

# ANALISI DEGLI EFFETTI INCROCIATI PER UN NUOVO SISTEMA DI ABBATTIMENTO DI OSSIDI DI AZOTO

## SINTESI

In accordo con la direttiva IPPC e nell'ambito del processo di valutazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) è stata applicata la metodologia degli effetti ambientali incrociati (Cross-Media Effects) per poter confrontare contemporaneamente tecniche e tecnologie alternative e valutare l'effetto dovuto a più inquinanti. La metodologia prevede l'utilizzo di uno strumento, predisposto dalla Commissione Europea (Clean Air for Europe, CAFE 7 report 8), che consente di attribuire un valore economico al danno ambientale prodotto o evitato. Il principale risultato atteso è la riduzione di 160.000 tCO<sub>2</sub>eq/anno, nonché un risparmio, legato ai danni da ossidi di azoto non emessi, quantificabile tra 1 M€/a e 3 M€/a in funzione dello scenario ipotizzato.

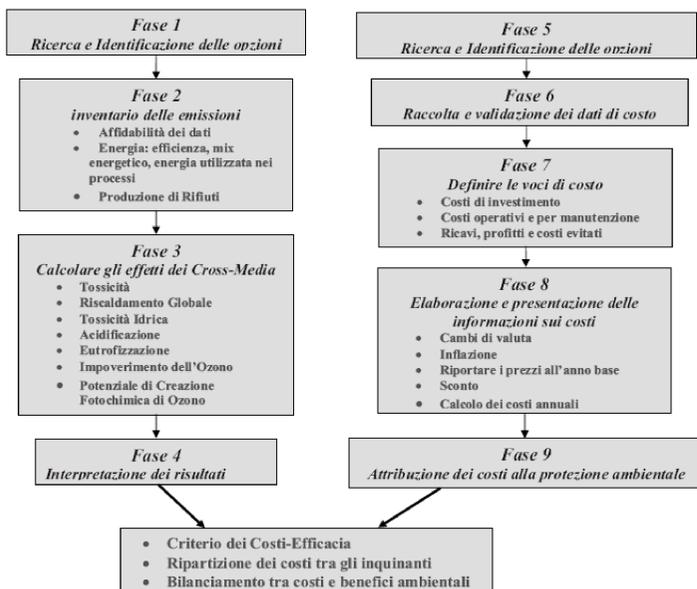
## INTRODUZIONE

Il termine "effetti ambientali incrociati" (Cross-Media Effects) è utilizzato per descrivere gli effetti ambientali nei casi di inquinamento più complessi, in particolare per valutare l'effetto dovuto contemporaneamente a più inquinanti rilasciati in uno o più comparti ambientali.

L'obiettivo metodologico dei Cross-Media è quello di fornire una guida alla scelta dell'opzione migliore sotto il profilo ambientale fra le tecniche o le tecnologie che in alternativa possono essere implementate in un contesto IPPC per avere il più alto livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso. L'applicazione di questa metodologia offre supporto al processo decisionale e assicura che ogni conclusione sia stata determinata in modo efficace e trasparente.

Questa metodologia si articola in Fasi, da intendersi come passi consequenziali e successivi. Per questo, è importante notare che se, dopo uno qualsiasi di questi passi, le informazioni dovessero essere sufficienti per una decisione, il processo potrà essere interrotto in quel punto, la decisione potrà essere presa e semplicemente giustificata.

Oggetto del presente studio è stato quello di valutare l'inserimento di un sistema di abbattimento del protossido di azoto per la filiera dell'acido nitrico, in relazione alle condizioni attuali dell'impianto.



## IDENTIFICAZIONE DELLE OPZIONI ALTERNATIVE

Tra le alternative di abbattimento catalitico e termico, il sistema catalitico Uhde EnviNOx® è stato selezionato per la sua efficienza di abbattimento combinato del protossido di azoto N<sub>2</sub>O e degli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> (NO e NO<sub>2</sub>) provenienti dai gas di coda dell'impianto di produzione di acido nitrico. L'impianto consiste essenzialmente in un singolo reattore catalitico installato sul flusso dei gas di coda dell'impianto, cui sono associate apparecchiature ausiliarie per il suo corretto funzionamento e per il recupero energetico.

### • Opzione 1: Situazione attuale

Questa opzione è rappresentativa delle condizioni attuali della filiera produttiva dell'acido nitrico, che vedono la presenza del reattore DeNO<sub>x</sub>, in cui parte degli NO<sub>x</sub> presenti nei gas di coda alla filiera produttiva vengono abbattuti. Tale reattore non ha alcun effetto sul protossido di azoto, che pertanto fluisce con i gas di coda fino al camino di emissione.

### • Opzione 2: Situazione con sistema di abbattimento Uhde EnviNOx®

Questa opzione prevede l'inserimento del nuovo sistema di abbattimento EnviNOx® e lo smantellamento del precedente reattore DeNO<sub>x</sub>. Il processo di abbattimento dell'N<sub>2</sub>O avviene per decomposizione catalitica: in primo luogo, utilizzando ammoniaca come agente riducente, vengono eliminati gli NO<sub>x</sub>, inibitori della reazione di decomposizione del protossido di azoto, successivamente il protossido viene rimosso mediante riduzione catalitica su zeoliti di ferro utilizzando gas naturale (CH<sub>4</sub>).

## ABSTRACT

Following IPPC directives, we applied a method that takes into account cross-media effects to compare the competing techniques and technologies and assess the effect of multiple pollutants. The method is based on a model used in the Clean Air for Europe (CAFE) programme of the European Commission (CAFE 7, Report 8), which allows for estimating the economic environmental damage caused or prevented. The main result obtained is that we can expect a 160,000 tonCO<sub>2</sub>eq/year reduction, as well as a costs saving, depending from the hypothetical scenario, of between 1 M€/year and 3 M€/year due to prevented damage from nitrogen oxides emissions.

## CALCOLO DEGLI EFFETTI CROSS MEDIA

Sono state considerate le seguenti categorie di impatto:

- ⇒ **Tossicità Umana**
- ⇒ **Riscaldamento Globale**
- ⇒ **Acidificazione**
- ⇒ **Eutrofizzazione**
- ⇒ **Potenziale di Creazione Fotochimica di Ozono**

Per calcolare gli effetti dei Cross-Media in una categoria di impatto sono stati utilizzati due approcci: quello della "sostanza equivalente", che consiste nella conversione dei singoli inquinanti presenti nella categoria in una sostanza di riferimento equivalente, utilizzando dei fattori di conversione ed aggregando tutti i contributi in un indicatore complessivo della categoria. Il secondo approccio è quello della "distanza dal target"; dividendo la massa dell'inquinante emesso per la soglia di tossicità definita dalla normativa, è possibile calcolare il volume di aria o acqua necessario a diluire l'emissione fino a livelli di sicurezza.

Tutti i risultati ottenuti sono riferiti ad un anno di attività, nel quale si è assunto un funzionamento in continuo per l'impianto di abbattimento di 340 giorni.

Per meglio evidenziare il contributo all'inquinamento delle diverse categorie di impatto, i valori ottenuti per i vari indicatori vengono di seguito normalizzati rispetto ai Carichi Totali Europei.

| Tematica ambientale                                    | Opzione 1 |                      | Opzione 2 |                      |
|--|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
|  | Totale    | % dei Totali Europei | Totale    | % dei Totali Europei |
| Energia (TJ)   | 0,05      | 8,70E-10             | 17,63     | 2,89E-07             |
| Tossicità umana (m <sup>3</sup> aria)                  | 4,79E+12  | n.d.                 | 6,38E+10  | n.d.                 |
| GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)                            | 1,79E+08  | 3,80E-05             | 1,10E+07  | 2,33E-06             |
| Acidificazione (kg SO <sub>2</sub> eq.)                | 9,94E+04  | 3,68E-06             | 4,92E+03  | 1,82E-07             |
| Eutrofizzazione (kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.) | 2,57E+04  | 1,98E-06             | 1,12E+03  | 8,60E-08             |
| POCP (kg etilene eq.)                                  | 5,35E+03  | 6,52E-07             | 1,15E+02  | 1,40E-08             |

## SCREENING DEGLI EFFETTI AMBIENTALI

Lo screening delle emissioni consente di definire quali inquinanti debbano essere presi in considerazione per un'analisi approfondita in relazione alle condizioni locali.

Usando il fattore di diluizione di 1:100'000 per le emissioni in aria, le due opzioni proposte danno luogo alle concentrazioni disperse riportate a lato.

Se il rilascio non contribuisce alla concentrazione dispersa per più dell'1% rispetto agli standard di qualità ambientale, l'emissione può in genere essere giudicata insignificante. Pertanto, con riferimento all'opzione 2, le emissioni possono essere considerate insignificanti e non richiedono ulteriori analisi relative alle situazioni locali.

| Inquinante      | EQS (µg/m <sup>3</sup> ) | Concentrazione dispersa come % di EQS |           |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|
|                 |                          | Opzione 1                             | Opzione 2 |
| NO <sub>x</sub> | 40                       | 9,75%                                 | 0,10%     |
| NH <sub>3</sub> | 180                      | 0,03%                                 | 0,03%     |

## STIMA DEI COSTI E ANALISI COSTI EFFICACIA

Per la valutazione dei costi si è assunta una vita utile dell'opera pari a 25 anni, inoltre si è assunta una vita utile dei catalizzatori per il nuovo sistema di abbattimento superiore ai 7 anni.

I costi sono stati divisi tra costi d'investimento e costi operativi; in termini di investimento l'Opzione 1, essendo rappresentativa della situazione attuale, è stata assunta come opzione base e pertanto i relativi costi di investimento sono stati posti pari a zero.

I costi operativi sono comprensivi di costi energetici (elettricità e combustibili) e costi per i materiali (reagenti chimici, catalizzatori).

| Costi (€)                    | Opzione 1 | Opzione 2 |
|------------------------------|-----------|-----------|
| Costi totali di investimento | 0         | 5.000.000 |
| Costi totali operativi       | 5.311     | 358.267   |
| Costi annui totali           | 5.311     | 749.401   |

## VALORI DELLE ESTERNALITÀ PER L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

La Commissione Europea, al fine di attribuire un valore economico al danno ambientale prodotto dall'inquinamento, ha predisposto studi e valutazioni derivando i costi esterni (esternalità) per alcuni dei maggiori inquinanti dell'aria. Nell'ambito del programma CAFE 7 il report 8 fornisce un semplice strumento di calcolo per la stima dei costi esterni legati all'inquinamento dell'aria in termini di euro per tonnellata di alcuni inquinanti tra cui NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub>. In funzione di tali valori e di una serie di dati legati ai diversi metodi di valutazione della mortalità (VOLY e VSL), alla sensibilità rispetto ai vari effetti, e all'utilizzo di un cut-point di soglia per impatti da ozono, si sono ricavati gli euro/anno risparmiati in conseguenza all'inserimento del sistema EnviNOx.

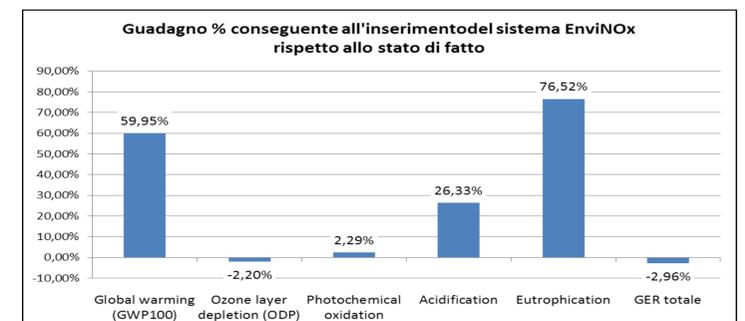
| Mortalità da PM                             | VOLY-median | VSL-median  | VOLY-mean | VSL-mean  |     |
|---|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|
| Mortalità da O3                             | VOLY-median | VOLY-median | VOLY-mean | VOLY-mean |     |
| NH <sub>3</sub>                             | 0           | 0           | 0         | 0         | €/a |
| NO <sub>x</sub>                             | 1.076.744   | 1.624.562   | 2.077.928 | 3.022.440 | €/t |
| <b>Risparmio ottenuto inserendo EnviNOx</b> | 1.076.744   | 1.624.562   | 2.077.928 | 3.022.440 | €/a |

Si offre inoltre una stima del risparmio dovuto alla riduzione delle emissioni di N<sub>2</sub>O e conseguentemente di CO<sub>2</sub> eq. Per tale stima è stato applicato a ciascuna tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente abbattuta, un risparmio di 7,5 €/t (prezzo medio di acquisto registrato nell'anno 2012) della quota di CO<sub>2</sub> nell'ambito della direttiva ETS 2003/87/CE s.m.i.

| Tonnellate di CO <sub>2</sub> eq evitate    | Opzione 2 |                      |
|---|-----------|----------------------|
|   | 162.816   | t CO <sub>2</sub> eq |
| <b>Risparmio ottenuto inserendo EnviNOx</b> | 1.221.120 | €/a                  |

## CONFRONTO DELLE OPZIONI IN TERMINI DI LCA

Anche l'analisi svolta con la metodologia LCA conferma un netto miglioramento in termini di impatto ambientale conseguente all'inserimento del sistema EnviNOx®. Infatti il maggior consumo di energia e materie prime richiesto dal nuovo sistema di abbattimento risulta esiguo se pesato sul valore di GER necessario per la produzione di 1Kg di HNO<sub>3</sub>.



## CONCLUSIONI

Dal punto di vista ambientale, tenendo conto anche degli impatti dovuti ai consumi energetici e alle materie prime richieste dal nuovo sistema di abbattimento, la scelta di installare l'EnviNOx® appare del tutto giustificata. Dal punto di vista dei costi ciò si traduce in una spesa annua aggiuntiva per l'azienda il cui valore stimato si aggira intorno ai 745.000 €, comprensivi dei costi di investimento.

Se a questa spesa si sottraggono gli €/anno derivanti dalla stima dei danni ambientali evitati grazie alla riduzione delle emissioni si osserva che l'intervento appare giustificato anche in termini economici.