

# SUMMER SCHOOL

## SALUTE



REGIONE AUTONOMA  
DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA

**A I E**  
Associazione Italiana di Epidemiologia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICHE  
E SANITÀ PUBBLICA

## AMBIENTE



CITTÀ  
DI IGLESIAS

**ASL Sulcis**  
Azienda socio-sanitaria locale



**Arpas**  
Agenzia regionale  
pro s'amparu de s'ambiente de Sardigna  
Agenzia regionale  
per la protezione dell'ambiente della Sardegna

## PARTECIPAZIONE

EPIDEMIOLOGIA AMBIENTALE, COMUNICAZIONE DEL RISCHIO  
E CITIZEN SCIENCE: DAI METODI DI STUDIO ALLE APPLICAZIONI  
PER LA SANITÀ PUBBLICA

## BOOK OF ABSTRACT



PROMOSSO DAL PROGETTO PNC - LINEA INVESTIMENTO 1.4: ONE HEALTH CITIZEN SCIENCE

SEDE IGLESIAS, IN COLLABORAZIONE CON RETE ITALIANA AMBIENTE E SALUTE E ASSOCIAZIONE ITALIANA DI EPIDEMIOLOGIA

DESTINATARI: PERSONALE SSN E DEL SISTEMA AGENZIALE IMPEGNATO NELLE ATTIVITÀ DI RICERCA DEI PROGETTI PNC LINEA  
INVESTIMENTO 1.2 E 1.4, STUDENTI

REGIONE DEL VENETO

REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA  
DIREZIONE CENTRALE SALUTE, POLITICHE SOCIALI  
E DISABILITÀ

D/EP/  
Lazio

REGIONE  
PUGLIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI SICUREZZA E RESILIENZA

Progetto finanziato con il supporto tecnico e finanziario del Ministero della Salute - PNC

ONE HEALTH  
CITIZEN SCIENCE  
COSTRUIAMO  
SALUTE  
AMBIENTE  
INSIEME



# BOOK OF ABSTRACT

SUMMER SCHOOL  
SALUTE AMBIENTE PARTECIPAZIONE

EPIDEMIOLOGIA AMBIENTALE, COMUNICAZIONE DEL RISCHIO E  
CITIZEN SCIENCE: DAI METODI DI STUDIO ALLE APPLICAZIONI  
PER LA SANITÀ PUBBLICA

**RESPONSABILE SCIENTIFICO**  
*LUIGI MINERBA*

**COMITATO SCIENTIFICO**  
*CARLA ANCONA, FABRIZIO BIANCHI, LUCIA BISCEGLIA, LILIANA CORI,  
LUIGI MINERBA, MARCELLO CAMPAGNA, SIMONA QUAGLIA*



# INTRODUZIONE ALL'EPIDEMIOLOGIA AMBIENTALE

**Carla Ancona**

Questa lezione introduce i concetti fondamentali dell'epidemiologia ambientale, delineandone definizioni, ambiti di studio, sfide metodologiche e sviluppo storico. L'ambiente è inteso in senso esteso come l'insieme dei fattori fisici, chimici e biologici esterni all'individuo che possono influenzarne la salute. L'epidemiologia ambientale analizza gli effetti sanitari associati a esposizioni spesso involontarie a inquinanti presenti nell'aria, nell'acqua, nel suolo e negli ambienti di vita e di lavoro. Attraverso l'analisi di casi storici emblematici, dal colera a Londra nel 1854, agli effetti delle radiazioni a Hiroshima, alla diossina di Seveso, fino allo smog londinese del 1952 e all'incidente di Chernobyl, viene ricostruita l'evoluzione della disciplina nel riconoscere i determinanti ambientali delle malattie e nel contribuire alla prevenzione.

Vengono inoltre approfondite le criticità nella valutazione del rischio ambientale, tra cui la complessità delle esposizioni, i lunghi tempi di latenza delle patologie, l'eterogeneità dei dati e l'incertezza dei modelli interpretativi. Si evidenzia infine il ruolo chiave dell'epidemiologia nei processi decisionali di sanità pubblica, attraverso strumenti come la sorveglianza ambientale e la valutazione di impatto sanitario (HIA), e si sottolinea l'importanza dell'integrazione tra medicina clinica e salute ambientale. L'esperienza italiana è illustrata tramite studi multicentrici su inquinamento atmosferico, vulnerabilità e impatti sanitari.

# MISURE DI OCCORRENZA E DI ASSOCIAZIONE

**Lisa Bauleo**

La lezione si propone di fornire ai professionisti sanitari una panoramica completa, aggiornata e applicata delle principali misure di occorrenza e di associazione utilizzate negli studi di epidemiologia ambientale. In una prima parte saranno illustrate le misure di occorrenza – incidenza e prevalenza – fondamentali per descrivere la frequenza di eventi sanitari in popolazioni esposte a fattori ambientali potenzialmente nocivi. Verranno chiarite le differenze tra le varie misure, le modalità di calcolo e le situazioni in cui ciascuna risulta più appropriata. Nella seconda parte della lezione si approfondiranno le misure di associazione, tra cui rischio relativo, odds ratio e rate ratio, indispensabili per quantificare il legame tra esposizioni ambientali e insorgenza di malattie o decessi.

Attraverso esempi pratici, esercitazioni e casi studio tratti dalla letteratura scientifica ambientale, i partecipanti acquisiranno competenze operative per calcolare, interpretare e comunicare correttamente i risultati, valutare limiti, fonti di errore e implicazioni per la salute pubblica. L'obiettivo finale è favorire l'utilizzo critico e consapevole di questi strumenti nella lettura degli studi epidemiologici e nella pianificazione di interventi di prevenzione ambientale, a tutela della salute collettiva.

# CONFONDIMENTO E MODIFICAZIONE DI EFFETTO

**Lisa Bauleo**

La lezione affronta in modo approfondito due concetti cardine dell'epidemiologia ambientale, fondamentali per una corretta interpretazione dei dati: il confondimento e la modificazione di effetto. Nella prima parte si analizzerà il concetto di confondimento, illustrando come la presenza di fattori confondenti possa alterare l'associazione osservata tra una esposizione ambientale ed un esito di salute, portando a conclusioni errate o fuorvianti. Verranno presentati i criteri per identificare le variabili confondenti e le principali strategie di controllo, sia in fase di disegno dello studio (randomizzazione, restrizione, matching) che in fase di analisi (stratificazione, aggiustamento multivariato).

Nella seconda parte si discuterà la modificazione di effetto, intesa come variazione reale dell'associazione tra esposizione e malattia in presenza di una terza variabile, esplorandone le implicazioni epidemiologiche e operative. Attraverso esempi concreti tratti da studi ambientali e simulazioni pratiche, i partecipanti impareranno a riconoscere, distinguere e gestire correttamente confondimento e modificazione di effetto, migliorando così la lettura critica della letteratura e la capacità di applicare consapevolmente i risultati nella pratica sanitaria e nella gestione dei rischi ambientali.

# VALUTAZIONI DI DANNO E DI IMPATTO: CONCETTI E APPROCCI, APPLICAZIONI, IMPLICAZIONI PER LE DECISIONI

**Fabrizio Bianchi**

La Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) all'interno della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) è prevista dal D.Lgs 152/2006 per stimare gli effetti diretti e indiretti sulla salute collettiva di progetti rilevanti a livello nazionale. La procedura di VIS è rafforzata dal D.lgs.104/2017 (ha recepito la Direttiva 2014/52/UE), in forza di specifiche linee guida (ISTISAN 19/9 e 22/35). La VIS è effettuata anche nei procedimenti di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per valutare l'impatto prima-dopo di nuove attività produttive. La VIS, inclusa nel Piano Nazionale di Prevenzione (PNP) e di concerto in quelli regionali (PNR), è uno degli assi della interazione tra sistemi nazionali di protezione ambientale (SNPA) e prevenzione sanitaria (SNPS).

Il metodo valutativo si basa sulla stima di eventi sfavorevoli di salute (decessi, malattie, anni di vita persi, etc.) attribuibili alla variazione di inquinamento imputabile al progetto/impianto, valutata come differenza tra inquinamento ante- e post-opera a carico della popolazione potenzialmente esposta. Questa impostazione, non sufficientemente sensibile allo stato ambientale e di salute nell'area di impatto, ha bisogno di essere integrata con valutazioni che considerino il rischio cumulativo delle altre fonti di inquinamento esistenti nell'area.

# EPIDEMIOLOGIA PARTECIPATA

**Annibale Biggeri**

Il contributo mira a richiamare metodologie e strumenti di coinvolgimento della ricerca partecipata e alcuni elementi fondanti questa pratica di ricerca, attraverso l'esplorazione dei casi studio di Porto Marghera (VE) e Manfredonia (FG).

La ricerca partecipata è un approccio metodologico che coinvolge le persone in tutte le fasi del processo di ricerca, dando loro un ruolo attivo. Questo approccio è utilizzato per promuovere maggiore partecipazione, consapevolezza ed empowerment delle comunità toccate da questioni che, a vari livelli, possono influenzare le loro vite (Cornwall & Jewkes, 1995; Bonney et al., 2009; Legrand & Chlous, 2016).

In associazione con ciò, la teoria della Post-Normal Science suggerisce che esistono alcune questioni complesse per le quali i modelli scientifici possono risultare limitati, ma che nonostante ciò richiedono risoluzioni, scelte e decisioni (Funtowicz & Ravetz, 1993, 2020; Ravetz, 2006). La gestione dell'incertezza che caratterizza queste situazioni non può prescindere dal coinvolgimento di una pluralità di attori (Haklay et al., 2023). Oltre l'incertezza, alcuni degli elementi fondanti la ricerca partecipata sono: la cooperazione, con il superamento del modello del deficit (Smallman, 2018); la trasparenza e la fiducia reciproca tra gli attori; il fattore tempo - in termini pratici e simbolici - e il potere.

Nel coinvolgimento delle comunità un aspetto essenziale è il recupero della conoscenza locale e altri aspetti oltre quelli strettamente bio-tossicologici. La dimensione della giustizia ambientale diviene perciò fondamentale anche alla luce dell'empowerment delle comunità.

# LE BANCHE DATI SANITARIE DISPONIBILI A LIVELLO REGIONALE. ORGANIZZAZIONE DEI DATI, POTENZIALE INFORMATIVO E OPZIONI DI UTILIZZO

**Lucia Bisceglia**

Le banche dati sanitarie regionali costituiscono un'infrastruttura di informazioni fondamentale per la governance del Servizio Sanitario, la programmazione locale delle prestazioni e dei modelli assistenziali, e la valutazione dell'efficacia degli interventi. L'ISTAT gestisce il sistema informativo della mortalità che raccoglie, elabora e diffonde i dati ufficiali sulle cause di morte in Italia, ma molte regioni hanno attivato registri regionali delle cause di morte.

I flussi informativi sanitari correnti, che confluiscono e nel Nuovo Sistema Informativo Sanitario (NSIS) gestito dal Ministero della Salute, comprendono flussi informativi su ricoveri, prestazioni ambulatoriali, farmaceutica, emergenza-urgenza, assistenza territoriale e domiciliare, salute mentale e dipendenze. A queste si affiancano i registri di patologia, come il registro tumori, e i sistemi di sorveglianza (PASSI, OKkio alla Salute, HBSC), che offrono indicatori su comportamenti, stili di vita e accesso ai servizi. I dati possono essere disaggregati per territorio, età, sesso e patologia, consentendo analisi di epidemiologia descrittiva e analitica e valutazioni di impatto. Le opzioni di utilizzo spaziano dalla costruzione di profili di salute alla valutazione dell'associazione tra un fattore di rischio ed esiti sanitari, dalla valutazione dell'efficacia di percorsi assistenziali al supporto alle decisioni in materia di prevenzione e promozione della salute.

# ESEMPI APPLICATIVI E RELAZIONE CON I PROGETTI PNC VIS DEI PROGETTI (AMBITO AIA): IL CASO STUDIO VDS DELLA REGIONE PUGLIA

**Lucia Bisceglia**

La Regione Puglia ha disciplinato, sin dal 2012, le attività di valutazione di impatto sanitario nell'ambito delle procedure di Autorizzazione Integrata Ambientale, previste per le aziende con emissioni di polveri nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientali e nei siti di interesse nazionale per le bonifiche.

I rapporti vengono redatti annualmente da un tavolo tecnico coordinato da ARPA Puglia, cui partecipano l'Agenzia Regionale Sanitaria e la ASL territorialmente competente.

I criteri metodologici sono stati definiti con un regolamento regionale: la procedura prevede un inquadramento dei dati di qualità ambientale e del profilo epidemiologico delle popolazioni che risiedono in quei territori, e quindi la valutazione degli impatti associati ai massimi scenari emissivi autorizzati, con approccio tossicologico (risk assessment) e epidemiologico (health impact assessment). In caso di superamento di criteri di accettabilità del rischio, alle aziende coinvolte viene chiesta la predisposizione di un piano di riduzione proporzionale delle emissioni degli inquinanti interessati.

# VIS DEGLI INTERVENTI (AMBITO PIANIFICAZIONE AREA): STRUMENTI PER URBAN HEALTH PER IL PROGETTO PNC SALUTE DELLE CITTÀ PORTUALI

**Lucia Bisceglia**

L'integrazione della Valutazione di Impatto sulla Salute (VIS) nei processi di pianificazione urbana rappresenta uno degli strumenti chiave per promuovere la salute nelle città, in un'ottica di Urban Health. Il progetto "Sostenibilità per l'ambiente e la salute dei cittadini nelle città portuali in Italia", finanziato dal PNC, propone un approccio sistemico all'analisi dei rischi ambientali nelle aree portuali e urbane, promuovendo la sinergia tra SNPS e SNPA.

In questo contesto, la VIS diventa uno strumento operativo per supportare le decisioni locali, valutando l'impatto di scenari di traffico navale, qualità dell'aria e rumore sulla salute dei residenti, anche attraverso stime controfattuali e modelli integrati. L'intervento illustra come la VIS sia stata applicata a casi studio territoriali, valorizzando dati ambientali ed epidemiologici e potenziando l'uso delle coorti residenziali. A partire da questo modello, si propone una riflessione su come rendere sistematica l'inclusione della salute nelle politiche urbane, e su come strumenti partecipativi e di comunicazione possano favorire consapevolezza e giustizia ambientale.

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE A PARTICOLATO ULTRAFINE. ESPERIENZE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN AREE INDUSTRIALI DELLA SARDEGNA

**Marcello Campagna, Luigi Isaia Lecca**

Per particolato ultrafine (PUF) si intende quel materiale naturale, accidentale o intenzionalmente prodotto che contiene nanoparticelle come tali o aggregate o agglomerate e in cui il 50 % o più delle particelle ha una dimensione nel range 1- 100 nm. Rispetto al particolato più grossolano (pm10, pm2.5) il PUF è considerato responsabile di un maggiore impatto negativo sulla salute degli esposti con effetti dannosi a carico di diversi organi e apparati tra cui i principali il cardiovascolare, respiratorio ed il sistema nervoso centrale.

Negli ultimi due decenni, grazie alla disponibilità di moderne tecniche di monitoraggio ambientale, è stato possibile misurare l'esposizione a PUF in diversi ambienti di vita e di lavoro, tuttavia ad oggi non risultano ancora disponibili dei valori limite di esposizione o dei livelli di esposizione considerati sicuri. In Sardegna alcuni siti industriali e militari sono stati oggetto negli ultimi anni di attenzione per la possibilità che questi possano immettere nell'ambiente PUF con conseguente esposizione di lavoratori e cittadini.

La relazione riporta i principali risultati di alcune campagne di monitoraggio ambientale di particolato aerodisperso effettuate nell'area industriale di Sarroch, nell'area urbana di Cagliari e all'interno del Poligono militare del Salto di Quirra. I risultati sono stati utilizzati per la caratterizzazione dei rischi per la salute derivanti dall'esposizione a PUF.

# IL CASO DI STUDIO DI MARGHERA E MANFREDONIA

**Dolores Catelan, Annibale Biggeri, Chiara Piccolo**

I casi studio di Porto Marghera e Manfredonia raccontano storie diverse ed entrambe utili a comprendere limiti e potenzialità della ricerca partecipata. Nello specifico, all'interno di One Health e Citizen Science, Porto Marghera offre un esempio di implementazione di ricerca partecipata dal punto zero mentre Manfredonia, poggiando su un'esperienza pregressa, riesce ad illuminare le fasi di empowerment di comunità.

Per il caso di Porto Marghera si illustreranno le fasi della definizione dei quesiti di ricerca (Piazza et al., *Epidemiol Prev* 2023; 47 (4-5):240-242), della validazione del protocollo di ricerca (Murgia et al. 2025, manoscritto in attesa di pubblicazione), della conduzione dello studio (con risultati preliminari per la parte pediatrica).

Per il caso di Manfredonia si illustreranno le fasi relative alla costituzione della Casa della Salute e dell'Ambiente come terminale della architettura comunicativa nell'ambito di OHCS e del SNPSA/SNPA (con bozza di convenzione con ARESS-Regione Puglia).

# VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE PER VIA INALATORIA

**Giorgio Cattani**

La stima dell'esposizione per via inalatoria è un aspetto cruciale nella valutazione dell'impatto degli inquinanti atmosferici sulla salute umana. La sfida è quella di realizzare stime robuste che siano confrontabili con quelle che si otterrebbero determinando direttamente la concentrazione dei vari inquinanti prelevando l'aria nelle immediate vicinanze del naso e della bocca di un soggetto, durante le sue normali attività all'aperto e al chiuso.

Attesa l'impossibilità di seguire individualmente i soggetti, in particolare per gli studi estesi a popolazioni ampie difficilmente classificabili in gruppi omogenei, la soluzione più diffusa e praticabile è quella di integrare opportunamente misure in siti fissi, modelli deterministici e modelli statistici, al fine di ottenere mappe di concentrazione ad alta risoluzione spaziale e temporale. Verrà quindi illustrato qualche esempio di queste applicazioni per diversi inquinanti, su domini di varie dimensioni, dalla scala nazionale, a quella urbana e di microscala.

# COMUNICAZIONE, GOVERNANCE DEL RISCHIO E STRUMENTI PARTECIPATIVI IN AREE INQUINATE

Liliana Cori, Claudia Casini

Nel progetto One Health Citizen Science, comunicazione del rischio e partecipazione pubblica sono elementi integrati e fondanti della strategia di intervento. Verrà quindi illustrato l'approccio proposto nei documenti metodologici sviluppati dal gruppo di lavoro, che delineano un modello operativo innovativo per coniugare epidemiologia ambientale, governance e comunicazione del rischio e attivazione sociale.

La comunicazione del rischio, letta come processo interattivo e non unidirezionale, deve essere trasparente, inclusiva, rispettosa dei contesti locali e capace di riconoscere i diversi livelli di percezione e conflitto.

Il coinvolgimento degli attori sociali è strutturato in tutte le fasi della ricerca, secondo un percorso partecipativo che dalla fase informativa arriva alla co-decisione, fondando sulla citizen science un modello di produzione condivisa della conoscenza. In aree segnate da inquinamento cronico e sfiducia istituzionale, la costruzione di un terreno comune tra ricerca, istituzioni e cittadini è insieme sfida e prerequisito per l'efficacia degli interventi.

L'intervento presenterà principi teorici, strumenti pratici, opportunità e criticità evidenziati nei documenti di progetto, con l'obiettivo di promuovere pratiche replicabili e sostenibili di democrazia scientifica.

# COME APPLICARE I PRINCIPI E I VALORI DELLA PARTECIPAZIONE PUBBLICA ALLA RICERCA EPIDEMIOLOGICA: IL PUNTO DI VISTA DEI PARTECIPANTI - LABORATORIO PARTECIPATIVO

**Liliana Cori**

*Facilitazione: Liliana Cori, Serenella Paci, Claudia Casini, Simona Quaglia*

Il laboratorio partecipativo propone un momento di confronto strutturato e dialogico tra i partecipanti della Summer School, con l'obiettivo di riflettere collettivamente su come applicare i principi della partecipazione pubblica alla ricerca epidemiologica, in particolare in contesti segnati da conflitti ambientali e disuguaglianze sociali. A partire da una breve introduzione alla Carta della Partecipazione Pubblica (2024), il laboratorio si svolgerà con tavoli tematici facilitati che favoriranno il confronto informale e l'elaborazione condivisa di idee, accompagnato da cibo e bevande per stimolare un clima conviviale.

Le domande guida inviteranno i partecipanti a esprimere esperienze, dubbi e proposte su trasparenza, inclusività, rappresentanza e co-decisione nei processi di ricerca su ambiente e salute. Il laboratorio si concluderà con una restituzione plenaria dei principali spunti emersi, valorizzando il punto di vista dei partecipanti come base per future pratiche di epidemiologia partecipata.

Il confronto diretto tra saperi esperti e vissuti dei territori vuole rafforzare l'idea che la scienza pubblica, per essere credibile e trasformativa, debba aprirsi alla società e alle sue domande.

# PROTOCOLLO DI RICERCA E DISEGNI DI STUDIO IN EPIDEMIOLOGIA AMBIENTALE

**Francesco Forastiere**

La qualità della ricerca in epidemiologia ambientale dipende in larga parte da un solido protocollo di studio e dalla scelta appropriata del disegno di ricerca. Il protocollo rappresenta la guida metodologica dell'intero progetto: definisce gli obiettivi, le ipotesi, la popolazione in studio, l'esposizione ambientale di interesse, gli esiti di salute, le modalità di raccolta dati e le strategie analitiche. In questa lezione verranno discussi i principali disegni epidemiologici utilizzati in ambito ambientale – studi trasversali, studi caso-controllo, studi di coorte, e studi ecologici – con attenzione ai loro punti di forza, limiti e contesti di applicazione.

Verrà inoltre evidenziato come la complessità delle esposizioni ambientali (multi-esposizione, variabilità spazio-temporale, effetti a lungo termine) richieda approcci metodologici rigorosi e spesso innovativi. La lezione fornirà infine indicazioni pratiche su come strutturare un protocollo di ricerca, anche alla luce delle recenti linee guida internazionali per studi osservazionali in epidemiologia ambientale (STROBE).

# LA SINTESI DELLE EVIDENZE SCIENTIFICHE E LE FUNZIONI CONCENTRAZIONE-RISPOSTA: IL CASO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

**Francesco Forastiere**

La sintesi delle evidenze scientifiche è un passaggio fondamentale per trasformare i risultati della ricerca epidemiologica in raccomandazioni di sanità pubblica. In questa lezione verranno illustrate le principali metodologie di sintesi quantitativa (meta-analisi) e qualitativa delle evidenze, con particolare attenzione allo sviluppo delle funzioni concentrazione-risposta (C-R), che descrivono la relazione tra livelli di esposizione a inquinanti atmosferici e rischi per la salute. Le C-R sono strumenti chiave per la valutazione dell'impatto sanitario e per la definizione dei limiti normativi. Saranno discussi i criteri di selezione degli studi, la gestione dell'eterogeneità e la valutazione della certezza dell'evidenza.

Particolare enfasi sarà data alle nuove Linee Guida OMS (WHO, 2021) che, sulla base di robuste funzioni C-R, hanno significativamente abbassato i valori raccomandati per diversi inquinanti (PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>), riconoscendo effetti sanitari anche a livelli molto bassi di esposizione. La lezione fornirà esempi pratici e riflessioni sulle implicazioni per la politica ambientale.

# BIOMONITORAGGIO UMANO

**Silvia Fustinoni**

Il monitoraggio biologico umano è un potente strumento a disposizione di scienziati, decisori politici e professionisti della salute per valutare e gestire i rischi per la salute associati all'esposizione chimica nella popolazione generale e sul luogo di lavoro.

Questo intervento si concentrerà sul significato del biomonitoraggio, quali sono i diversi tipi di indicatori disponibili e quali gli strumenti necessari per interpretare i risultati.

Gli indicatori biologici sono in grado di integrare tutte le vie di esposizione e tutte le sorgenti. Possono essere applicati per valutare l'esposizione o l'effetto da questa provocato e sono misurati in matrici biologiche facilmente accessibili. Gli indicatori di esposizione includono la misura di gas, metalli e di sostanze organiche, anche in miscela complessa; gli indicatori di effetto consentono di indagare le modificazioni precoci indotte dall'esposizione a livello molecolare e funzionale.

Per poter impostare un protocollo di indagine è fondamentale conoscere le caratteristiche di assorbimento, distribuzione, metabolismo, accumulo ed escrezione delle sostanze di interesse e i possibili meccanismi di effetto. In funzione del tempo di permanenza dell'organismo umano gli indici biologici possono essere adatti anche per valutare esposizioni pregresse, soprattutto per l'esposizione a composti organici persistenti.

Per l'interpretazione dei risultati di biomonitoraggio sono a disposizione i valori limite per gli ambienti di lavoro e i valori di riferimento, ottenuti misurando gli indicatori nella popolazione generale. Oggi sono disponibili database pubblici come quello dell'Unione Europea, IPCHEM, dove è presente un modulo sul biomonitoraggio umano, che raccoglie dati di oltre 120 studi effettuati in Europa.

# IL BIOMONITORAGGIO NEL VENETO

**Vanessa Groppi**

La fase operativa di conduzione di uno studio di biomonitoraggio umano prevede un'organizzazione complessa che coinvolge molti attori e professionalità diverse: dalla presentazione del protocollo al comitato etico, alla selezione del campione, comunicazione alla popolazione fino alla raccolta e conservazione dei campioni.

Nel caso di Porto Marghera sono state scelte alcune scuole del territorio attorno al SIN nelle quali è stato presentato il progetto ai genitori dei bambini dai 3 ai 10 anni per la raccolta del campione di urina per il dosaggio dei metalli, successivamente sono stati estratti dalla popolazione residente da almeno 10 anni 180 soggetti dai 20 ai 49 anni da sottoporre a prelievo di sangue per dosaggio di PFAS e PCDD/PCDF/PCB.

# LO STUDIO TRASVERSALE E LA SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA ATTRAVERSO IL BIOMONITORAGGIO UMANO DI SOSTANZE CONTAMINANTI IN AREE A RISCHIO AMBIENTALE

**Marika Mariuz e Federico Turolfo**

La sorveglianza epidemiologica si basa sulla raccolta sistematica e continua di dati sanitari per monitorare l'insorgenza di problemi di salute, orientare interventi e strategie di prevenzione.

Gli studi trasversali attraverso la rilevazione simultanea di esposizione e outcome di salute, in una popolazione e in un momento temporale ben definiti, forniscono informazioni sulla prevalenza delle malattie e sulla distribuzione dei fattori di rischio. Il biomonitoraggio umano, una tecnica che consente di valutare i livelli di contaminazione attraverso la misurazione di specifici biomarkers, è uno strumento molto utilizzato nella valutazione dell'esposizione della popolazione residente in aree a forte pressione ambientale. Lo Studio di biomonitoraggio umano nei territori compresi all'interno dell'ex Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Laguna di Grado e Marano", area storicamente contaminata da mercurio (Hg), prevede l'arruolamento di 722 soggetti maggiorenni residenti in 19 Comuni selezionati. L'obiettivo primario è la stima della prevalenza dei soggetti esposti ad elevati livelli di Hg; obiettivo secondario è valutare se la popolazione sia esposta ad altri metalli neurotossici quali piombo (Pb) e cadmio (Cd). A ciascun soggetto saranno prelevati 7 ml di sangue per la misurazione dei metalli e sarà somministrato un questionario cartaceo per raccogliere informazioni anagrafiche, antropometriche, socio-demografiche, sanitarie, lavorative, sulla dieta e lo stile di vita.

# LA SCELTA DEI CONTAMINANTI PRIORITARI IN UN SITO INDUSTRIALE, IL CASO DI PORTO TORRES

**Marino Murineddu**

Il Piano Regionale di Prevenzione della Sardegna 2014-2018 prevedeva, tra i diversi obiettivi, quello di far acquisire agli operatori della Sardegna le capacità necessarie per condurre degli studi epidemiologici nelle aree inquinate. Si è scelto come esercizio lo studio di un caso reale, il sito industriale di Porto Torres, per produrre un documento di sintesi dei dati ottenuti e dare poi comunicazione dei risultati alla popolazione.

La fase più complessa è stata la creazione di un network di operatori provenienti da tutta la regione e l'inserimento del progetto nei piani di lavoro di ciascun ente.

La scelta dei contaminanti prioritari è avvenuta grazie allo studio dei cicli produttivi delle aziende dismesse e di quelle in esercizio, dall'analisi dei dati delle matrici ambientali come aria, acque, suolo rielaborate e contestualizzate nel tempo e nello spazio in funzione degli hot-spot sitespecifici e dall'analisi di tutta la documentazione in merito alle emergenze ambientali registrate negli anni.

Gli inquinanti prioritari individuati sono stati benzene, toluene, xileni, triclorometano, cloruro di vinile monomero, diossine e furani, idrocarburi policiclici aromatici, arsenico, cadmio, nichel, vanadio, cromo esavalente, piombo, policlorobifenili diossina simile, acrilonitrile. Sono stati quindi valutati gli effetti tossicologici sulla popolazione.

# MONITORAGGIO MACCHIAREDDU

**Marco Puddu, Alessandro Serci**

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare le valutazioni e i risultati delle attività straordinarie di campionamento e monitoraggio della qualità dell'aria eseguite da ARPAS nel territorio circostante l'area industriale di Macchiareddu, nel periodo 2018-2023, sulla base dei dati provenienti dalle Unità Mobili, dalla Rete di Monitoraggio Regionale e da una Rete di Deposimetri.

Tale attività straordinaria nasce dalle richieste della Presidenza della Regione e dagli Assessorati della Difesa dell'Ambiente e dell'Igiene e Sanità e Assistenza Sociale, per indagare sulle problematiche di inquinamento ambientale relative all'area industriale di Macchiareddu e alle ricadute dell'area circostante.

In particolare, per il monitoraggio della qualità dell'aria è stata potenziata la Rete Regionale, nella parte di territorio interessato dall'indagine straordinaria, con il posizionamento delle due Unità Mobili nelle aree urbane adiacenti ed installando una Rete di Deposimetri posizionati nella zona industriale di Macchiareddu e nei Comuni limitrofi della Città Metropolitana di Cagliari.

L'indagine è iniziata con alcuni monitoraggi preliminari eseguiti nel secondo semestre del 2017, e che si sono estesi significativamente con copertura annuale negli anni successivi, ed è tuttora in corso.

Le valutazioni espresse nel presente report riguardano le misure eseguite sugli inquinanti presi in considerazione dal D.Lgs.155/2010, con estensione delle misure analitiche su inquinanti inorganici non normati effettuati sui campionamenti di deposizione secca e umida.

# L'ASSEGNAZIONE DELL'ESPOSIZIONE: LA POPULATION WEIGHTED EXPOSURE

**Andrea Ranzi**

La valutazione dell'esposizione rappresenta un passaggio cruciale nella conduzione di studi epidemiologici e di valutazione di impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana.

Verranno illustrati metodi e dati necessari per il calcolo della Population-Weighted Exposure (PWE) come media annua delle concentrazioni di inquinanti pesate sulla popolazione residente nelle aree di indagine.

Il calcolo della PWE utilizza stime modellistiche delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi, la distribuzione sul territorio della popolazione (su base censuaria) per dare un indicatore di esposizione cronica all'inquinamento atmosferico. L'approccio geografico permette una sovrapposizione delle concentrazioni di ciascun inquinante a livello di cella (solitamente di 1x1km) con la distribuzione geografica della popolazione a livello di sezione di censimento, assumendo una omogeneità geografica della distribuzione della popolazione all'interno di ogni sezione censuaria.

Verranno portati esempi sull'utilità della PWE rispetto alla concentrazione media degli inquinanti, assieme a considerazioni sulle possibili incertezze e misclassificazione dell'esposizione della popolazione indagata.

# GLI STUDI DI COORTE RESIDENZIALI

**Matteo Renzi**

Gli studi di coorte residenziali rappresentano uno strumento chiave nell'epidemiologia ambientale per valutare l'impatto dell'esposizione a inquinanti atmosferici, acustici o chimici sulla salute delle popolazioni. Questa lezione offre ai professionisti sanitari una panoramica critica sulla progettazione, conduzione e interpretazione di studi di coorte basati sulla residenza, con particolare attenzione alla validità epidemiologica, ai potenziali bias e alle fonti di errore.

Verranno illustrati i principali metodi per l'assegnazione dell'esposizione ambientale, come i modelli geospaziali e l'uso di dati satellitari o reti di monitoraggio, nonché gli approcci per la valutazione degli esiti sanitari a partire da registri sanitari o database amministrativi. Saranno discussi casi studio e recenti evidenze scientifiche per mostrare come questi studi contribuiscano alla comprensione del nesso tra ambiente e salute pubblica.

La lezione intende fornire strumenti pratici e concettuali per migliorare la capacità critica e applicativa dei partecipanti nella lettura e nell'utilizzo dei risultati di questo tipo di studi per finalità di prevenzione, pianificazione e politica sanitaria.

# CASI STUDIO DAL PROGETTO OHCS - RIFIUTI - IL CASO STUDIO DI TRIESTE

**Giuseppe Serra**

Il FVG è una regione virtuosa per quanto riguarda la gestione dei rifiuti urbani: nel 2019 la percentuale di raccolta differenziata è del 69%. Il rimanente 31% viene definito "rifiuto urbano residuo" e viene avviato all'incenerimento. Il termovalorizzatore di Trieste smaltisce circa il 55% del rifiuto urbano residuo della regione, ed è inserito in un contesto già sottoposto ad un elevato livello di pressione ambientale (SIN Trieste)

Precedenti studi epidemiologici nell'area industriale di Trieste hanno indagato l'associazione tra inquinamento atmosferico e salute, mostrando un aumento di rischio per il carcinoma polmonare nei residenti dell'area. Anche il progetto SENTIERI ha evidenziato eccessi di mortalità e ospedalizzazione per varie cause associate a priori a fonti di esposizione ambientale

L'obiettivo primario è di studiare la mortalità per tumore di trachea, bronchi e polmoni nella popolazione della provincia di Trieste esposta agli inquinanti emessi dal termovalorizzatore. Gli obiettivi secondari sono lo studio di mortalità, incidenza e ricoveri per diverse cause, e la stima dei livelli di esposizione

I dati provengono dal repository epidemiologico regionale (RER) e sono pseudonimizzati ab origine, rendendo impossibile per i ricercatori risalire all'identità dei soggetti. L'elaborazione avviene in ambiente sicuro con esportazione solo di dati aggregati

# LE EVIDENZE SUGLI EFFETTI DEGLI INCENERITORI SU ESITI AVVERSI MATERNO-INFANTILI SONO LIMITATE.

**Alessandro Trentalange**

È stata valutata l'associazione tra esposizione residenziale agli inceneritori di Colferro (attivo 2002-2017) e San Vittore (attivo dal 2002) ed esiti avversi alla nascita e disturbi ipertensivi della gravidanza, sfruttando la chiusura dell'impianto di Colferro come esperimento naturale.

Sono state incluse le madri con indirizzo geocodificato residenti entro 7 km dagli impianti, che avessero partorito tra il 2007 e il 2023. L'approccio Difference-in-Differences ha confrontato i cambiamenti negli esiti prima e dopo la disattivazione dell'impianto di Colferro (febbraio 2017), utilizzando San Vittore come area di controllo. Modelli di regressione logistica multivariata includevano l'interazione tra periodo (pre/post chiusura) e impianto associati a ciascun parto.

Dopo la chiusura dell'impianto di Colferro è emersa una riduzione del rischio di pre-eclampsia (OR=0.35; IC 95%: 0.13-0.93) rispetto a San Vittore. Anche altri esiti, come la nascita pretermine (OR=0.83; IC 95%: 0.62-1.10), hanno subito una riduzione, seppure non statisticamente significativa.

L'esposizione materna alle emissioni da inceneritori potrebbe essere associata a un aumento del rischio di pre-eclampsia. La vicinanza a questi impianti giustifica il monitoraggio ambientale, l'adozione di pratiche di gestione rifiuti più sostenibili e la sorveglianza sanitaria per gruppi vulnerabili come le donne in gravidanza.

# SINTESI DELLE EVIDENZE ED ESERCITAZIONE SU PUBMED

**Simona Vecchi**

Esistono diversi metodi per sintetizzare le evidenze scientifiche, ciascuno con un obiettivo specifico. In questo seminario verranno descritte le caratteristiche delle diverse tipologie di sintesi delle evidenze e come utilizzarle. Tra queste, le revisioni sistematiche rappresentano un vero e proprio studio scientifico che permette di sintetizzare le migliori prove scientifiche disponibili per rispondere a un quesito clinico o di ricerca. Rappresentano quindi uno strumento utile per informare decisioni cliniche e linee guida evidence-based.

Saranno illustrate le principali tappe del processo di elaborazione di una revisione sistematica, a partire dalla definizione del quesito di ricerca, alla produzione di un protocollo, fino ai metodi utilizzati per l'identificazione degli studi e la valutazione dei rischi di distorsione e alla sintesi delle evidenze, sia quantitativa che qualitativa. Attraverso un'esercitazione pratica verranno presentate le principali banche dati scientifiche, con particolare attenzione a PubMed, gli strumenti disponibili per la costruzione di strategie di ricerca efficaci e i software di gestione bibliografica.

REGIONE DEL VENETO

REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA  
DIREZIONE CENTRALE SALUTE, POLITICHE SOCIALI  
E DISABILITÀ

D/EP/  
Lazio

REGIONE  
PUGLIA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI SICUREZZA E RESILIENZA

Progetto finanziato con il supporto tecnico e finanziario del Ministero della Salute - PNC

ONE HEALTH CITIZEN SCIENCE  
COSTRUIAMO SALUTE AMBIENTE INSIEME