

Descrizione sintetica dei criteri e settori d'intervento della Ricerca Applicata Sperimentale con Piano di Monitoraggio Ambientale e Sanitario

Tutto quanto fin qui illustrato può trovare riscontro con la *ricerca applicata sperimentale* in **Piani di Monitoraggio Ambientali e Sanitari (PMAS)** come previsto da diverse procedure amministrative autorizzative (VIA, AIA, AUA). Illustriamo di seguito le numerose tematiche che generalmente sono e/o possono essere affrontate nei PMAS con *Monitoraggi Chimici-Fisici-Biologici e correlate Valutazioni di Rischio Tossicologico-Epidemiologico*.

Monitoraggio chimico-fisico Tossicologico per la determinazione delle sorgenti emissive-immissive e relativo impatto ambientale:

Emissioni in atmosfera dagli impianti di produzione;

Qualità dell'aria ambientale alla luce dell'applicazione della **modellistica di dispersione degli inquinanti in aria** coinvolta nei meccanismi di diffusione/dispersione dell'emissione;

Identificazione degli **indicatori di inquinamento di aria ambiente** che tengano conto non solo dei parametri normati ma anche dei **microinquinanti organici ed inorganici con note caratteristiche tossicologiche e di cancerogenicità e sequenziale Valutazione con approccio Tossicologico (Risk Assessment)**;



Qualità acque scaricate a valle dei trattamenti previsti; compreso inquinanti emergenti non normati;

Qualità dei corpi idrici recettori degli scarichi; compreso inquinanti emergenti non normati;

Qualità dei suoli coinvolti nelle **deposizioni d'inquinanti** provenienti dalle attività industriali;

Qualità dei suoli agricoli coinvolti con tecniche di spandimento di fanghi utilizzati come ammendanti fertilizzanti;

Molestie olfattive; caratterizzazione delle emissioni/immissioni gassose in atmosfera (olfattometrica, chimica, tossicologica, modellistica);



Monitoraggio biologico ecotossicologico per la determinazione dello stato di

salute di organismi animali e vegetali a diversi livelli trofici esposti nel tempo all'impatto ambientale; possono essere utilizzati organismi scelti fra i seguenti modelli biologici, standardizzati a livello internazionale e ampiamente utilizzati per gli studi di tossicità e impatto ambientale:

Vegetali: *Lepidium sativum* (crescione) e *Sorghum saccharatum* (sorgo).

Vermi del suolo: *Eisenia andrei*. Protozoi: *Dictyostelium discoideum*.

Crostacei: *Daphnia magna*. **Alge verdi unicellulari:** *Pseudokirchneriella subcapitata*.

Pesci: Zebrafish (*Danio rerio*); **Batteri:** *Vibrio fischeri*. **Vermi dei sedimenti e acqua interstiziale:** *Celegans*.

Insetti: Ape (*apis mellifera*)



Valutazione di clima e impatto acustico: Analisi delle sorgenti sonore

affendenti all'impianto, comprensive del traffico veicolare indotto.

Individuazione dei recettori sensibili potenzialmente più esposti alle emissioni.

Analisi del piano di zonizzazione acustica comunale e individuazione della classe acustica di appartenenza delle sorgenti e dei recettori. Valutazione del clima acustico ante operam e del clima acustico post operam con analisi della compatibilità di quest'ultimo con la classe acustica di appartenenza in riferimento al rispetto dei limiti di legge vigenti (limite assoluto di immissione ed emissione, limite differenziale di immissione).

Stima degli effetti sulla salute della popolazione in termini di incidenza sulle patologie sensibili all'esposizione al rumore (La correlazione tra livelli di rumore e pressione arteriosa e malattia coronarica ischemica da un lato e depressione ed ansia dall'altro sono supportate da numerosi studi clinici e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità).



e con la collaborazione elettiva¹ del GdL del Dipartimento Ambiente e Salute di IMN per l'approccio Tossicologico ed Epidemiologico



Monitoraggio Sanitario di un campione di popolazione scelto fra i non esposti e coloro potenzialmente esposti per la determinazione dello stato di salute con approccio di prevenzione del potenziale danno che può essere valutato con monitoraggio biologico **“in vivo”** e/o con l'utilizzo di tecniche di esposizione cellulare **“in vitro”** (metodica complementare).

Monitoraggio Biologico. L'esame clinico tossicologico, che precede il biomonitoraggio, deve valutare, oltre alla completa anamnesi del paziente, le possibili sorgenti di esposizione occupazionale e non-occupazionale, la loro quantificazione, durata ed estensione ed i potenziali e attuali effetti sulla salute. La valutazione della funzionalità dei vari apparati (cardiovascolare e respiratorio in primis) deve essere commisurata all'età, genere, etnia, fattori di rischio, occupazione, stile di vita, nutrizione etc. ed alla tipologia di esposizione a cui è sottoposto l'individuo.

Successivamente per accertare l'avvenuta esposizione, si intraprende una azione di **biomonitoraggio**, che è la misura della quantità di una sostanza chimica, e/o dei suoi metaboliti in un campione biologico dell'individuo. Allo stesso tempo, oltre a questi markers di esposizione, si valutano anche i markers di effetto che sono le alterazioni biochimiche, fisiologiche e comportamentali associate a potenziali effetti sulla salute. È necessario raccogliere anche i dati su eventuali suscettibilità che possono rendere l'individuo pronò all'effetto tossico di varie sostanze, ad esempio quelli con preesistenti patologie cardiovascolari e polmonari (malattia ischemica e insufficienza cardiaca, asma, enfisema e bronchite cronica), diabete, popolazione infantile e anziana.

La scelta delle matrici biologiche dipende dal marker ricercato e, sebbene le più comuni siano il sangue e l'urina, il biomonitoraggio può essere effettuato su qualsiasi matrice (*Sangue intero e siero, Urina, Capelli, Saliva, Latte materno, Sangue dal cordone ombelicale, Breath Analysis abbinata alla spirometria*). Inoltre *la popolazione deve essere monitorata sia per gli effetti acuti che cronici dell'esposizione agli inquinanti aerodispersi ed al rumore, come ad esempio*: Irritazione oculare nasale e laringea, Sibili e difficoltà respiratoria, tosse ed oppressione toracica, peggioramento di esistenti problemi polmonari e cardiaci, come riacutizzazione dell'asma, Aumentato rischio di crisi cardiache, Aggravamento delle malattie polmonari e cardiovascolari, Diminuita funzione polmonare e acustica, Aumentata frequenza e gravità dei sintomi respiratori come difficoltà respiratoria e tosse, Aumentata suscettibilità alle infezioni respiratorie, Effetti sul sistema nervoso centrale come compromissioni del comportamento, memoria ed apprendimento

Una Metodica complementare (inVITRO) è la valutazione del danno di linee cellulari esposte alla matrice inquinante (generalmente polveri inalabili). Normalmente l'esposizione avviene con modelli cellulari umani del sistema Respiratorio, Epatico, Ematico, Neuronale e Renale (modelli 2d e 3d) statici e dinamici.

Monitoraggio Epidemiologico.

Centro ricerche in Epidemiologia e Medicina Preventiva - EPIMED

con definizione della popolazione [in senso geografico] potenzialmente interessata dall'opera, le sue caratteristiche demografiche e sociali essenziali, la eventuale presenza e relativa identificazione / specificazione di gruppi che necessitano di particolare attenzione [ad es. per via della loro suscettibilità]; **identificazione e stima degli effetti attesi dell'impianto sulla salute della popolazione** [ad es. in termini di: mortalità, anni di vita attesi / persi / guadagnati, incidenza / prevalenza di patologie / disturbi, consumi di servizi sanitari etc.], distinguendo gli effetti acuti da quelli cronici, con **specifico riferimento alle differenti esposizioni di origine chimica** determinate dalla fonte stessa e la loro modalità di azione [*esposizioni continue, ripetute, di picco* etc.], **indicando per quanto possibile la dimensione quantitativa** [almeno in termini di scala di misura] del fenomeno [*numero di casi attesi ovvero aggiuntivi*];

Del Gruppo di Lavoro specifico di Epidemiologia fa parte anche il GdL del Centro di Ricerche in Epidemiologia e Medicina Preventiva (EPIMED) afferente al Dipartimento di Medicina e Chirurgia² dell'Università degli Studi dell'Insubria (UNINS) di Varese.



¹ Regolata da Convenzione Tecnico-Scientifica fra IMN e #Ecologia (dic2022) e da art.4 contratto di rete (ott.2022)

² Collaborazione regolata dalla convenzione quadro fra il Dipartimento di Medicina e Chirurgia dell'Università dell'Insubria e la rete di impresa#ecologia, sottoscritta nel febbraio 2026.