LEARNING TOXICOLOGY THROUGH OPEN EDUCATIONAL RESOURCES

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E ATTIVITÀ

Camelia DRAGHICI, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Braşov

c.draghici@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro

Erasmus+

Questo lavoro è concesso in licenza in base a un'attribuzione Creative commons - licenza internazionale 4.0 non commerciale

1. INTRODUZIONE

Questa unità contiene quanto segue:

- obiettivi di monitoraggio ambientale;
- piano di monitoraggio ambientale;
- attività correlate;
- cosa significa caratterizzare la qualità dell'ambiente.

Alla fine di questa unità, gli studenti saranno in grado di capire:

- l'importanza dell'attività di monitoraggio ambientale;
- la struttura dei sistemi di monitoraggio - schema di flusso e attività connesse;
- le attività necessarie da sottoporre per le misure degli inquinanti da campioni ambientali.

Per una migliore comprensione della seguente presentazione, è necessaria la definizione di monitoraggio ambientale. Dunque, il **monitoraggio ambientale (EM)** è un'attività complessa basata sull'acquisizione di dati sullo stato della qualità ambientale, ottenuti a seguito di misurazioni sistematiche e a lungo termine di parametri e indicatori ambientali, con copertura spaziale e temporale, organizzati in modo tale da garantire il controllo dell'inquinamento.

Gli specialisti nel monitoraggio ambientale stanno concentrando i loro sforzi sulle modifiche delle "proprietà" ambientali, registrate come conseguenza dell'inquinamento e / o altri fattori influenzanti naturali o antropici. Pertanto, diversi tipi di monitoraggio sono stati individuati e ulteriormente sviluppati, come ad esempio:

- *monitoraggio geofisico* - rilevamento di modifiche geofisiche;
- *monitoraggio chimico* - rilevamento dei cambiamenti della composizione chimica che si verificano nell'ambiente;
- monitoraggio fisico - rilevamento delle proprietà fisiche (rumore, radioattività);
- *monitoraggio biochimico* - rilevamento dei cambiamenti biochimici.

A causa della complessità della composizione dei compartimenti ambientali, il monitoraggio chimico sarà sempre un approccio interdisciplinare, basato su un gruppo di lavoro con specialisti con background diversi: chimici, biochimici, biologi, ambientalisti, idrologi, meteorologi, geografi, statistici, specialisti ICT, fisici, tossicologi, epidemiologi, altri.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

La seguente presentazione si concentrerà sul **monitoraggio chimico**, principalmente sul processo analitico di campioni provenienti da diversi comparti ambientali (aria, acqua, suolo). I risultati del monitoraggio sono pensati per essere utili alla valutazione dello stato dell'ambiente e dell'influenza dell'inquinamento sulla salute pubblica.

2. MONITORAGGIO DEL FLUSSO E ATTIVITÀ COLLEGATE

Il monitoraggio può essere condotto con due obiettivi principali diversi, condizionati dall'inquinamento e / o altri fattori influenzanti naturali o antropici:

- *monitoraggio ambientale* - rilevamento delle componenti ambientali;
- *monitoraggio biologico* - rilevamento dello stato di salute delle piante e degli animali.

Una descrizione generale delle fasi di flusso del monitoraggio ambientale, inclusi i processi più importanti coinvolti, è illustrata nella Figura 1., e sarà ulteriormente presentata in dettaglio:

1. fase di programmazione,
2. fase di esecuzione,
3. e fase di valutazione.

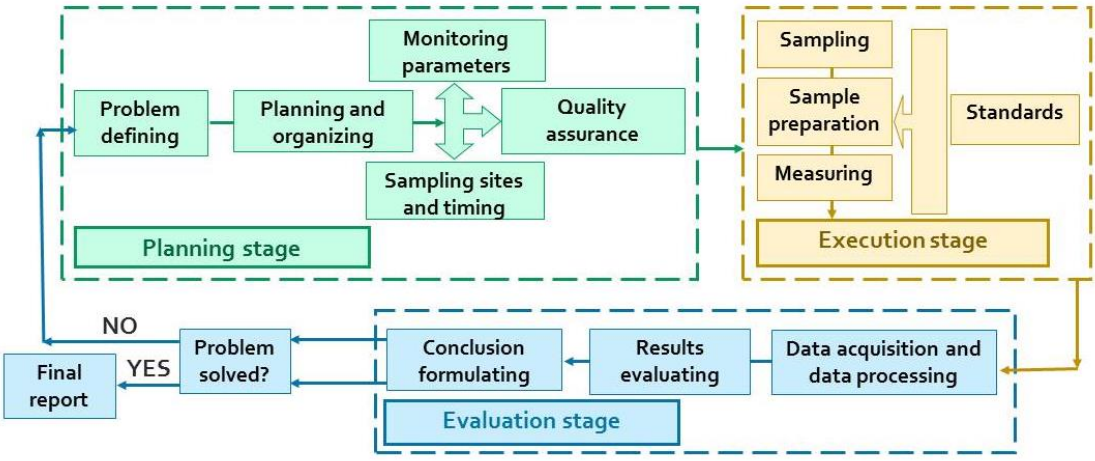

Figura 1. Principali fasi del flusso di monitoraggio ambientale.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

2.1. FASE DI PROGRAMMAZIONE

La prima fase delle attività di monitoraggio ambientale è quella di pianificazione, che inizia con la definizione dei problemi (Figura 2).

Definizione del problema

Quando si verifica un evento ambientale indesiderato è necessario definire attentamente il problema, al fine di consentire la formulazione degli obiettivi e delle relative azioni, pianificando le procedure richieste.

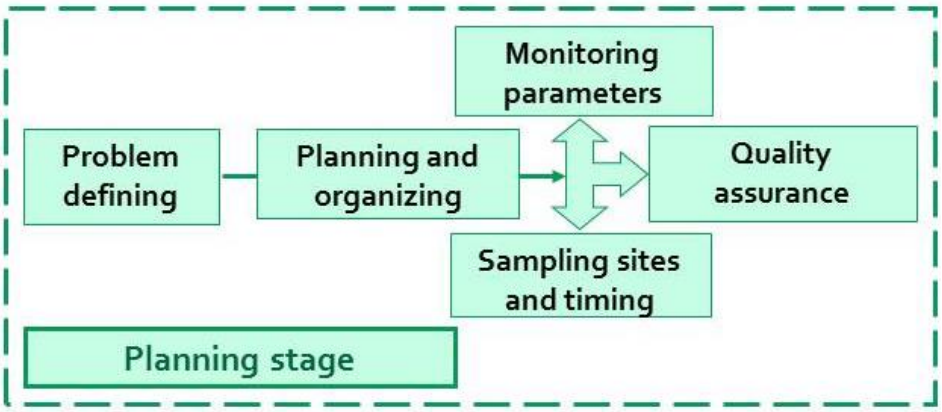

Figura 2. Fase di pianificazione del flusso di monitoraggio ambientale.

Definire il problema significa innanzitutto rispondere alle seguenti domande:

a. **abbiamo o meno un problema ambientale;**
b. **esiste un'attività identificata con un impatto ambientale significativo?**

Se le risposte sono positive, vengono stabiliti scopo e obiettivi per il monitoraggio ambientale.

Pianificazione e organizzazione

Dopo aver definito il problema ambientale, il prossimo passo è organizzare il sistema, il che implica diversi aspetti:

- stabilire le istituzioni responsabili e competenti incaricate dell'attuazione del programma di monitoraggio ambientale;
- organizzare i laboratori responsabili con personale specializzato con attrezzature e metodi analitici adeguati;

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

– organizzare il programma di monitoraggio, stabilendo parametri di monitoraggio di interesse, punti di campionamento e tempi / campagne, procedure di campionamento e analisi, procedure di valutazione dei dati.

Tutte le attività coinvolte sono soggette alla quality assurance interna e al sistema di quality control esterno.

2.2. FASE DI ESECUZIONE

La seconda fase del flusso delle attività di monitoraggio ambientale è quella di esecuzione. Durante questa fase si verifica il processo analitico (Figura 3).

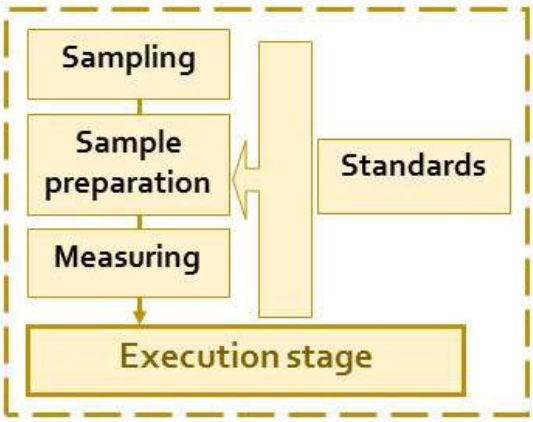

Figura 3. Fase di esecuzione del flusso di monitoraggio ambientale.

Il processo analitico consiste in tutte le attività svolte al fine di determinare il valore dei parametri di interesse, dal campionamento alle misure.

Il campionamento è un termine generico che definisce due attività eseguite su campioni ambientali: (1) campionatura da materiali ambientali (detto anche semplicemente "campionamento") e (2) preparazione del campione o pre-trattamento del campione.

Così, mentre la **campionatura** implica la raccolta di campioni da aria, acque, suoli o biota, la **preparazione del campione** coinvolge tutte le attività svolte con metodi e tecniche specifici, al fine di portare il composto di interesse (inquinante), presente in diverse matrici, in una forma misurabile.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

La misurazione del parametro ambientale si basa su specifici metodi e tecniche analitici disponibili e applicabili per diverse matrici di campioni e per diversi inquinanti.

Per i campioni ambientali ci sono **metodi standardizzati** per tutte le fasi analitiche, campionamento, preparazione e misurazione del campione.

2.3. FASE DI VALUTAZIONE

La fase di esecuzione, incluso il processo analitico, è seguita da quella di valutazione (Figura 4). Questa consiste in attività progettate per convertire le informazioni ottenute dalle misurazioni (dati) in informazioni utili basate sui risultati.

Figura 4. Fase di valutazione del flusso di monitoraggio ambientale.

Acquisizione dati ed elaborazione dati

I dati di misurazione sono registrati in un sistema di database (acquisizione dati) specifico per ogni strumento di misura e per ogni attrezzatura. I dati vengono ulteriormente elaborati sulla base di leggi fisico-chimiche. Verranno quindi utilizzate formule e calcoli per esprimerli come informazioni utili, come risultati.

Valutazione dei risultati

I risultati sono valutati e presentati come tali, **in tabelle**, o utilizzati per progettare **grafici di(multi)dimensionali** più rilevanti.

Comunemente, i grafici di monitoraggio mostrano l'evoluzione nello spazio o nel tempo dei parametri ambientali, il più delle volte presentati come concentrazione di inquinanti. Presentare i risultati del monitoraggio in maniera

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

grafica consentirà a chi deve decidere di formulare conclusioni e prendere decisioni rilevanti.

Formulazione delle conclusioni

Se le conclusioni rispondono al problema identificato, è possibile compilare un rapporto di monitoraggio finale (Figura 1). Se le conclusioni non rispondono al problema formulato, il ciclo delle fasi di monitoraggio viene ripreso e inizia identificando le fasi non riuscite nella risoluzione del problema.

Per riprendere, la figura 1 mostra il ciclo del programma di monitoraggio ambientale, che include le fasi principali delle attività svolte, dalla definizione del problema, al completamento del rapporto finale.

3. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E RISULTATI CORRELATI

Il monitoraggio ambientale è un processo di sorveglianza complesso che mira a fornire le informazioni più rilevanti sulla presenza degli inquinanti nei componenti / compartimenti ambientali: aria, acqua, suolo e biota.

Seguendo le stesse fasi principali del ciclo di monitoraggio ambientale, presenteremo ulteriormente le attività legate ai risultati correlati. Le fasi di pianificazione, esecuzione e valutazione sono state mantenute con gli stessi colori mostrati nello schema precedente (Figura 1), e i risultati / output delle attività corrispondenti sono raffigurati in riquadri rossi (Figura 5.).

3.1. COMPONENTI AMBIENTALI

La nostra ulteriore presentazione sarà dedicata al monitoraggio ambientale, interessato da campioni prelevati da diverse componenti ambientali e dai loro sottosistemi specifici:

- aria - esterna e interna;
- acque - acque superficiali e acque sotterranee;
- suolo - suolo e sottosuolo;
- biota - microrganismi, piante e animali.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

Aria e acqua sono sistemi complessi, in stati di aggregazione fluidi, principalmente omogenei. A causa delle loro proprietà mobili, aria e acqua sono entrambe considerate vettori della propagazione degli inquinanti.

Sia per l'aria che per l'acqua, le emissioni e le immissioni possono essere monitorate separatamente. **Le emissioni** consistono in sostanze inquinanti rilasciate nell'ambiente da diverse fonti (chiamate emissari), **mentre** le immissioni consistono nel contenuto totale di inquinanti nell'ambiente, risultato dalla esposizione a una combinazione di emissioni (emissioni totali).

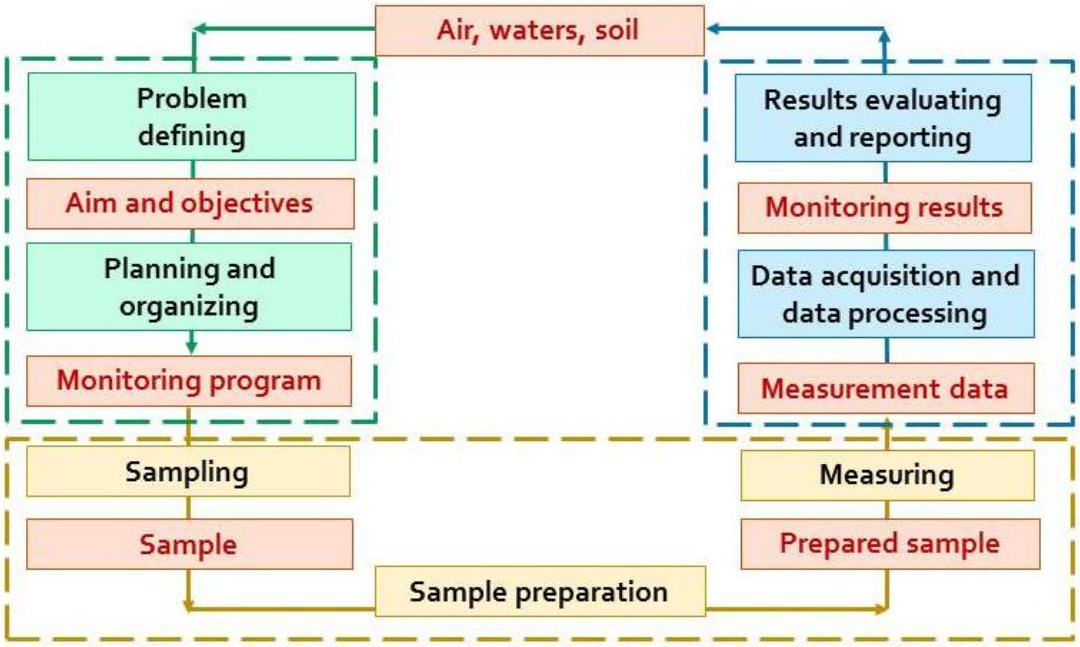

Figura 5. Flusso di monitoraggio ambientale e relativi risultati.

La presenza di inquinanti nell'aria e nell'acqua è valutata come:

- concentrazione,
- velocità di dispersione,
- flusso.

Il suolo è un sistema più complesso, più eterogeneo, considerato come un'interfaccia che raccoglie e trattiene gli inquinanti dall'aria e dall'acqua.

La presenza di inquinanti nel suolo è valutata tramite:

- concentrazione,
- tempo di conservazione,

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

– altri indicatori di conservazione.

Il biota, costituito da piante e animali, è coinvolto in processi come la biotrasformazione, la bioaccumulazione e la biomagnificazione degli inquinanti, quindi viene usato come biomonitor.

Come previsto, la presenza di inquinanti nel biota viene valutata in base a parametri diversi per la loro presenza in aria, acqua e suolo:

– concentrazione (quantità),
– tasso di bioaccumulo,
– altri indicatori di bioaccumulo.

Le emissioni e le immissioni sono termini non pertinenti alla caratterizzazione della qualità del suolo e della biota.

3.2. SCOPO E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Come risultato della definizione del problema, è possibile formulare lo scopo e gli obiettivi del programma di monitoraggio della qualità ambientale. Questi possono variare a seconda del tipo di programma di monitoraggio, basato su progetti di ricerca o su misurazioni sistemiche istituzionali.

Il monitoraggio ambientale può essere oggetto di interesse per i progetti sviluppati da squadre di **ricerca** . Queste si ripropongono di fornire informazioni oggettive sulla qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo, allo scopo di determinare la relazione tra la presenza di inquinanti nell'ambiente e il loro impatto sugli organismi viventi, mediante:

– l'identificazione dell'esposizione della popolazione e il suo impatto sulla salute;
– lo studio della relazione tra dose-risposta;
– l'identificazione delle minacce agli ecosistemi naturali.

Il secondo tipo di monitoraggio si basa su misurazioni sistemiche, organizzate da istituzioni autorizzate . In questo caso, l'obiettivo è quello di determinare le sostanze inquinanti presenti nell'ambiente (controllo dell'inquinamento), ma anche di identificare l'esposizione della popolazione e valutarne l'impatto sulla salute.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

Tenendo conto del fatto che il monitoraggio ambientale sistemico è parte del sistema di gestione ambientale, i principali **obiettivi** sono:

- fornire un contributo oggettivo alla gestione della qualità dell'aria e dell'acqua, alla pianificazione territoriale;
- determinare il rispetto delle normative nazionali o internazionali; i risultati sono confrontati con i limiti accettati delle concentrazioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua, nel suolo;
- identificare le diverse fonti di inquinamento, che causano modifiche sulla qualità ambientale;
- identificare le minacce agli ecosistemi naturali;
- informare il pubblico sulla qualità dell'ambiente e stabilire sistemi di allarme;
- sviluppare e convalidare strumenti di gestione quali modelli e sistemi di informazione geografica;
- sviluppare politiche e stabilire priorità per le azioni di gestione ambientale;
- quantificare le tendenze a identificare problemi futuri o progressi nel raggiungimento degli obiettivi di gestione o di controllo.

Sulla base dell'elaborazione statistica dei dati registrati dai database di monitoraggio ambientale e di sanità pubblica, vengono stabiliti i limiti accettati delle concentrazioni di inquinanti nei compartimenti ambientali.

3.3. PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Il risultato della fase di pianificazione e organizzazione è il programma di monitoraggio, che tiene conto di quanto segue:

- stabilire i parametri o gli indicatori da monitorare;
- fissare la posizione dei siti e dei punti di campionamento;
- fissare le campagne di monitoraggio, in termini di durata del programma di monitoraggio, ritmo di campionamento e misura;
- scegliere i metodi e le tecniche di campionamento e misurazione;
- stabilire le procedure per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati di misura, al fine di ottenere i risultati del monitoraggio;
- fissare il ritmo e le modalità di relazionare.

Quindi, presentando le componenti ambientali, stabilendo lo scopo e gli obiettivi, nonché il programma di monitoraggio, i risultati della fase di pianificazione dell'EM sono completati (Figura 6.).

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

3.4. CAMPIONI AMBIENTALI

Il campione è una porzione di un sistema (nel nostro caso dell'ambiente) rappresentativo del luogo e del momento del campionamento. Dopo le operazioni di campionamento, i campioni vengono raccolti dai compartimenti ambientali, quindi preparati per l'analisi.

I campioni ambientali, essendo miscele multicomponenti, sono molto complessi, a causa di diverse considerazioni:

1. **stato di aggregazione del campione:**

– *gassoso,* come l'aria atmosferica, l'aria interna, eventuali emissioni gassose;
– *liquido,* come acque (superficiali, sotterranee), acque reflue, percolato;
– *solido,* come suolo, biota, fanghi di depurazione, sedimenti;

2. **campioni naturali,** di origine minerale (composti inorganici) o origine biologica (composti organici);
3. **composizione del campione:**

– *(più) omogeneo,* come l'aria, le acque;
– *(per lo più) eterogeneo,* come aerosol, fumo, acque con sostanze sospese, fanghi residui, sedimenti, suolo, biota**;**

4. **solubilità dei composti dei campioni:**

- *composti idrosolubili* (idrofili);
- *composti non idrosolubili* (idrofobi).

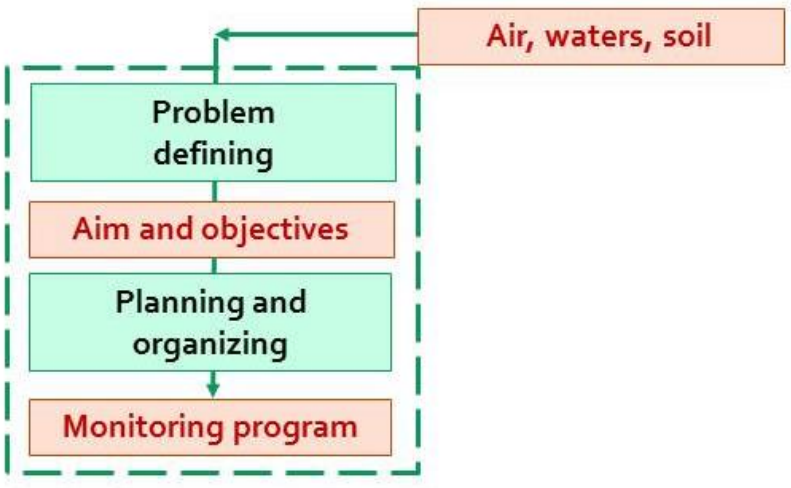

Figura 6. Fase di pianificazione del monitoraggio ambientale e relativi risultati.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

3.5.

Dopo aver raccolto e preparato campioni così complessi, la caratterizzazione di un campione consiste nel determinare i parametri di qualità, in particolare la concentrazione degli inquinanti presenti nei campioni ambientali, in base alle misurazioni:

- *analisi qualitativa*, che risponde alla domanda "*quali* inquinanti sono presenti nel campione? "
- *analisi quantitativa*, che risponde alla domanda "*quanto* di ciascun inquinante è presente? ".

Le misurazioni si basano su metodi analitici che utilizzano attrezzature adeguate. Per le analisi ambientali sono disponibili **metodi analitici standard** , regolati da istituzioni e organizzazioni accreditate. Nei laboratori per l'analisi ambientale **sono accettati anche metodi** non standard. Sia i metodi standard che quelli non standard sono soggetti a **validazione del metodo** prima dell'utilizzo.

Le misurazioni forniscono dati, espressi in unità specifiche del metodo analitico e delle attrezzature. I dati vengono acquisiti e memorizzati nei sistemi di acquisizione dati. Al giorno d'oggi si tratta per lo più di software specializzati forniti insieme all'apparecchiatura di misurazione. Questi software assicurano non solo l'acquisizione dei dati, ma anche l'elaborazione dei dati preliminari e possono visualizzare i dati in diverse modalità: tabelle, grafici, diagrammi.

Con i dati delle misurazioni, sono stati presentati la fase di esecuzione e i risultati correlati dell'EM (Figura 7).

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

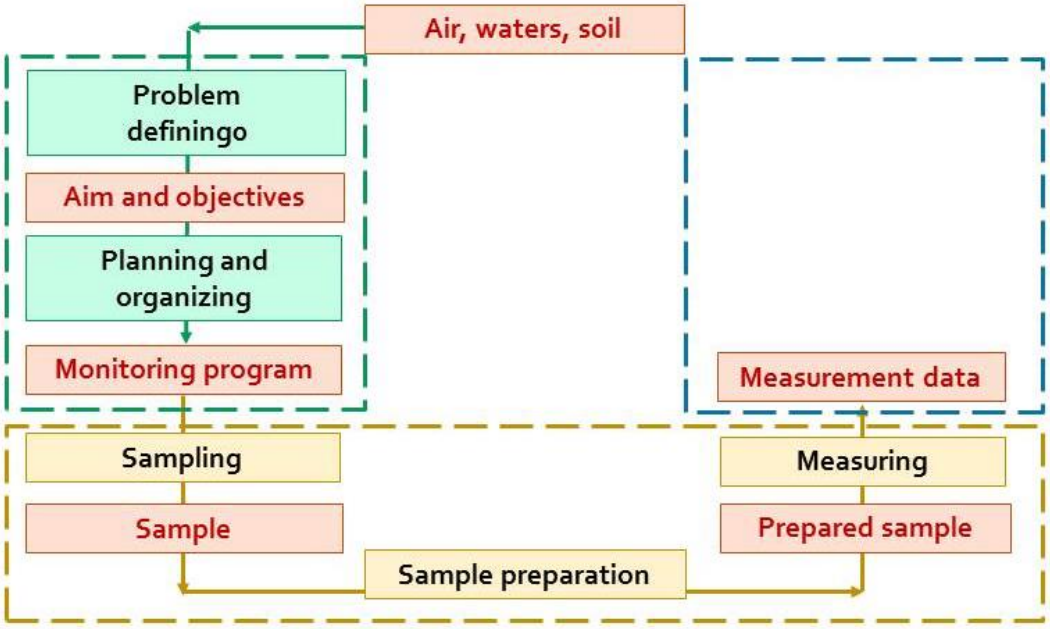

Figura 7. Fase di esecuzione del monitoraggio ambientale e relativi risultati.

3.6. RISULTATI DEL MONITORAGGIO

I dati ottenuti dalle misurazioni vengono elaborati sulla base di leggi fisico-chimiche, e trasformati in risultati. I risultati del monitoraggio sono espressi come concentrazioni di inquinanti in unità, secondo i regolamenti.

La concentrazione indica qualsiasi segnalazione del contenuto dell'analita (inquinante) nel campione. Le unità di concentrazione dipendono dallo stato di aggregazione del campione (gassoso, liquido o solido) e dal livello di quantità dell'analita e del campione.

Nella Tabella 1 sono rappresentati esempi di unità di concentrazione degli inquinanti specifici per il contenuto degli inquinanti nei campioni gassosi, liquidi e solidi, secondo i regolamenti:

- nei campioni gassosi le concentrazioni sono espresse come rapporto della massa inquinante (mg, μg) al volume del campione gassoso (^{m3});
- nei campioni liquidi le concentrazioni sono espresse come rapporto della massa inquinante (mg, μg, ng) al volume del campione liquido (L, mL);
- nei campioni solidi le concentrazioni sono espresse come rapporto della massa inquinante (mg, μg, ng) alla massa del campione solido (g, kg).

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

Tabella 1. Unità di concentrazione per contenuto di inquinanti in campioni ambientali.

Stato di aggregazione del campione	**Esempi di campioni**	**Unità di concentrazione ***
gassoso	emissioni gassose, aria atmosferica / interna	mg / ^{m3}; μg / ^{m3}
liquido	acque, fluidi biologici	ppm: mg / L; μg / ml ppb: μg / L; ng / mL
solido	suolo, sedimenti, fanghi residui, biota	ppm: mg / kg; μg / g ppb: μg / kg; ng / g (massa del campione secco)

* ppm - parti per milione; ppb - parti per miliardo

I risultati del monitoraggio sono segnalati alle istituzioni autorizzate o a qualsiasi gruppo che ha avviato un programma di monitoraggio e sono inoltre oggetto di analisi statistica, revisione, pubblicazione o diffusione.

Con la presentazione della segnalazione delle concentrazioni di inquinanti, è stata completata l'ultima fase del monitoraggio ambientale, quella di valutazione (Figura 5.). I risultati devono rispondere allo scopo e agli obiettivi del programma di monitoraggio, chiudendo in questo modo il ciclo delle fasi di monitoraggio.

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

RIFERIMENTI

1. Chunlong C.Z., Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, USA, 2007.
2. Colbeck, I., Draghici, C., Perniu, D., (Eds), Environmetal Pollution and Monitoring, in EnvEdu series, ISSN 1584-0506, ISBN 973-27-1169-8, Romanian Academy Press, Bucharest, 2003.
3. Draghici, C., Chirila, E., Complex Characterization of Polluted Samples, in L. Simeonov, M. Hassanien (Eds.), Exposure and Risk Assessment of Chemical Pollution – Contemporary Methodology, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2009, 165-180.
4. Manahan S.E., Environmental Chemistry, CRC Press LLC, Boca Raton FL, USA, 2001.
5. Patnaik P., Handbook of Environmental Analysis, 2nd Edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL, USA, 2010.
6. https://www.eea.europa.eu/
7. https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/environmental-monitoring

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license

https://toxoer.com

Coordinatrice del progetto: Ana I. Morales
Sede centrale di Salamanca.
Dipartimento Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contatto Telefono: +34 663 056 665

This work is licensed under a Creative commons attribution – non commercial 4.0 international license