

## **Overview delle Attività di Ricerca e Sviluppo Tecnologico dell'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR**

L'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico è articolato in tre sedi operative che comprendono la Sede Centrale situata nell'Area della Ricerca Roma-1 a Montelibretti (Roma) e due Unità Operative di Supporto (U.O.S.) di cui una presso l'Università della Calabria ad Arcavacata di Rende (CS) e l'altra presso l'Area della Ricerca di Tor Vergata (Area della Ricerca Roma-2). L'Istituto svolge attività di ricerca e sviluppo tecnologico principalmente nel comparto dell'inquinamento atmosferico, perseguendo studi e ricerche nel settore dell'emissione, trasformazione, trasporto, deposizione e circolazione degli inquinanti atmosferici ed ambientali. A fronte di questo mandato generale, promuove ricerche su nuove tecnologie per la misura degli inquinanti nelle emissioni e nell'atmosfera ambientale, compresi gli ambienti interni. Tali attività spaziano dalla misura dei componenti gassosi in tracce alla caratterizzazione del materiale particolato nelle sue diverse granulometrie.

Lo sviluppo di nuove apparecchiature per la misura ed il campionamento di inquinanti costituisce un elemento molto importante della ricerca alla luce del possibile impiego di nuove tecnologie per il monitoraggio ambientale. Tra queste, assumono particolare valore quelle basate sulla Gas-cromatografia e spettrometria di massa, nonché dell'emissione di Raggi X per la caratterizzazione della composizione chimica del materiale particolato. Recentemente è stata anche posta grande attenzione al particolato avente dimensioni sub-microniche (Nanoparticolato) per il quale sono in fase di sviluppo ricerche orientate alla comprensione della loro distribuzione spaziale e temporale in diversi ambienti. Vengono anche studiati i meccanismi di formazione degli inquinanti nei centri urbani, in particolare di quelli ad elevato rischio di superamento dei limiti, per i quali vengono anche identificate le possibili sorgenti, sia locali che regionali.

L'Istituto gestisce anche stazioni sperimentali di osservazione dell'evoluzione della composizione chimica dell'atmosfera sia in prossimità di aree urbane che in zone a basso livello di antropizzazione. Due di queste stazioni (di cui una presso l'AdR di Roma-1 e una seconda sull'alto piano della Sila, Comune di Longobucco (CS) gestito dalla U.O.S. di Rende) fanno parte della rete EMEP (European Monitoring Environment Program) relativa al protocollo dell'inquinamento atmosferico transfrontaliero, parte della convenzione internazionale UNECE-LRTAP, presso questi siti vengono misurati le concentrazioni di inquinanti sia in fase gassosa che particellare di interesse per la deposizione acida, per l'inquinamento fotochimico e l'inquinamento da mercurio e metalli pesanti. In relazione alle attività svolte dalla UOS di Rende in Calabria, in aggiunta alla stazione situata nel Comune di Longobucco (CS), sin dal 2006 è stata attivata anche un'altra stazione a livello del mare situata nel Comune di San Lucido (CS) (Tirreno settentrionale), questo sito è finalizzato allo studio della composizione chimica dell'atmosfera e dell'influenza del Marine Boundary Layer sui flussi di scambio di contaminanti semi-volatili (i.e., mercurio) all'interfaccia aria-mare.

Di grande interesse è la valutazione di sostanze organiche tossiche per l'ambiente e per la salute della popolazione, con riferimento alle loro proprietà cancerogene per le quali vengono

continuamente sviluppati e messi a punto nuovi metodi analitici basati sulle tecniche cromatografiche e spettrometriche di massa. A questo proposito è stata di recente avviata un'attività di monitoraggio nel centro delle grandi città al fine di caratterizzare composti tossici, quali le droghe pesanti. Ancora, queste tecniche costituiscono le basi per il monitoraggio di importanti inquinanti come la Diossina in diversi comparti quali acqua, aria, cibi, terreno, etc.

Di grande interesse sono anche gli studi condotti nelle regioni polari ove l'Istituto persegue ricerche relative alla presenza di composti in traccia, in particolare in fase aerosolica nella quale vengono studiati la composizione chimica e la distribuzione granulometrica. In questo campo, rivestono grande interesse le ricerche finalizzate alla comprensione dei meccanismi di deplezione del mercurio che in seguito ai processi di ossidazione viene efficacemente depositato sul manto nevoso e ice-pack con notevoli conseguenze sull'ecosistema artico e antartico; inoltre vengono studiati i processi di conversione dei composti contenenti azoto e la formazione di ossidi di azoto ed acido nitroso sulle superfici innevate. In altri termini, sono stati identificati e quantificati meccanismi di re-nitrazione dell'atmosfera con importanti conseguenze nei modelli di circolazione globale che descrivono la formazione dell'Ozono nelle zone polari e la produzione di radicali reattivi. Al fine di consentire lo sviluppo di questi studi sono stati anche messi a punto dispositivi di campionamento e misura innovativi quali, ad esempio, un nuovo analizzatore di acido nitroso basato sulla cromatografia liquida che riesce a determinare tracce di acido nitroso nell'atmosfera fino a livelli di parti per trilione. Tale tecnologia potrebbe aprire importanti campi di ricerca nel settore dell'inquinamento nelle aree urbane e nello studio dell'interazione tra inquinanti atmosferici e superfici.

Un altro aspetto molto interessante dell'attività dell'Istituto riguarda appunto le ricerche sull'interazione tra gli inquinanti e le superfici. Queste hanno portato a notevoli avanzamenti nella protezione delle opere d'arte esposte nei musei ed all'aperto anche utilizzando dispositivi di campionamento passivo che l'Istituto ha sviluppato ad un elevato grado di affidabilità. Infatti, i campionatori passivi sono stati impiegati per la mappatura di importanti inquinanti sia nei centri urbani che in prossimità di insediamenti industriali. Il loro uso costituisce un importante elemento di conoscenza da parte delle Pubbliche Amministrazioni che hanno a disposizione risorse limitate per la valutazione dell'inquinamento dell'atmosfera. Questi dispositivi hanno mostrato la loro affidabilità anche per la misura dell'inquinamento interno e potranno quindi contribuire in modo significativo alla valutazione complessiva dell'esposizione della popolazione agli inquinanti. Un'importante applicazione dei campionatori passivi è stata trovata nell'ambito della misura del Biossido di Carbonio, fondamentale per la comprensione dell'effetto serra, ove, con i campionatori passivi, è stato possibile non solo determinare la concentrazione con grande accuratezza, ma anche di misurare il rapporto isotopico con una tecnica basata sull'assorbimento IR ottenendosi così informazioni essenziali sulla provenienza del biossido di carbonio. A complemento degli studi sul rilevamento passivo, sono state messe a punto tecniche di interpolazione spaziale per la caratterizzazione dello stato dell'ambiente su aree vaste che ha portato alla realizzazione di mappe di inquinamento di elevata affidabilità per la gestione delle risorse atmosferiche e per la pianificazione della riduzione delle emissioni di inquinanti in conseguenza dei piani di risanamento dell'atmosfera. Sempre nel campo della caratterizzazione delle superfici, prosegue lo studio dei materiali fotocatalitici che sono in grado di rimuovere consistenti quantità di inquinanti

dall'atmosfera. A questo proposito, è stata recentemente completata la realizzazione di un sistema di prova della capacità fotocatalitica direttamente in-situ basata sull'utilizzazione di tecniche di diffusione. Molto significativa è stata anche l'attività di studio sulla distribuzione di alcuni inquinanti ambientali. Oltre ai composti contenenti azoto sopra citati, si sono sviluppate ricerche sulla distribuzione del Mercurio in diversi ambienti che spaziano da quello terrestre, a quello marino fino a quelli polari per i quali sono state trovate interessanti relazioni con la chimica dell'Ozono troposferico. La contaminazione ambientale da Mercurio è solo un esempio di come gli inquinanti si distribuiscono nell'atmosfera sotto l'azione di processi chimici, fisici e biologici per cui si è recentemente manifestata la necessità di potenziare le ricerche sull'inquinamento transfrontaliero. L'Istituto segue direttamente le ricerche nell'ambito dei processi dell'inquinamento emisferico promosso dalla convenzione internazionale sull'inquinamento transfrontaliero (UNECE-LRTAP) anche con studi di modellistica atmosferica e di caratterizzazione di sostanze in traccia, in particolare nel settore dei composti organici volatili e dei composti organici persistenti (POP).

Essendo l'Istituto attivo in tutti i settori che riguardano l'inquinamento atmosferico, ha inserito nella sua attività anche studi, ricerche ed applicazioni di grande importanza per la vita economica e sociale del Paese. Infatti, la disponibilità di tecnologie e di risultati di prima linea nel settore tecnico-scientifico ha consentito di studiare molto approfonditamente i fenomeni di inquinamento. Ciò ha portato ad un notevole ampliamento delle collaborazioni con Enti pubblici e privati che, direttamente od indirettamente, sono alle prese con i problemi dell'inquinamento atmosferico. In particolare, l'Istituto collabora con il Ministero dell'Ambiente attraverso apposite Convenzioni che lo hanno portato ad una stabile posizione di alta consulenza nello sviluppo delle Direttive Comunitarie sulla qualità dell'aria e sulle emissioni industriali, contribuendo così anche a portare a livello internazionale i prodotti della ricerca dell'Istituto.

In particolare, nel settore internazionale, nel corso degli ultimi 10 anni si è sviluppato un programma di cooperazione con la Cina nel quale l'Istituto ha la funzione di coordinare gli sforzi di alcune realtà produttive Italiane per la realizzazione di reti di rilevamento dell'inquinamento atmosferico. Tale attività progettuale e di consulenza viene anche svolta per conto di Amministrazioni regionali e Comunali in Italia ed all'estero per le quali l'Istituto svolge intensa collaborazione tecnica. Le attività si sono estese anche in Paesi caratterizzati da elevata instabilità oppure con problemi interni di non facile soluzione. L'Istituto opera in aree urbane ed industriali della Serbia e Montenegro in vista di una loro collocazione nell'ambito Europeo ed in Tunisia ed Israele. Particolarmente importante è stata l'attività nelle regioni Autonome della Cina ove, ad iniziare dallo Xin Jiang (regione Uigura) si sono sviluppate e testate metodologie per la caratterizzazione dello stato di inquinamento con sistemi di saturazione anche ad alto contenuto tecnologico, sebbene di costo limitato. Queste tecniche di misura permettono non solo la valutazione dello stato di inquinamento, ma anche di seguire nel tempo la sua evoluzione, contribuendo così a ridurre le tensioni sociali ed economiche in queste aree chiave. L'esperienza internazionale dell'Istituto ha anche portato ad una linea di attività orientata alla salvaguardia dell'ambiente atmosferico nel corso di grandi eventi internazionali. L'Istituto ha infatti acquisito un ruolo di primaria importanza nello studio e gestione dell'inquinamento atmosferico in occasione delle Olimpiadi di Pechino 2008, EXPO 2010 a Shanghai e Giochi del Commonwealth 2010 previsti in India. Tutte queste attività sono comunque svolte in collaborazione con le principali

Università locali e statali. Di particolare rilevanza sono state le attività di supporto tecnico alla Municipalità di Pechino durante i Giochi Olimpici del 2008 per i quali l'Istituto già da molto tempo collabora nella realizzazione di stazioni di monitoraggio, mezzi mobili di rilevamento e programmi di alta formazione.

La presenza dell'Istituto nella soluzione dei problemi delle Amministrazioni locali ha stimolato nuove Leggi e regolamenti che richiamano espressamente il ruolo dell'Istituto. L'Istituto fornisce un supporto molto importante alle attività di sviluppo e implementazione della legislazione ambientale presso Il Ministero dell'Ambiente sia in relazione alle emissioni industriali (protocollo IPPC) che il relazione alla qualità dell'aria e dei relativi protocolli per la certificazione e garanzia della qualità del dato. Questo tipo di attività, oltre all'ovvia importanza istituzionale, consente anche di analizzare e risolvere problemi specifici della valutazione dell'inquinamento atmosferico nel Paese e nell'Unione Europea. La partecipazione dell'Istituto nell'iniziativa AQUILA (Associazione per la qualità delle misure di inquinamento atmosferico) costituita tra tutti i Paesi UE nel Centro Comune di Ricerca di Ispra è solo un esempio dell'ambito internazionale nel quale si opera. Queste attività hanno anche maturato all'interno dell'Istituto la necessaria esperienza per la revisione delle leggi ambientali in ambito nazionale ed internazionale, partecipando così al processo di internazionalizzazione dell'Istituto ed ai processi di integrazione delle legislazioni dei vari Paesi.

La partecipazione dell'Istituto alle iniziative tecniche e scientifiche dell'industria Nazionale, con particolare riferimento alla piccola e media industria è molto significativa. Apposite convenzioni consentono infatti di valutare l'inquinamento emesso dagli impianti e di collaborare nella riduzione degli stessi. Di particolare interesse è l'attività di valutazione dei dispositivi di abbattimento, in particolare per le polveri e per le sostanze organiche volatili nell'industria siderurgica e petrolifera con particolare riguardo alle emissioni di Diossina che costituisce motivo di grande preoccupazione per l'opinione pubblica. Le collaborazioni con altri istituti di ricerca, le pubbliche amministrazioni, l'industria e l'Unione Europea hanno sviluppato all'interno dell'Istituto della grandi capacità di coordinamento su programmi molto articolati anche in settori non direttamente riconducibili all'inquinamento atmosferico. Questo, ad esempio, è il caso delle attività di telerilevamento attraverso le quali l'Istituto svolge una preziosa opera di utilizzazione di tecniche avanzate di osservazione del territorio finalizzate ai grandi centri urbani e agli ecosistemi in generale.

Nel settore del telerilevamento, l'Istituto gestisce e coordina le attività del Laboratorio Aereo di Ricerche Ambientali (LARA). Questa struttura si avvale di un dispositivo aeroportato-multispettrale molto adatto per studi relativi alla diffusione degli inquinanti nell'ambiente e per la caratterizzazione del territorio. Ciò anche alla luce dei possibili danni causati dall'Ozono e da altri inquinanti alla vegetazione, in particolare quella presente in siti di alto valore naturalistico. Recentemente, l'attività di telerilevamento è stata inquadrata nell'ambito delle attività dell'Istituto per una integrazione di dati ambientali, uscendo così dalla logica disciplinare e portando il livello delle ricerche ad una migliore comprensione dei processi e dei fenomeni di inquinamento e degrado. Infatti, una tipica applicazione di questo tipo di ricerca è costituita dalla ricognizione del territorio in termini di abbandono di rifiuti e di smaltimento illegale degli stessi. La gestione del dato ambientale è di enorme importanza nel contesto delle attività che l'Istituto svolge nell'ambito di

programmi e progetti nazionali nonché europei e internazionali. In questo ambito sono state sviluppate competenze riconosciute dalla comunità scientifica internazionale in relazione ai sistemi integrati per lo sharing dei dati e strumenti (Spatial Data Infrastructures) che comprendono i.e., banche dati, GIS, modelli di qualità dell'aria, dizionari ambientali (Thesaurus); per questi ultimi l'Istituto ha sviluppato il sistema Earth impiegato dalle maggiori agenzie europee e internazionali. Attualmente l'Istituto svolge un ruolo di primo piano nel programma GEO (Group of Earth Observation).