

Il Progetto Jonico-Salentino

(G. Assennato)

Introduzione

Le rilevanti attività industriali presenti nelle aree di Taranto e Brindisi, gli elevati livelli di inquinanti misurati in prossimità degli stabilimenti e dove risiedono gruppi numerosi di popolazione, nonché i dati epidemiologici che dimostrano come tali aree presentino eccessi di mortalità e di incidenza di patologie potenzialmente associate a fattori di rischio ambientali, hanno determinato una elevata percezione soggettiva del rischio nelle comunità locali. Questo ha portato ad un crescente bisogno di conoscenza della popolazione, che si esprime attraverso le numerose richieste rivolte ad ARPA e alle ASL circa le possibili ricadute in termini sanitari legate all'esposizione agli inquinanti ambientali, anche al di fuori delle aree direttamente caratterizzate da note criticità.

Ne deriva la necessità di sviluppare un progetto straordinario di ricerca che fornisca informazioni scientifiche evolute su ciascun punto della filiera ambiente e salute, in modo da definire quali-quantitativamente l'impatto delle sorgenti emissive di Brindisi e Taranto sulle matrici ambientali e sugli indicatori sanitari, considerando nelle ricadute anche la provincia di Lecce, dove il livello di percezione del rischio ha determinato l'interessamento diretto di soggetti istituzionali.

Il progetto ha l'obiettivo di identificare i profili di rischio dei cittadini della macro area Jonico-Salentina in funzione della loro esposizione "attuale" a tutte le possibili sorgenti inquinanti.

Pertanto, in questa specifica sezione non saranno presi in considerazione scenari emissivi pregressi, oggetto di altre linee di intervento nell'ambito del CSA, né informazioni relative alla bonifica di Siti di Interesse Nazionale (SIN), se non per l'esposizione derivante dalla residenza nei SIN, tale da determinare un rischio aggiuntivo per la popolazione e definito nelle analisi di rischio. È noto, infatti, che gli impatti dovuti alla contaminazione del suolo riguardano le acque superficiali e sotterranee, l'atmosfera e la catena alimentare determinando rischi, a volte gravi, per la salute umana.

Saranno oggetto dunque della valutazione le esposizioni ambientali derivanti dalle fonti industriali, dalla combustione di biomasse, dal traffico stradale, navale e aeroportuale, e di origine naturale (radon). Le componenti che verranno prese in considerazione saranno dunque l'inquinamento atmosferico, la rumorosità ambientale, e la contaminazione indoor da radon.

Gli esiti sanitari che verranno considerati sono:

- 1) quelli legati alla salute materno-infantile (indicatori di salute riproduttiva e di salute nei primi anni di vita, incluso lo sviluppo cognitivo e le malformazioni neonatali);**
- 2) le patologie respiratorie e cardio-vascolari acute e croniche in età adulta;**
- 3) le patologie tumorali considerando il lungo periodo che intercorre tra l'esposizione e la comparsa della malattia.**

La valutazione del rischio di esposizione (Risk Assessment) sarà effettuata sia attraverso i metodi tradizionalmente utilizzati nei rapporti di Valutazione di Danno Sanitario redatti ai sensi della LR 21/2012 e del RR24/2012 (*Red Book, Risk assessment in the federal Government: Managing the process*, National Research Council, 1983; *Risk Assessment Document for Coke Oven MACT Residual Risk*, EPA, 2003), sia attraverso metodi innovativi di elaborazione di informazioni chimiche (relative al particolato atmosferico, alle sue componenti ed agli idrocarburi aromatici), fisiche (meteorologia, radon e rumore), tossicologiche (*Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational, and Systems Biology*, EPA 2014; *Science and Decisions – Advancing Risk Assessment*, National Research Council, 2009) ed epidemiologiche (specie nell'utilizzo, là dove esistenti, di consolidate funzioni esposizioni-risposta da meta-analisi degli studi disponibili).

Questa procedura di *nuova generazione* che considera tutti i determinanti della salute (biologici e genetici, ambientali e occupazionali, sociali e comportamentali) e le interazioni con i fattori di rischio permette di effettuare un Risk assessment "*multi sources*" e "*multiple pathways*" ed ottenere una più accurata valutazione del rischio sanitario.

Tale metodologia, pur prevedendo le stesse fasi di quella tradizionale (identificazione dei pericoli, valutazione dose-risposta, valutazione dell'esposizione e caratterizzazione del rischio), pone grande attenzione alla valutazione del potenziale genotossico degli inquinanti.

In particolare, promuove l'utilizzo di nuovi indicatori di effetto (endpoint) ottenuti sia da studi di tossicità in vitro e in vivo che di biomonitoraggio umano (sangue, urine e esalato).

Il progetto mira ad effettuare una valutazione di rischio di carattere globale sulla intera macro-area Jonico-Salentina ed una più approfondita in micro-aree caratterizzate da elevata criticità ambientale e/o da sussistenza di danno sanitario (L.R 21/2012) quali: il quartiere Tamburi della città di Taranto; Brindisi città e Torchiarolo. Sarà anche inclusa una zona a sud della provincia di Lecce caratterizzata dalla presenza di un costante cluster di eccesso di incidenza e mortalità per tumori polmonari nei maschi.

In tali aree saranno considerate le possibili sorgenti (differenti matrici ambientali) e le principali vie di esposizione (inalatoria e per ingestione).

Materiale e metodi

La realizzazione del progetto richiederà **la definizione dei profili emissivi dei principali impianti industriali presenti nelle aree di Taranto e Brindisi** utilizzando dati riferiti ad un anno tipo presenti nell'inventario delle emissioni della Regione Puglia. Il progetto mira a migliorare la qualità dello strumento "inventario" inglobando all'interno anche informazioni relative a contributi naturali.

La modellistica diffusionale applicata ai dati dell'inventario delle emissioni e ai dati meteo, ottenuti dalle stazioni meteo e della catena modellistica meteorologica WRF implementata presso ARPA Puglia, permetterà di valutare le ricadute delle emissioni al suolo.

Il progetto si propone di definire le metodologie modellistiche più idonee da applicare in funzione delle problematiche presenti nelle macro aree di interesse e delle caratteristiche sito-specifiche delle micro aree in cui effettuare l'approfondimento (Quartiere Tamburi - Taranto, Brindisi, Torchiarolo, un'area della provincia di Lecce). Nello specifico, sarà simulato in modalità "analisi" un intero anno meteorologico con la creazione di un database ad alta risoluzione sull'intero territorio regionale, che costituirà l'input per i modelli di dispersione (modello lagrangiano a particella o modello euleriano fotochimico) della qualità dell'aria per le valutazioni sulle ricadute al suolo. Al fine di rendere più realistica sia la distribuzione che i valori di concentrazione al suolo sul dominio di simulazione, sui campi modellati possono essere assimilate le osservazioni reali ottenute dalle campagne di monitoraggio.

L'integrazione di modelli numerici ed informazioni sperimentali (*data assimilation*) può essere effettuata utilizzando a posteriori i risultati di simulazioni modellistiche (metodi di tipo passivo) o nel corso della simulazione mediante l'implementazione di tecniche di assimilazione dati all'interno dei modelli di trasporto e chimica dell'atmosfera (metodi di tipo attivo). I dati delle centraline e i dati modellistici saranno corroborati dalle informazioni attualmente disponibili da satellite. Nello specifico, si **avvierà una collaborazione con un progetto italiano inteso a raccogliere e valorizzare le informazioni distribuite dallo strumento MODIS (Moderate Resolution imaging Spectro radiometer) a bordo del satellite Terra della NASA che stima giornalmente la densità ottica dell'aerosol, AOD**. Sofisticcate valutazioni modellistiche permettono di stimare la concentrazione ambientale di PM_{2.5} su tutto il territorio nazionale con una risoluzione di 1x1 km. Il progetto è attualmente gestito dal Dipartimento di Epidemiologia del Lazio, in collaborazione con ISPRA e con il Department of Epidemiology - Harvard School of Public Health, Boston (Prof. Joel Schwartz).

In base a quanto indicato nel documento WHO "Burden of disease from environmental noise" (WHO, 2011) saranno **redatte le mappe acustiche strategiche** di Lecce e Brindisi che, unitamente a quella di Taranto, già esistente, costituiranno la base per il successivo Risk Assessment relativo all'impatto sulle malattie cardiovascolari.

L'applicazione della metodologia di Risk Assessment nelle micro-aree di interesse richiederà la conoscenza dell'esposizione complessiva sulle 24 ore. Pertanto in tali aree le **campagne di monitoraggio di inquinanti atmosferici saranno effettuate sia presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (contributo outdoor) sia in ambienti indoor**. L'attenzione prioritaria, coerentemente con gli obiettivi del progetto, sarà dedicata a scuole e abitazioni in cui i bambini, particolarmente suscettibili e sensibili alle sostanze inquinanti, trascorrono gran parte della loro giornata.

Inoltre, considerata la rilevante attività industriale presente nei territori di Taranto e Brindisi, saranno condotte **campagne di monitoraggio personale ed ambientale in specifici ambienti di lavoro** al fine di confrontare i risultati ottenuti con i valori rilevati negli ambienti outdoor e valutare l'esposizione professionale dei lavoratori operanti in tali impianti.

L'attenzione sarà rivolta alle diverse frazioni del particolato atmosferico (PM10, PM2.5 e PM1), compresa la sua composizione chimica (IPA, metalli pesanti, carbonio organico e carbonio elementare), e ai principali inquinanti gassosi. Il monitoraggio di tali inquinanti sarà eseguito contemporaneamente nelle 9 stazioni di monitoraggio indicate nell'Allegato A, Delibera Regionale n. 2731 del 18/12/2014.

Nelle stesse aree **saranno condotti studi di tossicità mediante l'applicazione di test *in vivo* e *in vitro***. La tossicità delle frazioni PM10 e PM2.5 sarà valutata mediante test *in vivo* basati sulla determinazione dell'angiogenesi indotta sulla membrana corio-allantoidea (CAM) di embrioni di pollo in ovo, in seguito a esposizione diretta di campioni raccolti nelle aree di interesse. Contestualmente, saranno eseguiti test di tossicità *in vitro* su linee cellulari umane di epitelio alveolare, di epitelio endoteliale e di fibroblasti esposte "direttamente" (interfaccia aria-liquido) e "in campo" a flussi di aria atmosferica campionati presso i siti di monitoraggio oggetto di studio. A seguito della esposizione di cellule epiteliali alveolari saranno valutati i seguenti endpoint: vitalità cellulare (MTT, LDH, ToxiLight), attività metabolica (ViaLight MDA), proliferazione (WST-1), stress ossidativo (GSH, HO-1), apoptosi (Annessina V), rilascio di molecole infiammatorie (interleuchine, fattori di crescita), livello generale di metilazione del DNA e alterazione espressione genica (mutazione di geni sensibili a inquinanti ambientali, mRNA e miRNA). L'esposizione di cellule endoteliali sarà valutata studiando la capacità chemiotattica, l'attività angiogenica e la secrezione di citochine pro e anti-angiogeniche. Inoltre, sarà verificata la capacità proliferativa dei fibroblasti polmonari e l'attivazione dei fibroblasti quiescenti.

Tali studi, altamente innovativi, consentiranno di verificare se, a parità di massa, il PM derivante da emissioni industriali è più tossico rispetto quello raccolto in un sito urbano e determinare una eventuale correlazione esistente tra la componente chimica del PM e la sua citotossicità e genotossicità. Le informazioni ottenute dagli studi *in vivo* e *in vitro* permetteranno, quindi, di individuare un fattore correttivo dell'Unità di Rischio Cancerogeno (Unit Risk) da applicare nel Risk Assessment nei diversi siti dell'area Jonica-Salentina.

Il progetto mira ad effettuare, in ciascun sito monitorato, due valutazioni di rischio parallele: una basata sulla composizione chimica del particolato e sulle informazioni tossicologiche, l'altra ottenuta associando agli indicatori biologici la massa del particolato atmosferico.

Nelle micro aree di interesse sarà condotto un **approfondimento sulla salute materno-infantile monitorando gli ambienti (scuole, abitazioni e outdoor) e valutando lo stile di vita e l'esposizione di bambini di età scolare nelle città di Taranto, Brindisi e Lecce**. Tali attività si integrano con il progetto CCM coordinato dall'ISS e denominato "Studio di biomonitoraggio e tossicità degli inquinanti nel territorio di Taranto", nato nell'ambito dell'Osservatorio ILVA insediato nel Dicembre 2012 presso il Ministero della Salute, che sarà esteso anche alle aree di Brindisi e Lecce.

La valutazione dell'esposizione richiederà uno **studio più approfondito dalla qualità dell'aria outdoor affiancando strumentazione in continuo di nuova generazione a quella convenzionale**. Sarà sperimentato sul campo **un sistema integrato in grado di effettuare in continuo il monitoraggio e la caratterizzazione chimico-dimensionale del PM**. In particolare, l'OPC Multichannel Monitor (contatore ottico multicanale di particelle con diametro ottico maggiore di 0.3 μm), l'FMPS Fast Mobility Particle Sizer (misuratore in continuo di particelle ultrafini con diametro nel range 6 nm-560 nm) e l'ELPI (Impattore a cascata multi stadio per la misura in tempo reale delle particelle con dimensioni tra 6 nm e 10 μm), che compongono tale sistema, permetteranno di caratterizzare gli andamenti stagionali delle concentrazioni e delle distribuzioni dimensionali del particolato fine e ultrafine, nonché di caratterizzare l'intensità e la frequenza dei fenomeni di nucleazione nelle diverse aree di studio. Tale attività sarà svolta in collaborazione con l'Osservatorio Climatico-Ambientale sviluppato nell'ambito del progetto PON I-AMICA(CNR-ISAC) e situato in un sito di background a Lecce (campus Universitario). Tale Osservatorio è dotato di un sistema SMPS in grado di rilevare la distribuzione dimensionale nel range 0.005-0.8 μm e di un OPC (FAI) in grado di rilevare la distribuzione dimensionale nell'intervallo 0.28-10 μm . Inoltre, si utilizzerà un laboratorio mobile dotato di un sistema SMPS (spettrometro per il monitoraggio delle particelle con diametro nel range 2.5 - 1000 nm) e di un OPC per valutare concentrazioni e distribuzioni dimensionali nel territorio dell'area di Lecce. L'inter-

confronto con le rilevazioni dell'Osservatorio di urban background permetterà di evidenziare specificità e/o criticità sul territorio e l'influenza di sorgenti locali. Contemporaneamente saranno monitorati in continuo le concentrazioni orarie di anioni e cationi adsorbiti sul particolato fine (nitrato, nitriti, fosfati, cloruro, solfato, ammonio, sodio, calcio, potassio e magnesio) e dei relativi precursori gassosi (acido cloridrico, nitrico, nitroso, diossido di zolfo e ammoniaca), i livelli di metalli in aria ambiente con risoluzione temporale di 15 minuti dei metalli e la concentrazione in tempo reale di IPA totale e black carbon. L'alta risoluzione temporale delle informazioni prodotte da tali strumentazioni permetterà di identificare e caratterizzare chimicamente i diversi contributi (locali, regionali e transfrontalieri) alle concentrazioni di PM rilevate ed evidenziare eventi emissivi di breve durata e/o vento selettivi.

Saranno, inoltre, condotte **campagne di misura dei parametri micrometeorologici** dell'atmosfera col fine di valutare i flussi turbolenti e le caratteristiche di stabilità dello strato limite planetario a supporto dell'interpretazione dei dati chimici. Ulteriori approfondimenti sull'altezza dello strato limite planetario, l'evoluzione spazio-temporale dello strato rimescolato e la presenza di aerosol durante eventi selezionati a Taranto si otterranno analizzando dati prodotti dalla rete LIDAR installati nello stabilimento industriale ILVA.

Negli ambienti indoor saranno predisposti piani di monitoraggio specifici dei principali inquinanti atmosferici, del microclima e della radioattività naturale (radon).

Tali attività permetteranno di verificare le correlazioni spaziali e temporali tra le concentrazioni monitorate in tali ambienti e quelle ottenute nei siti di monitoraggio della qualità dell'aria e definire il contributo dell'inquinamento indoor e outdoor ai livelli di esposizione e di rischio degli occupanti. I risultati delle campagne di monitoraggio permetteranno di effettuare una valutazione mirata del rischio di esposizione al radon, fortemente correlato allo sviluppo del cancro al polmone.

L'attribuzione di specifici valori di esposizione per la popolazione in oggetto potrà essere condotta attraverso l'utilizzo di modelli di esposizione (modelli stocastici micro-ambientali, e.g. montecarlo simulation). Per la modellizzazione dell'esposizione a inquinanti aerodispersi, è possibile utilizzare un approccio che consiste nel combinare le informazioni relative alle abitudini di una popolazione (Time/Location/Activity Diary), con le concentrazioni ambientali determinate in corrispondenza di particolari ambienti o attività. Ad esempio, recenti ricerche hanno introdotto un approccio che prevede il calcolo dell'esposizione come la somma del prodotto del tempo speso da ogni persona in differenti posizioni, per la concentrazione media registrata in quella posizione, ponderata nel tempo. In questo approccio, le diverse posizioni sono chiamate 'microambienti' (MEM: Micro-Environmental Measures) e si assume che in ognuno di essi la concentrazione di inquinante sia omogenea. Questo tipo di modelli permette dunque di simulare l'esposizione anche per popolazioni o sub-popolazioni rappresentative. Per il calcolo dell'esposizione sono fondamentali dunque due elementi: (I) la localizzazione della popolazione indagata per un periodo di tempo rappresentativo e (II) la concentrazione degli inquinanti nei differenti microambienti. L'obiettivo di questa fase del lavoro è dunque quello di utilizzare le concentrazioni ambientali, ottenute con diversi metodi (monitoraggi ambientali e personali, modelli e simulazioni), nei diversi microambienti dell'area di studio, in combinazione a un database relativo all'uso del tempo (Time/Location/Activity Diary), costruito per un campione di popolazione rappresentativo, al fine di stimare l'esposizione media personale per diverse fasce di popolazione, stratificate e distinte per indicatori socio-demografici (es. genere, età, professione, livello di istruzione, etc.), secondo la relazione sopra illustrata.

Al monitoraggio ambientale sarà associato quello biologico su bambini coinvolti nello studio. In particolare, il progetto mira a valutare l'esposizione mediante l'analisi di marker sensibili e specifici nei liquidi biologici e nell'esalato dei bambini.

Pertanto, si intende allargare la coorte di bambini già arruolata nel progetto MAPEC-LIFE (*Monitoring Air Pollution Effects on Children for supporting Public Health Policy*), composta da circa 200 bambini residenti a Lecce, a un numero significativo di bambini residenti nelle aree individuate nel progetto Jonico-Salentino (Taranto, Brindisi e un'area della provincia di Lecce) di età compresa tra i 6-8 anni e frequentanti la scuola primaria di primo grado. La numerosità dei bambini e la localizzazione delle scuole da campionare sarà concordata in funzione delle attività già programmate nell'ambito del progetto CCM coordinato dall'ISS. Nello studio saranno monitorate le concentrazioni di metalli con proprietà neurotossiche (arsenico, cadmio, mercurio, manganese, piombo) nelle urine e/o nel sangue, nonché di inquinanti organici persistenti (benzo(a)pirene, idrossi-IPA e benzene) nelle urine. Parallelamente, saranno eseguiti il test dei micronuclei

(MN) e il Comet test nelle cellule della mucosa orale e nella saliva dei bambini selezionati. Le alterazioni cellulari, tra cui modificazioni dell'espressione genica (mRNA e miRNA) e variazioni degli stati di metilazione del DNA, saranno valutate analizzando linfociti di sangue periferico. Particolare rilievo sarà rivolto al set di 16 geni identificati come biomarker di emotosicità associata alla esposizione a benzene e alle mutazioni genetiche legate all'esposizione a benzo(a)pirene ("Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational, and Systems Biology", EPA 2014). Infine, la valutazione del grado di infiammazione bronchiale e variazione della funzionalità respiratoria dei bambini monitorati sarà indagata misurando la concentrazione di un gas, l'ossido nitrico (FeNO), nell'aria espirata e determinando il grado di metilazione del DNA nelle cellule nasali. I risultati dei test biologici nella popolazione di bambini reclutati costituiranno un importante indicatore dei livelli di esposizione dei bambini a inquinanti ambientali "attuali" rispetto allo stile di vita. I dati verranno analizzati mediante modelli di analisi multivariata, per tenere conto di possibili fattori di confondimento.

Lo studio prevede, inoltre, la somministrazione di questionari con lo scopo di individuare stili di vita, abitudini alimentari e altre possibili esposizioni dei soggetti reclutati.

L'analisi dei questionari alimentari sarà condotta in modo da costruire pattern alimentari composti.

Tali informazioni saranno integrate con quelle relative alla **qualità delle matrici acque e suolo ottenute da campagne di biomonitoraggio ambientale, attraverso organismi modello (bioindicatori/ bioaccumulatori) di origine animale e vegetale condotte nei siti di interesse e i risultati ottenuti da indagini chimiche condotte su prodotti della filiera agroalimentare.**

In particolare, saranno condotte campagne di monitoraggio atte a valutare la presenza di PCB, diossine e metalli pesanti nel latte e prodotti lattiero caseari, uova e molluschi eduli lamellibranchi.

Il progetto intende effettuare due valutazioni di rischio: una riferita a soggetti in età pediatrica e l'altra alla popolazione adulta esposta. L'elevato numero di informazioni ottenute dal presente studio permetterà, in fine, di valutare quale, tra le diverse vie di esposizione considerate (inalatorio, alimentare e rilascio di sostanze dai SIN), contribuisce maggiormente al rischio complessivo. In fine le stime di rischio sanitario (cancerogeno e non cancerogeno) saranno valutate rispetto ad un intervallo di attenzione, compreso tra 1×10^{-5} e 1×10^{-4} , e ad una soglia di accettabilità pari a 1×10^{-4} .

La componente epidemiologica del risk assessment verterà sulla stima dei casi attesi, degli anni di vita persi, degli anni di vita persi in assenza di disabilità in un arco temporale definito di numerosi anni (al 2050).

Conclusioni

Il progetto Jonico-Salentino è costituito da due sub-progetti, di cui uno di carattere più generale che considera l'intera macro-area Jonico-Salentina ed uno di dettaglio focalizzato sulle aree caratterizzate da elevata criticità ambientale e/o da sussistenza di danno sanitario.

Il primo studio, sostanzialmente di tipo ambientale, mira alla valutazione della qualità dell'aria nelle tre province di interesse (Taranto, Brindisi e Lecce) basandosi sia su dati reali ottenuti presso le 9 centraline della qualità dell'aria sia su stime di ricaduta delle emissioni al suolo ottenute dalla modellistica diffusionale applicata ai dati dell'inventario delle emissioni e ai dati meteo. L'integrazione di modelli numerici ed informazioni sperimentali (*data assimilation*) permetterà di ottenere informazioni più realistiche sia della distribuzione che dei valori di concentrazione al suolo.

Lo studio si completa con la valutazione della tossicità del particolato atmosferico utilizzando sia test *in vivo* basati sulla determinazione dell'angiogenesi indotta sulla membrana corio-allantoidea (CAM) di embrioni di pollo in ovo, che *in vitro* su linee cellulari umane di epitelio e di fibroblasti esposte "direttamente" (interfaccia aria-liquido) e "in campo" a flussi di aria atmosferica campionati presso i siti di monitoraggio oggetto di studio. L'esecuzione di test biologici permetterà di identificare nuovi fattori di rischio (*endpoint*) da utilizzare nella valutazione del rischio sanitario. In particolare, saranno effettuate due valutazioni parallele: nel primo caso saranno considerata la caratterizzazione spinta e tossicologica del PM, mentre nel secondo si intende associare la massa del particolato agli indicatori di rischio biologici.

Parallelamente a questo studio, sarà condotto un approfondimento sulla salute materno-infantile monitorando gli ambienti, lo stile di vita e l'esposizione di bambini di età scolare nella città di Taranto,

integrando il progetto CCM coordinato dall'ISS e denominato "Studio di biomonitoraggio e tossicità degli inquinanti nel territorio di Taranto", nella provincia di Lecce estendendo il progetto MAPEC-LIFE e nella città di Brindisi. Nei siti di interesse (indoor e outdoor) saranno condotte campagne di misura mirate, utilizzando strumentazione di nuova generazione con fine di monitorare in tempo reale l'andamento dei principali inquinanti atmosferici, identificare le sorgenti emissive e valutare la presenza di eventi a breve durata e/o vento selettivi. Contemporaneamente, si procederà con la valutazione dei livelli di esposizione agli inquinanti atmosferici attraverso lo studio di alterazioni cellulari, biochimiche e molecolari, registrabili nei tessuti e/o cellule e/o fluidi biologici. In dettaglio saranno monitorate le concentrazioni di metalli con proprietà neurotossiche e di inquinanti organici persistenti nel sangue e nelle urine dei bambini coinvolti nello studio. Inoltre saranno eseguiti il test dei micronuclei (MN) e il Comet test nelle cellule della mucosa orale e nella saliva, valutato il grado di metilazione del DNA nelle cellule nasali, e condotto il monitoraggio dell'ossido nitrico (FeNO) nell'aria espirata dei bambini selezionati.

L'elevato numero di informazioni ottenute dal presente studio saranno integrati ai fini di una valutazione accurata del rischio di esposizione sia in età pediatrica, che per la popolazione adulta esposta: le stime di rischio sanitario (cancerogeno e non cancerogeno) saranno valutate in funzione di un intervallo di attenzione (1×10^{-5} - 1×10^{-4}) e una soglia di accettabilità (1×10^{-4}).

Linee di intervento PJS

Macroarea: 1 Monitoraggi delle matrici ambientali e studio integrato delle contaminazioni ambientali

1. Costruzione dei profili emissivi degli impianti ospitati nell'area industriale di Taranto e Brindisi aggiornati con cadenza annuale
2. Inventario delle emissioni e Realizzazione di modellistica diffusionale per la stima della ricaduta delle emissioni al suolo ed opportuna validazione attraverso la rete delle centraline della qualità dell'aria
3. Monitoraggio e analisi di parametri fisici dell'atmosfera e meteo climatici
4. Campionamento e caratterizzazione chimica e morfologica del particolato atmosferico
5. Monitoraggio di inquinati gassosi
6. Monitoraggio in continuo con strumentazione non convenzionale
7. Campagne di misure in ambienti indoor e negli ambienti di lavoro
8. Spatial Data Infrastructure Salute e Ambiente
9. Studio di tossicità *in vitro* e *in vivo*

Macroarea: 2 Valutazione dell'esposizione a inquinanti ambientali

1. Definizione dei livelli espositivi della popolazione residente, attraverso lo studio dei carichi corporei degli inquinanti (metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici e diossine)
2. Valutazione dell'impatto delle attuali emissioni di PCDD/F e diossina simili sulle produzioni alimentari destinate al consumo umano

Macroarea: 3 – Sorveglianza Epidemiologica e Risk Assessment

5. Risk Assessment