

Le attività svolte dai tre partners italiani del progetto CESAPO, l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), l'ARPA Puglia e l'Università del Salento, sono focalizzate sullo studio dell'area di Brindisi. L'analisi del contributo delle diverse sorgenti emissive all'inquinamento atmosferico viene svolta, utilizzando in maniera sinergica le diverse competenze dei partners, basandosi su sistemi integrati modellistica – sperimentazione per caratterizzare le criticità di inquinamento atmosferico nell'area in studio e per valutare statisticamente il contributo, e quindi il peso, delle diverse sorgenti di inquinamento presenti.

Campagna di misura

Nell'ambito del progetto è stata svolta una campagna di misura intensiva di circa cinque mesi nel periodo tra Giugno ed Ottobre 2012. Nella Figura 1 si riportano i diversi siti di misura ed in particolare i siti delle centraline gestite da ARPA Puglia (simboli rossi) ed i suoi siti specificatamente allestiti da ISAC-CNR per il progetto CESAPO (simboli blu).



Fig. 1) Mappa dell'area di studio e dei siti di misura.

I due siti di misura specifici hanno caratteristiche diverse. Il primo sito è localizzato presso il complesso del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale (ASI di Brindisi) ed è stato attrezzato

con quattro campionatori di aerosol per la raccolta (a basso volume) di campioni di PM_{2.5} da dedicare all'analisi chimica dei principali ioni solubili, dei principali metalli e della frazione carboniosa e per la raccolta (ad alto volume) di campionid i particolato per la valutazione delle concentrazioni di Idrocarburi Policilici Aromatici (IPA) sia nella fase gassosa sia contenuti nella fase particolato. Le analisi delle concentrazioni di IPA sarà svolta in collaborazione con l'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA-CNR) di Venezia.

Il secondo sito di misura è localizzato presso il Terminal Passeggeri dell'area portuale di Brindisi in prossimità della centralina di rilevamento ambientale di ARPA Puglia già presente nell'area. In particolare le strumentazioni dei due siti di misura sono complementari in quanto la centralina di ARPA permette di rilevare le concentrazioni di inquinanti gassosi ed il PM_{2.5} e PM₁₀ a bassa risoluzione temporale mentre il sito di ISAC-CNR è focalizzato sulle misure ad alta risoluzione temporale delle concentrazioni numeriche di particelle ultrafini e nanoparticelle e delle concentrazioni di PM_{2.5}. Le informazioni che saranno ottenute nel corso del progetto rappresenteranno i primi dati di concentrazione numerica di particelle ultrafini e nanoparticelle nell'area di Brindisi. Inoltre il sito è stato dotato di un sistema di telesondaggio DOAS per la rilevazione dei profili di concentrazione (al di sopra dell'area portuale) di ossidi di azoto ed ossidi di zolfo.

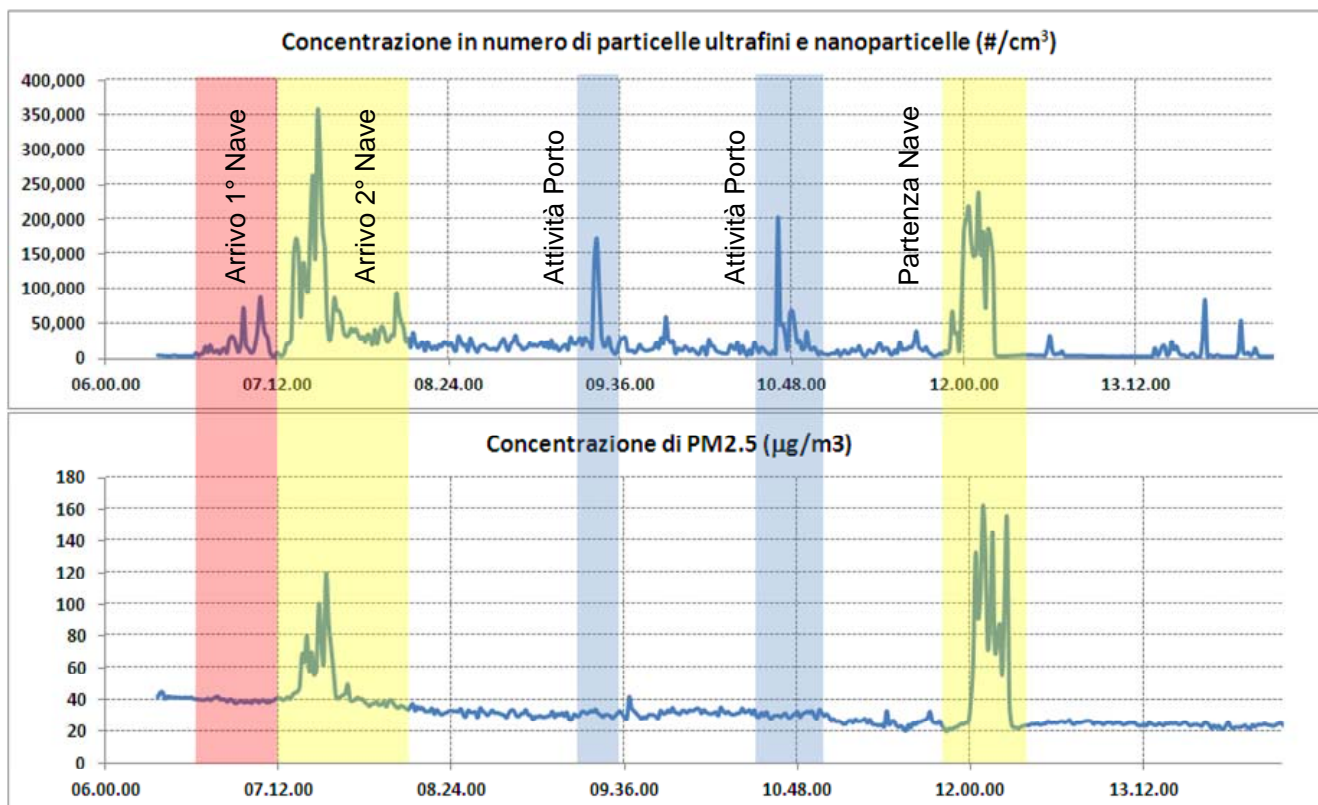


Fig. 2) Esempio di andamento delle concentrazioni numeriche di particelle (comprendenti sia le particelle ultrafini sia le nanoparticelle, in alto) e della concentrazione di PM_{2.5} presso il Terminal Passeggeri dell'area portuale di Brindisi in occasione di passaggi di navi (in basso). In azzuro sono evidenziate attività di traffico veicolare interno al porto per carico/scarico navi.

In Figura 2 si riporta un esempio preliminare di risultati riguardanti le concentrazioni (medie di un minuto) relative al numero di particelle ed al PM_{2.5} il giorno 08/07/2012. Si osserva la presenza di picchi di concentrazione associabili al traffico navale ed alle attività connesse con il traffico navale (in particolare il carico e lo scarico dei mezzi sulle navi ed il trasporto nell'area portuale). Si osserva inoltre che in alcuni casi il contributo ben visibile sulle concentrazioni numeriche risulta poco

visibile sulle concentrazioni di PM2.5 e questo indica che si tratta di un contributo fatto prevalentemente di particelle ultrafini che, seppure rilevanti in numero, hanno poca massa. Tali picchi sono generalmente di breve durata ed hanno una natura sporadica. Quindi, per valutare il contributo di questa tipologia di sorgenti sarà necessario procedere ad una attenta individuazione dei picchi ed alla loro valutazione statistica media.

Inventario delle emissioni e simulazioni numeriche

I gruppi di modellistica numerica del trasporto e della dispersione di inquinanti di ISAC-CNR e dell'Università del Salento hanno collaborato con ARPA Puglia per aggiornare ed adattare i databases delle emissioni alle esigenze dei diversi modelli utilizzati. In particolare le simulazioni numeriche a piccola scala sull'area portuale di Brindisi sono svolte dall'Università del Salento utilizzando il modello di dispersione ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System). La modellistica numerica a larga scala della dinamica e composizione chimica dell'atmosfera su una zona che include l'area del porto di Brindisi viene svolta da ISAC-CNR utilizzando il modello alla mesoscala BOLCHEM. Al fine di utilizzare il modello BOLCHEM sono stati necessari i seguenti steps:

- ◆ aggiornamento del file di emissioni, input del modello BOLCHEM, sulla regione Puglia;
- ◆ simulazioni numeriche usando una configurazione di griglie innestate (approccio *one-way*), effettuate con due differenti configurazioni dell'input emissivo:
 - tutte le emissioni
 - tutte le emissioni, eccetto quelle navali nell'area del porto di Brindisi

I files di emissioni orarie, ad esclusione di quelle biogeniche che sono calcolate *run-time* dal modello, specieate per i meccanismi chimici implementati nel modello BOLCHEM, sono stati preparati su una griglia 0.025° lon x 0.020° lat per l'area mostrata in Figura 3a. Per ciascun mese dell'anno sono stati preparati tre giorni tipo (feriale, sabato, domenica). I data base utilizzati sono stati:

- emissioni INEMAR su base comunale aggiornate al 2007, e fornite dal partner ARPA PUGLIA, sulla regione Puglia;
- emissioni ISPRA 2005 su base provinciale (attualizzate al 2007), con aggiunta di particolato da risospensione stradale e da lavori agricoli, sulle restanti regioni italiane comprese nel dominio di simulazione;
- inventario EMEP 2007 su celle di 50 km di lato sugli stati stranieri compresi nel dominio di simulazione;
- inventario ISPRA attualizzato al 2007 per la parte nazionale del traffico navale extra-Puglia, inventario EMEP 2007 per la parte internazionale del traffico navale extra-Puglia.

Le emissioni dei porti pugliesi sono state spazializzate sull'area effettiva di ciascun porto. A titolo di esempio è riportata l'area del porto di Brindisi, suddivisa in zona esterna, zona media e zona interna in Figura 3. Le emissioni in fase di manovra sono state spazializzate in modo uniforme su tutta l'area, mentre quelle in fase di stazionamento sono state ripartite percentualmente nelle tre zone evidenziate. Inoltre è stato sviluppato un database, da utilizzarsi per le simulazioni numeriche a piccola scala nell'ambito dell'area portuale, relativamente l'intero volume del traffico navale dall'"Avvisatore Marittimo" del porto di Brindisi per l'anno 2010. Sono state considerate diverse tipologie di navi, tenendo conto sia della fase di manovra che di quella di stazionamento. Dai dati di traffico grezzi, sono poi state valutate le emissioni di gas e particolato in base ai diversi tipi di navi utilizzando la metodologia MEET (Methodology for Estimate air pollutants Emissions from Transport) sviluppata nel 1998. Sulla base del periodo (numero di giorni) che una nave trascorre in

ogni fase di emissione, del carburante, del motore e delle caratteristiche della nave (numero dei camini e caratteristiche geometriche), l'applicazione delle metodologie ha consentito la stima dei fattori di emissione e quindi il calcolo delle emissioni di diversi inquinanti. Le emissioni calcolate per i singoli inquinanti sono state organizzate per costruire l'inventario di emissioni del 2010. Nello specifico è stato utilizzato il software EMIT (Emission Inventory Toolkit) sviluppato da CERC Ltd e internazionalmente riconosciuto per la sua validità. Le sorgenti considerate sono sorgenti puntuali e le emissioni calcolate secondo la metodologia descritta sono state inserite direttamente senza ricorrere all'uso di fattori di emissione. In particolare, sono stati costruiti due differenti inventari per l'anno 2010: uno utilizzando tutte le navi come singola sorgente puntuale emissiva, l'altro raggruppando le navi con le stesse caratteristiche considerando così un numero inferiore di sorgenti aggregandone le emissioni. Inoltre i risultati ottenuti con i due inventari sono simili: ciò è importante ai fini delle simulazioni future sull'intero anno 2011 al fine di ridurre le sorgenti in input. Le simulazioni a piccola scala nell'area portuale di Brindisi sono state svolte utilizzando il modello di dispersione ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System) per il periodo Luglio-Dicembre 2010 e sono in corso le simulazioni per l'anno 2011 con specifico riguardo al periodo concomitante con la campagna di misura.

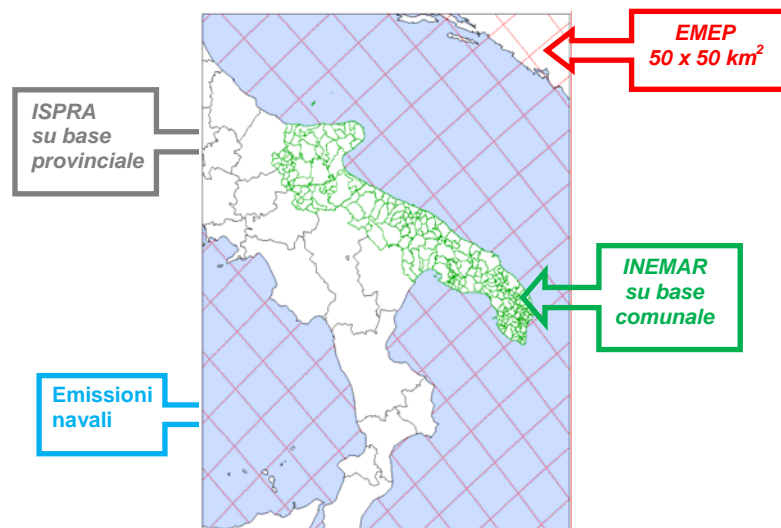


Fig. 3: Dominio su cui si sono calcolate le emissioni, input per il modello BOLCHEM (in alto) e suddivisione dell'area del porto di Brindisi in zone di emissione (in basso).

Considerazioni preliminari

Molti dei dati raccolti nella campagna di misura sono ancora in corso di analisi ed elaborazione ed anche il lavoro di modellistica numerica è in corso di svolgimento. Tuttavia dai dati attualmente a disposizione è possibile fare delle considerazioni preliminari.

I risultati mostrano che le attività portuali possono dare un contributo significativo alle concentrazioni numeriche di particelle ultrafini e di nanoparticelle ed anche un contributo alle concentrazioni di PM_{2.5}. Inoltre il contributo associabile al traffico navale è confrontabile a quello associabile alle attività connesse (carico e scarico delle navi e trasporti nell'area portuale). Il contributo di questa tipologia di sorgenti alle concentrazioni di particelle in atmosfera è altamente intermittente e sporadico ed è quindi necessario utilizzare avanzate tecniche statistiche per valutare in maniera affidabile il contributo di tali emissioni alle concentrazioni di inquinanti atmosferici e per distinguerne il peso rispetto alle altre sorgenti maggioritarie presenti.

I risultati preliminari delle simulazioni numeriche, a piccola scala, con il modello di dispersione ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System) hanno evidenziato che il contributo del traffico marittimo è significativo soprattutto per le concentrazioni di SO₂. Questo risultato è compatibile con le concentrazioni di ioni solubili osservate nel PM_{2.5} raccolte presso il sito di misura di ASI che mostrano che una rilevante percentuale, tra il 24% ed il 43%, del PM_{2.5} è di origine secondaria inorganica (e quindi formato in atmosfera a seguito di trasformazioni chimico-fisiche) ed è prevalentemente composto da solfato di ammonio.

Le successive analisi ed elaborazioni dei dati e delle simulazioni numeriche del progetto CESAPO saranno focalizzate alla determinazione del contributo alle concentrazioni di inquinanti atmosferici delle diverse sorgenti emissive che insistono nell'area ed all'individuazione di specifici markers chimici di sorgente utilizzando specifiche tecniche statistiche, alcune delle quali saranno sviluppate nell'ambito di questo progetto. Questo permetterà di evidenziare criticità, di confrontare la situazione osservata nell'area di Brindisi con situazioni analoghe di altre aree portuali in Italia ed all'estero. I risultati saranno quindi il punto di partenza per studiare diversi scenari di sviluppo delle aree in esame e fornire strumenti che possano essere utili, alle autorità competenti, per le scelte future di programmazione e sviluppo del territorio.