di combustione (SNCR) e mediante iniezione di una soluzione ammoniacale al 24% su un catalizzatore in un apposito reattore posto in coda al sistema di trattamento (SCR).

Il sistema a rimozione catalitica (SCR) deve essere applicato ai fumi deacidificati e depolverati, funziona a temperature comprese tra 250-450 °C e consente di raggiungere abbattimenti molto elevati (70-90%), dimostrandosi inoltre efficace anche nella rimozione finale dei composti organoclorurati (diossine/furani).

La sezione di abbattimento delle polveri, degli inquinanti acidi e dei microinquinanti è costituita da:

- Primo stadio di reazione, con iniezione di carboni attivi, per l'adsorbimento dei microinquinanti
- Primo stadio di filtrazione, costituito da filtro a maniche per l'abbattimento delle ceneri volanti di caldaia e dei prodotti residui del primo di reazione
- Secondo stadio di reazione, con iniezione di bicarbonato di sodio per la neutralizzazione finale delle sostanze acide
- Secondo stadio di filtrazione costituito da un filtro a maniche per l'abbattimento dei prodotti residui del secondo stadio di reazione.

I residui del primo stadio ed i catalizzatori esausti dovranno essere smaltiti in impianti autorizzati.

I residui del secondo stadio (Prodotti Sodici Residui) saranno inviati a recupero.

Le emissioni ai camini sono monitorate in continuo per: polveri totali, monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), ammoniaca (NH₃), ossidi di zolfo (come SO₂), acido cloridrico (HCl), acido fluoridrico (HF), ossigeno (O₂), ossidi di azoto (come NO₂), composti organici volatili (come TOC), mercurio (Hg). E' montato inoltre un campionatore in continuo per diossine/furani.

Come sopra esposto, i processi di abbattimento per gli inquinanti contenuti nei fumi sono del tipo filtrazione /assorbimento "a secco".

Non essendo dunque presenti scarichi di acque reflue derivanti dagli effluenti gassosi, gli scarichi idrici riguardano:

- Scarichi di acque reflue domestiche in pubblica fognatura
- Acque di prima pioggia in pubblica fognatura
- Acque di prima pioggia in acque superficiali.

Di seguito viene mostrato il quadro sinottico delle attività e delle responsabilità dei soggetti nell'esecuzione del piano di monitoraggio e controllo di seguito declinato.

IV. Quadro sinottico delle attività di monitoraggio e controllo

Fasi	Gestore	Gestore	Arpa	Arpa	Arpa
	Autocontrollo	Reporting	Ispezioni programmate	Campionamenti/analisi	Controllo reporting
Consumi					
Materie prime	alla ricezione	annuale			annuale
Risorse idriche	mensile	annuale			annuale
Energia	giornaliero	annuale			annuale
Combustibili	mensile, semestrale	annuale			annuale
Aria					
Misure in continuo	giornaliero	giornaliero, annuale	annuale	annuale	giornaliero, annuale
Misure periodiche	trimestrale, semestrale	annuale			annuale
Acqua					
Misure periodiche	prima del convogliamento in acque superficiali	annuale	annuale	annuale	annuale
Rumore					
Misure periodiche rumore sorgenti	triennale	triennale	annuale		triennale
Rifiuti					
Misure periodiche rifiuti in ingresso	trimestrale	annuale	annuale		annuale
Misure periodiche rifiuti prodotti (residui)	mensile (solo TOC), trimestrale (scorie)	annuale	annuale		annuale
Parametri di processo					
Misure in continuo	giornaliero		annuale		annuale
Indicatori di performance	annuale	annuale			annuale
Emissioni eccezionali	in relazione all'evento	annuale			annuale

Piano di monitoraggio e controllo

I. Consumi

Tabella C1 Materie prime

Denomin.	Cod. CAS	Ubicazione stoccaggio	Fase di utilizzo	Quantità kg/a	Metodo misura	Frequenza autocontrollo	Modalità registrazione controlli	Reporting	Controllo Arpa
Bicarbonato di sodio		L1	Depurazione fumi		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting
Carboni attivi		L2	Depurazione fumi		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting
Urea		L3 Serbatoio	Depurazione fumi		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting
Soluzione ammoniacale		L4 Serbatoio	Depurazione fumi		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting
HCl		L5 Serbatoio	Demineralizzazione acqua		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting
NaOH		L5 Serbatoio	Demineralizzazione acqua		calcolo	Alla ricezione	informatizzato	annuale	Controllo reporting

Tabella C2 Risorse idriche

Tipologia di approvvigionamento	Punto misura	Metodo misura	Fase di utilizzo	Quantità utilizzata mc/a	Frequenza autocontrollo	Modalità registrazione controlli	Reporting	Controllo Arpa
Da recupero		stima	processo		mensile	calcolo	annuale	Controllo reporting
		stima	raffreddamento		mensile	calcolo	annuale	Controllo reporting
Da acquedotto	P2	contatore	processo		mensile	Compilazione registri	annuale	Controllo reporting
	P3	contatore	raffreddamento		mensile	Compilazione registri	annuale	Controllo reporting

Tabella C3 Energia

Descrizione	Tipologia	Punto misura	Metodo misura	Quantità MWh/a	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Energia importata da rete esterna	elettrica	W1	Contatore		giornaliera	Compilazione registri	Annuale	Controllo reporting
Energia prodotta	elettrica	W2	Contatore		Giornaliera	Compilazione registri	Annuale	Controllo reporting
Energia esportata verso rete esterna	elettrica	W3	Contatore		giornaliera	Compilazione registri	Annuale	Controllo reporting

Tabella C4 Combustibili

Tipologia	Punto misura	Fase di utilizzo	Metodo misura	Quantità	UM	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Metano	C1	Post combustione	contatore		mc/a	mensile	Compilazione registri	Annuale	Controllo reporting
Gasolio	C2	preriscaldamento			t/a	semestrale	Compilazione registri	annuale	Controllo reporting



II. Emissioni in aria

Tabella E1 Caratteristiche dei punti di emissione convogliate

Punto di emissione	Provenienza	Portata massima Nmc/h	Durata emissione h/giorno	Durata emissione giorni /anno	Temperatura °C – (K)	Altezza dal suolo m	Sezione di emissione mq
E1	Linea termodistruzione 1	100.000	24	325	160 – (433)	65	2,50
E2	Linea termodistruzione 2	100.000	24	325	180 – (453)	65	2,50
E3	Aspirazione fossa rifiuti e avanfossa	75.000	In caso di emergenza	In caso di emergenza	Ambiente	34	1,30
E4	Cappa saldatura	2000	2	100	Ambiente	5	0,03
E5	Sfiato serbatoio olio turbina	500	24	325	45 – (318)	5	0,03
E6	Gruppo elettrogeno	/	In caso di emergenza	In caso di emergenza	120 – (393)	4	0,03

Tabella E2 Inquinanti monitorati

Parametro/ inquinante	UM	Punto emissione	Frequenza autocontrollo	Modalità registrazione controlli	Reporting	Controllo Arpa
Portata		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Velocità		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Temperatura		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Pressione		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Tenore vapore acqueo		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Tenore volumetrico ossigeno		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	
Polveri totali		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	

Parametro/ inquinante	UM	Punto emissione	Frequenza autocontrollo	Modalità registrazione controlli	Reporting	Controllo Arpa
VOC (come COT)		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	annuale	
Acido cloridrico		E1, E2	Continuo	informatizzato	giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	annuale	
Acido fluoridrico		E1, E2	Continuo	informatizzato	giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	annuale	
Ossidi di zolfo (come SO ₂)		E1, E2	Continuo	informatizzato	giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	annuale	
Ossidi di azoto (come NO ₂)		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Monossido di carbonio		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Biossido di carbonio		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Ammoniaca (come NH ₃)		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Mercurio e suoi composti (in totale)		E1, E2	Continuo	informatizzato	Giornaliero	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Periodico semestrale	Rapporto di prova	6 mesi	
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
PM ₁₀		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	



Parametro/ inquinante	UM	Punto emissione	Frequenza autocontrollo	Modalità registrazione controlli	Reporting	Controllo Arpa
Cadmio + tallio e loro composti (in totale)		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Antimonio, arsenico, piombo, cromo, cobalto, rame, manganese, nichel, vanadio e loro composti (in totale)		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Zinco		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
Diossine/furani (I-TEQ)		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
PCB (UK COT)		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	
IPA		E1, E2	Periodico trimestrale	Rapporto di prova	3 mesi	Controllo reporting campionamento annuale ispezione programmata
			Rilascio annuale	calcolo	Annuale	

Tabella E3 Inquinanti monitorati – metodi standard di riferimento

Parametro/Inquinante	Metodi indicati
Portata e Temperatura emissione	UNI 10169
Polveri o Materiale Particellare	UNI EN 13284-1
Polveri PM ₁₀ – PM _{2,5}	EPA 201A
Metalli	UNI EN 14385 ISTISAN 88/19 - UNICHIM 723
Mercurio	UNI EN 13211 (misura discontinua) UNI EN 14884 (misura continua)
Microinquinanti Organici (diossine)	UNI EN 1948
Microinquinanti Organici (idrocarburi policiclici aromatici e policlorobifenili)	ISTISAN 88/19 - UNICHIM 825 ISTISAN 97/35 UNI EN 1948
Gas di combustione (monossido di carbonio, ossigeno, anidride carbonica)	UNI 9968 UNI 9969 Analizzatori automatici (celle elettrochimiche, UV, IR, FTIR, paramagnetiche, ossido di zirconio) UNI EN 14789
Composti organici volatili (espressi come Carbonio Organico Totale)	UNI EN 12619 (<20mg/Nmc) UNI EN 13526 (>20mg/Nmc)
Composti organici volatili (determinazione singoli composti)	UNI EN 13649
Ossidi di Zolfo	ISTISAN 98/2 (DM 25/08/00 all.1) UNI 10393 UNI 10246-1 UNI 10246-2 UNI EN 14791
Ossidi di Azoto	ISTISAN 98/2 (DM 25/08/00 all.1) Analizzatori a celle elettrochimiche UNI 9970 UNI 10878 UNI EN 14792
Acido cloridrico	ISTISAN 98/2 (DM 25/08/00 all.2) UNI EN 1911
Acido fluoridrico	ISTISAN 98/2 (DM 25/08/00 all.2) UNI 10787
Ammoniaca	UNICHIM 632 (analisi spettrofotometrica o potenziometrica con IRSA 4030)

Tabella E4 Controllo del processo Sistemi di trattamento fumi

Punto emissione	Sistema di abbattimento	Parametri di controllo del processo di abbattimento	UM	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Controllo Arpa
Linea termodistruzione 1	SNCR+ Elettrofiltro + filtro a maniche + filtro assorbente + carboni attivi	Dosaggio urea		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Dosaggio bicarbonato di sodio		Continuo	Informatizzato	Ispezione programmata
		Dosaggio carboni attivi		continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dalla caldaia. HCl		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dalla caldaia. SO ₂		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Temperatura gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Portata gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Velocità gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Pressione gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dal primo stadio di filtrazione: HCl		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dal primo stadio di filtrazione: SO ₂		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Differenza di pressione filtro a maniche		continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Efficienza delle apparecchiature di abbattimento		calcolo	Informatizzato	ispezione programmata



Punto emissione	Sistema di abbattimento	Parametri di controllo del processo di abbattimento	UM	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Controllo Arpa
Linea termodistruzione 2	SNCR + Filtro a maniche + filtro a maniche + filtro assorbente + carboni attivi + SCR	Dosaggio urea		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Dosaggio ammoniaca		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Dosaggio bicarbonato di sodio		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Dosaggio carboni attivi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dalla caldaia. HCl		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dalla caldaia. SO ₂		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Temperatura gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Portata gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Pressione gas ingresso depurazione fumi		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Differenza pressione primo filtro a maniche		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dal primo stadio di filtrazione: HCl		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Caratterizzazione fumi in uscita dal primo stadio di filtrazione: SO ₂		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Differenza di pressione secondo filtro a maniche		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata
		Efficienza delle apparecchiature di abbattimento		calcolo	Informatizzato	ispezione programmata
		Temperatura ingresso SCR		Continuo	Informatizzato	ispezione programmata

Tabella E5 Emissioni diffuse

Origine (punto di emissione)	Tipologia di Emissione Diffusa	Modalità di prevenzione	Grado di significatività	Controllo Arpa
Macinazione e dosaggio bicarbonato di sodio	Polveri leggere	Sistema confinato in locale chiuso in corrispondenza del silos di stoccaggio	Non significativa	Ispezione programmata
Dosaggio carboni attivi	Polveri leggere	Sistema confinato in locale chiuso in corrispondenza del silos di stoccaggio	Non significativa	Ispezione programmata
Stoccaggio soluzione ammoniacale	Sostanze volatili	Due serbatoi posti sotto tettoia dotati di uno sfiato limitato alle fasi di caricamento	Poco significativa	Ispezione programmata
Stoccaggio dosaggio dei reagenti chimici impianto demineralizzazione	Vapori soluzioni HCl, NaOH	L'impianto ed i serbatoi di stoccaggio sono all'interno di un locale chiuso	Non significativa	Ispezione programmata
Stoccaggio e trattamento scorie	Aria umida, odori	Lo stoccaggio e il trattamento delle scorie è realizzato all'interno di un locale dotato di prese d'aria	Poco significativa	Ispezione programmata
Movimentazione materiali polverulenti	Polveri leggere	Sistema di scarico e trasporto con modalità di confinamento	Poco significativa	Ispezione programmata

Tabella E6 Emissioni fuggitive

Origine (punto di emissione)	Tipologia di Emissione Fuggitiva	Modalità di prevenzione	Grado di significatività	Controllo Arpa
Stoccaggio soluzione ammoniacale al 24%	Vapori di ammoniaca	Sistemi di rilevazione e allarme dei vapori di ammoniaca. Utilizzo di nasi elettronici	Poco significativa	Ispezione programmata
Dosaggio dei reagenti liquidi nel processo di demineralizzazione acque	Vapori soluzioni HCl, NaOH	Tutto il sistema di dosaggio e trasporto è dotato di sistema di contenimento di eventuali perdite	Non significativo	Ispezione programmata

Visto quanto riportato nelle **Tablelle E5 ed E6** si ritiene che le emissioni diffuse e fuggitive, sia per le caratteristiche quali – quantitative che per i sistemi di contenimento previsti, non siano significative e non debbano essere quantificate ai fini della valutazione complessiva dell'impatto sulla qualità dell'aria.

III. Emissioni in acqua

I reflui prodotti dall'impianto sono costituiti da:

- reflui da lavaggio dei locali e delle aree di movimentazione dei rifiuti
- reflui da lavaggio e bonifica degli automezzi per il trasporto dei rifiuti
- scarichi di acque reflue domestiche
- acque di prima pioggia
- acque meteoriche da aree coperte.

Tabella A1 Inquinanti monitorati

Parametro/ inquinante	UM	Punto emissione	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Arsenico		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Cadmio		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Cromo totale		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Cromo VI		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Mercurio		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Nichel		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Piombo		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Rame		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Zinco		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Cloruri		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Idrocarburi		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
Carbonio organico totale		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata
IPA		S1 ^{a)} S2, S3 ^{b)}	^{c)}	Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting Campionamento annuale Ispezione programmata

a) S1: punto di emissione acque di prima pioggia in pubblica fognatura. Nessun controllo.

b) S2, S3: punti di emissione acque di prima pioggia in acque superficiali.

c) Le acque di prima pioggia stoccate nelle vasche di decantazione sono analizzate prima del convogliamento in acque superficiali.



Tabella A2 Inquinanti monitorati-metodi standard di riferimento

Inquinante	Standard	Metodo analitico	Intervallo
Azoto totale	UNI ENV 12260 EN ISO 11905-1 ISO10048 DIN 38409-27	Ossidazione/Chemoluminescenza. Ossidazione con Perossidisolfato Oxid. or Red./Chemolumin.	0,5 - 200 mg/l 0,02 - 5 mg/l over 0,5 mg/l
Fosforo totale	UNI EN 1189 E DIN 38405-30	Spettrofotometrico Perossidisulfat /FIA, CFA	0,1 - 10 mg/l
Arsenico e composti (As)	UNI EN ISO 11969 UNI EN 26595 EN ISO 11885 ASTM D 5673-96 DIN 38406-29 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	Ildruri-AAS Spettrofotometrico ICP-AES ICP-MS ICP-MS	1 -10 µg/l 0,001-0,1 mg/l over 0.08 mg/l > 1 µg/l > 1 µg/l
Cadmio e composti (Cd)	UNI EN ISO 5961 EN ISO 11885 ASTM D 5673-96 DIN 38406-16 DIN 38406-29 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	AAS ICP-AES ICP-MS Voltammetria ICP-MS	0,3 - 3 µg/l > 0.01 mg/l > 0,1 µg/l 0,1 µg/l - 50 mg/l > 0,5 µg/l
Cromo e composti (Cr)	UNI EN 1233 EN ISO 11885 ASTM D 5673-96 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	AAS ICP-AES ICP-MS ICP-MS	5 - 100 µg/l > 0,001 mg/l > 1 µg/l > 0.1 µg/l
Rame e composti (Cu)	EN ISO 11885 DIN 38406 -7 DIN 38406-16 DIN 38406-29 ASTM D 5673-96 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	ICP-AES ET-AAS Voltammetry ICP-MS ICP-MS	> 0,01 mg/l 2 - 50 µg/l 1 - 50 µg/l > 1 µg/l > 1 µg/l
Mercurio e composti (Hg)	UNI EN 1483 EN 12338 ASTM D 3223-95	Cold vapor - AAS CV-AAS with amalgamation CV-AAS	0,1 - 10 µg/l 0,01 - 1 µg/l 0,5 - 10 µg/l
Nichel e composti (Ni)	EN ISO 11885 DIN 38406-11 DIN 38406-16 DIN 38406-29 ASTM D 5673-96 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	ICP-AES ET-AAS Voltammetry ICP-MS ICP-MS	5 - 100 µg/l 0,1 - 10 µg/l > 1 µg/l > 0.2 µg/l
Piombo e composti (Pb)	EN ISO 11885 DIN 38406-6 DIN 38406-16 DIN 38406-29 ASTM D 5673-96 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	ICP-AES ET-AAS Voltammetry ICP-MS ICP-MS	> 0,07 mg/l 5 - 50 µg/l 0,1 µg/l - 50 mg/l > 0,1 µg/l > 0,1 µg/l > 0,07 mg/l

Zinco e composti (Zn)	EN ISO 11885 DIN 38406-16 DIN 38406-29 ASTM D 5673-96 Work in progress in ISO/TC 147/ SC WG 32	ICP-AES Voltammetry ICP-MS ICP-MS	> 0,005 mg/l 1 - 50 µg/l > 1 µg/l > 0.2 µg/l
1.2-Dicloroetano	EN ISO 10301 EPA 601 EPA 624 EPA 1624 (rev.B)	GC or Headspace-GC	> 5 or > 100 µg/l
Diclorometano	EN ISO 10301 EPA 601 EPA 624	GC or Headspace-GC	> 50 µg/l
Esaclorobenzene	EN ISO 6468 EPA 612 EPA 625 EPA 1625		
Esaclorobutadiene	EN ISO 10301 EPA 612 EPA 625 EPA 1625	GC/ECD	> ca. 10 ng/l
Esaclorocicloesano	EN ISO 6468 EPA 608 EPA 625	GC after Extraction	> 0,01 µg/l
Composti organici alogenati	UNI EN 1485 ISO 9562 DIN 38409-22 EPA 601	AOX AOX SPE-AOX GC/ECD	> 10 µg/l > 10 µg/l > 10 µg/l
BTEX	DIN 38407-9	AOX	> 10 µg/l
Difeniletere bromato	EPA 611 EPA 1625	Headspace-GC/FID	> 5 µg/l
Composti organostannici	DIN V 38407-13	GC/MS	5 - 1000 ng/l
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	ISO/CD 17993 EPA 610 EPA 625 EPA 1625 (rev. B)	HPLC/Fluorescence	> 0,005 µg/l
Fenoli	EN 12673 ISO DIS 8165-2 ATSM D 2580-94 EPA 604 EPA 625 EPA 1625	GC/ECD/MS after derivat GC/ECD after derivat	0,1 - 1000 µg/l
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484 ISO 8245 APHA Standard Methods 5310 C	TOC/DOC TOC/DOC TOC/DOC	0,3 - 1000 mg/l 0,3 - 1000 mg/l
Cloruri	UNI EN ISO 10304-1 UNI EN ISO 10304-2 EN ISO 10304-4 DIN 38405-31	IC IC IC FIA/CFA	0,1 - 50 mg/l 0,1 - 50 mg/l 0,1 - 50 mg/l 1 - 1000 mg/l
Cianuri	PrEN ISO 14403 DIN 38405-14	UV-Digestion/CFA Distillation/Photometry	>3 µg/l 0,01 - 1 mg/l
Fluoruri	UNI EN ISO 10304-1 ISO 10359-1	IC Tecnica elettrochimica	0,01 - 10 mg/l 0,2 - 2 mg/l

La tabella è contenuta nell'Allegato 1 del D.M. 23 novembre 2001.

Inoltre: Metodi analitici per le acque. Manuale e Linee guida 29/2003.
APAT, IRSA-CNR.

IV. Rumore

Rilievi diurni e notturni lungo il confine del sito per la verifica del clima acustico.

L'impianto è collocato in Classe V.

Tabella R1 Rumore, sorgenti

Sorgente prevalente	Punto misura	Descrizione punto di misura	Frequenza autocontrollo	Metodo di riferimento	Reporting	Controllo Arpa
Scarico automezzi	C1	Ingresso impianto	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Normativa vigente	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Controllo reporting ispezione programmata
Sala compressori	C2	Lungo il confine	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Normativa vigente	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Controllo reporting ispezione programmata
Dosatori, ventilatori	C3	Lungo il confine	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Normativa vigente	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Controllo reporting ispezione programmata
Officina meccanica	C4	Sul lato esterno lungo il confine	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Normativa vigente	Triennale o nel caso di modifiche sostanziali	Controllo reporting ispezione programmata

V. Rifiuti

Tabella W1 Controllo rifiuti in ingresso

Descrizione parametro/ inquinante	UM	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Controllo visivo carico conferito		Ogni carico			
Segnalazioni positive al rilevatore di radioattività	N°	Ogni carico	informatizzato	Annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Analisi merceologia		trimestrale	Rapporto di prova	Annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Analisi fondamentale		trimestrale	Rapporto di prova	Annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Analisi elementare		trimestrale	Rapporto di prova	Annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Taratura delle unità di pesatura automezzi		annuale	Rapporto di prova		ispezione programmata
Registrazione peso, data, ora del rifiuto conferito		Ogni carico	Informatizzato		ispezione programmata
Controllo documentazione (formulario, bolle autorizzazioni)		Ogni carico	Informatizzato		ispezione programmata
Quantità rifiuti conferiti	t/mese	mensile	Informatizzato	Annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Funzionamento impianto di aspirazione fossa ricezione rifiuti	N° ore	annuale		Annuale	Controllo reporting ispezione programmata

Tabella W2 Controllo rifiuti prodotti

Denominazione	Codice CER	Fase di lavorazione	Smaltimento t/a	Ubicazione stoccaggio	Recupero t/a	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Ceneri pesanti	190112	Combustione		R1		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Scorie	190112	Combustione		R2		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Ceneri da caldaia	190115*	combustione		R3		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Ceneri da elettrofiltro	190107*	Depurazione fumi		R4		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Prodotti Sodici Residui	190107*	Depurazione fumi		R5		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Carbone esaurito	190110*	Depurazione fumi		R6		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Catalizzatori esauriti	160807*	Depurazione fumi		R7		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti	190102	combustione		R8		Registro	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Fanghi da pulizia rete fognaria interna	200306	Scarichi idrici		R9		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Percolato avanzsa	190199	Stoccaggio rifiuto in ingresso		R9		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Altri fanghi raccolti in vasche chiuse	200306	Scarichi idrici		R9		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Acque di lavaggio avanzsa	190199	Stoccaggio rifiuto in ingresso		R10		Registro Rapporto di prova	annuale	Controllo reporting ispezione programmata
Oli esauriti	130111*			R11		Registro	annuale	Controllo reporting ispezione programmata

1) La classificazione dei rifiuti è effettuata ai sensi della direttiva Ministero Ambiente del 9 Aprile 2002.

2) Per il campionamento dei rifiuti ai fini della classificazione si fa riferimento alla norma UNI 10802 "rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

3) Le scorie sono analizzate con frequenza trimestrale. Il parametro tenore di incombusti totali, misurato come carbonio organico totale (COT) è monitorato con frequenza mensile.

4) Metodi di analisi

• ANALISI TOC: UNI EN 13137 (01/03/2002). Caratterizzazione dei rifiuti - determinazione del carbonio organico totale (TOC) in rifiuti, fanghi e sedimenti.

• ANALISI ELUATO: UNI EN 12457 (01/10/2004). Caratterizzazione dei rifiuti - Lisciviazione - prova di conformità per lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi.

Questa norma in quattro parti integra la UNI 10802 "Rifiuti - Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati" che già si riferisce alle prove della parte 2 della EN 12457.

VI. Controllo del processo, manutenzioni, depositi

La sottostante **Tabella P1** e la **Tabella E4** riassumono i principali parametri che regolano il processo di incenerimento e di recupero energetico

Tabella P1 Sistemi di controllo del processo

Fase di lavorazione	Punto di misura	Parametro/ inquinante	UM	Frequenza autocontrollo	Modalità di registrazione dei controlli	Reporting	Controllo Arpa
Caricamento del forno	C1	Pesatura rifiuto		Ogni carico	informatizzato		Ispezione programmata
		Potere calorifico rifiuto immesso	MJ/kg	Calcolo ^{a)}		annuale	Controllo reporting
	C2	Blocco alimentazione	N° blocchi alimentazione		informatizzato	annuale	Controllo reporting
Combustione	F0	Messa in funzione bruciatori ausiliari	N°		registri	annuale	Controllo reporting
	F1	Temperatura superficie griglia		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	F2	Portata aria primaria complessiva		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	F3	Portata aria secondaria		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	F4	Temperatura gas in camera combustione (media tra tre posizioni)		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
Recupero energetico	R1	Temperatura vapore corpo cilindro		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R1	Livello acqua nel corpo cilindro		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R2	Portata vapore surriscaldato uscita caldaia		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R2	Temperatura vapore surriscaldato uscita caldaia		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R3	Pressione vapore ingresso turbina		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R4	Livello acqua nel degasatore		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R4	Temperatura acqua nel degasatore		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R4	Pressione vapore nel degasatore		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R5	Temperatura vapore in uscita da turbina		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R6	Temperatura acqua pozzo caldo		continuo	informatizzato		Ispezione programmata
	R6	Livello acqua pozzo caldo		continuo	informatizzato		Ispezione programmata

a) calcolo mediante equazione del Bref maggio 2005

Tabella P2 Interventi di manutenzione ordinaria sui macchinari
Piano preventivo di fermo delle linee di termodistribuzione

Linea di termodistribuzione	Data inizio primo fermo Giorno/mese	Data fine primo fermo Giorno/mese	Data inizio secondo fermo Giorno/mese	Data fine secondo fermo Giorno/mese	Modalità di comunicazione all'autorità
1	04/03	20/03	08/04	28/04	Entro 24 ore
2	15/09	05/10			Entro 24 ore
2+turbina			14/10	04/11	Entro 24 ore

Tabella P3 Aree di stoccaggio (vasche, serbatoi, bacini di contenimento ecc.)

Struttura di contenimento	Tipo di controllo	Frequenza	Modalità di registrazione	Controllo Arpa
Vasca avanfossa	Controllo visivo livello	Ogni 5 giorni	nessuna	Ispezione programmata
Vasca zona caricamento scorie	Controllo visivo livello	Ogni 5 giorni	nessuna	Ispezione programmata
Vasca prima pioggia	Controllo visivo livello	Ogni 5 giorni	nessuna	Ispezione programmata
Serbatoio urea	Verifica visiva integrità	quindicinale	nessuna	Ispezione programmata
Serbatoio sol.ammoniacale	Verifica visiva integrità	quindicinale	nessuna	Ispezione programmata
Serbatoio HCl	Verifica visiva integrità	quindicinale	nessuna	Ispezione programmata
Serbatoio NaOH	Verifica visiva integrità	quindicinale	nessuna	Ispezione programmata
Serbatoio gasolio interrato	Prove di tenuta	annuale	Rapporto di prova	Ispezione programmata
Deposito prodotti chimici	Verifica visiva	quindicinale	nessuna	Ispezione programmata

VII. Indicatori di prestazione

Tabella I1 Monitoraggio degli indicatori di performance

Indicatore e sua descrizione	UM	Modalità di calcolo	reporting	Controllo Arpa
Efficienza energetica		^{a)} $Pl_{ef} = [O_{exp} - (E_f + E_{imp})] / (E_f + E_{imp} + E_{circ})$	annuale	Controllo Arpa
Consumo materie prime	kg/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting
Consumo risorse idriche	mc/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting
Produzione di scorie	kg/t rifiuto incenerito			
Fattore di emissione NO ₂	g/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting
Fattore di emissione HCl	g/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting
Fattore di emissione polveri	g/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting
Fattore di emissione polveri	g/t rifiuto incenerito		annuale	Controllo reporting

a) la formula è contenuta nel Bref inceneritori

VIII. Manutenzione e calibrazione

I sistemi di monitoraggio e di controllo saranno mantenuti in perfette condizioni di operatività al fine di avere rilevazioni sempre accurate e puntuali.

Tabella M1 Tabella manutenzione e calibrazione per i parametri di processo

Parametro di processo rilevato in continuo	Tecnica/principio	UM	Range di processo	Campo di misura specificato	Incertezza nel campo di misura specificato	Errore max ammesso	Frequenza di taratura	Controllo Arpa
Pesatura rifiuto							semestrale	Ispezione programmata
Temperatura superficie griglia							semestrale	Ispezione programmata
Portata aria primaria complessiva							semestrale	Ispezione programmata
Portata aria secondaria							semestrale	Ispezione programmata
Temperatura gas in camera combustione (media tra tre posizioni)							semestrale	Ispezione programmata
Temperatura vapore corpo cilindro							semestrale	Ispezione programmata
Livello acqua nel corpo cilindro							semestrale	Ispezione programmata
Portata vapore surriscaldato uscita caldaia							semestrale	Ispezione programmata
Temperatura vapore surriscaldato uscita caldaia							semestrale	Ispezione programmata
Pressione vapore ingresso turbina							annuale	Ispezione programmata
Livello acqua nel degasatore							annuale	Ispezione programmata
Temperatura acqua nel degasatore							annuale	Ispezione programmata
Pressione vapore nel degasatore							annuale	Ispezione programmata
Temperatura vapore in uscita da turbina							annuale	Ispezione programmata
Temperatura acqua pozzo caldo							annuale	Ispezione programmata
Livello acqua pozzo caldo							annuale	Ispezione programmata

Per i sistemi di monitoraggio in continuo alle emissioni in atmosfera valgono le seguenti **Tabelle M2, M3, M4.**

Tabella M2 Gestione sistemi di monitoraggio in continuo alle emissioni in atmosfera

Parametro/inquinante	Tecnica/principio	Campo di misura	Limite di rilevabilità LOD	Deriva di zero	Deriva di span	Incertezza estesa a)	Modalità di registrazione dei controlli	Controllo Arpa
Ossigeno (O ₂)	Ossido di zirconio	0-10/25% vol	0,2% vol	< 0,12% f.s./3mesi	< 0,12% f.s./3mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Vapore acqueo (H ₂ O)	FTIR	0-40% vol	0,01%	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Polveri totali	Diffrazione di luce	0-0,5 mg/mc	0,02 mg/mc	< 1,2% f.s./3mesi	< 1,6% f.s./3mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori, espresse come carbonio organico totale (COT)	FID	0-15 mg/mc	0,3 mg/mc	< 3% f.s./2 settimane	< 3% f.s./2 settimane		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Cloro e composti inorganici del cloro espressi come HCl	FTIR	0-15 mg/mc	0,3 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi	1,2 mg/mc	Rapporto di prova	Ispezione programmata
Fluoro e composti inorganici espressi come HF	FTIR	0-5 mg/mc	0,1 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Somma biossido e triossido di zolfo espressi come SO ₂	FTIR	0-75 mg/mc	0,3 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi	4,3 mg/mc	Rapporto di prova	Ispezione programmata
Somma monossido e biossido di azoto espressi come NO ₂	Misura NO FTIR	0-200 mg/mc	1,7 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi	11,8 mg/mc	Rapporto di prova	Ispezione programmata
	Misura NO ₂ FTIR	0-40 mg/mc	0,4 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Monossido di carbonio (CO)	FTIR	0-75 mg/mc	0,2 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi	4,8 mg/mc	Rapporto di prova	Ispezione programmata
Biossido di carbonio (CO ₂)	FTIR	0-30%vol	0,01% vol	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Ammoniaca (come NH ₃)	FTIR	0-15 mg/mc	0,2 mg/mc	< 2% f.s./6mesi	< 4% valore letto/6mesi		Rapporto di prova	Ispezione programmata
Mercurio e suoi composti (in totale)							Rapporto di prova	Ispezione programmata

a) in accordo alla procedura ISO 14956:2000, indicata come QAL1 (Quality Assurance Level 1) nello standard prEN14181:2004



Il sistema di monitoraggio in continuo alle emissioni deve funzionare in modo continuativo.

L'intervento di manutenzione e ripristino deve avvenire entro 48 h.

Tabella M3 Gestione sistemi di monitoraggio in continuo alle emissioni in atmosfera

Parametro/inquinante	Metodo standard di riferimento	Frequenza calibrazione/taratura	Comunicazione in caso di guasti	Modalità di intervento	Metodo di misura in caso di guasti		Controllo Arpa
					metodo	incertezza	
Ossigeno (O ₂)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Prime 24h Utilizzo della media delle misure in continuo delle precedenti 12 h			Eventuale controllo Ispezione programmata
Vapore acqueo (H ₂ O)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Prime 24h Utilizzo della media delle misure in continuo delle precedenti 12 h			Eventuale controllo Ispezione programmata
Polveri totali			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 24h 1 analisi manuale al giorno Dopo 48 h 2 analisi manuali al giorno	Tab.E3		Eventuale controllo Ispezione programmata
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori, espresse come carbonio organico totale (COT)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 24h 1 analisi manuale al giorno Dopo 48 h 2 analisi manuali al giorno			Eventuale controllo Ispezione programmata
Acido cloridrico			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 24h 1 analisi manuale al giorno Dopo 48 h 2 analisi manuali al giorno	Tab.E3		Eventuale controllo Ispezione programmata
Acido fluoridrico			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia				Eventuale controllo Ispezione programmata
Ossidi di zolfo (come SO ₂)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 3h Cella elettrochimica	Tab.E3		Eventuale controllo Ispezione programmata
Ossidi di azoto (come NO ₂)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 3h Cella elettrochimica	Tab.E3		Eventuale controllo Ispezione programmata
Monossido di carbonio (CO)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Dopo 3h Cella elettrochimica	Tab.E3		Eventuale controllo Ispezione programmata
Biossido di carbonio (CO ₂)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia	Prime 24h Utilizzo della media delle misure in continuo delle precedenti 12 h			Eventuale controllo Ispezione programmata
Ammoniaca (come NH ₃)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia				Eventuale controllo Ispezione programmata
Mercurio e suoi composti (in totale) b)			Dopo 3 h fax o mail ad Arpa e Provincia				Eventuale controllo Ispezione programmata

Tabella M4 Gestione sistemi di monitoraggio in continuo alle emissioni in atmosfera

Verifiche sul sistema di misura in continuo secondo il decreto 152/06.

Verifiche	Frequenza	Modalità di registrazione dei controlli	Controllo Arpa
Correttezza della sezione e del punto di prelievo	Al momento della installazione e nel caso di modifica	rapporto	Ispezione programmata
Indice di Accuratezza Relativa (IAR)	annuale	rapporto	Ispezione programmata
Coefficiente di correlazione tra le misure fornite dallo strumento sotto verifica ed una di riferimento su un campione di gas prelevato nel medesimo punto	Annuale Si applica a misure provenienti da analizzatori per i quali non esistono certificazioni strumentali ma solo di installazione	rapporto	Ispezione programmata
Linearità di risposte sull'intero campo di misura	Annuale o dopo interventi manutentivi conseguenti a guasto	rapporto	Ispezione programmata
Correttezza del sistema di acquisizione dei segnali	Prima di qualsiasi elaborazione	rapporto	Ispezione programmata
Taratura per i sistemi di misura indiretta	Annuale Si applica agli analizzatori in situ che forniscono una misura indiretta della concentrazione (Misuratori PTS)	rapporto	Ispezione programmata

Responsabilità nell'esecuzione del Piano

Nel caso in esame si assume che l'impianto sia già adeguato e che sia certificato ISO 14000.

I. Attività a carico dell'ente di controllo

Tabella A1 Attività a carico dell'ente di controllo

Tipologia di intervento	Frequenza	Componente ambientale interessata e numero di interventi	Totale interventi nel periodo di validità del piano
Monitoraggio adeguamenti			
Ispezioni non programmate			
Ispezioni programmate	annuale	Vedi tabelle	6
Campionamenti	annuale	Campionamento sui punti E1, E2	12
	annuale	Campionamento sui punti S2, S3	12
Analisi	annuale su campioni punti E1, E2	Parametri inquinanti specificati in Tabella E2	12
	annuale su campioni punti S2, S3	Parametri inquinanti specificati in Tabella A1	12
Utilizzo reportig fornito dal gestore	giornaliero, annuale	Vedi tabelle	Giornaliero, 6
Report di conformità	annuale	Reporting gestore Reporting attività Arpa	6

II. Costo del Piano a carico del gestore

Il Piano dovrebbe essere completato con una successiva tabella che riassume i costi complessivi dei controlli a carico del gestore. La strutturazione della tabella sarà possibile solo dopo che il decreto tariffe sarà formalizzato, una possibile soluzione è mostrata nel seguito.

Tabella A2 Costo del Piano a carico del gestore

Tipologia di intervento	Esecutore dell'intervento	Numero interventi/anno	Costo unitario	Costo totale

Comunicazione dei risultati del monitoraggio

I. Gestione e presentazione dei dati

Modalità di conservazione dei dati

Il gestore è impegnato a conservare su idoneo supporto informatico tutti i risultati dei dati di monitoraggio e controllo per il periodo di validità dell'AIA.

Modalità e frequenza di trasmissione dei risultati del piano

I risultati del presente piano di monitoraggio sono comunicati all'Autorità di Controllo ed all'Autorità Competente con le frequenze e relativa modulistica indicate nelle tabelle contenute nei diversi capitoli del presente piano. Nella relazione annuale trasmessa all'Autorità di Controllo ed all'Autorità Competente il gestore evidenzia la conformità dell'esercizio dell'impianto alle condizioni prescritte nell'Autorizzazione Integrata Ambientale di cui il presente Piano è parte integrante.

Per la compilazione delle successive schede, di cui si suggeriscono i relativi format, è stata utilizzata la seguente documentazione:

- Best Available Techniques for Waste Incineration. Luglio 2005
- APAT. Linee guida al controllo delle emissioni industriali ed al reporting dei dati. RTI CTN_ACE 2004;
- ENVIRONMENT AGENCY. Permit EA/PPC/BK3697. 30 aprile 2002
- Manuale UNICHIM n.158. Misure alle emissioni. Strategie di campionamento e criteri di valutazione
- Manuale di istruzioni del software "Gestione dati dei controlli alle emissioni". Settembre 2005.



II. Schede reporting

Indice	
	SCHEDA
Aria (monitoraggio in continuo)	A/1
	A/2
Aria (monitoraggio periodico)	A/3
	A/4
	A/5
	A/6
Aria (emissioni eccezionali in condizioni imprevedibili)	A/7
	A/8
Rifiuti in ingresso	RI1
	RI2
Indicatori di performance	IP/E1

EMISSIONI IN ARIA

REPORTING GIORNALIERO DEI DATI DEL MONITORAGGIO IN CONTINUO

(Format per reporting di polveri totali, VOCs (come TOC), HCl, HF, CO, SO₂, NO₂ (NO and NO₂ espressi come NO₂), NH₃, Hg

CAMINO.....E1.....*INQUINANTE*HCl.....*DATA*.....

A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
Ora	T fumi	Umidità Contenuto nei fumi in uscita	O ₂ Contenuto nei fumi umidi in uscita	O ₂ - conten- uto nei fumi secchi in uscita	Portata 0°C 101,3 kPa	HCl Media 30 minuti Valore misurato valido 0°C 101,3kPa	HCl Intervallo di confidenza 95%	HCl Media 30 minuti Valore misurato Valido 0°C 101,3kPa meno Intervallo di confidenza 95%	ID	HCl Media 30 minuti Condizioni standard 0°C, 101,3kPa, gas secco, 11% O ₂
	°C	% (v/v)	% (v/v)	% (v/v)	m ³ /sec	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	%	mg/Nm ³
0:30										
1:00										
1:30										
2:00										
2:30										
3:00										
3:30										
4:00										
4:30										
5:00										
5:30										
6:00										
6:30										
7:00										
7:30										
8:00										
8:30										
9:00										
9:30										
10:00										
10:30										
11:00										
11:30										
12:00										
12:30										
13:00										
13:30										
14:00										
14:30										
15:00										
15:30										
16:00										
16:30										
17:00										
17:30										
18:00										
18:30										
19:00										
19:30										
20:00										
20:30										
21:00										
21:30										
22:00										
22:30										
23:00										
23:30										
24:00										



Le indicazioni di seguito esplicitate si riferiscono ai dati di monitoraggio in continuo riportati nelle Scheda A/1 e Scheda A/2.

La Portata volumetrica di emissione (colonna **F**), misurata in continuo, viene mediata su periodi di 30 minuti. La portata (riferita a 0°C e 101,3kPa) è espressa in m³/sec.

Il valore medio giornaliero, espresso in m³/h è ottenuto come media dei valori sui periodi di 30 minuti.

I valori medi misurati su 30 minuti e su 10 minuti (per CO) di concentrazione dell'inquinante (riferiti a 0°C e 101,3kPa) espressi in mg/m³ (colonna **G**) sono ritenuti validi secondo procedure concordate con Arpa e rese disponibili.

L'intervallo di confidenza al 95%, espresso in mg/m³, riferito alla concentrazione dell'inquinante "media 30 minuti valore misurato valido" (colonna **H**), è calcolato in accordo alla procedura ISO 14956:2000 indicata come QAL1 (Quality Assurance Level 1) nello standard prEN14181:2004.

L'intervallo di confidenza al 95% è sottratto alla "media 30 minuti valore misurato valido", **ottenendo il valore (Y) espresso in mg/m³** (colonna **I**). Nel caso in cui l'operazione desse luogo ad un valore ≤ 0 , si conviene che debba essere utilizzato il LOD del metodo di misura.

Qualora l'intervallo di confidenza al 95% non venga dichiarato, non si applicherà alcuna sottrazione alla "media 30 minuti valore misurato valido".

Il valore (**Y**), ottenuto dalla sottrazione dell'intervallo di confidenza al 95% alla "media 30 minuti valore misurato valido", è convertito alle condizioni di normalizzazione in accordo con l'equazione (**E.1**) usando le appropriate parti per ottenere la **media semioraria valida normalizzata (Ys)**.

(E.1)

$$(Ys) = Y*(t+273,15K/273,15K)*(101,3kPa/101,3kPa+p)*(100%/100%-h)*(21%-Os/21%-O)$$

dove

t = temperatura in gradi Celsius

p = differenza tra la pressione statica del campione di gas e la pressione standard

h = contenuto assoluto di umidità

O = contenuto di ossigeno nel gas secco

Os = contenuto di ossigeno nelle condizioni standard

La media giorno espressa in mg/Nm³, viene calcolata dalle medie semiorarie normalizzate disponibili (**Ys**) con la seguente relazione:

$$Media\ giorno = \frac{\sum_l^n Medie\ semiorarie\ valide - normalizzate}{n^\circ\ medie\ semiorarie\ valide - normalizzate}$$

La media giorno viene ritenuta valida se mancano fino ad un massimo di 5 medie semiorarie nel corso della giornata; in mancanza di 6 o più medie semiorarie il valore medio giornaliero è da ritenere non valido.

I valori medi giornalieri scartati per ragioni di manutenzione del sistema di misurazione in continuo sono esclusi dal conteggio del tetto massimo dei 10 valori medi giornalieri che possono essere scartati nell'arco dell'anno.

L'indice di disponibilità *Id* (colonna **L**) si calcola secondo la seguente formula

$$Id = 100 \times \frac{N^\circ\ medie\ semiorarie\ valide}{N^\circ\ semiore\ di\ funzionamento\ della\ linea\ di\ incenerimento}$$

Nei casi in cui l'impianto sia funzionante, ma a causa di problemi al sistema di misurazione mancano risultati di misurazioni in continuo dei parametri di processo necessari al calcolo delle concentrazioni normalizzate (% di Ossigeno, % di Vapore acqueo), i calcoli devono essere eseguiti utilizzando il valore medio misurato nella giornata precedente al periodo di mancanza

dati oppure utilizzando i risultati delle misurazioni discontinue prescritte ed effettuate in sostituzione di quelle continue. In questi casi sui report andranno indicati sia i valori utilizzati per il calcolo delle concentrazioni normalizzate sia i risultati normalizzati così ottenuti, contrassegnandoli con apposita annotazione esplicativa.

Criteri di valutazione di conformità dei dati di monitoraggio in continuo

La Portata Volumetrica di ogni emissione prevista in autorizzazione

si intende riferita alle condizioni di:

- Temperatura 273°K
- Pressione 101,3kPascal
- Gas secco.

Alla Portata volumetrica di emissione autorizzata è associato una incertezza di misura pari al 10% del valore medio misurato.

Quando 5 valori di **media semioraria valida normalizzata (Ys) di un inquinante** risultano essere superiori al VLE di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo A, punto 2, colonna A (100%), la valutazione sarà di non conformità.

Non possono mai essere superati i valori di TOC e quelli di CO contenuti nell'allegato 1, paragrafo A, punto 5, secondo trattino.

Nell'arco dell'anno non si dovranno superare 60 ore di superamento dei VLE, intendendo questo monte ore riferito ad ogni inquinante emesso da ciascuna linea di cui l'impianto è costituito.

Il 97% delle medie semiorarie valide normalizzate (Ys) nel corso dell'anno non deve superare i VLE di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo A, punto 2, colonna B (97%) e il 97% dei valori medi giornalieri non deve superare il VLE dell'allegato 1, paragrafo A, punto 5, primo trattino.

Se la **media giorno** risulta essere superiore al VLE di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo A, punto 1, la valutazione sarà di non conformità.

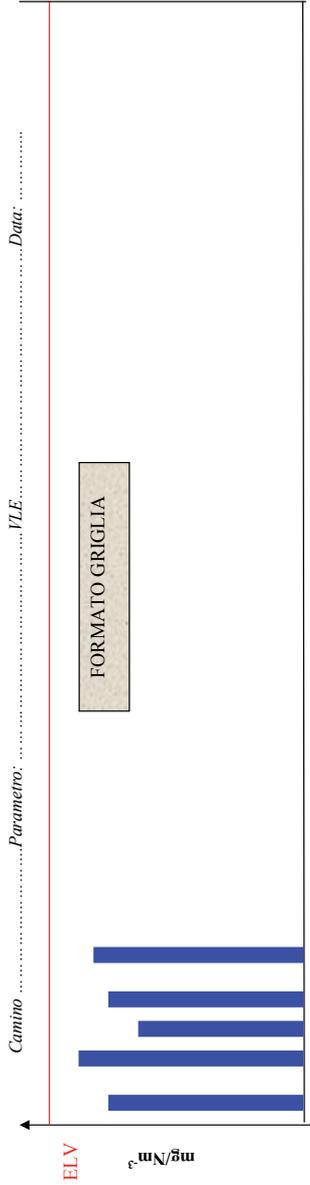
NB: Nel decreto legislativo 133/05 non sono previsti limiti semiorari e giornalieri per ammoniaca e mercurio.

Scheda A/2

EMISSIONI IN ARIA

REPORTING MENSILE DEI DATI DEL MONITORAGGIO IN CONTINUO

(Format per reporting di polveri totali, VOCs (come TOC), HCl, HF, CO, SO₂, NO₂ (NO e NO₂ espressi come NO₂), NH₃, Hg



Giorno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Conc media giorno mg/Nm ³																																		
Conc semioraria Max mg/Nm ³																																		
Conc semioraria min. mg/Nm ³																																		
N° valori medi semiorari scartati																																		
Media dei valori medi semiorari (0°C..101,3kPa)																																		
Portata media giorno m ³ /h (0°C..101,3kPa)																																		
N° ore funzionamento impianto																																		

EMISSIONI IN ARIA

FORMAT PER REPORTING DEI CAMPIONAMENTI PERIODICI (nell'esempio polveri)

Allegato MPT al Verbale di rilievo n° _____ del _____

Esecuzione realizzata secondo il metodo UNI UNICHEM 10263

Ditta _____ Sigla emettente _____

Sede della Prova _____ Relativa a _____

Indicatore di attività _____

O₂ di rif. 11 Portata Ref. In Automazione _____

*min. effettivo di prelievo

Prova eseguita	MPT 1	MPT 2	MPT 3
Ora inizio misure	10.17	13.49	17.06
Ora fine misure	13.40	16.45	19.25
Durata misure min	203	176	139
Durata prelievi min*	190	176	130
Sigla supporto	Quarzo2	Quarzo3	Quarzo 4
Limi iniziali l	488322	491976	495459
Limi finali l	491976	495459	498178
Volume aspir. L	3654,0	3483,0	2719
Veloc. al post. m/s	21,2	21,3	22,3
Uspillo mm	6	6	6
T. fiam. °C	165,0	169,0	171,0
Fattore O ₂ /Portata	0,67	0,67	0,67
Fattore Temp.	0,70	0,68	0,69
Fattore H ₂ O	0,73	0,71	0,71
Flusso reale l/min	19,23	19,79	20,92
Flusso Teor. l/min	19,42	19,31	20,04
Errore Flusso %	-0,95	2,30	4,38
Press. atm. Pascal	101,200	101,200	101,282
Temp. Pompa °C	34,0	33,6	33,0
Tem. filtro mg	90,34	91,08	90,24
Coef. O ₂ % efflus.	6,00	6,00	6,00
Portata in Nm ³ h secondo dati teorici	115102	114604	119177
Vol. aspirato Nm ³	3,220	3,102	2,426
Note al prelievo			

Strumentazione utilizzata: _____

Operatore Prelievo _____ Data prelievo _____



EMISSIONI IN ARIA

FORMAT SUGGERITO PER REPORTING DEI CAMPIONAMENTI PERIODICI (nell'esempio portata)

Allegato Portata al Verbale di prelievo n° del 4 aprile 2006

Determinazione della portata secondo metodo UNI UNICHIM 10169

note o indicatore di attività	
-------------------------------	--

Ditta

Sigla emissione

E8

Sede della Prova

Nome emissione CALDAIA A TRUCIOLO

Fase di lavorazione **PRODUZIONE ENERGIA E VAPORE**

Dati camino
Specificare la geometria del camino (Circolare; Rettangolare; Irregolare)

circolare

Diametro m	Sezione mq
0,6	0,283

Dati per il calcolo degli affondamenti
Selezionare la regola (Regola Generale; Regola Tangenziale; Discrezione)

Regola generale

	Consigliati	Effettivi
n° bocchelli	2	1
n° affondamenti	2	5

si intende sempre centro escluso

Dati linea di prelievo					
K Darcy fuori radice	0,84	K Darcy in formula	0,84	Lung. testa sonda cm	
K Darcy sotto radice				Flangia cm	5,5

Bocchello n°1 ora misure 09.40.00 Guida in linea

affon n°	Aff. reale in camino cm	aff. letto su sonda cm	dp misurato mm di H ₂ O	temp °C	densità gas subarea	vel calcolata da dp m/s	velocità misurata m/s	Flusso aspirazione in base a temp. pompa e diametro ugelli				note
								5	6	7	8	
1	2,6	8,1		81,0			6,2					
2	8,8	14,3		85,0			6,7					
3	17,8	23,3		85,0			6,6					
4	30,0	—		84,0			6,4					
5	42,2	47,7		84,0			6,3					
6	51,2	56,7		81,0			5,5					
7	57,4											

dp misurato	temp	densità	vel calcolata da dp	velocità misurata
	83,3			6,3
	83,333333			6,283333333

Esiti misure portata "Q"

	Q effettiva. mc/h	Q Normalizzata Nmc/h	Q secca Normaliz. Nmc/h
Calcolata dal delta P	6392	4858	4858
Report Control Unit Isostack	6392	4858	4858



EMISSIONI IN ARIA

FORMAT SUGGERITO PER REPORTING DEI CAMPIONAMENTI PERIODICI

Note
Valore Limite di Emissione
Valore
Incertezza
Valore normalizzato
Metodo di riferimento
Accreditamento per l'uso del metodo
Condizioni di marcia

Il Valore Limite di Emissione è quello previsto in autorizzazione espresso in concentrazione o in massa

Il risultato è espresso nella stessa unità di misura del valore limite di emissione

L'incertezza associata al risultato è l'intervallo di confidenza al 95%

Tutti i risultati sono espressi a 273 K e 101.3kPa,ossigeno 11%, gas secco

Il metodo scelto è quello concordato con l'Autorità Competente

Indicare l'accreditamento per l'uso del metodo, per es..MCERTS, UKAS. Se l'uso del metodo non è accreditato specificare: " NA "

Indicare per es il carico dell'impianto durante il campionamento

Punto di emissione	Parametro inquinante	Data di campionamento	Ora di inizio-ora di fine campionamento	Metodo di riferimento	Accreditamento per l'uso del metodo	Condizioni di marcia dell'impianto durante il campionamento	Portata 0°C 101,3kPa m ³ /h	Valore 0°C 101,3kPa mg/m ³	Incertezza 95% mg/m ³	Valore meno incertezza normalizzato mg/Nm ³	Valore normalizzato previsto in autorizzazio ne mg/Nm ³	Conformità

Le indicazioni di seguito esplicitate si riferiscono ai dati di campionamento periodico riportati nella Scheda A/3, Scheda A/4 e Scheda A/5.

Facendo riferimento al manuale UNICHIM 158, **tre campionamenti rappresentano il numero minimo idoneo per ottenere un quadro rappresentativo dell'effettivo livello medio di concentrazione di un inquinante e della eventuale variabilità dei dati.**

I valori di concentrazione degli inquinanti sono ottenuti

- con periodo di campionamento di 1 h per gli inquinanti di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo A, punto 3
- con periodo di campionamento di 8 h per gli inquinanti di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo A, punto 4.

La determinazione della concentrazione di ciascun inquinante deve essere accompagnata dalla propria incertezza estesa ad un livello di fiducia del 95%.

In alternativa per la stima dell'errore complessivo di campionamento ed analisi si fa riferimento all'Appendice 4 del manuale UNICHIM 158 procedendo come per l'esempio di seguito riportato.

Esempio

I limiti del campo di variabilità dovuta all'errore casuale complessivo di campionamento ed analisi con il 95% di probabilità è dato da:

$$E_i \pm 1,960 * CV * \bar{E}$$

dove

$$VLE = 10$$

$$E1 = 13,5$$

$$E2 = 12,8$$

$$E3 = 13,1$$

$$\bar{E} = 13,1$$

CV = 0,15 (valore fornito dalla letteratura nel caso di metodi manuali di prelievo e analisi)

t di Student = 1,960 al livello di fiducia del 95%

$$1,960 * 0,15 * 13,1 = 3,8$$

$$E1 = 13,5 \pm 3,8$$

$$E2 = 12,8 \pm 3,8$$

$$E3 = 13,1 \pm 3,8$$

Criteria di valutazione di conformità dei dati di monitoraggio periodico

Per la valutazione di conformità dei dati di monitoraggio periodico si fa riferimento ai valori limite di emissione contenuti nel decreto legislativo 133/05:

- allegato 1, paragrafo A, punto 3 per gli inquinanti con periodo di campionamento di 1 h
- allegato 1, paragrafo A, punto 4 per gli inquinanti con periodo di campionamento di 8 h.

Il valore di incertezza estesa ad un livello di fiducia del 95% è sottratto al rispettivo risultato di concentrazione relativo a ciascun inquinante.

Nel caso in cui l'operazione desse luogo ad un valore ≤ 0 , si conviene che debba essere utilizzato il IL/2 del metodo di misura.

Il dato ottenuto è normalizzato alle condizioni di cui al decreto legislativo 133/05, allegato 1, paragrafo B.

Per ogni inquinante si avranno dunque a disposizione 3 risultati da confrontare con il VLE. Se uno solo di tali risultati è superiore ai VLE, la valutazione sarà di non conformità.



EMISSIONI IN ARIA
FORMAT PER REPORTING EMISSIONE ANNUALE

SOSTANZA	Kg/anno	
	PUNTO E1	PUNTO E2
Total particulate		
VOC expressed as TOC		
Hydrogen chloride		
Hydrogen fluoride		
Oxides of nitrogen (expressed as NO ₂)		
Ammonia		
Sulphur dioxide		
Carbon monoxide		
Cadmium and their compounds in total		
Thallium and their compounds in total		
Mercury and its compounds		
Antimony and its compounds		
Arsenic and its compounds		
Lead and its compounds		
Chromium and its compounds		
Cobalt and its compounds		
Copper and its compounds		
Manganese and its compounds		
Nickel and its compounds		
Vanadium and its compounds		
PCBs		
Dioxins and furans		

Le indicazioni di seguito esplicitate si riferiscono ai dati riportati nella Scheda A/6.

Per calcolare i flussi di massa degli inquinanti misurati in continuo (polveri totali, VOC, HCl, HF, CO, NO₂, SO₂, NH₃, Hg) espressi in kg/anno si utilizzano le informazioni ricavate dalle schede mensili “Scheda A/2” di seguito indicate:

- media dei valori medi semiorari (0°C,101,3kPa) espressa in mg/m³, utilizzando i valori a cui non è stata applicata la detrazione dell’intervallo di confidenza al 95%
- media delle portate medie giorno (0°C,101,3kPa) espressa in m³/h
- numero di ore di funzionamento effettivo dell’impianto

utilizzando la seguente formula:

$$E = C \cdot PF \cdot h \cdot 1 / 1.000.000$$

dove

E = (kg/anno) emissione annua dell’inquinante

C = (mg/m³) concentrazione media dell’inquinante, come media annuale dei valori medi semiorari (0°C,101,3kPa) cui non è stata applicata la detrazione dell’intervallo di confidenza al 95%

PF = (m³/h) portata media, come media annuale delle portate medie giorno (0°C,101,3kPa)

h = numero ore annuo di funzionamento effettivo dell’impianto.

Per calcolare i flussi di massa degli inquinanti misurati mediante campionamenti periodici espressi in g/anno si fa riferimento ad una emissione annua di:

- metallo, dove il metallo ed i suoi composti sono espressi come metallo
- diossine e furani, dove la concentrazione è calcolata come concentrazione totale “tossica equivalente”.

Per ogni inquinante si utilizzano le informazioni ricavate dalle schede mensili “Scheda A/5” di seguito indicate:

- media di tutti i valori di concentrazione dell'inquinante a 0°C e 101,3kPa, espressa in mg/m³, utilizzando i valori a cui non è stata applicata la detrazione dell'intervallo di confidenza al 95%
- media delle portate a 0°C e 101,3kPa, espressa in m³/h misurate durante ogni campionamento periodico
- numero di ore di funzionamento effettivo dell'impianto.

Si utilizza la seguente formula:

$$E = C \cdot PF \cdot h \cdot 1/1.000$$

dove

E = (g/anno) emissione annua dell'inquinante

C = (mg/m³) concentrazione media dell'inquinante, come media annuale di tutti i valori di concentrazione dell'inquinante a 0°C, 101,3kPa a cui non è stata applicata la detrazione dell'intervallo di confidenza al 95%

PF = (m³/h) portata media, come media annuale delle portate a 0°C e 101,3kPa

h = numero ore annuo di funzionamento effettivo dell'impianto.

EMISSIONI IN ARIA

REPORTING DELLE EMISSIONI ECCEZIONALI IN CONDIZIONI PREVEDIBILI ED IMPREVEDIBILI

64

Nel caso di emissioni eccezionali in condizioni prevedibili saranno comunicate ad Arpa le informazioni contenute nella successiva tabella entro le 24h dall'inizio dell'evento.

Tipo di evento	Fase lavorazione	di inizio Data, ora	Fine Data, ora	Commenti
avviamento	combustione			
Fermata	combustione			
Messa in veglia	combustione			
Entrata in funzione impianto aspirazione fossa	stoccaggio rifiuti			
Messa in funzione bruciatori ausiliari	in Combustione			specificare la motivazione; per es. per riportare la temperatura dei gas in camera di combustione ad una temperatura superiore ad 850°C, per avviamento

Nel caso di emissioni eccezionali in condizioni imprevedibili saranno comunicate ad Arpa le informazioni contenute nella successiva tabella nel caso di superamenti della durata superiore alle 4h

Descrizione della condizione anomala di funzionamento	Parametro/ inquinante	valore	UM	Inizio superamento Data, ora	Fine superamento Data, ora	Commenti

RIFIUTI IN INGRESSO

REPORTING POTERE CALORIFICO NETTO DEL RIFIUTO IN INGRESSO

Un metodo che permette un semplice ma realizzabile calcolo (+/- 5%) del Potere Calorico netto (NCV) del rifiuto è mostrato nella seguente equazione. I dati richiesti per il calcolo sono disponibili presso l'impianto di incenerimento

Il metodo è contenuto nel Bref inceneritori

$$\text{NCV} = (1.133 \times (m_{st,w}/m) \times c_{st,x} + 0.008 \times T_b) / 1.085 \text{ (GJ/tonne)}$$

$$\text{NCV} = \text{lower calorific value (NCV) of the incinerated waste with } m_{st,w}/m \geq 1 \text{ (GJ/tonne)}$$

$$\text{where, } m_{st,w} = m_{st,x} - (m_f \times (c_f, c_{st,x}) \times \eta_b)$$

$m_{st,w}$ = amount of the steam produced from the waste in the same time period to m_{st} e.g. per year (tonne/yr)

$m_{st,x}$ = total amount of steam produced in a defined time period e.g. per year (tonne/yr)

m_s = amount of supplementary fuel used in the corresponding time period e.g. per year (tonne/yr)

m = mass of waste incinerated in the defined time period e.g. per year (tonne/yr)

$c_{st,x}$ = net enthalpy of steam i.e. enthalpy of steam minus enthalpy of boiler water (GJ/tonne)

c_f = net calorific value of the supplementary fuel that add to steam production (GJ/tonne)

T_b = temperature of flue-gas after boiler at 4 – 12 % O₂ in flue-gas (°C)

0.008 = specific energy content in flue-gas (GJ/tonne x °C).

1.133 and 1.085 are constants derived from regression equations

η_b = efficiency of heat exchange to the boiler (approx. 0.80)

Note: This NCV calculation is only applicable to existing plants and not for the purposes of dimensioning new plants. It should also be noted that the formula can be applied within an operating range of 4 – 12 % O₂, when the original design point was 7 - 9 % O₂. Plants designed with O₂ concentrations outside the range of 7 - 9 % would require the use of modified coefficients to maintain accuracy.

RIFIUTI IN INGRESSO

REPORTING ANALISI DEL RIFIUTO IN INGRESSO

Caratterizzazione merceologica dei rifiuti urbani. “Analisi merceologica dei rifiuti urbani. Rassegna di metodologie e definizione di una metodica di riferimento”. ANPA, RTI CNT_RIF 1/2000

UNI 10802 “Rifiuti – Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi- **campionamento** manuale e preparazione ed analisi degli eluati (01/10/2004)

Parametri	UM	Metodi di riferimento
ANALISI MERCEOLOGICA	%	IRSA CNR (CNR, 1980 E 1988)
ANALISI FONDAMENTALE		
Umidità (in massa)	%	IRSA CNR (CNR, 1980 E 1988); UNI 9246
Ceneri (sul secco in massa)	% s.s.	UNI 9246
PCI minimo (sul tal quale)	kcal/kg s.s.	IRSA CNR (CNR, 1980 E 1988), UNI9246; ISO 1928 UNI 9903-5
Cloro (in massa)	kcal/kg s.s.	UNI 9903
ANALISI ELUATI		CNR-IRSA, 1985; CNR-IRSA, 1995; APAT, IRSA-CNR 29/2003

INDICATORE DI PERFORMANCE REPORTING EFFICIENZA POTENZIALE DELL'IMPIANTO

Il calcolo di questo indicatore è contenuto nel Bref Inceneritori

$$PI_{ef} = (O_{exp} - (E_f + E_{imp})) / (E_f + E_{imp} + E_{circ})$$

Where:

E_f = annual energy input to the system by non-waste fuels that add to steam production (GJ/yr)

E_{imp} = annual imported energy (Note: energy from the treated waste (E_w) is not included)

E_{circ} = annual energy circulated (i.e. that generated by, but used in, the installation)

O_{exp} = annual exported energy (combined total of heat plus electricity as equivalents)

Note: Because different types of energy (electricity and heat) are added all figures calculated as equivalents at the consumption.

Table 3.47 below shows the results of a survey by the TWG energy sub group:

Process type	Number of plants surveyed	Minimum	Average	Maximum
CHP $PI_{ef} (CHP)$	50	0.6	2.0	7.1
Electricity only $PI_{ef} (electr.)$	8	0.6	1.2	1.6
Heat only $PI_{ef} (heat)$	15	1.0	2.8	7.1
Note: Because the calculation does not take into account the energy content in the waste, it only allows efficiency comparison of incinerators processing similar (CV) wastes.				

Table 3.47: Ratio of exported and consumed energy for various waste incinerators
Source [Energysubgroup, 2002 #29]

Se il risultato è maggiore di 1 il calcolo del PI_{ef} mostra che l'impianto sta esportando più energia rispetto a quella richiesta per il processo di incenerimento.

Il calcolo non richiede la conoscenza del contenuto energetico del rifiuto. Comunque il risultato ne sarà influenzato e ci si dovrà aspettare che il rifiuto con un più alto contenuto energetico permetterà di esportare più energia e quindi il valore del PI_{ef} sarà più alto.





Linee guida per la realizzazione della sorveglianza ambientale

Linea progettuale 2 azione 1

Autori: Daniela Ballardini, Giovanni Bonafè, Eriberto de' Munari, Marco Deserti, Claudio Maccone, Linda Passoni, Vanes Poluzzi, Andrea Ranzi, Cristina Regazzi, Isabella Ricciardelli, Mauro Rossi

Arpa Emilia-Romagna



Introduzione

Il presente rapporto costituisce la versione finale delle Linee Guida per la Realizzazione della Sorveglianza Ambientale.

Il report è strutturato in capitoli per rispondere alle diverse esigenze relative alla pianificazione del monitoraggio ambientale; in particolare, le Linee Guida sono state pensate per il supporto di chi, all'interno di Arpa Emilia-Romagna, debba intraprendere (o richiedere) un monitoraggio per individuare l'impatto ambientale di un inceneritore (o di un'altra sorgente puntuale).

Naturalmente, al fine della stesura di tutte le parti, si è tenuto conto degli strumenti attualmente presenti in Arpa, per il monitoraggio (campionamenti e analisi), per la modellistica e le conoscenze relative alle due grandi variabili utilizzate nelle simulazioni modellistiche: emissioni in atmosfera e meteorologia.

E' stata data particolare importanza all'impatto sull'atmosfera e quindi quasi tutto il documento è riferito a questo tema; tuttavia l'ultimo capitolo è dedicato all'impatto sui suoli poiché si è ritenuto importante giungere alla caratterizzazione degli stessi, al fine di confrontarne il trend su scale temporali lunghe.

I capitoli del report riguardano quindi:

- la modellistica per il supporto alla pianificazione del monitoraggio, nel quale si definiscono i criteri per la localizzazione dei campionatori, i momenti in cui effettuare le campagne di monitoraggio e l'interpretazione dei dati misurati;
- un esempio di analisi numerica con la quale si giunge a definire il numero di campioni statisticamente necessari per rendere il monitoraggio significativo, partendo da assunzioni di base ben definite;
- i parametri da cercare nella speciazione dell'aerosol e i loro metodi di campionamento e analisi;
- la caratterizzazione dei suoli, definita con lo stesso approccio utilizzato per la parte relativa alla qualità dell'aria.



Un report quindi fatto ad uso e consumo di chi, internamente in Arpa, debba approcciarsi ad effettuare un monitoraggio di un'area all'interno della quale vi sia un impianto di incenerimento, i cui fondamenti di base sono il rigore scientifico e le conoscenze attuali della letteratura scientifica internazionale, tenendo anche conto (ovviamente) di criteri di buona gestione delle risorse pubbliche.

In sintesi quindi queste Linee Guida devono intendersi non come uno studio di nuovi parametri o nuove metodologie o procedure, ma una buona applicazione di quanto noto, al fine di ottenere informazioni sul reale impatto degli inceneritori.

1. Supporto modellistico alla pianificazione delle campagne di monitoraggio dell'impatto di un inceneritore

I. Descrizione della metodologia

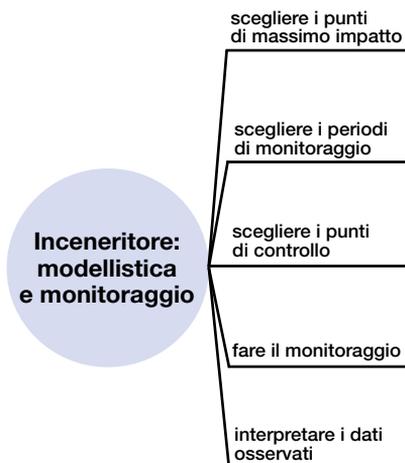
Premessa

In questo paragrafo descriviamo nei suoi tratti essenziali la metodologia proposta per la pianificazione delle attività di monitoraggio delle aree circostanti gli impianti di incenerimento. Lo scopo è quello di guidare l'utente alla comprensione logica dei diversi passaggi, che prevedono l'utilizzo di modelli di simulazione, l'elaborazione di mappe tematiche e l'applicazione di strumenti costruiti ad hoc per l'elaborazione dei dati.

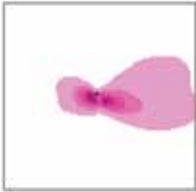
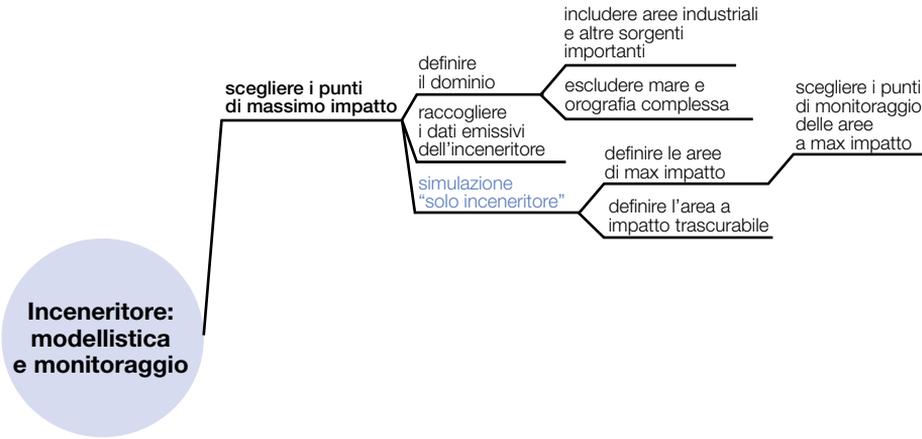
Nei successivi paragrafi ogni passaggio viene descritto con maggiori dettagli tecnici.

Nel seguito faremo riferimento al monitoraggio della sola **matrice aria** per un inceneritore già realizzato. Alcuni degli elementi di questa metodologia possono peraltro essere applicati anche a casi diversi: inceneritori non ancora realizzati, interpretazione dei dati di monitoraggi già realizzati, monitoraggio della matrice suolo.

La metodologia si articola essenzialmente in cinque fasi (vedi figura).

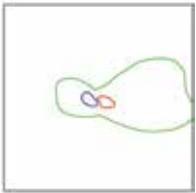


Scegliere i punti di massimo impatto

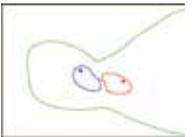


Innanzitutto, in base alle caratteristiche del territorio (orografia, meteo, presenza di zone industriali e/o aree urbane) scegliamo il dominio di studio.

La prima simulazione, fatta solo con le emissioni dell'inceneritore, serve a individuare le zone più critiche.

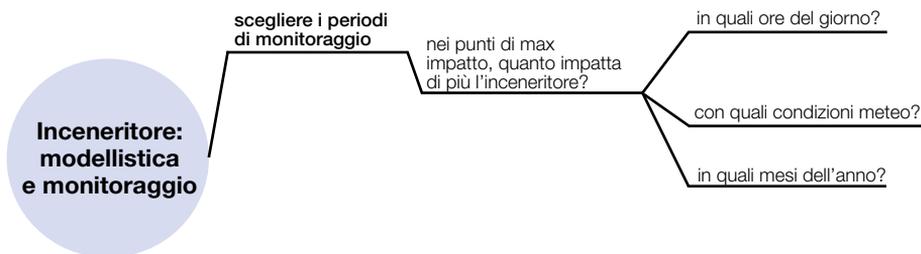


Dall'*output* della simulazione vediamo quali sono le zone in cui l'inceneritore ha un impatto più marcato (aree rossa e blu nella figura) e l'isolinea al di fuori della quale l'impatto dell'inceneritore si può considerare decisamente minore, se non addirittura trascurabile.

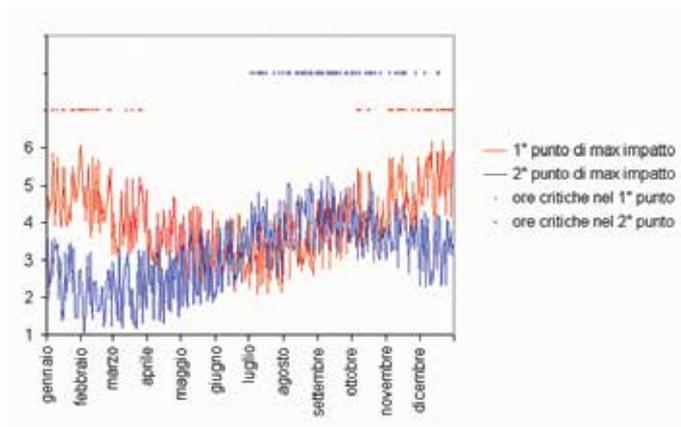


Nelle zone a maggiore impatto scegliamo i primi punti di monitoraggio.

Scegliere i periodi di monitoraggio



Una volta scelti i punti di monitoraggio del massimo impatto, un'ulteriore simulazione ci fornirà la serie temporale delle concentrazioni in quei punti. L'obiettivo è cercare non solo i punti in cui l'inceneritore impatta di più, ma anche i periodi in cui quei punti risentono maggiormente dell'impatto dell'inceneritore.



Le concentrazioni nei vari punti di massimo impatto avranno andamenti diversi, e risentiranno della presenza dell'inceneritore in modo diverso nelle varie ore della giornata, nei vari mesi dell'anno e a seconda delle condizioni meteo.

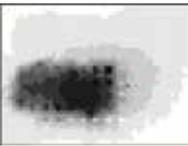
Per l'analisi delle serie temporali delle concentrazioni simulate è stato messo a punto da Arpa-Simc un semplice applicativo, eseguibile sotto Windows, che permette di identificare, per ciascuno dei punti di monitoraggio, le ore del giorno, le condizioni meteo e soprattutto i periodi dell'anno più critici. Scegliremo così i periodi di monitoraggio.

Scegliere i punti di controllo



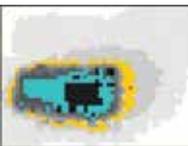
A questo punto dobbiamo scegliere i punti di controllo, per poter confrontare i dati misurati nei punti dove l'inceneritore impatta di più con i dati misurati, nello stesso momento, in punti dove l'impatto dell'inceneritore è trascurabile.

Il confronto deve però tenere conto dei fattori confondenti, cioè di tutte le altre sorgenti emissive nel dominio di studio. Perciò sarà necessario effettuare altre simulazioni per vedere l'impatto di questi "fattori confondenti", tenendo "spento" l'inceneritore.

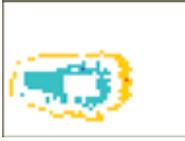


Possiamo così stimare qual è l'impatto delle altre emissioni nei punti di monitoraggio che avevamo scelto prima (punti rosso e blu nella figura).

Poiché dopo le campagne di monitoraggio andremo a cercare le differenze fra punti di massimo impatto e punti di controllo, dobbiamo essere sicuri che queste differenze siano il più possibile attribuibili all'inceneritore, e non ad altri fattori di disturbo.



Perciò, per ciascuno dei punti di monitoraggio, il relativo punto di controllo dovrà essere scelto in modo tale da risentire quanto più possibile in maniera analoga dei fattori di disturbo presenti.



Definiamo quindi le “aree analoghe” a ciascuno dei punti di monitoraggio: aree in cui le emissioni “confondenti” impattano come nel punto di monitoraggio.

Nella figura, nell’area arancione l’impatto dei fattori confondenti è simile a quello che c’è nel punto rosso, e nell’area azzurra è simile a quello del punto blu.



Non solo vogliamo scegliere i punti di controllo in modo da minimizzare le differenze legate ai fattori confondenti, ma vogliamo massimizzare le differenze dovute all’inceneritore, per identificarle meglio.

Perciò recuperiamo l’informazione su qual è la zona in cui l’inceneritore ha un impatto minimo (nella figura, l’isolinea verde).



Scegliamo quindi i punti di controllo all’intersezione delle aree analoghe ai punti di monitoraggio (minimizzazione delle differenze legate a fattori confondenti) e della zona a impatto trascurabile (massimizzazione delle differenze legate all’impatto dell’inceneritore).

Nella figura, il pallino rosso è un punto di monitoraggio del massimo impatto, la crocetta rossa è il suo punto di controllo: come si vede è nell’area analoga (arancione) ed è esterno all’isolinea verde (area a impatto trascurabile).

Fare il monitoraggio

**Inceneritore:
modellistica
e monitoraggio**

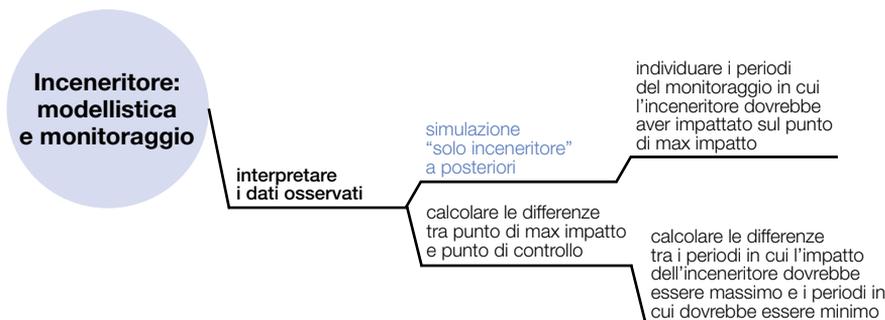
fare il monitoraggio

in parallelo nei punti
di massimo impatto
e di controllo

eventualmente prolungando
il periodo se non si verificano
le condizioni meteo critiche

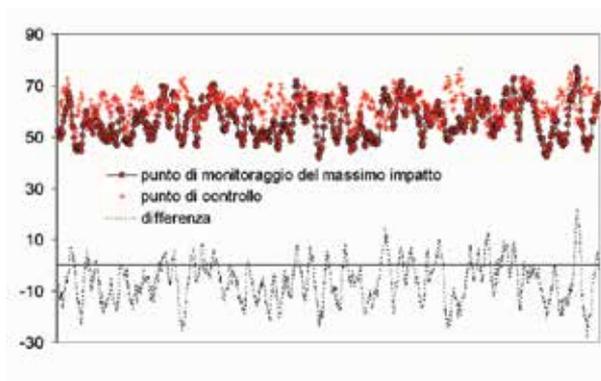
A questo punto abbiamo definito dove e quando fare il monitoraggio. Durante lo svolgimento delle campagne occorre tenere sotto controllo le condizioni meteo (in questa fase sarà utile il supporto del SIM): sappiamo infatti quali sono le condizioni meteo che determinano gli impatti maggiori dell'inceneritore sui punti di monitoraggio (grazie all'applicativo del Servizio IdroMeteo descritto prima). Se non si dovessero verificare queste condizioni, sarà necessario ad allungare di qualche giorno la campagna.

Interpretare i dati osservati



Completate le campagne, arriva il momento dell'interpretazione dei dati. Ad oggi, quest'ultima fase resta ancora da definire nei dettagli: sarà l'applicazione al caso pilota a fornire indicazioni su quali siano i metodi migliori. Comunque, come abbiamo già accennato, ci focalizzeremo su:

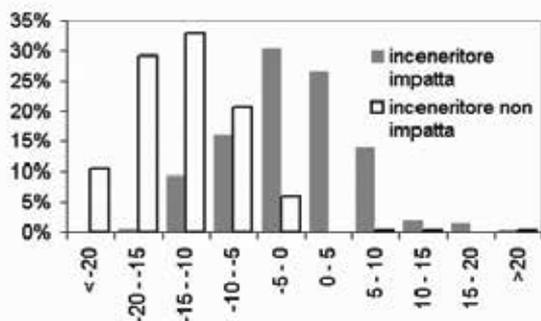
- I. le differenze fra i dati misurati nei punti di massimo impatto e i dati misurati nei relativi punti di controllo;
- II. le differenze fra i dati misurati nei momenti in cui l'inceneritore impatta di più e i dati misurati nei momenti in cui invece l'impatto è minimo.



Nel caso esemplificato nel diagramma confrontiamo le misure in un punto di massimo impatto dell'inceneritore (pallini rossi) e nel suo punto di controllo (crocette rosse). Il confronto diretto non porterà a nessuna conclusione.

La differenza, infatti, non potrà essere automaticamente attribuita all'inceneritore, anche se abbiamo cercato di minimizzare le differenze dovute ai fattori confondenti.

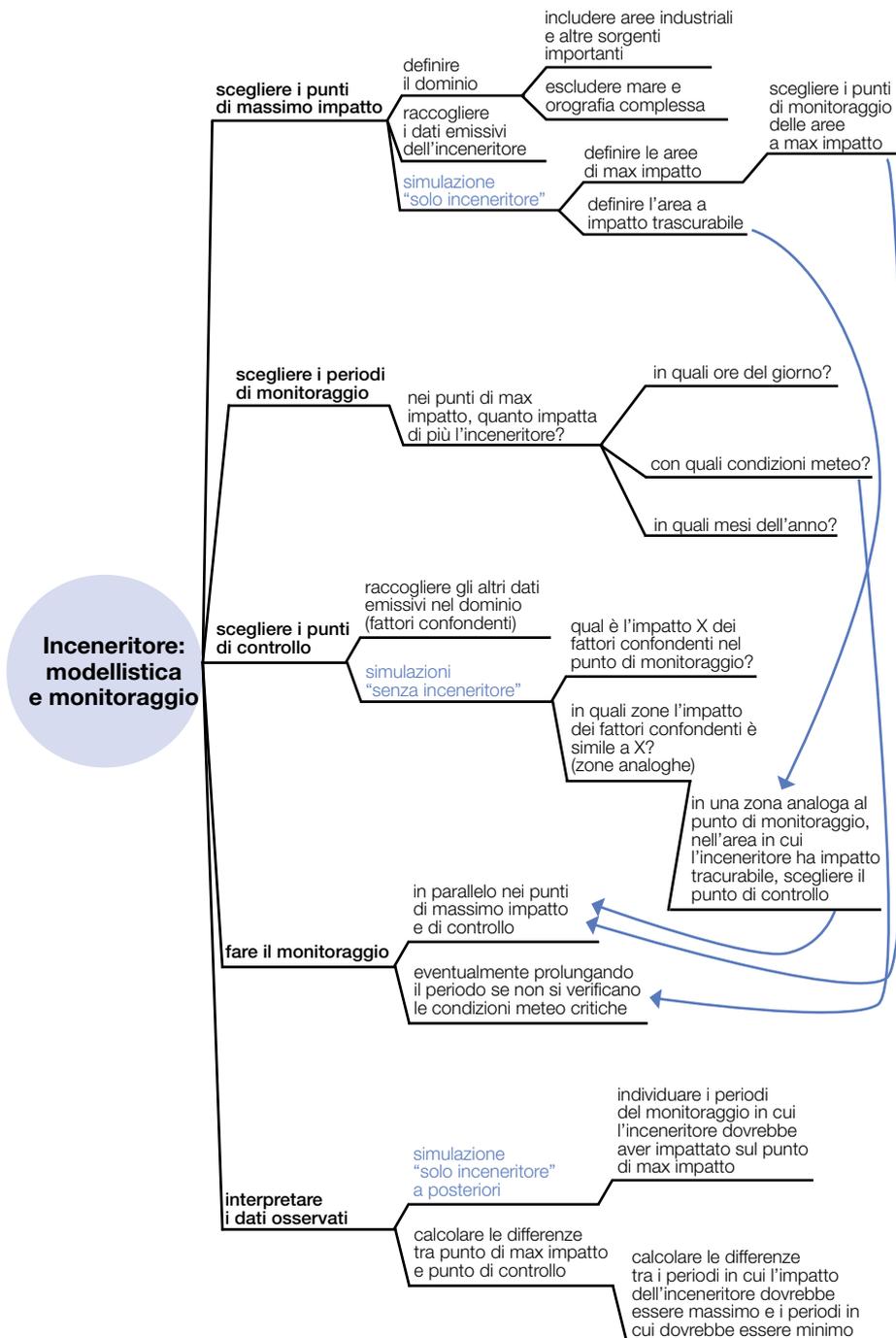
(Potremmo trovarci di fronte al caso in cui le concentrazioni nel punto di controllo sono più alte, ma ciò non significa certo che l'inceneritore riduce l'inquinamento!)



Cerchiamo quindi di distinguere, con l'ausilio della modellistica e dei dati meteo raccolti durante la campagna, i momenti in cui l'inceneritore ha impattato sul punto di monitoraggio dai momenti in cui non ha impattato. In pratica spezziamo il nostro insieme di dati in due sottoinsiemi. Vediamo che valori assume, nei due sottoinsiemi, la differenza tra punto di massimo e di confronto. Se la distribuzione cambia in maniera significativa, la variazione riscontrata potrebbe essere attribuita all'inceneritore.



Schema complessivo





II. Dettagli metodologici

I domini di simulazione

Il dominio principale di simulazione (D) sarà il medesimo per tutte le simulazioni (ma può essere diverso tra un inceneritore e un altro). Per esigenze tecniche legate al modello di simulazione il dominio sarà rettangolare (o quadrato) e orientato secondo i punti cardinali. Il camino dell'inceneritore non necessariamente sarà al centro del dominio D. Ciascuno dei quattro lati del dominio D avrà dal camino una distanza compresa tra 2.5 km e 7.5 km; la lunghezza di ciascun lato sarà comunque compresa tra 5 km e 10 km.

Definizione di sottodominio

Siano sd_1, \dots, sd_n (con n un numero intero piccolo, maggiore di zero, solitamente non superiore a 3) sottoinsiemi del dominio D, chiamati anche sottodomini. I sottodomini e il dominio D (in generale: "i domini") sono fra loro innestati, ovvero sia i passi di griglia di tutti i domini sono fra loro multipli e sottomultipli.

Costruzione del dominio D

Per arrivare a definire il dominio di simulazione si comincia costruendo un dominio quadrato (5 km x 5 km) centrato sul camino dell'inceneritore; poi la distanza tra camino e lato del dominio in ciascuna delle quattro direzioni viene estesa o contratta, cercando di conseguire i seguenti obiettivi:

- inclusione delle aree industriali, autostrade e strade di grande viabilità;
- inclusione delle aree urbane (in particolare siti sensibili quali ospedali, scuole, residenze per anziani, parchi giochi, etc);
- esclusione di ampie aree disabitate (mare);
- esclusione di aree a orografia complessa, compatibilmente con le potenzialità del modello di dispersione utilizzato¹;
- maggiore estensione nelle direzioni prevalenti notturne del vento (dove il pennacchio assume forma più piatta; fenomeni di *fanning*).

¹ Il tipo di modello considerato è gaussiano e come tale considera il dato meteorologico uniforme nell'intero dominio. Tale approssimazione non è possibile su terreni complessi (alcuni modelli gaussiani hanno la possibilità di tenere parzialmente conto degli effetti di un'orografia non troppo complessa) o in domini troppo ampi. In questi casi si consiglia l'utilizzo di modelli a *puff* o lagrangiani, con input meteo tridimensionale non omogeneo.

Il run esplorativo

Chiameremo il primo *run* di simulazione “esplorativo”. Scopo di questo run è valutare l’estensione della ricaduta del pennacchio del camino.

Il run esplorativo si effettua su un dominio “ampio” (ad esempio 10km x 10km) in modalità LT (Long Term) ponendo al centro il camino dell’inceneritore, con un passo di griglia a piacere (un valore guida può essere 200 metri, ovvero una griglia di 51x51 punti recettori per un dominio di 10km x 10km). Il database delle emissioni contiene solo l’inceneritore; il periodo di simulazione è un anno.

Per valutare la possibilità di ricadute significative esterne al dominio “ampio”, si effettua un secondo run esplorativo con impostazioni analoghe al primo, calcolando però le concentrazioni in quota (approssimativamente alla quota efficace media del camino) anziché alla superficie. Qualora si individuassero casi di *fanning* significativi che escono dal dominio, tali episodi dovranno essere analizzati con modelli a *puff* o lagrangiani, con input meteo tridimensionale non omogeneo.

Costruzione dei sottodomini sd_i

Per ottenere un miglior dettaglio dell’impatto nelle aree vicine al camino, è possibile effettuare diversi *run* a risoluzioni diverse, su sottodomini di diverse dimensioni.

Una volta valutata l’estensione di ricaduta del pennacchio del camino, si costruiranno i sottodomini fra loro innestati, di dimensioni via via crescenti, a risoluzione via via più grossolana (vedi esempio nella Tabella seguente), tali che ciascun sottodominio sia interamente contenuto nei sottodomini a risoluzione più grossolana.

sottodominio	risoluzione	dimensioni della griglia
sd_1	≤ 25 m	41 x 41
sd_2	≤ 50 m	41 x 41
...
sd_n	≤ 150 m	41 x 41

I risultati delle simulazioni realizzate sui vari sottodomini verranno visualizzati in un GIS, usando le medesime scale cromatiche e i medesimi livelli. I campi saranno sovrapposti l’uno all’altro, ordinati secondo risoluzione decrescente,



ponendo sullo strato superiore il sottodominio più risolto (sd_i).

È possibile ridurre il numero di sottodomini a 1 (si considera l'intero dominio D in un'unica simulazione), quando il modello consenta una sufficiente risoluzione spaziale.

L'input meteorologico per le simulazioni

La Tabella 1 dà indicazioni sui dati meteo da fornire in entrata al modello di dispersione; si riferisce al territorio dell'Emilia-Romagna, al modello di dispersione ADMS-Urban e alle opzioni rese disponibili dal Servizio IdroMeteorologico (dataset LAMA da modello COSMO-LAMI, pre-processore *mass-consistent* CALMET-SIM, stazioni meteo). Si tratta comunque di indicazioni di massima che emergono dall'esperienza degli ultimi anni in applicazioni di ADMS-Urban, dall'analisi dei dati delle stazioni urbane e da considerazioni sulla loro rappresentatività, dalla verifica del modello COSMO-LAMI.

Tabella 1 Input meteorologico per ADMS-Urban

territorio	condizioni particolari	input meteo	uso di ADMS
montagna			non si usa ADMS
collina con DEM >33%			non si usa ADMS
costa	emissioni principali da camino alto altrimenti		non si usa ADMS come pianura
pianura non allo sbocco di valle	<50% urbano	CALMET (vento,T,Hmix,L*)	
	>50% urbano, senza stazioni urbane in un raggio di 10km	CALMET (vento,T,Hmix,L*)	
	>50% urbano, con stazione urbana "schermata" [†]	CALMET (vento) e stazione (T,rad)	
	>50% urbano, con stazione urbana non "schermata"	stazione (vento,T,rad)	quota anemometro diversa da 10m
pianura allo sbocco di valle	rosa dei venti CALMET ha la componente della brezza di valle	CALMET (vento,T,Hmix,L*)	
	rosa dei venti di una stazione pedecollinare nel raggio di 10km ha la componente della brezza di valle	stazione (vento) e CALMET (T,Hmix,L*)	
collina con DEM <33%	rosa dei venti LAMA è compatibile con l'orografia locale (incanalamento)	LAMA (vento,T,rad)	attivare opzione HILLS con DEM
	rosa dei venti di una stazione nel raggio di 10km è compatibile con l'orografia locale (incanalamento)	stazione (vento) e LAMA (T,rad)	attivare opzione HILLS con DEM
	rosa dei venti CALMET è compatibile con l'orografia locale (incanalamento)	CALMET (vento,T,Hmix,L*)	attivare opzione HILLS con DEM

[†] La stazione urbana si intende "schermata" quando la rosa dei venti ha alcune direzioni in cui le occorrenze sono molto rare.

Il modello ADMS-Urban prevede la possibilità di tenere conto della turbolenza residua dovuta al fenomeno dell'isola di calore urbana, imponendo un valore minimo alla lunghezza di Monin-Obukhov positiva, cioè evitando il verificarsi di condizioni molto stabili (corrispondenti a valori positivi vicini allo zero). In base all'esperienza, alle indicazioni del manuale e ai risultati delle campagne di misura termometriche, si suggeriscono (per il territorio dell'Emilia-Romagna) i seguenti valori:

- domini interamente urbani/industriali: 30 m;
- domini prevalentemente urbani/industriali con città >100mila abitanti entro 5 km: 20 m;
- domini parzialmente urbani/industriali con città >100mila abitanti entro 5 km: 10 m;
- domini prevalentemente rurali senza città >100mila abitanti entro 5 km: nessun valore minimo.

Le simulazioni copriranno un periodo di almeno 12 mesi consecutivi. Poiché la simulazione non ha lo scopo di riprodurre uno specifico anno passato, non è richiesto che il periodo a cui fa riferimento l'input meteorologico coincida con il periodo a cui fa riferimento l'input emissivo. La scelta del periodo di simulazione sarà invece basata sulla disponibilità dei dati meteo necessari (vedi Tabella 2). Inoltre, se il periodo di simulazione sarà limitato a 12 mesi, occorrerà evitare di includere nella simulazione periodi caratterizzati dal protrarsi di condizioni meteorologiche "anomale". Per individuare tali anomalie si farà riferimento alla Tabella 2, dove i mesi "anomali" sono marcati in grigio; tale valutazione è solamente indicativa ed è basata sui seguenti indicatori:

- numero di giorni "stagnanti", cioè giornate senza pioggia (precipitazione < 0.3 mm) in cui l'*indice di ventilazione* (definito come il prodotto dell'altezza di rimescolamento media giornaliera e dell'intensità media giornaliera del vento) è inferiore a 800 m²/s;
- numero di giornate "calde", cioè con temperatura massima maggiore di 29°C.

Tali indicatori sono in effetti stati calibrati sui dati di Bologna, in base alle criticità rispettivamente per l'accumulo locale di PM₁₀ e per la formazione di ozono, ma si possono considerare utili in generale per l'individuazione di condizioni anomale che influenzano la dispersione, l'accumulo e la dispersione degli inquinanti.

Tabella 2 Informazioni di supporto per la scelta del periodo di simulazione. I mesi marcati in grigio si possono considerare anomali oppure sono mancanti di uno dei dataset meteo.

capoluogo	90-01	90-02	90-03	90-04	90-05	90-06	90-07	90-08	90-09	90-10	90-11	90-12	91-01	91-02	91-03	91-04	91-05	91-06	91-07	91-08	91-09	91-10	91-11	91-12	92-01	92-02	92-03	92-04	92-05	92-06	92-07	92-08	92-09	92-10	92-11	92-12	93-01	93-02	93-03	93-04	93-05	93-06	93-07	93-08	93-09	93-10	93-11	93-12	94-01	94-02	94-03	94-04	94-05	94-06	94-07	94-08	94-09	94-10	94-11	94-12	95-01	95-02	95-03	95-04	95-05	95-06	95-07	95-08	95-09	95-10	95-11	95-12	96-01	96-02	96-03	96-04	96-05	96-06	96-07	96-08	96-09	96-10	96-11	96-12	97-01	97-02	97-03	97-04	97-05	97-06	97-07	97-08	97-09	97-10	97-11	97-12	98-01	98-02	98-03	98-04	98-05	98-06	98-07	98-08	98-09	98-10	98-11	98-12	99-01	99-02	99-03	99-04	99-05	99-06	99-07	99-08	99-09	99-10	99-11	99-12	00-01	00-02	00-03	00-04	00-05	00-06	00-07	00-08	00-09	00-10	00-11	00-12	01-01	01-02	01-03	01-04	01-05	01-06	01-07	01-08	01-09	01-10	01-11	01-12	02-01	02-02	02-03	02-04	02-05	02-06	02-07	02-08	02-09	02-10	02-11	02-12	03-01	03-02	03-03	03-04	03-05	03-06	03-07	03-08	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08	04-09	04-10	04-11	04-12	05-01	05-02	05-03	05-04	05-05	05-06	05-07	05-08	05-09	05-10	05-11	05-12	06-01	06-02	06-03	06-04	06-05	06-06	06-07	06-08	06-09	06-10	06-11	06-12	07-01	07-02	07-03	07-04	07-05	07-06	07-07	07-08	07-09	07-10	07-11	07-12	08-01	08-02	08-03	08-04	08-05	08-06	08-07	08-08	08-09	08-10	08-11	08-12	09-01	09-02	09-03	09-04	09-05	09-06	09-07	09-08	09-09	09-10	09-11	09-12	10-01	10-02	10-03	10-04	10-05	10-06	10-07	10-08	10-09	10-10	10-11	10-12	11-01	11-02	11-03	11-04	11-05	11-06	11-07	11-08	11-09	11-10	11-11	11-12	12-01	12-02	12-03	12-04	12-05	12-06	12-07	12-08	12-09	12-10	12-11	12-12	13-01	13-02	13-03	13-04	13-05	13-06	13-07	13-08	13-09	13-10	13-11	13-12	14-01	14-02	14-03	14-04	14-05	14-06	14-07	14-08	14-09	14-10	14-11	14-12	15-01	15-02	15-03	15-04	15-05	15-06	15-07	15-08	15-09	15-10	15-11	15-12	16-01	16-02	16-03	16-04	16-05	16-06	16-07	16-08	16-09	16-10	16-11	16-12	17-01	17-02	17-03	17-04	17-05	17-06	17-07	17-08	17-09	17-10	17-11	17-12	18-01	18-02	18-03	18-04	18-05	18-06	18-07	18-08	18-09	18-10	18-11	18-12	19-01	19-02	19-03	19-04	19-05	19-06	19-07	19-08	19-09	19-10	19-11	19-12	20-01	20-02	20-03	20-04	20-05	20-06	20-07	20-08	20-09	20-10	20-11	20-12	21-01	21-02	21-03	21-04	21-05	21-06	21-07	21-08	21-09	21-10	21-11	21-12	22-01	22-02	22-03	22-04	22-05	22-06	22-07	22-08	22-09	22-10	22-11	22-12	23-01	23-02	23-03	23-04	23-05	23-06	23-07	23-08	23-09	23-10	23-11	23-12	24-01	24-02	24-03	24-04	24-05	24-06	24-07	24-08	24-09	24-10	24-11	24-12	25-01	25-02	25-03	25-04	25-05	25-06	25-07	25-08	25-09	25-10	25-11	25-12	26-01	26-02	26-03	26-04	26-05	26-06	26-07	26-08	26-09	26-10	26-11	26-12	27-01	27-02	27-03	27-04	27-05	27-06	27-07	27-08	27-09	27-10	27-11	27-12	28-01	28-02	28-03	28-04	28-05	28-06	28-07	28-08	28-09	28-10	28-11	28-12	29-01	29-02	29-03	29-04	29-05	29-06	29-07	29-08	29-09	29-10	29-11	29-12	30-01	30-02	30-03	30-04	30-05	30-06	30-07	30-08	30-09	30-10	30-11	30-12	31-01	31-02	31-03	31-04	31-05	31-06	31-07	31-08	31-09	31-10	31-11	31-12	32-01	32-02	32-03	32-04	32-05	32-06	32-07	32-08	32-09	32-10	32-11	32-12	33-01	33-02	33-03	33-04	33-05	33-06	33-07	33-08	33-09	33-10	33-11	33-12	34-01	34-02	34-03	34-04	34-05	34-06	34-07	34-08	34-09	34-10	34-11	34-12	35-01	35-02	35-03	35-04	35-05	35-06	35-07	35-08	35-09	35-10	35-11	35-12	36-01	36-02	36-03	36-04	36-05	36-06	36-07	36-08	36-09	36-10	36-11	36-12	37-01	37-02	37-03	37-04	37-05	37-06	37-07	37-08	37-09	37-10	37-11	37-12	38-01	38-02	38-03	38-04	38-05	38-06	38-07	38-08	38-09	38-10	38-11	38-12	39-01	39-02	39-03	39-04	39-05	39-06	39-07	39-08	39-09	39-10	39-11	39-12	40-01	40-02	40-03	40-04	40-05	40-06	40-07	40-08	40-09	40-10	40-11	40-12	41-01	41-02	41-03	41-04	41-05	41-06	41-07	41-08	41-09	41-10	41-11	41-12	42-01	42-02	42-03	42-04	42-05	42-06	42-07	42-08	42-09	42-10	42-11	42-12	43-01	43-02	43-03	43-04	43-05	43-06	43-07	43-08	43-09	43-10	43-11	43-12	44-01	44-02	44-03	44-04	44-05	44-06	44-07	44-08	44-09	44-10	44-11	44-12	45-01	45-02	45-03	45-04	45-05	45-06	45-07	45-08	45-09	45-10	45-11	45-12	46-01	46-02	46-03	46-04	46-05	46-06	46-07	46-08	46-09	46-10	46-11	46-12	47-01	47-02	47-03	47-04	47-05	47-06	47-07	47-08	47-09	47-10	47-11	47-12	48-01	48-02	48-03	48-04	48-05	48-06	48-07	48-08	48-09	48-10	48-11	48-12	49-01	49-02	49-03	49-04	49-05	49-06	49-07	49-08	49-09	49-10	49-11	49-12	50-01	50-02	50-03	50-04	50-05	50-06	50-07	50-08	50-09	50-10	50-11	50-12	51-01	51-02	51-03	51-04	51-05	51-06	51-07	51-08	51-09	51-10	51-11	51-12	52-01	52-02	52-03	52-04	52-05	52-06	52-07	52-08	52-09	52-10	52-11	52-12	53-01	53-02	53-03	53-04	53-05	53-06	53-07	53-08	53-09	53-10	53-11	53-12	54-01	54-02	54-03	54-04	54-05	54-06	54-07	54-08	54-09	54-10	54-11	54-12	55-01	55-02	55-03	55-04	55-05	55-06	55-07	55-08	55-09	55-10	55-11	55-12	56-01	56-02	56-03	56-04	56-05	56-06	56-07	56-08	56-09	56-10	56-11	56-12	57-01	57-02	57-03	57-04	57-05	57-06	57-07	57-08	57-09	57-10	57-11	57-12	58-01	58-02	58-03	58-04	58-05	58-06	58-07	58-08	58-09	58-10	58-11	58-12	59-01	59-02	59-03	59-04	59-05	59-06	59-07	59-08	59-09	59-10	59-11	59-12	60-01	60-02	60-03	60-04	60-05	60-06	60-07	60-08	60-09	60-10	60-11	60-12	61-01	61-02	61-03	61-04	61-05	61-06	61-07	61-08	61-09	61-10	61-11	61-12	62-01	62-02	62-03	62-04	62-05	62-06	62-07	62-08	62-09	62-10	62-11	62-12	63-01	63-02	63-03	63-04	63-05	63-06	63-07	63-08	63-09	63-10	63-11	63-12	64-01	64-02	64-03	64-04	64-05	64-06	64-07	64-08	64-09	64-10	64-11	64-12	65-01	65-02	65-03	65-04	65-05	65-06	65-07	65-08	65-09	65-10	65-11	65-12	66-01	66-02	66-03	66-04	66-05	66-06	66-07	66-08	66-09	66-10	66-11	66-12	67-01	67-02	67-03	67-04	67-05	67-06	67-07	67-08	67-09	67-10	67-11	67-12	68-01	68-02	68-03	68-04	68-05	68-06	68-07	68-08	68-09	68-10	68-11	68-12	69-01	69-02	69-03	69-04	69-05	69-06	69-07	69-08	69-09	69-10	69-11	69-12	70-01	70-02	70-03	70-04	70-05	70-06	70-07	70-08	70-09	70-10	70-11	70-12	71-01	71-02	71-03	71-04	71-05	71-06	71-07	71-08	71-09	71-10	71-11	71-12	72-01	72-02	72-03	72-04	72-05	72-06	72-07	72-08	72-09	72-10	72-11	72-12	73-01	73-02	73-03	73-04	73-05	73-06	73-07	73-08	73-09	73-10	73-11	73-12	74-01	74-02	74-03	74-04	74-05	74-06	74-07	74-08	74-09	74-10	74-11	74-12	75-01	75-02	75-03	75-04	75-05	75-06	75-07	75-08	75-09	75-10	75-11	75-12	76-01	76-02	76-03	76-04	76-05	76-06	76-07	76-08	76-09	76-10	76-11	76-12	77-01	77-02	77-03	77-04	77-05	77-06	77-07	77-08	77-09	77-10	77-11	77-12	78-01	78-02	78-03	78-04	78-05	78-06	78-07	78-08	78-09	78-10	78-11	78-12	79-01	79-02	79-03	79-04	79-05	79-06	79-07	79-08	79-09	79-10	79-11	79-12	80-01	80-02	80-03	80-04	80-05	80-06	80-07	80-08	80-09	80-10	80-11	80-12	81-01	81-02	81-03	81-04	81-05	81-06	81-07	81-08	81-09	81-10	81-11	81-12	82-01	82-02	82-03	82-04	82-05	82-06	82-07	82-08	82-09	82-10	82-11	82-12	83-01	83-02	83-03	83-04	83-05	83-06	83-07	83-08	83-09	83-10	83-11	83-12	84-01	84-02	84-03	84-04	84-05	84-06	84-07	84-08	84-09	84-10	84-11	84-12	85-01	85-02	85-03	85-04	85-05	85-06	85-07	85-08	85-09	85-10	85-11	85-12	86-01	86-02	86-03	86-04	86-05	86-06	86-07	86-08	86-09	86-10	86-11	86-12	87-01	87-02	87-03	87-04	87-05	87-06	87-07	87-08	87-09	87-10	87-11	87-12	88-01	88-02	88-03	88-04	88-05	88-06	88-07	88-08	88-09	88-10	88-11	88-12	89-01	89-02	89-03	89-04	89-05	89-06	89-07	89-08	89-09	89-10	89-11	89-12	90-01	90-02	90-03	90-04	90-05	90-06	90-07	90-08	90-09	90-10	90-11	90-12	91-01	91-02	91-03	91-04	91-05	91-06	91-07
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Analisi dell'input emissivo dell'inceneritore

I dati (SME) del controllo in continuo all'uscita del camino dell'inceneritore devono essere analizzati statisticamente. Questa analisi ha un duplice scopo:

1. valutare quantitativamente le emissioni per la costruzione del catasto;
2. ricercare una eventuale regolarità delle emissioni.

I dati forniti dal gestore dell'impianto sono solitamente forniti come media giornaliera, oraria o semi-oraria². La filosofia dell'analisi è quella di controllare se la serie storica presenta regolarità, valutandone la costanza oppure le oscillazioni periodiche dei parametri per la corretta simulazione. La serie temporale dei dati da valutare deve coprire almeno un anno di rilevazioni e deve essere rappresentativa dello stato di regime dell'impianto. *Questo perché la valutazione dell'emissione deve essere effettuata con l'intento di descrivere il comportamento "tipico" dell'impianto e non il comportamento specifico dell'anno analizzato*³. Per raggiungere tale scopo, vanno dunque esclusi dall'analisi tutti i dati in continuo non validi e tutti i dati validi e registrati per situazioni anomale dell'impianto (fermo impianto e transienti). Lo scopo dell'analisi è valutare l'emissione in tonnellate per anno dell'impianto come emissione rappresentativa dell'impianto ed estendere tale emissione a tutto l'anno, coprendo i periodi di sosta (quando questi fossero casuali) come fossero periodi di esercizio.

Operativamente si consiglia di analizzare la serie storica dei dati tal quali (semi-orari) e dei dati medi giornalieri, costruendo box-whiskers, o utilizzando lo strumento excel "statistica descrittiva". Se gli indicatori Mediana e Media distano meno della metà della deviazione standard, si prenda la Media. Per distribuzioni di dati molto distanti da una curva gaussiana, si valuti l'indicatore più idoneo a rappresentare il valore caratteristico di emissione da riportare al periodo di indagine (anno o stagione). Se il regime dell'impianto durante l'anno preso in esame ha subito un cambiamento rilevante dei parametri medi, valutare la possibilità di ricalcolare le medie solo sul periodo più recente⁴.

² Il D.Lgs. 133/05 fissa il periodo di autocontrollo a 30'. Rilevazioni precedenti a tale decreto sono solitamente caratterizzati da periodi superiori.

³ Se dovesse risultare necessario, è possibile analizzare periodi temporali superiori ad un anno, tenendo comunque presente che i dati più recenti devono essere considerati i più rappresentativi del regime di impianto di cui si vuole effettuare il monitoraggio (valutare sempre almeno un anno di dati).

⁴ Un esempio di tale comportamento può essere una sostanziale modifica dei parametri di processo o dell'impianto stesso, che

Analisi dei dati emissivi delle sorgenti confondenti

La simulazione delle Aree attigue agli inceneritori deve considerare l'apporto delle sorgenti emissive diverse dall'inceneritore stesso. Tali emissioni verranno d'ora innanzi chiamate "confondenti".

La filosofia della descrizione del dettaglio di tali emissioni deve soddisfare il seguente **criterio generale**:

«più le sorgenti sono forti emettitori e più le sorgenti sono vicine all'inceneritore, migliore deve essere il grado di descrizione di tali sorgenti».

Una sorgente molto importante ma lontana, deve essere valutata per la descrizione di dettaglio così come una sorgente meno importante dal punto di vista emissivo ma molto prossima all'inceneritore.

Per quanto riguarda le sorgenti industriali si classifica la **qualità del dato** secondo i seguenti criteri:

Codice	Descrizione	Piramidi di priorità
1	da controllo Arpa	
2	da autocontrolli (Registro delle Emissioni)	
3	da autocontrolli di Messa a Regime dell'Impianto	
4	da Emissioni Autorizzate x FC	
4.1	<i>FC(Snap97) ottenuto dall'analisi del singolo processo emissivo dell'impianto</i>	
4.2	<i>FC(Snap97) ottenuto dall'analisi dell'attività ISTAT dell'impianto</i>	
5	da Emissioni Autorizzate	

Dove i fattori correttivi FC sono fattori moltiplicativi ottenuti confrontando i valori di concentrazione e di portata da certificati di analisi (controlli Arpa) e autoanalisi con le emissioni autorizzate per emissioni convogliate appartenenti a linee di produzione con stesso codice Snap97.

Le piramidi di priorità identificano, dal punto di vista grafico, la priorità con la quale devono essere considerate le stime emissive, dove la maggiore priorità è data al codice con valore più basso.

segna un nuovo e stabile regime delle emissioni (miglioramento del processo di combustione; aggiunta di diversi additivi per migliorare l'abbattimento; ...).



I Registri degli autocontrolli contengono le autoanalisi che solitamente sono prescritte a cadenza annuale. Se si hanno a disposizione diversi anni, considerare i valori più aggiornati.

Per legge gli autocontrolli di Messa a Regime sono tre, che si effettuano all'inizio della vita dell'impianto. Considerare il 100° percentile dei valori di concentrazione e di portata rilevati nei tre giorni di autoanalisi.

Se sono disponibili valori SME di alcune confondenti molto importanti, effettuare un'analisi statistica delle serie di dati, valutare l'indice statistico più idoneo (solitamente le medie delle concentrazioni e delle portate dell'impianto in condizioni di regime) e valutare se sono presenti eventuali modulazioni orarie e/o mensili. Considerare la priorità del dato SME con alta numerosità rispetto ai dati di controllo Arpa con piccola numerosità quando i dati di controllo non sono significativamente differenti dai dati SME; in caso contrario e quando i controlli Arpa fossero significativamente peggiorativi rispetto agli autocontrolli, considerare la solita priorità del controllo sull'autocontrollo.

Associare ad ogni emissione il proprio codice di qualità si rivela molto utile nell'analisi critica delle emissioni interferenti. Se in *"pole position"* alla classifica delle interferenti capitano sorgenti con scarsa qualità del dato, prima di reperire i dati necessari per rendere esplicite tali sorgenti in quanto molto interferenti, occorre investigare sulle emissioni di tali sorgenti cercando di migliorarne la qualità. Una migliore conoscenza delle interferenti più importanti è critica. Questo approfondimento è da ritenersi importante in quanto può modificare la classifica delle confondenti anche drasticamente.

Ai nostri scopi è utile considerare che le emissioni da traffico avvengono vicino al suolo. Per questo motivo, sono differenti sia le condizioni meteorologiche favorevoli alla loro dispersione, sia la dipendenza della concentrazione dalla distanza della sorgente.

Per quanto riguarda le sorgenti stradali si classifica la **qualità del dato** secondo i seguenti criteri:

Codice	Descrizione
1	da campagne di misura Arpa
2	da campagne di misura di Enti Esterni
3	da modelli di viabilità validati
4	da modelli di viabilità validati con misure su archi lontani da quelli di interesse nel dominio
5	da modelli di viabilità non validati

Poiché le sorgenti stradali sono fra i maggiori interferenti, si consiglia di aumentare la qualità del dato per gli assi stradali, eventualmente anche predisponendo apposite campagne di misura dei flussi stradali con distinzione fra traffico pesante e traffico leggero. In totale mancanza di dati si sottolinea la necessità di programmare ed eseguire campagne di rilievo dei flussi di traffico.

Sorgenti diffuse:

La griglia contiene i contributi delle sorgenti minori. Valutare sia l'emissione che la modulazione soprattutto per simulazioni stagionali (esempio: riscaldamento spento nei mesi estivi).

La scelta dei punti di monitoraggio

In questo paragrafo approfondiamo alcuni dettagli delle fasi 4 e 6.

I criteri generali per la scelta dei punti monitoraggio del massimo impatto e dei rispettivi punti di controllo sono:

- a) massima differenza fra punto di massimo e rispettivo punto di controllo, in termini di impatto dell'inceneritore;
- b) minime differenze fra punto di massimo e rispettivo punto di controllo, in termini di impatto dei fattori confondenti;
- c) minime incertezze, in termini di impatto dei fattori confondenti.

Le operazioni utili all'adempimento di queste tre condizioni sono riportate nella tabella di seguito riportata.



Critério	operazione	necessaria/ consigliata
massima differenza fra punto di massimo e rispettivo punto di controllo, in termini di impatto dell'inceneritore	simulazione long-term annuale (o pluriennale) "solo inceneritore": analisi delle concentrazioni medie; le differenze tra un punto di massimo e il rispettivo punto di controllo devono essere significative (rispetto all'ordine di grandezza dell'impatto medio nel dominio); il punto di massimo ricade nell'area di massimo, il punto di controllo ricade nell'area "a impatto trascurabile" (vedi fasi 3 e 6)	necessaria
	simulazioni long-term "solo inceneritore" sui periodi individuati come "critici" nella fase 4, per verificare che le differenze (in termini di media del periodo) tra un punto di massimo e il rispettivo punto di controllo siano significative anche nel "loro" periodo critico	vivamente consigliata
minime differenze fra punto di massimo e rispettivo punto di controllo, in termini di impatto dei fattori confondenti	simulazioni long-term "senza inceneritore", una per ogni coppia punto di massimo – punto di controllo, sul periodo individuato come "critico" per ciascuna coppia (nella fase 4); per ciascun punto di massimo, identificazione dell'area "analogha" ad esso, cioè di quella regione del dominio in cui l'impatto medio dei fattori confondenti sia uguale o molto prossimo all'impatto medio dei fattori confondenti nel punto di massimo	necessaria
	medesime simulazioni: identificazione delle aree "analoghe" anche in base a un percentile alto, oltre che alla media	consigliata
	simulazioni short-term "senza inceneritore", una per ogni coppia punto di massimo – punto di controllo, sul periodo individuato come "critico" per ciascuna coppia; analisi dell'andamento temporale dell'impatto dei fattori confondenti su alcuni possibili punti di controllo (selezionati con le due operazioni precedenti): si sceglie il punto di controllo che correla meglio con il rispettivo punto di massimo	consigliata
minime incertezze, in termini di impatto dei fattori confondenti	valutazione qualitativa delle incertezze sulle emissioni (fattori confondenti); i punti di monitoraggio siano scelti il più possibile lontani da zone con emissioni "incerte", compatibilmente con i criteri precedenti	necessaria
	compatibilmente con i criteri precedenti, nella selezione dei punti di controllo si evitano le aree che risentono direttamente dell'impatto di importanti sorgenti emissive, in analogia con i criteri di collocazione delle centraline di fondo	consigliata
	coppie di simulazioni long-term "senza inceneritore", una con le emissioni minime stimate, una con le emissioni massime stimate; la differenza fra le concentrazioni medie ottenute nelle due simulazioni dà un'indicazione quantitativa dell'incertezza dell'impatto dei fattori confondenti; se possibile, si eviti il monitoraggio nelle aree in cui quest'incertezza è più marcata	consigliata

III. Linee guida a valle del monitoraggio pilota

La definizione delle presenti Linee Guida per la realizzazione della sorveglianza ambientale è stata perfezionata, come previsto dalla Delibera Regionale, a valle della attività sperimentale.

Il monitoraggio ambientale è stato un grande “esperimento pilota” sul campo, attuato per aumentare la conoscenza sulla qualità dell’aria nelle zone circostanti gli impianti di incenerimento, attraverso la ricerca di inquinanti e microinquinanti non normati per legge e dunque solitamente non investigati nelle attività routinarie delle Agenzie⁵.

Di seguito vengono illustrati i punti principali sui quali occorre focalizzare maggiormente l’attenzione.

La procedura per la valutazione dell’impatto dell’inceneritore poggia su una ipotesi fondamentale che è quella di valutare la differenza di concentrazione di un inquinante, scelto fra quelli emessi dall’inceneritore, rilevata in coppie di punti che differiscono in massima parte per la ricaduta dell’inceneritore stesso. Tali punti sono valutati per mezzo di opportune simulazioni modellistiche.

Dalla simulazione del singolo impianto di incenerimento è stato subito evidente che le concentrazioni in aria derivanti dalle sue emissioni erano molto basse; per quanto riguarda le polveri, ad esempio, si tratta di decine di nanogrammi al metro cubo nelle aree di massimo impatto: una quantità difficilmente misurabile. Per contro, le concentrazioni simulate da tutte le altre fonti che insistono sullo stesso dominio erano di gran lunga più elevate (sempre nel caso delle polveri, per il caso pilota del Frullo, i valori si attestavano intorno ai microgrammi per metro cubo d’aria).

La condizione ideale per esaltare il rapporto fra segnale (inceneritore) e disturbo (tutte le altre fonti) accade quando una sostanza è emessa principalmente dall’inceneritore, rispetto alle emissioni limitrofe e al fondo; cioè quando esiste una sostanza caratteristica (“marker”) dell’impianto

⁵ Le risultanze di tale monitoraggio sono descritte nella documentazione relativa all’Azione 7 della Linea Progettuale 2, disponibile su www.monitor.it nella sezione “Risultati delle attività”.

oggetto di studio e tale sostanza è in una concentrazione rilevabile dagli strumenti nei campioni ambientali nel territorio circostante l'impianto. Sarebbe inoltre necessario che tale sostanza fosse normalmente presente a concentrazioni trascurabili, a inceneritore "fisicamente" spento.

Alla luce delle valutazioni sperimentali del caso del Frullo, non è stato possibile identificare una sostanza con le caratteristiche necessarie a tale scopo.

Inoltre, per una corretta valutazione dei punti rappresentativi delle aree di massima ricaduta e relativo controllo, si deve disporre di un catasto preciso per effettuare le simulazioni richieste dalle procedure. In altre parole occorre assumere di conoscere tutte le sorgenti che insistono sul territorio con una precisione tale da riuscire a trovare un buon bilanciamento fra questi due punti, dando per scontato che la simulazione, che è sempre una approssimazione della realtà, sia sufficientemente raffinata per gli scopi prefissi. A titolo di esempio, per il caso del Frullo e dell'inquinante polveri, per individuare l'area di controllo si è dovuto applicare un margine di tolleranza del 25% (cfr. Relazione Azione 7 LP2).

La metodologia richiede un numero congruo di rilevazioni. Può accadere però che si debba scegliere un inquinante che necessiti di un certo tempo di campionamento, come nel caso di polveri che devono essere sottoposte ad analisi chimiche. In questi casi non è più possibile parlare di "ore" critiche, in quanto il campionamento è forzatamente prolungato per periodi superiori.

Citando ancora lo studio pilota, per soddisfare le esigenze di tutte le richieste analitiche messe in campo, sono stati necessari campionamenti di volume di aria pari a due filtri di 24h (risoluzione temporale di 48h o di 24h quando presenti due campionatori dedicati nella stessa Stazione).

Per risolvere il problema dei periodi superiori a 1h, rendere le Linee Guida più generali e permettere anche la verifica dell'andamento della campagna, durante la Fase sperimentale sono stati introdotti due indicatori, I e Delta, che qui descriviamo e proponiamo come strumenti di aiuto. E' stato affrontato in maniera operativa come suddividere gli insiemi di campioni "maggiormente impattati" dai rimanenti (concetto equivalente di ora critica

e non critica *trasposto ai campioni*). Inoltre, dopo diverse valutazioni statistiche, vengono date indicazioni su come affrontare al meglio l'analisi dei dati chimici, nell'ottica di individuare le responsabilità locali della qualità dell'aria campionata. Infine si indicano, sull'esperienza del monitoraggio del Frullo, quali sono stati gli analiti più caratterizzanti e più interessanti fra tutti quelli esaminati, allo scopo di una migliore caratterizzazione delle Stazioni. Queste descrizioni vengono di seguito presentate per paragrafi in modo da renderne più agevole la consultazione.

Indicatore I

Definizione

$$I_{hh,j} = \sum_i^{hh} [A]_{i,j}$$

dove $[A]_{i,j}$ è il valore di concentrazione oraria della specie chimica A simulata nel punto j per l'ora i di un certo intervallo hh (di solito 6, 24 o 48 ore).

Per il sito j , in totale si avranno K indicatori $I_{hh,k}$ ordinati per cronologia, mano a mano che la campagna si svolge, per il periodo $\Delta T = \sum_k hh$ ($k=1, \dots, K$).

Uso

- Ordinando I per intensità, è possibile redigere *classifiche* di campioni più o meno impattati, in caso di limitazioni del numero di analisi chimiche a disposizione
- confrontando simulazioni di diversi anni per lo stesso punto recettore sui dati ordinati in intensità, è possibile confrontare gli impatti di diverse campagne.

Costruire classifiche e confronti con simulazioni di anni meteorologici diversi, rispetto allo stesso punto di monitoraggio, consente di effettuare *il controllo off-line dell'andamento della campagna* e offre uno strumento per decidere se la durata della campagna è congrua con un numero minimo di impatti "attesi" in un dato punto recettore, prima di terminare la campagna stessa.

Si rimanda alla Relazione “Analisi, elaborazione dati e reportistica delle Campagne di Monitoraggio” (Monitor, Linea Progettuale 2, Azione 7) per un esempio applicato di tale indicatore.

Indicatore Delta

Definizione

In analogia all'indicatore I, l'indicatore Delta sarà:

$$Delta_{hh, j-h} = \sum_i^{hh} ([A]_{i,j} - [A]_{i,h})$$

dove j =massimo di ricaduta dell'inceneritore e h =controllo di j secondo la procedura spiegata in queste Linee Guida (LG) al Cap.1.

Uso

Il metodo di confronto fra siti, utilizzato in queste LG, cioè la valutazione della differenza di concentrazione dell'analita A fra il massimo di ricaduta (MX) ed il suo controllo (CT), su una base temporale hh, deve essere fatta su tutti i campioni della campagna.

Occorre selezionare l'insieme degli episodi *più critici* e separarli da quelli *meno critici*. Poiché non è possibile stabilire a priori, dato un certo numero di coppie di campioni ordinate per intensità di Delta, dove si colloca la separazione fra il gruppo “critico” e quello “non critico”, è necessario utilizzare un metodo di partizionamento clustering.

Si rimanda alla Relazione “Analisi, elaborazione dati e reportistica delle Campagne di Monitoraggio” (Monitor, Linea Progettuale 2, Azione 7) per un esempio applicato di tale indicatore.

Metodologia di analisi statistica dei dati chimici

L'esperienza del Frullo ci insegna, sia da calcoli che da evidenze sperimentali, che la misura di polverosità ([PMx]) non può essere di aiuto per questo tipo di indagine. Solo la caratterizzazione della composizione

chimica può darci informazioni aggiuntive che possono potenzialmente fornire una indicazione utile. In aggiunta, volendo essere rigorosi, se si decidesse di utilizzare l'analisi chimica sul particolato ottimizzando le posizioni e i periodi di monitoraggio rispetto al parametro concentrazione di polveri [PM_x], tale ottimizzazione potrebbe non essere coincidente rispetto a quella relativa ad un singolo componente della polvere stessa, in quanto potrebbero variare i valori di catasto emissivo e la loro distribuzione geometrica sul territorio in esame.

L'applicazione migliore del metodo esposto in Cap.1 si otterrebbe su dati automatici di piccoli periodi (esempio 1h), (non necessariamente collegati al particolato).

Ad ogni modo qui viene proposta una metodologia *aggiuntiva*, di carattere generale, da applicare ai risultati analitici dei campionamenti effettuati nelle postazioni "ottimizzate" secondo la prassi del Cap.1.

Tale metodologia è basata su due ottiche fra loro complementari.

1. caratterizzazione dell'aria nelle diverse stazioni di misura
2. focus relativo agli inquinanti pericolosi.

Il primo punto poggia le basi sulla buona caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio, relativamente al periodo studiato, al fine di evidenziare analogie e differenze (disomogeneità spaziale) nella composizione qualitativa dei campionamenti effettuati nelle diverse Stazioni.

Lo scopo di questa valutazione, applicabile in maniera generale, è quello di evidenziare eventuali indizi che possano portare, con ulteriori studi, alla verifica del perché alcuni siti possano essere diversi da altri, ed alla individuazione di eventuali sorgenti locali che possano decretarne la diversità.

Si ritiene che l'analisi approfondita del territorio per individuare quali sostanze discriminano i diversi siti *deve essere considerata il primo essenziale screening per individuare eventuali responsabilità locali*.

Per raggiungere questo scopo si propone di utilizzare l'analisi cluster abbinata alla Principal Component Analysis (PCA). In aggiunta, quando possibile, in funzione anche della numerosità dei campioni raccolti, è

auspicabile utilizzare modelli al recettore per la completa caratterizzazione del particolato nelle Stazioni.

Il secondo punto poggia invece le basi sulla descrizione classica dello stato ambientale relativamente alla matrice aria in funzione degli inquinanti pericolosi. Si ritiene utile la ricapitolazione dei dati da questo punto di vista.

Anche in questi due casi si rimanda alla Relazione “Analisi, elaborazione dati e reportistica delle Campagne di Monitoraggio” (Monitor, Linea Progettuale 2, Azione 7) per un esempio applicato.

Analiti presenti nel particolato nell’esperienza del Frullo

Il monitoraggio pilota è stato condotto su un elevato spettro di differenti specie chimiche per il particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$.

Ai fini della diversa caratterizzazione delle Stazioni in funzione di queste due classi granulometriche, si è evidenziato un maggior potere caratterizzante per quanto riguarda la componente organica rispetto alla componente inorganica. La componente inorganica è tuttavia molto importante, soprattutto per quanto riguarda i metalli (tra cui alcuni tossici) e, per quanto riguarda le specie ioniche, per poter essere in grado di costruire un modello a recettore.

Particolare attenzione deve essere posta nei riguardi degli idrocarburi policiclici aromatici.

IV. Bibliografia

- Jehng-Jung, K., Ming-Ru, H. "Utilizing multiobjective analysis to determine an air quality monitoring network in an industrial district", *Atmospheric Environment*, Vol. 40, Issue 6, pp. 1092-1103 (February 2006).
- Serón Arbeloa, F.J., Pérez Caseiras, c., Latorre Andrés P.M. "Air quality monitoring: Optimization of a network around a hypothetical potash plant in open countryside", *Atmospheric Environment*, Vol. 27, Issue 5-Part A, pp. 729-738 (April 1993).
- Noll, K. E., Mitsutomi, S. "Design methodology for optimum dosage air monitoring site selection", *Atmospheric Environment*, Vol. 17, Issue 12, pp. 2583-2590 (1983).
- Seinfeld, J. H. "Optimal location of pollutant monitoring stations in an airshed", *Atmospheric Environment*, Vol. 6, Issue 11, pp. 847-858 (November 1972).

2. Stima della numerosità delle rilevazioni dei metalli pesanti ai fini di analisi statistiche su dei siti di rilevazione: analisi pilota sulla popolazione di dati dei metalli della città di Bologna

I. Premessa

Lo scopo di questa parte del documento e delle analisi in esso illustrate è dare indicazioni circa la numerosità minima necessaria da impostare nelle campagne di monitoraggio dei metalli nei punti di massima e minima ricaduta degli inceneritori, al fine di ottenere evidenze statisticamente significative nelle differenze riscontrate nelle misurazioni nei due siti.

La risposta a questa problematica è dipendente da una serie di fattori, la cui conoscenza a priori è spesso impossibile, per cui si cerca di ipotizzare le conoscenze necessarie utilizzando dati di letteratura o informazioni simili.

I parametri che influiscono sulla stima della numerosità di cui sopra sono riconducibili a:

- Media e deviazione standard delle distribuzioni dei metalli da indagare
- Differenza attesa nelle due misurazioni
- Parametri statistici di errori ammessi.



I parametri relativi all'ultimo punto vengono adottati per convenzione (ci si riferisce agli errori α e β consentiti nella stima). Le prime due informazioni si possono ricavare, come detto, da esperienze analoghe o da dati di letteratura. Ciò porta a generare delle risposte che inevitabilmente sono soggette ad assunzioni iniziali.

II. Le distribuzioni degli inquinanti

Le analisi che verranno presentate riguardano test sulla differenza delle medie di due distribuzioni o di una distribuzione verso un valore teorico. Queste analisi presuppongono la normalità della distribuzione di dati che si analizza.

Nel caso di distribuzioni degli inquinanti, l'esperienza indica che questi valori

si distribuiscono secondo una “log-normale”, ovvero una distribuzione di dati la cui corrispondente distribuzione, ottenuta dal logaritmo dei valori di partenza, risulta normale.

Nelle analisi, il rigore scientifico richiede una trasformazione preliminare di tutti i dati in logaritmo, l’analisi di queste nuove distribuzioni e infine l’antitrasformazione per riportarsi a valori reali.

E’ stato verificato provando con uno dei metalli considerati che, al fine delle indagini svolte, questi passaggi generano un aumento della complessità della trattazione a fronte di una differenza di stime di numerosità inferiore a 1 unità, fra una procedura rigorosa ed una “approssimata” che non utilizza questi passaggi. In questa parte del documento perciò si effettueranno i calcoli considerando le distribuzioni di valori reali, anche per una più immediata lettura ai destinatari del documento stesso.

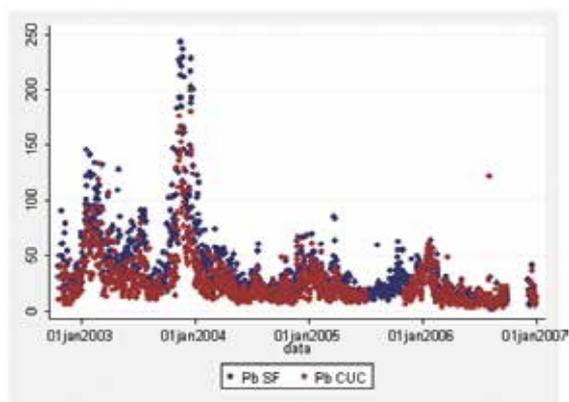
Metallo (ng/Nm ³)	media	d.s.	Campioni	%
Pb	25,9	23,41678	10	56,13
			20	39,69
			50	25,10
			100	17,75
			200	12,55
			316	<10
Ni	18,3	13,47321	10	45,51
			20	32,18
			50	20,35
			100	14,39
			200	10,18
			208	<10
Cr	6,9	4,886529	10	43,76
			20	30,94
			50	19,57
			100	13,84
			200	9,78
			192	<10
Cd	0,7	0,726273	10	61,09
			20	43,20
			50	27,32
			100	19,32
			200	13,66
			374	<10
As	0,98	0,893772	10	56,72
			20	40,11
			50	25,37
			100	17,94
			200	12,68
			323	<10

La tabella sopra risulta poco indicativa se non viene affiancata da indicazioni circa la differenza attesa fra i 2 punti per ogni metallo (secondo parametro fra quelli indicati come influenti nella stima della numerosità minima).

Si aggiunga che queste considerazioni sono ricavate su valori medi, contenenti quindi tutta la variabilità giornaliera e stagionale che caratterizzano le distribuzioni degli inquinanti.

Nell'ipotesi di poter effettuare le differenze su coppie di dati appaiati (cioè su valori che sono stati rilevati simultaneamente nei due punti), questa variabilità può essere evitata, in quanto si può applicare un test T per dati appaiati: questo confronta ogni singola coppia di valori, appaiati per periodo temporale di determinazione. Si ricava in questo modo una distribuzione determinata dalle differenze fra le misurazioni: questa è testata contro l'ipotesi che abbia media zero (che si traduce nel fatto di non riscontrare differenze fra le due postazioni).

In questo caso la numerosità necessaria può essere ridotta (in funzione anche di una buona correlazione fra le due distribuzioni).



Andamento del Pb nelle due stazioni

Costruzione delle distribuzioni ottenute dalla differenza misurata nei due punti

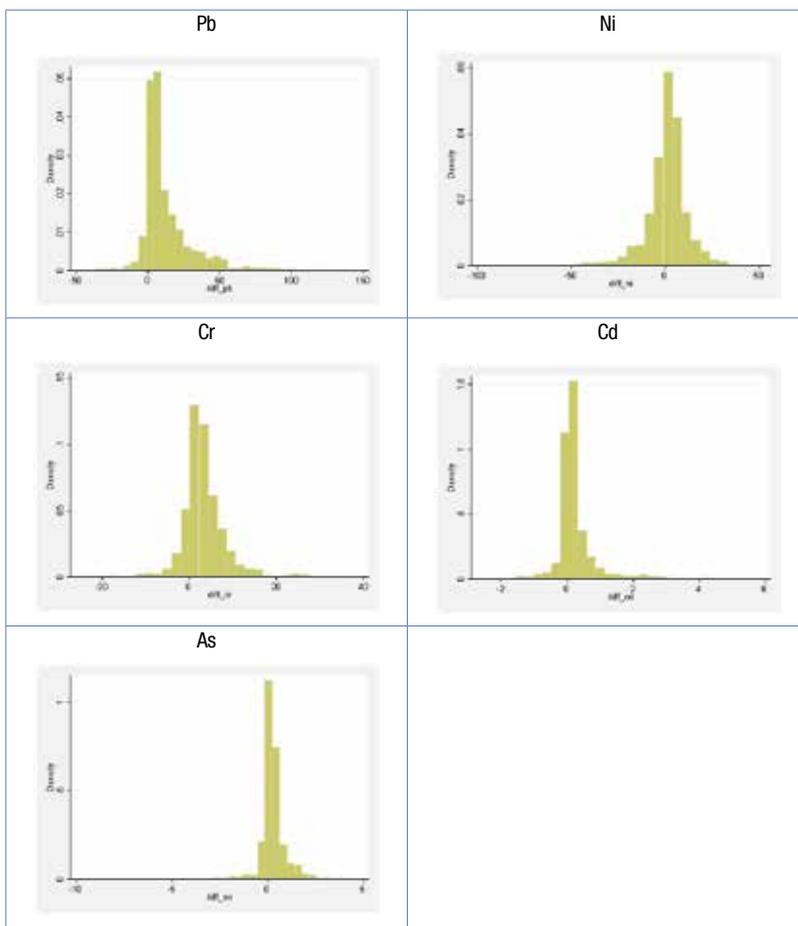
Sono state create 6 nuove distribuzioni (1 per ogni metallo), date dalla differenza calcolata nelle misurazioni effettuate lo stesso giorno nei due siti. Ovviamente la numerosità di queste distribuzioni risulta inferiore a quella delle distribuzioni nei singoli siti, in quanto la condizione necessaria

al calcolo di ogni singolo valore giornaliero è la presenza del dato misurato nei due siti nel medesimo giorno.

La tabella sotto illustra le caratteristiche principali delle distribuzioni create:

Variabile	N	Media	Dev. St.	Mediana	Min.	Max.
diff_pb	1224	12.730	17.308	7	-37.57	118.35
diff_ni	1224	0.908	11.597	2	-94	53
diff_cr	1187	3.361	5.131	3	-25	38
diff_cd	1099	0.235	0.617	0.1	-2.6	5.4
diff_as	1152	0.295	0.689	0.2	-7.43	4.1

I grafici seguenti riportano gli istogrammi delle distribuzioni create.



Istogramma delle distribuzioni differenza



Già dai grafici si possono ricavare alcune indicazioni circa i migliori candidati ad evidenziare differenze fra i due siti. Poiché le distribuzioni sono ottenute dalle differenze calcolate giornalmente nei due siti, l'ipotesi nulla da confutare per asserire che vi è differenza nelle misurazioni è che le distribuzioni ottenute abbiano media zero. Per questo motivo le distribuzioni i cui istogrammi risultano spostati a destra rispetto allo 0 sono più probabilmente quelle che evidenzieranno le differenze maggiori (a destra dello 0 in quanto sono state calcolate sottraendo al dato di San Felice, cioè quello a maggior inquinamento, quello di Monte Cuccolino). Al fine di verificare con un test statistico quanto detto sopra, applichiamo il T-test per valutare se le medie delle distribuzioni differenze si scostano significativamente dal valore 0 (l'hp nulla da confutare).

One sample t-test

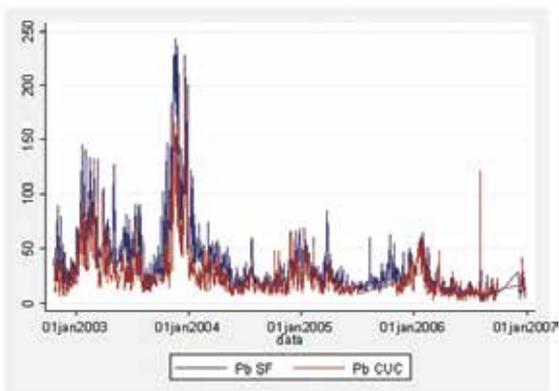
Variabile	N	Media	Err. Std.	Dev. Std.	95% LCI.	95% UCI	P
diff_pb	1224	12.73004	.4947095	17.30776	11.75947	13.70061	0.0000
diff_ni	1224	.9084967	.3314681	11.59665	.2581876	1.558806	0.0031
diff_cr	1187	3.361415	.1489184	5.130666	3.069242	3.653588	0.0000
diff_cd	1099	.2348499	.186054	.6167924	.1983436	.2713561	0.0000
diff_as	1152	.2954253	.0202891	.6886366	.2556175	.3352332	0.0000

Per tutti gli inquinanti si raggiunge un valore statisticamente significativo, anche per il nichel, che evidenzia attraverso un valore di p maggiore degli altri una evidenza minore. La grande quantità di dati utilizzati aiuta ad ottenere la significatività, ma tale dimensione campionaria è difficilmente ipotizzabile in un monitoraggio di quelli che si intende approntare nelle analisi sugli inceneritori (si veda anche l'istogramma).

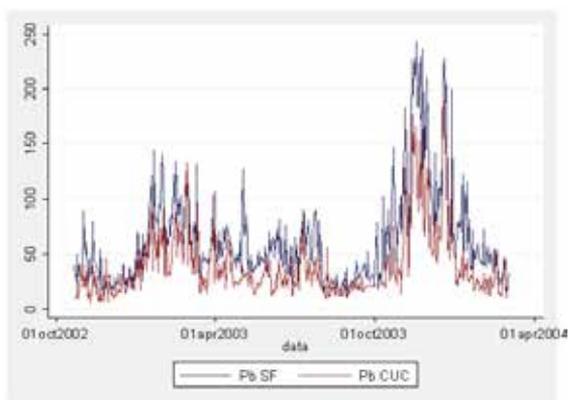
Correlazioni fra le due distribuzioni delle stazioni di monitoraggio di San Felice e Monte Cuccolino

Di seguito si opera un approfondimento per verificare la correlazione fra le varie distribuzioni nei due siti.

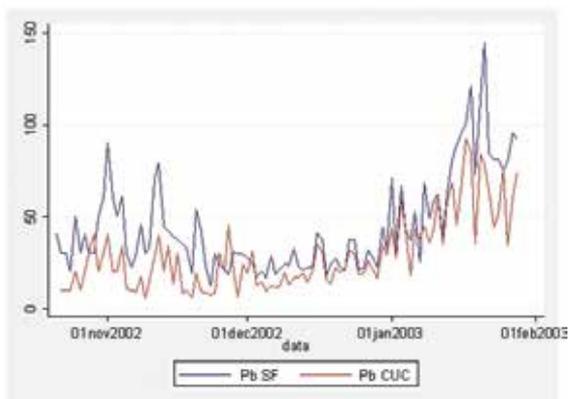
Metallo	Pearson coeff. corr	P
Pb	0.89	0.0000
Ni	0.56	0.0000
Cr	0.59	0.0000
Cd	0.84	0.0000
As	0.78	0.0000



Andamento del Pb nelle due stazioni



Andamento del Pb nelle due stazioni (primi 500 casi)



Andamento del Pb nelle due stazioni (primi 100 casi)

La tabella precedente evidenzia un'alta correlazione fra le distribuzioni originali dei dati sei due siti. Come detto in precedenza, questa è sicuramente una condizione necessaria al fine di una buona analisi delle differenze. Può non essere una condizione sufficiente a garantire un abbassamento della numerosità, considerando dati appaiati invece di medie complessive. La correlazione tiene conto infatti degli andamenti, senza considerare se, punto per punto, la serie a maggior pressione ambientale rimane costantemente maggiore dell'altra.

Calcolo dei campioni minimi necessari per ogni metallo

Per concludere l'analisi e riportarsi al discorso di variabilità attesa, nella tabella sotto viene riportato il valore della media della distribuzioni di San Felice, la media della distribuzione differenza e di conseguenza la % di differenza che si può presumere di aspettarsi per ogni metallo.

Metallo	Media S.F.	Media diff. (IC 95%)	% (IC 95%)
Pb	25,9	12,730 [11,759;13,701]	49,151 [45,402;52,899]
Ni	18,3	0,908 [0,258;1,559]	4,962 [1,410;8,519]
Cr	6,9	3,361 [3,069;3,653]	48,710 [44,478;52,942]
Cd	0,7	0,235 [0,198;0,271]	33,571 [28,286;38,714]
As	0,98	0,295 [0,256;0,335]	30,102 [26,122;34,184]

Utilizzando lo stesso criterio statistico usato per la prima tabella di stima della numerosità, si può ora stimare il numero di campioni necessari a evidenziare differenze statisticamente significative dell'ordine di quelle riportate nell'ultima colonna della precedente tabella.

Metallo	Media della distribuzione delle differenze	d.s. della distribuzione delle differenze	Campioni necessari a confutare l'hp nulla
Pb	12,730 [11,759;13,701]	17,31	16 [14;19]
Ni	0,908 [0,258;1,559]	11,60	1398 [475;17312]
Cr	3,361 [3,069;3,653]	5,13	20 [17-24]
Cd	0,235 [0,198;0,271]	0,617	60 [45-84]
As	0,295 [0,256;0,335]	0,689	47 [37;63]

Una delle prime considerazioni da ricavare è che, in presenza di differenze pressione ambientale, vi sono metalli che evidenziano una differenza sostanziale e verificabile numericamente con un numero di misurazioni ragionevole.

Sempre in virtù di questa considerazione, occorre però ricordare che risulta fondamentale la caratterizzazione delle diverse pressioni ambientali nei due punti. Per meglio spiegarsi, la notevole differenza riscontrata per alcuni metalli è dovuta probabilmente ad una diversa incidenza del traffico autoveicolare nei due punti. Non è quindi detto che, in presenza di altri fattori di pressione ambientale differentemente distribuiti nei due punti di misurazione, siano gli stessi metalli ad evidenziare sostanziali differenze. E' possibile che cambino i metalli che danno le migliori performance in questo senso, ma rimane il messaggio importante circa la capacità di questi traccianti di evidenziare differenze significative di pressione ambientale in due punti differenti.

III. Analisi dei metalli in siti caratterizzati dalla presenza di inceneritori

A seguito del ragionamento prima riportato, lo studio ha successivamente preso in considerazione le piccole serie di dati di metalli misurati in siti prossimi ad inceneritori. In particolare sono stati analizzati dati provenienti dalle analisi realizzati a Bologna (Frullo) e a Forlì (Coriano).

Data l'esigua numerosità di tali serie storiche, le informazioni ricavabili non possono alterare quelle della precedente analisi in termini di distribuzioni degli inquinanti (se non dare qualche allerta in caso di sostanziale differenza nella distribuzione dello stesso metallo in questi siti rispetto a quelli della città di Bologna). L'indicazione migliore che possono fornire è quella, già accennata, dell'individuazione di quali metalli possano dare una migliore performance in termini di verifica della differenza nei due punti.

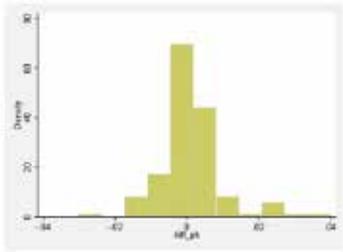
Per il sito del Frullo le rilevazioni sono state effettuate in 5 punti, scelti con criteri differenti da quelli di massimo e minimo rispetto all'inceneritore. Utilizzando le simulazioni realizzate in questo sito e riportate in queste stesse linee guida, sono stati identificati i punti a maggiore e minore impatto dell'inceneritore fra i 5 disponibili. Per il sito di Forlì, invece, i due punti erano già stati scelti come minimo e massimo impatto dell'impianto.

Senza ripercorrere tutta l'analisi, che è analoga a quella già illustrata per l'analisi precedente, si riportano le tabelle e i grafici delle distribuzioni differenza. Sono stati considerati i metalli inseriti come monitoraggi da effettuare nelle presenti linee guida.

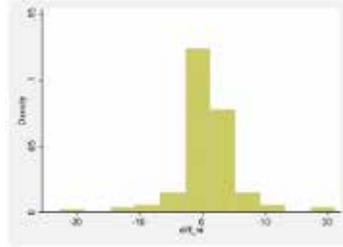


Coriano

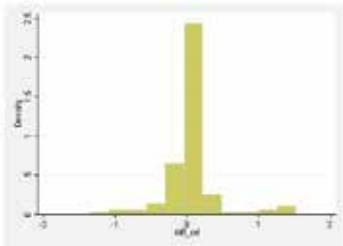
Pb



Ni

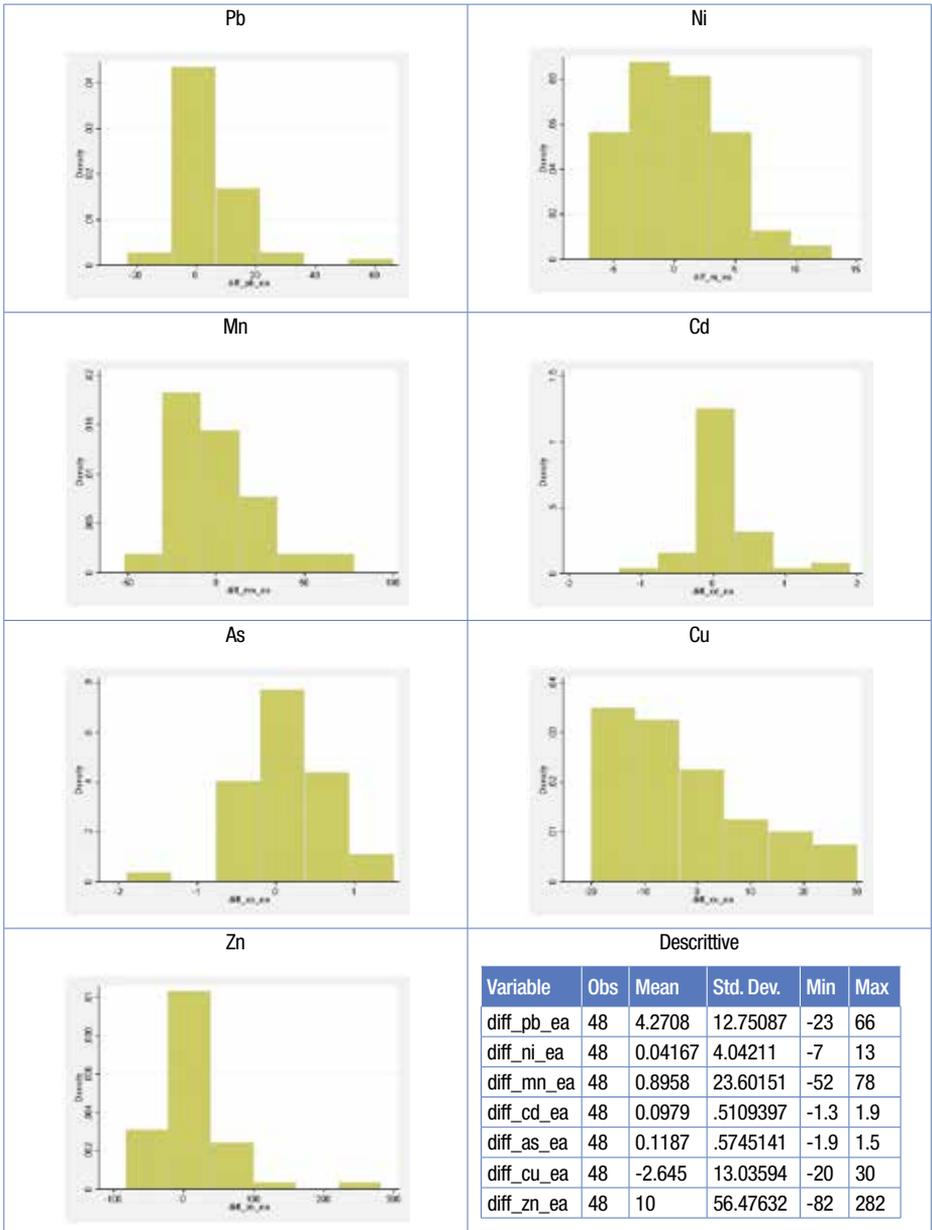


Cd



Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
diff_pb	136	.00115	.0084	-.03	.04
diff_ni	136	.8818	4.9001	-22.6	21.1
diff_cd	136	.0522	.3730	-1.34	1.52

Frullo



Le tabelle successive illustrano il test contro l'ipotesi nulla di media zero delle differenze.

Coriano

Metallo	T<t	T > t	T>t
Pb	0.94	0.11	0.06
Ni	0.98	0.03	0.01
Cd	0.95	0.11	0.05

Fruno

Metallo (e-d)	T<t	T > t	T>t
Pb	0.98	0.03	0.02
Ni	0.09	0.19	0.90
Mn	0.97	0.06	0.03
Cd	0.78	0.43	0.21
As	0.92	0.15	0.07
Cu	0.48	0.97	0.51
Zn	0.99	0.007	0.001

La prima colonna testa l'ipotesi contraria a quella ipotizzata, cioè di avere concentrazioni maggiori nel punto di minima, la seconda colonna testa l'ipotesi che vi sia differenza, a prescindere dal verso, l'ultima che vi sia differenza nel senso ipotizzato.

Oltre a verificare la significatività del test, può risultare interessante verificare una tendenza alla diminuzione del valore di p riportato, man mano che ci si sposta dalla prima alla terza colonna. Questo significherebbe una coerenza del comportamento del metallo considerato con le ipotesi di partenza.

I metalli misurati a Forlì rispettano tutti questa coerenza, a probabile dimostrazione che la scelta dei punti di massimo e minimo permette di evidenziare le differenze ipotizzate. Chiaramente la metodologia, proposta nelle presenti linee guida, di scelta dei punti di massimo e minimo dovrebbe ulteriormente migliorare questa condizione.

IV. CONCLUSIONE

In conclusione di questa parte di documento, senza aver la pretesa di indicare un numero sicuro, gli studi portano ragionevolmente a pensare di ottenere differenze significative nelle misurazioni in due siti a differente impatto considerando un numero minimo di misurazioni intorno ai 50-70.

Considerando i metalli selezionati per le analisi e indicati in queste linee guida, una reale differenza di impatto ambientale nei due punti dovrebbe essere confermata dall'analisi delle loro distribuzioni differenza.

Queste considerazioni sono assolutamente legate alle assunzioni fatte, quindi disattendibili da distribuzioni di dati che si comportino in maniera sostanzialmente differente da quelle analizzate.

Inoltre presuppongono che si possa sempre effettuare la comparazione di dati appaiati temporalmente, per cui non va dimenticato che le stime proposte di numerosità si riferiscono a situazioni in cui un caso è formato dalla coppia di valori temporalmente appaiati dello stesso inquinante.

3. Scelta e metodologia di monitoraggio degli inquinanti atmosferici nell'area circostante gli impianti di incenerimento

Il presente capitolo ha come finalità la definizione dei parametri di tipo chimico che rappresentano la scelta “di minima” per effettuare il monitoraggio della matrice aria nelle aree circostanti gli impianti di incenerimento: tale selezione non esclude l'ampliamento del numero degli inquinanti da monitorare da parte di chi fa uso di tale guida.

I. Inquinanti da monitorare

Metalli pesanti: Cd, Ni, As, Pb, Zn, Cu, Mn.

PCDD e PCDF (Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani).

Tali parametri risultano essere di grande interesse sanitario, ambientale e sono inoltre riconducibili, anche se non esclusivamente, alle emissioni degli inceneritori-termovalorizzatori.

Lo studio potrebbe essere ampliato ad altri parametri di grande interesse ai fini del monitoraggio, quali:

- Hg (fase gas)
- Altri metalli
- Distribuzione dimensionale del particolato atmosferico.

Ad oggi, la conoscenza, per quanto riguarda metalli e distribuzione dimensionale, deriva da bibliografia e progetti interni ad Arpa; per il mercurio deriva essenzialmente da ricerche bibliografiche. Si valuterà la possibilità di integrare le linee guida con lo studio di tali parametri dopo aver maturato esperienza nel corso della fase sperimentale di monitoraggio dell'area circostante l'inceneritore del Frullo di Bologna che prevede realizzazione di tali indagini.

II. Ricerca bibliografica, esperienze in Arpa e normativa

La definizione degli inquinanti da monitorare è stata effettuata valutando diversi fattori.

In primo luogo, per quanto riguarda i metalli, è stata utile una ricerca bibliografica su numerosi articoli internazionali che si occupano del monitoraggio ambientale in zone adiacenti ad impianti di incenerimento, articoli che valutavano non solo la matrice aria, ma anche, in alcuni casi, i valori registrati alle emissioni e nei suoli.

Di seguito vengono mostrati i metalli considerati e le valutazioni effettuate in alcuni articoli:

- **“L.Morselli et al. 2002”** (*Waste Management*): considera Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn come “tipici contaminanti derivanti da un inceneritore di rifiuti solidi urbani” (Valberg et al, 1996; Morselli et al., 1989,1993). In questo lavoro, i metalli campionati nel suolo e nella vegetazione in differenti siti sono messi a confronto con i dati ottenuti alle emissioni gassose, per attribuirvi una possibile relazione di causa-effetto. Ci sono molte ragioni per cui tali metalli siano scelti come traccianti: la loro tossicità, la loro alta concentrazione trovata in aree fortemente interessate dall’attività antropica, la loro capacità di entrare nella catena alimentare attraverso il suolo e le piante...”(Hamilton, 1995; Christesen, 1995; Voutsas and Samara, 1998)
- **“C-S. Yuan et al. 2004”** (*Chemosphere*): per l’ USEPA devono essere monitorati alle emissioni: As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Mn, Pb, Sb, Se. In Europa, Svizzera, Germania, Olanda hanno stipulato standard per le emissioni di Hg, Cd, Cu, Cr, Pb. In Giappone per Cd, Pb, Zn, Sb. In Taiwan per Pb, Cd, Hg. Il lavoro considera Pb, Cd, Zn, Cu, Cr. Hg ha un basso punto di ebollizione ed è presente in maggiori quantità nella fase gassosa rispetto alla fase solida. Gli altri metalli si presentano maggiormente nella fase solida. La distribuzione dimensionale dei metalli nel particolato è bimodale: le particelle fini contengono più Pb, Cd, Zn e Cu. Le particelle grossolane contengono più Cr e Hg.
- **“C-W. Hu et al. 2003”** (*Atmospheric Environment*): considera Mg, Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn, Ti, V, Co, As, Ba.
 - Zn, Cu, Pb, Mn hanno una elevata concentrazione in aria che può

risultare anche dalle emissioni di un inceneritore.

- Zn, Pb: attribuiti all'inceneritore (*Singh et al, 2002; Sakata et al.,2000*)
 - Ti, V, Cd, Co, Cr, Ni, As, Ba, Hg: Frequentemente trovati alle emissioni degli inceneritori (*Wang et al.,2001; Sakata and Marumoto, 2002; Hasselriis and Licata, 1996; Ko and Jervis,1992*)
 - L'inceneritore può contribuire per il 94% di Cd, 78% di Zn e 71% di As presenti in atmosfera (*Sakata et al.,2000*)
 - Cd viene considerato un metallo fortemente associato alle emissioni da inceneritore e utilizzato come tracciante per identificare le sorgenti. Viene inoltre rapportato agli altri metalli per individuarne una correlazione. Se ne deduce che Mg, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, As e Hg derivano prevalentemente dagli inceneritori, Al,Fe,Cu, Zn, Pb e Ba presentano anche altre possibili origini. (*Hasselriis and Licata, 1996;Ko and Jervis,1992; Greenberg et al.,1978*)
- **“M. Li et al. 2003”** (*Energy and fuels*): Trovati nelle ceneri volanti As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn.
 - **“A.P. Mitra et al. 2002”** (*Chemosphere*): Elementi caratteristici emessi all'inceneritore Zn, Sb, Cd, Cu, Hg.
 - **“L. Morselli et al. 2001”** (*The Science of the Total Environment*): Inquinanti scelti come indicatori ambientali: Metalli (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) e composti organici (PCDD/PCDF, PAH, PCB). (*Morselli et al.,1989; Morselli, 1999; Christensen, 1995; Hamilton, 1995; Voutsas and Samara, 1998*). Differenze riscontrate nella concentrazione dei metalli alle emissioni negli anni dipendono dalla diversa composizione dei rifiuti: aumento della plastica, della cellulosa e dei materiali metallici nell'ultimo secolo (decremento della frazione fine e organica). La raccolta differenziata degli ultimi anni ha favorito in seguito una diminuzione della percentuale di cellulosa, plastica e metalli contenuti nei rifiuti destinati all'incenerimento (aumento di materia organica e frazione fine).
 - Metalli scelti come indicatori ambientali Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn (*Christensen, 1995; Hamilton, 1995; Voutsas and Samara, 1998*).
 - **“D.L.Rimmer et al. 2005”** (*The Science of the Total Environment*): considera As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.

Sono stati inoltre presi in considerazione gli studi fatti precedentemente riguardo al monitoraggio di due inceneritori dell'Emilia-Romagna, quali:

- Monitoraggio dell'area circostante l'impianto di termovalorizzazione rifiuti FEA di Granarolo Emilia Via del Frullo dove sono stati monitorati numerosi metalli (Pb, Ni, Cr, Cr (VI), Co, Mn, Zn, Cu, V, Cd, Hg (fase solida), Sb, As) ed è stata effettuata una campagna per il controllo in aria di PCDD e PCDF.
- Studio ambientale e territoriale dell'area industriale urbana "Coriano" del Comune di Forlì dove sono stati monitorati Pb, Ni, Cr, Cd, Al, Hg (fase solida) e PCDD e PCDF.

La normativa italiana, per quanto riguarda la qualità dell'aria, pone dei limiti, attualmente, solo per il Piombo in aria ambiente (Decreto Ministeriale n. 60 del 02/04/2002):

Allegato IV - Valori limite per il piombo

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m ³	100% del valore limite, pari a 0,5 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005

E' stata di recente recepita come Decreto Legislativo n. 152 da parte del parlamento italiano la Direttiva 2004/107/CE del parlamento Europeo e del consiglio del 15 dicembre 2004 concernente As, Cd, Hg (fase gas), Ni nell'aria ambiente:

Allegato I - Valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nickel e il benzo(a)pirene

Inquinante	Valore obiettivo ⁽¹⁾
Arsenico	6 ng/m ³
Cadmio	5 ng/m ³
Nickel	20 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1 ng/m ³

⁽¹⁾ Per il tenore totale della frazione PM₁₀ calcolata in media su un anno di calendario

Per le diossine non sono presenti limiti di concentrazione in aria, ma, come i metalli, prevedono dei limiti alle emissioni (Decreto Legislativo 11 maggio 2005, n. 133 “Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti”).

III. Espressione dei valori di Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani

Data la numerosità dei congeneri di tali composti e i loro differenti modi di trasformazione attraverso i vari livelli trofici, è difficile fare una valutazione del rischio per l'uomo e per le altre specie animali esposti a queste miscele nell'ambiente; per risolvere il problema è stato introdotto il concetto di “toxic equivalent factor” (TEF) che facilita la valutazione del rischio e la sua gestione in quanto riporta ad un unico numero il valore di tossicità di miscele complesse.

Per ognuno dei 17 congeneri è stato ottenuto un valore di TEF che indica il rapporto tra la tossicità dell'isomero e quella della 2,3,7,8 TCDD. Per esempio un TEF di 0,1 dato ad un certo congenere, significa che la sua tossicità è pari ad un decimo di quella della TetraCloroDibenzoDiossina. Ciò vuol dire ancora, che il congenere avente un TEF uguale a 0,1 è come se fosse presente ad una concentrazione dieci volte inferiore.

I valori di TEF moltiplicati per i dati di concentrazione ottenuti dall'analisi dovranno quindi essere usati per calcolare gli equivalenti di tossicità I-TE contenuti nei campioni analizzati.

IV. Campionamento e analisi

Metalli

La normativa in vigore (DM n°60 e DL n° 152/2007) prevede la determinazione dei metalli sul PM_{10} , utilizzando i campioni (filtri) provenienti da campionatori di tipo gravimetrico.

Ai fini di poter comparare, quindi, i dati dei metalli con quelli derivanti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, si ritiene opportuno effettuare l'analisi di tali elementi sulla frazione PM_{10} .

Il metodo di riferimento è quello per il campionamento del PM_{10} (EN 12341

“Air quality – Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods”).

In caso di disponibilità di campionatori che permettono la raccolta di materiale particellare di diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (2,5 o 1 µm), si può effettuare il monitoraggio con tali strumenti effettuandolo in parallelo con il campionatore PM₁₀.

Il metodo di riferimento per il campionamento del PM_{2,5} è UNI EN 14907 “Ambient air quality – Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2,5} mass fraction of suspended particulate matter”. Il metodo di riferimento da utilizzarsi per la determinazione dei metalli in aria è l’UNI EN 14902 che viene allegato al presente report.

La tipologia di filtro da utilizzarsi per il campionamento e la successiva analisi dei metalli è attualmente oggetto di dibattito, tuttavia sembra essere condivisa la scelta di filtri in PTFE. Tale punto sarà comunque oggetto di ulteriori valutazioni i cui risultati verranno esposti nelle revisioni delle presenti linee guida.

Il tempo di campionamento richiesto deve essere normalmente di 24 ore per poter avere un confronto con i dati derivanti dal controllo della qualità dell’aria ai sensi del DM 60/02 e DL 152/07. Tempi di campionamento inferiori devono essere valutati in base ai limiti di rilevabilità dei metodi analitici utilizzati.

L’analisi quantitativa del campione può avvenire mediante uno dei seguenti metodi chimici:

- GFAAS
- ICP-MS.

Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani

Per il campionamento di questa classe di composti si richiede la determinazione su PM₁₀ e per l’analisi si fa riferimento al metodo di seguito riportato, definito dalla sezione Arpa di Ravenna.

La tipologia di filtro da utilizzarsi per il campionamento e la successiva analisi è attualmente oggetto di dibattito. Tale punto sarà oggetto di ulteriori valutazioni i cui risultati verranno esposti nelle revisioni delle presenti linee guida.

Metodo analisi PCDD/PCDF e PCB su filtro

Il campione viene estratto in soxhlet (300 cicli) con miscela 1:1 diclorometano/esano e filtrato su sodio solfato anidro. L'estratto ottenuto viene evaporato a piccolo volume e sottoposto a due purificazioni successive attraverso colonna multistrato e allumina, come riportato nel metodo EPA 1613. Le due frazioni raccolte, che contengono rispettivamente PCB la prima e PCDD/DF la seconda, vengono analizzate separatamente in spettrometria di massa. Il campione prima della fase di estrazione viene addizionato di una quantità nota di standard contenente una miscela di composti marcati al ^{13}C di PCDD/DF e composti marcati al ^{13}C PCB.

La determinazione quantitativa di PCDD/PCDF (17 congeneri 2,3,7,8 cloro sostituiti) viene effettuata utilizzando un gascromatografo interfacciato ad spettrometro di massa con triplo quadrupolo (HRGC/MS/MS). Il riconoscimento avviene con la verifica del tempo di ritenzione e del rapporto isotopico degli ioni figlio. La concentrazione dei singoli congeneri si ricava attraverso le aree dello ione di interesse e dello standard interno marcato utilizzando i fattori di risposta relativi precedentemente ottenuti da curve di calibrazione.

Il dosaggio dei policlorobifenili viene effettuato con spettrometro di massa quadrupolare (HRGC/LRMS) in modalità SIM acquisendo gli ioni M, M+2 e M+4 per ogni famiglia dei congeneri nell'intervallo tri-octa. L'identificazione e il riconoscimento si basa sulla verifica dei tempi di ritenzione e dei rapporti di intensità delle masse dei frammenti stessi. Il valore di concentrazione è ottenuto mediante curva di taratura a più livelli.

Per il controllo dell'intero processo analitico si utilizzano materiali di riferimento certificati NIST 1649a di particolato urbano.

Sulla base dei valori sperimentali raccolti e delle sensibilità strumentali che si possono raggiungere, il volume di campione necessario per il dosaggio dei PCDD/DF e dei PCB non deve essere inferiore a 800 m³. I campionatori alto volume risultano i più idonei allo scopo.

4. Metodologia di monitoraggio della matrice suolo nell'area circostante gli impianti di incenerimento

I. Finalità

Mutuando dal “Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale”, Prot. APAT n°18774 del 28/06/2006, si vuole sottolineare che la matrice suolo ha una variabilità spaziale, data l'eterogeneità del materiale costitutivo, particolarmente accentuata.

Il suolo si origina dall'alterazione, disgregazione e trasformazione della roccia madre, le cui caratteristiche ne determinano la composizione mineralogica iniziale. I caratteri fondamentali di un suolo sono pertanto determinati sia dalla composizione della roccia madre sia dai processi pedogenetici, cioè l'insieme delle interazioni tra processi chimici, fisici e biologici, che avvengono al suo interno. Oltre a ciò, la composizione chimica di un suolo è condizionata dalle attività antropiche, sia attraverso l'immissione diretta di composti (contaminazione da fonti puntuali e/o diffuse), sia mediante la modificazione dei parametri fisici, chimici e biologici alla base dei processi pedogenetici.

Si può quindi sostenere che, ovunque vi sia attività umana, la composizione di un suolo è data dall'insieme di una frazione pedo-geochimica naturale e di una frazione antropogenica il cui peso nella composizione finale, per quei parametri che fanno parte della frazione pedo-geochimica, è difficilmente individuabile.

Basandosi principalmente su queste poche, ma basilari caratteristiche della matrice suolo, si è deciso di scegliere come indicatori sintetici per fotografare un eventuale impatto da parte di un inceneritore sul suolo delle aree circostanti, solamente i microinquinanti PCDD/PCDF, dal momento che queste molecole “si formano in seguito alla combustione di materiale organico in presenza di cloro (di qualsiasi provenienza organico oppure inorganico), vapor d'acqua e ossigeno in presenza di ossidi metallici che agiscono da catalizzatori in intervalli di temperatura compresi fra i 200 e i 400°C”, come riportato anche sul parere ISS del 13/01/2001

“Considerazioni sul monitoraggio inerente il parametro ‘diossine e furani’”. La scelta minima di ricercare solamente queste specie di microinquinanti di origine antropica e non presenti naturalmente nella matrice suolo, permette di essere meno fortemente vincolati all’assetto geologico e geochimico che dovrebbe portare alla ricostruzione della composizione geochimica dei terreni presenti sia nelle zone di indagine sia nelle zone di fondo. In estrema sintesi, una risposta di impatto letta sui contenuti di metalli e metalloidi dovrebbe essere supportata dalla conoscenza della litologia, delle aree d’accumulo e di erosione del territorio, delle caratteristiche e variabilità del suolo, della composizione geochimica dei terreni, delle principali informazioni sui suoli delle aree di indagine, oltre, se necessario, delle informazioni sui sedimenti fluviali attivi e sulle acque del territorio per poter individuare in maniera corretta le caratteristiche delle aree di controllo da confrontare con quelle delle aree di massimo impatto.

La problematica inerente la ricerca di PCDD/F è la bassa concentrazione con cui questi microinquinanti si riscontrano nell’ambiente, a fronte di limiti di rilevabilità comunque sempre più piccoli in funzione delle tecniche analitiche sempre più sofisticate. La loro presenza comincia però ad essere ormai ubiquitaria, per cui sono rilevabili nella pressoché totalità dei campioni che si esaminano.

In linea generale è, infatti, doveroso, a questo punto, sottolineare quanto è emerso anche dalla RSA dell’Arpa Piemonte del 2006. La Regione Piemonte ha, di fatto, finanziato una prima rete di monitoraggio dei suoli dove sono stati analizzati 62 campioni di suoli agrari e 95 di suoli naturali, prelevati a diverse profondità fino a 60 cm. Il contenuto di PCDD e PCDF è stato rilevato sempre al di sotto del limite di legge (il DLgs 152/06 stabilisce il valore di 10 ng/kg per i suoli ad uso residenziale, verde pubblico e privato), anche se i valori massimi per lo strato più superficiale dei terreni naturali (0 – 10 cm) si avvicinano a tale limite.

I valori medi riscontrati in Piemonte, nei primi 10 cm di suolo, sono di circa 1,2 ng/kg per i suoli agrari e di circa 2 ng/kg per i suoli naturali e seminaturali.

Questi bassi contenuti di fondo fanno dedurre che la variabilità analitica che potrebbe essere valutata, in intervalli di tempo idonei, per discriminare una differenza fra punti di indagine e punti di fondo naturale/antropico, probabilmente si aggirerebbe sulla dimensione della deviazione standard delle grandezze rilevate.

Quanto appena sottolineato e la condivisione di diversi lavori della bibliografia fanno dedurre che la matrice suolo può essere utilizzata per descrivere esposizioni a lungo termine, essendo influenzata non solo da emissioni puntuali ma anche da emissioni locali o regionali, ma è meno idonea per poter essere utilizzata per la progettazione di un monitoraggio, anche se su tempi lunghi.

Per contestualizzare quindi la tematica all'interno del progetto Monitor, si può vedere la ricerca di PCDD/F nel suolo come la fotografia di una pressione sui siti di indagine da parte dell'inceneritore e di tutto l'interferente dell'area.

II. Individuazione delle aree rappresentative

Per progettare quindi l'individuazione delle aree per descrivere minimamente l'esposizione a lungo termine per un inceneritore per RSU, con le premesse appena delineate, si devono individuare delle aree rappresentative da campionare.

L'area rappresentativa è intesa come una porzione di territorio nella quale sono raccolti i campioni le cui analisi di laboratorio forniscono i dati.

Per l'individuazione delle aree rappresentative si dovrà fare riferimento alla ricostruzione modellistica, effettuata per determinare le aree e i punti di massima ricaduta dell'inceneritore e le rispettive aree e punti "analoghe" e di "impatto trascurabile" (per la definizione dei punti di controllo), utilizzando il metodo indicato al capitolo 1 del presente documento.

III. Ubicazione dei punti di prelievo

All'interno delle aree rappresentative sia dei punti di massima, sia delle aree di controllo, dovrà essere scelta una strategia di campionamento.

La scelta della strategia è generalmente determinata dal grado di conoscenze preesistenti sulla natura e sull'uso del suolo; quando si hanno

scarse conoscenze, l'approccio casuale è spesso più indicato.

Per poter pianificare con i migliori risultati le operazioni, si dovranno quindi raccogliere quante più informazioni possibili relativamente ai siti di massimo e di controllo. La lettura dei dati storici deve prendere in considerazione le operazioni svolte sul sito, sia in qualità di attività pregresse, sia in qualità di attività di indagine.

Si dovranno conoscere anche le ubicazioni di eventuali indagini precedenti (planimetrie e ubicazioni dei punti di campionamento, profondità raggiunte dai sondaggi, procedure per la formazione dei campioni, contaminanti ricercati, concentrazioni, metodo di eventuale elaborazione dei dati).

Variabile da considerare nella scelta dei punti di campionamento all'interno delle aree rappresentative, come già sottolineato in premessa, sono le pratiche di uso del suolo che possono governare in parte anche il permanere dei microinquinanti stessi negli strati superficiali del suolo. Al fine di minimizzare questa variabile è importante che la scelta dei campioni nelle due aree sia la più omogenea possibile per quanto riguarda l'uso del suolo (uso agricolo a frutteto o uso a semina, cigli strada, cigli fossi, aiuole, ecc) sia nel periodo attuale che nelle variazioni che ci sono state nel tempo

IV. Numero dei campioni

Una volta ottenuta la mappa delle zone di massima ricaduta, quest'ultima verrà poi suddiviso in un reticolo di circa 100 maglie. Fra le maglie comprese nella zona di massima ricaduta verranno poi selezionate da 7 a 10 maglie rappresentative per l'inceneritore.

La stessa modalità si seguirà per determinare le maglie di campionamento delle arre di controllo. Se le aree che si generano dalla simulazione modellistica sono poco geometricamente sovrapponibili con una mappa a maglie si può assumere la dimensione della maglia simile a quella ricavata per le zone di massima ricaduta. Il concetto vuole essere quello di ottenere un insieme di "punti" di campionamento con la massima copertura possibile dell'area da caratterizzare, ma omogeneamente distribuiti.

V. Prelievo e analisi dei campioni

Alla luce di quanto estrapolato dalla RSA del Piemonte, per evitare di diluire i campioni con la profondità di campionamento, in ognuna delle maglie di campionamento saranno prelevate almeno 5 aliquote (carote) di top soil (0-10 cm), pulite da eventuale vegetazione, miscelate fra loro per produrre il campione da analizzare.

I campioni verranno analizzati seguendo il metodo della Sezione Arpa di Ravenna riportato in precedenza nel capitolo relativo al monitoraggio nella matrice aria

L'analisi per la determinazione dei valori di controllo sarà condotta su campioni prelevati con le stesse modalità, nelle maglie individuate come sopra, su terreni di tipo simile per uso del suolo a quelli delle aree di massimo. Non dovranno essere prelevati campioni costituiti da materiale di riporto.

VI. Bibliografia

- G.P. Beretta, M. Buonomo, R. Pellegrini - Università degli Studi di Milano, "Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati", Provincia di Milano, 2003.
- APAT, Prot. n°18774 del 28/06/2006 "Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale".
- ISS (13/01/2001) "Considerazioni sul monitoraggio inerente il parametro 'diossine e furani'".
- D.L. Rimmel, C.G. Vizard, T. Pless-Mullooli, I. Singleton, V.S. Air, Z.A.F. Keatinge "Metal contamination of urban soil I vicinity of a municipal waste incinerator: one source among many", Elsevier, 2004.
- P. Adriaens, A. Demond, T. Towey, S-C Chang, Q. Chen, A. Franzblau, D. Garabrant, BW Gillespie, D. Gwinn, E. Hedgeman, B. Hong, K. Knutson, K. LaDronka, CY Lee, J. Lepkowski, K. Olson, C. Sima, J. Sinibaldi, B. Ward, L. Zwika, "Measurements of soil concentrations of PCDD/PCDF from a community in Michigan, USA", *Organohalogen compounds*, 2006.
- A. Demond, T. Towey, S-C Chang, P. Adriaens, W. Luksemburg, M.



Maier, K. Favaro, R. Wenning, B. Kennington “Methods for sampling and analyzing soil for the University of Michigan dioxin exposure study”, *Organohalogen compounds*, 2006.

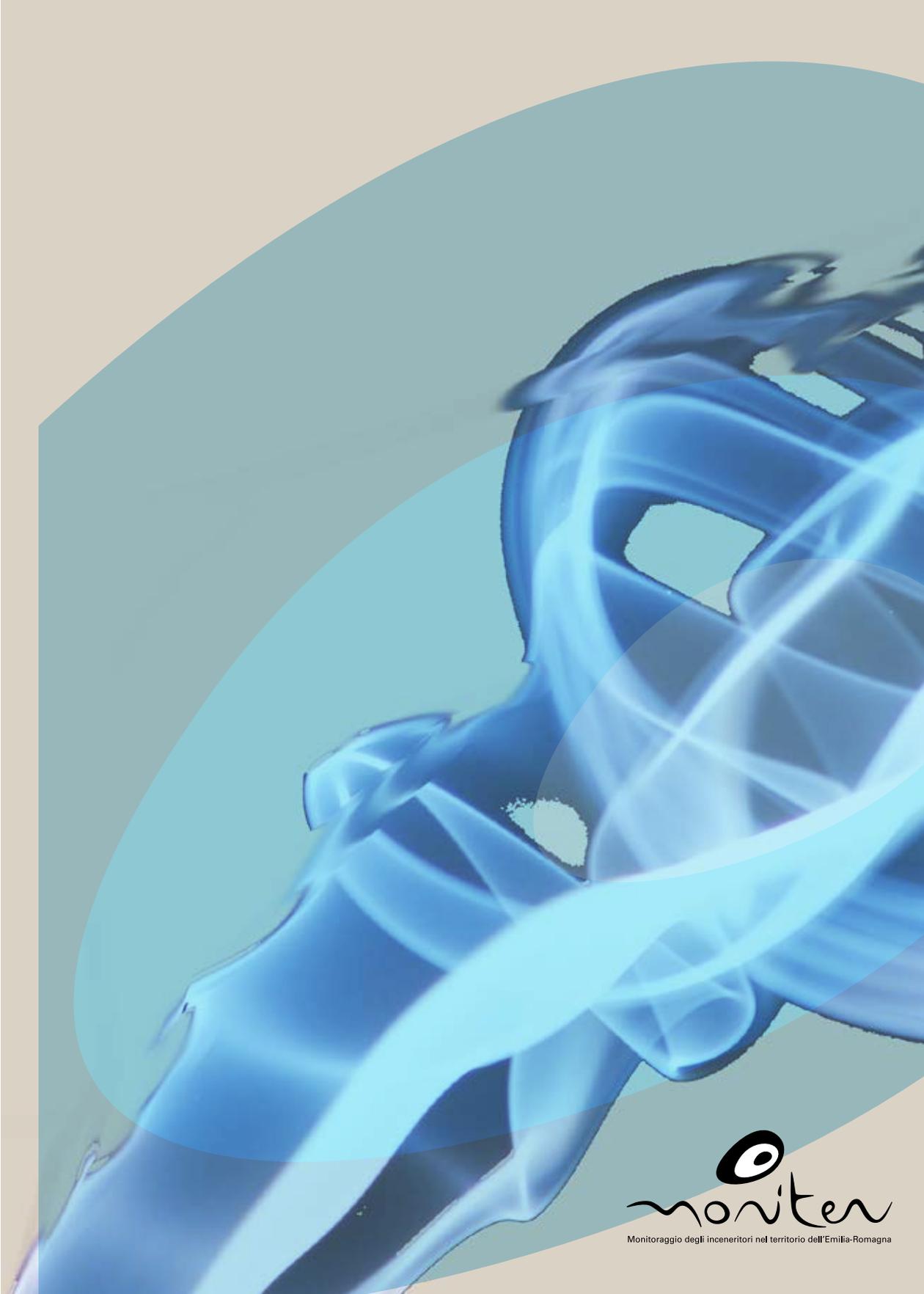
- Arpa Piemonte, “Relazione Stato Ambiente 2006”, Cap. 16 – Suolo.
- Alice Severi, Tesi di Laurea “Microinquinanti nell’area circostante il termovalorizzatore di Boggibonsi (SI)”, Università degli Studi di Siena, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Corso di Laurea Specialistica in Tecnologie di monitoraggio e recupero ambientale, Anno 2005-2006.



Responsabili delle azioni

Valeria Biancolini, chimico, in Arpa Emilia-Romagna dal 2002, attualmente ricopre il ruolo di tecnico laureato presso il Laboratorio integrato della Sezione provinciale di Reggio Emilia. Precedentemente, all'interno dell'eccellenza "Amianto polveri e fibre", si è occupata di analisi in microscopia elettronica a scansione e in diffrattometria a raggi x di fibre e materiali particellari. Ha seguito il Progetto Polvere sulla caratterizzazione del particolato atmosferico della città di Bologna; Nell'ambito del progetto Monitor ha coordinato il gruppo di lavoro sulle emissioni (Linea progettuale 1).

Mauro Rossi, chimico, dottore di ricerca, specializzato in Metodologie chimiche di controllo e di analisi, è in Arpa Emilia-Romagna dal 2002 e ricopre il ruolo di Tecnico professionale esperto presso la Sezione provinciale di Ravenna. Precedentemente si è occupato del Quadro conoscitivo della qualità dell'aria della provincia di Rimini e di altri progetti provinciali sulla qualità dell'aria nel gruppo "Monitoraggio e valutazione aria e agenti fisici" della Sezione provinciale Arpa di Rimini. Nell'ambito del progetto Monitor ha ricoperto il ruolo di Responsabile della Linea progettuale 2, coordinando i gruppi di lavoro afferenti a tale linea.




monitor

Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna

Linee guida per la sorveglianza degli inceneritori

Questo “quaderno di Monitor” contiene le linee guida per la sorveglianza degli impianti di incenerimento, ovvero un “modello condiviso” di piano di monitoraggio e controllo applicato al caso specifico di un impianto di incenerimento di rifiuti urbani esistente e soggetto ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), e le linee guida per la realizzazione della sorveglianza ambientale.

Il progetto Monitor

Lo smaltimento dei rifiuti rappresenta una criticità delle società avanzate, La Regione Emilia-Romagna promuove un sistema integrato di gestione dei rifiuti, al fine di favorire la riduzione della produzione e della pericolosità degli stesi, nonché il riutilizzo e il riciclaggio, e per incentivare l'impiego di idonee e moderne tecnologie, in modo da assicurare garanzie di elevata protezione dell'ambiente e di tutela della salute dei cittadini.

Il progetto Monitor (Organizzazione di un sistema di sorveglianza ambientale e valutazione epidemiologica nelle aree circostanti gli impianti di incenerimento in Emilia-Romagna) è stato promosso dagli Assessorati Politiche per la salute e Ambiente e riqualificazione urbana della Regione Emilia-Romagna, in collaborazione con Arpa. Il progetto ha approfondito le conoscenze scientifiche sulla qualità e quantità delle sostanze emesse dagli impianti di incenerimento dei rifiuti e sul loro impatto sulla qualità dell'aria circostante; ha studiato altresì gli effetti sulla salute con indagini tossicologiche e ne ha stimato in termini epidemiologici la correlazione con l'esposizione a inceneritori.

ISBN 978-88-907370-6-0



9 788890 737060

monitor

quaderni

www.monitor.it


Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna