

# Inquinamento dell'aria con particelle ultrasottili da navi nelle città portuali italiane



**Traghetti sopravento**



**Traghetti sottovento**

Responsabile: Kare Press-Kristensen, consulente senior per la qualità dell'aria e il clima.

[Kaare@rgo.dk](mailto:Kaare@rgo.dk) / (+45) 22 81 10 27 / [www.rgo.dk](http://www.rgo.dk)

Green Transition Denmark

## Premessa

Questo rapporto di misurazione fa parte del progetto UE LIFE4MEDECA, con lo scopo di designare un'area di controllo delle emissioni nel Mar Mediterraneo (ECA) per ridurre le emissioni dannose per la salute e il clima dell'inquinamento atmosferico dalle navi. Lo scopo delle misurazioni di screening della qualità dell'aria nelle città portuali è quello di visualizzare l'inquinamento delle navi per le popolazioni del Mediterraneo e quindi creare la consapevolezza dell'inquinamento atmosferico causato dalle navi e coinvolgere il pubblico nelle discussioni su una ECA del Mar Mediterraneo.

Secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente l'inquinamento atmosferico causa circa 65.000 morti in Italia ogni anno, cioè nel 2020 e 2021 l'inquinamento atmosferico ha causato la stessa mortalità del COVID-19. L'inquinamento dell'aria con SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> e particelle provenienti dal trasporto marittimo nel Mediterraneo è un'importante fonte di inquinamento che contribuisce significativamente alla morbilità, alla mortalità e alle piogge acide danneggiando così il patrimonio culturale, le colture e la natura nel Mediterraneo. Inoltre, la CO<sub>2</sub> e gli altri gas inquinanti delle navi contribuiscono significativamente al cambiamento climatico. Un'ECA per SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> nel Mediterraneo ridurrà al minimo l'inquinamento atmosferico regionale causato dalle navi. Ciò andrà a beneficio di tutte le società mediterranee e proteggerà le popolazioni del Mediterraneo dall'inquinamento delle navi nella stessa misura in cui lo fa l'ECA del Nord Europa, dove un'ECA per lo zolfo è stata attuata già nel 2007, seguita da un'ECA per i NO<sub>x</sub> in 2021.

Gli screening della qualità dell'aria nelle città portuali si sono concentrati principalmente sulle navi da crociera e sui traghetti. Le navi da crociera sono grandi alberghi galleggianti con una domanda di energia molto alta e, conseguentemente, emettono - per ogni secondo - quantità di NO<sub>x</sub> e particelle all'ormeggio quanto migliaia di automobili. I traghetti influenzano significativamente la qualità dell'aria locale a causa dei frequenti arrivi/partenze e dei pernottamenti inattivi all'ormeggio. La maggior parte delle navi da crociera e dei traghetti all'ormeggio bruciano olio di bunker contenente 100 volte più zolfo del diesel stradale e sono spesso all'ormeggio vicino o all'interno di centri urbani densamente popolati. Quindi, la ventilazione esporrà intere comunità a un rilevante inquinamento atmosferico dovuto alle particelle di scarico dei traghetti edelle navi da crociera.

Le particelle di scarico appena emesse dalle navi consistono principalmente in particelle ultrafini (PM<sub>0.1</sub>) con un diametro inferiore al micrometro 0.1 (100 nanometri). A causa delle loro dimensioni, queste particelle possono entrare nelle parti più sottili dei polmoni e proseguire nel flusso sanguigno. Le particelle ultrafini hanno un alto contenuto di fuliggine e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) classificati come cancerogeni di livello 1 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. L'inquinamento da particelle aumenta il rischio di cancro, coaguli di sangue, emorragie cerebrali, malattie cardiovascolari, bronchite, asma, ecc. Le particelle ultrafini emesse dalle navi in mare aperto si aggregano in particelle fini tossiche (PM<sub>2.5</sub>) prima di raggiungere la terraferma e dovrebbero essere monitorate insieme a SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>. Nelle città portuali il monitoraggio della qualità dell'aria dovrebbe includere anche le particelle ultrafini emesse direttamente dalle navi all'ormeggio, che inquinano le aree urbane locali.

L'inquinamento dell'aria dalle navi nei porti può essere eliminato passando all'alimentazione da terra e alle navi elettriche. Le compagnie di crociera più grandi stanno adattando le navi da crociera per soddisfare i requisiti previsti per l'alimentazione da terra nelle città preoccupate per la salute pubblica.

Tuttavia, questo richiede investimenti nei sistemi di alimentazione da terra nei porti che consentano alle navi da crociera di connettersi. Questo investimento (in contrasto con i progetti infrastrutturali tradizionali) sarà ripagato dalle tariffe di connessione e dalla vendite di elettricità alle navi (con un conseguente aumento insignificante del prezzo per i passeggeri). L'inquinamento del trasporto marittimo internazionale nel Mediterraneo, che utilizza combustibili ancora più inquinanti delle navi all'ormeggio, può essere ridotto stabilendo un'ECA attraverso la collaborazione internazionale e il coinvolgimento del pubblico. La Commissione europea ha quindi avviato il progetto *LIFE4MEDECA* che riunisce le nazioni intorno al Mar Mediterraneo - e completa così l'esperienza dell'ECA del Nord Europa - per designare un'ECA del Mar Mediterraneo.

## **Obiettivo**

Uno degli scopi del progetto *LIFE4MEDECA* è di eseguire misurazioni di monitoraggio dell'inquinamento dell'aria dalle navi da crociera e dai traghetti nelle città portuali italiane per creare consapevolezza sull'inquinamento dell'aria dal trasporto marittimo e coinvolgere il pubblico nelle discussioni sull'attuazione di una ECA del Mar Mediterraneo.

## **Misure**

Le particelle di scarico ultrafini delle navi da crociera sono state misurate nel 2021 nelle seguenti città portuali: Civitavecchia il 30 settembre, primo ottobre, e sei ottobre.

Savona il 3 ottobre.

Genova il ottobre.

Livorno il ottobre.

Piombino il 6 ottobre.

Inoltre, per fare un confronto, l'inquinamento atmosferico da traffico è stato misurato nel centro di Roma (*Esquilino*) durante l'ora di punta (intorno alle 16.00 di giovedì 7 ottobre con traffico denso).

Le particelle ultrafini sono state misurate con il P-Trak (Modello 8525 Ultrafine Particle Counter) di TSI calibrato in modo incrociato prima delle misurazioni e calibrato per controllo dopo le misurazioni. La calibrazione ha mostrato che l'attrezzatura ha funzionato bene durante le misurazioni. La frequenza di misurazione era di una al secondo, tuttavia, i valori medi al minuto sono utilizzati nelle tabelle e nei grafici per ridurre le fluttuazioni e i picchi di concentrazione, riflettendo così meglio i livelli medi di qualità dell'aria.

La velocità/direzione del vento locale, l'umidità e la temperatura sono state misurate con un WindMate 350 e confrontate con le previsioni meteorologiche locali ufficiali.

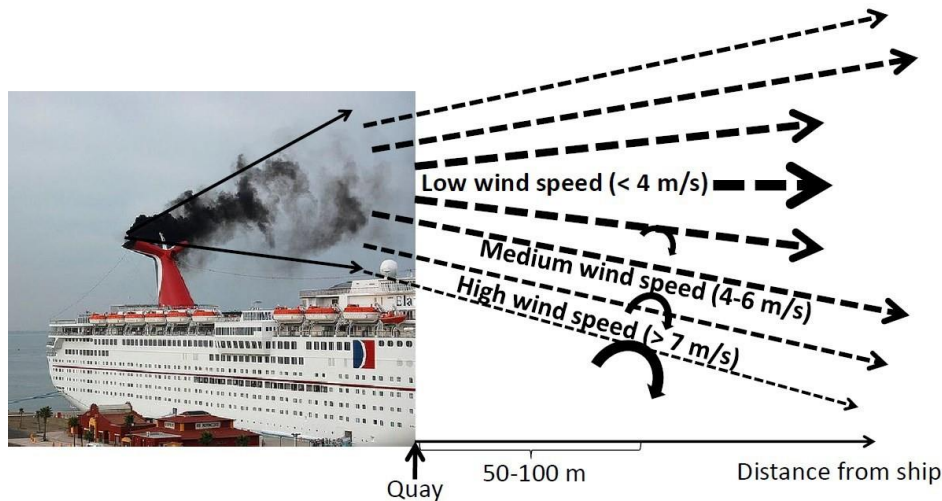
## **La nube di inquinamento**

L'inquinamento atmosferico delle navi da crociera e dei traghetti è emesso da ciminiera a molti metri sopra il livello del suolo. Lo scarico è molto caldo e si muove verso l'alto fino a quando non si raffredda alla temperatura dell'aria circostante. Con tempo calmo, l'inquinamento si diffonde in tutte le direzioni per dispersione. In condizioni di vento, la nube ( a forma di pennacchio) di inquinamento si muove nella direzione del vento e si espande perpendicolarmente alla direzione del vento.

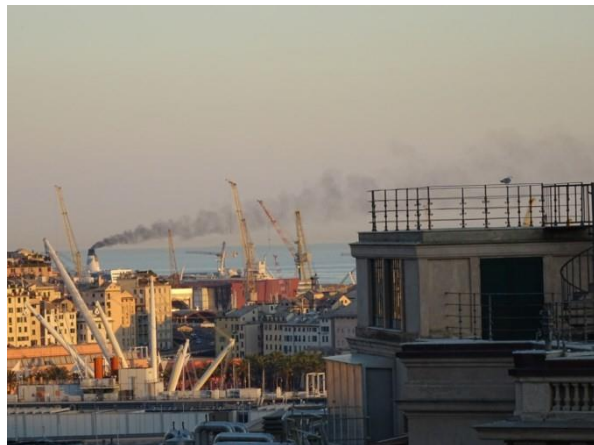
L'espansione avviene rapidamente alle alte velocità del vento ( $> 7$  m/s, a causa dell'alta turbolenza) e la zona più esterna diluita del pennacchio di inquinamento raggiunge il livello del suolo a poche centinaia di metri dalla nave. L'espansione avviene lentamente a basse velocità del vento (velocità del vento  $< 4$  m/s) e il pennacchio di inquinamento concentrato raggiunge così il livello del suolo a diversi chilometri dalla nave. Le navi sono quindi in grado di inquinare aree centrali della città ad una certa distanza dalla loro posizione (Figura 1).

Poiché è molto difficile localizzare il pennacchio di inquinamento a diversi chilometri all'interno delle città dove molte altre fonti di inquinamento, come il traffico, contribuiscono anche all'inquinamento dell'aria, le migliori condizioni di misurazione sono le alte velocità del vento onshore. Questo permette di effettuare misurazioni vicino alle navi dove la periferia diluita del pennacchio può essere localizzata e non è influenzata da altre fonti di inquinamento. Se possibile, le misurazioni devono essere eseguite sia sopravento alla nave (il fondo dell'atmosfera marina non è influenzato dall'inquinamento della nave) che sottovento alla nave (l'aria è inquinata dalle emissioni della nave). Le misurazioni senza navi possono sostituire quelle sopravento. Le misurazioni durante il vento offshore richiedono una barca.

**Figura 1: Dispersione dell'inquinamento atmosferico da una nave.**



L'inquinamento si diffonderà in tutte le direzioni per dispersione quando non c'è vento e inquinerà principalmente la zona del porto (Foto di Genova 2016)



Basse velocità del vento daranno un denso pennacchio di inquinamento che può raggiungere il livello del suolo a diversi chilometri dalla nave. (Foto di Genova 2016)

## Risultati

L'umidità e la temperatura erano sempre entro i limiti di validità delle apparecchiature di misurazione. Purtroppo, il vento di mare ha reso impossibile misurare l'inquinamento a Civitavecchia il 30 settembre e poi a Savona. La velocità del vento molto fluttuante ha reso difficile anche la misurazione a Genova. A Civitavecchia (6 ottobre 2021), Livorno e Piombino, le misurazioni di screening della qualità dell'aria sono state invece effettuate con successo.

Tuttavia, poiché le stesse navi da crociera - e lo stesso tipo di traghetti - sono all'ormeggio nella maggior parte delle città portuali italiane, si può presumere che i livelli di inquinamento atmosferico delle navi a Savona, Genova e altre città portuali italiane siano simili. I risultati delle misurazioni sono riassunti nella tabella 1.

**Tabella 1: Inquinamento da particelle nelle città portuali italiane, 2021**

|               |                               | Data      | Nave      | Inquinamento da particelle<br>(particelle medie per cm <sup>3</sup> ) | Vento<br>(direzione :<br>velocità) |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------|---|------------------------------------|
| Civitavecchia | Fondo urbano                  | Ottobre 1 | ---       | 1,600   | W : 1-2 m/s                        |
|               | Con l'inquinamento delle navi | Ottobre 6 | Traghetti | 71,650  | W : 8-9 m/s                        |
| Civitavecchia | Fondo urbano                  | Ottobre 1 | ---       | 2,250   | W : 1-2 m/s                        |
|               | Con l'inquinamento delle navi | Ottobre 6 | Crociere  | 60,550  | W : 8-9 m/s                        |
| Genova        | Fondo marino                  | Ottobre 4 | ---       | 2,350   | E : 6-10 m/s                       |
|               | Con l'inquinamento delle navi | Ottobre 4 | Crociere  | 82,400*   |                                    |
| Livorno       | Fondo marino                  | Ottobre 5 | ---       | 1,250   | SW : 9-12 m/s                      |
|               | Con l'inquinamento delle navi | Ottobre 5 | Traghetti | 50,650  |                                    |
| Piombino      | Fondo marino                  | Ottobre 6 | ---       | 2,150   | W : 6-8 m/s                        |
|               | Con l'inquinamento delle navi | Ottobre 6 | Traghetti | 45,550  |                                    |
| Roma centro   | Traffico dell'ora di punta    | Ottobre 7 | Auto      | 7,100   | 4-5 m/s                            |

--- : Il "Fondo" si riferisce a una situazione in cui nessuna nave causa inquinamento atmosferico nel luogo della misurazione.

\* Solo poche misurazioni (240 misurazioni) poiché la velocità e la direzione del vento locale erano fluttuanti.

Dalla tabella 1 si vede che l'aria non influenzata da fonti di inquinamento locale nelle città portuali italiane contiene in media circa 1.250-2.250 particelle per cm<sup>3</sup>. In confronto, l'aria inquinata sottovento a navi da crociera e traghetti contiene in media 45.000-80.000 particelle per cm<sup>3</sup> durante i venti piuttosto forti dove il pennacchio di inquinamento dalle navi è abbastanza diluito. L'inquinamento dell'aria a diverse centinaia di metri sottovento alle navi raggiunge quindi livelli di inquinamento molto più alti di quelli misurati lungo le strade del centro di Roma. Questo illustra chiaramente l'intensità dell'inquinamento dell'aria da parte delle navi e che, in una giornata calma con molta meno diluizione, le navi sono in grado di inquinare intere aree della città a chilometri sottovento alle navi. In confronto, il numero di particelle misurate direttamente nello scarico di una nuova auto diesel con filtro antiparticolato (requisito in UE dal 2009) è inferiore a 2.000 particelle per cm<sup>3</sup>; ma non ci sono requisiti di filtro per le navi.

### Filmati dalle misure:

Piombino, lato mare:

[https://www.dropbox.com/s/d7iaovj8z0r293v/IMG\\_2654.MOV?dl=0](https://www.dropbox.com/s/d7iaovj8z0r293v/IMG_2654.MOV?dl=0) Piombino, inquinamento da traghetti:

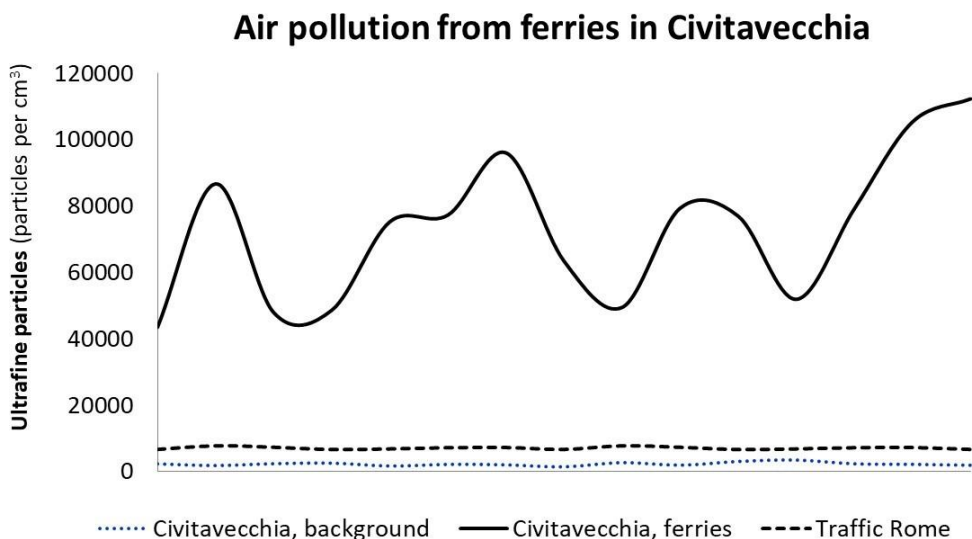
[https://www.dropbox.com/s/fybsan466ptxb8m/IMG\\_2634.MOV?dl=0](https://www.dropbox.com/s/fybsan466ptxb8m/IMG_2634.MOV?dl=0) Traffico nel centro di Roma:

[https://www.dropbox.com/s/7eexh2thsly5drd/IMG\\_2871.MOV?dl=0](https://www.dropbox.com/s/7eexh2thsly5drd/IMG_2871.MOV?dl=0)

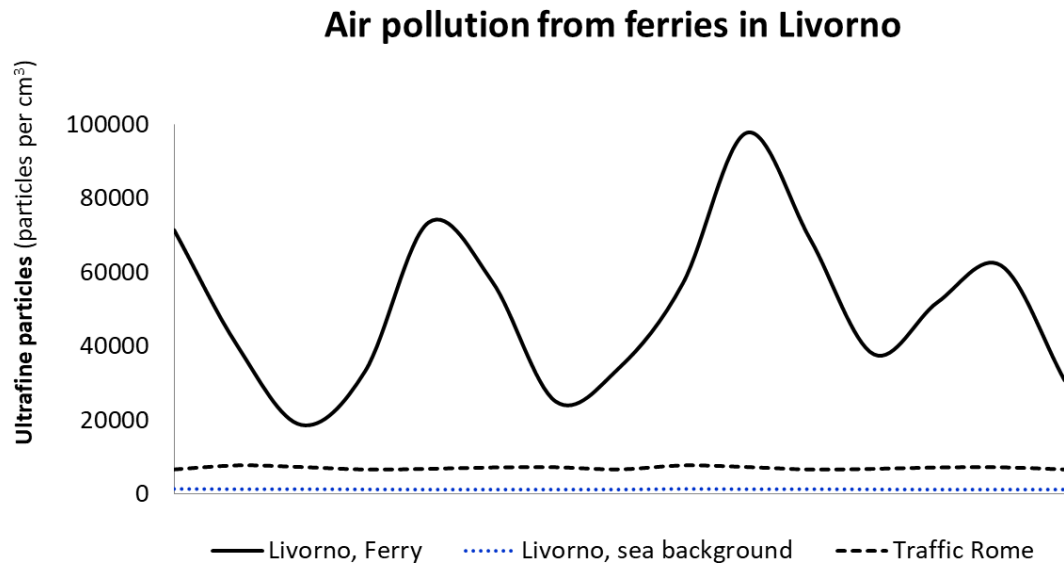
Le navi da crociera e i traghetti nei porti italiani causano, così, lo stesso grave inquinamento atmosferico documentato in molte altre città portuali ed espongono la popolazione locale ad un inquinamento atmosferico cancerogeno e tossico.

La figura 2 mostra i grafici delle misurazioni del primo e del 6 ottobre per Civitavecchia e la figura 3 del 5 ottobre per Livorno. Le concentrazioni fluttuanti sottovento alle navi sono dovute alla turbolenza e alle raffiche di vento. Per confronto sono mostrate le misurazioni di screening dal traffico nel centro di Roma.

**Figura 2: Misurazioni a Civitavecchia rispetto all'inquinamento da traffico nel centro di Roma**



**Figura 3: Misurazioni a Livorno rispetto all'inquinamento da traffico nel centro di Roma**



Le figure illustrano chiaramente l'influenza del vento sulla diffusione dei pennacchi di inquinamento dalle navi. I più alti livelli di inquinamento sono misurati sotto le più alte velocità del vento che soffia una parte più concentrata del pennacchio di inquinamento dai traghetti fino all'altezza di misurazione a livello del suolo (come spiegato nella Figura 1). I livelli di inquinamento estremamente elevati provenienti dai traghetti diventano chiari quando si confrontano con i livelli di qualità dell'aria di fondo (non influenzati dall'inquinamento locale delle navi) e le fonti di traffico nel centro di Roma.

## Conclusioni

Le emissioni delle grandi navi nelle città portuali italiane causano lo stesso intenso inquinamento atmosferico osservato in altre città portuali. I pennacchi di inquinamento possono inquinare aree cittadine a diversi chilometri dalle navi. Questo inquinamento aumenta il rischio di morbilità e mortalità nelle città portuali italiane. La soluzione è quella di costruire sistemi di alimentazione da terra per traghetti e navi da crociera per evitare gli scarichi delle navi. Inoltre, si dovrebbero promuovere traghetti completamente elettrici (batterie). In mare, l'inquinamento delle navi sarà significativamente ridotto introducendo un'area di controllo delle emissioni (ECA) nel Mediterraneo, come le ECA di successo nel Nord Europa e negli USA.

## **Raccomandazioni**

Si raccomanda alle città portuali e al Governo italiano in sinergia di agire affinché:

- Si costruiscano sistemi di alimentazione da terra per traghetti e navi da crociera.
- Si attuino investimenti in traghetti completamente elettrici come nel Nord Europa.
- Sostengano la designazione di una zona di controllo delle emissioni nel Mar Mediterraneo.
- Si vieti l'uso di olio combustibile pesante e dei sistemi scrubber nelle acque territoriali.

Oltre a migliorare la salute pubblica in Italia, queste azioni migliorerebbero la salute pubblica in tutta la regione del Mediterraneo, ridurrebbero il riscaldamento globale e il rischio di gravi danni ambientali nel Mar Mediterraneo dovuti allo scarico di acqua di scrubber, nonché a fuoriuscite e scarichi illegali di olio combustibile pesante.

## **Ulteriori letture**

Link a contenuti sul trasporto marittimo: [https://rgo.dk/wp-content/uploads/GTD\\_Cleaner\\_shipping\\_2021\\_Final.pdf](https://rgo.dk/wp-content/uploads/GTD_Cleaner_shipping_2021_Final.pdf)